

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)’TA FARKLI GELİŞME
DÖNEMLERİNDE YAPRAKTAN AZOTLU GÜBRELEMENİN
VERİM VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ayşe Kübra ÖZKOÇ

Danışman
Prof. Dr. Nimet KARA

ISPARTA - 2023



© 2023 [Ayşe Kübra ÖZKOÇ]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Materyal	8
3.1.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri.....	8
3.1.1.1. İklim özellikleri.....	8
3.1.1.2. Toprak özellikleri.....	9
3.2. Yöntem.....	9
3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi	9
3.2.2. Araştırmada incelenecek özellikler.....	11
3.2.3. Denemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesi.....	12
4. BULGULAR.....	13
4.1. Çiçeklenme ve Kapsül Olgunlaşma Süresi	13
4.2. Bitki Boyu	13
4.3. Kapsül Eni.....	14
4.4. Kapsül Boyu.....	15
4.5. Kapsül Sayısı.....	16
4.6. Kapsül Verimi	17
4.7. Tohum Verimi.....	18
4.8. Sabit Yağ.....	19
4.9. Azot Kullanım Etkinliği.....	19
4.10. Alkaloid İçerikleri	20
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	22
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	36

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)’TA FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDE YAPRAKTAN AZOTLU GÜBRELEMENİN VERİM VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ayşe Kübra ÖZKOÇ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nimet KARA

Araştırma, Isparta koşullarında haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan azotlu gübre uygulamasının tohum ve kapsül verimi ile bazı alkaloid içeriğine etkisini incelemek amacıyla 2021 yılında yürütülmüştür. Araştırmada TMO1 haşhaş çeşidine 1. gübresiz (kontrol), 2. geleneksel üretim (azotun yarısı ekimle birlikte ve kalan yarısı rozet döneminde), 3. sapa kalkma dönemi (azotun 1/3’ü ekimle, 1/3’ü rozet döneminde topraktan ve 1/3’ü sapa kalkma döneminde yapraktan), 4. tomurcuklanma (azotun 1/3’ü ekimle, 1/3’ü rozet döneminde topraktan, 1/3’ü tomurcuklanma döneminde yapraktan) ve 5. çiçeklenme sonrası dönemlerde (azotun 1/3’ü ekimle, 1/3’ü rozet döneminde ve 1/3’ü çiçeklenme sonrası yapraktan uygulama) azot uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül eni, kapsül boyu arasındaki farklar önemli olmazken, tohum verimi, kapsül verimi, azot kullanım etkinliği arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmuş ve genel olarak uygulama zamanı geciktikçe kapsül verimi, tohum verimi ve azot kullanım etkinliğinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada, bitki boyu 58.82-59.86 cm, kapsül eni 27.13-32.00 mm, kapsül boyu 38.50-42.23 mm, kapsül sayısı 1.9-2.4 adet/bitki, kapsül verimi 20.54-43.07 kg/da, tohum verimi 22.31-39.01 kg/da, yağ oranı %40.43-41.00, morfin %0.964-1.071, kodein %0.186-0.279, oripavin %0.021-0.027, tebain %0.017-0.029, papaverin %0.007-0.012, noskapin %0.127-0.174 arasında değişmiştir.

Sonuç olarak; azotlu gübre uygulama zamanı ve şeklinin verimi önemli derecede etkilediği, özellikle geç dönemde yapraktan uygulamaların etkili olduğu, yapraktan gübrelemede en ideal dönem olarak, kapsül verimi için tomurcuklanma, tohum verimi için çiçeklenme sonrası dönemde uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Haşhaş, Gelişme dönemleri, Yapraktan azot uygulaması

2023, 36 sayfa

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECT ON YIELD AND SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF NITROGEN FERTILIZER FROM FOLIAR IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES OF POPPY (*Papaver somniferum* L.)

Ayşe Kübra ÖZKOÇ

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Field Crops**

Supervisor: Prof. Dr. Nimet KARA

The research was carried out with aim of examined effects on seed and capsule yield with some alkaloid contents of fertilize with nitrogen treatment from leaves in different development stages of poppy in Isparta conditions in the 2021 year. In the research were applied 1. no fertilizer (control), 2. traditional production (half of the nitrogen during sowing and the remaining half during rosette period), 3. stalking period (1/3 of nitrogen during sowing, 1/3 from soil during rosette period, 1/3 from foliar application during the stem period), the 4th budding (1/3 of the nitrogen during sowing, 1/3 from the soil during the rosette stage, 1/3 from foliar application during the budding period) and the 5th post-flowering periods (1/3 of nitrogen during sowing, 1/3 from soil during rosette period and 1/3 foliar application after flowering) on TMO1 poppy variety. According to the research results; While the differences between plant height, number of capsule, capsule width, and capsule length were not significant, seed yield, capsule yield, nitrogen use efficiency were statistically significant, and in general, it was determined that there was an increase in capsule yield, seed yield and nitrogen use efficiency as the application time was delayed.

In the research varied between plant height 58.82-59.86 cm, capsule width 27.13-32.00 mm, capsule length 38.50- 42.23 mm, number of capsules 1.9- 2.4 pieces/plant, capsule yield 20.54-43.07 kg da⁻¹, seed yield 22.31-39.01 kg da⁻¹, The oil content 40.43-41.00%, morphine 0.964-1.071%, codeine 0.186-0.279%, oripavine 0.021-0.027%, thebaine 0.017-0.029%, papaverine 0.007-0.012%, noscapine 0.127-0.174%.

As a result; it was advised the time and form of nitrogen fertilizer application significantly affect the yield, especially in the late period, foliar applications are effective, and the most ideal period for foliar fertilization is budding for capsule yield and after flowering for seed yield.

Key Words: Poppy, Development periods, Foliar nitrogen application

2023, 36 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin planlanması, yürütülmesi ve yazımı esnasında; bilgi birikimi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Nimet KARA'ya, benimle bilgi ve tecrübe paylaşımı yaparak fikir veren tüm yakın dostlarıma ve alkaloid analizlerini yapan Afyonkarahisar Bolvadin Alkaloidleri Fabrikası Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan aileme ve eşime en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayşe Kübra ÖZKOÇ
ISPARTA, 2023



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme parseline tohum ekimi ve topraktan azotlu gübre verilmesi.....	10
Şekil 3.2. Rozet döneminde haşhaş bitkileri	10
Şekil 3.3. Çiçeklenme sonrası dönemde yapraktan azotlu gübre uygulaması	11
Şekil 3.4. Hasat dönemine ait görüntüler	11



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri	8
Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	9
Çizelge 4.1. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasında çiçeklenme ve olgunlaşma süreleri	13
Çizelge 4.2. Bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları	13
Çizelge 4.3. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının bitki boyuna etkisi	14
Çizelge 4.4. Kapsül enine ait varyans analiz sonuçları	14
Çizelge 4.5. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının kapsül enine etkisi	15
Çizelge 4.6. Kapsül boyuna ait varyans analiz sonuçları	15
Çizelge 4.7. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının kapsül boyuna etkisi	16
Çizelge 4.8. Kapsül sayısına ait varyans analiz sonuçları	16
Çizelge 4.9. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının kapsül sayısına etkisi	16
Çizelge 4.10. Kapsül verimine ait varyans analiz sonuçları	17
Çizelge 4.11. Haşhaşta gelişme dönemlerine göre azot uygulamasının kapsül verimine etkisi	17
Çizelge 4.12. Tohum verimine ait varyans analiz sonuçları	18
Çizelge 4.13. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının tohum verimine etkisi	18
Çizelge 4.14. Sabit yağ oranına ait varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.15. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının sabit yağ oranına etkisi	19
Çizelge 4.16. Azot kullanım etkinliğine ait varyans analiz sonuçları	20
Çizelge 4.17. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının azot kullanım etkinliğine etkisi	20
Çizelge 4.18. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasında alkaloid içeriği	21

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
cm	Santimetre
da	Dekar
EC	Suda çözünen toplam tuzlar
g	Gram
HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
ISUBÜ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
K.O	Kareler ortalaması
kg	Kilogram
L	Litre
LSD	En küçük önemli fark
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
NAE	Azot alım etkinliği
Ng	Parsellere uygulanan N miktarı (kg)
NKE	Azot kullanım etkinliği
NMR	Nükleer manyetik rezonans
NYE	Azottan yararlanma etkinliği
O.M	Organik madde
Ö.d	Önemli değil
P ₂ O ₅	Difosfor penta oksit
PH	Toprak reaksiyonu
SD	Serbestlik derecesi
T ₀	Azotlu gübre uygulanmayan kontrol parselden alınan tane
Tg	Azotlu gübre uygulanan parselden alınan tane verimi, kg
TMO	Toprak Mahsülleri Ofisi
TSP	Triple Süperfosfat
vd.	Ve diğerleri
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.), Papaveraceae (Haşhaşgiller) familyasının *Papaver* (Gelincik) cinsine ait, Dünyada yaklaşık 100 taksonla temsil edilen ve ülkemizde 15'i endemik olmak üzere 51 taksona sahip bir tıbbi bitkidir (Güner, 2012; Stranska vd., 2013). Bu familyaya mensup bitkiler dünyada Kuzey Yarımkürenin ılıman ve subtropik bölgelerinde yayılış göstermektedir (Seçmen vd., 1995). Kültürü yapılan ve haşhaş olarak bilinen *Papaver somniferum* bitkisi (2n=22), 10 seksiyon altında gruplandırılmaktadır. Ülkemiz doğal florasında bu 10 seksiyondan 8 tanesinin bulunduğu bilinmektedir (Sarıyar, 2002).

Önemli tıbbi bitkilerden biri olan haşhaşın tohum, yağ ve kapsüllerinden yararlanılmaktadır. Haşhaş tohumlarının içermiş olduğu %40-50 oranındaki yağı, ortalama %11.0 palmitik, %0.4 palmitoleik, %1.9 stearik, %15.0 oleik, %71.3 linoleik ve %0.6 linolenik yağ asitlerinden oluşmaktadır (Atakişi, 1999). Haşhaş bitkisinin kapsüllerinde bulunan alkaloidlerden ilaç yapımında, tohumlarından elde edilen yağ genellikle yemeklik yağ, boyacılık, sabun sanayisinde ve endüstrinin daha birçok alanında, küspesi hayvan yemi olarak kullanılabilmektedir (İpek, 2011, Şahan 2018).

