

T.C.  
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)'İN FARKLI GELİŞME  
DÖNEMLERİNDE SALİSİLİK ASİT UYGULAMASININ VERİM  
VE ALKALOİD İÇERİĞİNE ETKİSİ

Buket GÜRFİDAN

Danışman  
Prof. Dr. Nimet KARA

ISPARTA - 2022



© 2022 [Buket GÜRFİDAN]

## 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 .....                                          | 6     |
| 2.1. Haşhaş İle İlgili Kaynak Özetleri .....                      | 6     |
| 2.2. Salisilik Asit Uygulamaları İle İlgili Kaynak Özetleri ..... | 8     |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                       | 12    |
| 3.1. Materyal .....                                               | 12    |
| 3.1.1. Araştırma yerinin iklim özellikleri .....                  | 12    |
| 3.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri .....                 | 12    |
| 3.2. Yöntem .....                                                 | 13    |
| 3.2.1. Araştırmanın kurulması ve yürütülmesi .....                | 13    |
| 3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler .....                     | 14    |
| 3.2.3. Denemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesi .....    | 15    |
| 4. BULGULAR .....                                                 | 16    |
| 4.1. Kapsül Olgunlaşma Süresi .....                               | 16    |
| 4.2. Bitki Boyu .....                                             | 16    |
| 4.3. Kapsül Eni (mm) .....                                        | 17    |
| 4.4. Kapsül Boyu (mm) .....                                       | 18    |
| 4.5. Kapsül Sayısı (adet/bitki) .....                             | 19    |
| 4.6. Bin Dane Ağırlığı (g) .....                                  | 20    |
| 4.7. Kapsül Verimi (kg/da) .....                                  | 21    |
| 4.8. Tohum Verimi (kg/da) .....                                   | 22    |
| 4.9. Yağ Oranı (%) .....                                          | 23    |
| 4.10. Alkaloid İçerikleri .....                                   | 24    |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....                                        | 26    |
| KAYNAKLAR .....                                                   | 31    |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                    | 37    |

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.)'İN FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİNDE SALİSİLİK ASİT UYGUAMASININ VERİM VE ALKALOİD İÇERİĞİNE ETKİSİ

Buket GÜRFİDAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nimet KARA

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.); tohum, yağ ve kapsüllerinden faydalanan önemli bir bitkidir. Haşhaşta tohum verimi ve alkaloid içeriği çevre faktörlerine, çeşide ve agronomik uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Bu araştırma, haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının verim ve alkaloid içeriğine etkisini araştırmak amacıyla, Isparta koşullarında 2019-20 vejetasyon döneminde Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada, TMO2 haşhaş çeşidinde rozet, sapa kalkma, tomurcuklanma, rozet+sapa kalkma, rozet+sapa kalkma+tomurcuklanma ve sapa kalkma+tomurcuklanma dönemlerinde 100 ppm'lik salisilik asit uygulanmıştır.

Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında bitki boyu ve kapsül sayısı arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmazken, kapsül eni, kapsül boyu ve yağ oranı rozet yaprak+sapa kalkma döneminde, kapsül verimi, 1000 dane ağırlığı ve tohum verimi tomurcuklanma döneminde daha yüksek olmuştur. Alkaloid içeriği bakımından morfin, kodein, oripavin, tebain ve noskapin rozet, papaverin ise rozet+sapa kalkma+tomurcuklanma döneminde daha yüksek tespit edilmiştir. Araştırmada, bitki boyu 118.0-122.7 cm, kapsül eni 42.9-45.8 mm, kapsül boyu 38.2-41.0 mm, kapsül sayısı 4.2-6.0 adet/bitki, 1000 dane ağırlığı 0.37-0.44 g, kapsül verimi 90.57-118.0 kg/da, tohum verimi 117.0-144.7 kg/da, yağ oranı %38.20-40.51, morfin %0.450-0.535, kodein % 0.53-0.75, tebain %0.006-0.025, noskapin %0.059 -0.109, oripavin %0.003-0.01 ve papaverin %0.007-0.004 arasında değişmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Haşhaş, Büyüme ve gelişme, Salisilik asit, Alkaloid

2022, 37 sayfa

## **ABSTRACT**

### **Master's Thesis**

## **THE EFFECT OF SALICYLIC ACID APPLICATION ON THE YIELD AND ALKALOID CONTENT OF POPPY (*Papaver somniferum* L.) IN DIFFERENT DEVELOPMENT PERIODS**

**Buket GÜRFİDAN**

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

**Supervisor: Prof. Dr. Nimet KARA**

Poppy (*Papaver somniferum* L.) has a strategic importance for Turkey and is an important plant that benefits from its seeds, oil and capsules. Seed yield and morphine content in poppy vary depending on environmental factors, variety and agronomic practices. This research was carried out with 3 replications in random blocks trial design in 2019-20 vegetation period in Isparta conditions in order to investigate the effect of salicylic acid application on yield and morphine ratio in different growth periods of poppy. In the study, 100 ppm salicylic acid was applied during rosette, stem elongation, budding, rosette + stem elongation, rosette + stem elongation + budding, stem elongation + budding periods in TMO2 poppy variety.

While the differences between plant height and capsule number at salicylic acid applications in different development stages of poppy were not statistically significant, capsule width, capsule length and oil ratio were higher rosette leaf + stem elongation period, capsule yield, 1000 grain weight and seed yield in budding period. In terms of alkaloid content, morphine, codeine, oripavine, thebaine and noscapine were found to be higher in rosette and papaverine in rosette + stem elongation + budding. In the research, plant height 118.0-122.7 cm, capsule width 42.9-45.8 mm, capsule length 38.2-41.0 mm, capsule number 4.2-6.0 pieces/plant, 1000 grain weight 0.37-0.44 g, capsule yield 90.57-118.0 kg da<sup>-1</sup>, seed yield 117.0-144.7 kg da<sup>-1</sup>, oil rate 38.20-40.51%, morphine 0.50-0.535%, codeine 0.53-0.75%, thebaine 0.006%-0.025%, noscapine 0.059-0.109%, oripavine 0.003-0.01% and papaverine 0.004-0.007% were between varied.

**Key Words:** Poppy, Growth and development, Salicylic acid, Alkaloid

**2022, 37 pages**

## **TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarımın her aşamasında vermiş olduğu destekten dolayı başta danışmanım Prof. Dr. Nimet KARA'ya, çalışmalarım esnasında manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme ve tohumluk temini ve alkaloid analizlerini yapan Afyonkarahisar Bolvadin Alkaloid fabrikasına teşekkür ederim.

**Buket GÜRFİDAN**  
ISPARTA, 2022



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                 | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1.1. Salisilik asidin açık formülü .....                  | 4     |
| Şekil 1.2. İzokorizmat ve fenilalanin yolundan SA sentezi ..... | 5     |
| Şekil 3.1. Denemeye ait resimler .....                          | 14    |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                  | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 3.1. Haşhaşın gelişme periyodunda sıcaklık ve yağış değerleri.....                                                       | 12    |
| Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri .....                                                                      | 13    |
| Çizelge 4.1. Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında çiçeklenme ve olgunlaşma süreleri ..... | 16    |
| Çizelge 4.2. Bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları .....                                                                     | 16    |
| Çizelge 4.3. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının bitki boyuna etkisi.....                | 17    |
| Çizelge 4.4. Kapsül enine ait varyans analiz sonuçları.....                                                                      | 17    |
| Çizelge 4.5. Haşhaşta salisilik asit uygulamasının kapsül enine etkisi.....                                                      | 18    |
| Çizelge 4.6. Kapsül boyuna ait varyans analiz sonuçları.....                                                                     | 18    |
| Çizelge 4.7. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül boyuna etkisi .....              | 19    |
| Çizelge 4.8. Kapsül sayısına ait varyans analiz sonuçları.....                                                                   | 19    |
| Çizelge 4.9. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül sayısına etkisi .....            | 20    |
| Çizelge 4.10. Bin dane ağırlığına ait varyans analiz sonuçları .....                                                             | 20    |
| Çizelge 4.11. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının bin dane ağırlığına etkisi .....       | 21    |
| Çizelge 4.12. Kapsül verimine ait varyans analiz sonuçları .....                                                                 | 21    |
| Çizelge 4.13. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül verimine etkisi.....            | 22    |
| Çizelge 4.14. Tohum verimine ait varyans analiz sonuçları .....                                                                  | 22    |
| Çizelge 4.15. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının tohum verimine etkisi.....             | 23    |
| Çizelge 4.16. Yağ oranına ait varyans analiz sonuçları .....                                                                     | 23    |
| Çizelge 4.17. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının yağ oranına etkisi.....                | 24    |
| Çizelge 4.18. Haşhaşta farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının bazı alkaloid içeriklerine etkisi .....          | 24    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                               |                                          |
|-------------------------------|------------------------------------------|
| CaCO <sub>3</sub>             | Kalsiyum karbonat                        |
| cm                            | Santimetre                               |
| da                            | Dekar                                    |
| DAP                           | Diamonyum fosfat                         |
| EC                            | Suda çözünen toplam tuzlar               |
| g                             | Gram                                     |
| GC/MS                         | Gas kromatografisi/mass spectrometry     |
| HPLC                          | Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi      |
| ISUBÜ                         | Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi |
| kg                            | Kilogram                                 |
| KO                            | Kareler ortalaması                       |
| KT                            | Kareler toplamı                          |
| L                             | Litre                                    |
| LSD                           | En küçük önemli fark                     |
| m                             | Metre                                    |
| m <sup>2</sup>                | Metrekare                                |
| mg                            | Miligram                                 |
| ml                            | Mililitre                                |
| mm                            | Milimetre                                |
| mM                            | Milimolar                                |
| NaCl                          | Sodyum klorür                            |
| nM                            | Nanomolar                                |
| O.M                           | Organik madde                            |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Difosfor penta oksit                     |
| pH                            | Toprak reaksiyonu                        |
| ppm                           | Milyonda bir                             |
| SA                            | Salisilik asit                           |
| SD                            | Serbestlik derecesi                      |
| SDÜ                           | Süleyman Demirel Üniversitesi            |
| TMO                           | Toprak Mahsülleri Ofisi                  |
| vd.                           | Ve diğerleri                             |
| VK                            | Varyasyon katsayısı                      |
| %                             | Yüzde                                    |
| °C                            | Santigrat derece                         |

## 1. GİRİŞ

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.), *Papaveraceae* (Haşhaşgiller) familyasının *Papaver* (Gelincik) cinsine ait ( $2n=22$ ) (Stranska vd., 2013) olup, tohumlarından yağ, kapsülünden morfin ve diğer alkaloidler elde edilen önemli bir tıbbi bitkidir. *Somniferum* tür adı Latincedeki somnus “uyku” ve ferre “getiren” kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır (Charles, 2013). *Papaveraceae* familyasında 28 cins ve yaklaşık 250 kadar tür vardır. Türkiye’de ise 7 cinsi bulunmaktadır (Davis vd., 1988). Dünyada *Papaver* cinsine ait yaklaşık 100 takson bulunurken, ülkemizde 15’i endemik olmak üzere 51 taksona sahiptir (Stranska vd., 2013).

