



T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ ve BİTKİ  
HORMONLARININ ARI OTU (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)  
TOHUMLARINDA GÖRÜLEN IŞIK VE SICAKLIK  
DORMANSİSİNİN KIRILMASI  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**VEYSEL AKKURT**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2013**

T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ ve  
BİTKİ HORMONLARININ ARI OTU (*Phacelia  
tanacetifolia* Benth.) TOHUMLARINDA  
GÖRÜLEN IŞIK VE SICAKLIK  
DORMANSİSİNİN KIRILMASI  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**VEYSEL AKKURT**

**Bu tez,  
Tarla Bitkileri Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS  
derecesi için hazırlanmıştır.**

**KAHRAMANMARAŞ 2013**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Veysel AKKURT tarafından hazırlanan “Farklı Tohum Ön Uygulamalarının ve Bitki Hormonlarının Arı Otu (*Phacelia Tanacetifolia* Benth.) Tohumlarında Görülen Işık ve Sıcaklık Dormansisinin Kırılması Üzerine Etkileri” adlı bu tez, jürimiz tarafından ... / 07 / 2013 tarihinde oy birliği ile Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvan, Ad ve Soyad (DANIŞMAN)

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Ünvan, Ad ve Soyad (İKİNCİ DANIŞMAN)

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Ünvan, Ad ve Soyad (ÜYE)

.

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Ünvan, Ad ve Soyad (ÜYE)

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Ünvan, Ad ve Soyad (ÜYE)

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Prof. Dr. İskender TİRYAKİ

Tarla Bitkileri, KSU

.....

Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK

Tarla Bitkileri, KSU

Prof. Dr. Hasan TUNAZ

Bitki Koruma, KSU

.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Veysel AKKURT

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.  
Proje No: 2011/3-17 YLS

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

# FARKLI TOHUM ÖN UYGULAMALARININ ve BİTKİ HORMONLARININ ARI OTU (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) TOHUMLARINDA GÖRÜLEN IŞIK VE SICAKLIK DORMANSİSİNİN KIRILMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

## ÖZET

Bu çalışma, hasat sonrası arı otu tohumlarında görülen yüksek sıcaklık ve ışık dormansisinin giderilmesinde priming çözeltisine ilave edilen farklı bitki hormonlarının etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yeni hasat edilen arı otu tohumları, farklı konsantrasyonlardaki giberelik asit ( $GA_3$ ; 300, 450 ve 600  $\mu M$ ), methyl jasmonate (MeJA; 0.5, 1.0 ve 1.5  $\mu M$ ), indol asetik asit (IAA; 0.5, 1.0 ve 1.5  $\mu M$ ), indol bütirik asit (IBA; 0.5, 1.0 ve 1.5  $\mu M$ ), asetil salisilik asit (ASA; 150, 300 ve 600  $\mu M$ ), aminocyclopropne-1-carboxylic asit (ACC; 0.5, 1.0 ve 1.5  $\mu M$ ), benzil adenin (BA; 50, 100 ve 150  $\mu M$ ) veya benzoik asit (BeA; 50, 100 ve 150  $\mu M$ ) hormonları % 1'lik  $KNO_3$  varlığında 4 °C'de 48 saat süre ile karanlıkta bekletilmiştir. Devamında, tohumlar ışık ya da karanlık ortamda, 4°C ya da 30°C'ye ayarlanmış iklim dolaplarında çimlendirmeye alınmışlardır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülen çalışma sonuçları, arı otu tohumlarında görülen ışık ve yüksek sıcaklık dormansisinin giderilmesinde  $GA_3$ , MeJA, IAA, IBA, ASA, ACC, BA ve BeA bitki hormonlarının çok önemli etkilerinin olduğunu, ancak bu etkilerin kullanılan hormon tür ve konsantrasyonuna göre değiştiğini göstermiştir. Hormon uygulamaları genelde arı otu tohumlarının çimlenme oranları yanında tohumların çimlenme hız ve homojenitelerinde de önemli iyileşmelere neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arı otu, priming, ışık, yüksek sıcaklık ve dormansi.

# EFFECTS OF DIFFERENT PRE-GERMINATION SEED TREATMENTS AND PLANT HORMONES TO OVERCOME LIGHT-AND TERMO-DORMANCY PRESENT ON HONEYBEE (*PHACELIA TANACETIFOLIA* BENTH.) SEEDS

## SUMMARY

This study was conducted to determine the effects of some plant hormones at different concentrations on honeybee seeds which show light-and termo-dormancy right after harvesting. Seeds were primed in % 1 KNO<sub>3</sub> supplemented with various concentrations of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>; 300, 450 ve 600 µM), methyl jasmonate (MeJA; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), indol asetic acid (IAA; 0.5,1.0 ve 1.5 µM), indol butyric acid (IBA; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), acetyl salicylic acid (ASA; 150, 300 ve 600 µM), 1-aminocyclopropane-1- carboxylic acid (ACC; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), benzyl adenine (BA; 50, 100 ve 150 µM) or benzoic acid (BeA; 50, 100 ve 150 µM) at 4 °C'for 48 hours. Following priming, seeds were germinated at 4 °C or 30 °C under light or no light conditions in growth chamber. The completely randomized experimental design was used with 4 replications. The results revealed that GA<sub>3</sub>, MeJA, IAA, IBA, ASA, ACC, BA and BeA have played important roles to overcome light and high temperature dormancy of honeybee seeds but, those effects would be depend on the concentration and the type of hormones used. Hormone applications have improved final germination percentage along with germination rate and spread of germination in honeybee seeds.

**Key words:** Honeybee seeds, priming, light, high temperature and dormancy.

## TEŞEKKÜR

Bu araŐtırmanın yürütülmesi sırasında bana her türlü yardım ve kolaylığı gösteren araştırma konusunun seçiminden tamamlanmasına kadar her zaman bilgi ve deneyimleriyle bana yardımcı olan değerli hocam tez yöneticim sayın Prof. Dr. İskender TİRYAKİ'ye çalışmanın yürütülmesi esnasında benden yardımlarını esirgemeyen, Biyoloji öğretmeni Mustafa TOPU'ya, Ziraat Yüksek Mühendisi Dilek BOROZAN 'a, Ziraat Mühendisi Gözde GÜNGÖR'e ve Aileme teşekkür ederim.

Veysel AKKURT

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	I
SUMMARY .....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	VIII
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE METOT .....	7
3.1. Materyal.....	7
3.2. Metot.....	7
3.2.1. Hormon Uygulaması .....	7
3.2.2. Çimlendirme Denemesi .....	7
3.2.2.1. İncelenen olan çimlenme parametreleri:.....	8
3.2.3. İstatistiksel Analizler .....	8
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	9
4.1 Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri.....	9
4.1.1. Son Çimlenme Oranı (%) .....	9
4.1.3. Çimlenen Tohumların % 50'sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> ).....	11
4.1.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim <sub>10-90</sub> ).....	12
4.2 Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Karanlık Ortamda Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri.....	13
4.2.1. Son Çimlenme Yüzdesi (%) .....	13
4.2.3. Çimlenen Tohumların % 50 sinin çimlenmesi için geçen süre (Çim <sub>50</sub> ).....	16
4.2.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim <sub>10-90</sub> ).....	17



4.3 Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri .....	18
4.3.1. Son Çimlenme Oranı (%) .....	18
4.3.3. Çimlenen Tohumların % 50'sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> ) .....	20
4.3.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim <sub>10-90</sub> ) .....	21
4.4. Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Karanlık Varlığındaki Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri .....	22
4.4.1. Son Çimlenme Oranı (%) .....	22
4.4.3. Çimlenen Tohumların % 50 sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> ) .....	24
4.4.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim <sub>10-90</sub> ) .....	25
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	26
KAYNAKLAR .....	28
ÖZGEÇMİŞ .....	31

# ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1. Çalışmada kullanılacak fiziksel çimlenme ortamı parametreleri.....	8
Çizelge 4.1.1. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Son Çimlenme Oranları Üzerine Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	10
Çizelge 4.1.2. Değişik Konsantrasyonlardaki Farklı Bitki Hormonları Varlığında 2 Gün Süre İle Prime Edilen Tohumların Işıklı Ortamda 4°C deki Çimlenme Oranları, Çimlenme Gün Sayıları Ve LSD Değerleri. ....	10
Çizelge 4.1.3. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenen Tohumların %50'sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> )'ye Ait Varyans Analiz Sonuçları. ....	11
Çizelge 4.1.4. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmesi İçin, Geçen Süre (Çim <sub>10-90</sub> )'ye Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	12
Çizelge 4.2.1. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Son Çimlenme Oranı üzerine etkisine ait Varyans Analiz Sonuçları. ....	13
Çizelge 4.2.2. Değişik Konsantrasyonlardaki Farklı Bitki Hormonları Varlığında 2 Gün Süre İle Bekletildikten Sonra Tohumların Karanlık Ortamda 4°C'deki Çimlenme Oranları, Çimlenme Gün Sayıları ve LSD değerleri. ....	15
Çizelge 4.2.3. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Karanlık Ortamda Çimlenen Tohumların % 50 'sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> )'ye Ait Varyans Analiz Sonuçları. ....	16
Çizelge 4.2.4. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Karanlık Ortamda Çimlenen tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmesi için, Geçen Süre (Çim <sub>10-90</sub> )'ye Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	17
Çizelge 4.3.1. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Son Çimlenme Oranlarına Üzerine Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	18
Çizelge 4.3.2. Değişik Konsantrasyonlardaki Farklı Bitki Hormonları Varlığında 2 Gün Süre İle Bekletildikten Sonra Tohumların Işıklı Ortamda 30°C'deki Çimlenme Oranları, Çimlenme Gün Sayıları ve LSD Değerleri. ....	19

