



**T. C.**

**ORDU ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FOTOPERİYOT, POTASYUM NİTRAT VE GİBERELLİK  
ASİDİN LAVANTA (*Lavandula angustifolia*)  
TOHUMLARINDA DORMANSİNİN KIRILMASI VE  
ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİSİ**

**AHMET CANTÜRK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

**ORDU 2023**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**AHMET CANTÜRK**

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.

## ÖZET

### FOTOPERİYOT, POTASYUM NİTRAT VE GİBERELLİK ASİDİN LAVANTA (*Lavandula Angustifolia*) TOHUMLARINDA DORMANSİNİN KIRILMASI VE ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİSİ

Ahmet CANTÜRK

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 53 SAYFA

(Prof. Dr. Şevket Metin KARA)

Lavanta (*Lavandula angustifolia*) sağlık, kozmetik ve parfümeri alanlarında çok yaygın olarak kullanılan *Lamiaceae* familyasından çok değerli tıbbi ve aromatik bir bitkidir. Lavanta tohumlarında görülen dormansinin yol açtığı düşük ve yetersiz çimlenme, tohumdan lavanta üretimini önemli derecede kısıtlamaktadır. Bu çalışma fotoperiyot (16/8 saat aydınlık/karanlık, 24 saat karanlık), GA<sub>3</sub> (0, 125, 250, 375 ve 500 ppm) ve KNO<sub>3</sub> (0, 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm) uygulamalarının lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Fotoperiyot ortamında çimlendirilen lavanta tohumlarında, karanlık ortamdaki tohumlara göre, çimlenme oranı ve çimlenme hızı sırasıyla %20 ve %80.4 artmış, ortalama çimlenme süresi ise %16 kısalmıştır. Diğer taraftan 375 ppm GA<sub>3</sub> dozunda, kontrol uygulamasına göre, çimlenme oranı ve çimlenme hızında sırasıyla %31.3 ve %54'lük bir artış gerçekleşmiş, ortalama çimlenme süresi %29.3 kısalmıştır. KNO<sub>3</sub> uygulamasıyla başlangıçta giderek artan çimlenme oranında 3000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunda, kontrol uygulamasına göre %12.3'lük bir artış gözlenmiş, ancak 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dozu kontrol uygulamasından daha düşük çimlenme oranına yol açmıştır. Bu araştırma bulguları, lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi amacıyla, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında, 375 ppm GA<sub>3</sub> ve/veya 3000 ppm KNO<sub>3</sub> uygulamasının önerilebileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme, GA<sub>3</sub>, İçsel Dormansi, KNO<sub>3</sub>

## ABSTRACT

### EFFECT OF PHOTOPERIOD, POTASSIUM NITRATE AND GIBBERELIC ACID ON DORMANCY BREAKING AND GERMINATION OF LAVENDER (*Lavandula angustifolia*) SEEDS

Ahmet CANTÜRK

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

FIELD CROPS

MASTER THESIS, 53 PAGES

(Prof. Dr. Şevket Metin KARA)

Lavender (*Lavandula angustifolia*), widely used in health, cosmetics and perfumery fields, is a very valuable medicinal and aromatic plant, belonging to the *Lamiaceae* family. Low and poor germination in lavender seeds caused by dormancy significantly restrict generative propagation of lavender. This study was carried out to determine the effects of photoperiod (16/8 hours light/dark, 24 hours dark), GA<sub>3</sub> (0, 125, 250, 375 and 500 ppm) and KNO<sub>3</sub> (0, 1000, 2000, 3000 and 4000 ppm) applications on breaking dormancy and germination in lavender seeds. In lavender seeds germinated in the photoperiod environment, the germination rate and germination speed increased by 20% and 80.4%, respectively, compared to the seeds in the dark environment, and the average germination time was shortened by 16%. On the other hand, at the 375 ppm GA<sub>3</sub> dose, compared to the control application, there was an increase of 31.3% and 54% in the germination rate and germination speed, respectively, and the average germination time was shortened by 29.3%. With the KNO<sub>3</sub> application, a 12.3% increase was observed in the germination rate, which initially increased gradually, at the 3000 ppm KNO<sub>3</sub> dose, compared to the control application, but the 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dose led to a lower germination rate than the control application. These research findings show that for the purpose of breaking dormancy and promoting germination in lavender seeds, the application of 375 ppm GA<sub>3</sub> and/or 2000 ppm KNO<sub>3</sub> applications in 16/8 hours light/dark photoperiod environment can be recommended.