Haşhaşın tohum, yağ ve kapsülünden faydalanılmaktadır. Haşhaş tohumları pasta süslemelerinde veya kavrulup, ezilerek çöreklerde kullanılmaktadır. Tohumlarından %40-50 oranında yağ elde edilmekte (Küçük, 1996) ve ortalama %11.0 palmitik, %0.4 palmitoleik, %1.9 stearik, %15.0 oleik, %71.3 linoleik ve %0.6 linolenik yağ asitleri içermektedir (Atakişi, 1999). Tohumlarındaki yağ yemeklik olarak kullanıldığı gibi, yarı kuruma özelliğinden dolayı boyacılıkta, sabun sanayinde ve endüstrinin diğer kollarında da kullanılmaktadır (İpek, 2011). Haşhaş tohumlarının yağı alındıktan sonra kalan küspesi de değerli bir hayvan yemi olup, %36 ham protein, %12 civarında da ham yağ içermektedir (Erdurmuş ve Öneş, 1990). Kapsülündeki morfin ve diğer alkaloidler tıp ve eczacılık gibi sektörlerde stratejik öneme sahip maddelerdendir (Özgen, 2019). Haşhaş kapsüllerindeki 30 farklı alkaloidten yarı sentetik aktif ilaçlar üretmek için morfin, kodein, tebain, noskapin ve papaverin kullanılmaktadır (Skalicky vd., 2014). Bunlardan morfin, kodein ve tebain uyuşturucu özellikte olmasına rağmen noskapin ve papaverin uyuşturucu özellik taşımamaktadır. Bundan dolayı diş ve kas ağrıları, çocukların rahat uyuması için özel şurup yapımında kullanılmaktadır (Schivelbusch, 2012).

Haşhaş çok eski bir kültür bitkisi olup, anavatanı Doğu Akdeniz’dir. Çok eskiden beri Hindistan ve Anadolu’da tarımı yapılan haşhaş, geniş bir coğrafi alanda kültüre alınmıştır (Davis vd., 1988). Haşhaş, Birleşmiş Milletler Teşkilatı denetiminde yasal olarak sadece Türkiye, Macaristan, Çekya, İspanya, Fransa, Hindistan, Çin ve Avusturalya’da üretilmektedir. Sayılan ülkeler arasında Türkiye dünyanın en önemli

haşhaş üreticisi ve morfin tedarikçisi konumundadır (Yasal haşhaş ekim alanlarının yaklaşık %50'sini ve yasal morfin üretiminin yaklaşık %25'ini karşılamaktadır).

Türkiye'de haşhaş tarımı 1933'ten itibaren devlet kuruluşu olan Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO)'nin kontrolü altında izne bağlı olarak yapılmaktadır. Ülkemizde haşhaş ekimi ve çizilmemiş kapsül üretimi Kütahya, Afyon, Burdur, Isparta, Balıkesir, Konya, Amasya, Çorum, Tokat, Manisa, Uşak, Denizli ve Eskişehir olmak üzere 13 ilde (Karabük, 2012), TMO Genel Müdürlüğü'nce yapılan planlama çerçevesinde Birleşmiş Milletler Teşkilatınca 700 000 dekar alanda yaptırılmaktadır. Haşhaşın Dünya'da 87 642 ha, ülkemizde 56 511 ha alanda üretimi yapılmaktadır (TMO, 2019). Türkiye'nin ortalama haşhaş kapsül verimi 60 kg/da, tohum verimi 50 kg/da, tohumda sabit yağ oranı %50, kapsülde morfin oranı %0.75'dir (Baydar ve Kara, 2021). Farklı coğrafi şartlarda yetiştirmeye ve çeşide bağlı olarak bu oran değişmektedir.

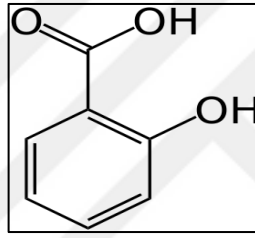
Ülkemizde hem haşhaş ürününü değerlendirmek hem de piyasanın yasal alkaloid gereksinimini karşılamak amacıyla kurulmuş olan Afyon Alkaloidleri Fabrikasında 25 000 ton/yıl kapasiteli çizilmemiş kuru haşhaş kapsülünün morfin oranına bağlı olmakla birlikte yılda 80-100 ton civarında morfin üretimi gerçekleştirilmektedir. Dünyada haşhaş kökenli tıbbi ve bilimsel amaçlı uyuşturucu madde tüketimi yılda yaklaşık 350 ton civarında olup, ülkemiz dünya morfin ihtiyacının yaklaşık %25'ini karşılayabilecek düzeydedir (TMO, 2019). Morfin ve türevlerinin %5'i yurt içinde ilaç endüstrisi, %95'i tıbbi amaçlı olarak %85'i ABD'ye, kalan kısmı da Asya, Avrupa ve Afrika ülkelerine ihraç edilmektedir. Türkiye ise pazar payının yaklaşık %20'sine sahiptir (Anonim, 2015).

Haşhaş tek yıllık, kazık köklü, ortalama 80-100 cm boylanan, iri ve kenarı dişli yapraklara sahiptir. Gövdesi çoğunlukla 4-5 dallı olup, her dal 2 çanak ve 4 taç yapraktan oluşan bir çiçek ile son bulmaktadır. Çiçek sapı bazı genotiplerde tüylü bazılarında tüsüzdür (Aytekin ve Önder, 2006). Beyaz ve sarı tohumlu haşhaş çeşitleri beyaz çiçek açarken, gri mavi, çiğ kahve, pembe tohum renkli çeşitleri ise mor (viyole) nadiren kırmızı çiçek açmaktadır (İlisulu, 1973).

Yetiştirme süresinde toplam sıcaklık isteği 2 300-2 700°C'dir. Haşhaş bitkisinin yıllık ortalama 600-700 mm yağış ihtiyacı olup, özellikle yetiştirme döneminden çiçeklenme dönemine kadar 300-400 mm'lik yağış düşmesi gerekmektedir (Arslan vd., 2000). Haşhaşta vejetasyon dönemi 6 evreden oluşmaktadır. 1. Dormant veya embriyo evresi, 2. Çimlenme evresi, 3. Rozet evresi, 4. Sapa kalkma evresi, 5. Çiçeklenme evresi, 6. Kapsül, tohum oluşumu ve olgunlaşma evresidir (Rezaei, 2015). Haşhaşta ekolojik hava koşulları ve gübreleme, ekim ve seyreltme zamanı gibi kültürel uygulamalar rozet dönemin uzunluğuna etki etmektedir. Ekimin gecikmesi, rozet yapraklılık dönemini kısılmasına ve kapsüllerin gelişimini olumsuz etkileyerek verimde azalmalara neden olmaktadır (Rezaei, 2015). Haşhaş genellikle kuru tarım alanlarında yetiştirilen bir bitki olduğu için sonbahar yağışlarının geciktiği yıllarda ekim gecikebilmekte ve bu da verimi etkilemektedir. Özellikle tarımsal ürünlerin kritik dönemlerinde meydana gelen yağış düzensizliği ve kuraklık dane veriminde önemli kayıplara yol açmaktadır. Çiçeklenmeden sonra yağın yağmurlar ise döllenmede aksaklıklara sebep olduğu için tohum verimini düşürür ve vejetasyon süresince havanın kapalı geçmesi yüksek rutubetin oluşmasıyla birlikte hastalıkların özellikle de mildiyö (*Peronospora arborescens*)'nün yayılmasına neden olur (Anonim, 2015). Kuraklığın ve yağış düzensizliğinin bu gibi olumsuz etkilerine karşı bitki gelişimini teşvik edecek büyüme düzenleyicisi uygulamaları verim ve kalite açısından etkili olabilmektedir. Bitki büyüme düzenleyicileri, bitkinin kalitesi ve verimini arttırdığından tercih edilmektedir. Tarımsal üretimde istenen verim ve kalitenin ortaya çıkmasında; büyüme düzenleyicilerinin seçimi, uygun konsantrasyonun belirlenmesi ve uygulama dönemi etkili olmaktadır. Salisilik asit, bitkilerde birçok metabolik ve fizyolojik olayları ve dolayısıyla bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen içsel bir bitki büyüme düzenleyicisidir (Hayat vd., 2010).