Çizelge 4.3.3. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenen Tohumların % 50 ‘sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> )’ye Ait Varyans Analiz Sonuçları. ....	20
Çizelge 4.3.4. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmesi İçin, Geçen Süre (Çim <sub>10-90</sub> )’ye Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	21
Çizelge 4.4.1. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Son Çimlenme Oranlarına üzerine etkilerine ait Varyans Analiz Sonuçları.....	22
Çizelge 4.4.2. Değişik Konsantrasyonlardaki Farklı Bitki Hormonları Varlığında 2Gün Süre Bekletildikten Sonra Tohumların Karanlık Ortamda 30°C’deki Çimlenme Oranları, Çimlenme Gün Sayıları ve LSD Değerleri. ....	23
Çizelge 4.3.3. Arı Otu Tohumlarına Yapılan Hormon Uygulamalarının Yüksek Sıcaklık (30°C) Ve Karanlık Varlığındaki Çimlenen Tohumların % 50’sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim <sub>50</sub> )’ye Ait Varyans Analiz Sonuçları. ....	24
Çizelge 4.4.4. Arı Otu Tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Karanlık Varlığındaki Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmesi için, Geçen Süre (Çim <sub>10-90</sub> )’ye Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	25

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	:	Yüzde
mg	:	Miligram
L	:	Litre
$\mu$ M	:	Mikromolar
mM	:	Milimolar
mm	:	Milimetre
GA <sub>3</sub>	:	Giberalik asit
MeJA	:	Methyl jasmonate
IAA	:	İndol asetik asit
IBA	:	İndol bütirik asit
ASA	:	Asetil salisilik asit
ACC	:	Aminocyclopnopne-1- carboxylic asit
BA	:	Benzil adenin
BeA	:	Benzoik asit

## 1. GİRİŞ

Kuzey Amerika orijinli, tek yıllık, uzun gün bitkisi olan arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) dünyanın birçok bölgesinde bulunmakla birlikte özellikle Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktadır (Williams ve Christian, 1991). Çiçeklerinin bol miktarda polen ve nektar oluşturması yanında, uzun süreli çiçekte kalması (6-8 hafta) nedeniyle Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde bu bitkiden "Arı Merası" olarak yararlanılmaktadır (Kumova ve Korkmaz, 2002). Çiçeklenme süresi içerisinde arı merası olarak kullanılabilen bitkiden, çiçeklerinin iyice azaldığı devrede biçilerek kaba yem (silaj, yeşil gübre, vb.) olarak faydalanılması ekonomik kullanım olanaklarını artırmaktadır (Cabuk, 1982; Sağlamtimur ve Baytekin, 1993). Ilıman iklim bölgelerinde erken sonbahar aylarında, soğuk bölgelerde ise erken ilkbahar aylarında ekimi yapılan bitki, -7 °C'nin altındaki sıcaklıklardan zarar görebilmektedir.

Arı otu, tohumlarının küçük olması nedeniyle iyi hazırlanmış bir tohum yatağına gereksinim duymaktadır. Ekim derinliğinin 1-2 cm olması yeterlidir. arı otu, optimum çimlenmesini 3 ile 20 °C'de gerçekleştirmektedir (Macchia ve ark., 2000). Arı otu tohumlarında iyi bir çimlenmenin olması düşük toprak sıcaklığına ve tohumların ışık görmemesine bağlıdır.

Arı otu tohumlarında hasat sonrası görülen fizyolojik dormansinin ışık ve yüksek sıcaklıktan kaynaklandığı bilinmektedir (Chen ve Thimann, 1966). Arı otu tohumlarında bekleme süresine bağlı olarak fizyolojik dormansinin hasattan sonraki etkisi azalmaktadır (Tiryaki, I. yayınlanmamış sonuçlar). Ancak normal arı otu tohumlarına ait optimum çimlenme şartları ile ilgili veriler yeterli değildir. Örneğin, arı otunda çimlenmenin çok farklı sıcaklıklarda, mutlak suretle karanlıkta ve düşük sıcaklıkta gerçekleştiği belirtilmiştir (Chen ve Thimann, 1964; Chen ve Thimann, 1966). Optimum çimlenme şartlarında dahi çimlenmenin 24 saat ile 20 gün arasında değişebileceği, kuru toprak şartları ve yetersiz oksijenin çimlenme üzerine olumsuz etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Chen ve Thimann, 1966).

Tohumlarda görülen fizyolojik dormansinin giderilmesinde bazı tuz solüsyonları ile bitki hormonlarının kullanılabilmesi bilinmektedir. Kullanılabilecek bu bitki hormonlarının başında GA gelmektedir (Hendricks ve Taylorson, 1975). Arı otu tohumlarındaki sıcaklık dormansisi (thermodormancy)'nin kırılması için tohumların GA<sub>3</sub> ile muamele edilmesi önerilmektedir (Macchia ve ark., 2000). Son zamanlarda ise uygun

MeJA konsantrasyonlarının bazı bitki tohumlarında var olan fizyolojik dormansinin kırılmasında başarı ile kullanılabileceği belirtilmiştir (Tiryaki ve ark, 2005). Ancak arı otu tohumlarında hasat sonrası görünen fizyolojik dormansinin giderilmesinde diğer bitki hormonlarının etkileri ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, arı otu tohumlarında hasat sonrası gözlenen ışık ve yüksek sıcaklık dormansinin giderilmesinde gibberelik asit, methyl jasmonate, indol asetik asit, indol bütirik asit, asetil salisilik asit, aminocyclopropne-1-carboxylic asit, benzil adenin, benzoik asit hormonların farklı konsantrasyonlarının etkilerini belirlemektir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Andarwulan ve Shetty (1999), yaptıkları çalışmada asetil salisilik asit (ASA) ve FPH (Fish protein hydrolysate)'ı bezelye (*Pisum sativum*) tohumlarının canlılığını teşvik etmek için kullanmışlardır. Bezelye tohumları suyla ıslatılmadan önce 50 mM ASA, 2 ml/1 FPH ya da 2 ml/1 ASA/FPH tohuma uygulanarak saksıya ekimi yapılmış ve bunlar 5-10 gün arasında 24 saat süreyle çimlenmesi kontrol edilmiştir. Beş-on gün arasında yaptıkları gözlemlerde FPH ve ASA/FPH uygulamasının ortalama bitki ağırlığını arttırdığını bulmuşlardır. Ancak ASA uygulamasının tek başına bitki ağırlığında azalmalara neden olduğu, 10 gün sonra yaptıkları gözlemlerde ise FPH uygulamasının ortalama bitki boyunu % 9 (23.3 mm), ASA/FPH uygulamasının ise ortalama bitki boyunu % 11 (28.8 mm) oranında arttırdığını tespit etmişlerdir. Her iki uygulamanın bitkinin ortalama yaş ağırlığını % 15 (13 mg) artırdığı saptanmıştır.

Cocucci ve Negrini (1991), *Phacelia tanacetifolia* tohumlarının çimlenmesinde kalsiyum kalmoduline ışığın, sıcaklığın, fusicoccin ve kalsiyum-kalmodulinin antagonist etkisini araştırmışlardır. *Phacelia tanacetifolia*'nın sığağa duyarlı tohumlarının 16°C'de ve karanlıkta, Ca<sup>2+</sup>-ionophore A 23187 (çimlenmenin daha az miktarda Ca<sup>2+</sup> varlığında inhibe edilmesi) ve EGTA ile inkübesinde, çimlenme engellenmiştir. EGTA veya Ca<sup>2+</sup>-ionophore A 23187 ile denemeler farklı konsantrasyonlarda ve karanlıkta uygulanmıştır. Kalmodulin inhibitörü, kalmodazolum çimlenmeyi son derece engellediğini tespit etmişlerdir.

Koukourikou-Petridou ve Porlingis (1997), *Vigna radiata* (Maş Fasulyesi) tohumlarının köklenmesi için ekimden önce su ve GA<sub>3</sub> içeren solüsyonlarda muamele etmişlerdir. Çalışma 10<sup>-11</sup>-10<sup>-13</sup> M konsantrasyonlarda uygulanan GA<sub>3</sub>, hipokotolin uzamasına neden olurken stok bitkinin filizlerinde toplam uzunluk ve taze ağırlık, su ve GA<sub>3</sub> uygulaması arasında önemli bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

Macchi ve Angelini (2001), ışık, etilen, giberelik asit ve soğuk gibi faktörlerin *Echinacea angustifolia* tohumlarının çimlenmesine etkilerini araştırmışlardır. Hiçbir ön muamele yapılmayan tohumların karanlıkta, aydınlıktan daha iyi çimlendiğini ancak karanlık ve aydınlıkta çimlenme yüzdelерinin düşük olduğu bildirilmiştir. Karanlıkta veya aydınlıkta 7-15 günlük soğutma drumunun çimlenme yüzdesini önemli derecede arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca aydınlıkta GA<sub>3</sub>'ün çimlenmede artış sağladığı bildirilmiştir. Kontrol grubuyla yapılan karşılaştırma sonucunda GA<sub>3</sub> ile sıcaklık arasında bir ilişkinin olmadığı ortaya konmuştur.

Madakadze ve ark. (2000), Dallı darı (*Panicum virgatum* L.) bitkisindeki tohum dormansisini azaltmak ve bitkinin düşük sıcaklıklardaki çimlenme oranlarını artırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, farklı dallı darı çeşitleri potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>), PEG veya kum kullanılarak priming işlemine tabi tutulmuşlardır. Çalışmada sonuçları gerek kum ve gerekse kimyasallar kullanılarak yapılan priming işlemlerinin çimlenme performanslarında kontrole göre çok önemli derecede artışlar sağladığını belirtmişlerdir.

