



**FARKLI DOZLARDA UYGULANAN
AZOT VE FOSFORUN YABANI
HARDAL (*Sinapis arvensis* L.) BİTKİSİNİN
VERİM VE VERİM UNSURLARINA ETKİSİ**

Esengöl ERİM

Yüksek Lisans Tezi

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Endüstri Bitkileri Bilim Dalı

Doç. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

2017

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DOZLARDA UYGULANAN AZOT VE FOSFORUN
YABANI HARDAL (*Sinapis arvensis* L.) BİTKİSİNİN VERİM VE
VERİM UNSURLARINA ETKİSİ

Esengül ERİM

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Endüstri Bitkileri Bilim Dalı

ERZURUM
2017

Her hakkı saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI DOZLARDA UYGULANAN AZOT VE FOSFORUN YABANI
HARDAL (*Sinapis arvensis* L.) BİTKİSİNİN VERİM VE VERİM
UNSURLARINA ETKİSİ**

Doç.Dr. Erdoğan ÖZTÜRK danışmanlığında, Esengül ERİM tarafından hazırlanan bu çalışma 11/09/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı – Endüstri Bitkileri Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Doç.Dr. Taşkın POLAT

İmza :

Üye : Doç.Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

İmza :

Üye : Yrd.Doç.Dr. Volkan GÜL

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 21/09/2017 tarih ve 37/76 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI DOZLARDA UYGULANAN AZOT VE FOSFORUN YABANI HARDAL (*Sinapis arvensis* L.) BİTKİSİNİN VERİM VE VERİM UNSURLARINA ETKİSİ

Esengül ERİM

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Endüstri Bitkileri Bilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

Bu çalışma, azotlu ve fosforlu gübre dozlarının yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.)'ın verim ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla Erzurum ekolojik koşullarında 2015 yılında yapılmıştır. Araştırmada azotun (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da) ve fosforun (0, 3, 6, 9 ve 12 kg/da) beş dozu yer almış, "Tesadüf Blokları" deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada; sapa kalkma, çiçek açma, olgunlaşma süresi, bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, kapsül başına tohum sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi, hasat indeksi, yağ ve protein oranı incelenmiştir.

Araştırmada, hardal bitkisinde azotlu gübre dozlarının incelenen tüm karakterlerin üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Azotlu gübrenin dekara 20 kg uygulamasında olgunlaşma süresi (69,0 gün), bitki boyu (88,0 cm), dal (3,8 adet), kapsül (63,4 adet) ve kapsül başına tohum sayısı (16,2 adet), bin tane ağırlığı (1,62 g), tane verimi (86,0 kg/da), hasat indeksi (%17,3) ve protein oranı (%28,6) en yüksek olurken, sapa kalkma (39,2 gün) ve çiçek açma süresi (51,5 gün) kontrol uygulamasında artış göstermiştir. Yağ oranı 5 ve yine 20 kg/da (%18,6 ve %18,2) uygulamalarında daha yüksek çıkmıştır.

Hardal bitkisine uygulanan fosforlu gübrenin farklı dozlarının sapa kalkma süresi, bin tane ağırlığı, tohum verimi, hasat indeksi, yağ ve protein oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Dekara 12 kg fosforlu gübre uygulandığında kapsül başına tohum sayısı (15,4 adet), tane verimi (74,7 kg/da) ve yağ oranı (%19,0) en yüksek olmuştur. Çiçek açma süresi (48,4 gün), kapsül sayısı (51,8 adet) ve bin tane ağırlığı (1,59 g) 3 kg/da, olgunlaşma süresi (68,3 gün) 9 ve 12 kg/da, bitki boyu (82,5 ve 82,4 cm) 9 kg/da ve kontrol, protein oranı (%27,5) ise 6 kg/da uygulamasında artış göstermiştir. Sapa kalkma süresi (38,5 gün) ve hasat indeksi (%15,5) gibi karakterler yönünden kontrol uygulaması daha yüksek bulunmuştur. Dal sayısı fosforun sadece 12 kg/da uygulamasında düşük (2,8 adet) olup, diğer dozlarında (3,0 adet) benzer çıkmıştır.

Araştırmadan elde edilen bir yıllık sonuçlara göre; hardal bitkisinin verim ve önemli kalite kriterleri göz önüne alındığında bölge şartlarında en iyi sonuçlar, azotlu gübrenin 20 kg/da ve fosforlu gübrenin 12 kg/da dozlarından elde edilmiştir.

2015, 59 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hardal, *Sinapis arvensis*, azot, fosfor, miktar, verim, verim unsurları

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF DIFFERENT NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZER DOSES ON YIELD AND YIELD COMPONENTS OF WILD MUSTARD (*Sinapis arvensis* L.)

Esengül ERİM

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops
Department of Industrial Crops

Supervisor: Doç. Dr. Erdoğan ÖZTÜRK

This study was conducted to determine effects of nitrogen and phosphorus fertilizer doses on yield and yield components of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) cultivars in Erzurum ecological conditions in 2015. In this study, five nitrogen (0, 5, 10, 15 and 20 kg/da) and phosphorus fertilizer doses (0, 3, 6, 9 and 12 kg/da) were used. The experiment was established a randomized complete block design with three replicates. In the study, bolting duration, flowering duration, maturity duration, plant height, branch number, the number of pods per plant, the number of seeds per pod, 1000 seed weight, seed yield, harvest index, oil and protein content were investigated.

In this study, nitrogen fertilizer doses had significant effect in all examined characters. The highest maturity duration (69,0 days), plant height (88,0 cm), branch number (3,8 unit), the number of pods per plant (63,4 unit), the number of seeds per pod (16,2 unit), seed yield (86,0 kg/da), harvest index (17,3%), protein content (28,6%) from 20 kg/da, oil rate (18,6% and 18,2%) from 5 and 20 kg/da were obtained, while the highest bolting duration (39,2 days) and flowering duration (51,5 days) and were obtained from 0 kg/da (control) the nitrogen fertilizer application

Phosphorus fertilizer doses applied on mustard had significant effect on bolting duration, 1000 seed weight, harvest indexes, oil and protein content. The highest flowering duration (48,4 days), the number of pods per plants (51,8 units) and 100 seed weight (1,59 g) from 3 kg/da, maturity duration (68,3 days) from 9 and 12 kg/da, plant height (82,5 and 82,4 cm) from 9 and control, protein content (27,5 %) from 6 kg/da were obtained. The highest bolting duration (38,5 day) and harvest index (15,5 %) from control, branch number (3,0 units) from all phosphorus doses except from 12 kg/da 2,8 (unit) were obtained.

As a conclusion, It has been found to increase in yield based on nitogrn and phosphorus fertilizer applications on wild mustard in region conditions. Based on the results of the present study it could be suggested that application of 20 kg/da of nitrogen and 12 kg/da of phosphorus fertilizer dose.

2017, 59 pages

Keywords: Mustard, *Sinapis arvensis* L., nitrogen, phosphorus, quantity, yield, yield components

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sürecince bana her konuda destek veren, tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erdoğan Öztürk'e ve Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü başkanı Sayın Prof. Dr. Kemalettin KARA'ya, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde görev yapan Sayın Doç. Dr. Taşkın POLAT'a ve Sayın Arş. Gör. Furkan ÇOBAN'a, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünde görev yapan Sayın Doç. Dr. Adem KAYA'ya, Ziraat Mühendisi Savaş ÇİMEN'e, Ziraat Mühendisi Zehra TOKTAY'a, Ziraat Mühendisi Lale GÜNDOĞDU ve Ziraat Mühendisi Şeymanur TARHAN'a, ayrıca arazi çalışmalarımın ve analizlerimin yürütülmesinde beni yalnız bırakmayan bölüm laborantlarımız Sayın Bedel ARDAHANLI'ya ve Sayın Bahattin SEZEK'e, Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayın Merkezi Müdürlüğü'ne ve Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne saygı ve şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemedi destek veren babam Necmettin ERİM'e, annem Hasret ERİM'e, abim Volkan ERİM'e, yengem Ayşegül ERİM'e, kardeşim Sibel ERİM ve Haktan ERİM'e, kuzenim Oya GÖKÇE'ye ve yeğenim Oğuz Kağan ERİM'e teşekkürlerimi sunarım.

Esengül ERİM

Ağustos, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Deneme yeri	15
3.1.2. Araştırmada kullanılan hardal çeşiti	15
3.1.2.a. İklim özellikleri	15
3.1.2.b. Toprak özellikleri	17
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Deneme deseni	17
3.2.2. Gübre uygulaması.....	18
3.2.3. Ekim öncesi ve sonrası yapılan işlemler	18
3.2.3.a. Toprağın ekime hazırlanması	18
3.2.3.b. Ekim zamanı.....	18
3.2.3.c. Bakım.....	18
3.2.3.d. Hasat.....	19
3.2.4. Sonuçların değerlendirilmesi.....	19
3.2.5. Verilerin elde edilişi	19
3.2.5.a. Sapa kalkma süresi (gün).....	19
3.2.5.b. Çiçek açma süresi (gün)	20
3.2.5.c. Olgunlaşma süresi (gün).....	21
3.2.5.d. Bitki boyu (cm)	22
3.2.5.e. Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)	22
3.2.5.f. Bitki başına kapsül sayısı (adet/bitki)	22

3.2.5.g. Kapsül başına tohum sayısı (adet/kapsül)	22
3.2.5.h. 1000 tane ağırlığı (g)	22
3.2.5.i. Tane verimi (kg/da).....	23
3.2.5.j. Hasat indeksi (%)	23
3.2.5.k. Ham yağ oranı (%)	23
3.2.5.l. Ham protein oranı (%).....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	24
4.1. Sapa Kalkma Süresi.....	24
4.2. Çiçek Açma Süresi	25
4.3. Olgunlaşma Süresi.....	27
4.4. Bitki Boyu	28
4.5. Dal Sayısı	31
4.6. Kapsül Sayısı.....	32
4.7. Kapsül Başına Tohum Sayısı	34
4.8. Bin Tane Ağırlığı.....	36
4.9. Tohum verimi	39
4.10. Hasat İndeksi	42
4.11. Yağ Oranı	45
4.12. Protein Oranı	47
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i> L.)’de çıkış ve sapa kalkma	20
Şekil 3.2. Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i> L.)’de çiçeklenme	21
Şekil 4.1. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının 1000 tohum ağırlığı üzerine karşılıklı etkileşimi	39
Şekil 4.3. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının hasat indeksi üzerine karşılıklı etkileşimi	45
Şekil 4.4. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının yağ oranı üzerine karşılıklı etkileşimi...	47
Şekil 4.5. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının protein oranı üzerine karşılıklı etkileşimi	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Erzurum ilinin uzun yıllar ile 2015 yılına ait bazı önemli iklim verileri	16
Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri	17
Çizelge 4.1. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen sapa kalkma süresine ait ortalama değerler (gün).....	24
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait sapa kalkma, çiçek açma ve olgunlaşma süreleri ile ilgili varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen çiçek açma süresine ait ortalama değerler (gün).....	26
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen olgunlaşma süresine ait ortalama değerler (gün)	27
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen bitki boyuna ait ortalama değerler (cm).....	28
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait bitki boyu, dal sayısı ve kapsül sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	30
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen dal sayısına ait ortalama değerler (adet)	31
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen kapsül sayısına ait ortalama değerler (adet).....	33
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen kapsül başına tohum sayısına ait ortalama değerler (adet)	35
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait kapsül başına tohum sayısı , bin tane ağırlığı ve tohum verimi ile ilgili varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen bin tane ağırlığına ait ortalama değerler (g)	37

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen tohum verimleri (kg/da).....	39
Çizelge 4.13. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen hasat indeksi değerleri (%)	43
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait hasat indeksi, yağ oranı ve protein oranı ile ilgili varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.15. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen yağ oranı değerleri (%)	45
Çizelge 4.16. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen protein oranı değerleri (%).....	48

1. GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenmek için insanların günlük olarak belirli miktarlarda mineral madde, vitamin, karbonhidrat, protein ve yağ ihtiyaçlarını karşılaması gerekmektedir (Öztürk 2000). Temel besin maddeleri içinde önemli bir yere sahip olan yağlar, en önemli enerji kaynağı olup bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilmektedir. Hayvansal yağların doymuş yağ asitlerini yüksek oranda içermesi, üretim maliyetinin yüksek ve üretimlerinin sınırlı olması, dünyada toplam yağ üretiminin önemli bir kısmının bitkisel kaynaklardan sağlanmasına neden olmaktadır.

Günümüzde, bitkisel yağların gıda sektörü dışında da kullanım alanları artmaktadır. Özellikle biyodizel hammadresi olarak kullanılması nedeniyle enerji sektöründe önemli bir yere sahiptir.

Ülkemiz, yağlı tohumlu bitkilerin üretimi için büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen, yağ ihtiyacını karşılayacak seviyelerde üretim gerçekleştirilememekte ve oluşan bitkisel yağ açığı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Hindistan cevizi ve palm hariç, ayçiçeği, çigit, yerfıstığı, soya, kolza, haşhaş, susam, keten ve kenevir tohumu başarıyla yetiştirilmektedir.

Dünya’da 2016 yılı verilerine göre, 554 milyon ton toplam yağlı tohum üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin sırasıyla 337 milyon tonu soya fasulyesinden, 68 milyon tonu kolzadan, 45 milyon tonu ayçiçeğinden, 40 milyon tonu pamukdan ve 64 milyon tonu diğer yağlı tohumlu bitkilerden sağlanmıştır. Dünya ham yağ üretimi ise 187 milyon tona ulaşmış olup, bunun 65 milyon tonu Palm, 54 milyon tonu soya, 27 milyon tonu kolza, 17 milyon tonu ayçiçeği, 5 milyon tonu pamuk yağı ve 19 milyon tonu diğer yağlardan elde edilmiştir. Ayrıca dünya yağlı tohum üretiminde ABD %23 ile en büyük yağlı tohum üreticisi, Endonezya da %21 ile en büyük hamyağ üreticisi olmuştur (USDA 2016).

Ülkemizde 2016 yılı verilerine göre toplam 2 698 000 ton yağlı tohum üretimi yapılmıştır. Bunun 1 250 000 tonu ayçiçeği, 1 100 000 tonu pamuk, 165 000 tonu soya fasulyesi, 125 000 tonu kolza ve 58 000 tonu aspirden elde edilmiştir. Türkiye’de yağlı tohum üretimi yıllık 2,3 ile 2,7 milyon ton arasında değişmektedir (Anonim 2016).

Ham yağ ve yağlı tohum üretiminin yetersiz seviyede olması ülkemiz tarımının en önemli problemlerinden birisidir. Ham yağ ve yağlı tohum üretiminde kendine yeter bir ülke haline gelebilmemiz için alternatif yağlı tohumlu bitkilere yönelinmesi gerekmektedir.

Yemeklik, endüstriyel yağ, baharat ve yem bitkileri ile sebze türleri başta olmak üzere *Brassicaceae* familyası çok sayıda ekonomik türü içermektedir. Bu türler içerisinde tohumlarından yararlanılan en önemli yağ bitkisi kolza ve hardal yer almaktadır. Hardal türleri içerisinde *Sinapis alba* (beyaz hardal) ve *Brassica nigra* (siyah hardal) yağ, *Brassica juncea* (hint hardalı) ve yine *Sinapis alba* (beyaz hardal) baharat (çeşni) olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, *Sinapis arvensis* (yabani hardal) ve bu türe ilaveten *Brassica nigra* (siyah hardal) ise tarım alanlarında yabancı ot türleri olarak bilinmektedir (Warwick *et al.* 2008).

Genel olarak Hardal bitkisinin öğütülmüş tohumlarından çeşni ve fırın ürünlerinde, alkolsüz içeceklerde ve turşularda güçlü bir besin koruyucusu olarak faydalanmanın yanında, hardal çiçeğinin genç ve yumuşak yaprakları salatalara katılarak da kullanılmaktadır. Özellikle beyaz hardal unundan ezme yapımında, siyah hardal unundan ise et endüstrisinde, sosis ve salamalarda katkı maddesi şeklinde (emülsiyon yapıcı, tekstür düzenleyici ve su bağlayıcı olarak) yararlanılmaktadır (Akgül 1993).

Hardalın bu kullanımlarının yanısıra, sağlık açısından da faydaları olduğu ispatlanmıştır. Hardal beyin aktivitelerini harekete geçirmekte ve yağlı yiyeceklerin hazmını kolaylaştırmaktadır. Hardal tohumundan elde edilen unu düşük seviyelerde midevi ve yatıştırıcıdır. Hardal tohumu ve yağının kusturucu özelliği vardır. Harici olarak kas gevşetici olarak kullanılır. Hardalın içindeki yağ ve acı, mide öz suyunu

harekete geçirdiğinden, yağlı yiyeceklerin sindirimini kolaylaştırmaktadır. Hardalın kalori, yağ ve kolesterol oranı düşüktür ve bol miktarda C vitamini içerir (Anonim 2013).

Hardal küspesi hayvan yemi olarak önerilmemektedir. Ancak, çok az oranlarda yemlere katılabilmektedir. Kavuzları ve sapları hayvan atlığı olarak kullanılmakta, hızlı ve çabuk büyüme özelliğine sahip olmasından dolayı bol vejetatif aksam oluşturmakta ve yeşil yem ile yeşil gübre olarak değerlendirilmektedir (Tarıman 1965).

Ülkemizde hardal üretimi ve bu konuda yapılmış araştırmalar yok denecek kadar az olup, ihtiyaç duyulan hardal ürünleri için hammaddenin belli bir kısmı ise yabani hardal (*Sinapis arvensis*)’dan karşılanmaktadır (Yenikalaycı 2004). Bitki tek yıllık olup, 30-60 cm boyunda, sap bol dallı, alt kısımları genellikle sert tüylü nadiren tüysüzdür. Üst yaprakları parçasız ve sapsız, alt yaprakları ise parçalıdır. Uç kısımlara doğru yaprak parçaları büyümektedir ve yaklaşık 20 cm boyundadır. Kükürt sarısı renkte çiçeklere sahiptir. Çanak yapraklar sarkıktır. Meyve boğumlu ve 25-40 x 2,5-3 mm büyüklüğündedir. Tohumlar yuvarlağımsı, parlak siyah-kahverenginde, 1-1,3 mm büyüklüğünde ve uzun süre çimlenmeden toprakta kalabilirler (yaklaşık 10-35 yıl). Optimum çimlenme sıcaklıkları 7°C olup 25°C’de de çimlenebilirler (Uygur vd 1986).