Haşhaş bitkisinin kapsüllerinden elde edilen afyon ve/veya alkaloidler tıbbi açıdan önemlidir. Alkaloidler bitkilerden elde edilen, genellikle kuvvetli fizyolojik ve farmakodinamik aktivite gösteren, halka içinde bir veya birden fazla azot taşıyan, bazik karakterli maddelerdir (Zulak vd., 2006; Khadem vd., 2011). Haşhaş kapsülünde morfin, tebain, kodein, noskapin (narkotin) ve papaverin gibi tıbbi değeri çok yüksek olan alkaloidler vardır. Öksürük kesici, spazm giderici, ağrı dindirici, lokal uyuşturucu ve uyku verici özelliklerinden dolayı ilgili ilaçların yapımında kullanılmaktadır (Baytop 1963; Baytop 1999; Rezaei, 2015).

Dünyada yasal olarak haşhaş ekimi Birleşmiş Milletler Teşkilatı kontrolü altında gerçekleştirilmektedir. Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya, Macaristan ve diğer ülkelerden Çek Cumhuriyeti yasal üreticiler arasında yer almaktadır. Türkiye'de haşhaş üretimi TMO izni ile 13 ilde (Afyonkarahisar, Denizli, Konya, Burdur, Uşak, Isparta, Eskişehir, Kütahya, Manisa, Balıkesir, Çorum, Amasya, Tokat) ve 2022 verilerine göre 411 519 dekar alanda haşhaş ekimi yapılmıştır (TÜİK, 2022). Ülkemiz,

hala dünyanın en önemli yasal haşhaş ekim alanlarının yaklaşık olarak yarısını elinde bulunduran ve afyon alkaloidleri üreticisi olan ülkelerin başında yer almaktadır (İpek, 2011; İnan, 2013).

Haşhaşta tohum/kapsül verimi üzerine ekolojik faktörler, genotip, bakım işlemleri ve yetiştirme şartları büyük rol oynamaktadır (Karabük, 2020). Haşhaş bitkisinde 6 evreden oluşan bir ontogenesis söz konusudur. Birinci evre dormant veya embriyo evresidir, tohumların ekim öncesi dönemini kastetmektedir. İkinci evre, çimlenme evresi, tohumun çatlamasıyla başlar ve birinci yaprağın meydana çıkmasına kadar devam etmektedir. Üçüncü evresi rozet evresi olarak adlandırılır ve bu evre birinci yaprağın çıkışıyla başlar çiçek sapının ortaya çıkışına kadar devam eder. Dördüncü evre dallanma ve boğumlar arası uzamasıdır (sapa kalkma evresi). Beşinci evre çiçeklenme, kapsül ve tohum oluşumu gerçekleşir. Son evre kapsül ve tohumların olgunlaşma evresi olarak tanımlanmıştır (Morász, 1979; Rezaei, 2015). Gelişme döneminde havaların bulutsuz, sıcak geçmesi güneşi seven haşhaş için idealdir. Aksine hasada yakın dönemde meydana gelecek yağışlar kapsülde kararmalara, morfin oranında azalmaya ve tohum kalitesinde bozulmaya yol açmaktadır (Kahraman, 2011). Bitkinin dallanma ve boğumlar arası uzama evresi olan sapa kalkma evresinde, gübreleme ve sulamanın etkisi çok yüksek olduğu bildirilmektedir (Rezaei, 2015).

Türkiye’de kimyasal gübre kullanımı gittikçe yükselmekte olup, hatalı gübre kullanımı ile beraber ortaya çevre problemleri çıkmaktadır. Haşhaş bitkisinde istenilen miktarda verim ve kalitenin alınabilmesi için uygun miktarda gübreleme yapılmalıdır. Bitkisel üretimde noksanlığı en sık görülen ve en çok gereksinim duyulan, verimi artırıcı en önemli girdi olarak kullanılan azot; bitki gelişimini olumlu yönde etkileyerek verimi artırdığı gibi azot içerikli maddelerin sentezini teşvik ederek bazı kalite ve farmakolojik özelliklerin de düzelmesinde etkili olmaktadır (Katar, 1997; Kara, 2010). Çünkü azot bitkide protein, amino asit, amid, nükleik asit, klorofil gibi önemli fonksiyonları bulunan organik bileşiklerin yapısına girmektedir. Azot, bitkilerin büyüme ve gelişmesi için en önemli besin maddesi olmasının yanında, kullanılan fazla azotlu gübrenin hem ekonomik hem de çevresel etkileri bu besin elementinin önemini daha da artırmaktadır. Toprakta erozyon, hasat, yıkanma ve gaz şeklinde azot kayıpları meydana gelmektedir (Müftüoğlu ve Demirer, 1998). Bu nedenle azotun bölünerek bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda verilmesi azot alımını ve

kullanımını etkilemektedir (Recous vd., 1997). Azot kullanım etkinliği, uygulanan birim gübre N'unun hasat döneminde yüzde olarak geri alımı Şeklinde tanımlanmaktadır (Moll vd., 1982). Azotun uygulama zamanının bitki tarafından N kullanımını önemli derecede etkilediğini ve özellikle yüksek yağışlı alanlarda toprağa uygulanan azotun bitkiler tarafından kullanım etkinliğini düŐürmektedir (Strong, 1995; Recous ve Machet, 1999). Ancak uygulanan azotu bölerek bitki geliŐiminin ileriki aŐamalarında yaprağa uygulamasıyla hem azot miktarı azaltılmakta hem de bitkinin mevcut azottan daha iyi faydalanması sağlanmaktadır. Bitkilerin gübre olarak kullanılan azottan faydalanma etkinlikleri toprak tipi (Takahashi vd., 2007), gübreleme zamanı (Delogu vd., 1998), çeşit (Kanampiu vd., 1997), meteorolojik faktörler, toprak nemi (Melaj vd., 2003), kök yapısı (Garnett vd., 2009) ve toprak pH'sı (De Datta ve Buresh, 1989) gibi faktörlere bağlıdır.

Azot toprakta hızlı yıkanan bir besin maddesi olduğu için bitkiler azotlu gübrelemeye sürekli olarak ihtiyaç duymaktadır. Azot kayıplarını azaltmak ve daha etkin kullanımı için bitkinin farklı büyüme devrelerinde birkaç kısıma bölerek uygulanması faydalı olacaktır. Bu alıŐma Isparta koşullarında haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde yapraktan azotlu gübre uygulamasının tohum verimine ve kaliteye etkisini araŐtırmak amacı ile yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gaur ve Rathore (1991), Hindistan'da 3 farklı azot dozunun (30, 60, 90 kg/ha) haşhaşın morfin oranı ve bitki başına kapsül verimine etkisini incelemişler, artan azot dozlarında tohum, kapsül ve morfin verimlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Azot dozları dikkate alındığında ise en yüksek morfin (37.7 kg/ha), tohum (470 kg/ha) ve kapsül (800 kg/ha) verimleri 90 kg/ha azot dozunda belirlemişlerdir.

Katar (1997), Tokat Kazova'da haşhaşa farklı azot dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da) ve altı farklı uygulama zamanlarının verim ve kalitesi üzerine yürüttüğü çalışmada, en yüksek tohum+kapsül verimi (514.8 kg/da) 20 kg/da azotun 1/2'si ekimle + 1/4'ü sapa kalkma başlangıcında, en yüksek tohum verimini (266.3 kg/da) aynı doz ve uygulama zamanından alındığını ve en yüksek kapsül verimini (255.8 kg/da) 20 kg/da ile azotun tamamının ekim ile birlikte verilmesinden alındığını bildirmiştir.

Losak ve Richter (2004), Çekya'da saksılarda yetiştirdiği haşhaşlara azotlu gübreyi bölerek farklı dönemlerde (1/3 rozet dönemde, 1/3 sapa kalkma döneminde ve 1/3 çiçeklenme döneminde) uygulamışlardır. Araştırmada bölerek uygulamanın tek seferde uygulamaya oranla verimde ve morfin oranında önemli bir artış sağladığını, bitki başına kapsül sayısında ise azalış meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Losak ve Palenicek (2005), kükürtlü gübre ve azot uygulamasının haşhaşın bitki başına kapsül sayısı, tohum verimi ve morfin miktarına etkilerini belirtmek amacı ile yürüttükleri çalışma; azotlu gübrenin morfin içeriğine etkisi kontrolde %0.61 iken, gübreli parsellerde %0.63-0.76 oranında olduğunu, kapsül sayısında kontrol parselerinden bitki başına 1 kapsül elde edilirken, gübreli parsellerde 2.11-2.20 arasında kapsül elde edildiğini, kükürtlü gübrelemenin kapsül sayısına önemli bir etkisinin görülmediğini fakat tohum verimi kontrol parseline oranla %54.8-143.7 oranında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Aytekin ve Önder (2006), Afyonkarahisar koşullarında farklı azot (kontrol, 6, 12, 18 kg N/da) ve fosfor dozlarının (Kontrol, 3, 6, 9 kg/da) haşhaşın verim ve bazı verim unsurları ile kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, en yüksek tohum verimini 180.7 kg/da, ham yağ verimini 93.71 kg/da, kapsül verimini

140.99 kg/da, morfin oranını %0.74 ve ham yağ oranını %50.86 olarak 12 kg/da N ve 6 kg/da P₂O₅ uygulanan parsellerden elde edildiğini belirtmişlerdir.

Karadavut ve Arslan (2006), Ankara şartlarında haşhaş çeşit ve populasyonları ile yapmış oldukları çalışmada, çiçeklenme süresini 50-109 gün, olgunlaşma süresini 70-130 gün, bitki boyunu 22.21-99.71 cm, kapsül sayısını 1.01-6.17 adet, kapsül boyunu 0.39-6.45 cm, kapsül enini 0.56-2.30 cm, tepecik sayısını 6.40-14.72 adet, bitki başına tohum verimini 0.26-11.66 g, bitki başına kapsül verimini 0.30-6.48 g ve kapsülde morfin oranını %0.22-1.22 olarak belirtmişlerdir.