Mutlu ve Bozcuk (1998), tarafından yapılan çalışmada çeşitli konsantrasyonlarda (50, 100, 200 mM) NaCl içeren ortamlarda ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. Ev. Santafe) tohumlarının çimlenmesi ve bazı erken büyüme parametleri üzerine farklı konsantrasyonlarındaki spermin'in (0.01, 1, 2 mM) etkilerini, incelenmiştir. Çalışmada tuzlu olmayan koşullarda spermin uygulaması, konsantrasyona bağlı olmaksızın tohumlara hiçbir etki göstermemiştir. Tuz ise konsantrasyona bağlı olarak tohumların çimlenmesini engellemiştir veya geciktirmiştir. Bunlara karşın, 200 mM NaCl ile birlikte 0.01 ve/veya 1 mM spermin uygulamasında, spermin, tuzun çimlenme üzerindeki engelleyici etkisini tamamen ortadan kaldırmıştır.

Pill ve Finch-Savage (1988), Son zamanlarda yapılan çalışmalarda priming solüsyonuna ilave edilen değişik bitki büyüme düzenleyicilerinin priming işlemini daha da etkili hale getirdiğini, olumsuz toprak şartlarına karşı toleranslarını artırdığını belirtmişlerdir.

Pocsai ve Szabo (1983), yaptıkları çalışmada; 70, 90, 260, 340 ve 710 mM NaCl'ün soya fasulyesinin çimlenme ve büyüme özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada çimlenmenin 260 mM, büyüme özelliklerinin ise 340 mM NaCl konsantrasyonlarında baskı altına alındığını belirtmişlerdir.

Tiryaki ve ark. (2004), son zamanlarda yapılan çalışmalarda priming solüsyonuna ilave edilen değişik bitki büyüme düzenleyicileri (BBD)'nin priming işlemini daha da etkili hale getirdiğini, olumsuz toprak şartlarına karşı bitki toleranslarını artırdığını saptamışlardır.

Tiryaki ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada priming solüsyonu olarak polietilen glikol (PEG)'u test etmek ve priming ortamına ilave edilen stres ile ilgili bitki büyüme düzenleyicilerinin sorgum tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkilerini incelemiştir. PEG konsantrasyon ve priming süresi denemesinde sorgum tohumlarına farklı konsantrasyonlarda metil jasmonat (1, 3, 5 ve 10



$\mu\text{M}$ ), spermin (1, 3, 5 ve 10  $\mu\text{M}$ ) ve asetil salisilik asit (ASA, 50, 100, 500 ve 1000  $\mu\text{M}$ ) içeren 100  $\text{g L}^{-1}$  PEG solusyonu içerisinde 15°C’de 3 gün süre ile prime edilmişlerdir. Deneme sonucunda PEG’in ortamı olarak 15°C’nin altındaki sıcaklıklarda daha etkili olduğunu ve çimlenme hızında önemli derecede artışlar sağlandığını saptamışlardır. Ayrıca priming ortamına ilave edilen bitki büyüme düzenleyicilerinden 100  $\mu\text{M}$  ASA’nın çimlenme hızında ve fide çıkış yüzdesinde önemli artışlar sağladığı tespit etmişlerdir.

Tiryaki ve ark. (2011), Farklı konsantrasyonlardaki giberallik asit, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic asit (ACC), acetylsalicylic asit (ASA) ve benzyladenine’in arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) tohumlarında gözlenen yüksek sıcaklık dormansisinin giderilmesi üzerine olan etkilerinin araştırmışlardır. Çalışmada hormon uygulanan tohumlar 15°C ve 30°C karanlıkta çimlenmeye alınmıştır. Sonuçlar, tohumlara yapılan hormon uygulamalarının tohumların çimlenme parametreleri üzerine çok önemli etkilerinin olduğunu ve bu etkilerin yüksek sıcaklıkta daha belirgin olarak ortaya çıktığını göstermiştir. Tohumlara yapılacak ACC ve ASA uygulamalarının çimlenmeyi olumsuz yönde etkileyen yüksek sıcaklığın etkisini yapılan diğer uygulamalara göre daha etkili bir şekilde giderilebileceği ortaya konmuştur.

Tiryaki ve Topu (2009a), Yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonlardaki methyl jasmonate (JA-Me; 1, 3 ve 5  $\mu\text{M}$ ), giberallik asit ( $\text{GA}_3$ ; 150, 300, 450  $\mu\text{M}$ ) ve 1-aminocyclopropane-1-carboxylic asit (ACC; 1, 3 ve 5  $\mu\text{M}$ )’in arı otu (*Phacelia tanacetifolia*) tohumlarında hasat sonrası gözlenen fizyolojik dormansinin giderilmesi üzerine olan etkileri araştırmışlardır. Çalışma sonuçları tüm hormon uygulamalarının arı otu tohumların çimlenme oranları ile çimlenme hız ve eşzamanlılığında kontrole göre önemli iyileşmelere neden olduğunu göstermiştir. Çimlenme oranı 5  $\mu\text{M}$  JA-Me uygulanan tohumlarda % 99.3 ile en yüksek olurken kontrol tohumlarında çimlenme oranı % 74.7 olarak gerçekleşmiştir. Çimlenme hızında ACC’nin, çimlenme eşzamanlılığında ise JA-Me’in daha etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonuçları, arı otu tohumlarında hasat sonrası gözlenen fizyolojik dormansinin giderilmesinde JA-Me ve ACC hormonlarının,  $\text{GA}_3$ ’e göre daha etkili bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Tiryaki ve Topu (2009b), yapmış oldukları çalışmada farklı konsantrasyonlardaki methyl jasmonate (JA-Me; 1, 3 ve 5  $\mu\text{M}$ ), giberallik asit ( $\text{GA}_3$ ; 150, 300, 450  $\mu\text{M}$ ) ve 1-aminocyclopropane-1-carboxylic asit (ACC; 1, 3 ve 5  $\mu\text{M}$ )’in arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) tohumlarında gözlenen ışık dormansisinin giderilmesi üzerine olan

etkilerinin araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan tohumlar ışık ( $100 \mu\text{M m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) varlığında  $15^\circ\text{C}$  imlenmeye alınmıştır. Kullanılan tüm bitki hormonları ışık dormansinin giderilmesinde olumlu etkilere sahip olmasına karşın,  $450$  ve  $300 \mu\text{M GA}_3$  uygulanan tohumlarda çimlenme oranları sırası ile  $\% 57.3$  ve  $\% 48.0$  ile en yüksek olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın kontrol tohumlarında hiç çimlenme olmadığı belirtilmiştir. Diğer taraftan  $3 \mu\text{M JA-Me}$  uygulanan tohumlarda çimlenme oranı  $\% 16.7$  olurken  $1 \mu\text{M ACC}$  uygulanan tohumlarda çimlenme oranı  $\% 30.0$  olarak belirlenmiştir. En hızlı çimlenme ( $\text{çim}_{50}=1.27$  gün)  $5 \mu\text{M ACC}$  uygulanan tohumlardan, en yavaş çimlenme ise  $150 \mu\text{M GA}_3$  uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Bu çalışmada arı otu tohumlarında var olan ışık dormansisinin giderilmesinde  $\text{GA}_3$ 'in,  $\text{JA-Me}$  ve  $\text{ACC}$  uygulamalarına göre daha etkili olduğunu ancak  $\text{Me-JA}$  ve  $\text{ACC}$ 'nin de ışık dormansisinin oluşum mekanizmasına katkıda buldukları ortaya koyulmuştur.

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünün laboratuvarında yürütülmüştür.

#### 3.1. Materyal

Hasat sonrası gözlenen tohum dormansisini kırmak amacıyla ihtiyaç duyulan Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Bentham) tohumları, Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanına ekilen bitkilerden karşılanmıştır.

#### 3.2. Metot

Arı otu tohumlarında kullanılacak priming ortam ve koşulları yapılan ön denemeler ile belirlenmeye çalışılmıştır. Dört ve 30 °C'de ışık varlığında yapılan priming ön deneme sonuçları, 4 °C'de % 1'lik KNO<sub>3</sub> varlığında 2 gün süreli priming şartlarının arı otu tohumları için en uygun kimyasal ve priming şartları olduğunu göstermiştir. Bu şartlar, hormon uygulamalarında priming ortamı olarak kullanılmıştır.

##### 3.2.1. Hormon Uygulaması

Bu amaçla 1000 adet arı otu tohumu, içinde çift katlı kurutma kâğıdı bulunan kapaklı şeffaf plastik kaplara (10 x 10 x 4 cm) yerleştirilerek üzerine farklı konsantrasyonlardaki giberelik asit (GA<sub>3</sub>; 300, 450 ve 600 µM), methyl jasmonate (MeJA; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), indol asetik asit (IAA; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), indol bütirik asit (IBA; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), asetil salisilik asit (ASA; 150, 300 ve 300 µM), aminocyclopropne-1-carboxylic asit (ACC; 0.5, 1.0 ve 1.5 µM), benzil adenin (BA; 50, 100 ve 150 µM) ve benzoik asit (BeA; 50, 100 ve 150 µM) hormonları % 1'lik KNO<sub>3</sub> varlığında 4 °C'de 2 gün süre ile karanlıkta bekletilmiştir. Tohumlar 48 saat sonunda, uygulanan kimyasal ve hormonların tohumdan uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla musluk suyunda 2 dakika süre ile yıkanmıştır. Etkili maddelerden uzaklaştırılan tohumlar, tohum yüzeyindeki serbest suyun uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla 3 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilmiş ve devamında hormon bulundurmeyen, sadece % 1'lik KNO<sub>3</sub>'da bekletilen kontrol tohumları ile birlikte çimlendirme denemesine alınmıştır.