Kültür bitkisinin ışığına, suyuna, besinine ortak olup veriminde önemli düşüşlere neden olan *Sinapis arvensis* (yabani hardal), aslında pek çok yönden olumlu özelliklere sahiptir. İlaç yapımında hammadde; hayvanlara yem kaynağı (Kamalak vd 2005; Başbağ vd 2010); toprağın verimliliğini artırmak ve strüktürünü korumak için yeşil gübre (Vaughan and Hemingway 1959); çiçekleri polen yapan böcekler için iyi bir nektar ve polen kaynağı (Anonymous 1992; Kohl 1993; Westrich and Schwenniger 1997; Baydar ve Gürel 1998; Özer vd 2001; İlaslan 2002); yaprakları sebze (Vaughan and Hemingway 1959; Anonymous 2012a); ıslah çalışmalarında gen kaynağı (Kaplan 1989; Mao *et al.* 2012) ve tohumları sofr hardalı (Yenikalaycı 2004) olarak kullanılmaktadır. Hızlı gelişme yeteneğine sahip olan, ışık, su ve minarel maddeler yönünden kültür bitkilerine üstün bir rekabet gücü oluşturan yabani hardalın (Kaplan

1989; Wu *et al.* 2011) ülkemiz iklim ve toprağına iyi adapte olması, değişen iklim şartlarından ve ekstrem meteorolojik olaylardan fazla etkilenmemesi ve tohum meydana getirmesi önemini artırmaktadır.

Kuzey Amerika, Güney Asya, Doğu Avrupa’da hardal tarımı yapılmaktadır. FAO’nun 2015 yılı verilerine göre hardal yetiştiriciliğinde önde gelen ülkeler olan Kanada’da 154 500 ton, Nepal’de 142 920, Myanmar’da 91 000, Rusya’da 54 682, Ukrayna’da 30 170 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Yabani ortam ve tarlalarda kültür bitkileri (buğday, arpa vb) içerisinde yabancı ot olarak kendisine yer bulan yabancı hardalın (Andreasen and Streibig 2006; Kordali and Zengin 2011; Altay *et al.* 2012; Mao *et al.* 2012) ülkemizde yağ üretimi amaçlı ekimi yapılmamaktadır. Günümüzde kuşyemi olarak değerlendirilen yabancı hardal ilaç ve kozmetik endüstrilerinde çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere, çok az miktarda üretilmektedir. Bu nedenle hardal yağı, ticari bir öneme sahip değildir. TÜİK ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerinde de yer almamaktadır.

Bitkisel yağlardan, yağ asitlerinin kompozisyonuna göre değişik alanlarda faydalanılmaktadır. Bu yağlar, başta insan beslenmesinde olmak üzere, farmakolojide, endüstride ve biyoyakıt üretiminde de kullanılmaktadır. Yemeklik olarak tercih edilmeyen erusik asit oranı yüksek yağlar, sanayide farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Oksidasyon stabilitesi düşük olması sebebiyle linolenik asit oranı yüksek yağlar da yemeklik yağ olarak tercih edilmezken, iyi yanmasından dolayı biyoyakıt olarak tercih edilmektedir (Abromovic *et al.* 2007; Frohlic and Rice 2005; Sabzalian *et al.* 2008).

Hardal, hem yağ hem baharat bitkisi olarak bilinir. Hardal yağının yağ asitleri bileşimi bakımından özellikle yüksek erusik asit içermesinden dolayı besin olarak kullanımı uygun değildir. Ancak, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde ve diğer endüstriyel kullanımlarda faydalanılmaktadır (İlisulu 1973; Baytop 1984; Akgöl 1993; Jham *et al.* 2009).

Hardal tohumu yağı şu an yaygın bir biyodizel hammaddesi değildir. Buna rağmen, biyodizel için kullanılan en yaygın iki yağlı tohumdan (kolza ve soya) daha ucuz bir hammadde olma potansiyeline sahiptir. Hardal, kolza ile akrabadır, ama hardal daha kuru alanlarda yetişebilir ve kolzadan daha az pestisit ve tarımsal girdiye ihtiyaç duyar. Bu nedenle, potansiyel olarak daha ucuza yetiştirilebilir (Anonymous 2012b). Yabani hardal tohumlarından elde edilen yağ, biyodizele dönüştürülmüş ve motorda, gerek saf gerekse karışımlar halinde herhangi bir modifikasyona ihtiyaç duyulmadan özellikle dizel motorunda başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Eryılmaz ve Ögüt 2011).

Ülkemizde ortaya çıkan bitkisel yağ açığının azaltılmasında, yağ bitkileri üretiminin ülkemiz açısından ne derece önemli olduğu ortadadır. Bu nedenle bitkisel yağ üretimine katkıda bulunacak ve yağ açığımızın giderilmesinde etkili olacak yeni yağ bitkileri ile ilgili yapılan çalışmalar üzerinde önemle durulması gerekir. Yabani hardal bu bitkilerden birisidir. Ülkemiz açısından önemi açık olan yağlı tohumlu bitkilerden biri olan yabani hardalın yetiştirilmesinde uygun yetiştirme teknikleri ile ilgili çalışmaların yapılarak, ülkemiz yağ bitkileri üretiminde yer alması önem taşımaktadır. Bunun için de, bölgeye uygun gübre formları ve miktarları ile diğer tarımsal girdilerin ve en uygun yetiştirme tekniklerinin bilinmesi de büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, bölgemiz koşullarında uygun gübre miktarı ve formları ile diğer kültürel uygulamaların belirlenebilmesi için yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, gübre form ve miktarının iyi ayarlanamaması da verimin ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır.

Kültür bitkileri farklı ekolojilerde değişik performanslar gösterebilmektedir. Dolayısıyla farklı bitki çeşitlerinin yetiştirildiği bölgelere göre ihtiyaç duydukları gübre çeşit ve miktarlarında da değişiklikler söz konusu olmaktadır.

Besin elementlerinden kültür bitkilerinin yararlanma oranları; toprağın yapısına, bitki türü ve çeşidi, yağış ve toprak nemi, organik madde ve besin maddesi içeriği gibi faktörlerle birlikte gübrenin zamanı ve miktarı ile verilmiş şekli de etkili olmaktadır.

Azotlu ve fosforlu gübreler bitki gelişimi ve verim üzerine oldukça etkili olmasının yanında tane kalitesi bakımından da etkili besin elementleridir. Azot ve fosfor, birçok bitkide olduğu gibi hardal için de önem arz etmektedir. Azotlu gübreler tarım sistemlerinde en büyük girdilerden olup, aşırı veya yetersiz uygulanmaları durumunda ekonomik kayıplara neden olduğu gibi, fazla uygulanması zaman içerisinde evre sorunlarına da neden olmaktadır. Türkiye topraklarında bitki verimliliği açısından azottan sonra en çok eksikliği görülen besin elementi fosfordur. Topraktaki miktarı %0.02-0.14 arasında olan fosforun, %1-2'lik kısmından bitkiler ancak yararlanabilmektedir. Ayrıca bitki gelişiminde depolama ve transfer görevi yapan önemli bir besin elementidir (Gök 2007).

Ülkemizin coğrafi konumu gereği, tarımsal olarak değişik yağ bitkilerini ekme ve yetiştirebilme potansiyeli göz önünde bulundurularak, bu çalışmada bitkisel yağ üretiminde kullanılabilecek yağ bitkilerine yabani hardalın dahil edilmesiyle hammadde çeşitliliğinin sağlanması, bu bitki yetiştiriciliğinde uygun azot ve fosfor dozlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı topraklarda gerekli besin elementlerinin yetersiz olması veya yeterli miktarlarda gübre uygulanmaması durumunda yüksek verimli ve kaliteli ürün elde etmek mümkün değildir. Yağ bitkileri üretiminde asıl amaç, birim alandan alınan yağ veriminin artırılması olduğuna göre, belirli miktarlarda azotlu ve fosforlu gübrenin toprağa uygulanması hardal bitkisinde de yüksek verim ve kalite açısından önde gelen koşullardandır.

Dünyada ve ülkemizde en fazla tüketilen gübrelerden olan azotlu gübreler (Eyüpoğlu 2002), bitkinin toprak üstü organlarının (sap ve yapraklar) gelişmesini teşvik etmekte, bitkinin sağlıklı yeşil aksamı ve renkli oluşumuna yardım etmektedir. Bununla birlikte azot, meyve ve tanelerde protein oluşumunu ve potasyum-fosfor dahil diğer elementlerin yarıyışlılığının artmasına yardım etmektedir. Özellikle organik madde miktarı çok düşük olan ülkemiz toprakları azot bakımından oldukça fakirdir. Bu nedenle azotlu gübrelemeye sürekli olarak ihtiyaç duyulmaktadır.

Ülgen ve Yurtsever (1988), bitkilerin azot ihtiyaçlarının ve reaksiyonlarının değişkenlik gösterdiğini, azot eksikliğinde genellikle birkilerin büyüme oranlarının düştüğünü, kısa kaldıklarını ve azotlu parsellerdeki bitkilerin diğerlerine göre daha çok geliştiğini belirtmişlerdir.

Türkiye topraklarının fosfor düzeyi, bitki gelişimi açısından değerlendirildiğinde organik ve inorganik fosfor kaynaklarından sürekli ilave edilmesine rağmen düşük seviyededir (Gök 2007). Fosforun topraklarda yarıyışlılığının düşük ve büyük bir kısmının da topraklarda bitkilerin alamayacağı yarıyışsız formlarda bulunması, bu besin elementinin önemini daha artırmaktadır. Fosfor noksanlığında bitki gelişimi yavaşlamakta, özellikle gövde gelişimi azalırken kök gelişimi artmaktadır. Bunun nedeni ise, bitkinin rizosfer bölgesinde ulaşamadığı fosfora kök gelişimini artırarak ulaşmak istemesidir.

Bitki kuru madde miktarı ve yaprak alanının fosfor noksanlığında azaldığı, bitki gelişimi ile fotosentezin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir (Colomb 2000; Rodriguez *et al.* 2000). Yapılan çalışmalar fosfor stresi altında yetişen bitkilerin yaprak alanının %83 oranında azaldığı ve buna bağlı olarak da bitkinin fotosentez oranı %50 azalmaktadır (Rodriguez *et al.* 2000).

Fosfor eksikliğine karşı bitkilerin geliştirdikleri en önemli mekanizma kök/yeşil aksam oranını artırmalarıdır. Mısır (Anghinoni and Barber 1980), bakla (Haynes and Ludecke 1981) kolza, ıspanak ve domates (Fohse and Junk 1983) gibi farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda fosfor eksikliğinde kök uzaması ve ince kök oluşumunun arttığı ifade edilmiştir.

Ülkemizde tarımı yapılmayan, tarlalarımızda daha çok yabancı ot olarak kendisine yer bulan yabancı hardalın verim, verim unsurları ve diğer kullanım alanları açısından uygun yetiştirme teknikleri ile ilgili olarak yeterli çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızı desteklemek amacıyla bitkimizle aynı famiyada yer alan benzer özelliklere sahip bitkilerden de faydalanılmıştır.

Beyaz hardalda yapılan çalışmalarda Gediz (1964) yağ oranının %30, tohum veriminin 120-160 kg/da, tane ağırlığının 3-4 g, İlisulu (1973) ise bitki boyunun 30-120 cm, kapsül uzunluğunun 25-45 mm, 1000 tane ağırlığının 3-6 g, yağ oranının %24-36 ve tohum veriminin 100-200 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir

Öğütçü (1978) farklı hardal çeşitlerinde belirlediği tohum veriminin 111,43-181,30 kg/da arasında değiştiğini ve yabancı çeşitin üstün olduğunu, %26,10 yağ oranı ve 2,95 g 1000 tane ağırlığı ile de yerli çeşitin ön plana çıktığını bildirmiştir.

Özer vd (1999), yabancı hardal (*Brassica arvensis* L.)'ın bitki boyunun 30-60 cm arasında değiştiğini, kapsülde ortalama 20 tohum bulundurduğunu, %23-30 yağ ve %22 protein oranına sahip olduğunu ifade etmiştir. Farklı çalışmalarda, hardal çeşitleri arasında bitkisel özellikler ve kalite bakımından farklılıklar tespit edildiği, ak hardalda

bitki boyunun 30-45 cm, kahverengi hardalda (*Brassica juncea*) 60-120 cm (Ebcioğlu 1999) olduğu, beyaz hardalın %27 ve kahverengi hardalın %36 yağ içerdiği belirtilmiştir (Anonim 2003). Baytop (1999) ise, siyah hardalın 100-150 cm boylandığını, %20-30 yağ içerdiğini, beyaz hardalın ise 20-30 cm boylandığını, ortalama %30 civarında yağ bulundurduğunu bildirmiştir.

Hossain *et al.* (1984), kışlık olarak ekilen hardallarda 1000 tane ağırlığının 4,01- 4,66 g arasında değişiklik gösterdiğini, tohum verimindeki düşüşün bitkideki kapsül ve kapsüldeki tohum sayısındaki azalmadan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Hindistan'da *Brassica juncea* ile yapılan çalışmada en yüksek tohum veriminin 6 kg/da azot dozu uygulamasından alındığı belirtilmiştir (Kalra and Gupta (1989). Aynı familyada yer alan ve benzer özellikler gösteren kolza bitkisinde ise, Cooke (1982) azot dozunun artmasıyla vejetatif aksamın arttığını ve bundan verimin olumlu yönde etkilendiğini, Szukalska-golab (1986) artan azot dozlarında en yüksek verim, 1000 tane ağırlığı ve protein içeriği elde edildiğini, ancak Fernandez *et al.* (1986) ile birlikte yağ oranının azaldığını belirtmişlerdir.

Farklı sulama seviyelerinin ve azot dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg/da) uygulandığı *Brassica juncea* bitkisinden, 8 kg/da azot uygulamasında 113 kg/da ile en yüksek tane veriminin elde edildiği, gübresiz (kontrol) uygulamada ise 18 kg/da ile en düşük verimin alındığı bildirilmiştir (Bajpai *et al.* 1993). Padmani *et al.* (1993) aynı bitkiye yine farklı azot dozları (3, 4,5, 6 kg/da) uygulayarak yürüttükleri çalışmalarında ise azot dozlarının artmasıyla tohum veriminin arttığını, ancak tohumdaki yağ oranının azot dozu artışı ile azaldığını ifade etmişlerdir.

Farklı hardal çeşitleri (Kirby, Kisilba, Yellow ve Sabre) ile yapılan çalışmada; bitki boyu 89,52-95,00 cm, yandal sayısı 5,70-6,48 adet, bitkide kapsül sayısı 140,34-170,60 adet, kapsüldeki tohum sayısı 5,36-5,66 adet, bin tane ağırlığı 5,51-6,06 g, yağ oranı %26,67-27,39 ve tohum verimi 141,38-151,64 kg/da arasında değişiklik göstermiştir (Çimen ve Kolsarıcı 1987).

Farklı hardal türlerinden *Sinapsis alba*, *Brassica juncea* ve *Brassica nigra*'nın kullanıldığı bir araştırmada, türlere ait tohum verimlerinin sırasıyla 280, 160 ve 120 kg/da, yağ içeriklerinin %25,2, 29,8, 30,5 ve 1000 tohum ağırlığının 5,0, 1,9, 3,9 g olduğu tespit edilmiştir (Auld *et al.* 1994).

Singh and Rathi (1985) azot dozundaki artışa bağlı olarak veriminde önemli ölçüde arttığını, 160 kg/ha N ile en yüksek verim alındığını gözlemlemişlerdir. Mirzashahi *et al.*(2000), 180 kg/ha'a kadar olan N oranlarının kolzada büyüme ve verim öğelerini artırdığını belirtmişlerdir.

Reddy and Sinha (1989), hardal bitkisinde azot miktarı arttıkça tohum veriminin de doğrusal olarak arttığını, azot miktarının 40 ve 80 kg/ha'a kadar çıkarılmasının tohum veriminde sırasıyla %49,5 ve 96,5 oranında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Bursa'da kolzada yapılan azot dozu çalışmasında, artan azot dozu uygulamalarının verimin yanında bitki boyu, yan dal sayısı, kapsül sayısı, kapsüldeki tane sayısını ve 1000 tane ağırlığını artırdığı ifade edilmiştir (Turan 1990).

Hint hardalı (*Brassica juncea*) ve kolzada yapılan çalışmalarda, kapsül başına tohum sayısı ve bin tane ağırlıklarının artan azotlu gübre miktarlarına göre (Chauhan *et al.* 1995; Cheema *et al.* 2001) göre önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.

Hint hardalı olarak bilinen *Brassica juncea*'da yapılan gübreleme çalışmasında, bitki boyu, dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı, kapsül başına tohum sayısı ve bin tane ağırlığının azot ve fosforun farklı dozlarından önemli derecede etkilendiği ve 5 kg/da fosfor uygulamasında en yüksek tane veriminin alındığı tespit edilmiştir (Khan *et al.* 2000).

Bitki besin elementlerinden fosforun bitkiler üzerindeki etkinliği, farklı türler arasında ve aynı türün genotipleri arasında bile kullanım açısından farklılıklar gösterebilmektedir (Brohi *et al.* 1994; Dechassa *et al.* 2003).

Kakai *et al.* (1999), Raya, P-53/48-2 and S-9 hardal genotiplerine azot ve fosfor kombinasyonlarının farklı seviyelerini (0-0, 50-15, 75-30, 100-45, 125-60 ve 150-75 kg/ha NP), uygulamışlar, üç genotipte incelenen tüm agronomik özelliklerin arttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından, azotun 150 ve fosforun 75 kg/ha dozunda en yüksek değerler alınmış, bitki boyunu 158 cm, bitki başına kapsül sayısını 471,80 adet, kapsül başına tohum sayısını 9,76 adet, tohum verimini 1863,55 kg/ha ve yağ oranını %42,00 bulmuşlardır.

Pakistan'da *Brassica juncea* L.'nın gelişimi ve verimi üzerine azotlu gübrenin (0, 50 ve 100 kg/ha) ile fosforlu gübrenin (0, 25 ve 50 kg/ha) üç dozunun etkisi araştırılmış, azot dozları yalnız ve fosforlu gübre ile beraber kombinasyon (50-25, 100-25, 50-50, 100-50, 150-50) şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada, azotun 100, fosforun 50 kg/ha miktarlarında en yüksek tohum verimi (1516 kg/ha), bitki boyu (140,5 cm), dal sayısı (8,25 adet), bitkide kapsül sayısı (252,9 adet), kapsül başına tohum sayısı (17,00 adet) ve 1000 tane ağırlığı (4,25 g) belirlenmiştir (Khan *et al.* 2000).