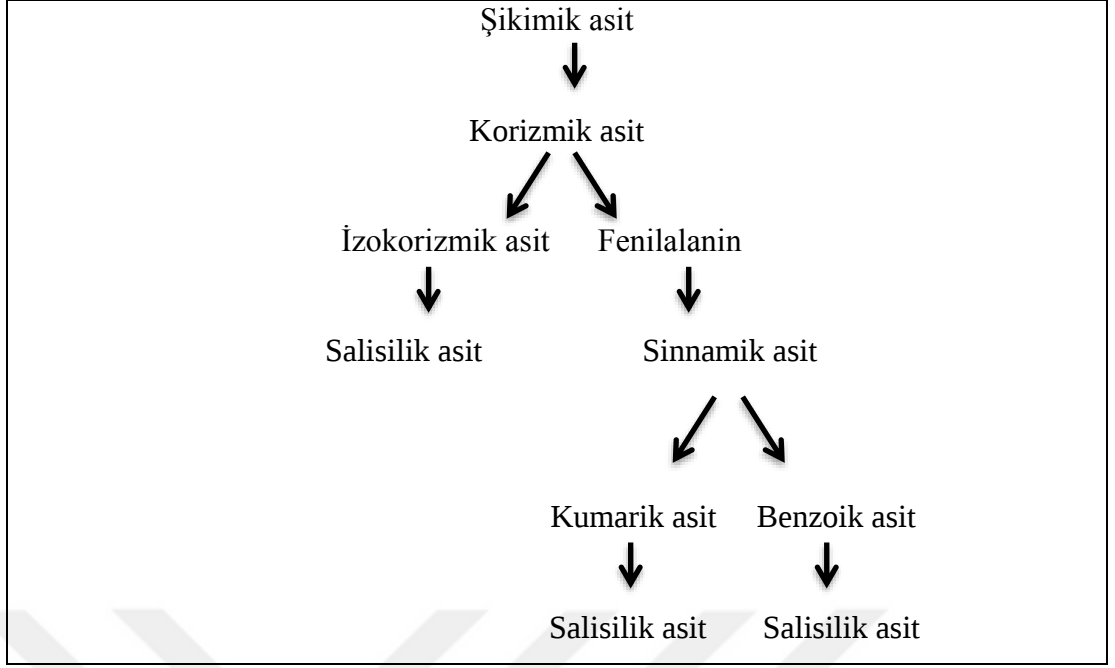
Latince *Salix* (söğüt) sözcüğünden gelen salisilik asidin ( $C_7H_6O_3$ ) adı ilk 1838 yılında Raffaele Piria isimli araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Sentetik salisilik asidin ilk ticari üretimi 1874 yılında Almanya'da yapılmıştır. Bitki biyolojisinde kullanımı ise son 30-40 yıl içerisinde yapılan araştırmalar sonucunda başlamıştır (Kleier, 1988). Salisilik asit (SA), genellikle bir hidroksil grubu ya da onun fonksiyonel türevini taşıyan, aromatik bir halkaya sahip bitki fenoliklerinin bir grubudur (Harborne, 1980). Salisilik asidin açık formülü Şekil 1.1'de, sentez yolu Şekil 1.2'de verilmiştir. SA bir sinyal molekülü ve sekonder metabolit sentezini

tetiklemektedir (Dursun, 2012). Son yıllarda bitkilerde salisilik asidin biyolojisi ile ilgili yapılan çalışmaların sonucunda, salisilik asidin diğer birçok fenolik bileşik gibi, bitki büyümesinin düzenlenmesi, gelişimi ve diğer organizmalarla etkileşiminde temel rol oynadığı görüşü ortaya çıkmıştır (Harborne, 1980). SA sentezlendiği veya dışarıdan uygulandığı yerden floem yoluyla bitki bünyesinde farklı organlara kolayca taşınmaktadır (Kleier, 1988). Salisilik asidin; tütün, mısır, buğday, mercimek ve fasulye gibi ürünlerde yapılan çalışmalarda, bitki büyüme ve gelişiminde etkili olduğu, çiçek ve sürgün oluşumunu teşvik ettiği (Ebrahimzadeh vd., 2009), kuru madde miktarını arttırdığı (El-Lateef Gharib, 2006) ve hastalıklara karşı dayanıklılık sağlayarak daha fazla yayılmasını önlediği bildirilmektedir. Aynı zamanda tuzluluk yüksek ve düşük sıcaklık, su, ağır metal, don ve kuraklık stresi gibi şartlara bitkilerin toleransını arttırmaktadır (Kaydan ve Yağmur, 2006).



Şekil 1.1. Salisilik asidin açık formülü

Salix, söğüt ağacının bilimsel ismidir. Kabuk ve yapraklarından SA (salisilik asit) izole edilmiştir. Ağrı kesici, ateş düşürücüdür. Bitki büyüme, gelişme ve savunmasında önemli bir sinyal molekülüdür. Alkaloidlerin ve diğer sekonder metabolitlerin sentezini teşvik eder. Bitkiler biyotik ve abiyotik strese maruz kaldığında hızla SA sentezler ve böylece üretilen SA bitkinin savunma mekanizmasını harekete geçirir.



Şekil 1.2. İzokorizmat ve fenilalanin yolundan SA sentezi

Haşhaşta tohum verimi ve alkaloid oranı çevre faktörlerine, bitkinin genotipine ve agronomik uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Özellikle kuraklık ve yağışların düzensizliği, ekim zamanının gecikmesi, gübrelemenin zamanında verilememesi, kritik gelişme döneminde olumsuz koşullara neden olarak verimi ve alkaloid içeriğini düşürmektedir. Bu çalışma, Isparta koşullarında haşhaş bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının verim ve önemli alkaloid içeriklerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Haşhaş İle İlgili Kaynak Özetleri

Koç (2000), haşhaşta farklı gölgeleme ve sıra üzeri uygulamalarının verim ve verim unsurlarına etkisini incelediği araştırmada, en yüksek kapsül verimi 113.5 kg/da, morfin verimi 0.71 kg/da, tohum verimi 144.6 kg/da ve yağ verimi 72.8 kg/da ile Ofis 95 çeşidinde elde edildiğini bildirmiştir. Tüm gölgeleme uygulamalarında incelenen parametrelerde düşüş olduğunu ve en fazla düşüşün ikinci çapadan hasada kadar olan dönemde elde edildiğini tespit etmiştir.

Sarihan (2004), Ofis-96 haşhaş çeşidine beş farklı gibberellik asit konsantrasyonunu (0, 50, 100, 200 ve 400 ppm) ve dört farklı dönemde (tohum, rozet, sapa kalkma ve çiçeklenme) uygulamıştır. Araştırmada morfin oranı ilk yıl %0.55- 0.66, ikinci yıl %0.38-0.56, üçüncü yıl %0.61-0.96 arasında değiştiğini belirlemiştir. Kapsül verimi yıllara göre sırasıyla 104.30-150.52 kg/da, 54.25-73.12 kg/da, 483.60-112.55 kg/da arasında ve dekara tohum verimini ise 113.62-164.45 kg/da, 52.20-68.57 kg/da ve 104.77-131.75 kg/da olarak bulmuştur. Araştırmacı gibberellik asit uygulamasının bazı bitki karakterleri üzerine etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir.

Özcan ve Atalay (2006), Afyonkarahisar koşullarında haşhaş çeşitlerinin 1000 tohum ağırlığı 0.29-0.42 g, nem %3.39-4.76, ham protein %11.94-13.58, ham kül %4.92-6.25, ham lif %22.63-30.08, HCl-çözünmeyen kül %0.72-1.68, ham enerji 6367.0-6740.5 kcal/100 g ve ham yağ içeriği %32.43-45.52 arasında değiştiğini ve temel yağ asitleri olarak stearik, palmitik, oleik, linoleik ve linolenik yağ asitlerinin belirlendiğini bildirmiştir.

Aytekin ve Önder (2006), farklı azot ve fosfor dozlarının haşhaşın verim ve bazı verim unsurları ile kalite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, en yüksek tohum verimi 180.7 kg/da, ham yağ verimi 93.71 kg/da, kapsül verimi 140.99 kg/da, morfin oranı %0.74 ve ham yağ oranı %50.86 ile 12 kg N/da ve 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da dozu uygulamalarında elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Gümüşçü vd. (2008), haşhaş hatlarının morfin %0.11 ile %1.14, tebain %0.005 ile %0.13, kodein %0.005 ile %0.27, papaverin %0.001 ile %0.44 ve noskapin oranlarının %0.006 ile %0.41 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Günlü ve Öztürk (2008), haşhaş çeşitlerine uygulanan bor (B) konsantrasyonlarının (0.1 kg/da, 0.3 kg/da, 0.9 kg/da ve 3.6 kg/da) verim ve alkaloid içeriğine etkilerini araştırdıkları çalışmada; en yüksek morfin ve ham yağ verimi 0.1 kg/da uygulamasında ve Karahisar-96 çeşidinde belirlemişlerdir.

Cengiz vd. (2012), mavi, kahverengi ve beyaz renkteki haşhaş çeşitlerinin tohumlarda temel yağ asidi bileşenleri; linoleik asit, oleik asit ve palmitik asit olarak belirlendiği, renk değerlerine bağlı olarak tohumların linoleik ve oleik asit içeriklerinin önemli düzeyde farklılıklar gösterdiğini ( $P<0.01$ ), buna karşın tohumlar arasında yağ ve protein düzeyleri açısından farklılık olmadığını tespit etmişlerdir.

Karabük (2012), haşhaş çeşitlerinde dört azot dozu (0, 6, 12 ve 18 kg/da) ve iki ekim sıklığı ( $m^2$ 'de yaklaşık 25 ve 16 bitki) kullanarak uygun azotlu gübre dozu ve sıklığının belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırmada; kapsül indeksi 0.90-1.36, kapsüldeki tepecik sayısı 12.01-13.15 adet, kapsül verimi 67.2-134.3 kg/da, bitki boyu 107-142 cm, dal sayısı 2.03-2.73 adet, bitki başına kapsül sayısı 2.0-2.7 adet, sap kalınlığı 11.72-16.20 mm, bin dane ağırlığı 0.43-0.45 g, kapsüldeki tohum ağırlığı 4.12-5.65 g, kapsüldeki tohum sayısı 8 178-13 967 adet, tohum verimi 76.53-161.11 kg/da, ham protein %15.69-19.12, ham yağ %45.76-53.72, morfin %0.31-0.81, 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.

Koç vd. (2012), farklı tohum renklerine sahip haşhaş çeşitlerinin tohum verimleri 111-242 kg/da ve kapsül verimi 95-192 kg/da arasında değiştiğini ve beyaz renkli çeşitlerin tohum verimlerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

İnan ve Kaynak (2016), Denizli koşullarında farklı haşhaş çeşitlerinin bitki boyları 93.2-107.5 cm, fizyolojik olgunlaşma süreleri 225-235 gün, bitkideki kapsül sayısı 1.93-2.90 adet, tohum verimi 30.3-48.6 kg/da, kapsül verimi 30.92-56.22 kg/da, ham

yağ oranı %49.05-51.32 ve morfin oranı %0.56-0.92 arasında değiştiğini ve Afyon 95, TMO 3 ve Ofis 3 çeşitlerinin önerilebilir olduklarını bildirmişlerdir.