##### 3.2.2. Çimlendirme Denemesi

Elli adet tohum, tesadüf parselleri deneme desenine göre çimlendirme testi amacıyla 4 tekrarlı olarak, çift katlı kurutma kâğıdı bulunduran kapaklı cam petri kaplarına

(5 x 5,5 cm) yerleştirilmiş ve üzerlerine 2 ml saf su ilave edilerek sıcaklık ve ışık yoğunluğu ayarlanmış iklim dolaplarına yerleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan iklim dolabı parametreleri Tablo 1’de verildiği gibi ayarlanmıştır. Işık varlığında yapılacak çimlendirme denemelerinde ışık yoğunluğu  $100\ 100\ \mu\text{M m}^{-2}\text{s}^{-1}$  olacak şekilde ayarlanmış iklim dolapları kullanılmıştır. Çimlenen tohumlar her gün sayılarak petri kaplarından uzaklaştırılmıştır. Bu işlem herhangi bir petri kabında çimlenen tohum sayısı ardışık 3 gün süreyle sıfır olduğu zamana (10-12 gün) kadar devam etmiştir. Denemede 1-2 mm kökçük çıkışı çimlenmiş tohum olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılacak fiziksel çimlenme ortamı parametreleri

Işık Dormansisi	Sıcaklık + Işık dormansisi
4±0.5 °C Işık	30 ±0.5 °C Işık
4±0.5 °C Karanlık	30 ±0.5 °C Karanlık

ışık yoğunluğu  $100\ 100\ \mu\text{M m}^{-2}\text{s}^{-1}$

### 3.2.2.1. İncelenen çimlenme parametreleri:

Toplam Çimlenme Oranı (ÇimY) (%): [Çimlenen tohum sayısı/Toplam tohum sayısı] x100 olarak hesaplanmıştır.

Çimlenme Yüzdesinin Açısal (Arcsin) Transformasyonu [ÇimY]: ÇimY değerlerine açısal (Arcsin) transformasyon uygulanarak hesaplanmıştır. Çim<sub>50</sub> (gün): Çimlenen tohumların % 50’sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı olarak hesaplanmıştır. Çim<sub>10</sub>-Çim<sub>90</sub> (gün): % 90 çimlenmeye ulaşmak için gerekli gün sayısından % 10 çimlenmeye ulaşmak için gerekli gün sayısı çıkartılarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3. İstatistiksel Analizler

Çimlenen tohumlar üzerinden son çimlenme yüzdesi (ÇimY) ve bunun açısal transformasyonu ( $\arcsin\sqrt{\text{ÇimY}}$ ), çimlenen tohumların % 50’nin çimlenebilmesi için gerekli olan gün sayısı (Çim<sub>50</sub>) ve % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşmak için gerekli gün sayısı (Çim<sub>10-90</sub>) Murray ve ark., (1993) tarafından belirtildiği gibi hesaplanmıştır. Elde edilen veriler SAS (SAS, 1997) programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Fisher’in en küçük önemli fark (LSD) testi ile belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri

#### 4.1.1. Son Çimlenme Oranı (%)

Düşük sıcaklık (4°C) ve ışık varlığındaki arı otu tohumlarına ait son çimlenme oranı ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.1.'de, hormon uygulamalarına ait ortalama değerler ile bu verilere ait çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 4.1.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme oranı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farkların olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.2'de hormon uygulamalarının tamamında, 4°C ve ışık varlığında çimlendirilen arı otu tohumlarının çimlenme oranlarında çok önemli artışlar sağladığı gözlenmiştir. Yapılan hormon uygulamaları sonucunda en yüksek çimlenme oranı % 46.5 ile 0.5 µM MeJA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. MeJA'in biyotik ve abiyotik stres etmenlerine karşı bitki savunma mekanizmasında görev yaptığı düşünüldüğünde, düşük sıcaklık ve ışık stresi şartlarında çimlendirilen arı otu tohumlarının çimlenme oranlarında önemli artışlar sağlaması beklenen bir sonuçtur. Ancak bu çalışma ile ilk defa ikili stres şartlarında (düşük sıcaklık ve ışık) da MeJA'in etkili olabileceği doğrudan göstermiştir. Nitekim MeJA hormonun birçok bitki stres faktörü yanında bitki tohumlarının stres şartlarında, özellikle de düşük sıcaklık şartlarında bazı bitki tohumlarının çimlenme oranlarında önemli artışlar sağladığı rapor edilmiştir (Tiryaki ve Topu, 2009a ve 2009b). Bu çalışma sonuçlarının literatürde belirtilen bilgiler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bunun yanında hormon uygulanmayan kontrol tohumlarında son çimlenme oranı % 7.5 olarak tespit edilmiştir. Hormon uygulanmış tohumlarda en düşük çimlenme oranı (% 13.5 ) 600 µM ASA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Sonuçlar, artan ASA konsantrasyonuna bağlı olarak tohumların çimlenme oranlarında düşüşlerin meydana geldiğini, en düşük çimlenme oranının ise ASA'nın en yüksek konsantrasyonundan elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlar ileride yapılacak çalışmalarda ASA'nın daha düşük konsantrasyonlarının denenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu sonuçlar aynı zamanda ASA'nın arı otu tohumlarının düşük sıcaklık ve ışık stresine karşı etkili olabileceğini, fakat belirtilen stres etmenlerinin giderilmesi mekanizmalarına doğrudan etkisinin olmayacağına işaret etmektedir.

Çizelge 4.1.1. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının son çimlenme oranları üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P ≤
Uygulama	24	384.04	0.0001
Hata	75	80.13	
Genel	99		

Çizelge 4.1.2. Değişik konsantrasyonlardaki farklı bitki hormonları varlığında 2 gün süre ile prime edilen tohumların ışıklı ortamda 4°C'deki çimlenme oranları, çimlenme gün sayıları ve LSD değerleri. £

Hormon	Konsantrasyon (µM)	Çim Y		Çim 50 (Gün)	Çim10-90 (Gün)
		%	[ Çim Y ]		
GA <sub>3</sub>	300	33.50	[ 35.29 ]	2.60	5.97
	450	26.50	[30.77 ]	3.35	5.77
	600	24.50	[29.64 ]	1.90	4.80
MeJA	0.5	46.50	[42.98 ]	2.62	6.57
	1	33.00	[ 35.05 ]	3.12	6.52
	1.5	28.00	[31.65 ]	0.90	2.97
IAA	0.5	37.50	[ 37.67 ]	1.02	5.12
	1	45.00	[42.11 ]	0.90	6.12
	1.5	25.50	[30.21 ]	1.32	6.17
IBA	0.5	39.50	[ 38.74 ]	1.72	4.92
	1	40.00	[39.08 ]	0.70	4.87
	1.5	33.50	[35.06 ]	0.77	7.47
ASA	150	27.50	[31.41 ]	4.97	7.90
	300	14.50	[21.89 ]	3.35	8.10
	600	13.50	[21.44 ]	4.10	6.72
ACC	0.5	39.00	[38.61 ]	0.77	5.47
	1	39.50	[38.65 ]	2.45	6.55
	1.5	27.50	[ 31.49 ]	6.20	7.27
BA	50	40.50	[39.43 ]	1.55	5.82
	100	39.00	[38.58 ]	2.22	6.37
	150	28.50	[32.15 ]	2.42	5.85
BeA	50	33.50	[35.28 ]	0.80	6.22
	100	40.50	[ 39.49 ]	1.00	7.00
	150	27.50	[31.22 ]	1.67	7.42
Kontrol	%1 KNO <sub>3</sub>	7.50	[13.44 ]	4.80	2.75
LSD0.01			[ 8.19 ]	2.00	2.28
Önemlilik			**	**	**

<sup>£</sup>, ÇimY, Son çimlenme oranı; [ÇimY], Son çimlenme oranının açısal transformasyonu; Çim<sub>50</sub>, çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı; Çim<sub>10-90</sub>, çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşabilmesi için gerekli gün sayısı.

\*\* ,  $P \leq 0.01$  seviyesinde çok önemli.

#### 4.1.3. Çimlenen Tohumların % 50'sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim<sub>50</sub>)

Işık varlığında, 4°C'de çimlendirilen arı otu tohumlarının, çimlenen tohumların % 50'sini çimlenmesi için geçen süreyle ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.3'de, hormon uygulamaları sonucu elde edilen çimlenen tohumların % 50'sini çimlenmesi için geçen süreler için ortalamalar ve LSD değerleri Çizelge 4.1.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.3. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının düşük sıcaklık (4°C) ve ışık varlığındaki çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre (Çim<sub>50</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P ≤
Uyulamalar	24	9.04	0.0001
Hata	75	1.03	
Genel	99		

Çizelge 4.1.3'ün incelenmesinden görüleceği üzere çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farkların olduğu tespit edilmiştir.