Hardal ile birlikte *Brassicaceae*'nin türlerinden olan ketencik, bu bitkiye benzer şekilde azota tepki vermektedir (Koncius and Karcauskiene 2010). ABD'de ketencikte verim ve yağ oranına azot, fosfor ve kükürt dozlarının etkilerini belirlemek amacıyla 2 lokasyonda yapılan bir çalışmada 0, 7,5, 15 ve 30 kg/da N; 0, 5 ve 10 kg/da P₂O₅ ve 0-4 kg/da S dozları uygulanmıştır. Birinci lokasyonda maksimum verim 15 kg/da N dozundan, ikinci lokasyonda 30 kg/da N dozundan, maksimum yağ oranı ise kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Solis *et al.* 2013). Ketencik bitkisinde yapılan denemelerde belli bir seviyeye kadar azotun tohum verimini artırdığı, ancak belli bir seviyeden sonra ekonomik olarak bir artış sağlamadığı belirtilmiştir (Lafferty *et al.* 2009). Başka bir çalışmada ise, yüksek verim alınabilmesi için ekimden önce 3 kg/da P₂O₅ uygulanması gerektiği bildirilmektedir (Zubr 1997).

Güney Alberta'da McKenzie *et al.* (2006), hardaldan en yüksek tohum verimini 95 kg/ha N uygulamasından elde etmişler, uygun miktarda azotun yüksek hardal verimi

için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Lone and Khan (2007) ise, daha fazla tohum verimi almak için yüksek azot seviyelerine ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Yenikalaycı (2004), 4 azot dozunun (0, 5, 10 ve 15 kg/da N) değişik hardal türlerinin (*Sinapis alba* ve *Sinapis nigra*) verim ve kalitesi üzerine olan etkisini araştırmış, elde ettiği sonuçlara göre azot dozlarının bitki boyu, bitkide harnup sayısı, tohumda sabit yağ ve protein oranlarına belirgin etkisinin olmadığını bildirmiştir. Çalışmasında, bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide harnup sayısı, harnupta tohum sayısı, tohumda sabit yağ oranı değerlerinin siyah hardal populasyonlarında daha yüksek çıktığını, beyaz hardal türlerinde ise tohum verimi, bin tane ağırlığı, sabit yağ verimi ve protein oranı yönünden üstünlük gösterdiğini ifade etmiştir. Araştırmacı, yıllar ile *Sinapis alba* ve *Sinapis nigra* hardal türlerinin ortalamasına göre azotun 15 kg/da dozunda bitki boyunu (192,9 cm) ve tohum verimini (98,4 kg/da- 5 kg/da'da 96,8 kg/da), 5 kg/da dozunda ise dal sayısını (18,0 adet), harnup sayısını (763,7 adet), harnupta tohum sayısını (6,3 adet, kontrolle birlikte), bin tane ağırlığını (2,47 g), yağ (%26,8) ve protein oranını (%30,3) en fazla bulmuştur.

Patel *et al.* (2004) tarafından sıra arası mesafelerin (30 ve 40 cm) ve N oranlarının (50, 75 ve 100 kg/ha) hint hardalının büyüme, verim ve kalite üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yağ içeriğinin artan azot oranlarıyla azalırken, büyüme, verim özellikleri ve tohum veriminin artan N seviyeleri ile arttığını, en yüksek değerlerin 100 kg/ha N uygulamasından alındığını tespit etmişlerdir.

Mir *et al.* (2010) hardal (*Brassica juncea*)'a uyguladıkları 30, 60 ve 90 kg/ha'lık fosforun etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada en yüksek bitki başına kapsül sayısı (409,7 adet), kapsül başına tohum sayısı (14,1 adet), tohum verimi (1489,6 kg/ha), yağ oranı (%37,3) ve yağ veriminin (555,0 kg/ha) 60 kg/ha fosfor dozundan alındığını bildirmişlerdir.

İran'da yapılan tarla çalışmasında hardal (*Brassica juncea*)'a azotun farklı dozları (0, 75, 150 ve 225 kg/ha) uygulanmış, en fazla tohum verimi, 1000 tane ağırlığı, yağ oranı

ve veriminin en yüksek azot dozundan (225 kg/ha) alındığı, bu azot dozunda 1000 tane ağırlığının 3,27 g, tohum veriminin 3366 kg/ha, yağ oranının %39,07 ve yağ veriminin 1319 kg/ha olduğu belirtilmiştir (Mozaffari *et al.* 2012).

Keivanrad and Zandi (2012), hint hardalına azotlu gübre miktarlarının ve bitki yoğunluğunun etkisini araştırdıkları çalışmalarında, azotun 0, 50, 100, 150 ve 200 kg/ha olmak üzere beş farklı dozunu kullanmışlardır. En fazla yağ oranını 50 kg/ha azot dozunda belirlemişlerken, en yüksek bitki boyunu (139,5 cm), bitki başına kapsül sayısını (105,6 adet) kapsül başına tohum sayısını (17,32 adet), 1000 tane ağırlığını (5,3 g), tohum (2832 kg/ha) ve yağ (1095 kg/ha) verimlerini en yüksek azot dozu olan 200 kg/ha'da tespit etmişlerdir.

ABD'de sarı hardal (*Sinapis alba* L.) türüne azotun 0, 56, 112, 168 ve 224 kg/ha olmak üzere beş farklı dozu uygulanmış, tohum veriminin azot dozlarındaki artışa bağlı olarak %15-85 oranında arttığı, azotun 0 kg/ha dozunda 1080 kg/ha olan verimin, 224 kg/ha da 2580 kg/ha yükseldiği belirtilmiştir. Ayrıca, yağ oranının uygulanan azot miktarındaki artışla ters orantılı olduğu, yağ veriminin yine artan azot miktarına bağlı olarak arttığı da ifade edilmiştir. Araştırma sonucunda, hardalda maksimum bitki gelişiminin, tohum ve yağ veriminin 168-224 kg/ha azot dozu ile elde edildiği bildirilmiştir (Duval 2015).

Fosforlu gübre dozlarının yazlık kolza çeşitlerinin verim ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla Erzurum'da 2014 yılında yapılan araştırmada, beş fosforlu gübre dozu (0, 3, 6, 9 ve 12 kg/da) kullanılmıştır. Fosforlu gübrenin dekara 12 kg uygulamasıyla dal sayısı (7,8 adet), kapsül sayısı (60,3 adet), tane verimi (68,8 kg/da), hasat indeksi (%10,3) en yüksek olurken, yağ oranı (%40,6) 3 kg/da, yağ verimi (21,6 ve 20,8 kg/da) ile protein oranı (%20,90 ve 18,3) 0 ve 12 kg/da, bitki boyu (86,9 ve 87,2 cm) 0 ve 9 kg/da, kapsül başına tohum sayısı (21,2 adet) kontrol uygulamasında artış gösterdiği ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, bin tane ağırlığının fosforun yalnızca 9 kg/da uygulamasında düşük (3,0 g) çıktığı, diğer dozlarında (3,2 ve 3,3 g) benzer olduğu, dekara 3 kg fosforlu gübre uygulamasında çiçek açma süresinin, 9 ve 12 kg uygulamasında ise olgunlaşma süresinin kısaldığını belirtmişlerdir (Köğüs 2015).

Solanki *et al.* (2015), çalışmalarında farklı fosfor (0, 30, 40 ve 50 kg/ha) ve kükürt (0, 30, 40 ve 50 kg/ha) seviyeleri ile tohum aşılmasının hint hardalı (*Brassica juncea* L.) üzerine olan etkilerini araştırmışlar, tohum veriminin fosfor uygulamasıyla önemli derecede arttığını, maksimum tane veriminin 50 kg/ha fosfor uygulaması ile elde edildiğini belirtmişlerdir.

Sarı hardal tohum veriminin ortalamasının 647-1,111 kg/ha arasında değiştiği bildirilmiştir (NASS 2015).

Trakya Bölgesinde yapılan çalışmada, farklı 20 lokasyondan toplanan yabani hardal (*Sinapis sp.*) genotiplerinin morfolojik ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi, tane verimi ve yağ kalite unsurları açısından değerlendirilmesi ve sonuçlar doğrultusunda üstün hatların çeşit ıslahının daha sonraki aşamaları için seçilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, en uzun bitki boyu her iki yılda da *Sinapis nigra* türünde 321,5 ve 310,0 cm, en kalın sap çapı; ilk yıl *Sinapis arvensis* türünde 4,001 cm, ikinci yıl *Brassica napus* türünde 3,500 cm, en fazla dal sayısı, ilk yıl *Sinapis nigra* türünde 22,576 adet, ikinci yıl *Sinapis alba* türünde 17,75 adet, en uzun kapsül boyu her iki yılda *B. napus* türünde 7,200 ve 7,675 cm, en yüksek bin tane ağırlığı deneme yıllarında *B. napus* türünde 3,825 ve 3,600 g, en fazla tane verimi ilk yıl *B. napus* türünde 455,109 kg/da, ikinci yıl *S. nigra* türünde 82,850 kg/da, en yüksek yağ oranı ve verimi ise her iki yılda da *B. napus* türünde %39,040 ve 42,665 ile 48,696 ve 25,388 kg/da olarak tespit edilmiştir (Gıdık 2016).

Hindistan'da azot (0, 50 ve 100 kg/ha) ve fosforun (0, 40 ve 80 kg/ha) farklı dozlarının *Brassica juncea*'nın büyüme parametreleri ve verim üzerine etkileri incelenmiş, azotun 100, fosforun ise 80 kg/ha'lık dozunun en yüksek değerleri verdiği belirtilmiştir. Araştırmada, bu gübre dozlarında sırasıyla bitki boyu 178,34 ve 172,84 cm, dal sayısı 7,94 ve 7,92 adet, bitki başına kapsül sayısı 430,42 ve 491.14 adet, kapsül başına tohum sayısı 14,98 ve 15,01 adet, 1000 tane ağırlığı 4,76 ve 4.74 g, tohum verimi 1594 ve 1658 kg/ha olduğu bildirilmiştir (Panotra 2016).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Bu araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2015 yılında yürütülmüştür.

3.1.2. Araştırmada kullanılan hardal çeşiti

Araştırmada yabani hardal [*Sinapis arvensis* L. (Cruciferae)]'a ait tohumlar bitki materyali olarak kullanılmıştır. Ülkemizde tarımı yapılmayan, siyah hardalın orijini olarak bilinen yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) kültür bitkileri içinde yabancı ot olarak yetişir. Kültüre alınanlar beyaz, siyah ve kırmızı hardal türleridir. Yabani hardal sahilden iç bölgelere kadar, yol kenarları, sürülmemiş araziler, ekili alanlar ve meyve bahçeleri içerisinde kolaylıkla çoğalan, çiçekleri sarı renkli tek yıllık otsu bir bitkidir (Seçmen vd 1998).

3.1.2.a. İklim özellikleri

Erzurum, Türkiye'nin kuzey doğusunda 39° 55' kuzey enlemi ve 41° 61' doğu boylamında bulunan ve 1856 m'lik rakıma sahip, karasal iklimin hakim olduğu bir ilimizdir. Karasal iklim ve yüksek rakım sebebiyle gerek mevsimsel, gerekse gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkları çok fazladır. Genel olarak kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise serin ve kurak geçmektedir. Denemenin yürütüldüğü 2015 yılı ve uzun yıllar ortalamasına ait aylık toplam yağış, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Erzurum ilinin uzun yıllar ile 2015 yılına ait bazı önemli iklim verileri*

Yıllar	AYLAR				Toplam veya Ortalama
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	
	Aylık Toplam Yağış (mm)				
Uzun yıllar	63,6	40,1	24,3	14,4	142,6
2015	81,5	28,5	5,8	38,8	154,6
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)				
Uzun yıllar	10,7	15,0	19,3	19,6	16,2
2015	10,6	17,0	21,2	21,2	17,5
	Aylık Ortalama Nispi Nem (%)				
Uzun yıllar	63,9	59,7	52,5	48,4	56,1
2015	63,8	50,3	40,3	42,8	49,3

*Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri ve Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğünü yıllık rasatlarından alınmıştır. Uzun yıllar 1990-2014 yılları arası 24 yıllık ortalamayı ifade etmektedir.

Çizelge 3.1'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, araştırmanın yürütüldüğü 2015 yılının mayıs-ağustos dönemine ait toplam yağış miktarı (154,6) uzun yıllar ortalamasının aynı döneme ait toplam yağış miktarından yüksek çıkmıştır. Deneme yılında en fazla yağış mayıs (81,5), en az ise temmuz (5,8) ayında düşmüştür.

Denemenin yürütüldüğü yıldaki mayıs ayı (10,6°C) hariç diğer ayların ortalama sıcaklık değerleri uzun yılların sıcaklık ortalamalarından daha yüksek olmuştur. En yüksek sıcaklıklar temmuz (21,2°C) ve ağustos (21,2°C) aylarında, en düşük sıcaklıklar ise 10,6°C ve 17,0°C ile sırasıyla mayıs ve haziran aylarında ölçülmüştür (Çizelge 3.1).

Uzun yıllar ortalamasında ve deneme yıllarında mayıs-ağustos döneminde belirlenen ortalama nispi nem değerleri sırasıyla %56,1 ve 49,3 olmuştur. En yüksek aylık nispi nem oranı, uzun yıllar ortalamasında ve deneme yılında mayıs (%63,9 ve 63,8), en düşük ise uzun yıllarda ağustos (%48,4) deneme yılında temmuz (%40,3) ayında belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.2.b. Toprak özellikleri

Deneme alanından 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinin bazı özellikleri Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri *

Fiziksel Analizler				Kimyasal Analizler					
Tekstür Sınıfı	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	pH	Kireç (% CaCO ₃)	Org. Md. (%)	Toplam N (%)	P ₂ O ₃ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
Killi-Tınlı	32,9	47,1	19,4	7,5	1,31	0,71	0,07	6,5	234,6

*Toprak Analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Yapılmıştır.

Deneme yılında, deneme alanı topraklarının bünyesi %32,9kum, %47,1 silt ve %19,4 kil olup, tekstür sınıfı olarak killi-tınlı yapıya sahiptir. Toprakların pH’sı 7,5’dir. Kimyasal özellikleri yönünden organik madde oranı %0,71, toplam N %0,07, bitkilere elverişli P₂O₅ 6,5 kg/da, elverişli K₂O ise 234,6 kg/da belirlenmiştir. Bu verilere göre, deneme alanı toprakları hafif alkali karakterde, kireç, toplam azot ve elverişli fosfor miktarı az, organik madde çok az ve bitkilere yararlı potasyumca zengin durumdadır (Sezen 1991).

3.2. Yöntem

Araştırmanın kurulmasından, sonuçların elde edilmesine kadar aşağıdaki yöntem ve işlemler uygulanmıştır.

3.2.1. Deneme deseni

Araştırmada azotun (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da) ve fosforun (0, 3, 6, 9 ve 12 kg/da) beş dozu yer almış, “Tasadüf Blokları” deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Yıldız 1994). Deneme parselleri 5 m uzunluğunda, 1,6 m eninde ve 4 sıradan oluşmuştur. Sıra arası mesafesine (40 cm) göre bir parsel 8 m²’lik alana sahip

olmuştur. Bu şekilde, tamamı 75 parselden oluşan denemenin alanı, yollar dahil toplam 1444 m² olarak hesaplanmıştır.

3.2.2. Gübre uygulaması

Araştırmada, azotun 0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da'lık ve fosforun 0, 3, 6, 9 ve 12 kg/da'lık dozları azot içerikli gübrelerden amonyum sülfat ve fosforlu gübrelerden triple süper fosfat (P₂O₅) formlarında ekimden hemen önce üniform olarak verilmiştir. Gübreler serpmeye olarak uygulanmış ve toprağa karıştırılmıştır.

3.2.3. Ekim öncesi ve sonrası yapılan işlemler

3.2.3.a. Toprağın ekime hazırlanması

Toprak hazırlığı sırasında gerekli toprak analizleri yapılmış ve tesviye edilmiş olan deneme alanı, sonbaharda derin sürüldükten sonra kesekli olarak kışa terk edilmiş, ilkbaharda yüzlek bir şekilde sürülüp ardından diskaro ve tapan geçirilerek tohum yatağı hazırlanmıştır.

3.2.3.b. Ekim zamanı

Hava koşullarının uygun olması ve toprağın tava gelme durumu göz önüne alınarak ekim, 7 Mayıs 2015 tarihinde mibzerle yapılmıştır.

3.2.3.c. Bakım

Bitkilerin çıkışından sonra tarlanın yabancı ot durumu da dikkate alınarak yetiştirme mevsimi süresince çapalama yapılarak yabancı otlarla mücadele edilmiş ve bitkinin su ihtiyacı göz önüne alınarak özellikle sapa kalkma ve çiçeklenme dönemleri arasında sulama yapılmıştır.

3.2.3.d. Hasat

Bitkilerin sarımtırak bir renk alarak alt yapraklarının dökülmeye başladığı, tohum kapsüllerinin açık kahverengi ve tohumların koyu esmer renk aldığı dönemde hasat gerçekleştirilmiştir. Hasat, 17 Ağustos 2015 tarihinde tamamlanmıştır. Hasatta kenarlardan birer sıra, parsel başlarından ise 0,5 m kenar tesiri olarak kabul edilip merkezde kalan iki sıra hasat edilmiştir. El ile hasat edilen bitkiler serada yaklaşık bir hafta kadar kurutulduktan sonra el ile harman edilerek tohumları çıkarılmıştır.

3.2.4. Sonuçların değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, SPSS bilgisayar programı kullanılarak istatistikleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar ise önemlilik düzeylerine göre Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir.

3.2.5. Verilerin elde edilişi

Büyüme mevsimi içerisinde ve mevsim sonunda aşağıdaki karakterler Ögütçü (1979) Jenkins and Leitch (1986) ve Bilsborrow *et al.* (1993)'na göre belirlenmiştir.

3.2.5.a. Sapa kalkma süresi (gün)

Ekim tarihinden itibaren bitki fidelerinin %50'sinin sapa kalktığı zamana kadar geçen gün sayısı, sapa kalkma süresi olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.)’de çıkış ve sapa kalkma

3.2.5.b. Çiçek açma süresi (gün)

Ekim tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin %50’sinin çiçeklendiği zamana kadar geçen gün sayısı, çiçek açma süresi olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.2. Yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.)’de çiçeklenme

3.2.5.c. Olgunlaşma süresi (gün)

Ekimin yapıldığı tarihten bitkilerin fizyolojik olgunluğa ulaştığı tarihe kadar geçen süre olarak kaydedilmiştir.

3.2.5.d. Bitki boyu (cm)

Bitkiler hasat olgunluğuna ulaştıktan sonra hasat alanına giren 10 bitkinin toprak seviyesinden, bitkinin en u noktasına kadar olan kısımları ölçülerek, ortalamaları bitki boyu olarak kaydedilmiştir.

3.2.5.e. Bitki başına dal sayısı (adet/bitki)

Bitki boyu belirlenen 10 bitkide doğrudan ana gövdeye bağlanan dallar sayılarak ortalamaları alınmıştır.