Kara (2017), Isparta'da 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 bildirmiştir.

Kara ve Baydar (2017), haşhaşa kapsül verimi ile tohum verimi, bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül boyu, yağ verimi ve morfin içeriği arasında önemsiz; kapsül verimi ile kapsül genişliği ve 1 000 tohum ağırlığı arasında önemli pozitif ilişkiler tespit etmişlerdir. Kapsül verimi üzerine en yüksek pozitif direk etkiyi tohum verimi (%48.20) ve en yüksek pozitif indirek etkiyi ise tohum verimi üzerinden kapsül genişliğinin (%47.87) yaptığını tespit etmişlerdir.

Yazıcı vd. (2017), Tokat koşullarında haşhaş çeşitlerinin ortalama morfin oranının %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 ve yağ oranlarının ise %40-53 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Yazıcı vd. (2020), Tokat-Kazova ekolojik koşullarında haşhaş çeşitlerinin kapsül verimi 103.45-156.58 kg/da, tohum verimi 122.87-199.69 kg/da, bitki boyu 123.97-130.16 cm, kapsül genişliği 40.52-51.55 mm, kapsül uzunluğu 36.94-47.50 mm, bitki tepecik sayısı 11.00-13.36 adet, bitki kapsül sayısı 2.22-3.97 adet, morfin %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.

## **2.2. Salisilik Asit Uygulamaları İle İlgili Kaynak Özetleri**

Senaratna vd. (2000), fasulye ve domates bitkilerine uygulanan salisilik asidin (0.1-0.5 mM) fide döneminde bitkinin kuraklığa, soğuğa ve sıcaklığa toleransını genel olarak arttırdığını tespit etmişlerdir.

El-Lateef Gharib (2006), fesleğen ve mercanköşk bitkilerine yapraktan uygulanan ( $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  ve  $10^{-3}$  nM) salisilik asidin bitki ağırlığını, yaprak alanını, bitki yaş-kuru ağırlığını, ham proteini, toplam aminoasit ve mikro element içeriğini artırdığını ve en yüksek değerlerin  $10^{-4}$  nM salisilik asit uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir.

Kaydan ve Yağmur (2006), tir buğdayı ve mercimekte farklı salisilik asit dozları (0 mg/da, 1.28 mg/da, 128.1 mg/da, 12.81 g/da) ve uygulama şekillerinin (tohuma ve yapraktan püskürtme) verim ve verim öğeleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, buğdayda bitki boyu hariç metrekarede fertil başak sayısı, başak uzunluğu, başakta dane sayısı, başakta dane verimi, bin dane ağırlığı ve birim alan dane verimine uygulama şekillerinin etkili olmadığı ancak, salisilik asit dozlarının metrekarede fertil başak sayısı ve bin dane ağırlığı dışındaki tüm özellikleri artan dozlara doğru orantılı olarak arttırdığını, mercimekte ise metrekarede bitki sayısı, bitki boyu ve bin dane ağırlığına salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin etkili olmadığı, salisilik asidin artan dozlarında toplam dal sayısı, bitkide dane sayısı, bitkide dane verimi ve birim alan dane verimini arttırdığını bildirilmişlerdir.

Al-Hakimi ve Alghalibi (2007), baklada çürüklük hastalıklarına (*Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani*) karşı yapraktan uygulanan tiamin ve salisilik asidin enfeksiyonu önlediğini ve bitki büyüme hızı, büyüme oranını, membran stabilitesini ve fotosentetik pigmentlerin içeriğini arttırdığını rapor etmiştir.

Yıldırım ve Dursun (2009), domates bitkisine dikimden iki hafta sonra 10 gün aralıklarla vejetasyon süresince 4 kez yapraktan uygulanan salisilik asidin (0.00, 0.25, 0.50, 1.00 mM) meyve özellikleri, bitki gelişimi, yapraktaki klorofil içeriği, erkenci verim ve toplam verim üzerinde olumlu etki gösterdiği belirlemişlerdir. Ayrıca en yüksek gövde çapı, yaprak kuru maddesi ve klorofil içeriği 0.50 mM salisilik asit uygulamasından elde etmişlerdir.

Elwan ve El-Hamahmy (2009), biberde tuz stresini azaltmak amacıyla yapraktan uygulanan salisilik asidin ( $10^{-6}$  ve  $10^{-4}$  nM) meyve verimine ve kalitesine genel olarak pozitif etki gösterdiğini bildirmiştir.

Ebrahimzadeh vd. (2009), asirde rozet döneminde uygulanan salisilik asit dozlarının (0.1, 0.5 ve 1 mM) kontrole göre yaprak sayısını %19, toplam biyokütleyi %44, çiçek biyokütlesini %58, yan dalları %35.5, tabladaki çiçek sayısını %108, tohum sayısını %72, tohum verimini %83 ve hasat indeksini %21 artırdığını rapor etmişlerdir.

Azooz vd. (2011), seyreltilmiş deniz suyu altında yetiştirilen baklanın fide döneminde yapraktan uygulanan salisilik asidin (0.0, 0.5, 1.0 mM), fide büyümesine etkisi olumlu olmuş ve antioksidan aktivitesini artırdığını bildirmişlerdir.

El-Yazeid (2011), tatlı biberin sonbahar dikiminde yapraktan uygulanan 50 ve 100 ppm'lik salisilik asit ve şelatlı çinkonun bitki başına dal ve yaprak sayısını, yaprak alanını, verim ve meyve kalitesini artırdığını ve 100 ppm salisilik asit ve 50 ppm şelatlı çinkonun yapraktan uygulanmasını önermiştir.

Hesami vd. (2012), kişniş bitkisine uygulanan üç farklı salisilik asit dozu (0.01, 0.1 ve 1 mM) ve iki sulama aralığının (4 ve 8 gün) tohum verimini ve bitki biyokütlesini önemli derecede artırdığını ve en yüksek tohum veriminin 0,01 mM salisilik asit uygulaması ve her 4 günde bir sulamadan elde edildiği bildirmişlerdir.

Jam vd. (2013), asirde tohuma, üst gübre ile birlikte ve fide döneminde yaprağa uygulanan salisilik asidin klorofil-a ve klorofil-b içeriğini artırdığını tespit etmişlerdir.

Moghadam ve Muhammedi (2014), Faraman, Sina, IL 111 asir çeşitlerine 50 ve 100 mg/l dozlarında uygulanan salisilik asidin sürgün uzunluğu ve dane verimi artırdığını, en yüksek değerlerin 50 mg/l salisilik asit dozu ile Faraman çeşidinde belirlendiği rapor etmişlerdir.

Soliman vd. (2016), baklada 0.0, 0.5, 1.0, 3.0 mM dozlarında tohuma uygulanan salisilik asidin hastalık ve zararlılara karşı önemli bir direnç sağladığını ancak yüksek dozlarda (1.0, 3.0 mM) uygulamanın çimlenme oranını azalttığını ve fide gelişimini yavaşlattığını belirlemişlerdir.

Kaya ve İnan (2017), NaCl stresine maruz kalan reyhan bitkisine yapraktan salisilik asit uygulamasıyla bitki boyu, dal sayısı, taze ve kuru herba ağırlıkları ile pigment içeriğinin genel olarak değişmediğini, MDA içeriği, uçucu yağ oranları ve antioksidan enzim aktiviteleri arttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar genel olarak tuz stresinin sebep olduğu olumsuz etkileri azalttığını bildirmişlerdir.

Rasheed (2018), baklada salisilik ve askorbik asit (0, 100, 150 g/L) uygulamasının bitkinin vejetatif karakterler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını ancak bitkide bakla sayısı, baklada tohum sayısı, 100 tohum ağırlığı ve tohum verimini artırdığını bildirmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında 2019-20 vejetasyon döneminde Toprak Mahsulleri Ofisinden temin edilen TMO 2 çeşidi kullanılarak yürütülmüştür.

Kullandığımız TMO 2 çeşidi Afyonkarahisar-Bolvadin Haşhaş ve Alkaloid Ofisi tarafından 2004 yılında tescil edilmiştir. Çiçek rengi viyole, tohum rengi ise mavidir.

##### 3.1.1. Araştırma yerinin iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Isparta ili, 1 050 metre rakımlı, Akdeniz ile Orta Anadolu bölgesinin geçiş alanında yer almaktadır. Batı Akdeniz bölgesinde yer almakla birlikte, kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır.

Denemenin yürütüldüğü 2019-20 yılında ortalama sıcaklık 12.3°C olup, uzun yıllar sıcaklık ortalamasından (11.6°C) yüksek olmuştur. Aynı yıla ait toplam yağış miktarı 536.4 mm ile uzun yıllar ortalamasından (522.2 mm) biraz düşük kalmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Haşhaşın gelişme periyodunda sıcaklık ve yağış değerleri (Anonim, 2019)

| İklim fak.    | Yıllar           | Aylar |       |        |      |       |      |       |       |         |       | Top./ |      |
|---------------|------------------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|-------|-------|------|
|               |                  | Ekim  | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temm. | Ağus  | Ort. |
| Sıcaklık (°C) | Ortalama 2019-20 | 13.8  | 9.1   | 3.4    | 2.5  | 4.5   | 7.4  | 9.9   | 18.4  | 19.8    | 23.3  | 23.2  | 12.3 |
|               | Uzun yıllar      | 12.9  | 7.4   | 3.5    | 1.9  | 2.9   | 6.2  | 10.7  | 15.6  | 20.2    | 23.6  | 23.2  | 11.6 |
| Yağış (mm)    | 2019-20          | 30.6  | 48.6  | 107.1  | 97.0 | 55.4  | 40.3 | 50.8  | 62.9  | 29.4    | 4.1   | 10.2  | 536. |
|               | Uzun yıllar      | 38.0  | 46.3  | 84.9   | 72.2 | 64.7  | 54.2 | 56.0  | 51.4  | 29.8    | 14.6  | 10.5  | 522. |

##### 3.1.2. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Deneme alanı toprağının yapısı; kumlu-tınlı, organik madde içeriği orta, hafif alkali ve kireç oranı orta düzeydedir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri

| Derinlik (cm) | pH (%) | Kireç (%) | Organik madde (%) | Bünye       |
|---------------|--------|-----------|-------------------|-------------|
| 0-60          | 7.4    | 6.19      | 2.09              | Kumlu tınlı |

\*Toprak analizi İslab Toprak ve Bitki Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Araştırmanın kurulması ve yürütülmesi

Tarla denemesi; 25 Ekim 2019 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, her parsel 4 sıra, sıra arası 40 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde kurulmuş ve markörle açılan sıralara 1-2 cm derinliğinde elle ekim yapılmıştır. Deneme alanına taban gübresi olarak ekimle birlikte saf olarak 6 kg/da fosfor (DAP formunda), üst gübre saf olarak 8 kg N/da hesabıyla azotlu gübre üre formunda uygulanmıştır. Azotlu gübrenin taban gübresiyle verilen kısmı düşüldükten sonra kalan azot miktarı (üre formunda) ilkbahar ayında uygulanmıştır. Deneme alanında sulama yapılmamış, ilkbaharda bitkilerin rozet döneminde uygun aralık bırakılacak şekilde seyreltme, çapalama ve boğaz doldurma yapılmıştır.