**Key Words:** GA<sub>3</sub>, Germination, Internal Dormancy, KNO<sub>3</sub>

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında önerileri ve yönlendirmeleriyle benden yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Şevket Metin KARA'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmamın her safhasında özverili yardım ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen Doç.Dr. Onur KARAAĞAÇ'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini benden esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma (Samsun Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü Çimlendirme Laboratuvarı personelleri) ve aileme çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>TEZ BİLDİRİMİ</b> .....	I
<b>ÖZET</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	IV
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	V
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	VI
<b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....	VII
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	VIII
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	6
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	11
3.1 Materyal.....	11
3.2 Yöntem .....	11
3.2.1 Uygulamalar.....	11
3.2.2 Çimlendirme Denemesinin Kurulması.....	13
3.2.3 İncelenen Özellikler .....	13
3.2.4 Verilerin Değerlendirilmesi .....	14
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	16
4.1 Çimlenme Oranı.....	16
4.2 Çimlenme Hızı.....	22
4.3 Ortalama Çimlenme Süresi.....	28
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	43
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	46
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	53

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1 GA <sub>3</sub> ile Muamele Edilen Lavanta Tohumları.....	13
Şekil 3.2 GA <sub>3</sub> ile Muameleden Sonra Kurumaya Alınan Lavanta Tohumları.....	13
Şekil 3.3 Lavanta Tohumlarının Petrilere Ekimi.....	13
Şekil 3.4 Tohum Ekilen Petrilerin Raflara Alınması.....	13
Şekil 4.1 Tamamen Karanlık (24 Saat) ve 16/8 Saat Aydınlik/Karanlık Ortamda Çimlendirilen Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranları (%).....	17
Şekil 4.2 KNO <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranına (%) Etkisi.....	17
Şekil 4.3 GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranına (%) Etkisi .....	18
Şekil 4.4 Fotoperiyot ve KNO <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranı (%) Üzerine Etkisi.....	19
Şekil 4.5 Fotoperiyot ve GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranı (%) Üzerine Etkisi.....	20
Şekil 4.6 KNO <sub>3</sub> ve GA <sub>3</sub> uygulamalarının lavanta tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine etkisi.....	21
Şekil 4.7 Tamamen Karanlık (24 Saat) ve 16/8 Saat Aydınlik/Karanlık Ortamda Çimlendirilen Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızları (%).....	23
Şekil 4.8 KNO <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi .....	23
Şekil 4.9 GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi .....	24
Şekil 4.10 Fotoperiyot ve KNO <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi.....	25
Şekil 4.11 Fotoperiyot ve GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi.....	26
Şekil 4.12 KNO <sub>3</sub> ve GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi.....	27
Şekil 4.13 Tamamen Karanlık (24 Saat) ve 16/8 Saat Aydınlik/Karanlık Ortamda Çimlendirilen Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süreleri (Gün) .....	29
Şekil 4.14 KNO <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (Gün) Etkisi.....	29
Şekil 4.15 GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarındaki Ortalama Çimlenme Süresine (Gün) Etkisi.....	30
Şekil 4.16 Fotoperiyot ve KNO <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (Gün) Etkisi.....	31
Şekil 4.17 Fotoperiyot ve GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (Gün) Etkisi.....	32
Şekil 4.18 KNO <sub>3</sub> ve GA <sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (Gün) Etkisi.....	33