3.2.5.f. Bitki başına kapsül sayısı (adet/bitki)

Dal sayımı için kullanılan bitkilerin kapsülleri de sayılarak bitki başına kapsül sayısı belirlenmiştir.

3.2.5.g. Kapsül başına tohum sayısı (adet/kapsül)

Aynı bitkilerden şansa bağlı olarak alınmış olan 10 kapsül içerisinde bulunan tohumlar sayılıp ortalamaları kaydedilmiştir.

3.2.5.h. 1000 tane ağırlığı (g)

Kapsüllerden alınmış olan tohumlardan 3 defa 100 adet tohum sayılarak bunlar 0,001 g duyarlı terazide tartıldıktan sonra ortalamaları alınmış ve 10 ile çarpılarak 1000 tohum ağırlıkları bulunmuştur.

3.2.5.i. Tane verimi (kg/da)

Hasat alanı içerisindeki bitkilere ait olan tohumlar tartılarak parsel verimleri bulunmuş, daha sonra bu rakamlar dekara tane verimi olarak değerlendirilmiştir.

3.2.5.i. Hasat indeksi (%)

Herbir parsel için tohum olarak hasat edilen ürünün toplam toprak üstü kuru ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

3.2.5.j. Ham yağ oranı (%)

Tohum numuneleri alınarak öğütülmüş, bunlardan 2 g numune alınarak kartuşlara konulduktan sonra yağ oranları Soxhelet Metodu ile petrol eteri (40-60°C) ekstraksiyonunda 6 saat süre ile analiz edilmiştir. Tohumlardaki yağ oranı % olarak belirlenmiştir.

3.2.5.k. Ham protein oranı (%)

Yağ analizi yapmak üzere hazırlanmış olan numunelerden 2 g civarında örnekler alınarak kjeldahl metodu ile tohumların N miktarı belirlenmiş ve 6,25 katsayısı ile çarpılarak ham protein oranları bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Azotlu ve fosforlu gübrelerin farklı dozlarının yabani hardal bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki başlıklar altında sunulmuş ve tartışılmıştır.

4.1. Sapa Kalkma Süresi

Hardal bitkisine azotlu ve fosforlu gübrelerin farklı dozlarının uygulanmasıyla belirlenen sapa kalkma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.1’de, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen sapa kalkma süresine ait ortalama değerler (gün)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	39,3	39,7	38,7	39,3	39,0	39,2 a
5	39,3	38,3	38,3	37,7	38,7	38,5 ab
10	37,7	37,7	37,3	38,7	37,3	37,7 bc
15	38,7	36,3	36,0	37,3	35,7	36,8 c
20	37,3	35,0	36,7	34,7	34,7	35,7 d
Ort.	38,5 a	37,4 b	37,4 b	37,5 ab	37,1 b	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Hardal bitkisinin sapa kalkma süresi üzerine, uygulanan azotlu gübre dozlarının etkisi istatistiki olarak $p<0,01$, fosforlu gübre dozlarının $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuşken, gübre dozları interaksiyonunun etkisi önemli olmamıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1’de görüleceği gibi göre azotlu gübre dozlarının artması hardal bitkisinde sapa kalkma süresini kısaltmıştır. En erken sapa kalkma 20 kg/da azot uygulamasında (35,7 gün), en uzun kontrol (0 kg/da)’de (39,2 gün) belirlenmiştir. Sapa kalkma süresi 5, 10 ve 15 kg/da N uygulamalarında ise sırasıyla 38,5, 37,7 ve 36,8 gün olmuştur.

Fosforlu gübrenin artan dozlarında da azota benzer şekilde kontrole (0 kg/da) göre sapa kalkma sürelerinde kısalma tespit edilmiştir. Fosforun 12 kg/da uygulamasında en erken sapa kalkma belirlenmişken, fosfor uygulanmayan bitkilerin daha geç sapa kalktıkları (38,5 gün) gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait sapa kalkma, çiçek açma ve olgunlaşma süreleri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri		
		Sapa Kalkma Süresi	Çiçek Açma Süresi	Olgunlaşma Süresi
Blok	2			
Azot Dozu	4	17,813**	22,429**	4,863**
Fosfor Dozu	4	2,582*	1,643	0,893
Azot Dozu x Fosfor Dozu	16	1,133	1,758	0,531
Hata	48			

** F değeri $p < 0,01$, * F değeri ise $p < 0,05$ ihtimal sınırında önemlidir

Gübre dozlarının birlikte değerlendirilmesi durumunda, en erken sapa kalkma fosforun 9 ve 12 kg/da ile azotun 20 kg/da uygulamasında (34,7 gün) belirlenmiştir. Sapa kalkma süresi en uzun ise fosforun 3, azotun 0 kg/da dozlarında 39,7 gün olmuştur (Çizelge 4.1).

4.2. Çiçek Açma Süresi

Farklı dozlarda azot ve fosfor uygulanan Hardal bitkisinde belirlenen çiçek açma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.3’de, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen çiçek açma süresine ait ortalama değerler (gün)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	49,7	52,7	51,0	51,3	52,7	51,5 a
5	46,0	47,0	47,0	47,0	48,3	47,1 ab
10	48,3	48,3	46,0	46,0	47,0	47,1 ab
15	46,3	47,0	47,7	47,0	46,0	46,8 b
20	44,0	47,0	48,3	48,0	44,0	46,3 b
Ort.	46,9	48,4	48,0	47,9	47,6	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Çiçeklenme dönemi genaratif gelişimin en önemli aşamalarından biri olup, bitkiler açısından yüksek verim alabilmek adına çok önemlidir. Diğer taraftan, olgunlaşma süresini belirleyen en önemli faktörlerden de bir tanesidir.

Hardal bitkisinde çiçek açma süresi üzerine uygulanan azotlu gübre dozlarının etkisi istatistiki olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuşken, fosfor dozlarının ve azot dozu x fosfor dozu interaksyonunun etkisi olmamıştır (Çizelge 4.2).

Araştırmada, çiçek açma süresinin azotlu gübre dozunun artmasına bağlı olarak kısaldığı, kontrole göre fosforlu gübrenin artmasının ise uzattığı saptanmıştır. Azotlu gübre dozlarına göre en erken çiçek açma süresi 15 ve 20 kg/da uygulamasında (46,8 ve 46,3 gün) olurken, bunu sırasıyla 10 ve 5 kg/da (47,1 gün) azot uygulamaları takip etmiştir. En uzun çiçek açma süresi ise kontrol uygulamasında (51,5 gün) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Fosforlu gübre dozlarında en erken çiçek açma kontrol uygulamasında olurken (46,9 gün), artan fosfor dozlarında değerler birbirlerine yakın çıkmıştır. Çiçek açma süreleri 12 kg/da uygulamasında 47,6 gün, 9 kg/da'da 47,9 gün, 6 kg/da'da 48,0 gün ve 3 kg/da 48,4 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Azotun ve fosforun değişik dozlarının birlikte değerlendirilmesi durumunda, azotun 20 ve fosforun kontrol ve 12 kg/da uygulamasında (44,0 gün) en erken çiçeklenmenin olduğu belirlenmiştir. Çiçek açma süresi, azot uygulanmayan (kontrol) ve 3 ile 12 kg/da fosfor uygulamasında ise (52,7 gün) en uzun olmuştur (Çizelge 4.3).

4.3. Olgunlaşma Süresi

Hardal bitkisine değişik dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanması sonucu elde edilen olgunlaşma sürelerine ait ortalamalar Çizelge 4.4’de, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen olgunlaşma süresine ait ortalama değerler (gün)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	67,7	67,3	67,7	67,7	68,3	67,7 b
5	68,3	67,7	67,3	67,7	67,7	67,7 b
10	68,3	67,7	67,3	68,3	67,7	67,9 b
15	67,7	67,7	67,7	69,0	68,3	68,1 b
20	69,0	69,0	69,0	68,7	69,3	69,0 a
Ort.	68,2	67,9	67,8	68,3	68,3	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Olgunlaşma süresine, azot dozlarının istatistiki olarak etkisi $p<0,01$ ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Çizelge 4.4 incelendiğinde, azotlu gübre dozunun artmasıyla hardal bitkisinin olgunlaşma süresinin uzadığı belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi azotun 20 kg/da uygulamasında 69,0 gün ile en uzun olurken, 15 kg N /da 68,1 gün ile bu uygulamayı takip etmiştir. Azotun 0 ve 5 kg/da dozlarında 67,7 gün, 10 kg/da dozunda ise 67,9 günlük olgunlaşma süresi belirlenmiştir. Yüksek azot dozlarında olgunlaşma süresinin uzamasına, azotun vejetatif gelişmeyi teşvik ederek çiçeklenmeyi geciktirmesi, bitkinin daha gümrak ve fazla miktarda yaprak oluşturması söylenebilir. Degenhart and Kondra (1981), azot miktarının vejetatif periyodun ve dolayısıyla yetiştirme süresinin uzamasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum araştırmamızda da kendini göstermiştir.

Fosforun 0, 3, 6 ve 9 kg/da'lık dozlarında olgunlaşma süreleri sırasıyla 68,2, 67,9, 67,8 ve 68,3 gün olarak belirlenmiştir. Fosfor dozlarından elde edilen değerler rakamsal olarak da birbirine oldukça yakın çıkmıştır (Çizelge 4.3). Çalışmada kontrol ve fosforun en yüksek dozlarında (9 ve 12 kg/da) olgunlaşma süresinin biraz daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Fosforlu gübre dozları arasında ortaya çıkan bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4).

Kültür bitkileri değişik koşullarda ekildiğinde genelde farklı sürelerde olgunlaşırlar. Bu sürelerin değişiminde ışık yoğunluğu, fotoperiyot, gün uzunluğu, enlem dereceleri ve en fazla olarak da sıcaklık etkili olabilmektedir.

Araştırma yılında, hardal bitkisinin olgunlaşma süresi yönünden azot ve fosfor dozu uygulamalarına farklı tepki göstermemesine bağlı olarak, azot dozu x fosfor dozu interaksyonun önemli çıkmamasına neden olmuştur (Çizelge 4.2). Azotun ve fosforun değişik dozları birlikte incelendiğinde, olgunlaşma sürelerinin birbirlerine oldukça yakın çıktığı, azotun 20 kg/da uygulamasına karşılık fosforun 12 kg/da'lık dozunun hardalın olgunlaşma süresini uzattığı belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

4.4. Bitki Boyu

Deneme faktörlerine göre hardal bitkisinde belirlenen bitki boyuna ait ortalama değerler Çizelge 4.5'de ve bununla ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen bitki boyuna ait ortalama değerler (cm)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	80,0	71,9	83,5	71,2	69,9	75,3 b
5	76,9	77,9	82,5	83,4	88,6	81,9 a
10	82,4	86,9	75,7	84,8	82,3	82,4 a
15	86,2	83,0	81,8	83,0	80,1	82,8 a
20	86,4	87,4	87,6	90,1	88,7	88,0 a
Ort.	82,4	81,4	82,2	82,5	81,9	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Bitki boyu üzerine azotlu gübre dozlarının etkisi istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli olmasına rağmen, fosfor dozlarının ve azot dozu x fosfor dozu interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.6).

Bir ürünün büyüme hareketini belirleyen en önemli morfolojik özelliklerden biri bitki boyudur. Genetik özelliklerin yanında, tohum gücü, toprak besin durumu ve çevre koşulları bitki boyunun belirlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar.

Çalışmada, azotlu gübre dozlarına göre bitki boyu değerleri 75,3-88,0 cm arasında değişmiştir. En uzun bitki boyu değeri 20 kg/da azot uygulamasında 88,0 cm olurken bunu sırasıyla 82,8 cm ile 15 kg/da, 82,4 cm ile 10 kg/da, 81,9 cm ile 5 kg/da ve 75,3 cm ile kontrol azot uygulamaları takip etmiştir. Hardal bitkisinde artan azot miktarlarına bağlı olarak bitki boyu değerleri önemli derecede artmıştır (Çizelge 4.5).

Deneme alanı toprağının organik maddece çok fakir olması azot artışına bağlı olarak bitkinin boyunu artırmasına neden olabilir (Çizelge 3.2). Azotlu gübre uygulamaları bitkide vejetatif gelişmeyi artırmakta, bunun sonucu olarak bitki boyunda artışlar olmaktadır. Kakai *et al.* (1999), Khan *et al.* (2000), Yenikalaycı (2004) ve Keivanrad and Zandi (2012), çalışma sonucuna benzer şekilde artan azot dozlarının bitki boyunu olumlu yönde etkilediğini ve en fazla azot dozundan yüksek değerler alındığını bildirmişlerdir. Kolza (Cooke 1982; Triboi- Blondel 1989; Turan 1990) ve hardalda (Khan *et al.* 2000; Keivanrad and Zandi 2012; Panotra 2016) yapılan çalışmalarda en yüksek dozlarda azot uygulamasının bitkinin vejetatif aksamını ve bitki boyunu artırdığı ifade edilmiştir. Hardal bitkisinde, İlisulu (1973) bitki boyunun 20-120 cm, Özer vd (1999) 30-120 cm, Çimen ve Kolsarıcı (1987) 89,52-95,00 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Khan *et al.* (2000) 140,5 cm, Yenikalaycı (2004), 192,9 cm, Keivanrad and Zandi (2012), 139,5 cm, Gıdık (2016) 315,8 cm ve Panotra (2016) 175,6 cm olarak belirledikleri bitki boyu değerleri ise bulunan sonuçlardan oldukça yüksek çıkmıştır.

Hardal yetiştiriciliğinde farklı fosforlu gübre dozu uygulamaları sonucunda belirlenen bitki boyu değerleri oldukça birbirine yakın olmuş, uygulama miktarlarına göre kararsız bir durum göstermiştir. Ancak, bitki boyu bu dozlar içerisinde dekara 9 kg fosfor uygulamasında (82,5 cm) ve hiç fosfor uygulanmayan kontrolde (82,4 cm) daha uzun olmuş, diğer dozlarda (3, 6 ve 12 kg/da) ise sırasıyla 81,4, 82,2 ve 81,9 cm'lik değerler almıştır (Çizelge 4.5). Bitki boyunun azda olsa fosforun ikinci yüksek dozunda daha fazla çıkmasına bitkinin daha iyi gelişmesi ve daha uzun kök sistemine sahip olması katkıda bulunmuş olabilir. Kolza bitkisinde de fosfor dozu uygulamalarının bitki boyuna etkisinin düzensiz olduğu (Tunçtürk 2008) ve artan fosfor dozlarının kontrole göre bitki boyunu etkilemediği belirlenmiştir (Karaaslan 1999). Diğer taraftan çalışmadan farklı olarak, Khan *et al.* (2000) hint hardalına fosforun değişik dozlarının bitki boyuna önemli etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait bitki boyu, dal sayısı ve kapsül sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri		
		Bitki Boyu	Dal Sayısı	Kapsül Sayısı
Blok	2			
Azot Dozu	4	4,674**	19,640**	9,548**
Fosfor Dozu	4	0,043	0,133	0,850
Azot Dozu x Fosfor Dozu	16	0,943	1,021	0,943
Hata	48			

** F değeri $p < 0,01$, * F değeri ise $p < 0,05$ ihtimal sınırında önemlidir

Fosforlu ve azotlu gübre dozlarına göre bitki boyu değerleri, fosforun 9 kg/da ve azotun 20 kg/da uygulamasında en yüksek (90,1 cm), azot uygulanmayan ve en yüksek dozda 12 kg/da fosfor uygulanan hardal bitkilerinde ise en kısa (69,9 cm) olmuştur (Çizelge 4.5).

4.5. Dal Sayısı

Farklı dozlarda azot ve fosforun uygulandığı hardal bitkisinde belirlenen dal sayısına ait ortalama değerler Çizelge 4.7’de, ilgili varyans analiz sonuçları da Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen dal sayısına ait ortalama değerler (adet)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	1,7	1,5	2,0	1,4	0,8	1,5 c
5	2,8	2,0	3,8	2,8	2,9	2,9 b
10	3,2	3,5	2,9	3,8	3,1	3,3 ab
15	3,7	3,7	3,1	3,3	3,4	3,4 ab
20	3,7	4,4	3,2	4,0	3,9	3,8 a
Ort.	3,0	3,0	3,0	3,0	2,8	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Dal sayısı; bitki, çevre koşulları ve genetik yapının etkileşimi sonucu meydana gelmekte, verime de olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Dal sayısının fazla olması, bitkide kapsül sayısının ve neticede verimin artmasına neden olacaktır (Çizelge 4.7, 4.8 ve 4.12).

Azotlu gübre dozlarının dal sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6). Azotlu gübre dozlarına göre ana sapa bağlı yan dal sayısı en fazla 20 kg/da azot uygulamasında (3,8 adet) olurken, bunu sırasıyla 15 kg/da (3,4 adet), 10 kg/da (3,3 adet), 5 kg/da (2,9 adet) ve kontrol (1,5 adet) azot uygulamaları takip etmiştir. Uygulanan azot miktarları arttıkça, bitkideki dal sayısının da en düşük değere sahip olan kontrole (0 kg/da) göre önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Artan azot dozlarına bağlı olarak bitki gelişimindeki olumlu ilişki ve bitki boyunun daha fazla olması dal sayısında artışa neden olabilmektedir. Organik ve inorganik gübrelerin bitki başına dal sayısını önemli ölçüde artırdığı vurgulanmıştır (Mandal and Sinha 2004). Çalışmamızda en fazla dal sayısının artan azot dozundan alınmış olması bu sonuçla desteklenmektedir. Aksine, Yenikalaycı (2004) artan azot dozlarının hardal

bitkisinde dallanma özelliğini azalttığını ifade etmiştir. Buna karşın, bazı araştırmacılar (Marquard and Alter 1988; Triboi-Blondel 1989; Turan 1990; Mirzashahi *et al.* 2000; Khan *et al.* 2000; Patel *et al.* 2004) ise azot dozlarının artmasıyla dallanmanın arttığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızla benzer niteliktedir. Araştırmada belirlenen dal sayısı, Çimen ve Kolsarıcı (1987)'nin (5,70-6,48 adet), Khan *et al.* (2000)'nin (8,25 adet), Yenikalaycı (2004)'nin (16,2-20,0 adet), Gıdık (2016)'ın (17,8-22,6 adet) ve Panotra (2016)'nin (7,94-7,92 adet) bildirdiği dal sayısına göre düşük çıkmıştır.

Çalışmada fosforun değişik dozları arasında dal sayısı açısından belirgin farklılıklar görülmemiş, istatistiki bakımdan fosforlu gübrenin etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.6). Fosforun 0, 3, 6 ve 9 kg/da uygulamalarının tümünde ortalama 3,0 adet dal belirlenmiş, 12 kg/da'lık en yüksek dozda dal sayısı azalarak 2,8 adet olmuştur (Çizelge 4.7). Tunçtürk (2008), çalışma sonuçlarına benzer şekilde kolza bitkisinde fosforlu gübre dozlarının dal sayısını etkilemediğini bildirmiştir. Ancak, Diğer taraftan diğer bir çalışmada (Khan *et al.* 2000) hint hardalında dal sayısına fosforun değişik dozlarının yapılan araştırmadan farklı olarak önemli etkide bulunduğu ifade edilmiştir.