Uygulamalar: (1). Kontrol (SA uygulaması yapılmamış), (2). Rozet, (3). Rozet+sapa kalkma, (4). Rozet+sapa kalkma+ tomurcuklanma, (5). Sapa kalkma, (6). Sapa kalkma+ tomurcuklanma ve (7). Tomurcuklanma olmak üzere 100 ppm'lik salisilik asit uygulanmıştır.

Hazırlanan 100 ppm'lik salisilik asit (ISOLAB markasının üretimi) dozuna yaprak üzerinde tutunmasını sağlamak amacıyla %1'lik Tween-20 ilave edilmiştir. Çözelti, spreyli şişelere aktararak 6 farklı büyüme ve gelişme döneminde yapraklardan uygulanmıştır. Kontrol parseline hiçbir uygulama yapılmamıştır. Tüm dönemlerde yaprakların alt ve üst tüm yüzeyleri tamamen ıslanacak şekilde uygulama yapılmıştır. Denemeye ait resimler Şekil 3.1'de verilmiştir.

Hasat: Bitkide kenar tesiri atıldıktan sonra en alt haşhaş kapsüllerinin sararıp sertleştiği dönemde kapsülün sapla birleştiği noktadan kırmak suretiyle hasat edilmiştir. Hasat sonrasında kapsüller dövülerek daneler çıkarılmış ve eleklerden

geçirilerek tohum dışı cansız maddelerden temizlenmiştir. Araştırmada her uygulamaya ait parsellerden rastgele seçilen 10 adet bitkide bazı bitkisel gözlem ve ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.1. Denemeye ait resimler

### 3.2.2. Araştırmada incelenen özellikler

Araştırmada, Gümüşçü (1996) ve Karabük (2012)'ün kullandıkları yöntemler esas alınarak aşağıdaki gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

**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 bitki için ortalama kapsül sayısı tespit edilmiştir.

**4. Kapsül eni ve boyu (mm):** Kapsüller olgunlaştıktan sonra hasat öncesi dönemde parsellerden rastgele seçilen 10 bitkinin kapsüllerinin eni ve boyu kumpasla ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

**5. Kapsül verimi (kg/da):** Hasat sonrasında kırılan kapsüllerden haşhaş tohumları elekten geçirilerek ayrılmış ve kapsüller hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen parsel verimleri dekara çevrilerek dekar başına kapsül verimleri hesaplanmıştır.

**6. Tohum verimi (kg/da):** Deneme parsellerinden hasat edilen kapsüllerin tohumları elekten ayrılarak hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen parsel verimleri dekara çevrilerek tohum verimleri hesaplanmıştır.

**7. 1000 dane ağırlığı (g):** Harmanlama sonrası elde edilen tohumlarda 4 tekerrürlü 100 adet tohum sayılmış, hassas terazide ayrı ayrı tartılarak ortalaması alınmış ve 10 ile çarpılarak 1000 dane ağırlığı bulunmuştur.

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

**9. Alkaloid analizi (%):** Toprak Mahsulleri Ofisi Afyon Alkaloidleri Fabrikası İşletme Müdürlüğü alkaloid analiz laboratuvarında HPLC cihazında tespit edilmiştir.

### **3.2.3. Denemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesi**

Tesadüf Bloklar, Deneme Desenine göre elde edilen veriler, SAS istatistik paket programından faydalanılarak varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre karşılaştırılmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Kapsül Olgunlaşma Süresi

Haşhaşa farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin çiçeklenme süresi ve kapsül olgunlaşma süresine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında çiçeklenme ve olgunlaşma süreleri

| Uygulama dönemleri                  | Çiçeklenme süresi (gün) | Olgunlaşma süresi (gün) |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kontrol (SA uygulaması yok)         | 214                     | 256                     |
| Rozet                               | 216                     | 254                     |
| Sapa kalkma                         | 215                     | 257                     |
| Rozet + Sapa kalkma                 | 215                     | 254                     |
| Tomurcuklanma                       | 214                     | 256                     |
| Sapa kalkma + Tomurcuklanma         | 218                     | 256                     |
| Rozet + Sapa kalkma + Tomurcuklanma | 215                     | 256                     |

Araştırmada, haşhaşın 25 Ekim 2019 tarihinde ekimi yapılmış, 15 gün içerisinde haşhaş fidelerinin çıkışı gerçekleşmiştir. Haşhaşın büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında çiçeklenme süreleri 214-218 gün, fizyolojik olgunlaşma 254-256 gün arasında değişmiştir.

### 4.2. Bitki Boyu

Haşhaşa farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin bitki boyuna etkisine 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 | SD   | KO     | F değeri |
|----------------------|------|--------|----------|
| Tekerrür             | 2    | 13.774 | 1.980    |
| Uygulamalar          | 6    | 10.480 | 1.510    |
| Hata                 | 12   | 6.949  | -        |
| Genel                | 20   | -      | -        |
| V.K (%)              | 2.18 |        |          |

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.3. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının bitki boyuna etkisi

| Gelişme Dönemleri                   | Bitki Boyu (cm) |
|-------------------------------------|-----------------|
| Kontrol                             | 119.2           |
| Rozet                               | 118.3           |
| Sapa kalkma                         | 121.8           |
| Rozet + sapa kalkma                 | 118.0           |
| Tomurcuklanma                       | 120.6           |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 122.7           |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 120.8           |
| LSD değeri                          | 6.57            |

Büyüme ve gelişme dönemlerine göre haşhaşın ortalama bitki boyu değerleri 118.0-122.7 cm ile arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Uygulamalar arasında en uzun bitki boyu sapa kalkma + tomurcuklanma ve en kısa rozet + sapa kalkma döneminde SA uygulamasında tespit edilmiştir.

#### 4.3. Kapsül Eni (mm)

Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül enine etkisine 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 değeri |
|----------------------|-----|-------|----------|
| Tekerrür             | 2   | 0.208 | 0.19     |
| Uygulamalar          | 6   | 6.265 | 5.67**   |
| Hata                 | 12  | 1.105 | -        |
| Genel                | 20  | -     | -        |
| V.K (%)              |     | 2.38  |          |

\*\*: %1 seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında kapsül eni bakımından istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli fark bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Haşhaşta salisilik asit uygulamasının kapsül enine etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Kapsül eni (mm) |
|-------------------------------------|-----------------|
| Kontrol                             | 43.8 ab         |
| Rozet                               | 43.6 ab         |
| Sapa kalkma                         | 44.9 ab         |
| Rozet + sapa kalkma                 | 45.8 a          |
| Tomurcuklanma                       | 45.5 ab         |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 42.9 b          |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 43.9 ab         |
| LSD değeri                          | 2.12            |

Farklı dönemlerde salisilik asit uygulamalarında haşhaşın en yüksek kapsül eni 45.8 mm ile rozet + sapa kalkma döneminde tespit edilirken en düşük 42.9 mm ile sapa kalka + tomurcuklanma döneminde yapılan SA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

#### 4.4. Kapsül Boyu (mm)

Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerine göre salisilik asit 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 değeri |
|----------------------|-----|-------|----------|
| Tekerrür             | 2   | 2.800 | 3.050    |
| Uygulamalar          | 6   | 2.598 | 4.830*   |
| Hata                 | 12  | 0.916 | -        |
| Genel                | 20  | -     | -        |
| V.K (%)              |     | 2.40  |          |

\*: %5 seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre, farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin kapsül boyuna etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül boyuna etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Kapsül boyu (mm) |
|-------------------------------------|------------------|
| Kontrol                             | 40.5 ab          |
| Rozet                               | 40.3 ab          |
| Sapa kalkma                         | 39.2 ab          |
| Rozet + sapa kalkma                 | 41.0 a           |
| Tomurcuklanma                       | 40.0 ab          |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 38.2 b           |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 39.6 ab          |
| LSD değeri                          | 2.38             |

Haşhaşta farklı dönemlerde salisilik asit uygulamalarında, en yüksek kapsül boyu 41.0 mm ile rozet +sapa kalkma döneminde, en düşük 38.2 mm ile sapa kalkma+ tomurcuklanma döneminde SA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

#### 4.5. Kapsül Sayısı (adet/bitki)

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin kapsül sayısına etkisine 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 değeri           |
|----------------------|-----|--------|--------------------|
| Tekerrür             | 2   | 1.91   | 1.33               |
| Uygulamalar          | 6   | 1.081  | 0.75 <sup>öd</sup> |
| Hata                 | 12  | 1.4413 |                    |
| Genel                | 20  |        |                    |
| V.K (%)              |     |        | 23.6               |

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında kapsül sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.9. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül sayısına etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Kapsül sayısı (adet/bitki) |
|-------------------------------------|----------------------------|
| Kontrol                             | 5.2                        |
| Rozet                               | 6.0                        |
| Sapa kalkma                         | 5.2                        |
| Rozet + sapa kalkma                 | 4.7                        |
| Tomurcuklanma                       | 5.4                        |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 4.2                        |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 4.7                        |
| LSD değeri                          | 2.99                       |

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asit uygulamasında, kapsül sayısı 4.2 ile 6.0 adet/bitki arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). En yüksek kapsül sayısı rozet ve en düşük ise sapa kalkma + tomurcuklanma döneminde SA uygulamasından tespit edilmiştir.