Koç vd. (2006), Afyon ve Denizli koşullarında kışlık olarak yetiştirilen haşhaş çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda morfin oranlarını birinci yıl %0.487-1.20 arasında, ikinci yıl %0.443-0.912 arasında, üçüncü yıl ise %0.451-0.839 arasında olduğunu ayrıca en yüksek morfin oranını 174 nolu mavi tohumlu hattan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Karabük (2012), Amasya'da haşhaşta uygun ekim sıklığı (m²'de yaklaşık 25 ve 16 bitki), genotip (Zafer Yolu, Tınaz Tepe, Ofis 3 ve Yerel hat) ve azotlu gübre dozunun (0, 6, 12 ve 18 kg/da) belirlenmesi amacıyla yürüttükleri araştırmada, kapsül indeksi 0.9061.361, kapsüldeki tepecik sayısı 12.01-13.15 adet, kapsül verimi 67.22-134.30 kg/da, bitki boyu 107-142 cm, dal sayısı 2.03-2.73 adet, bitki başına kapsül sayısı 2.002-2.708 adet, sap kalınlığı 11.72-16.20 mm, bin dane ağırlığı 0.434-0.451 g, kapsüldeki tohum ağırlığı 4.123-5.654 g, kapsüldeki tohum sayısı 8178-13 967 adet, tohum verimi 76.53-161.11 kg/da, ham protein %15.69-19.12, ham yağ %45.76-53.72, morfin %0.312-0.817, tebain %0.035-0.147, kodein %0-0.078, oripavin %0-0.016, noskapin %0-0.439 ve papaverin oranlarının %0-0.029 arasında değiştiğini belirtmiştir.

İnan (2013), Denizli'de farklı haşhaş çeşitlerinin ortalama çiçeklenme süresi 197-205 gün, fizyolojik olgunlaşma süresi 225-235 gün, bitki boyu 93.23-107.5 cm, kapsül eni 34.3-39.3 mm, kapsül boyu 40.1-46.7 mm, kapsül indeksi %1.03-1.26, bitkideki kapsül sayısı 1.93-2.90 adet, bin tohum ağırlığı 0.52-0.59 g, ham yağ %49.05-51.32, morfin %0.56-0.92, tohum verimi 30.39-48.67 kg/da, kapsül verimi 30.92-56.22

kg/da, yağ verimi 14.96-24.40 kg/da ve morfin verimi 0.21-0.36 kg/da arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kara (2017), Isparta koşullarında yazlık ve kışlık ekilen haşhaş çeşitlerinin yazlık ekimde kapsül ve tohum veriminin sırasıyla birinci yılda 20.4-45.5 kg/da ve 28.6-57.3 kg/da, ikinci yılda 49.7-83.0 kg/da ve 61.4-96.2 kg/da arasında, kışlık ekimde birinci yılda, 41.6-104.3 kg/da ve 52.3-127.6 kg/da, ikinci yılda 46.5-137.5 kg/da ve 59.6-152.0 kg/da arasında değiştiğini, morfin oranının yazlık ekimde %0.45-0.97 kışlık ekimde %0.47-1.00 arasında değiştiğini ve yağ oranı dışında her iki yılda da incelenen tüm özelliklerde sonbahar ekiminde ilkbahar ekiminden daha yüksek değerler elde edildiğini bildirmiştir.

Özgen (2019), kışlık ekilen haşhaşın çıkış süresi 15-19 gün, çiçeklenme süresi 199-207 gün ve olgunlaşma süresi 262-268 gün olduğunu, bitki başına kapsül sayısı 3.3-7.8 adet, kapsül uzunluğu 49-57 mm. kapsül eni 35-43 mm, bitki başına kapsül verimi 2.4-4.6 g, bitki başına tohum verimi 2.7-4.3 g, kapsül verimi 80-146 kg/da, tohum verimi 80-148 kg/da, morfin verimi 0.663-1.546 kg/da, noskapin verimi 0.108-0.645 kg/da ve bin tohum ağırlığı 0.24-0.64 g arasında olduğunu bildirmiştir.

Yazıcı vd. (2020), Tokat-Kazova koşullarında haşhaş çeşitlerinin verim ve alkaloid özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürüttüğü çalışmada; tohum verimi 122.87-199.69 kg da, kapsül verimi 103.45-156.58 kg da, kapsül genişliği 40.52-51.55 mm, kapsül uzunluğu 36.94-47.50 mm, bitki boyu 123.97-130.16 cm, bitki tepelik sayısı 11.00-13.36 adet, bitki kapsül sayısı 2.22-3.97 adet, morfin oranı %0.372-0.793, kodein %0.006-0.092, oripavine %0.00-0.00, tebain %0.000-0.062, papaverine %0.00-0.060 ve noskapin %0.008-0.091 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ayhan (2021), Uşak ekolojik koşullarında kışlık ekilişlere alternatif yazlık ekim zamanının haşhaşın verim ve verim kriterlerine etkisini ve en uygun ekim zamanının belirlenmesi amacıyla 2 yıl süreyle yürüttüğü çalışmada birinci yıl; bitki boyu 34.25-82.70 cm, kapsül eni 15.23-29.97 mm, kapsül boyu 28.93-50.07 mm, morfin oranının %1.17-1.45, dekara kapsül verimi 20.87-105.28 kg/da, dekara tohum verimi 23.00-112.61 kg/da, ikinci yıl ise bitki boyu 33.54-86.20 cm, kapsül eni 15.10-30.80 mm kapsül boyu 28.70-49.30 mm, morfin oranı %1.07-1.29, dekara kapsül verimi

17.55-107.11 kg/da, dekara tohum verimi 19.83-116.78 kg/da arasında bulunmuştur. Çalışmada, bitki boyu, bitki başına kapsül sayısı, kapsül eni, kapsül boyu, tohum verimi ve kapsül verimi yönünden yazlık ekim zamanlarında kışlık ekime göre düşük değerler elde edildiğini, fakat kapsüllerden elde edilen morfin oranı yazlık ekimlerde kışlık ekimlere göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Yazıcı ve Yılmaz (2022), haşhaş çeşitlerinin melezlenmesiyle elde edilen F_1 melezleri ve ebeveynlerinin verim ve verim özelliklerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışma sonucunda, ebeveyn ve F_1 melez kombinasyonların bitki boyu 63.41-110.00 cm, kapsül tepelik sayısı 9.65-12.30 adet, kapsül uzunluğu 26.07-49.83 mm, kapsül genişliği 25.10-46.77 mm, kapsül verimi 1068.7-1583.3 kg/ha ve tohum verimi 1009.0-1615.3 kg/ha olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Deneme alanında 2021 yılında yürütülmüştür. Araştırmada Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından melezleme ıslahı ile 07/04/2005 tarihinde tescil edilen çiçek rengi beyaz ve tohum rengi açık kahverengi olan TMO 1 çeşidi kullanılmıştır.

3.1.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

3.1.1.1. İklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Isparta İli (37°50' K ve 30°32' D) Batı Akdeniz Bölgesinin Göller yöresinde Akdeniz iklimi ve karasal iklimin kesişme noktasında, Batı Geçit Kuşağı'nda yer almakta olup, 1050 metre rakıma sahiptir. Tipik bir karasal iklim hüküm sürmekte, kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır.

Denemenin yürütüldüğü 2021 yılında ortalama sıcaklık 14.7°C olup, uzun yıllar sıcaklık ortalamasından (12.3°C) yüksek olmuştur. Aynı yıla ait toplam yağış miktarı 487.4 mm ile uzun yıllar ortalamasından (568.4 mm) düşük olmuştur (Çizelge 3.1). Deneme alanında haşhaş bitkisinin genel olarak vejetasyon dönemi boyunca özellikle sapa kalkma ve tomurcuklanma dönemlerine rastgelen Nisan ve Mayıs aylarında sıcaklıkların daha yüksek ve yağışın düşük olması bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 3.1. Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri*

İklim Faktörleri	Yıl	Aylar												Ort./Top.
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (°C)	2021	5.2	6.5	6.7	12.7	19.6	19.9	25.9	26.3	20.5	14.8	11.7	6.0	14.7
	Uzun yıllar	1.8	3.0	6.0	10.7	15.5	19.9	23.4	23.3	18.9	13.4	7.9	3.6	12.3
Yağış (mm)	2021	88.3	16.3	45.0	8.0	2.3	144.7	8.4	1.1	13.5	12.8	22.1	124.9	487.4
	Uzun yıllar	81.0	67.0	58.7	51.6	56.4	35.5	15.8	14.1	18.5	38.1	44.6	87.1	568.4

*İklim verileri Isparta meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

3.1.1.2. Toprak özellikleri

Deneme alanı düz bir topoğrafik yapıda, kumlu-tınlı, tuz oranı düşük, hafif alkali, kireç oranı çok yüksek ve organik madde oranı düşük düzeydedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları*

Tekstür	O.M (%)	EC (dS/m)	pH	CaCO ₃ (%)
Kumlu-tınlı	1.68	0.27	8.19	28.14

*Toprak analizi İslab toprak ve bitki analiz laboratuvarında yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve deneme alanında 2021 yılında yazlık olarak yürütülmüştür. Ekim; 5 Mart 2021 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak sıra arası 40 cm olacak şekilde markörle açılan sıralara 1-2 cm derinliğinde elle yapılmıştır. Her parsel 4 sıradan ve 6.4 m² (4m x 1.6 m)'den oluşmuştur.

Deneme alanında, ilkbaharda bitkilerin 5-6 yapraklı olduğu rozet döneminde 15 cm aralık bırakılacak şekilde seyreltme ve çapalama yapılmıştır. Deneme alanında bitkiler 20-25 cm uzunluğa eriştiğinde dönemin kurak geçmesi nedeniyle bir kez sulama, 2 kez çapalama ve boğaz doldurma işlemi yapılmıştır.