Işık varlığında 4°C çimlendirilen Arı otu tohumlarına ait istatistikî analizler sonucunda kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında yapılan hormon uygulamalarının tamamında çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süreyi önemli derecede kısalttığı saptanmıştır (Çizelge 4.1.2). En yavaş çimlenme 1.5 µM ACC uygulanan tohumlardan elde edilirken kontrol tohumlarında çimlenme hızı  $G_{50}=4.80$  gün olarak tespit edilmiştir. En hızlı tohum çimlenmesi ( $G_{50}=0.7$  gün) 1 µM IBA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Kullanılan hormon ve konsantrasyonlarının çimlenme hızı üzerine olan genel etkileri incelendiğinde ASA hormonunun genelde etkisiz olduğu, diğer hormonların ise kullanılan hormon konsantrasyonuna bağlı olarak farklı etkilerinin olduğu görülmüştür. Örneğin,

IAA, IBA, BeA hormonlarında, kullanılan tüm hormon konsantrasyonlarında hızlı bir çimlenme elde edilirken, ACC uygulanan tohumların çimlenme hızları hormon konsantrasyonundaki artışına bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.2.3.). Buna karşın çimlenme hızı GA<sub>3</sub> ve MeJA hormonlarında, artan hormon konsantrasyonuna bağlı olarak artarken, BA uygulanan tohumlarda kullanılan konsantrasyonun çimlenme hızı üzerine benzer ve olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir. Çimlenme hızı verilerinin anlamlı olabilmesi, elde edilecek çimlenme oranlarının pratikte kullanılabilme durumu ile doğrudan orantılıdır. Bu nedenle en yüksek çimlenme oranının elde edildiği 0.5 µM MeJA uygulamasına ait çimlenme hızının kontrol tohumlarına göre önemli artışlar sağlaması anlamlı ve önemli bulunmuştur. Bu sonuçların Tiryaki ve Topu (2009b.)'un belirttiği sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir.

#### **4.1.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim<sub>10-90</sub>).**

Çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için gerekli gün sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.4'de, hormon uygulamaları sonucu elde edilen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için gerekli gün sayısına ait ortalama değerler ile LSD değerleri Çizelge 4.1.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.4'nin incelenmesinden görüleceği üzere çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için geçen süre bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farkların olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.1.4. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının düşük sıcaklık (4°C) ve ışık varlığındaki çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmesi için, geçen süre (Çim<sub>10-90</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P ≤
Uygulama	24	6.86	0.0009
Hata	75	2.63	
Genel	99		

Işık varlığında, 4°C çimlendirilen arı otu tohumlarında, çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşabilmesi için gerekli gün sayısı 1.5 µM MeJA uygulanan tohumlarda 2.97 gün ile en düşük olarak belirlenmiştir. Bunun yanında kontrol tohumlarında bu süre 2.75 gün olarak tespit edilmiştir. Kontrol tohumları ile



kıyaslandığında, hormon uygulamalarının, tohumların çimlenme homojenitesi üzerine olumsuz yönde etki ettiği görülmektedir. Ancak, kontrol tohumlarındaki çimlenme oranının çok düşük olması bu karşılaştırmanın tek başına yeterli olamayacağını göstermektedir. Bu sonuçlar aynı zamanda ışık ve düşük sıcaklık şartlarında MeJA'nın arı otu tohumlarının çimlenme oran ve hızlarının iyileştirilmesinde etkili olduğunu, ancak çimlenen tohumların homojeniteleri üzerine doğrudan etki etmediğini göstermektedir.

## **4.2 Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Düşük Sıcaklık (4°C) ve Karanlık Ortamda Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri**

### **4.2.1. Son Çimlenme Yüzdesi (%)**

Düşük sıcaklık (4°C) ve karanlıkta çimlendirilen arı otu tohumlarına ait son çimlenme yüzdesi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.1.'de, kimyasal uygulamalara ait ortalama değerleri ile LSD değerleri ise Çizelge 4.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.1'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme yüzdesi bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.2.1. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının son çimlenme oranı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	$P \leq$
Uyulama	24	308.33	0.0004
Hata	75	109.65	
Genel	99		

Çizelge 4.2.2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi düşük sıcaklık (4°C) ve karanlıkta çimlendirilen arı otu tohumlarında, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında yapılan hormon uygulamalarının tamamı arı otu tohumlarının çimlenme oranlarında çok önemli artışlar sağlamıştır. En yüksek çimlenme oranı % 91 ile 100 µM BeA uygulanan tohumlarından elde edilirken, kontrol tohumlarında bu oran % 55 olarak tespit edilmiştir.

Çimlenme oranını yüksek oranda arttıran diğer iki uygulama ise sırasıyla % 89 ve % 88.5 ile 0.5 µM MeJA ve 50 µM BeA uygulanan tohumlarda olmuştur. Hormon uygulanmış tohumlarda en düşük çimlenme oranı % 65 ile 1.5 µM IAA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Bu sonuçlar, düşük sıcaklık stresinin tek başına uygulandığı arı otu tohumlarında MeJA yanında BeA'nin hormonunun da etkili olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, MeJA ve BeA hormonlarının düşük sıcaklık stresine karşı benzer ya da aynı sinyal iletim ağlarını kullandıklarını ancak, ışık stresine karşı oluşturulan sinyal iletim ağlarının farklı olabileceğine işaret etmektedir. Çalışma sonuçları aynı zamanda düşük sıcaklık stresine karşı oksin türevlerinin etki mekanizmalarının farklı olabileceğini de göstermektedir (Çizelge 4.2.2). Nitekim, 1 µM IAA konsantrasyonu en iyi sonucu verdiği halde 1.5 µM IAA uygulanan tohumlarda çimlenme oranında önemli düşüşler meydana gelmiştir. Ancak IBA uygulanan tohumlarda artan hormon konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme oranında benzer bir düşüş görülmemiştir.

Çizelge 4.2.2. Değişik konsantrasyonlardaki farklı bitki hormonları varlığında 2 gün süre ile bekletildikten sonra tohumların karanlık ortamda 4°C'deki çimlenme oranları, çimlenme gün sayıları ve LSD değerleri. <sup>£</sup>

Hormon	Konsantrasyon (µM)	Çim Y		Çim <sub>50</sub> (Gün)	Çim <sub>10-90</sub> (Gün)
		%	[ Çim Y ]		
GA <sub>3</sub>	300	73.00	[ 59.35 ]	2.15	1.67
	450	67.50	[55.46 ]	3.00	5.58
	600	76.50	[61.14 ]	2.25	4.35
MeJA	0.5	89.00	[71.51 ]	3.00	5.00
	1	77.00	[ 61.41 ]	2.32	4.77
	1.5	81.00	[65.43 ]	1.87	4.35
IAA	0.5	85.00	[ 67.34 ]	1.92	5.42
	1	86.00	[68.73 ]	1.52	3.90
	1.5	65.00	[54.27 ]	2.07	5.07
IBA	0.5	83.00	[65.99 ]	1.62	3.50
	1	84.50	[66.84 ]	1.47	3.50
	1.5	80.00	[63.47 ]	2.05	4.15
ASA	150	84.50	[67.30 ]	1.87	3.87
	300	81.50	[64.62 ]	1.50	2.87
	600	83.50	[66.62 ]	1.77	4.65
ACC	0.5	66.50	[55.26 ]	1.37	3.77
	1	87.50	[69.51 ]	1.85	3.30
	1.5	87.00	[ 69.17 ]	1.50	2.10
BA	50	87.50	[69.61 ]	2.05	4.87
	100	83.50	[66.30 ]	1.52	4.57
	150	83.00	[69.29 ]	1.67	4.55
BeA	50	88.50	[70.59 ]	1.80	5.00
	100	91.00	[ 74.93 ]	1.60	2.57
	150	83.50	[66.15 ]	1.57	2.10
Kontrol	%1 KNO <sub>3</sub>	55.00	[47.87 ]	3.30	5.72
LSD <sub>0.01</sub>			[ 10.87 ]	0.51	2.04
Önemlilik			**	**	**

<sup>£</sup>, ÇimY, Son çimlenme oranı; [ÇimY], Son çimlenme oranının açısal transformasyonu;

Çim<sub>50</sub>, çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı; Çim<sub>10-90</sub>, çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşabilmesi için gerekli gün sayısı.

\*\* ,  $P \leq 0.01$  seviyesinde çok önemli.

#### 4.2.3. Çimlenen Tohumların % 50 sinin çimlenmesi için geçen süre (Çim<sub>50</sub>)

Karanlık ortamda ve düşük sıcaklıkta (4°C) çimlendirilen arı otu tohumları ile ilgili olarak, çimlenen tohumların % 50'sini çimlenmesi için geçen süreyle ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.3'de, hormon uygulamaları sonucu elde edilen çimlenen tohumların % 50'sini çimlenmesi için geçen sürelerle ait ortalamalar ve LSD değerleri Çizelge 4.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.3. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının düşük sıcaklık (4°C) ke karanlık ortamda çimlenen tohumların % 50 sinin çimlenmesi için geçen süre (Çim<sub>50</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P ≤
Uyulama	24	1.02	0.0001
Hata	75	0.13	
Genel	99		

Çizelge 4.2.3'ün incelenmesinden görüleceği üzere çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Düşük sıcaklık (4°C) ve karanlıkta çimlendirilen tohumlarda, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında yapılan hormon uygulamalarının tamamında çimlenen tohumların % 50'inin çimlenmesi için geçen süreyi önemli derecede kısalttığı saptanmıştır (Çizelge 4.2.2). En yavaş çimlenme 450 µM GA<sub>3</sub> ve 0.5 µM MeJA uygulanan tohumlardan elde edilirken (G<sub>50</sub>=3 gün) kontrol tohumlarında çimlenme hızı G<sub>50</sub>=3.30 gün olarak tespit edilmiştir. En hızlı tohum çimlenmesi (G<sub>50</sub>=1.37 gün) 0.5 µM ACC uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Kullanılan hormon ve konsantrasyonlarının çimlenme hızı üzerinde genel etkileri incelendiğinde kullanılan hormon konsantrasyonlarına bağlı olarak olumlu etkileri olduğu görülmüştür. IAA, ASA ve BeA hormonları ve konsantrasyonları, kullanılan diğer tüm hormon ve konsantrasyonlarına göre daha hızlı bir çimlenme sağlamıştır (Çizelge 4.2.2).