Tüm faktörler birlikte incelendiğinde, azot dozu x fosfor dozu interaksyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.6). Hardal bitkisinin ortalama dal sayısı değerleri 0,8-4,4 adet arasında olup, en fazla dal sayısı dekara 20 kg azot ile 3 kg fosfor uygulamasında, en az ise 0 kg (kontrol) azot ile 12 kg fosfor uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

4.6. Kapsül Sayısı

Hardal bitkisine azotun ve fosforun farklı dozları uygulanarak yetiştirilmesi sonucunda belirlenen kapsül sayısı Çizelge 4.8'de, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen kapsül sayısına ait ortalama değerler (adet)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	24,3	32,0	31,6	21,4	14,3	24,7 d
5	38,1	25,8	56,4	30,6	38,2	37,8 cd
10	46,5	58,3	36,4	52,1	37,4	46,1 bc
15	76,6	59,4	61,5	46,0	48,6	58,4 ab
20	54,0	83,8	52,3	66,7	60,1	63,4 a
Ort.	47,9	51,8	47,6	43,4	39,7	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, hardal bitkisinde oluşan kapsül sayısı bakımından azotun değişik dozları arasında önemli ($P<0,01$) bir farklılık meydana geldiği, ancak fosfor dozları arasında ve azot dozu x fosfor dozu interaksyonunda önemlilik olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Kapsül sayısı artan azotlu gübre dozlarına bağlı olarak düzenli bir şekilde artış göstermiştir. En fazla kapsül sayısı azotun en yüksek dozu olan 20 kg/da uygulamasında 63,4 adet olmuş, bu uygulamayı azotun azalan miktarları takip etmiştir. Sırasıyla 15 kg/da'da 58,4 adet, 10 kg/da uygulamasında 46,1 adet, 5 kg/da'da 37,8 adet ve azot uygulanmayan kontrolde ise 24,7 adet olmuştur (Çizelge 4.8). Bitki başına kapsül sayısı verimle (Çizelge 4.12) pozitif ilişkili bir özelliğe sahiptir (Başalma 2004) ve tohum veriminin belirlenmesinde önemli unsurlardan biridir. Organik madde bakımından deneme topraklarının fakir oluşu ve araştırmanın sulanan koşullarda yetiştirilmesi azot dozlarında oluşan farklılığı ortaya koymaktadır (Çizelge 3.1). Bazı araştırmacılar (Adamezewski and Musnicki 1967; Marquard and Alter 1988; Turan 1990; Nigussie *et al.* 1997; Kakai *et al.* 1999; Khan *et al.* 2000; Keivanrad and Zandi 2012; Panotra 2016) hardal ve kolza bitkilerinde artan dozlarda azot uygulamalarının bitkilerde kapsül sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu sonuçları destekler niteliktedir. Yenikalaycı (2004), bu sonuçların aksine azot uygulamalarının hardalın tür ve populasyonlarında kapsül sayısını azalttığını, ancak yine de 5 kg/da azot uygulanan parselde kontrole kıyasla kapsül sayısında artış elde edildiğini ifade etmiştir. Kapsül sayılarını Çimen ve Kolsarıcı (1987) 140,34-170,60 adet, Kakai *et al.* (1999)

471,80 adet, Khan *et al.* (2000) 252,9 adet, Yenikalayıcı (2004) 763,7 adet, Keivanrad and Zandi (2012) 105,6 adet ve Panotra (2016) 430,42-491.14 adet olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, kullanılan hardal çeşitlerinin ve ekolojik faktörlerin farklılıklarından dolayı bulgularımızdan oldukça yüksek çıkmıştır.

Fosforlu gübre dozlarına göre belirlenen kapsül sayıları, kontrolden sonra ikinci doz olan 3 kg/da'lık dozda artış göstermiş, ancak bu dozdan sonraki artışlar giderek kapsül sayısını azaltmıştır. En fazla kapsül sayısı 3 kg/da fosfor uygulamasında (51,8 adet) ve kontrolde (47,9 adet) belirlenmiş olup, en düşük değer ise en yüksek fosfor dozunda (12 kg/da) 39,7 adet olarak tespit edilmiştir. Fosforun 6 ve 9 kg/da'lık dozlarında belirlenen kapsül sayıları da 47,6 ve 43,4 adet olmuştur (Çizelge 4.8).

Çalışmadan elde edilen sonuçların aksine hint hardalında farklı bitkide çalışmalar yapan araştırmacılar (Mudholkar and Ahlawat 1981; Başak *et al.* 1990; Arthamwar *et al.* 1996; Cheema 1999; Afridi *et al.* 2002) fosfor dozunun artmasının bitkideki kapsül sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Yine, Khan *et al.* (2000) hint hardalında fosforun değişik dozlarının bitki başına kapsül sayısını önemli ölçüde etkilediğini ifade etmişlerdir. Cheema *et al.* (2001), Tahir *et al.* (2003) ve Mir *et al.* (2010)'in çalışmalarında ise sonuçlarımızla benzer şekilde bitkideki kapsül sayısının en fazla fosforlu gübrenin ikinci yüksek dozundan elde edildiğini belirtmişlerdir.

Gübrelerin karşılıklı değerlendirilmesi neticesinde, azotlu gübrenin uygulanmadığı, fosforun ise dekara 12 kg uygulandığı hardal bitkisinde 14,3 adet ile en düşük kapsül sayısı, bunun aksine azotun en fazla dozunda (20 kg/da) ve fosforun dekara 3 kg uygulamasında ise 83,8 adet ile en yüksek kapsül sayısı belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

4.7. Kapsül Başına Tohum Sayısı

Deneme faktörlerine göre hardal bitkisinde belirlenen kapsül başına tohum sayılarına ait değerler Çizelge 4.9'da, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen kapsül başına tohum sayısına ait ortalama değerler (adet)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	15,7	12,9	12,4	14,1	13,8	13,8 b
5	12,5	15,7	15,3	14,0	15,9	14,7 ab
10	14,5	14,5	15,0	14,4	16,5	15,0 ab
15	19,1	16,4	14,5	15,3	14,2	15,9 a
20	14,5	16,8	16,9	16,2	16,7	16,2 a
Ort.	15,3	15,2	14,8	14,8	15,4	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Kültürü yapılan bitkilerde kapsül başına tohum sayısı, tane verimini doğrudan etkileyen en önemli verim unsurudur. Azotlu gübre dozlarının kapsül başına tohum sayısı üzerine etkileri istatistiki olarak $p < 0,05$ seviyesinde önemli bulunmasına rağmen, fosforlu gübre dozları ve gübre dozları interaksiyonlarının kapsül başına tohum sayısı üzerine etkilerinin önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9'daki verilere göre, fosforlu gübre dozlarının ortalaması olarak azot dozlarında belirlenen kapsül başına tohum sayısı değerleri 13,8 ile 16,2 adet arasında değişim göstermektedir. Kapsül başına tohum sayısı sayısı en fazla 20 kg/da N uygulamasında belirlenmiş (16,2 adet), 15, 10, 5 ve 0 kg/da uygulamalarında ise sırasıyla 15,9, 15,0, 14,7 ve 13,8 adet olmuştur (Çizelge 4.9). Araştırma sonucunda, hardal bitkisine uygulanan azot miktarının artışına bağlı olarak kapsül başına tohum sayısında bariz bir artma eğilimi gözlenmiştir. Qayyum *et al.* (1998) ve Cheema *et al.* (2001) azot dozlarındaki artışla birlikte kapsül başına tohum sayısında da bir artışın olduğunu bildirmişlerdir. Kakai *et al.* (1999) 15 kg/da'da 9,76 adet, Khan *et al.* (2000) 10 kg/da azot dozunda 8,25 adet, Keivanrad and Zandi (2013) 20 kg/da azot uygulamasında 17,32 adet ve Panotra (2016) ise 10 kg/da'da 14,98 adet ile yüksek azot dozlarında en fazla kapsül başına tohum sayısı belirlemişlerdir. Bu sonuçlar çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan, Hocking and Mason (1994) ve Yenikalaycı (2004) kapsül başına tohum sayılarının azot uygulamalarından etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Fosforlu gübre dozlarından elde edilen kapsül başına tohum sayıları, gerek kontrol gerekse artan fosfor dozlarında birbirine yakın çıkmıştır. Oluşan küçük rakamsal farklılıklar ise gübre dozlarına göre düzenli olmayan artış ve azalışlar göstermiştir. Fosforlu gübre dozlarında en fazla kapsül başına tohum sayısı 12 kg/da (15,4 adet) ve kontrol (15,3 adet) fosfor uygulamalarında olurken, bu uygulamaları 3 (15,2 adet), 6 ve 9 kg/da'lık (14,8 adet) fosfor dozları takip etmiştir (Çizelge 4.9).

Kapsül başına tohum sayısını en fazla Khan *et al.* (2000) 5 kg/da fosfor uygulamasında (17 adet), Cheema *et al.* (2001) 21,3 adet, Tahir *et al.* (2003) 25,4 adet ve Mir *et al.* (2010) 14,1 adet olarak 6 kg/da fosfor uygulamasında tespit etmişlerdir. Çalışmamız her ne kadar uygulanan fosfor dozları yönünden farklılık gösterebilir, sonuç olarak en yüksek miktar en yüksek fosfor dozundan elde edilmiştir.

Araştırmada tüm faktörler birlikte değerlendirildiğinde, kapsül başına tohum sayısı en fazla 15 kg/da azot ile fosforun kontrol uygulamasında (19,1 adet), en az ise azotun kontrol ile 6 kg/da fosfor uygulamasında (12,4 adet) belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait kapsül başına tohum sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimi ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri		
		Kapsül Başına Tohum Sayısı	Bin Tane Ağırlığı	Tohum Verimi
Blok	2			
Azot Dozu	4	3,59*	7,34**	1039,02**
Fosfor Dozu	4	0,29	2,83*	261,02**
Azot Dozu x Fosfor Dozu	16	1,70	8,57**	137,90**
Hata	48			

** F değeri $p < 0,01$, * F değeri ise $p < 0,05$ ihtimal sınırında önemlidir

4.8. Bin Tane Ağırlığı

Araştırmada kullanılan hardal bitkisine farklı dozlarda uygulanan azotlu ve fosforlu gübreleme sonucunda elde edilen bin tane ağırlığına ait ortalama değerler Çizelge 4.11'de, bunlarla ilgili varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen bin tane ağırlığına ait ortalama değerler (g)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	1,33	1,57	1,70	1,73	1,53	1,57 a
5	1,43	1,50	1,40	1,57	1,53	1,49 b
10	1,77	1,43	1,43	1,17	1,50	1,46 b
15	1,63	1,77	1,50	1,53	1,53	1,59 a
20	1,70	1,67	1,43	1,87	1,43	1,62 a
Ort.	1,57 ab	1,59 a	1,49 c	1,57 ab	1,51 bc	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Bin tane ağırlığı, bir bitki çeşidinin verim potansiyelini belirlemede rol oynayan ve verime önemli katkısı olan faktörlerden biridir. Daha dolgun ve büyük tohumların 1000 tane ağırlıkları fazladır ve dolayısıyla daha yüksek verime sahiptirler. Tane ağırlığının genetik yapı, çevre ve toprak verimliliği ve bilhassa azot ve fosfor tarafından kontrol edildiği belirtilmektedir (Kandera 1988; Shafi *et al.* 1992).

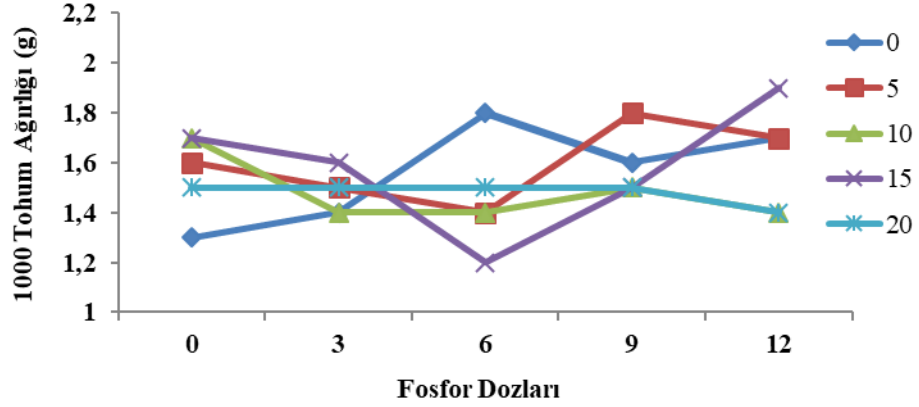
Yapılan istatistiksel değerlendirmede azot dozu uygulamasının hardalın bin tane ağırlığı üzerine etkisi $p < 0,01$ seviyesinde önemli olmakla birlikte (Çizelge 4.10), farklı azot dozlarında yetiştirilmesi sonucu elde edilen tohumların bin tane ağırlığı değerlerinin 1,46 ve 1,52 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Azot dozlarına göre en düşük bin tane ağırlıkları (1,49 ve 1,46 g) dekara 5 ve 10 kg N uygulamalarında belirlenmişken, en yüksek bin tane ağırlığı değerleri (1,57, 1,59 ve 1,62 g) 0, 15 ve 20 kg/da azot uygulamalarından elde edilmiştir. Kontrolde ve en yüksek azot dozlarında bin tane ağırlığının arttığı görülmüştür (Çizelge 4.11). Azotun en yüksek dozlarında 1000 tane ağırlığının tekrar artış eğilimi göstermesi, azotun tohumun yapısında en fazla bulunan besin elementi olması ve tohum bünyesindeki aktif fonksiyonu ile açıklanabilir (Finlayson *et al.* 1970). Birçok araştırmacı (Szukalska-golab 1986; Auld *et al.* 1994; Reager *et al.* 2006; Keivanrad and Zandi 2012; Mozaffari *et al.* 2012; Panotra 2016) araştırma sonuçlarına benzer şekilde bin tane ağırlığının azot seviyelerinden etkilendiğini ve yüksek dozlardan daha iyi sonuçlar alındığını bildirmişlerdir. Bu araştırmacıların tespit ettikleri 1000 tohum ağırlıklarının 1,9-5,3 g arasında değiştiği ve çalışma bulgularından yüksek değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Yenikalayıcı

(2004), hardalın tür ve populasyonlarında bin tohum ağırlığının azot uygulamalarından etkilenmediğini, en yüksek bin tohum ağırlığının kontrol ve en düşük azot dozundan alındığını belirtmiştir.

Fosforlu gübre dozlarına göre elde edilen bin tane ağırlıkları kontrol ve 9 kg/da fosfor uygulamalarında 1,57 g, 3, 6 ve 12 kg/da uygulamalarında ise 1,59, 1,49 ve 1,51 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Araştırma sonuçları incelendiğinde, gübre dozlarına bağlı olarak bin tane ağırlığında kontrole göre önemli bir artış olmamış, fosfor dozlarının artması bin tane ağırlığını azaltmıştır. Yinede fosfor dozları arasında oluşan bu farklılıklar $p<0,05$ seviyesinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.10).

Tane ağırlığının genetik yapı, çevre ve toprak verimliliği özellikle de azot ve fosfor tarafından kontrol edildiği belirtilmektedir (Kandera 1988; Shafi *et al.* 1992). Ayrıca, tane ağırlığındaki farklılıklar genellikle çiçeklenme ile olgunlaşma süresi arasındaki kısa zaman aralığında oluşabilmektedir. Bu zamanda, kapsüllere asimilatların taşınması tohum gelişiminde büyük rol oynamaktadır. Besin elementlerini daha iyi ve fazla alan bitkiler daha az alanlara göre çok daha avantajlıdır (Scott *et al.* 1973).

Azotlu gübre dozları ve fosforlu gübre dozlarının birlikte değerlendirilmesinde 10 kg/da azot uygulaması ile 9 kg/da fosfor uygulamasında (1,17 g) en az bin tane ağırlığı elde edilmesine karşın fosforun aynı dozu ile azotun 20 kg/da uygulamasında (1,87 adet) en fazla bin tane ağırlığı elde edilmiştir (Çizelge 4.11). Hardalın azotlu ve fosforlu gübre dozlarına göre değişik bin tane ağırlığı değerlerine sahip olması azot dozu $\times$ fosfor dozu interaksyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.10, Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının 1000 tohum ağırlığı üzerine karşılıklı etkileşimi

4.9. Tohum verimi

Hardal bitkisine azotlu ve fosforlu gübrenin değişik dozlarının uygulanmasıyla belirlenen tohum verimleri Çizelge 4.12’de, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Kültürü yapılan bitkilerin tane verimi çoğunlukla, çevresel şartların ve değişik tarımsal uygulamaların tesirleri altında oluşan çeşitli verim bileşenlerinin kümülatif etkilerinin bir sonucudur. Bu yüzden tane verimi çok sayıda iç ve dış faktörler tarafından kontrol edilmektedir ve bunlardaki herhangi bir varyasyonun, verimde varyasyonlar oluşturması muhtemeldir.