Araştırmada TMO 1 haşhaş çeşidine gelişme dönemlerinde yapraktan azot uygulaması yapılmıştır. Araştırmada 10 kg/da azot ve 6 kg/da P₂O₅ uygulanmıştır. Tüm uygulamalarda fosforlu gübrenin tamamı ekimle birlikte, azotlu gübre ise farklı gelişme dönemlerinde yapraktan azotlu gübre suda çözülürülerek sırt pülverizatörü ile parsellere uygulanmıştır. Uygulama şekilleri aşağıdaki verilmiştir.

1. Gübre uygulanmayan kontrol: Gübre uygulaması (sıfır N) yapılmamıştır.
2. Geleneksel üretim: 10 kg N/da (Nitropower %33 N), 6 kg/da saf P₂O₅ hesabıyla topraktan triple super fosfat (TSP) verilmiştir. TSP gübresinin tamamı ekimle

birlikte, azotun ise $\frac{1}{2}$ 'si ekimle birlikte ve kalan yarısı üst gübre olarak rozet yaprak döneminde verilmiştir.

3. Uygulama 1. Azotlu gübrenin $\frac{1}{3}$ 'ü ekimle, $\frac{1}{3}$ 'ü rozet döneminde ve $\frac{1}{3}$ 'ü sapa kalkma döneminde yapraktan uygulanmıştır.

4. Uygulama 2. Azotlu gübrenin $\frac{1}{3}$ 'ü ekimle, $\frac{1}{3}$ 'ü rozet döneminde ve $\frac{1}{3}$ 'ü tomurcuklanma döneminde yapraktan uygulanmıştır.

5. Uygulama 3. Azotlu gübrenin $\frac{1}{3}$ 'ü ekimle, $\frac{1}{3}$ 'ü rozet döneminde ve $\frac{1}{3}$ 'ü çiçeklenme sonrası yapraktan uygulama şeklinde yapılmıştır.

Hasat; 24 Temmuz 2021 tarihinde en alt haşhaş kapsüllerinin sararıp sertleştiği dönemde yapılmıştır. Bitkiyi ana sapa bağlanma noktasından kırmak suretiyle kapsüller toplanmış, dövülerek taneler çıkarılmış ve eleklerden geçirilerek tohum dışı cansız maddelerden temizlenmiştir. Araştırmada, her bir parselin kenar tesiri dışında kalan rastgele seçilmiş 10 adet bitkide hasat öncesi gözlemler ve hasat sonrası yapılan işlemler aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme parseline tohum ekimi ve topraktan azotlu gübre verilmesi



Şekil 3.2. Rozet döneminde haşhaş bitkileri



Şekil 3.3. Çiçeklenme sonrası dönemde yapraktan azotlu gübre uygulaması



Şekil 3.4. Hasat dönemine ait görüntüler

3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler

Araştırmada, aşağıdaki gözlem ve ölçümler yapılmıştır (Karabük, 2012).

- 1. Çiçeklenme ve kapsül olgunlaşma süresi (gün):** Parsellerdeki bitkilerin %50 çiçeklendiği ve fizyolojik olgunlaştığı tarihler ekimden itibaren gün olarak kaydedilmiştir.
- 2. Bitki boyu (cm):** Hasat öncesi parsellerden tesadüfen seçilen 10'ar bitkide kök boğazından ana kapsülün bağlandığı yere kadar olan mesafe metre ile ölçülmüş ve ortalamaları alınarak cm olarak kaydedilmiştir.
- 3. Bitkide kapsül Sayısı (adet):** Bitkilerin olgunlaştığı dönemde parsellerden tesadüfen seçilen 10'ar bitkide kapsüller sayılmış ve ortalaması alınarak kapsül sayısı tespit edilmiştir.
- 4. Kapsül verimi (kg/da):** Hasat sonrasında kapsüllerden haşhaş tohumları elekten geçirilerek ayrılmış ve kapsüller hassas terazide tartılmış ve dekara verimleri hesaplanarak kg olarak ifade edilmiştir.

5. Tohum verimi (kg/da): Deneme parsellerinden hasat edilen kapsüllerin harmanlanmasından sonra tohumlar eleklerle ayrılarak hassas terazide tartılmış, dekara verimleri hesaplanarak kg olarak ifade edilmiştir.

6. 1000 Dane ağırlığı (g): Harmanlama sonrası elde edilen tohumlarda 4 tekerrürlü 100 adet tohum hassas terazide tartılarak ortalaması alınmış ve 10 ile çarpılarak 1000 dane ağırlığı bulunmuştur.

7. Ham yağ oranı (%): Haşhaş tohumlarının sabit yağ oranları *NMR* (nükleer manyetik rezonans-Bruker Minispec mq one) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

8. Alkaloid bileşenleri (%): Toprak Mahsulleri Ofisi Afyon Alkaloidleri Fabrikası İşletme Müdürlüğünde HPCL metodu ile morfin, kodein, oripavin, tebain, papaverin, noskapin oranları tespit edilmiştir.

9- Azot kullanım etkinliği aşağıdaki Denklem (3.1)'e göre hesaplanmıştır (Kacar, 2013).

$$\text{Agronomik etkinlik} = (T_g - T_0) / N_g \quad (3.1)$$

T_g : Azotlu gübre uygulanan parselden alınan tane verimi, kg

T_0 : Azotlu gübre uygulanmayan kontrol parselden alınan tane verimi, kg

N_g : Parsele uygulanan N miktarı, kg

3.2.3. Denemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesi

Tesadüf bloklar deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülen çalışmadan elde edilen ortalamaların karşılaştırılması SAS istatistik paket programından faydalanılarak LSD testine göre yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Çiçeklenme ve Kapsül Olgunlaşma Süresi

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre uygulanan azotun çiçeklenme süresi ve kapsül olgunlaşma süresine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasında çiçeklenme ve olgunlaşma süreleri

Uygulama Dönemleri	Çiçeklenme süresi (gün)	Olgunlaşma süresi (gün)
Gübresiz	93	125
Geleneksel üretim (rozet yapraklılık)	96	129
Sapa kalkma dönemi	97	130
Tomurcuklanma	94	132
Çiçeklenme sonrası	-	130

Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamalarında %50 çiçeklenme süreleri çıkıştan sonra 93-97 gün, fizyolojik olgunlaşma süresi ise 125-132 gün arasında değişmiştir.

4.2. Bitki Boyu

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre uygulanan azotun bitki boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de, bitki boyuna ait ortalama değerler ise Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F değeri	P değeri
Tekerrür	2	8.0692	2.77	0.0726
Gelişme dönemleri	4	19.3946	2.10 ^{ö.d}	0.5510
Hata	8	0.5859	-	-
Genel	14	-	-	-
V.K (%)			1.27	

Varyans analiz sonuçlarına göre, azot uygulama dönemleri arasında istatistiksel olarak fark önemli olmamıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının bitki boyuna etkisi

Uygulama Dönemleri	Bitki Boyu (cm)
Gübresiz	58.90
Geleneksel üretim (rozet yapraklılık)	59.86
Sapa kalkma dönemi	58.82
Tomurcuklanma	59.06
Çiçeklenme sonrası	59.40
LSD değeri	2.097

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında bitki boyu değerleri birbirine yakın değerler göstermiş ve 58.82 ile 59.86 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.3).

4.3. Kapsül Eni

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamasının kapsül enine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'te, kapsül enine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kapsül enine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	7.136	0.82	0.4737
Gelişme dönemleri	4	9.897	1.14 ^{ö.d}	0.4039
Hata	8	8.6868	-	-
Genel	14			
V.K (%)			10.177	

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde uygulanan azotun kapsül enine etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının kapsül enine etkisi

Uygulama Dönemleri	Kapsül eni (mm)
Gübresiz	27.13
Geleneksel üretim	28.73
Sapa kalkma dönemi	32.00
Tomurcuklanma	28.27
Çiçeklenme sonrası	28.67
LSD değeri	8.0747

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında kapsül eni değerleri aynı harf grubunda yer almış, en düşük 27.13 mm ile gübresiz üretimde, en yüksek 32.00 mm ile sapa kalkma döneminde azot uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

4.4. Kapsül Boyu

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamasının kapsül boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da, kapsül boyuna ait ortalama değerler ise Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kapsül boyuna ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	11.5706	1.92	0.2086
Gelişme dönemleri	4	8.2523	1.37 ^{ö.d}	0.3262
Hata	8	6.0298		
Genel	14			
V.K (%)			6.0195	

Haşhaşa kapsül boyuna ilişkin ortalamalar ile yapılan varyans analiz sonuçlarına göre farklı gelişme dönemleri arasında istatistiksel olarak önemli fark çıkmamıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının kapsül boyuna etkisi

Uygulama Dönemleri	Kapsül boyu (mm)
Gübresiz	38.50
Geleneksel üretim	41.86
Sapa kalkma dönemi	42.23
Tomurcuklanma	41.80
Çiçeklenme sonrası	39.56
LSD değeri	6.7274

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında kapsül boyu 38.50 mm ile 42.23 mm arasında değişmiş, en düşük kapsül boyu gübresiz, en yüksek sapa kalkma döneminde azot uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

4.5. Kapsül Sayısı

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamasının kapsül sayısına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de, kapsül sayısına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kapsül sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	0.2846	4.77	0.0433
Gelişme dönemleri	4	0.1376	2.31 ^{6.d}	0.1461
Hata	8	0.0596		
Genel	14			
V.K (%)			11.378	

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşa farklı gelişme dönemleri arasında kapsül sayısı bakımından önemli düzeyde fark bulunmamıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.9. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının kapsül sayısına etkisi

Uygulama Dönemleri	Kapsül sayısı (adet/bitki)
Gübresiz	1.9
Geleneksel üretim	2.1
Sapa kalkma dönemi	2.4
Tomurcuklanma	2.0
Çiçeklenme sonrası	2.3
LSD değeri	0.6692