#### 4.2.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim10-90).

Düşük sıcaklık (4°C) ve karanlıkta çimlendirilen tohumlara ait, çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için gerekli gün sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.4'de, hormon uygulamaları sonucu elde edilen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için gerekli gün sayısı ortalama değerleri ile LSD değerleri Çizelge 4.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.4'nin incelenmesinden görüleceği üzere çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için geçen süre bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.2.4. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının düşük sıcaklık (4°C) ve karanlık ortamda çimlenen tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmesi için, geçen süre (Çim<sub>10-90</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P ≤
Uygulama	24	4.64	0.0054
Hata	75	2.11	
Genel	99		

Düşük sıcaklık (4°C) ve karanlıkta çimlendirilen tohumlara ait istatistikî analiz sonuçları, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında yapılan hormon uygulamalarının çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için geçen süreyi önemli ölçüde kısalttığı saptanmıştır (Çizelge 4.2.2). En yavaş çimlenme ( $G_{10-90}=5.85$  gün) 450 µM GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlardan elde edilirken kontrol tohumlarında çimlenme hızı  $G_{10-90}=5.72$  gün olarak tespit edilmiştir. En hızlı tohum çimlenmesi ( $G_{10-90}=1.67$  gün) 300 µM GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda artan hormon konsantrasyonunun çimlenme hızını önemli derecede düşürdüğü tespit edilmiştir. Kullanılan hormon ve konsantrasyonlarının çimlenme hızı üzerine olan genel etkileri incelendiğinde kullanılan hormonun konsantrasyonuna bağlı olarak farklı olumlu etkileri olduğu görülmektedir. IBA ve ACC hormonlarının kullanılan tüm konsantrasyonlarında hızlı bir çimlenme gözlenmiştir.

### 4.3 Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Işık Varlığındaki Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri

#### 4.3.1. Son Çimlenme Oranı (%)

Yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığındaki çimlendirilen arı otu tohumlarına ait son çimlenme oranı ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.1.'de, hormon uygulamalarına ait ortalama değerler ile bu verilere ait çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 4.3.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.1'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme oranı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.3.1. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının son çimlenme oranları üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	$P \leq$
Uygulama	24	121.71	0.0001
Hata	75	29.14	
Genel	99		

Yüksek sıcaklık ve ışık stresinin beraber uygulandığı arı otu tohumlarında çimlenme oranlarının çok düşük olduğu ancak stres ile ilgili hormonların tohumlara uygulanması durumunda bu stres faktörünün kısmen giderilebileceği ve çimlenme oranlarında çok önemli artışlara neden olabileceğini tespit edilmiştir. Çizelge 4.3.1'de hormon uygulamalarının tamamında çimlenme oranlarının çok önemli artışlar sağladığı gözlenmiştir. Yapılan hormon uygulamaları sonucunda en yüksek çimlenme oranı % 22.5 ile 150  $\mu$ M BA uygulaması yapılan tohumlardan elde edilmiştir. Düşük sıcaklık ve ışık stresinin beraber uygulandığı tohumlarda en yüksek çimlenme oranlarının MeJA uygulanan tohumlardan elde edilmiş olması, arı otu tohumlarında yüksek sıcaklık ile düşük sıcaklık stres sinyali iletim ağlarının ve burada görev alan bitki hormonlarının farklı olabileceğini göstermektedir. Tiryaki ve ark. (2011) arı otu tohumlarında görülen yüksek

sıcaklık dormansisinin giderilmesinde ACC ve ASA hormonlarının etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak ilgili çalışmada kullanılan ASA konsantrasyonlarının düşük olması ve tohumların karanlık ortamda çimlendirilmiş olması bu çalışma sonuçları ile literatürde verilen sonuçlar arasında bazı farklılıkların olmasına neden olmuştur. Bu çalışma sonuçları, Tiryaki ve ark. (2011)'in belirttiği sonuçları doğrulamak ile birlikte arı otu tohumlarına uygulanacak BA hormonunun yüksek sıcaklık ve ışık dormansisinin giderilmesinde daha etkili olduğunu göstermiştir. Hormon uygulanmış tohumlarda, son çimlenme oranı en düşük (% 2) 600 µM ASA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Kontrol tohumlarında çimlenme oranı % 1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.2. Değişik konsantrasyonlardaki farklı bitki hormonları varlığında 2 gün süre ile bekletildikten sonra tohumların ışıklı ortamda 30°C'deki çimlenme oranları, çimlenme gün sayıları ve LSD seğerleri. <sup>£</sup>

Hormon	Konsantrasyon (µM)	Çim Y		Çim <sub>50</sub> (Gün)	Çim <sub>10-90</sub> (Gün)
		%	[ Çim Y ]		
GA <sub>3</sub>	300	3.00	[ 8.46 ]	2.12	0.60
	450	5.50	[13.07 ]	1.85	4.52
	600	10.50	[18.61 ]	0.72	3.45
MeJA	0.5	16.50	[23.85 ]	0.70	1.92
	1	10.50	[ 18.66 ]	0.65	2.80
	1.5	13.00	[20.70 ]	0.52	1.05
IAA	0.5	17.00	[ 24.16 ]	0.57	2.80
	1	16.50	[23.63 ]	0.67	2.82
	1.5	11.00	[19.04 ]	0.55	1.75
IBA	0.5	13.00	[20.94 ]	0.57	2.35
	1	15.50	[23.09 ]	0.60	1.05
	1.5	20.50	[26.59 ]	0.60	1.30
ASA	150	14.50	[22.30 ]	0.55	1.12
	300	11.50	[19.36 ]	0.65	3.92
	600	2.00	[8.13 ]	3.00	0.80
ACC	0.5	17.50	[24.26 ]	0.57	2.05
	1	14.00	[21.72 ]	1.17	4.25
	1.5	13.50	[ 20.47 ]	0.55	2.97
BA	50	13.50	[21.30 ]	0.50	0.80
	100	22.50	[28.01 ]	0.67	3.00
	150	18.00	[24.88 ]	0.72	2.02
BeA	50	12.50	[20.12 ]	0.72	2.57
	100	10.00	[ 15.89 ]	0.50	4.15
	150	6.00	[13.63 ]	1.40	1.45
Kontrol	%1 KNO <sub>3</sub>	1.00	[4.06 ]	1.75	0.40
LSD <sub>0.01</sub>			[ 7.35 ]	1.05	2.54
Önemlilik			**	**	*

<sup>£</sup>, ÇimY, Son çimlenme oranı; [ÇimY], Son çimlenme oranının açısal transformasyonu;

Çim<sub>50</sub>, çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı; Çim<sub>10-90</sub>, çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşabilmesi için gerekli gün sayısı.

<sup>\*\*</sup>,  $P \leq 0.01$  seviyesinde çok önemli.

#### 4.3.3. Çimlenen Tohumların % 50'sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim<sub>50</sub>)

Yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığında çimlendirilen arı otu tohumlarına ait çimlenen tohumların % 50'sini çimlenmesi için geçen süreyle ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.3'de, hormon uygulamalarına ait ortalama değerler ile bu verilere ait çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 4.3.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.3. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığındaki çimlenen tohumların % 50 sinin çimlenmesi için geçen süre (Çim<sub>50</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P≤
Uyulama	24	1.58	0.0008
Hata	75	0.60	
Genel	99		

Çizelge 4.3.3'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme oranı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan istatistikî analiz sonucunda yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığındaki çimlendirilen tohumlarda, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında yapılan hormon uygulamalarının tamamında çimlenen tohumların % 50'inin çimlenmesi için geçen süreyi önemli derecede kısalttığı saptanmıştır (Çizelge 4.3.2). En yavaş çimlenme, 50 µM Benzil Adenin (BA) ve 100 µM Benzoik Asit (BeA) uygulanan tohumlardan elde edilirken ( $G_{50}=0.5$  gün) kontrol tohumlarında çimlenme hızı  $G_{50}= 1.75$  gün olarak tespit edilmiştir. En hızlı tohum çimlenmesi ( $G_{50}=3$  gün) 600 µM ASA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Bu sonuçlar Tiryaki ve ark. (2011)'in arı otu tohumları ile yapmış oldukları



çalışma sonuçları ile uyumludur. Kullanılan hormon konsantrasyonlarının çimlenme hızı üzerine olan genel etkileri incelendiğinde GA<sub>3</sub> hormonunun genelde etkisiz olduğu, diğer hormonların ise kullanılan hormon konsantrasyonuna bağlı olarak farklı olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.3.2). GA<sub>3</sub> tohumların çimlenmesinde önemli bir hormon olarak bilinmektedir. Ancak, bu çalışma arı otu tohumlarına uygulanan yüksek sıcaklık ve ışık stresinin giderilmesinde GA<sub>3</sub> hormonunun etkisiz kaldığını göstermiştir. Buna karşın bu çalışma sonuçları aynı zamanda bitki büyüme ve gelişmesinde stres etmenlerine karşı etkili olan MeJA, ACC, BA, IAA ve BeA hormonlarının arı otu tohumlarının yüksek sıcaklık ve ışık dormansisinin giderilmesinde GA<sub>3</sub>'den daha etkili olabileceğini göstermiştir.