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1</b> Lavanta Tohumlarında Dormansinin Kırılması ve Çimlemenin Teşvik Edilmesi Amacıyla Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler.....	12
<b>Çizelge 4.1</b> KNO <sub>3</sub> ve GA <sub>3</sub> Uygulanan Lavanta Tohumlarının Fotoperiyodik Ve Karanlık Ortamdaki Çimlenme Oranına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları .....	16
<b>Çizelge 4.2</b> KNO <sub>3</sub> ve GA <sub>3</sub> Uygulanan Lavanta Tohumlarının Fotoperiyodik Ve Karanlık Ortamdaki Çimlenme Hızına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları .....	22
<b>Çizelge 4.3</b> KNO <sub>3</sub> ve GA <sub>3</sub> Uygulanan Lavanta Tohumlarının Fotoperiyodik Ve Karanlık Ortamdaki Çimlenme Süresine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları .....	28



## SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

---

<b>ACC</b>	:	Aminocyclopnope-1 Carboxyliz asit
<b>ASA</b>	:	Asetil Salisilik Asit
<b>BA</b>	:	Benzil Adenin
<b>BEA</b>	:	Benzoik Asit
<b>GA<sub>3</sub></b>	:	Gibberellik asit
<b>ha</b>	:	Hektar
<b>HCL</b>	:	Hidroklorik asit
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	:	Sülfirik asit
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	:	Hidrojen peroksit
<b>IAA</b>	:	Indol Asetik Asit
<b>IBA</b>	:	Indol Bütirik Asit
<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	:	Potasyum dihidrojen fosfat
<b>KNO<sub>3</sub></b>	:	Potasyum nitrat
<b>MeJA</b>	:	Methyl jasmonate
<b>NaCl</b>	:	Sodyum klorür
<b>PEG6000</b>	:	Polietilen glikol
<b>ppm</b>	:	Milyonda bir kısım

---

## 1. GİRİŞ

Lavanta, dekoratif özellikleri ve uçucu yağlarının aromatik ve tıbbi olarak üstünlüğü nedeniyle çok yaygın olarak kullanılan mor çiçekli, çok yıllık ve çalimsı görünümlü bir bitkidir (Demasi ve ark., 2021). Lavanta, *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) familyasına ait bir cins olup, dünyada 39 tür ve 79 türlerarası takson ile temsil edilmektedir (Crişan ve ark., 2023). Akdeniz kökenli olan lavantanın ilk olarak Kuzey Atlantikteki adalardan Hindistan'a doğru yayıldığı bildirilmiştir (Passalacqua ve ark., 2017). Dünyada en yaygın olarak yetiştirilen lavanta türleri arasında ilk sırayı *Lavandula angustifolia* (gerçek lavanta, İngiliz lavantası, lavender) almaktadır. Bu türü *L. latifolia* Medik. (Portekiz lavantası), *L. stoechas* L. (İspanyol lavantası) ve *L. x intermedia* Emeric ex Loisel. (lavandin) türleri izlemektedir. Lavandin türü, kısır bir hibrit olup *L. angustifolia* x *L. latifolia* melezinden elde edilmiştir. *L. angustifolia*; 20-60 cm boylanabilen, yarı çalimsı, lila veya grimsi-mavi çiçekli, çok yıllık bir bitkidir (Baytop, 1999). Dünyada tescil edilmiş 400 civarında lavanta çeşidi bulunmaktadır (Salehi ve ark., 2018).