Haşhaşta azot uygulamalarında gelişme dönemlerine göre kapsül sayısı 1.9 adet/bitki ile en düşük gübresiz, 2.4 adet/bitki ile sapa kalkma döneminde azot uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

4.6. Kapsül Verimi

Haşhaşta gelişme dönemlerinde uygulanan azotun kapsül verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da kapsül verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kapsül verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	10.5774	2.08	0.1872
Uygulama dönemleri	4	222.3110	43.74**	0.0001
Hata	8	5.082		
Genel	14			
V.K (%)			6.3861	

Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde uygulanan azotun kapsül verimine etkisi istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11. Haşhaşta gelişme dönemlerine göre azot uygulamasının kapsül verimine etkisi

Uygulama Dönemleri	Kapsül verimi (kg/da)
Gübresiz	20.54 c
Geleneksel üretim	36.56 b
Sapa kalkma dönemi	38.22 ab
Tomurcuklanma	43.07 a
Çiçeklenme sonrası	38.12 ab
LSD değeri	6.1764

Aynı sütunda benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Haşhaşta farklı gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında en düşük kapsül verimi 20.54 kg/da ile gübresiz uygulamada, en yüksek 43.07 kg/da ile tomurcuklanma döneminde azot uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

4.7. Tohum Verimi

Haşhaşa gelişme dönemlerinde uygulanan azotun tohum verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de, tohum verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tohum verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	6.8138	17.55	0.0012
Gelişme dönemleri	4	135.4272	348.78**	0.0001
Hata	8	0.3882		
Genel	14			
V.K (%)			1.8428	

Haşhaşa tohum verimi ortalamaları ile yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, farklı gelişme dönemlerinde uygulanan azotun tohum verimine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının tohum verimine etkisi

Uygulama Dönemleri	Tohum verimi (kg/da)
Gübresiz	22.31 d
Geleneksel üretim	33.62 c
Sapa kalkma dönemi	36.87 b
Tomurcuklanma	37.24 b
Çiçeklenme sonrası	39.01 a
LSD değeri	1.7072

Aynı sütunda benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında tohum verimi 22.31 kg/da ile 39.01 kg/da arasında değişmiş, en düşük tohum verimi gübresiz parsellerde, en yüksek ise çiçeklenme sonrası dönemde azot uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Azot uygulama dönemleri geciktikçe tohum veriminde artış olduğu tespit edilmiştir.

4.8. Sabit Yağ

Haşhaştta gelişme dönemlerinde uygulanan azotun sabit yağ oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te, sabit yağ oranına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Sabit yağ oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	1.9820	4.63	0.0461
Gelişme dönemleri	4	0.2033	0.48 ^{ö.d}	0.7536
Hata	8	0.4278		
Genel	14			
V.K (%)			1.6071	

Haşhaştta farklı gelişme dönemleri arasında yağ oranı bakımından istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.15. Haşhaştta farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının sabit yağ oranına etkisi

Uygulama Dönemleri	Sabit yağ (%)
Gübresiz	40.46
Geleneksel üretim	41.00
Sapa kalkma dönemi	40.93
Tomurcuklanma	40.43
Çiçeklenme sonrası	40.66
LSD değeri	1.792

Haşhaştta gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında sabit yağ oranları birbirine yakın değerler göstermiş ve %40.43 ile %41.00 arasında değişmiştir (Çizelge 4.15).

4.9. Azot Kullanım Etkinliği

Haşhaştta gelişme dönemlerinde uygulanan azotun azot kullanım etkinliğine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da, azotun azot kullanım etkinliğine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Azot kullanım etkinliğine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	K.O	F	P değeri
Tekerrür	2	0.00817	1.70	0.2594
Gelişme dönemleri	4	0.15209	31.71**	0.0004
Hata	8	0.0047		
Genel	14			
V.K (%)			4.8182	

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşa farklı gelişme dönemleri azot uygulamasında bitkinin azot kullanımına etkisi istatistiksel olarak önemli (%1) olmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.17. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının azot kullanım etkinliğine etkisi

Uygulama Dönemleri	Azot kullanım etkinliği (%)
Geleneksel üretim	1.130 c
Sapa kalkma dönemi	1.456 b
Tomurcuklanma	1.493 ab
Çiçeklenme sonrası	1.670 a
LSD değeri	0.2097

Aynı sütunda benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Haşhaşa gelişme dönemlerine azot uygulamalarında bitkinin azot kullanım etkinliği değerleri %1.130-%1.670 arasında değişmiş ve en düşük geleneksel üretimde (%1.130) ve en yüksek çiçeklenme sonrası dönemde (%1.670) azot uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Azot uygulama dönemleri geciktikçe azot kullanım etkinliği artmıştır.

4.10. Alkaloid İçerikleri

Araştırmada haşhaşın gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında morfin, kodein, tebain, noskapin, oripavin ve papaverin alkaloidlerine etkisine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasında alkaloid içeriği (%)

Uygulamalar	Morfin	Kodein	Oripavin	Tebain	Papaverin	Noskapin
Gübresiz	1.008	0.186	0.027	0.017	0.012	0.165
Geleneksel üretim	1.071	0.223	0.021	0.024	0.010	0.152
Sapa kalkma dönemi	1.049	0.227	0.025	0.020	0.008	0.134
Tomurcuklanma	0.964	0.279	0.026	0.029	0.011	0.174
Çiçeklenme sonrası	0.977	0.205	0.022	0.018	0.007	0.127

Haşhaşa gelişme dönemlerine göre azot uygulamalarında alkaloid içerikleri değişiklik göstermemiş, morfin %0.964-1.071, kodein %0.186-0.279, oripavin %0.021-0.027, tebain %0.017-0.029, papaverin %0.007-0.012, noskapin %0.127-0.174 arasında değişmiştir (Çizelge 4.18). Morfin geleneksel üretim, oripaverin ve papaverin gübresiz, kodein, tebain ve noskapin ise tomurcuklanma döneminde en yüksek değerler göstermiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Haşhaşa (*Papaver somniferum* L.) gelişme dönemlerinde azot uygulamasının verim ve alkaloid içeriğine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül eni, kapsül boyu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmazken, tohum verimi, kapsül verimi, azot kullanım etkinliği arasındaki farklar önemli olmuştur.

Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamalarında %50 çiçeklenme süreleri 93-97 gün, fizyolojik olgunlaşma süreleri 125-132 gün arasında değişmiştir. Kışlık olarak yetiştirilen haşhaşların literatürü incelendiğinde; Gürfidan (2022), çiçeklenme süresini 214-218 gün, fizyolojik olgunlaşma süresini 254-256 gün, İpek (2011) çiçeklenme süresini 206-224 gün, olgunlaşma süresini 237-253 gün, Gümüşçü ve Arslan (1999) çiçeklenme süresini 192-211 gün olduğunu bildirmişlerdir. Yazlıklarda ise Gümüşçü ve Arslan (1999) çiçeklenme süresinin 81-96 gün, Karadavut (1994) çiçeklenme süresini 50-109 gün, olgunlaşma süresini 70-130 gün, Erdurmuş ve Öneş (1990) olgunlaşma süresinin 110-128 gün, Bernath (1998) vejetasyon süresinin 120-160 gün olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada elde ettiğimiz bitki boyu değerlerinin azot uygulama dönemlerine göre istatistiksel olarak fark göstermemiş 58.82-59.86 cm arasında değişmiştir. Haşhaşa optimum azot dozunun ikiye ya da üçe bölünerek verilmesinin bitki boyunu etkilemediği görülmüştür. Üstüner vd. (2008), kolzada farklı gelişme dönemlerinde (rozet, sapa kalkma, çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme sonunda) uygulanan azotlu gübre formlarının bitki boyu bakımından önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Farklı bitkilerde yürütülen çalışmalarda, Güneş (2006) ikinci ürün olarak yetiştirdiği soya da dekara en yüksek verimin ekimde, çiçeklenme başlangıcında ve tam çiçeklenme döneminde olmak üzere 3 farklı zamanda uygulanan 9 kg/da azot dozundan elde ettiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular; Rahimi (2013) (106.11-119.34 cm), İnan (2013) (93.23-107.55 cm), İpek (2011) (92.8-111.3 cm), Alaca (2015) (95.82-100.32 cm), Karadavut ve Arslan (2006) (22.21-99.71 cm)'ın bulgularından düşük olduğu tespit edilmiştir. Haşhaş bitkisinin yıllık yağış ihtiyacı 600-700 mm olup, bu yağışın yaklaşık yarısının çiçeklenme dönemine kadar düşmesi gerekmektedir. Ancak küresel iklim değişikliği sıcaklık ve yağış faktörlerinin değişimine neden olarak bitkinin

morfolojik ve tarımsal özelliklerine etki etmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü bölgede nisan ve mayıs aylarında yağışların mevsim normallerinin altında, sıcaklıkların ise yüksek olması nedeniyle haşhaşın bitki boyları oldukça düşük kalmıştır. Ayrıca yazlık ve kışlık ekimlerde bitki boyunu etkilemektedir. Bu durum, yazlık ekimlerde bitkilerin henüz vejetatif büyüme ve gelişmesini tamamlayamadan yüksek sıcaklıkların etkisi ile generatif gelişmeye teşvik edilmesinden kaynaklanmaktadır (Coşkun, 2014). Yazıcı vd. (2017), yazlık ekimlerde haşhaşın bitki boyunu 45-80, kışlık ekimlerde 90-135 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitki boyu iklim, özellikle yağış ve sıcaklıkla toprak şartlarından etkilenebileceği gibi, yazlık ve kışlık ekime ve çeşide göre de değişebilmektedir (Üstüner vd., 2008).