#### **4.3.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim10-90).**

Yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığında çimlendirilen tohumlara ait çimlenen tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için gerekli gün sayısı (Çim<sub>10-90</sub>) ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.4'de, hormon uygulamalarına ait ortalama değerler ile bu verilere ait çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 4.3.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.4'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme oranı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.05$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.3.4. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığındaki çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmesi için geçen süre (Çim<sub>10-90</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P≤
Uygulama	24	5.94	0.0269
Hata	75	3.27	
Genel	99		

Yüksek sıcaklık (30°C) ve ışık varlığında çimlendirilen tohumlara ait analiz sonuçları, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında, yapılan hormon uygulamalarının çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmesi için geçen süre üzerine olumsuz yönde etki ettiği belirlenmiştir. % 1'lik KNO<sub>3</sub> uygulanan kontrol

tohumlarında bu süre 0.40 gün iken, hormon uygulanan tohumlarda en homojen çimlenme 300 µM GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda 0.60 gün olarak gerçekleşmiştir. Bunun yanında % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşabilmek için geçen süre 450 µM GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda en yavaş olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4.3.).

#### **4.4. Priming Çözeltisine İlave Edilen Farklı Bitki Hormonlarının Arı Otu Tohumlarının Yüksek Sıcaklık (30°C) ve Karanlık Varlığındaki Çimlenme Performansı Üzerine Etkileri**

##### **4.4.1. Son Çimlenme Oranı (%)**

Yüksek sıcaklık (30°C) ve karanlıkta çimlendirilen tohumlara ait analiz sonuçları Çizelge 4.4.1.'de, hormon uygulamalarına ait ortalama değerler ile bu verilere ait çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 4.4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.4.1'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme oranı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.4.1. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının son çimlenme oranları üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	$P \leq$
Uygulama	24	309.52	0.0001
Hata	75	54.81	
Genel	99		

Çizelge 4.4.2'de karanlık ortamda ve yüksek sıcaklıkta çimlendirilen tohumlarda, hormon uygulamalarının tamamı çimlenme oranlarında çok önemli artışlar sağlamıştır. Yapılan hormon uygulamaları sonucunda en yüksek çimlenme oranı % 40.5 ile 100 µM BA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Bu sonuçlar yüksek sıcaklık ve ışık stresinin beraber uygulandığı sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Sonuçlar, BA uygulanan tohumların arı otu tohumlarında görülen yüksek sıcaklık dormansisinin giderilmesinde etkili bir hormon olduğunu göstermektedir. Bunun yanında hormon uygulanmayan kontrol tohumlarında son çimlenme oranı % 2.5 olarak tespit edilmiştir. Hormon uygulanmış

tohumlarda son çimlenme oranı en düşük (% 6) 450  $\mu\text{M}$   $\text{GA}_3$  uygulaması yapılan tohumlardan elde edilmiştir.

Çizelge 4.4.2. Değişik konsantrasyonlardaki farklı bitki hormonları varlığında 2 gün süre ile bekletildikten sonra tohumların karanlık ortamda 30°C'deki çimlenme oranları, çimlenme gün sayıları ve LSD değerleri. <sup>‡</sup>

Hormon	Konsantrasyon ( $\mu\text{M}$ )	Çim Y		Çim <sub>50</sub>	Çim <sub>10-90</sub>
		%	[ Çim Y ]	(Gün)	(Gün)
$\text{GA}_3$	300	10.00	[ 18.15 ]	2.20	5.40
	450	6.00	[13.92 ]	2.32	6.05
	600	13.50	[20.88 ]	1.65	3.45
MeJA	0.5	18.00	[24.98 ]	0.82	2.12
	1	18.50	[ 24.87 ]	0.97	2.17
	1.5	17.00	[24.04 ]	0.57	2.02
IAA	0.5	26.00	[ 30.47 ]	0.65	3.67
	1	33.50	[35.03 ]	0.55	1.92
	1.5	13.50	[21.20 ]	0.50	0.97
IBA	0.5	23.00	[28.42 ]	0.55	1.67
	1	23.00	[28.44 ]	0.57	3.40
	1.5	25.50	[30.19 ]	0.85	1.17
ASA	150	22.00	[27.88 ]	0.60	1.70
	300	17.50	[23.90 ]	0.77	3.27
	600	4.50	[12.20 ]	1.17	2.20
ACC	0.5	29.00	[32.58 ]	0.52	1.17
	1	19.00	[25.33 ]	0.57	2.22
	1.5	20.50	[ 26.68 ]	0.62	2.17
BA	50	27.50	[31.42 ]	0.50	1.50
	100	40.50	[39.39 ]	0.50	3.87
	150	24.00	[29.26 ]	0.75	2.07
BeA	50	19.00	[25.42 ]	0.97	3.07
	100	17.50	[ 24.62 ]	0.70	2.12
	150	27.50	[31.42 ]	0.42	1.40
Kontrol	%1 $\text{KNO}_3$	2.50	[7.80 ]	2.37	1.72
LSD <sub>0.01</sub>			[ 7.53 ]	0.88	2.40
Önemlilik			**	**	*

<sup>‡</sup>, ÇimY, Son çimlenme oranı; [ÇimY], Son çimlenme oranının açısız transformasyonu;

Çim<sub>50</sub>, çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için gerekli gün sayısı; Çim<sub>10-90</sub>, çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye ulaşabilmesi için gerekli gün sayısı.

\*\* ,  $P \leq 0.01$  seviyesinde çok önemli.

#### 4.4.3. Çimlenen Tohumların % 50 sinin Çimlenmesi İçin Geçen Süre (Çim<sub>50</sub>)

Yüksek sıcaklık (30°C) ve karanlıkta çimlendirilen tohumlara ait çimlenen tohumların % 50'sini çimlenmesi için geçen süreyle ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.3'de, hormon uygulamalarına ait ortalama değerler ile bu verilere ait çoklu karşılaştırma değerleri Çizelge 4.4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.3'in incelenmesinden de görüleceği üzere son çimlenme oranı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.01$  seviyesinde önemli farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.3.3. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının yüksek sıcaklık (30°C) ve karanlık varlığındaki çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre (Çim<sub>50</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	$P \leq$
Uyulama	24	1.37	0.0001
Hata	75	0.39	
Genel	99		

Yüksek sıcaklık (30°C) ve karanlıkta çimlendirilen tohumlara ait istatistikî analizler, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında, yapılan hormon uygulamalarının tamamında çimlenen tohumların % 50'inin çimlenmesi için geçen süreyi önemli derecede kısalttığı saptanmıştır (Çizelge 4.3.3). Kontrol tohumlarında çimlenme hızı  $G_{50}=0.88$  gün olarak tespit edilirken en yavaş çimlenme  $GA_3$  uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. En hızlı tohum çimlenmesi ( $G_{50}=0.42$  gün) 150  $\mu$ M BeA ve ( $G_{50}=0.50$  gün) 1  $\mu$ M IAA, 50 ve 100  $\mu$ M BA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Kullanılan hormon ve konsantrasyonlarının çimlenme hızı üzerinde genel etkileri incelendiğinde kullanılan hormon konsantrasyonlarına bağlı olarak farklı olumlu etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.4.2).

#### 4.4.4. Çimlenen Tohumların % 10 Çimlenmeden % 90 Çimlenmeye Geçebilmek İçin Gerekli Gün Sayısı (Çim<sub>10-90</sub>).

Yüksek sıcaklıkta (30°C) çimlendirilen tohumlara ait çimlenen tohumların %10 çimlenmeden % 90 çimlemeye geçebilmek için gerekli gün sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.4'de, hormon uygulamaları sonucu elde edilen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlemeye geçebilmek için gerekli gün sayısı ortalama değerleri ile LSD değerleri Çizelge 4.4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.4.4'nin incelenmesinden görüleceği üzere çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmek için geçen süre bakımından uygulamalar arasında istatistiksel olarak farkların önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.4.4. Arı otu tohumlarına yapılan hormon uygulamalarının yüksek sıcaklık (30°C) ve karanlık varlığındaki çimlenen tohumların % 10 çimlenmeden % 90 çimlenmeye geçebilmesi için, geçen süre (Çim<sub>10-90</sub>)'ye ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	P≤
Uygulama	24	6.38	0.0056
Hata	75	2.92	
Genel	99		

Çizelge 4.4.2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında, yapılan hormon uygulamalarının tamamı arı otu tohumlarının yüksek sıcaklıktaki çimlenme homojeniteleri üzerine olumlu yönde önemli iyileşmeler sağladığı görülmektedir. En homojen tohum çimlenmesi ( $G_{10-90} = 0.97$  gün) 1.5 µM IAA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Bunun yanında kontrol tohumlarındaki çimlenme oranı 1.72 gün olarak tespit edilirken en yavaş çimlenme ( $G_{10-90} = 6.05$  gün) 450 µM GA<sub>3</sub> uygulamasına tabi tutulan tohumlardan elde edilmiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonuçları, arı otu tohumlarında görülen ışık ve yüksek sıcaklık dormansisinin giderilmesinde ACC, BA, BeA, IBA, GA<sub>3</sub> ve MeJA bitki hormonlarının çok önemli etkilerinin olduğunu, ancak bu etkilerin kullanılan hormon tür ve konsantrasyonuna göre değiştiğini göstermiştir. Hormon uygulamaları genelde arı otu tohumlarının çimlenme oranları yanında tohumların çimlenme hız ve homojenitelerinde de önemli iyileşmelere neden olmuştur.

Düşük sıcaklık (4°C) ve ışık varlığında, hormon uygulanmayan kontrol tohumlarında çimlenme oranı % 7.5 iken 0.5 µM MeJA uygulanan tohumlarda çimlenme oranı % 46.5 olarak tespit edilmiştir.