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen tohum verimleri (kg/da)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	45,1	27,8	29,2	38,2	23,7	32,8 e
5	71,5	47,2	55,6	50,1	77,1	60,3 d
10	95,8	78,5	47,2	66,5	77,8	73,2 b
15	72,9	54,9	63,0	53,3	81,9	65,2 c
20	68,8	52,8	77,8	117,4	113,2	86,0 a
Ort.	70,8 b	52,2 e	54,5 d	65,1 c	74,7 a	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Denemede hardal bitkisine uygulanan azot ve fosforun farklı dozlarının tohum verimine etkileri istatistiki olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

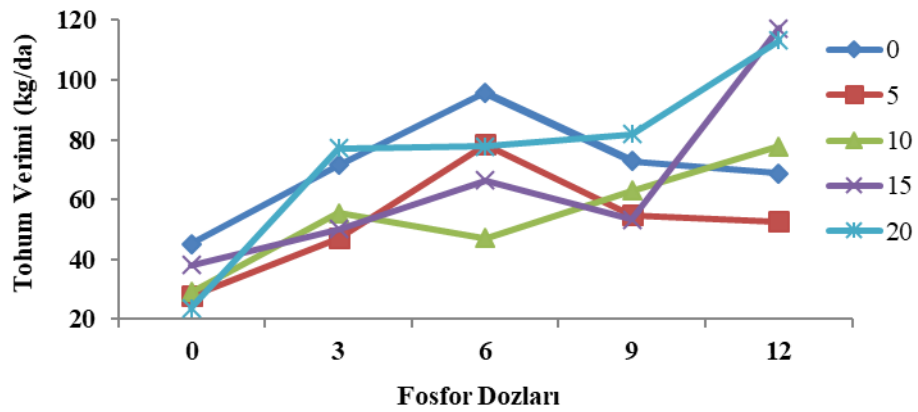
Azotun farklı dozlarının uygulandığı hardalın dekara tane veriminin 32,8-86,0 kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında 32,8 kg/da olan tane verimi, artan azot miktarlarına bağlı olarak artmıştır. Dekara 20 kg/da azot uygulamasında 86,0 kg ile en fazla tohum verimi elde edilmiş, 5, 10 ve 15 kg/da uygulamalarında ise sırasıyla 60,3, 73,2 ve 65,2 kg/da olmuştur (Çizelge 4.12). Tohum veriminde, azotlu gübre uygulamasıyla sağlanan artış, bu besin elementinin yaprak alanı, dal sayısı, kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı ve 1000 tohum ağırlığı gibi verim öğeleri üzerine olumlu etkilerinden kaynaklanabilir (Çizelge 4.7,8,9,11). Hardal bitkisinin azota vermiş olduğu olumlu tepkinin en önemli nedeni olarak toprağın organik madde dolayısıyla azot yönünden fakir olması söylenebilir (Çizelge 3.2). Şöyleki, azot bakımından yetersiz durumda bulunan toprağa gübre ilavesi hardal bitkisinin tohum verimini belirgin bir şekilde artırmıştır. Benzer özellikler gösteren kolza bitkisinde Cooke (1982), azot dozunun artmasıyla vejetatif aksamın arttığını ve bundan verimin olumlu yönde etkilendiğini belirtmiştir. Çalışma sonuçlarına benzer şekilde Szukalska-golab (1986), Kalra and Gupta (1989), Padmani *et al.* (1993), Singh and Rathi (1985), Mirzashahi *et al.* (2000), Bani-saeedi (2001), Siadat *et al.* (2010) ve Patel *et al.* (2004) gibi birçok araştırmacı da en yüksek tohum verimini azotun en fazla dozundan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde, Reddy and Sinha (1989), hardal bitkisinde azot miktarı arttıkça tohum veriminin de doğrusal olarak arttığını, azot miktarının 40 ve 80 kg/ha'a kadar çıkarılmasının tohum veriminde sırasıyla %49,5 ve 96,5 oranında artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Duval (2015), sarı hardal (*Sinapis alba* L.) türüne azotun 0, 5,6, 11,2, 16,8 ve 22,4 kg/da'lık azot dozlarında tohum veriminin azot dozlarındaki artışa bağlı olarak %15-85 oranında arttığı, azotun 0 kg/ha dozunda 1080 kg/ha olan verimin, 224 kg/ha da 2580 kg/ha yükseldiğini belirtmiştir. Kullanılan en yüksek azot dozlarına göre elde edilen en fazla tohum verimini Bajpai *et al.* (1993) 8 kg/da N'da 113 kg/da, Kakai *et al.* (1999) azotun 15 kg/da dozunda 186,4 kg/da, Khan *et al.* (2000) 10 kg N/da'da 151,6 kg/da, Yenikalaycı (2004), 15 kg/da azotta 98,4 kg/da, Mozaffari *et al.* (2012) 22,5 kg/da'lık azot dozunda 336,6 kg/da, Keivanrad and Zandi (2012) 20

kg N/da'da 283,2 kg/da ve Panotra (2016) 10 kg/da azot dozunda 159,4 kg/da olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, kullanılan hardal çeşitlerinin ve ekolojik faktörlerin değişkenliğinden dolayı bulgularımızdan oldukça yüksek çıkması yönüyle farklılık, ancak azotun yüksek dozlarında tohum verimlerinin en fazla olması nedeniyle de benzerlik göstermiştir. Hardal bitkisinin farklı tür ve çeşitlerinde yapılan çalışmalarda tohum veriminin İlisulu (1973) 100-200 kg/da, Öğütçü (1978) 111,43-181,30 kg/da, Çimen ve Kolsarıcı (1987) 141,38-151,64 kg/da, Auld *et al.* (1994) 120-280 kg/da, NASS (2015) 64,7-111,1 kg/da ve Gıdık (2016) 82,9- 455,1 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Farklı fosfor dozlarının da uygulandığı çalışmada, dekara tane verimi en fazla 74,7 kg ile en yüksek doz olan 12 kg/da'dan elde edilmiştir. Dekara 3 kg/da fosfor uygulamasında 52,2 kg olan tane verimi en az olurken, kontrolde 70,8 kg/da, 6 kg/da'da 54,5 ve 9 kg/da'da ise 65,1 kg/da tohum verimi tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Çalışma sonucunda, kontrol dışında uygulanan fosforlu gübre dozlarının artışına paralel olarak tohum verimleri artmıştır. Hardal gibi aynı özelliklere sahip olan kolzanın gelişimi için fosforun mutlak gerekli olduğunu ve eksikliği durumunda verimde kayıpların oluşabileceği bildirilmektedir (Grant and Bailey 1993). Hint hardalı *Brassica juncea*'da tohum veriminin fosforun farklı dozlarından önemli derecede etkilendiği, 5 ve 6 kg/da fosfor uygulamasında en yüksek tane veriminin alındığı tespit edilmiştir (Khan *et al.* 2000; Mir *et al.* 2010). Yine çalışma sonucunu destekler nitelikte Kakai *et al.* (1999), Khan *et al.* (2000) azotun en yüksek dozlarında tohum verimini daha fazla bulmuşlardır.

Fosforun 12 kg/da uygulamasında diğer uygulamalara kıyasla daha fazla verim alınmasında, muhtemel bitki başına dal sayısının ve kapsül sayısının fazla olmasının önemli etkisi olabilir (Çizelge 4.7 ve 8). Benzer bitkilerde, Nuttal *et al.* (1992), Khan *et al.* (2000) ve McKenzie *et al.* (2003) bulgularımızı destekler nitelikte fosforlu gübrenin yüksek dozunun tohum verimini artırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Cheema *et al.* (2001), Tahir *et al.* (2003) ve Salaria and Dhillon (2003) fosforlu gübre uygulamalarının belirli dozdan sonra tane verimi üzerine etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

Denemedeki azotlu ve fosforlu gübre dozlarına göre belirlenen dekara tane verimi değerlerinin 23,7-117,4 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. Hardal bitkisine uygulanan 20 kg/da azot ile fosforun 9 ve 12 kg/da uygulamasında en fazla (117,4 ve 113,2 kg/da), azotun hiç uygulanmadığı kontrol ile fosforun 12 kg/da uygulamasında ise en az (23,7 kg/da) tohum verimi belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Farklı azotlu ve fosforlu gübre dozlarının uygulanması ile üretilen hardal bitkilerinde tane veriminin değişkenlik göstermesi, azot dozu $\times$ fosfor dozu interaksiyonlarının $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.10, Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının tohum verimi üzerine karşılıklı etkileşimi

4.10. Hasat İndeksi

Araştırmada ele alınan faktörlerde belirlenen hasat indeksine ait ortalama değerler Çizelge 4.13’de, bunlarla ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Bir bitkide fotosentez etkinliğini gösteren en önemli parametrelerden biri hasat indeksidir. Bu parametrenin yüksek olması bir ürünün üretim etkinliğinin daha fazla ya da aksinin olacağını göstermektedir. Ayrıca, ıslah çalışmalarında çabuk belirlenebilen bir seleksiyon kriteri olarak ele alınmaktadır (Thurling 1974).

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen hasat indeksi değerleri (%)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	12,0	11,3	9,9	11,3	7,0	10,3 d
5	16,1	12,2	13,4	10,7	16,7	13,8 c
10	18,5	17,3	8,5	14,8	14,6	14,7 b
15	16,0	11,9	16,1	10,3	17,2	14,3 bc
20	14,7	11,0	17,7	24,1	19,1	17,3 a
Ort.	15,5 a	12,7 c	13,1 c	14,3 b	14,9 a	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Farklı azotlu gübre dozlarında belirlenen hasat indeksi değerlerinin istatistiki açıdan $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Azotlu gübre dozlarına göre hasat indeksleri 5 kg/da azot uygulamasında %13,8, 15 kg/da azot uygulamasında %14,3 ve 10 kg/da azot uygulamasında ise %14,7 olmuştur. Kontrol uygulamasında %10,3 olan hasat indeksi en düşük, 20 kg/da olarak uygulanan azotlu gübreden de %17,3 ile en yüksek değer elde edilmiştir. 15 kg/da uygulaması dışında uygulanan azotlu gübre dozlarının artışına paralel olarak da hasat indeksi değerleri artmıştır (Çizelge 4.13). Azot, asimilat dağılımının geliştirilmesinin yanı sıra, etkili bir besin maddesi yönetimi yaparak, bitkiler arası rekabeti iyileştirebilmekte, bu şekilde biyolojik verimde, tohum verim miktarını arttırarak hasat indeksinin artmasına yol açmaktadır (Keivanrad and Zandi 2012). Hint hardalı için yaklaşık %14-15'lik benzer hasat indeksleri Kumar *et al.* (1997) tarafından bildirilmiştir. Kasa and Kondra (1986) ise farklı *Brassica spp.* türlerinde biraz daha yüksek değerler (%20-22) bulmuşlardır. Çalışma sonuçlarını destekler nitelikte, Bhat *et al.* (2006), azot uygulamasının tüm uygulama seviyelerinin hasat indeksi üzerinde belirgin ve pozitif bir etki sergilediğini bildirmişlerdir. Keivanrad and Zandi (2012) elde edilen sonuçların aksine, artan azot dozlarının hasat indeksini azalttığını, ikinci azot dozunda (5 kg/da) en yüksek değer (%30,44) alındığını belirtmişlerdir.

Tane verimi ile hasat indeksi ve toplam kuru maddenin önemli bir bağlantıya sahip olduğu bildirilmektedir (Chango and McVetty 2001; Ali *et al.* 2003). Dolayısıyla, hasat

indeksinin yüksek değerlere sahip olduğu gerek azotlu gerekse fosforlu gübre dozlarında tane verimleri de fazla çıkmıştır (Çizelge 4.12 ve 13).

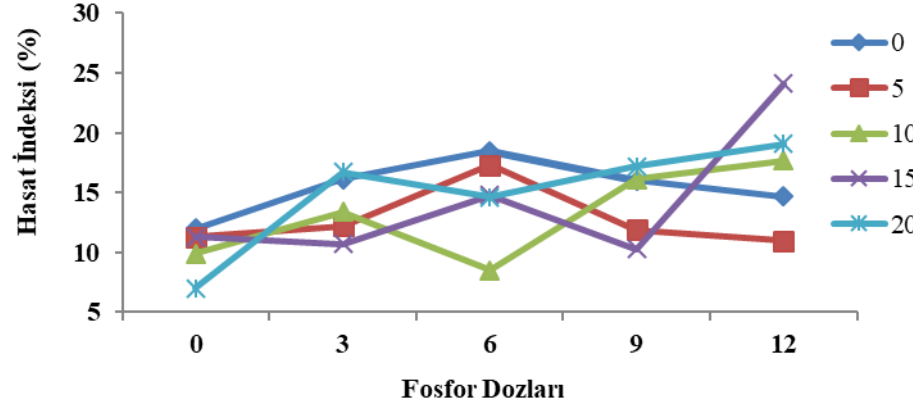
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisine ait hasat indeksi, yağ oranı ve protein oranı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	F Değerleri		
		Hasat İndeksi	Yağ Oranı	Protein Oranı
Blok	2			
Azot Dozu	4	138,725**	46,187**	132,367**
Fosfor Dozu	4	29,537**	34,530**	10,254**
Azot Dozu x Fosfor Dozu	16	57,193**	10,857**	33,554**
Hata	48			

** F değeri $p < 0,01$, * F değeri ise $p < 0,05$ ihtimal sınırında önemlidir

Hasat indeksi değerleri bakımından fosforlu gübre dozları arasında farklılık belirlenmiş olup, bu farklılıklar istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Çizelge 4.13 incelendiğinde görülebileceği gibi, en yüksek hasat indeksi kontrol ve dekara 12 kg/da fosfor uygulamasında %15,5 ve 14,9 olmuş, 3 kg/da uygulanan fosforlu gübreden %12,7 ile en düşük değer elde edilmiştir. Hasat indeksi 6 ve 9 kg/da fosfor uygulamalarında ise sırasıyla %13,1 ve 14,3 olarak belirlenmiştir. Ancak, araştırma sonucunda kontrol dışında artan fosfor dozlarının hasat indeksini artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuçları destekler nitelikte Kandil (1983) ve Cheema (1999), artan gübre dozlarının hasat indeksini artırdığını belirtmişler.

Araştırmada ele alınan azotlu ve fosforlu gübre miktarları birlikte incelendiğinde, hasat indeksi azotun 20 kg/da ile fosforun 9 kg/da uygulamasında en fazla (%24,1) olurken, azotun kontrol ile fosforun 12 kg/da uygulamasında en düşük (%7,0) olmuştur (Çizelge 4.13). Hardal bitkisinin azotlu ve fosforlu gübre dozlarına göre hasat indeksinin değişik değerler alması azot dozu $\times$ fosfor dozu inreraksiyonunun $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14, Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının hasat indeksi üzerine karşılıklı etkileşimi

4.11. Yağ Oranı

Hardal bitkisine azotun ve fosforun değişik dozlarının uygulanması ile belirlenen yağ oranına ait ortalamalar Çizelge 4.15’de, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen yağ oranı değerleri (%)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	13,7	14,3	14,0	14,3	16,7	14,6 c
5	17,3	21,0	17,0	18,7	19,0	18,6 a
10	14,0	19,3	17,3	18,0	21,3	18,0 a
15	12,3	19,0	17,3	13,3	18,0	16,0 b
20	17,7	15,3	17,3	20,7	20,0	18,2 a
Ort.	15,0 d	17,8 b	16,6 c	17,0 c	19,0 a	

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Yağ oranına, azotlu gübre dozlarının etkisi istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Azotlu gübre dozlarında en fazla yağ oranları sırasıyla 5 kg/da (%18,6), 20 kg/da (%18,2) ve 10 kg/da (%18,0) uygulamalarında, en az ise kontrol (%14,6) uygulamasında tespit edilmiştir. Dekara 15 kg’da yağ oranı %16,0

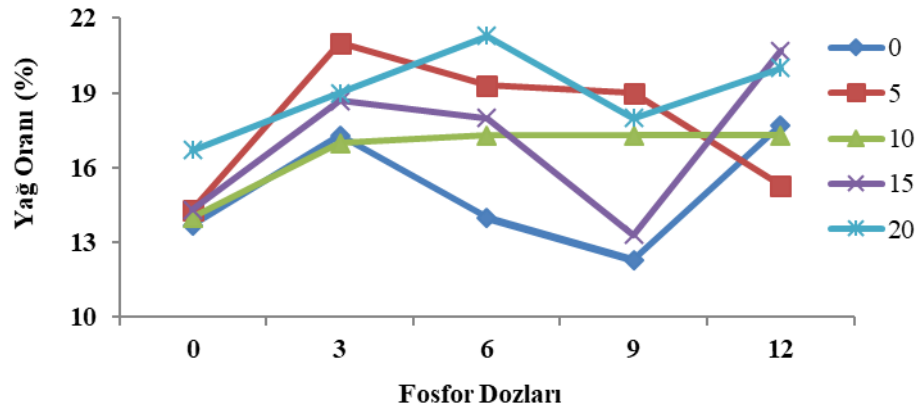
olmuştur. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, kontrol ve 15 kg/da azot uygulamaları dışında azot dozları arttıkça genelde yağ oranları artış göstermiştir (Çizelge 4.15).

Yağ oranını Kakai *et al.* (1999) ve Mozaffari *et al.* (2012) buldukları en yüksek yağ oranlarını, çalışmadan elde edilen bulgulara benzer olarak uygulanan en fazla azot dozlarından elde etmişlerdir. Yenikalaycı (2004) ve Keivanrad and Zandi (2013) hardalın kontrolden sonraki ikinci azot dozunda (5 kg/da) artan yağ oranının, bu uygulamanın ardından artan azot dozları ile azaldığını ifade etmişlerdir.. Yine çalışmadan farklı olarak, Fernandez *et al.* (1986), Padmani *et al.* (1993), Patel *et al.* (2004) ve Duval (2015), yağ oranının uygulanan azot miktarındaki artışla ters orantılı olduğunu, yağ içeriğinin artan azot oranlarıyla azaldığını ifade etmişlerdir.

Baytop (1999) siyah hardalın %20-30, Özer vd (1999), yabani hardal (*Brassica arvensis* L.)'ın %23-30, Çimen ve Kolsarıcı (1987) hardal çeşitlerinin %26,67-27,39, Auld *et al.* (1994) yine hardal çeşitlerinin %25,2-30,5, Kakai *et al.* (1999) %42,00, Mozaffari *et al.* (2012) ise %39,07 oranlarında yağ içerdiklerini bulmuşlardır. Araştırmacılar tarafından belirlenen bu değerler, araştırma bulgularımızdan farklılık göstermiş ve daha yüksek olmuşlardır. Bu farklılıkların; genotip, çevre ve yetiştirme şartlarının yanı sıra, bu çalışmaya konu olan farklı dozlarda azot ve fosforun uygulanmasından kaynaklanmış olabilir.