#### 4.6. Bin Dane Ağırlığı (g)

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin bin dane ağırlığına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da, bin dane ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bin dane ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon kaynakları | S.D  | K.O    | F değeri |
|----------------------|------|--------|----------|
| Tekerrür             | 2    | 0.0003 | 0.300    |
| Uygulamalar          | 6    | 0.0042 | 4.28**   |
| Hata                 | 12   | 0.001  | -        |
| Genel                | 20   | -      | -        |
| V.K (%)              | 9.16 |        |          |

\*: %1 seviyesinde önemli

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında bin dane ağırlığı bakımından istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli fark bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11. Haşhaşa farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının bin dane ağırlığına etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Bin dane ağırlığı (g) |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Kontrol                             | 0.39 b                |
| Rozet                               | 0.38 b                |
| Sapa kalkma                         | 0.37 b                |
| Rozet + sapa kalkma                 | 0.38 b                |
| Tomurcuklanma                       | 0.44 a                |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 0.43 a                |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 0.39 b                |
| LSD değeri                          | 0.03                  |

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında, en yüksek bin dane ağırlığı tomurcuklanma dönemi (0.44 g) ve bu dönemi takiben sapa kalkma+ tomurcuklanma (0.43 g) döneminde elde edilirken, diğer dönemler birbirine yakın bulunmuş, en düşük sapa kalkma (0.37 g) döneminde SA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

#### 4.7. Kapsül Verimi (kg/da)

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin kapsül verimine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de, kapsül verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kapsül verimine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | S.D | K.O      | F değeri |
|----------------------|-----|----------|----------|
| Tekerrür             | 2   | 603.8933 | 1.85     |
| Uygulamalar          | 6   | 311.2365 | 3.96*    |
| Hata                 | 12  | 352.7138 |          |
| Genel                | 20  |          |          |
| V.K (%)              |     | 6.94     |          |

\*: %5 seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında kapsül verimi bakımından istatistiksel 0.05 düzeyinde önemli fark çıkmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül verimine etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Kapsül verimi (kg/da) |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Kontrol                             | 94.63 c               |
| Rozet                               | 90.57 c               |
| Sapa kalkma                         | 114.33 a              |
| Rozet + sapa kalkma                 | 106.90 b              |
| Tomurcuklanma                       | 118.00 a              |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 112.33 ab             |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 108.67 ab             |
| LSD değeri                          | 10.01                 |

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında, kapsül verimi 90.57-118.00 kg/da arasında değişim göstermiş, en yüksek kapsül verimi tomurcuklanma döneminde tespit edilirken, en düşük rozet döneminde yapılan SA uygulamasıyla tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

#### 4.8. Tohum Verimi (kg/da)

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin tohum verimine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te, tohum verimine ait ortalama değerler ise Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Tohum verimine ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | S.D | K.O       | F değeri |
|----------------------|-----|-----------|----------|
| Tekerrür             | 2   | 793.00    | 1.73     |
| Uygulamalar          | 6   | 1273.4920 | 2.78*    |
| Hata                 | 12  | 457.7777  |          |
| Genel                | 20  |           |          |
| V.K (%)              |     | 17.2149   |          |

\*: %5 seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre, haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında tohum verimi bakımından istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli fark bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.15. Haşhaşta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının tohum verimine etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Tohum verimi (kg/da) |
|-------------------------------------|----------------------|
| Kontrol                             | 111.0 ab             |
| Rozet                               | 117.0 ab             |
| Sapa kalkma                         | 142.0 a              |
| Rozet + sapa kalkma                 | 135.3 ab             |
| Tomurcuklanma                       | 144.7 a              |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 127.0 ab             |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 133.0 ab             |
| LSD değeri                          | 53.361               |

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında, en yüksek tohum verimi tomurcuklanma döneminde (144.7 kg/da) belirlenmiş, bu dönemi sapa kalkma dönemi takip etmiştir. En düşük tohum verimi ise kontrol uygulamasında (111.0 kg/da) elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

#### 4.9. Yağ Oranı (%)

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin yağ oranına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16’da, bin dane ağırlığına ait ortalama değerler ise Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yağ oranına ait varyans analiz sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | S.D | K.O     | F değeri |
|----------------------|-----|---------|----------|
| Tekerrür             | 2   | 0.09887 | 0.78     |
| Uygulamalar          | 6   | 2.0746  | 16.32**  |
| Hata                 | 12  | 0.1271  |          |
| Genel                | 20  |         |          |
| V.K (%)              |     | 14.1712 |          |

\*\* : %1 seviyesinde önemli

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında yağ oranı bakımından istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli fark bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.17. Haşhaştta farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının yağ oranına etkisi

| Uygulama dönemleri                  | Yağ oranı (%) |
|-------------------------------------|---------------|
| Kontrol                             | 38.20 c       |
| Rozet                               | 39.93 ab      |
| Sapa kalkma                         | 39.05 bc      |
| Rozet + sapa kalkma                 | 40.51 a       |
| Tomurcuklanma                       | 38.20 c       |
| Sapa kalkma + tomurcuklanma         | 39.92 ab      |
| Rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma | 39.57 b       |
| LSD değeri                          | 0.8892        |

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında en yüksek yağ oranı %40.51 ile rozet +sapa kalkma döneminde, en düşük ise %38.20 ile kontrol ve tomurcuklanma döneminde SA uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.17).

#### 4.10. Alkaloid İçerikleri

Araştırmada haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde uygulanan salisilik asidin morfin, kodein, tebain, noskapin, oripavin ve papaverin alkaloidlerine etkisine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Haşhaştta farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının bazı alkaloid içeriklerine etkisi

| Uygulama dönemleri        | Morfin | Kodein | Tebain | Noskapin | Oripavin | Papaverin |
|---------------------------|--------|--------|--------|----------|----------|-----------|
| Kontrol                   | 0.462  | 0.053  | 0.008  | 0.094    | 0.003    | 0.005     |
| Rozet                     | 0.535  | 0.075  | 0.025  | 0.109    | 0.01     | 0.005     |
| Sapa kalkma               | 0.483  | 0.066  | 0.009  | 0.074    | 0.008    | 0.005     |
| Rozet + sapa kalkma       | 0.459  | 0.066  | 0.008  | 0.094    | 0.008    | 0.006     |
| Tomurcuklanma             | 0.450  | 0.06   | 0.008  | 0.073    | 0.008    | 0.006     |
| Sapa kalkma+tomurcuklanma | 0.494  | 0.059  | 0.014  | 0.098    | 0.009    | 0.004     |
| Rozet+sapa kalkma+tom.    | 0.488  | 0.053  | 0.006  | 0.059    | 0.009    | 0.007     |

Haşhaştta farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında oripavin ve papaverin alkaloidleri birbirine yakın çıkarken morfin, kodein tebain ve noskapin bakımından farklılar çıkmıştır. Araştırmada, morfin %0.450-0.535, kodein %0.53-0.75, tebain %0.006-0.025, noskapin %0.059-0.109, oripavin %0.003-0.01 ve papaverin %0.007-0.004 arasında değişim göstermiştir. En yüksek morfin, kodein, oripavin, tebain ve noskapin değerleri salisilik asidin rozet yaprak döneminde

uygulanmasında, papaverin ise rozet + sapa kalkma + tomurcuklanma döneminde elde edilmiştir. En düşük değerler ise morfin alkaloidinde tomurcuklanma döneminde, kodein, noskapin ve tebain rozet + sapa kalkma+ tomurcuklanma döneminde, oripavin kontrol, papaverin ise sapa kalkma + tomurcuklanma döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Haşhaşın farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının etkisini belirlemek amacıyla bazı tarımsal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre uygulamalar arasında bitki boyu ve kapsül sayısı arasındaki farklar önemli olmazken, kapsül eni, kapsül boyu, 1000 dane ağırlığı, kapsül verimi, tohum verimi ve yağ oranı arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmuştur.

Fenolojik gözlem sonuçlarına göre haşhaşın büyüme ve gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamaları arasında çiçeklenme süreleri 214-218 gün, fizyolojik olgunlaşma 254-256 gün arasında değişmiştir. Araştırmada uygulama dönemleri arasında çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı birbirine yakın olmuştur. Benzer olarak Culpan (2015), asperde salisilik asit uygulamalarının çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayısı üzerine önemli bir etki yapmadığını bildirmiştir. Olgunlaşma gün sayısını İnan (2013) 225-235 gün, İpek (2011) 237-253 gün, Özgen (2019) 262-268 gün, Valizadeh (2015) 240-258 gün aralığında değiştiğini bildirmiştir. Karabük (2012), haşhaşın olgunlaşma süresinin 250-255 gün arasında değiştiğini, olgunlaşmanın çiçeklenme ile alakalı olarak çiçeklenme süresi kısa olanların erken olgunlaştığını, Bernath ve Tetenyi (1982), haşhaşa vejetasyon süresi uzunluğunun ekotipe, çeşit karakterine, iklim koşullarına ve ekim zamanına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada salisilik asit uygulama dönemlerine göre elde edilen bitki boyu değerlerinde istatistiksel olarak fark çıkmamış ve 122.7 ile 118.0 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Khan vd. (2003), mısır ve soya fasulyesinde SA'nın stoma direnci, solunum, klorofil içeriği, yaprak alanı, bitki kuru ağırlığını arttırmakla beraber, kök uzunluğu ve bitki boyunu etkilemediğini tespit etmişlerdir. Sonuçlar, İnan (2016) (93.23-107.55 cm), İpek (2011) (92.8-111.3 cm), Alaca (2015) (95.82-100.32 cm), Gümüşçü vd. (2008) (99.33-116.10 cm)'nin belirttiği değerlerden yüksek, Karabük (2012) (107-142 cm), Rahimi (2013) (106.11-119.34 cm), Yadav vd. (2008) (89.10-123.98 cm) ile benzerlik göstermektedir. Bu farklılıklar çeşit, yazlık/ kışlık ekim, çevre faktörleri, gübreleme ve sulama gibi kültürel işlemlerden kaynaklanabilmektedir.

Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulaması bitkide kapsül sayısını istatistiksel olarak etkilememiştir. Sarıhan (2004), haşhaşta gibberellik asit uyguladıkları çalışmada uygulama zamanları bakımından kapsül sayısının birinci yıl çiçeklenme, ikinci yıl rozet, üçüncü yıl tohumla yapılan uygulamadan elde edildiğini, yıllar arasındaki farklılığın düzensiz iklim koşullarından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Nemeth vd. (2002), haşhaşın Macar çeşitlerinde kapsül sayısının yüksek oranda değişiklik gösterdiğini, büyük olasılıkla bu durumun sadece genetik faktörlere bağlı olmadığını bildirmiştir.

Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulaması kapsül eni, boyu ve bin dane ağırlığını istatistiksel olarak etkilemiş ve uygulama dönemlerine göre değişiklik göstermiştir. Bitkide büyümeyi teşvik edici özelliğe sahip olan salisilik asidin haşhaşın değişik gelişme dönemlerinde uygulanması gelişmeyi ve dolayısıyla kapsül ve tohum verimini artırmıştır. En yüksek tohum ve kapsül verimi tomurcuklanma döneminden elde edilirken bu dönemi sapa kalkma dönemi takip etmiş, en düşük kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13). Haşhaşta kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı ve 1000 dane ağırlığı verimi etkileyen en önemli özelliklerdendir. Er ve Arslan (1972), haşhaşta kapsül verimi ile tohum verimi arasında önemli ve pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Buna ilaveten, sapa kalkma ve tomurcuklanma döneminde yapılan uygulamaların çiçeklenme ve döllenmeyi teşvik etmesiyle kapsül içindeki tohum sayısını arttırdığı düşünülmektedir. Ramanujam vd. (1998), salisilik asidin baklagil bitkilerinde çiçeklenmeyi teşvik etmesi ve meyve sayısını artırması nedeniyle dane verimini de olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Rasheed (2018), baklada salisilik asit uygulamasının bitki başına meyve sayısını, meyve başına tohum sayısını, tohum ağırlığını, 100 tohum ağırlığını ve tohum verimini önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir. Ebrahimzadeh vd. (2009), aspir bitkisinde salisilik asidin tohum verimini %83 arttırdığını bildirmişlerdir. Hesami vd. (2012), kişnişte salisilik asit uygulamasının tohum verimini ve bitki biyokütlesini etkilediğini belirtmişlerdir. Hamid vd. (2011), buğdayda salisilik asit (50, 100 ve 150 mg/l) kardeşlenme, sapa kalkma ve çiçeklenme dönemlerinde uygulamışlar en yüksek ekonomik verim ve başak başına tohum sayısının sapa kalkma döneminde 150 mg/l salisilik asit uygulamasıyla elde edildiğini bildirmişlerdir.

Araştırmada haşhaş kapsüllerinden elde edilen bazı önemli alkaloidleri incelendiğinde morfin %0.50-0.53, kodein %0.53-0.75, tebain %0.006-0.025, noskapin %0.059 -0.109, oripavin %0.003-0.01 ve papaverin %0.007-0.004 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen alkaloid içerikleri salisilik asit uygulama dönemlerine göre değişiklik göstermiş, papaverin dışında diğer tüm alkaloid oranlarının rozet döneminde yapılan SA uygulamasında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına benzer olarak, Sarıhan (2004), haşhaşa gibberellik asidin rozet yaprak döneminde uygulanmasında morfin oranının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Haşhaş alkaloidlerinin bitkide sentezlenmesi kompleks bir yapıda olup, iklim faktörlerinden önemli ölçüde etkilenmekte ve gelişme dönemlerine göre alkaloidler birbirine dönüşebilmektedirler (Dittbrenner vd., 2009). Morton (1977), morfin oranının haşhaş bitkisinde çevre koşullarından etkilendiğini, Ayhan ve Yıldırım (2021), haşhaşın alkaloid içeriklerinin yetiştiricilik ve iklim koşullarına bağlı olarak farklılaşmasına neden olduğunu, Kaicker vd. (1978), morfin biyosentezi esnasında meydana gelen enzimatik olaylarda sıcaklık ile nispi nemin etkili olduğunu, olumlu çevre şartlarında morfin oranının yükseldiğini belirtmişlerdir. İnal (2015), tebain oranı bakımından zengin olan TMO T haşhaş çeşidine, fungal bir elisitör olan Metil Jasmonatın (MeJA) haşhaş kapsülüne uygulandığı araştırmada uygulama sonrasında başta tebain olmak üzere; morfin kodein ve noskapin gibi alkaloid miktarlarında kontrol bitkisine göre artış gösterdiğini bildirmiştir. Haşhaşa alkaloid içerikleri ile yapılan çalışmalarda; Yazıcı vd. (2020), morfin oranının %0.37-0.79, 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. Altıntaş ve Kara (2021), morfin %0.58-0.78, kodein %0.09-0.15, oripavin %0.02-0.03, tebain %0.02-0.09, papaverin %0.003-0.005 ve noskapin oranı %0.02-0.09 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Gümüşçü vd. (2007), haşhaş kapsülündeki alkaloid oranlarının dağılımı üzerine yapmış oldukları çalışmada; 99 hattın kapsüllerinde; morfin (%0.11-1.14), kodein (%0.005-0.27), tebain (%0.005-0.134), papaverin (%0.001-0.44) ve noskapin (%0.006- 0.418) oranlarının belirtilen aralıklarda değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız; araştırmacıların sonuçları ile az da olsa değişkenlik gösterdiği söylenebilir, bu durum çeşit, iklim faktörleri ve agronomik uygulamalardan kaynaklanmış olabilir (Yadav vd., 2009; Yazıcı vd., 2017; Kara ve Baydar, 2021).

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre uygulamalar arasında yağ oranı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasında en yüksek yağ oranı rozet+sapa kalkma döneminde yapılan SA uygulamasında elde edilmiştir. Culpan (2015) asperde, düşük doz SA uygulaması (0.1 mM) ile yüksek doz GA<sub>3</sub> uygulamasının (300 ppm) tohumun yağ oranını artırdığını bildirmiştir. Estaji ve Nikman, (2020) Meryem ana 0.5 mM salisilik asit uygulamasının yağ oranını artırdığını bildirmişlerdir. Bu nedenle, uygun miktarda SA uygulanmasının kurak ve yarı kurak alanlarda hem endüstriyel hem de kullanım amaçlı olarak, tohum yağ kalitesini ve tohum verimini artırmak için pratik ve basit bir strateji olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir.

Haşhaş ülkemizde çok eskiden beri kültürü yapılan hem tohumundan hem de içerdiği alkaloidlerden dolayı kapsüllerinden faydalanan, ülkemiz için stratejik öneme sahip bir bitkidir. Dünyada yasal haşhaş yetiştiren ülkelerin başında gelen Türkiye’de, haşhaş üretiminin %60’ı kırıç-susuz arazilerde yapılmaktadır. Tarımsal ürünlerin kritik dönemlerinde meydana gelen don olayları, yağış düzensizliği ve kuraklık dane veriminde önemli kayıplara yol açmaktadır. Bazı yıllar haşhaşın gelişme döneminde düşük yağmur düşmesi nedeniyle don ve kuraklığın olumsuz etkilerine karşı bitki gelişimini teşvik edecek büyüme düzenleyicisi uygulamalarının araştırılması verim açısından etkili olabilir. Araştırmada, haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde salisilik asit uygulamasının kapsül eni, kapsül boyu, 1 000 dane ağırlığı, kapsül verimi, tohum verimi, yağ oranı ve alkaloid oranını etkilediği belirlenmiştir.

Haşhaşta kapsül eni ve boyu ile yağ oranı rozet yaprak + sapa kalkma döneminde, 1 000 dane ağırlığı, kapsül ve tohum verimi tomurcuklanma döneminde yapılan SA uygulamasında daha yüksek olmuştur.

Alkaloid içeriği bakımından morfin, kodein, oripavin, tebain, ve noskabin alkaloidleri rozet yaprak, papaverin ise rozet+sapa kalkma+tomurcuklanma döneminde yapılan SA uygulamasında daha yüksek tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; ekonomik girdi maliyetleri de dikkate alınarak, haşhaşta daha yüksek kapsül ve dane veriminden dolayı tomurcuklanma döneminde, yağ oranı bakımından

rozet yaprak+sapa kalkma döneminde ve alkaloid içeriği bakımından ise rozet döneminde salisilik asit uygulanabilir.



## KAYNAKLAR

- Alaca, F. (2015). *Farklı Haşhaş Tiplerinde Alkaloidler Yönünden Morfolojik ve Ontogenetik Varyabilite*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Al-Hakimi, A.M.A. & Alghalibi, S. (2007). Thiamin and salicylic acid as biological alternatives for controlling broad bean rot disease. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 11(4), 125-131.
- Altıntaş, H. & Kara, N. (2021). Haşhaşın (*Papaver somniferum* L.) sabit yağ ve alkaloid içeriklerine azotlu gübre formları ve humik asit uygulamalarının etkisi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 103-107.
- Anonim (2015). *2014 Yılı Haşhaş Sektör Raporu*. <http://tarim.kalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/>. (Son erişim tarihi: 03.01.2019)
- Anonim (2019). 2019 Yılı Isparta Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları. Isparta.
- Arslan, N., Büyükgöçmen, R. & Gümüşçü, A. (2000). Türk haşhaş popülasyonlarının yağ ve morfin muhtevaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 9(1-2), 56-60.
- Atakışi K.İ. (1999). *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitabı Notları*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 148, 118s. Tekirdağ.
- Ayhan, A.E. & Yıldırım, M.U. (2021). Sonbahar ve ilkbahar ekimlerinin haşhaşın (*Papaver somniferum* L.) verim ve morfin içeriği üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 412-420.
- 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.
- Azooz, M.M., Youssef, A.M. & Ahmad, P. (2011). Evaluation of salicylic acid (SA) application on growth, osmotic solutes and antioxidant enzyme activities on broad bean seedlings grown under diluted seawater. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 3(14), 253-264.
- Bernath, J. & Tetenyi, P. (1982). Production characteristics of *Papaver somniferum* L. cultivars of different origin and vegetation cycles. *Bulletin of Narcotics*, 34(3-4), 113-127.
- Cengiz, M.F., Uslu, M.K. & Certel, M. (2012). Fatty acid composition of poppy seeds with different colours. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 77-80.
- Charles, D.J. (2013). *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer Science and Business Media, New York, USA.