Sonuçlar artan ASA konsantrasyonuna bağlı olarak tohumların çimlenme oranlarında düşüşlerin meydana geldiğini, en düşük çimlenme oranının ise ASA'nın kullanılan en yüksek konsantrasyonundan elde edildiğini göstermiştir. Bu sonuçlar ileride yapılacak çalışmalarda ASA'nın daha düşük konsantrasyonlarının denenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Düşük sıcaklık (4°C) ve karanlıkta çimlendirilen arı otu tohumlarında, kontrol tohumları ile karşılaştırıldığında yapılan hormon uygulamalarının tamamı arı otu tohumlarının çimlenme oranlarında çok önemli artışlar sağlamıştır. Sonuçlar, MeJA ve BeA hormonlarının düşük sıcaklık stresine karşı benzer ya da aynı sinyal iletim ağlarını kullandıklarını ancak, ışık stresine karşı oluşturulan sinyal iletim ağlarının farklı olabileceğine işaret etmektedir. Çalışma sonuçları aynı zamanda düşük sıcaklık stresine karşı oksin türevlerinin etki mekanizmalarının farklı olabileceğini de göstermiştir.

Yüksek sıcaklık ve ışık stresinin beraber uygulandığı arı otu tohumlarında çimlenme oranlarının çok düşük olduğu, ancak stres ile ilgili hormonların tohumlara uygulanması durumunda bu stres faktörünün kısmen giderilebileceğini ve çimlenme oranlarında çok önemli artışların elde edilebileceğini göstermiştir.

Yapılan hormon uygulamaları sonucunda en yüksek çimlenme oranı % 22.5 ile 150 µM BA uygulaması yapılan tohumlardan elde edilmiştir. Düşük sıcaklık ve ışık stresinin beraber uygulandığı tohumlarda en yüksek çimlenme oranlarının MeJA uygulanan tohumlardan elde edilmiş olması, arı otu tohumlarında yüksek sıcaklık ile düşük sıcaklık stres sinyal iletim ağlarının ve burada görev alan bitki hormonlarının farklı olabileceğini göstermektedir.

Çalışma sonuçları arı otu tohumlarına uygulanacak BA hormonunun yüksek sıcaklık ve ışık dormansisinin giderilmesinde daha etkili olduğunu göstermiştir. Karanlık ortamda ve yüksek sıcaklıkta çimlendirilen tohumlarda, hormon uygulamalarının tamamında çimlenme oranlarının çok önemli artışlar sağladığı gözlenmiştir. Yapılan hormon uygulamalar sonucunda en yüksek çimlenme oranı % 40.5 ile 100 µM BA uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Sonuçlar, BA uygulanan tohumların arı otu tohumlarında görülen yüksek sıcaklık dormansisinin giderilmesinde etkili bir hormon olduğunu göstermiştir.

Farklı bitki hormonlarının değişik konsantrasyonlarının yüksek sıcaklık ve ışık dormansisine sahip arı otu tohumlarının çimlenme parametreleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma sonucunda çok önemli bulgulara ulaşılmıştır. Elde edilen bilimsel sonuçlar ilgili alandaki bilim insanlarının yapacakları çalışmalara ışık tutması yanında, özellikle tohumculuk sektöründe tohum ön uygulamaları yapan ticari firmalar için pratiğe aktarabilecekleri çok değerli bilgilerin elde edilmesine neden olmuştur.

## KAYNAKLAR

- Andarwulan, N., Shetty, K., 1999. Improvement of Pea (*Pisum sativum*) Seed Vigour Response by Fish Protein Hydrolysates in Combination with Acetyl Salicylic Acid. *Process Biochemistry* 35, 1-2, 159-165.
- Cabuk A. 1982. Çukurova Koşullarında Faselya (*Phacelia tanacetifolia* Benth. )'nın Tohumluk Miktarının Verim ve Tarımsal Karakterlere Etkisinin Üzerine bir Araştırma. Ç.Ü., Z.F., Tarla Bitkileri Bölümü. Adana pp. 22.
- Chen S.S.C., Thimann K.V. 1964. Studies on the Germination of Light-Inhibited Seeds of *Phacelia tanacetifolia*. *Israel Journal of Botany* 13:57-73.
- Chen S.S.C., Thimann K.V. 1966. Nature of Seed Dormancy in *Phacelia tanacetifolia*. *Science* 153:1537-1539.
- Cocucci M., Negrini N. 1991. Calcium-Calmodulin in Germination of *Phacelia tanacetifolia* Seeds: Effects of Light, Temperature, Fusicoccin and Calcium-Calmodulin Antagonists. Istituto di Chimica Agraria, Univ. di Milano, via Celoria 2, 1-20133 Milano, Italy.
- Hendricks S.B., Taylorson R.B. 1975. Breaking of Seed Dormancy by Catalase Inhibition. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 72:306-9.
- Koukourikou-Petridou, M., Porlingis, I. 1997. Presowing Application of Gibberellic Acid on Seeds Used for The Mung Bean Bioassay, Promotes Root Formation in Cuttings. *Science Horticultrae*. Volume 70, Issue 2-3 , 1997, Pages 203-210.
- Kumova U., Korkmaz A. 2002. Arıcılık Açısından Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Bitkisinin Önemi ve bu Konuda Ülkemizde Yapılan Çalışmalar. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 2:11-16. .
- Macchia, M., Angelini, L.G. 2001. Methods to Overcome Seed Dormancy in *Echinacea angustifolia* DC. *Scientia Horticultrae*. Volume 89, Issue 4, 2001, Pages 371-324.
- Macchia M., Angelini L.G., Ceccarini L. 2000. Study on Germination Characteristics of *Phacelia tanacetifolia* Bentham Seeds Obtained From Different Growing Seasons. *Ital. J. Agron.* 4:61-66.
- Madakadze, I.C., Prithiviraj, B., Madakadze, R.M., Stewart, K., Peterson, P., Coulman, B.E., Smith D.L. 2000. Effect of Preplant Seed Conditioning Treatment on the



- Germination of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Seed Sci. & Technol., 28, 403-411.
- Mutlu, F., Bozcuk, S. 1998. Tuzlu Koşullarda Ayçiçeği Çimlenmesi ve Erken Büyüme Üzerine Dışsal Sperminin Etkileri. Türk J Biol. 24:635-643.
- Pil W.G. Finch-Savage We. 1988. Effects of Combining Priming and Plant Growth Regulator Treatments on the Synchronisation of Aarrot Seed Germination. Annal. Appl. Biol. 114: 383-389.
- Pocsai, K., Szabo, L., 1983. The Effect of NaCl Salinity on Germination and Development of Fababean Varieties. Novenytermeles 32(4) : 307-313.
- Sağlamtimur T., Baytekin H. 1993. Arıcılık İçin İdeal, Silaj Üretimine Uygun bir Bitki: Arı Otu. Teknik Arıcılık Dergisi 40:16-17.
- SAS I. 1997., SAS/STAT Software: Changes and Enhancements Through Release 6.12. SAS Inst., Cary, NC.
- Tiryaki, I. ve Topu, M. 2009a. Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth) Tohumlarında Hasat Sonrası Gözlenen Fizyolojik Dormansinin Kırılmasında Bitki Hormonlarının Etkileri. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Hatay. Cilt-II Sy.779-782.*
- Tiryaki, I. ve Topu, M. 2009b. Bitki Hormonlarının Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) Tohumlarındaki Işık Dormansisinin Giderilmesindeki Etkileri. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Hatay. Cilt-II Sy.783-786.*
- Tiryaki, I., Korkmaz, A., Ozbay, N., Nas, N.M., 2005. Priming Combined With Plant Growth Regulators Prootes Germination and Emergence of Dormant *Amaranthus Cruentus* L. Seed. Seed Sci. & Technol. 33:571-579.
- Tiryaki, I., Korkmaz, A., Ozbay, N., Nas, N.M., 2004. Priming in the Presence of Plant Growth Regulators hastens Germination and Seeding Emergence of Dormant Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Seeds. Asian Journal of Plant Sciences 3 (85): 655-659, 2004 ISSN 1682-3974.
- Tiryaki, I., Topu, M., Akkurt, V., Borazan, D. 2011. Giberalik Asit ve 6-Benzylaminopurine Ari Otu (*Phacelia Tanacetifolia* Benth) Tohumlarının Işık ve Yüksek Sıcaklıktaki Çimlenme Oranlarını artırmaktadır. *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran 2011, Samsun, Cilt-II Sy.464-469.*

Williams I.H., Christian D.G. 1991. Observations on *Phacelia tanacetifolia* Bentham (Hydrophyllaceae) as a Food Plant for Honey Bees and Bombus Bees. Journal of Agricultural Research 30:3-12.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Veysel AKKURT  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 04.11.1985 Malatya  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0544 558 2968  
e-posta : [akkurt5644@hotmail.com](mailto:akkurt5644@hotmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Tarla Bitkileri	2013
Lisans	KSÜ/ Tarla Bitkileri	2009
Lise	Turgut Özal Lisesi	2002

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-2013	Gıda, Tarım ve Hay.Bakanlığı	Ziraat Mühendisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

1. Tiryaki, I., Topu, M., Akkurt, V., Borazan, D. (2011). Giberalik Asit Ve 6-Benzylaminopurine Ari Otu (*Phacelia Tanacetifolia* Bentham ) Tohumlarının Işık ve Yüksek Sıcaklıktaki Çimlenme Oranlarını artırmaktadır. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran 2011, Samsun, Cilt-II Sy.464-469.
2. Tiryaki, I., Kızıllısimşek, M., Topu, M., Akkurt, V.(2011). 1-aminocyclopropane-1-carboxylic asit ve acetylsalicylic asit arı otu (*Phacelia Ttanacetifolia* bentham) tohumlarındaki sıcaklık dormansisinin giderilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye 9. Tarla bitkileri kongresi.12-15 Eylül. Bursa cilt- III sy. 1571-1574.

### Hobiler

Doğa bilimleri, Futbol, Yüzme.