Araştırmada kapsül sayısı değerlerini azot uygulama dönemleri istatistiksel olarak etkilememiş ve 1.9-2.4 (adet/bitki) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Büyükgöçmen (1994), bitki başına kapsül sayısı 1.3-3.9 adet arasında değiştiğini bildirmiştir. Bhandari vd. (1989), azotlu gübre miktarı 3 kg/da'dan 9 kg/da çıkarıldığında haşhaşın kapsül sayısının yükseldiğini bildirmişlerdir. İpek (2016), bitki başına kapsül sayısı iki yılın ortalaması olarak 2.18-3.88 (adet/bitki) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada elde ettiğimiz kapsül sayısı değerleri İpek (2011), (1.90-2.50 adet), İnan ve Kaynak (2016) (1.93-2.90 adet), Alaca (2015) (1.47-2., 13 adet), Karabük (2012) (2.002-2.708) adet, Rezaei Osalou (2015) (1.47-3.17 adet)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ghiorghita vd. (1990), dal sayısındaki artışın, genellikle sürekli olmamakla beraber kapsül sayısı ile pozitif bir korelasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada elde edilen kapsül eni ve boyunun azot uygulama dönemlerine göre istatistiksel olarak fark göstermediği kapsül eni 27.13-32.00 mm ve kapsül boyu 38.40-42.23 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Savaşlı vd. (2011), azotun verim artırıcı etkisi dallanmada, dolayısıyla birim alandaki kapsül sayısında sağladığı artışla gerçekleştiğini, kapsül iriliklerinin azottan etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yazlık haşhaş ekimlerinde sıcaklığın mevsim ortalamalarına göre daha yüksek seyretmesi ve aniden artması, yağışın az olması nedeni ile kapsüllerin tam gelişmeden olgunlaşmasından dolayı kışlık ekimlere göre kapsül eni ve kapsül boyu daha düşük tespit edilmiştir. Gümüştü (1996), kışlık olarak yetiştirilen haşhaşlarda kapsül eni 31.28-41.95 mm ve kapsül boyu 34.80-41.65 mm, yazlıklarda ise kapsül eni 26.68-

36.22 mm ve kapsül boyu 30.43-39.25 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. İpek (2011), kapsül eni 36.42-46.22 mm, kapsül uzunluğu 41.50-55.54 mm, Rahimi (2013) kapsül eni 42.07-49.10 mm, kapsül uzunluğunu 42.28-50.50 mm arasında değiştiğini, bildirmişlerdir.

Araştırmada elde edilen kapsül ve tohum verimi azot uygulama dönemlerine göre istatistiksel olarak fark göstermiş, sırasıyla 20.54-43.07 kg/da ile 22.31-39.01 kg/da arasında değişmiş ve kapsül verimi en yüksek tomurcuklanma, tohum verimi ise çiçeklenme sonrasında dönemde azot uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmada tüm gelişme dönemlerinde azot uygulamalarının kontrol ve geleneksel uygulamaya göre kapsül ve tohum verimleri daha yüksek elde edilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü yılda bahar ve yaz aylarında sıcaklığın ortalama değerlerden daha yüksek ve özellikle bahar aylarında yağış miktarının düşük olması bitki gelişimini olumsuz etkileyerek kapsül ve tane verimin düşmesine neden olmuştur. Yazık ekimlerin vejetasyon süresinin kısa olması ve gelişme döneminde sıcaklıkların yüksek olması bitkinin neslini devam ettirmek adına kısa sürede olgunlaşma dönemine geçerek hem kısa boylu olmasına hem de dal sayısı, kapsül sayısını, tohum sayısının düşmesine neden olarak verimi etkileyebilmektedir. Azotlu gübreler, büyüme ve gelişmeyi olumlu etkilemektedir. Haşhaş yetiştiriciliğinde azot arzı; miktarı, formu ve uygulama zamanı bakımından belirleyici bir rol oynamaktadır. Haşhaş için optimal azot ihtiyacı çimlenmeden kısa bir süre sonra başlamakta ve üretici organların oluşum aşamasına kadar sürmektedir (Lošák ve Richter, 2004). Morász (1979), haşhaşın gelişim dönemlerini 7'ye ayırdığını, dördüncü dönemin boğum aralarının uzadığı, dallanmanın başladığı, ana eksenindeki çiçeklenmenin bitimine kadar genellikle 21-30 gün kadar süren bir periyodu kapsadığını, sulama ve gübrelemeye en çok ihtiyaç duyulan dönem olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle araştırmada bitkinin ihtiyaç duyduğu tomurcuklanma ve çiçeklenme sonrası dönemde verilen geç azot uygulaması kapsül ve tohum verimini etkilemiştir. Behrens vd. (2001), kolzada sınırlı N koşulları altında geç N uygulamasında, erken uygulamaya kıyasla çiçeklenme başlangıcına kadar sürgün büyümesinin bozulmasına rağmen daha yüksek verimle sonuçlandığını bildirmişlerdir. Üstüner vd. (2008), kolzada uygulama zamanları ve azotlu gübre formlarının incelenen özellikleri önemli şekilde etkilediği, Amonyum sülfat rozet döneminde, üre sapa kalkma döneminde, amonyum nitrat gübresi ise çiçeklenme

başlangıcında uygulandığında en yüksek tane verimi elde edildiğini bildirmişlerdir. Turkhede vd. (1981), azot ve fosforlu gübreleme ile haşhaşın tohum ve kapsül veriminin arttığını, azotlu gübre uygulama zamanı ve şeklinin verimde önemli bir fark meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Camcı (1983), Afyon yöresinde sulanan koşullarda azotlu gübrelemenin haşhaşın kapsül ve tohum veriminde büyük artış sağladığını, kontrol parsellerden 68.6 kg/da olan kapsül verimi, 15 kg N/da gübre uygulandığında 130 kg/da'a yükseldiğini belirtmiştir. Lošák ve Richter (2004), haşhaşta Amonyum nitratı büyüme mevsiminin başında tek doz olarak ya da ikiye bölünmüş doz olarak ikinci uygulamayı çiçeklenme aşamasında yaptıkları araştırmada, artan azot dozu ile bitki başına düşen kapsül sayısı ve hacimlerinin düzensiz bir şekilde arttığını, optimum N dozunun (yani 0.9 g N/saksı) ayrı ayrı uygulanmasının tek doz N ile karşılaştırıldığında tohum verimi üzerinde istatistiksel olarak oldukça anlamlı bir pozitif etki gösterdiğini, %25.6 oranında arttığını bildirmişlerdir. Laughlin ve Chung (1990), optimum nem koşullarında azotun bir kısmının çiçeklenme öncesi uygulamasında tohum verimini %20-40 arttırdığını bildirmişlerdir. Haşhaşta kapsül ve tohum verimi ile ilgili yapılan araştırmalarda, Yazıcı vd. (2020) kapsül verimini 103.45-156.58 kg/ da, tohum verimi 122.87-199.69 kg/da, Rahimi (2013) kapsül verimini 92.69-119.13 kg/da, tohum verimini 108.56-142.24 kg/da, İpek (2011) 108.80-155.00 kg/da, Rezaei (2015) kapsül verimini 62.99-114.5 kg/da, tohum verimini 73.22-142.1 kg/da, Karabük vd. (2020) kapsül verimini 67.22-134.30 kg/da, tohum verimini 76.53-161.11 kg/ da, Gümüşçü (2002) kapsül verimini 45-133 kg/da, tohum verimini 51-151 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Araştırmada elde edilen sabit yağ oranının azot uygulama dönemlerine göre istatistiksel olarak fark göstermemiş %40.43-41.00 arasında değişmiştir. Budzynski (1994), 6 kg N/da (ekimle) + 3 kg N/da (sapa kalkma) uygulaması ile tohum veriminde önemli bir artış sağlamış olmasına rağmen yağ oranına etkili olmadığını belirtmiştir. Üstüner vd. (2008), kolzada tüm azotlu gübre formlarının yağ oranı üzerine en fazla etkili olduğu dönem çiçeklenme sonu olarak bildirmişlerdir. Başalma (1999), kolzada artan azot dozlarıyla yağ oranının azaldığını bildirmiştir. Kızılyıldırım ve Gedik (2021), farklı azot dozu (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 kg/da) uygulamalarının çörek otunun sabit yağ oranına etkisinin istatistiksel bir fark görülmediğini bildirmiştir. Arslan ve Bayraktar (2016), farklı azot seviyelerinin (0, 5, 10, 15 ve 20 kg/da) aspirin yağ oranına etkisini olumlu

yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Altıntaş ve Kara (2021), haşhaşın sabit yağ oranı %42.72-44.41, Satranský vd. (2021) % 34.56-44.76, Rahimi (2011) %35.38 ile 47.95 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Araştırmada farklı dönemlerde azot uygulamasının bitkinin azot kullanımına etkisi istatistiksel olarak önemli olmuş ve %1.130 ile %1.670 arasında değişmiştir. Azot uygulama dönemleri geciktikçe azot kullanım etkinliğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Bu artış çiçeklenme ve tomurcuklanma döneminde yaprakların en iyi geliştiği dönem olması nedeniyle püskürtülen azotun daha etkin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yaprak gübrelerinin etkili olmasında uygulanan besin maddelerinin alınma hızları etkilidir. Bitkilere püskürtülerek uygulanan bitki besin maddelerinin, toprağa verilen besin maddelerinin etkisine göre daha çabuk görülmektedir. Belli bir besin elementinin köklerden yeterli düzeyde alabilen bir bitkinin yapraklarına püskürtülen besin çözeltisinden aynı besin maddesinin absorpsiyonu oldukça düşük seviyelerde meydana gelirken noksan düzeyde olan besin maddesinin yapraklardan absorpsiyonu üst seviyelerde gerçekleşmektedir (Danışman ve Bellitürk, 2006). Evlice vd. (2008), buğdayda azot uygulama zamanı yönünden, ekim zamanı ve sapa kalkma başlangıcının daha kritik öneme sahip olduğu, bu iki dönemi de içine alan uygulama zamanlarının daha fazla tane verimi sağladığını tespit etmişlerdir.