Lavanta, dünya genelinde daha çok esansiyel yağı için üretilen önemli bitki gruplarından birisidir. Dünyada esansiyel yağ üretimi amacıyla en çok *L. angustifolia* ve *L. x intermedia* türlerinin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünya genelinde lavanta cinsine giren türlerden elde edilen yıllık esansiyel yağ miktarının 1500 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (Crişan ve ark., 2023). En önemli lavanta türü olan *L. angustifolia*'dan elde edilen uçucu yağ miktarı yıllık olarak 300-500 ton arasında değişmektedir. Düşük kafur (camphor) içeriğinden dolayı kalitesi daha yüksek kabul edilen *L. angustifolia* (lavender) uçucu yağı, lavandin uçucu yağına göre dünya piyasalarında 3-5 kat daha yüksek fiyata alıcı bulmaktadır (Stanev ve ark., 2016). Lavender yağı daha çok parfüm ve aroma sanayinde kullanılırken, lavandin yağ deterjan ve sabun gibi hijyen ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır.

Lavanta cinsinin orijini Atlantik ve Akdeniz kıyıları olmasına rağmen ticari yetiştiriciliği daha çok Bulgaristan ve Fransa'da yoğunlaşmıştır. Dünya lavanta yağı üretiminin %52'si Bulgaristan, %26'sı Fransa ve %12'si Çin'de gerçekleşmiştir. (Giray, 2018). Bu ülkeleri Rusya, Ukrayna, Romanya, Macaristan, Polonya, İtalya, İspanya, Türkiye, Fas, Birleşik Krallık, ABD ve Güney Afrika takip etmektedir.

Türkiye, lavanta üretiminde dünya genelinde önemli bir yere sahip olmamakla birlikte, son yıllarda lavanta yetiştiriciliğini teşvik etmek için özellikle Isparta, Burdur ve Antalya gibi şehirlerde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de lavender (*L. angustifolia*) ve lavandin (*L. x intermedia*) türlerinin üretimi yaygındır. Türkiye son on yılda lavanta plantasyonlarını hızlı bir şekilde artırmış olsa da, henüz uluslararası lavanta ticaretinde payı bulunmamaktadır. Nitekim 2000 yılından önce 50 ha’dan daha az olan lavanta üretim alanı, 2022 yılında 4700 ha’a ulaşmış ve 7722 ton lavanta elde edilmiştir (TUİK, 2022). Ancak ülkemizde üretilen lavantaların işlenmesi ve endüstride kullanımı ile ilgili istatistiki veriler oldukça yetersizdir.

Lavanta cinsi içine giren türlerde hem vejetatif hem de generatif çoğaltım yapılabilmektedir. Bununla birlikte, türlerarası kısır melez olan lavandinin generatif çoğaltımı mümkün olmadığı için ancak klonal (çelik) üretimi söz konusu olmaktadır. Diğer taraftan, *L. angustifolia* türü hem generatif hem de vejetatif olarak başarılı bir şekilde üretilmektedir. Ancak çelikle çoğaltmanın zayıf köklenme gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (Gonçalves ve Romano, 2013). Bu nedenle lavantanın *in vitro* ortamda doku kültürü ile çoğaltımı daha çok arzu edilen bir üretim yöntemi olarak kabul edilmektedir. Ancak bu yöntemde henüz optimizasyon protokolleri oturmamıştır ve yapılan bilimsel araştırma sayısı yeterli değildir (Parkash ve Singh, 2013). Son yıllarda yapılan bazı *in vitro* çalışmalarda rejenerasyon oranı ve bitkicik sayısında arzu edilen seviyeye ulaşamadığı görülmektedir (Jadcak ve ark., 2019; Li ve ark., 2019; Bulavin ve ark., 2020; El-Sharnouby, 2022; Khattab ve ark., 2022). Bunun yanı sıra, ülkemiz şartlarında *in vitro* lavanta üretimi yapabilecek girişimci sayısı da oldukça sınırlıdır (BÜGEM, 2023).