Fosforlu gübre dozlarının hardal bitkisinin yağ oranına etkisi istatistiki olarak $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Fosforlu gübre dozlarında en fazla yağ oranı, en yüksek doz olan 12 kg/da (%19,0) uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla 3 kg/da (%17,8), 9 kg/da (%17,0) ve 6 kg/da (%16,6) fosfor uygulamaları takip etmiştir. Yağ oranı en düşük ise kontrol uygulamasında %15 olmuştur (Çizelge 4.15). Kolza, pamuk ve ayçiçeği gibi farklı yağ bitkileriyle yapılan çalışmalarda fosforun yüksek dozlarının yağ oranını artırdığı bildirilmektedir (Bailey and Grant 1990; Grant and Bailey 1993; Tamak *et al.* 1997; Lickfett *et al.* 1999; Zakaria *et al.* 2006). Çalışmamızdan elde edilen bulgular bu araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Uygulamaların karşılıklı değerlendirilmesi neticesinde, azotun 10 kg/da ile fosforun 12 kg/da uygulamasında en fazla yağ oranı (%21,3) elde edilirken, uygulamalar içerisinde en düşük yağ oranı 15 kg/da azot ile fosforun kontrol uygulamasında (%12,3) tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Hardal bitkilerinin azotlu ve fosforlu gübre dozlarına göre değişik yağ oranları değerlerine sahip olmaları azot dozu $\times$ fosfor dozu interaksiyonunun $p<0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14, Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının yağ oranı üzerine karşılıklı etkileşimi

4.12. Protein Oranı

Farklı azotlu ve fosforlu gübre dozları uygulanan hardal bitkisinde belirlenen protein oranlarına ait ortalamalar Çizelge 4.16'da, ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının protein oranına istatistiki etkisi $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.16. Farklı dozlarda azotlu ve fosforlu gübre uygulanan hardal bitkisinde belirlenen protein oranı değerleri (%)

Azotlu Gübre Dozları (kg/da)	Fosforlu Gübre Dozları (kg/da)					Ort.
	0	3	6	9	12	
0	20,8	29,6	25,6	23,5	27,9	25,5 c
5	23,3	24,1	22,8	21,4	23,9	23,1 d
10	27,4	22,8	28,1	29,4	23,4	26,2 b
15	28,5	27,4	32,4	28,6	26,1	28,6 a
20	30,3	27,5	28,7	27,4	28,8	28,6 a
Ort.	26,1 b	26,3 b	27,5 a	26,1 b	26,0 b	

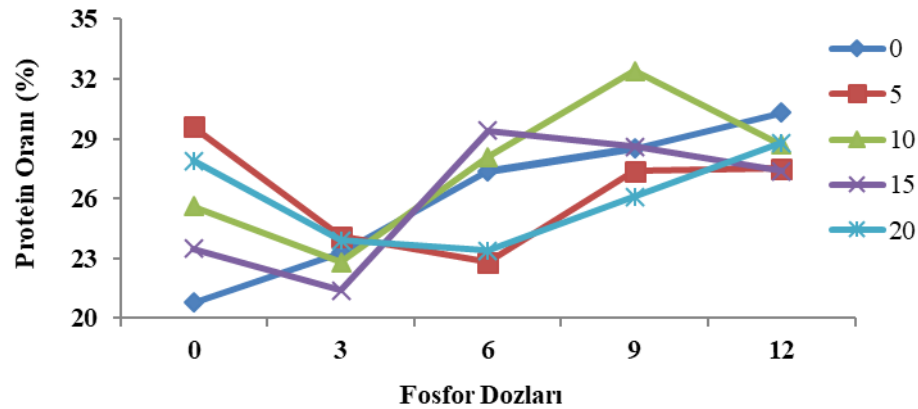
*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Tohumların protein içeriği, tohum kalitesini ve beslenme değerini göstermektedir. Denemede hardal bitkilerinde azotlu gübre dozlarına göre belirlenen protein oranı, dekara 5 kg azot uygulamasından sonra artan dozlarına bağlı olarak düzenli bir şekilde artış göstermiştir. Azotun en yüksek dozları olan 15 ve 20 kg/da uygulamalarından (%28,6) en fazla protein oranı elde edilmiş, bunları dekara 10 kg (%26,2) azot uygulaması ve kontrol (%25,5) takip etmiştir. En düşük protein oranı ise 5 kg/da (%23,1) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Azot tüm bitkilerin önemli yapısal bileşeni olan proteinin yapıtaşdır. Bu nedenle, artan azot seviyelerine bağlı olarak protein oluşumu ve dolayısıyla büyüme hızlanmaktadır. Kovács *et al.* (2009) vejetatif aksamların N içeriğinin üreme organlarına taşınabilmesinden dolayı, hasat esnasında sarı hardal tohumlarının N içeriklerinin vejetatif aksamlarından daha fazla olduğunu, yüksek N içeriğine sahip tohumların protein içeriğinin de arttığını belirtmişlerdir. Azot gübresi uygulamalarının, kolza (Bilsborrow *et al.* 1993) ve sarı hardalda (Kovács *et al.* 2006) protein konsantrasyonunu artırdığı ifade edilmiştir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular Yenikalaycı (2004)'nın bildirdiği protein oranlarına (%28,3-30,3) yakın çıkmış, Özer vd (1999)'nın yabani hardalda bildirdikleri (%22,0) protein oranından daha yüksek olmuştur. Triboi-Blondel (1989) ve Yenikalaycı (2004) yüksek azot dozlarının protein oranına etki etmediğini ifade etmişlerdir. Ancak bulgularımızı destekler nitelikte Szukalska-golab (1986) ile Gendy and Marquard (1990), artan azot dozlarının protein içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Protein içeriği fosforlu gübre dozlarına göre en yüksek 6 kg/da fosfor uygulamasında olurken, diğer dozlarda belirlenen protein oranı değerlerinin birbirine oldukça yakın çıktığı belirlenmiştir. En düşük protein oranı 12 kg/da fosfor uygulamasında (%26,0) olurken, 3 kg/da'da %26,3, 0 ve 9 kg/da fosfor uygulamalarında ise %26,1'lik protein oranları belirlenmiştir (Çizelge 4.16). Cheema *et al.* 2001 artan fosfor dozlarının kontrolün dışında protein içeriğini artırdığını; Tamak *et al.* 1997 ve Lickfett *et al.* 1999 ise azalttığını belirtmektedirler.

Tüm faktörler birlikte incelendiğinde protein oranı değerlerinin %20,8-32,4 arasında değiştiği görülmektedir. Protein oranı en yüksek azotun 15 kg/da ile fosforun 6 kg/da uygulamasında (%32,4), en düşük ise hem azotun hem de fosforun kontrol uygulamasında (%20,8) tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Protein oranının, farklı azotlu ve fosforlu gübre dozlarına bağlı olarak değişkenlik göstermesi azot dozu $\times$ fosfor dozu interaksiyonlarının $p < 0,01$ seviyesinde önemli çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14, Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Azotlu ve fosforlu gübre dozlarının protein oranı üzerine karşılıklı etkileşimi

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kültürü yapılan bitkilerin gübre istekleri, tohum ve yağ verimleri, bölgeye, yağış veya sulamaya göre önemli şekilde değişiklik göstermektedir. Hardaldan, birim alandan daha fazla ve istenilen kalitede ürün almak için, diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi özel üretim tekniklerinden faydalanmak gerekir. Bitkinin verim potansiyeline azami ölçüde yaklaşmanın ve kaliteli üretimin gerçekleştirilmesinin yolu yetiştirme tekniklerinin doğru ve zamanında yapılmasından ve yetiştiricilik konularında bilimsel esaslara uymaktan geçmektedir. Bu amaçla ele alınabilecek konular içerisinde gübreleme ve uygun gübre miktarlarının seçimi önemli bir yer tutmaktadır.

Azot, fosfor ve potasyum uygulamaları, bitkilerde verim artışlarının yanı sıra, kaliteleri üzerine de etkilidir. Özellikle azotlu gübreler, bitkinin hızlı ve güçlü gelişmesi ile verime son derece olumlu etki yapmaktadırlar. Bununla birlikte, meyve ve tanelerde protein oluşumuna, potasyum ve fosfor dahil diğer elementlerin yarayışlılığına yardım etmektedirler. Fosforlu gübre uygulaması da, diğer birçok bitkide olduğu gibi, hardalda verim ve kaliteye etki edebilmektedir. Fosfor bitki gelişmesi için azotlu gübrelerden daha az miktarlarda gerekli olmasına rağmen, bitki gelişmesi için azot kadar önemli bir elementtir. Dolayısıyla mevcut ekolojik şartlar için en uygun azotlu ve fosforlu gübre dozlarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Araştırmada azot ve fosforun farklı dozlarının hardal bitkisinin sapa kalkma, çiçek açma ve olgunlaşma süresi, bitki boyu, dal, kapsül ve kapsül başına tohum sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi, hasat indeksi, yağ ve protein oranı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre hardal bitkisinde azotlu gübre dozlarının incelenen tüm karakterlerin üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Azotlu gübrenin dekara 20 kg/da uygulamasıyla bitki boyu (88,0 cm), dal (3,8 adet), kapsül (63,4 adet) ve kapsül başına tohum sayısı (16,2 adet), bin tane ağırlığı (1,62 g), tane verimi (86,0 kg/da), hasat indeksi (%17,3), protein oranı (%28,6) en yüksek olurken, sapa kalkma (39,2 gün),

çiçek açma (51,5 gün) ve olgunlaşma süresi (69,0 gün) kontrol uygulamasında artış göstermiştir. Yağ oranı 5 ve yine 20 kg/da (%18,6 ve %18,2) uygulamalarında daha yüksek çıkmıştır.

Hardal bitkisine uygulanan farklı fosforlu gübre dozlarının sapa kalkma süresi, bin tane ağırlığı, tohum verimi, hasat indeksi, yağ oranı ve protein oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Fosforlu gübrenin dekara 12 kg uygulamasıyla kapsül başına tohum sayısı (15,4 adet), tane verimi (74,7 kg/da) ve yağ oranı (%19,0) en yüksek olmuştur. Çiçek açma süresi (48,4 gün), kapsül sayısı (51,8 adet) ve bin tane ağırlığı (1,59 g) 3 kg/da, olgunlaşma süresi (68,3 gün) 9 ve 12 kg/da, bitki boyu (82,5 ve 82,4 cm) 9 kg/da ve kontrol, protein oranı (%27,5) 6 kg/da uygulamasında artış göstermiştir. Sapa kalkma süresi (38,5 gün) ve hasat indeksi (%15,5) gibi karakterler yönünden kontrol uygulaması daha yüksek bulunmuştur. Dal sayısı fosforun sadece 12 kg/da uygulamasında düşük (2,8 adet) olup, diğer dozlarında (3,0 adet) benzer çıkmıştır.

Hardalın vejetasyon süresinin kısa olması, düşük girdili olması ve diğer kültür bitkilerinin yetiştirilemediği marjinal alanlarda yetişebilmesi gibi avantajlara sahip olması ile hardal bölgenin ürün çeşitliliğinde yer alması faydalı olacak bir bitkidir.

Sonuç olarak, çalışmada uygulanan azot ve fosfordan farklı sonuçlar alınsada, elde edilen değerler bakımından azot seviyeleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiş, fosfor dozlarında ise çok büyük farklılıklar tespit edilmemiştir. Diğer taraftan, gübre dozları uygulanırken verim ve verim ögesi olan önemli karakterler dikkate alınarak uygulamalarının yapılmasına özen gösterilmelidir. Bir yıllık sonuçlara göre; hardal bitkisinin verim ve önemli kalite kriterleri göz önüne alındığında bölge şartlarında en iyi sonuçlar, azotlu gübrenin 20 kg/da ve fosforlu gübrenin 12 kg/da dozlarından elde edilmiştir. Ancak, bu çalışmadan daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için denemenin birkaç yıl daha yenilenmesi gerekmektedir. Daha sonraki yıllarda da benzer sonuçların elde edilmesi durumunda, gübrelerin en yüksek dozlarından en iyi sonuçların alınacağıda göz önüne alındığında, bu gübre miktarları daha da artırılarak başka çalışmaların yapılması ve uygun gübre miktarının belirlenmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abramovic, H., Butinar, B. and Nikolic, V., 2007. Changes occurring in phenolic content, tocopherol composition and oxidative stability of *Camelina sativa* (L.) Crantz oil during storage. Food Chemistry 104. 903-909.
- Adamczewski, K., Musnicki, C., 1967. Höbe der Stickstoff Düngergabeim Anbau Von Winterraps, Pam. Pulawski, Prace Ins. No:25, s. 51-57.
- Afridi, M.Z., Jan, M.T., Ahmad, I. and Khan, M.A., 2002. Yield components of canola in response to NPK nutrition. Pak. J. Agron., 1:133-135.
- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Yayınları No: 15, Ankara. s: 85-88.
- Ali, N., Javidfar, F., Yazdi, E. J. and Mirza, M.Y., 2003. Relationship among yield components and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed. Pak. J. Bot. 35:167-174.
- Altay V., Özyiğit I I., Yarcı C., Plant Communities in Urban Habitats of Istanbul-Turkey. Pakistan Journal of Botany, 44, 1, 177-186, (2012).
- Andreasen C., Litz A S., Streibig J C., Growth Response of Six Weed Species and Spring Barley (*Hordeum vulgare*) to Increasing Levels of Nitrogen and Phosphorus, Weed Research (Oxford), 46, 6, 503-512, (2006).
- Anghinoni, I., Barber, S. A., 1980. Phosphorus influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. Argon. J. 72, 685-688.
- Anonim, 2003. Agriculture and Agri-Food Canada. www.agr.gc.ca/misb/spcrops/sc-sc_e.php?page=mustardseed-moutarde
- Anonim, 2013. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Tarım Teknolojileri Öğrenme Materyeli.
- Anonim, 2016. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği Türkiye İstatistikleri.
- Anonymous 1992. Fallow fields and beekeeping. Abeille de France et l'Apiculteur, No:777, 262 pp., France.
- Anonymous, 2012a. www.omafra.gov.on.ca
- Anonymous, 2012b. www.thebioenergysite.com
- Arthamwar, D.N., Shelke, V.B., and Ekshinge, B.S., 1996. Effect of nitrogen and phosphorus on yield attributes, seed and oil yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.). Indian J. Agron., 211: 382-385.
- Auld, D.L., Gareau, R.M., Heikkinen, M.K., 1994. Evaluation of Seven Species of Oilseeds As Spring Planted Crops For The Pacific Northwest, Field Crop Abstracts, Vol.47, No.4, s. 312.
- Bailey, L. D., and Grant, C. A., 1990: Fertilizer placement studies on calcareous and non-calcareous cherrozemic soils, growth, P-uptake, oil content and yield of Canadian rape. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 21, 2089D2104.
- Bajpai, R.K., Pandey, S., Patel, J.K., 1993. Effect of Irrigation and Nitrogen Fertilizers On Grain Yield of Mustard, Field Crop Abstracts, Vol. 46, No. 11, s.993.
- Bani-Saeedi A., 2001 - Examination of different amount of nitrogen and density on growth, quantity and quality characters in canola, in Khozestan climate condition. M.Sc. Thesis, Dezfool University, Dezfool, Iran (In Persian).
- Basak, N. C., Karim N. M. A., and Zaman M. W., 1990. Performance of some rapeseed lines under two fertilizer levels. Bangladesh J. Agric. Res. 15: 70-74.

- Başalma, D., 2004. Kışlık kolza (*Brassica napus ssp oleifera* L.) çeşitlerinin Ankara koşullarında verim ve verim öğeleri yönünden karşılaştırılması. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi 10 (2): 211-217.
- Başbağ M., Demirel R., Avcı M., Some Quality Traits Of Different Wild Plants, Science Biol., 2, 1, 36-39, (2010).
- Baydar, H., Gürel, F., 1998. Antalya doğal florasında bal arısı (*Apis mellifera* L.)'nın polen toplama aktivitesi, polen tercihi ve farklı polen tiplerinin morfolojik ve kalite özellikleri. Tr. J. of Agriculture and Forestry. Sayı 22. Sayfa 475-482.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniv. Yay. No:3255, İstanbul
- Baytop, T., 1999. Türkiyede Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). (İlaveli İkinci Baskı), Nobel Tıp Kitapevleri, s: 218.
- Bhat, S.A., Khan, F.A., and Khan, M.L., 2006. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, nutrient, content, seed yield and quality of mustard. Indian J. Plant Physiol. 11, 1150-1160.
- Bilsborrow, P. E., Evens, E.J., Zhao., 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn sown oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science. 120: 219-224.
- Brohi, A.R., Aydeniz, A., Karaman, M.R., Ersahin, S., 1994. Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Üni. Ziraat Fak. Yay:4 s:105-106 Tokat.
- Chango, G. and McVetty, P.B.E., 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape. Can. J. Plant Sci. 81:1-6.
- Chauhan, D.R., S. Paroda and D.P. Singh. 1995. Effect of biofertilizers, gypsum and nitrogen on growth and yield of raya (*Brassica juncea*). Indian J. Agron. 40:639-642.
- Cheema, M.A., 1999. Production efficiency of canola (*Brassica napus* L.) cv. Shiralee under different agro-management practices. Ph.D. Thesis, Deptt. of Agron. Univ. Agric., Faisalabad, Pakistan.
- Cheema, M.A., Malik, M.A., Hussain, A., Shah S.H., Basra S.M.A. 2001. Effects of Time and Rate of Nitrogen and Phosphorus Application on the Growth and the Seed and Oil Yields of Canola (*Brassica napus* L.) J. Agronomy & Crop Science 186:103-110.
- Colomb, B., Kimry, R. J., Debaeke, P., 2000. Effect of Soil Phosphorus on Leaf Development and Senescence Dynamics of Field-Grown Maize. Argon J. 2:428-435.
- Cooke, G.W., 1982. Fertilizer For Maximum Yield, Honorary Scientist. Soils and Plant Nutrition Department, Rothamsted Experimental Station.
- Çimen, N., Kolsarıcı, Ö., 1987. Yabancı Kökenli Önemli Hardal (*Brassica alba* L.) Çeşitlerinin Verim Komponentleri Yönünden Karşılaştırılması, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Dechassa, N., Schenk, M. K., Claassen, N. and Steingrobe, B., 2003. Phosphorus Efficiency of Cabbage (*Brassica oleraceae. var. capitata*) Carrot (*Daucus carota* L.), and Potato (*Solanum tuberosum* L.). Plant and Soil 250: 215-224.
- Degenhart, D.F., and Kondra, Z.P., 1981. The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and growth characters yield components of five genotypes of *Brassica napus*. Can. J. Plant. Sci., 61, 185-190.