Araştırmada elde edilen alkaloid içerikleri azot uygulama dönemlerine göre değişiklik göstermiş, morfin oranı geleneksel üretim, kodein, tebain ve noskapin tomurcuklanma, oripavin ve papaverin ise gübresiz üretimde en yüksek elde edilmiştir. Azot; protein, amino asit, nükleik asit, klorofil gibi önemli fonksiyonları bulunan organik bileşiklerin yapısına girmektedir. Haşhaş alkaloidlerinin yapısında azotlu bileşikler bulunmaktadır (Tok ve Gowder, 2019) ve bitkide sentezlenmesi kompleks bir yapıda olup, iklim faktörlerinden önemli ölçüde etkilenmekte, gelişme dönemlerine göre alkaloidler birbirine dönüşebilmektedirler (Dittbrenner vd., 2012). Haşhaşta alkaloid sentez yollarında görev alan enzimlerin sadece genlerin kontrolünde değil çevre koşullarından da etkilendiği (Morton, 1977), alkaloid üretiminde kuru madde oranı, alkaloid kalitesi ve seviyesi üzerine ışık, sıcaklık, besin maddesi ve suyun etkili olduğunu, ışığın en fazla alkaloid seviyesini, sıcaklığın en fazla alkaloid kalitesini, suyun ise en fazla kuru madde oranını etkilediği (Bernath ve Tétényi, 1986) bildirilmektedir. Kaicker vd. (1978), Sıcaklık ve bağıl nemin, morfin biyosentezi

sırasında öncüllerin dönüşümünden sorumlu enzimatik olayları etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla haşhaşa alkaloid sentezi bitki genotipi ve çevresel koşullar tarafından etkilenmektedir. Araştırmada tek çeşit kullanılmış olup oluşan uygulamalar arasında alkaloid miktarlarındaki küçük farklılıklar ise bitkinin maruz kaldığı çevresel koşullardan kaynaklı olabilir.

Yadav vd. (2009), azotlu gübre miktarının belirli bir seviyeye kadar (10 kg/da) uygulanması ile haşhaşa morfin içeriğinin yükseldiğini ve daha yüksek azot dozlarında azalttığını bildirmişlerdir. Karabük (2012), haşhaş çeşitlerinde dört azot dozu ve iki ekim sıklığı kullanarak yürüttüğü çalışmada; morfin %0.31-0.81, tebain %0.03-0.14, kodein %0-0.07, oripavin %0-0.01, noskapin %0-0.43 ve papaverin oranları %0-0.02 arasında değiştiğini bildirmiştir. Yazıcı vd. (2017), standart olarak kullanılan çeşitlerin, ortalama morfin oranı %0.53-0.58, kodein %0.02-0.08, oripavin, %0.0005-0.005, tebain %0.006-0.02, noskapin %0.02-0.19, papaverin %0.01-0.09 ve yağ oranları ise %48-49 arasında, genotiplerin ortalama morfin oranı %0.15-0.60, kodein %0.001-0.21, oripavin % 0-0.01, tebain % 0.001-0.08, noskapin %0.005-0.20, papaverin % 0.004-0.21, Gümüşçü vd. (2008) 99 haşhaş hattının kapsüllerinde; morfin (%0.110-1.140), kodein (%0.005- 0.270), tebain (%0.005-0.134), papaverin (%0.001-0.440) ve noskapin (%0.006-0.418) oranlarının belirtilen aralıklarda değişim gösterdiği, ayrıca toplam alkaloid içindeki morfinin (%42.6-87.6), kodeinin (%0.5-25.5), tebainin (%1.9-18.1), papaverinin (%0.3-29.7) ve noskapinin (%1.1-41.2), aralıklarında olduğunu bildirmişlerdir. Yazıcı vd. (2020), kışlık olarak yetiştirdiği haşhaş çeşitlerin, morfin oranı %0.372- 0.793, kodein %0.006-0.092, oripavin %0.00-0.00, tebain %0.000-0.062, papaverin %0.00-0.060 ve noskapin %0.008-0.091 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek için uygulanan gübrelerin miktarı, çeşit ve uygulama zamanları özellikle ekonomik ve çevresel (yağış, sıcaklık) etkiler nedeniyle oldukça önemli hale gelmiştir. Azotlu gübrelerin ekonomik açıdan önemli bir girdi olması ve toprakta hızlı mineralizasyon ve buharlaşma özelliğinden dolayı azot kayıplarını minimuma indirmek ve bitki tarafından kullanımını artırmak için haşhaşın farklı dönemlerinde bölerek uygulanması faydalı olacaktır.

Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde azotlu gübre uygulamasının tohum verimine ve alkaloid oranına etkisi üzerine yürütülen araştırma sonuçlarına göre; bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül eni, kapsül boyu arasındaki farklar önemli olmazken, tohum verimi, kapsül verimi, azot kullanım etkinliği arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmuş ve genel anlamda uygulama zamanı geciktikçe kapsül verimi, tohum verimi ve azot kullanım etkinliğinde artış olduğu tespit edilmiştir. Haşhaşa yapraktan gübrelemede en uygun dönem olarak, kapsül verimi için tomurcuklanma ve tohum verimi için çiçeklenme sonrası dönemde uygulanması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Alaca, F. (2015). *Farklı Haşhaş Tiplerinde Alkaloidler Yönünden Morfolojik ve Ontogenetik Varyabilite*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Altıntaş, H., & Kara, N. (2021). Haşhaşın (*Papaver somniferum* L.) sabit yağ ve alkaloit içeriklerine azotlu gübre formları ve hümik asit uygulamalarının etkisi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 103-107.
- Arslan, Y., & Bayraktar, N. (2016). Farklı azot ve fosfor seviyelerinin Ankara ekolojik koşullarında aspir (*Carthamus tinctorious* L.) bitkisinin yağ oranı ve kompozisyonu üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(03), 65-66.
- Atakışi, K.İ. (1999). *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ayhan, A.E. (2021). *Uşak İli Ekolojik Koşullarında Alternatif Ekim Zamanlarının Haşhaşın (Papaver somniferum L.) Verim ve Verim Kriterlerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Aytekin, M., & Önder, M. (2006). Azot ve fosfor dozlarının haşhaşta (*Papaver somniferum* L.) verim ve bazı verim unsurları ile kalite üzerine etkileri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20(38), 68-75.
- Başalma, D. (1999). Azotlu gübrelemenin kolzanın verim ve verim öğelerine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 8(1-2), 59-67.
- Baytop, T. (1963). *Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri*. İstanbul Üniversitesi Yayın No:1039.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkilerle Tedavi (II. Baskı)*. Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul.
- Behrens, T., Horst, W.J., & Wiesler, F. (2001). Effect of rate, timing and form of nitrogen application on yield formation and nitrogen balance in oilseed rape production. In *Plant Nutrition: Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems Through Basic and Applied Research*. (pp. 800-801)
- Bernath, J. (1998). *Poppy: The Genus Papaver*. CRC Press.
- Bernath, J., & Tétényi, P. (1986). The effect of environmental factors on growth, development and alkaloid production of poppy (*Papaver somniferum* L.). III. Nutrition and Ligth *Acta Agronomica Hungarica*, 35(1-2), 35-39.
- Bhandari, M.M., Sharma, P.P., & Joshi, A. (1989). Effect of plant population and nitrogen fertilization on yield and yield attributes in *Papaver somniferum* Linn. *Comparative Physiology and Ecology*, 14, 96-99.

- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Budzynski, W. (1994). *Effects of Method of Cultivation and Nitrogen Application Yield of Two Poppy Varieties*. Biuletyn Instytutu Hadawii Aklimaty Zacji Raslin.
- Büyüköçmen, R. (1994). *Farklı Yörelere Temin Edilen Yerli ve Yabancı Haşhaş Popülasyonlarının Bazı Bitkisel Özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Camcı, H. (1983). *Başlıca Haşhaş Çeşitlerinin Afyon Yöresindeki Adaptasyonu ile Uygulanan Bazı Değişik Yetiştirme Tekniklerinin Verim ve Kalite Üzerine Etkisi*. (İhtisas Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Coşkun, Y. (2014). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in kışlık ve yazlık ekim olanakları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 462-468.
- Danışman, F., & Bellitürk, K. (2007). Yapraktan beslenme. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 7-12.
- De Datta, S.K., & Buresh, R.J. (1989). Integrated Nitrogen Management in Irrigated Rice. In *Advances in Soil Science*. (pp. 143-169)
- Delogu, G., Cattivelli, L., Pecchioni, N., De Falcis, D., Maggiore, T., & Stanca, A.M. (1998). Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 9(1), 11-20.
- Dittbrenner, A., Mock, H.P., Börner, A., & Lohwasser, U. (2012). Variability of alkaloid content in *Papaver somniferum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82(2), 103-107.
- Erdurmuş, A., & Öneş, Y. (1990). *Haşhaş*. TMO Alkasan Yayınları Mesleki Kitaplar.
- Evlice, A.K., Kara, R., Sezal, M., Dokuyucu, T., & Akkaya, A. (2008). Kahramanmaraş koşullarında azot uygulama zamanlarının ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) fenolojik dönemler, verim ve verim unsurlarına etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2), 1-11.
- Garnett, T., Conn, V., & Kaiser, B.N. (2009). Bitkilerde nitrojen kullanım verimliliğini arttırmaya yönelik kök tabanlı yaklaşımlar. *Bitki, Hücre ve Çevre*, 32 (9), 1272-1283.
- Gaur, B.L., & Rathore, M.S. (1991). Varietal response of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) to nitrogen-fertilization on vertisols. *Indian Journal of Agronomy*, 36(1), 100-101.
- Ghiorghiță, G., Niculiță, C., & Balint, S.V. (1990). Influence of self-pollination and of the branching degree on some morpho-physiological indices in opium poppy

(*Papaver somniferum* L.). *Revue Roumaine de Biologie. Serie de Biologie Vegetale*, 35(1), 67-74.

Gümüşçü, A. (1996). *Seçilmiş Bazı Haşhaş (Papaver somniferum L.) Çeşit ve Hatlarının Verim Öğelerinin Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Gümüşçü, A. (2002). *Seçilmiş Haşhaş (Papaver somniferum L.) Hatlarının Melezlerinde Verim ve Bazı Özelliklerinde Heterosis Üzerine Araştırmalar*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Gümüşçü, A. (2008). Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) melez hatlarının verim ve verim öğelerinde heterosis üzerine araştırmalar. *Journal of Agricultural Sciences*, 14(04), 365-373. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001053

Gümüşçü, A., & Arslan, N. (1999). Comparing yield and yield components of some selected poppy (*Papaver somniferum* L.) lines. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(10), 991-998.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.