- Culpan, E. (2015). *Giberellik Asit ve Salisilik Asit Uygulamalarının Aspir (Carthamus tinctorius L.)'in Tohum Verimi ve Kalite Özelliklerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan K. (1988). *Papaver L. Flora of Turkey and East Aegean Islands*. Univ. Pres., Edinburg.
- Dittbrenner, A., Mock, H.P., Börner, A. & Lohwasser, U. (2009). Variability of alkaloid content in *Papaver somniferum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82, 103-107.
- Dursun, B. (2012). *Salisilik Asit Uygulanmış Nohut (Cicer arietinum L.) Fidelerinde Kadmiyum'un Yarattığı Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişiklikler*. (Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ebrahimzadeh, L., Farahbakhsh, H. & Arvin, S.M.J. (2009). Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) growth and development to exogenous application of plant growth regulators. *Plant Ecophysiology*, 2, 57-61.
- El-Lateef Gharib, F.A. (2006). Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. *International Journal of Agriculture & Biology*, 4, 485-492.
- Elwan, M.W.M. & El-Hamahmy, M.A.M. (2009). Sera biberinde salisilik asit uygulamasıyla ilişkili gelişmiş üretkenlik ve kalite. *Scientia Horticulturae*, 122(4), 521-526.
- El-Yazeid, A.A. (2011). Sonbahar dikimi altında yapraktan salisilik asit ve şelatlı çinko uygulamasının tatlı biberin (*Capsicum annuum* L.) büyüme ve verimliliğine etkisi. *Tarım ve Biyolojik Bilimler Araştırma Dergisi*, 7(6), 423-433.
- Er, C. & Arslan, O. (1972). Türkiye'de haşhaş meselesi. *Ocak Araştırma ve İnceleme Dergisi*, 5, 3-29.
- Erdurmuş, A. & Öneş, Y. (1990). *Haşhaş*. TMO Alkasan Yayınları Mesleki Kitaplar, Ankara.
- Estaji, A. & Niknam, F. (2020). Foliar salicylic acid spraying effect on growth, seed oil content, and physiology of droughtstressed *Silybum marianum* L. plant. *Agricultural Water Management*, 234, 106116. doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106116
- Gümüüşçü, A. & Arslan, N. (2007). Researches on general and specific combining ability of yield and some traits of the hybrids of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) lines. *Acta Horticulturae*, 826, 105-110. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.826.13

- Gümüşçü, A., Arslan, N. & Sarihan, E.O. (2008). Evaluation of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) lines by their morphine and other alkaloids contents. *European Food Research and Technology*, 226(5), 1213-1220.
- Günlü, H. & Öztürk, Ö. (2008). Bor uygulamasının bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(44), 48-55.
- Hamid, M., Mohammad, A. & Reza, B. N. (2011). The effects of foliar application of salicylic acid on qualitative and qualitative yield of wheat under saline conditions. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 2(9), 366-370.
- Harborne, J.B. (1980). Plant phenolics. In: *Secondary Plant Products*. Bell, E.A., Charlwood B.V. (Ed.). Springer Verlag, Berlin. (pp 329-402)
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 14-25.
- Hesami, S., Nabizadeh, E., Rahimi, A. & Rokhzadi, A. (2012). Effects of salicylic acid levels and irrigation intervals on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum*) in field conditions. *Environmental and Experimental Biology*, 10, 113-116.
- İlisulu, K. (1973). *Yağ Bitkileri ve Islahı*. Çağlayan Kitabevi. İstanbul.
- İnal, B. (2015). *Haşhaş (Papaver somniferum L.)’da Tebain Üretim Mekanizmasının Yeni Nesil Dizileme Sistemi ile Transkriptom Düzeyinde İncelenmesi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji 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.
- İnan, Ş. (2013). *Haşhaşta (Papaver somniferum L.) Bazı Tarımsal Özellikler ile Yağ ve Morfin Miktarının Belirlenmesi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- 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)
- Jam, B.J., Shekari, F. & Zangani, E. (2013). Application of bio-sulfur fertilizer and seed pretreatment with salicylic acid improved photosynthetic parameters of safflower. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(11), 3068-3075.

- 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.
- Kara, N. & Baydar, H. (2017). Examining of Relationships Among Traits Using Correlation, Path and Principal Components Analysis Methods in Turkish Opium Poppy (*Papaver somniferum* L.) Cultivars. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 286-295.
- Kara, N. & Baydar, H. (2021). The influence of sowing and planting seedlings at different dates in autumn on the yield and quality of the opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 21, 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.
- 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)
- Kaya, A. & İnan, M. (2017). Tuz (NaCl) stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 332-342.
- Kaydan, D. & Yağmur, M. (2006). Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin buğday (*Triticum aestivum* L.) ve mercimekte (*Lens culinaris* Medik.) verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(3), 285-293.
- Khan, W., Prithiviraj, B. & Smith, A. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160, 485-492.
- Kleier, D.A. (1988). Phloem mobility of xenobiotics. I. Mathematical model unifying the weak acid and intermediate permeability theories. *Plant Physiology*, 86(3), 803-810.
- Koç, H. (2000). *Bazı Haşhaş Çeşitlerinde Farklı Gölgeleme ve Sıra Üzeri Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Koç, H., Ülker, R., Güneş, A., Gümüşçü, G., Ercan, B., Topal, İ., Kara, İ., Özdemir, F., Keleş, R. & Bayrak, H. (2012). *Bazı Yerel Haşhaş Genotiplerinin Tohum ve Kapsül Verimi Açısından Değerlendirilmesi*. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu. 13-15 Eylül 2012, Tokat, 255-259.

- Küçük, Y.N. (1996). *Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde Yetiştirilen Haşhaş Bitkilerinden Alkoloidlerin Ekstraksiyonu ve Ekstraktların Susuz Ortamlarda Özelliklerinin İncelenmesi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Moghadam, A.K. & Mohammadi, K. (2014). A laboratory and glasshouse evaluation of ascorbic and salicylic acid effect on germination traits and grain yield of safflower cultivars. *Environmental and Experimental Biology*, 12, 39–42.
- Morton, J.F. (1977). *Major Medicinal Plants*, Charles C. Thomas-Publisher, Springfield, Illinois, ABD, 110-120.
- Nemeth, E. (2002). World Tendencies, Aims and Results of Poppy (*Papaver somniferum* L.) Breeding. In *Recent Progress in Medicinal Plants*. Houston, USA, Scientific Technological Publications. (pp 129-141)
- Özcan, M.M. & Atalay, Ç. (2006). Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. *Grasas y Aceites*, 57(2), 169-174.
- Özgen, Y., Arslan, N. & Bayraktar, N. (2017). Türkiye açısından önemli bitki haşhaşın önemi ve tarımı. *Ziraat Mühendisliği*, 364, 4-8.
- Rahimi, A. (2013). *Düşük morfinli haşhaş (Papaver somniferum L.) Hatlarının Bazı Bitkisel ve Tarımsal Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ramanujam, M.P., Abdul Jaleel, V. & Kumaravelu, G. (1998). Effect of salicylic acid on nodulation, nitrogenous compounds and related enzymes of *Vigna mungo*. *Biologia Plantarum*, 41(2), 307-311.
- Rasheed, S.M.S. (2018). Effect of Salicylic and Ascorbic acid on Growth, Green yield of two Broad bean Cultivars (*Vicia faba* L.). *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, 30(5), 71-88.
- Rezaei, O.A. (2015). *Tescilli Haşhaş (Papaver somniferum L.) Çeşitlerinin Tarımsal Değerlerinin Karşılaştırılması*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Sarıhan, E.O. (2004). *Haşhaş (Papaver somniferum L.) Bitkisinin Verimi ve Bazı Özellikleri Üzerine Giberellik Asidin (GA3) Farklı Doz ve Uygulama Zamanlarının Etkisi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Schivelbusch, W. (2012). *Keyif Verici Maddelerin Tarihi: Cennet, Tat ve Mantık*. Genesis Yayın, No: 18, s. 240, Ankara.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. & Dixon, K. (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30(2), 157-161.

- Skalicky, M., Hejnak, V., Novak, J., Hejtmankova, A. & Stranska, I. (2014). Evaluation of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars: Industrial aspect. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2), 189-196.
- Soliman, M.H., Al-Juhani, R.S., Hashash, M.A. & Al-Juhani, F.M. (2016). Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of broad bean (*Vicia faba* L.). *International Journal of Agricultural Technology*, 12(6), 1125-1138.
- 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.
- TMO, (2019). Toprak Mahsülleri Genel Müdürlüğü, Haşhaş Faaliyet Raporu, Ankara.
- Valizadeh, N., Rahimi, A. & Arslan, N. (2015). Evaluation the variation of morphine percentage in different Turkish opium poppy (*Papaver somniferum* L.) lines in three years. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 4(2), 209-214.
- Yadav, H.K., Shukla, S. & Singh, S.P. (2008). Discriminant function analysis for opium and seed yield in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Genetika*, 40(2), 109-120.
- Yadav, H.K., Shukla, S. & Singh, S.P. (2009). Genetic combining ability estimates in the F1 and F2 generations for yield, its component traits and alkaloid content in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Euphytica*, 168(1), 23-32.
- Yazıcı, L., Yılmaz, G. & Gökalp, S. (2017). Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve genotiplerinin alkaloid ve yağ oranlarının belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel Sayı), 313-317.
- Yazıcı, L. & Yılmaz, G. (2017). Determination of alkaloids and oil rates of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties cultivated as winter and summer. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(3, Special Issue 2), 359-362.
- 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.
- Yıldırım, E. & Dursun, A. (2009). Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae*, 807, 395-400. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.807.56

## ÖZGEÇMİŞ