- Duval, A.S. 2015. Applied Nitrogen Effects on Yellow Mustard (*Sinapis alba* L.) Production in the Willamette Valley. Oregon State University, Master of Science thesis.
- Ebcioğlu, N., 1999. Şifalı Otlar Cep Ansiklopedisi. İnkılap Kitapevi Yayın San. Tic. A.Ş. Anka Basım, Matbaacılar Sitesi No: 38, Bağcılar – İstanbul. S. 30.
- Eryılmaz T., Ögüt H., The Effect Of The Different Mustard Oil Biodiesel Blending Ratios On Diesel Engines Performance, Energy Education Science and Technology Part A-Energy Science and Research, 28, 1, 169-180, (2011).
- Eyüpoğlu, F., 2002. Türkiye Gübre Gereksinimi, Tüketimi ve Geleceği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü İşletme Müdürlüğü Yayınları, No: 2, Ankara.
- FAO, 2015. www.fao.org
- Fernandez, Del, P.M., Peyrelongue, C.A., Contreas, F.E., 1986. The Influence of Fertilizer Application On Oil Content of Rape, Comparison Between Methods For its Determination, Field Crop Abstracts, No. 039-9.
- Finlayson, A.J., Christ, C.M. and Downey, R.K., 1970. Changes in the nitrogenous components of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown on a nitrogen and sulfur deficient soil. Can. J. Plant. Sci., 50:705-709.
- Fohse, D. and Junk A. 1983. Influence of phosphate and nitrate supply on root hair formation of rape, spinach and tomato plants Plant Soil 74, 359-368.
- Frohlich, A. and Rice, B., 2005. Evaluation of Camelina sativa oil as a feedstock for biodiesel production. Industrial Crops and Products 21:25-31.
- Gediz, A., 1964. Pratik Çiftçinin El Kitabı. Türkiye Şeker Fabrikaları, A.Ş. Yay. No:28, Mars Matbaası, Ankara, s. 238.
- Gendy, A., Marquard, R., 1990. Studies on The Effects of Nitrogen Fertilization and Growth Regulators an Seed-Yield and Some Quality Criteria of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.), Field Crop Abstracts, No. 043-2105.
- Gıdık, B., 2016. Trakya Bölgesi Florasındaki Yabani Hardal (*Sinapis* sp.) Genotiplerinin Moleküler ve Morfolojik Karakterizasyonu, Tarla Koşullarındaki Verimi ile Kalite Unsurlarının Değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Gök, S., 2007. Düşük Fosfor Koşullarında Yetişen Mısır Genotiplerinin Fosfor Beslenme Statüleri Üzerine Kükürt ve Çinko Elementlerinin Etkisi., Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana 86 s.
- Grant, A.C and. Bailey, L.D., 1993. Fertility management in canola production Can. J. Plant Sci. 73: 651-670.
- Haynes, R.J. and Ludecke, T.E., 1981. Yield, root morphology and chemical composition of two pasture legumes as affected by lime and phosphorus applications to an acid soil. Plant Soil 62, 241-254.
- Hocking, P.I., Mason, L., 1994. Accumulation, Distil Dry Matter and Mineral Nutrients in Fruits of Canola Effects of Nitrogen Fertilizer and Windrowing, Field Crop Abstracts, No. 047-2479.
- Hossain, M.A., Arabina, S., Abedin, M.J., 1984. Effect of Seed Rate and Time of Sowing On The Yield of Mustard Under Rainfed Condition, Bangladesh Journal of Agricultural Research, 9(1), s. 54-57.
- İlaslan, D., Cistus spp. ve *Sinapis arvensis* L. Bitkilerine Ait Polenlerin Fizikokimyasal Özellikleri ve Bal Arılarında (*Apis mellifera* L.) Koloni Gelişimi Üzerine

- Etkileri, (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 60, (2002).
- İlisulu, K., 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, s. 366.
- Jenkins, P. D. and Leitch, M. H., 1986. Effects of Sowing Date on the Growth and Yield of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*). Journal Agric. Sci., Cambridge. 107 (2): 405-420.
- Jham G N., Moser B R., Shah S N., Holser R A., Ghingra O D., Vaughn S F., Berhow M A., Winkler-Moser J K., Isbell T A., Holloway R K., Walter E L., Natalino R., Anderson J C., Stelly D M., Wild Brazilian Mustard (*Brassica juncea* L.) Seed Oil Methyl Esters As Biodiesel Fuel. Journal of the American Oil Chemists Society, 86, 9, 917-926, (2009).
- Kakai, A.A., Iamro, A.H., Sheikh, M.A., Naz, M.A., 1999. Effect of NP Combinations on The Growth, Seed Yield and Oil Content of Three Mustard Genotypes. Pak. J. Agri. Sci., 36 (3-4):189-193.
- Kalra, V.K., Gupta, D.S., 1989. Integrated Control of *Lipaphis erysimi* (Kalt) On Indian Mustard *Brassica juncea* (Linn.), Journal of Entomological Research, 13: 1-2, s. 26-27.
- Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Ozcan C O., Kizilsimsek M., Determination Of Nutritive Value Of Wild Mustard, *Sinapsis arvensis* Harvested At Different Maturity Stages Using *in situ* and *in vitro* Measurements, Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 18, 9, 1249-1254, (2005).
- Kandera, J., 1988. Effect of N application to Rape Seed & Mustard grown after Maize. Field crop Absts., 42:2364.
- Kandil, A.A., 1983. Preliminary Study on the effect of NPK Fertilization on the Oilseed Rape (*Brassica napus*). p: 296 In Egypt in 6th International Repeseed Conference, Paris, France, (Field Absts., 37(4):289; 1984).
- Kaplan M B., (1989). Bursa İlinde Yabani Hardal (*Sinapis arvensis* L.)'ın Morfolojik, Biyolojik Özellikleri ile Buğday Verimine Etkisi Üzerine Araştırmalar, (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Ens. Bitki Koruma Anabilim Dalı, 54s.)
- Karaaslan, D., 1999. Diyarbakır koşullarında yetiştirilebilecek kolza çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma 3. Ulusal Tarla Bitkileri Kongresi 15-18 Kasım, (1999), Adana, Cilt II. Endüstri Bitkileri: 328-333.
- Kasa, G. R., and Z. P. Kondra, 1986: Growth analysis of spring type oilseed rape. Field Crop Res. 14, 361-370.
- Keivanrad, S. and Zandi, P., 2012. Effect of Nitrogen Levels on Growth, Yield and Oil Quality of Indian Mustard Grown under Different Plant Densities. Thai Journal of Agricultural Science, 45(2): 105-113.
- Keivanrad, S. and Zandi, P., 2013. Effect Of Nitrogen Levels on Growth, Yield and Oil Quality of Indian Mustard Grown Under Different Plant Densities. Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLVII , No. 1 (157).
- Khan, H., Khan, M.A. and Baloch, M.S., 2000. Effect of Nitrogen and Phosphorus on Growth and Yield of *Brassica juncea* L. Directorate of Publication Pakistan Journal of Biological Sciences, 3 (8): 1231-1233.
- Kohl A., The Pollen Collecting Behaviour of the Honeybee (*Apis mellifera* L.) in the Taubergiessen Nature Reserve (Upper Rhine, Southwest Germany), Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz, 2, 3, 163-169, (1993).

- Koncius, D. and D. Karcauskiene., 2010. The effect of nitrogen fertilizers, sowing time and seed rate on the productivity of *Camelina sativa*. *Agriculture*, 97 (4): 37-46.
- Kordali S., Zengin H., Studies on Weeds and Their Density, Frequency and Association in Barley Fields in Bayburt Provinces, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 42, 2, 117-131, (2011).
- Kovács, A.B., I. Kincses, and I. Vágó. 2006. The effect of N and N/S supply levels on oil and protein content in mustard seed (*Sinapis alba* L.). *Cereal Research Communications* 34(1):385–388. doi:10.1556/CRC.34.2006.1.96.
- Kovács, A.B., I. Kincses, I. Vágó, J. Loch, and T. Filep. 2009. Effect of application of nitrogen and different nitrogen-sulfur ratios on the quality and quantity of mustard seed. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 40(4):453–461. doi:10.1080/00103620802694399.
- Köğüs, G., 2015. Fosforlu Gübre Dozlarının Kolza (*Brassica napus ssp. oleifera* L.) Bitkisinin Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kumar, S., J. Sing, K.K. and Dhingra (1997). Leaf area index relationship with solar-radiation interception and yield of Indian mustard (*Brassica juncea*) as influenced by plant population and nitrogen. *Indian J. Agron.* 42, 348-351.
- Lafferty, R. M., Rife, C. and Foster, G., 2009. Spring camelina production guide for the Central High Plains. Blue Sun Biodiesel, Golden, CO, USA.
- Lickfett, T., Matthaus, B., Velasco, L. and Möllers, C., 1999. Seed yield, oil and phytate concentration in the seeds of oilseed rape cultivars as affected by different phosphorus supply. *Eur. J. Agron.*, 11: 293-299.
- Lone, P.M., and Khan, N.A., 2007. The Effect of rate and timing of N fertilizer on growth, photosynthesis accumulation and yield of mustard subjected to defoliation. *Environ. & Exp. Botany J.* 60, 318-323.
- Mandal, K.J. and Sinha, A.C., 2004. Nutrient management effects on light interception, photosynthesis, growth, dry-matter production and yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *J. Agron. Crop Sci.*, 190:119-129.
- Mao Shufang., Han Y., Wu X., An T., Tang J., Shen J., Li Z., Comparative Genomic *in situ* Hybridization (cGISH) Analysis of the Genomic Relationship Among *Sinapis arvensis*, *Brassica rapa* and *Brassica nigra*. *Hereditas (Lund)*, 149, 3, 86-90, (2012).
- Marquard, R., Alter, B., 1988. Studies of The Effect of Growth Regulators and Fertilizers On Yield and Quality in Spring rape Cultivars, *Field Crop Abstracts*, No. 041-7090.
- McKenzie R.H., Middleton A.B. and Bremer, 2006. Response of mustard to fertilization, seeding rate in southern alberta. *Can. J. Plant Sci.* 86(2), 353-362.
- McKenzie, R.H., Bremer, E., Kryzanowski, L., Middleton, A.B., Solberg, E.D., Coy, G. and Harapiak, J., 2003. Yield benefit of phosphorus fertilizer for wheat and canola in Alberta. *Can. J. Soil Sci.*, 83: 431-441.
- Mir, M.R., Mobin, M., Khan, N.A., Bhat M.A., Lone, N.A., Bhat, K.A. and Razavi, S.M., 2010. Effect of fertilizers on yield characteristics of Mustard (*Brassica juncea*). *J. Physiopathol.* 2(10), 20-24.
- Mirzashahi, K., S. Salimpour, A. Daryashenas, M.J. Malakouti and H. Rezaie. 2000. Determination of the best rate and application method of nitrogen in rapeseed in

- Safiabad. Iranian J. Soil & Water Sci. (Special Issues: Canola) 12: 7-11. (In Persian)
- Mozaffari, S.N., Delkhosh, B. and Rad, A. S. 2012. Effect of nitrogen and potassium levels on yield and some of the agronomical characteristics in Mustard (*Brassica juncea*). Indian J. Sci. Technol. 5(2): 2051-2054.
- Mudholkar, N. J. and Ahlawat, I. P. S., 1981. Research of rape to plant density and fertilizers. Indian J. Agron. 26, 847-848.
- NASS. 2015. United States Department of Agriculture. National Agricultural Statistics Service: national statistics for mustard. [Online]. Available at <http://www.nass.usda.gov/Statistics.by.Subject/result.php?8D042495-6492-34DB-8E55-94A6C0976686§or=CROPS&group=FIELD%20CROPS&comm=MUSTARD>.
- Nigussie, A., Adefris, T., Zerihun, T., 1997. Effect of Agronomic Practices On Seed and Oil Yields Of Ethiopian Mustard (*Brassica carinata* A. Braun) And Rape Seed (*B. Napus* L.), Field Crop Abstracts, Vol.50, No.9, s. 931.
- Nuttal, W.F., Monlin, A.P. and Smith, L.J.T. 1992. Yield response of canola to nitrogen, phosphorus, precipitation and temperature. Agron. J., 84:765-768.
- Öğütçü, Z., 1978. Orta Anadolu Çevre Koşullarına Uygun Sanayi Tipi Hardal Çeşitleri Üzerine Araştırma, Ulucanlar Matbaası, Ankara, s. 23.
- Öğütçü, Z., 1979. Orta Anadolu koşullarında yetiştirilen kolza (*Brassica napus ssp. oleifera* (Metzg.) Sinks.) çeşitlerinin verim ve kaliteye ilişkin karakterleri. Ankara Üni. Zir. Fak. Yayınları: 717, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler :417.
- Özer Z., Tursun N. Önen H., Yabancı Otlarla Sağlıklı Yaşam. 4 Renk Yayınları, 253 s., Ankara, (2001).
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N., 1999. Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları (Tanımlar ve Kimyasal Savaşimleri). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 38, Kitap Serisi No: 16, s. 110.
- Öztürk, Ö., 2000. Bazı kışlık Kolza Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanı ve Sıra Arası Uygulamalarının Verim, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Padmani, D.R., Porwal, B.L., Jain, P.M., Patel, J.C., 1993. Effect of Irrigation and Nitrogen On Yield And Yield Attributes of Mustard (*Brassica juncea*), Field Crop Abstracts, Vol.46, No.11, s. 993.
- Panotra, N., Kumar, A., Singh, O.P., 2016. Impact of Different Levels of Fertilizer on Growth And Yield Of Indian Mustard (*Brassica Juncea* Coss) Under Irrigated Condition of Western U.P. I.J.S.N., Vol.7 (4): 802-804.
- Patel, R.H., Sharma, V., Usadadia, V.P., 2004. Influence of irrigation schedule, spacing and nitrogen on growth, yield and quality of mustard. Department of Agronomy, Gujarat Agricultural University. India. 5(2/3): 290-293.
- Qayyum, S.M., A.A. Kakar and M.A. Naz. 1998. Influence of nitrogen levels on the growth and yield of rape (*Brassica napus* L.). Sarhad J. Agric. 15: 263-268.
- Reager Ml, Sharma SK and Yadav RS (2006) Yield attributes, yield and nutrient uptake of Indian mustard (*Brassica juncea*) Influenced by nitrogen levels and its split application in arid western Rajasthan. Indian J. Agronomy. 51(3), 213-216.
- Reddy, B.N., Sinha, M.N., 1989. Integrated fertilizer and water management to boost mustard production. Indian farming 39(5):5-6. In: field crop Abs., 43(3):272.

- Rodriguez, D., Andrade, F. H., Goudriaan, J., 2000. Does Assimilate Supply Limit Leaf Expansion in Wheat Grown in The Field Under Low Phosphorus Availability. *Field Crops Research* 67: 227-238.
- Sabzalian, M.R., Saeidi, G. and Mirlohi, A., 2008. Oil content and fatty acid composition in seeds of three safflower species. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 85:717-721.
- Salaria, A., Dhillon, A.S., 2003: Effect of nitrogen and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake of canola gobhi sarson *Brassica napus* L.. *Annals of Agri Bio Research* 8(2): 227-231
- Scott, R. K., Ogunremi, E. A., Ivins, J. D and Mendham, N.J., 1973. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring. *J. Agric. Sci.* 81: 287-293.
- Seçmen Ö., Gemici Y., Görk G., Bekat L., Leblebici E., 1998. Tohumlu Bitkiler Sistematiği. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, 116, 216.
- Sezen, Y., 1991. Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 679, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 303, Erzurum.
- Shafi, M., Khan, S. and Nazir, M., 1992. Yield and yield components of wheat in relation to different phosphorus and radiation levels Sarhad. *J. Agri.*, 81-5.
- Siadat S.A., Sadeghipour O., Hashemidezfouli A.H., 2010 - Effect of nitrogen and plant density on yield and yield component of rapeseed. *J. Crop Prod. Res.*, (Environmental stresses in plant sciences) 2(1):49-62 (In Persian).
- Singh, R.A. and K.S. Rathi, 1985. Studies on nitrogen requirements of mustard. *Ind. J. Agron.* 30: 257-259.
- Solanki, R.L., Mahendra, S. , Sharma, S.K. , Purohit, H.S. and Arvind, V., 2015. Effect of different level of phosphorus, sulphur and PSB on the yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and soil properties and available macronutrients. *Scholarly Journal of Agricultural Science* Vol. 5(9):. 305-310 .
- Szukalska-golab, W., 1986. The Content of Fatty Acids and Glicosinolates In The Seeds of Low Erusic Acid Varieties of Winter Swede Rape, Depending On Plant Nutrition, *Field Crop Abstracts*, No. 039-5315.
- Tahir, M., Malik, M.A., Tanveer, A. and Ahmad, R., 2003. Effect of NPK Levels on Seed Yield and Oil Contents of Canola., *Pak J. Life soc. Sci.*, 1(2):127-132.
- Tamak, J.C., Sharma, H.C. and Singh, K.P., 1997. Effect of phosphorus, sulphur and boron on seed yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Ind. J. Agron.*, 42: 173-176.
- Tarıman, C., 1965. Ziraatçılar İçin Bitki Yetiştirme Bilgisi, Kısım 1. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yay: 240, Ders Kitabı No:79, s. 278-279.
- Thurling, N., 1974, Morphophysiological determinants of yield in rapeseed, *Brassica campestris* and *B. napus*, *Aust. J. Agric. Res.*, 25, 697-710.
- Triboi-Blondel, A.M., 1989. Nitrogen Growth, Yield and Seed Quality in Winter Rape, *Field Crop Abstracts*, No. 042-3728.
- Tunçtürk, M., 2008. Bazı Yazlık Kolza (*Brassica napus ssp. oleifera* L.) Çeşitlerinde Fosforlu Gübrelemenin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. *Ankara Üniv. Tarım Bilimleri Dergisi* 14 (3):259-266.
- Turan, M.Z., 1990. Farklı Azot Dozlarının Kolzada Verim ve Verimle İlgili Bazı Özelliklere Etkileri Üzerinde Bir Araştırma, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt.7 s. 1-12.

- USDA, 2016. United States Department of Agriculture.
- Uygur, F.N., Koch, W., Walter, H., 1986. Çukurova Bölgesi Buğday-Pamuk Ekim Sistemindeki Önemli Yabancı Otların Tanımı. PLTS 4(1). Josef Margraf, Aichtal.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1988. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. T.C. T.O.K.B. Köy Hiz. Gen. Müd. Yayınları, Ankara.
- Vaughan J G., Hemingway J S., The Utilization of Mustards, Economic Botany, 13, 3, 196-204, (1959).
- Warwick, S. I., Legere, A., Simard, M. J., 2008. Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy Brassica rapa population. Mol. Ecol. 17: 1387-1395.
- Westrich P., Schwenninger H R., Habitat Choise, Use Of Flowers And Increase In Stable Populations Of The Sand Bee Andrena Lagopus In Southwest Germany. Zeitschrift fur Ökologie und Naturschutz, 6, 1, 33-42,(1997).
- Wu X., Chen B., Lu G., Wang H., Xu K., Guizhan G., Song Y., Genetic Diversity in Oil and Vegetable Mustard (*Brassica juncea*) Landraces Revealed by SRAP Markers. Genetic Resources and Crop Evolution, 56, 7, 1011-1022, (2011).
- Yenikalaycı, A.A., 2004. Çukurova Bölgesi'nde Değişik hardal (*Sinapis* spp) Türlerinde Farklı Azot Dozlarının Verim ve Kalite Ögelerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Yıldız, N., 1994. Araştırma Deneme Metodları. II. Baskı. Atatürk Üniversitesi Zir. Fak. Yay., No: 697, Erzurum.
- Zakaria, M.S., Hafez, S.A., Basyony, A.E. and. Alkassas, A.R., 2006. Cootonseed, protein oil yields and oil properties as influenced by potassium fertilization and foliar application of Zinc and Phosphorus. World J. Agric. Sci., 2:66-74.
- Zubr, J., 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. Industrial Crops and Products 6, p 113-119.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Erzurumda doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladı. 2010 yılında girdiği Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü Anabilim dalında Endüstri Bitkileri Programında Yüksek Lisans eğitimine başladı.