Güneş, A. (2006). *İkinci Ürün Soya (Glycine max (L.) merrill) Tarımında Farklı Azot Doz ve Uygulama Zamanlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Gürfidan, B. (2022). *Haşhaş (Papaver somniferum L.)'In Farklı Gelişme Dönemlerinde Salisilik Asit Uygulamasının Verim ve Alkaloid İçeriğine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)

İnan, Ş. (2013). *Haşhaşta (Papaver somniferum L.) Bazı Tarımsal Özellikler ile Yağ ve Morfin Miktarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

İnan, Ş., & Kaynak, M.A. (2016). Haşhaşta (*Papaver somniferum* L.) bazı tarımsal özellikler ile yağ ve morfin miktarının belirlenmesi. *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*, 13(1), 121-125. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.278384>

İpek, G. (2011). *Seçilmiş Yüksek Morfinli Haşhaş (Papaver somniferum L.) Hatlarının Bazı Bitkisel ve Tarımsal Özellikleri üzerine Araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

İpek, G. (2016). *Noskapin ve Morfin Oranları Yüksek Melez Haşhaş (Papaver somniferum L.) Hatlarının Bazı Tarımsal ve Bitkisel Özellikleri*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Kacar, B. (2013). *Temel Gübre Bilgisi*. Nobel Yayıncılık.

- Kahraman, M. (2011). *Türkiye’de Haşhaşa Uygulanan Politikalar ve Haşhaşın Türkiye İçin Önemi*. (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kaicker, U.S., Saini, H.C., Singh, H.P., & Choudhury, B. (1978). Environmental effects on morphine content in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Bulletin on Narcotics*, 30(3), 69-74.
- Kanampiu, F.K., Raun, W.R., & Johnson, G.V. (1997). Effect of nitrogen rate on plant nitrogen loss in winter wheat varieties. *Journal of Plant Nutrition*, 20(2-3), 389-404. <https://doi.org/10.1080/01904169709365259>
- Kara, B. (2010). Isparta ekolojik koşullarında geç sezon azot uygulamalarının buğdayda tane verimi, azot kullanım etkinliği ve protein içeriğine etkisi. *Türk Tarla Bitkileri Dergisi*, 15(1), 1-6.
- Kara, N. (2017). The effects of autumn and spring sowing on yield, oil and morphine contents in the Turkish poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1), 39-46. <https://doi.org/10.17557/tjfc.301829>
- Karabük, B. (2012). *Haşhaş (Papaver somniferum L.) Genotiplerinde Ekim Sıklığı ile Azotlu Gübrelemenin Tarımsal ve Kalite Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karabük, B., Kevseroğlu, K., & Demir, Z. (2020). Effects of nitrogen fertilization and plant density on leaf mineral element contents, capsule yield, seed yield and morphine ratio of poppy (*Papaver somniferum* L.) genotypes. *Toprak Su Dergisi*, 9(1), 11-24. <https://doi.org/10.21657/topraksu.595974>
- Karadavut, U. (1994). *Yabancı Kökenli Haşhaş (Papaver somniferum L.). Çeşit ve Populasyonlarının Bazı Bitkisel Özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karadavut, U., & Arslan, N. (2006). Yabancı kökenli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve populasyonlarının bazı bitkisel özellikleri. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 1-5.
- Karşahin, M. (2014). Bitkisel üretimde azot alım etkinliği ve reaktif azotun çevre üzerine olumsuz etkileri. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 2(3), 15-21.
- Katar, D. (1997). *Azotlu Gübre Verme Zamanı ve Miktarının Haşhaşın Verim ve Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Khadem, S., & Marles, R.J. (2011). Chromone and flavonoid alkaloids: Occurrence and bioactivity. *Molecules*, 17(1), 191-206 <https://doi.org/10.3390/molecules17010191>

- Kızılyıldırım, H., & Gedik, O. (2021). Kahramanmaraş koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının çörek otunun (*Nigella sativa*) verim ve kalitesine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3), 355-364.
- Koç, H., Camcı, H., Kadiroğlu, A., & Gür, K. (2006). Seçilmiş bazı haşhaş kütüphaneleri morfin oranlarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 31-35.
- Laughlin, J.C., & Chung, B. (1990). Nitrogen and irrigation effects on the yield of poppies (*Papaver somniferum* L.). *Acta Horticulturae*, 306, 466-473. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1992.306.63>
- Losak, T., & Palenicek, L. (2005). Using nitrogen and sulphur for the poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. *Rośliny Oleiste-Oilseed Crops*, 26(1), 261-267.
- Lošák, T., & Richter, R. (2004). Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. *Plant Soil Environment*, 50(11), 484-488.
- Melaj, M.A., Echeverría, H.E., López, S.C., Studdert, G., Andrade, F., & Bárbaro, N.O. (2003). Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agronomy Journal*, 95(6), 1525-1531. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1525>
- Moll, R.H., Kamprath, E.J., & Jackson, W.A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization 1. *Agronomy Journal*, 74(3), 562-564. <https://doi.org/10.2134/agronj1982.00021962007400030037x>
- Morász, S. (1979). *A Mák Termesztése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Morton, J.F. (1977). *Major Medicinal Plants*. Charles C Thomas Pub Ltd.
- Müftüoğlu, N.M., & Demirel, T. (1998). Toprakta azot bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 175-185.
- Özgen, Y. (2019). *Morfin ve Noskapin Tipi Haşhaş (Papaver Somniferum L.) Melezlerinin F4 ve F5 Kademelerinde Verim ve Bazı Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Rahimi, A. (2013). *Düşük morfinli haşhaş (Papaver somniferum L.) Hatlarının Bazı Bitkisel ve Tarımsal Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Rahimi, A., Kırılan, M., Arslan, N., Bayrak, A., & Doğramacı, S. (2011). Variation in fatty acid composition of registered poppy (*Papaver somniferum* L.) seed in Turkey. *Akademik Gıda*, 9(3), 22-25.
- Recous, S., & Machet, J.M. (1999). Short-term immobilisation and crop uptake of fertiliser nitrogen applied to winter wheat: effect of date of application in

- Recous, S., Loiseau, P., Machet, J.M., & Mary, B. (1997). Transformations et devenir de l'azote de l'engrais sous cultures annuelles et sous prairies. In *Colloques-Inra*. (pp. 105-120)
- Rezaei, O.A. (2015). *Tescilli Haşhaş (Papaver somniferum L.) Çeşitlerinin Tarımsal Değerlerinin Karşılaştırılması*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Sariyar, G. (2002). Biodiversity in the alkaloids of Turkish papaver species. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4), 557-574. <https://doi.org/10.1351/pac200274040557>
- Satranský, M., Fraňková, A., Kuchtová, P., Pazderů, K., & Capouchova, I. (2021). Seçilmiş haşhaş (*Papaver somniferum* L.) yerel çeşitlerinin ve modern çeşitlerin yağ içeriği ve yağ asidi profili. *Bitki, Toprak ve Çevre*, 67(10), 579-587.
- Savaşlı, E., Çekiç, C., Önder, O., Dayıoğlu, R., Camcı, H., Koşar, F.Ç., Balcı, A., & Kalaycı, M. (2011). Azotlu Gübrelemenin Haşhaş Tohum, Kapsül ve Morfin Oranları Üzerine Etkisi. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı*. 27-30 Nisan, Eskişehir, 1-11.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., & Leblebici, E. (1995). *Tohumlu Bitkiler Sistematiği*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi.
- Stranska, I., Skalicky, M., Novak, J., Matyasova, E., & Hejnak, V. (2013). Analysis of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars: Pharmaceutically important alkaloids. *Industrial Crops and Products*, 41, 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.04.018>
- Strong, W.M. (1995). Nitrogen fertilization of upland crops. In *Nitrogen Fertilization in the Environment*. (pp. 129-169)
- Şahan, M. (2018). *Haşhaş (Papaver somniferum L.) Tohumundan lipaz Enziminin Saflaştırılması ve Karakterizasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Takahashi, S., Anwar, M.R., & de Vera, S.G. (2007). Effects of compost and nitrogen fertilizer on wheat nitrogen use in Japanese soils. *Agronomy Journal*, 99(4), 1151-1157. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0064>
- Tok, T.T., & Gowder, S.J. (2019). Structural and pharmacological properties of alkaloids with special reference to thebaine type alkaloids. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 17(3), 12767-12780.
- Turkhede, B.B., Mathur, V.S., & Ram, S. (1981). Effects of rates, timing and methods of nitrogen application opium seed yield and quality of opium poppy. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 51(2), 102-107.

- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504> (Son erişim tarihi: 10 Ocak 2023)
- Üstüner, N., Kolsarıcı, Ö., & Kaya, M. (2008). Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan azotlu gübre formlarının kışlık kolza (*Brassica napus ssp. Oleifera* L.)'nın verim ve verim öğelerinin etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2), 1-6.
- Yadav, R.L., Mohan, R., Singh, R., & Verma, R.K. (2009). The effect of application of nitrogen fertilizer on the growth of opium poppy in north central India. *The Journal of Agricultural Science*, 102(2), 361-366. <https://www.doi.org/10.1017/S0021859600042684>.
- Yazıcı, L., & Yılmaz, G. (2022) Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve F₁ melezlerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 990-995. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1166303>
- Yazıcı, L., Yılmaz, G., & Gökalp, S. (2017). Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve genotiplerinin alkaloid ve yağ oranlarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 313-317. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349273>
- Yazıcı, L., Yılmaz, G., Özyılmaz, B., & Gökalp, S. (2020). Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin Tokat koşullarında verim ve alkaloid özelliklerinin belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 4(3), 693-703.
- Zulak, K.G., Liscombe, D.K., Ashihara, H., & Facchini, P.J. (2006). Alkaloids. In *Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet*. (pp. 102-136)

ÖZGEÇMİŞ