Tohumla çoğaltım, genetik safiyet sağlandığı sürece en etkin çoğaltım yöntemlerinden birisidir. Tohumla üretimin kayıtlı ve genetik safiyeti bilinen lavanta çeşitleriyle yapılması, kontrolsüz tozlanmadan dolayı sonraki generasyonlarda ortaya çıkması muhtemel genetik açılım riskini önleyecektir. Hâlihazırda ülkemizde Isparta Meyvecilik Araştırma Enstitüsü’nün yaptığı lavanta ıslahı çalışmaları sonucunda 2021 yılında yurt içi tohumluk üretim izni alınan iki adet *L. angustifolia* çeşidi (Felekabad ve Marem) bulunmaktadır. Bu çeşitlerin kalıcı tescil süreci halen devam etmektedir. Bu çalışma ile ülkemizde tohumla lavanta üretiminin daha kolay şekilde yapılabilir

olmasına katkı sağlanacaktır. Ancak diğer çoğaltım yöntemlerinde var olan birtakım dezavantajlar, lavantanın tohumla üretiminde de bulunmaktadır.

Lavantanın tohumla çoğaltımındaki en büyük sorun, tohumlarda dormansinin görülmesi ve çimlenme oranının düşük olmasıdır. Dormansi (uyku hali), tohumların çevre koşulları uygun olduğu halde iç (hormonal) ve dış faktörlere (tohum kabuğu) bağlı olarak tohumların çimlenememesi olayıdır (Baskin ve Baskin, 2014). Yapılan bazı çalışmalarda *L. angustifolia* tohumlarında çimlenme oranının, %21 ile %70 arasında değiştiği ve bunun dormansiden kaynaklandığı bildirilmiştir (Chavagnat, 1977; Li ve ark., 1998; Zhang ve ark., 2018; Slimani ve ark., 2020; Labbafi ve ark., 2022). Çimlenme parametrelerindeki varyasyon ve düşüklük çevresel faktörlerden (sıcaklık, ışık, nem vb.) kaynaklanabileceği gibi bazı içsel ve dışsal faktörlerin (fizyolojik, morfolojik, fiziksel) etkisiyle gerçekleşebilmektedir (Baskin ve Baskin, 1985). Dormansi halindeki tohumlarda çimlenmeyi başlatabilmek ve çimlenme oranını arttırabilmek için, tohumlar dormansiyi kırıcı işlemler olarak adlandırılan bazı ön uygulamalara tabi tutulmaktadır. Yaygın olarak kullanılan dormansiyi kırıcı işlemler stratifikasyon, skarifikasyon, sıcak su muamelesi, hormon-kimyasal muamelesi, tohum hidrasyonu ve tohum kaplamasıdır (Lloyd ve Rice, 1997; Kramer, 1999; Dole ve Wilkins, 2005).

Baskin ve Baskin (2014) çimlenme ile ilgili önceki çalışmaların sonuçlarını göz önünde bulundurarak, *L. angustifolia* tohumlarının daha çok içsel dormansiye (fizyolojik ve morfolojik dormansi) sahip olduğunu bildirmiştir. İçsel dormansinin etkisi altındaki birçok bitki tohumlarında çimlenebilirlik özelliğini etkinleştirebilmek için absisik asit, giberellik asit ( $GA_3$ ), indol-3-asetik asit, indol-3-butirik asit ve naftalin asetik asit gibi bazı hormon uygulamaları yapılmaktadır (Andrys ve ark., 2017; Li ve ark., 2019). Bunların içerisinde en çok kullanılanı  $GA_3$ 'tür (Gupta ve Chakrabarty, 2013). Gibberellinler, tohum çimlenmesi evresinde  $\alpha$ -amilaz enzimini harekete geçirerek, nişastanın şekere dönüşmesi ve çimlenme için gerekli enerjinin sağlanmasında önemli rol oynarlar (Hilhorst ve Karssen, 1992). Gibberellinler ayrıca endosperm hücre duvarlarının bozulmasına yol açarak, dolaylı yoldan çimlenmeye yardımcı olabilmektedirler (Yamaguchi ve Kamiya, 2002). Lavanta tohumlarında dormansinin kırılmasında  $GA_3$ 'ün etkisinin incelendiği çalışmaların büyük bir bölümünde  $GA_3$ 'ün çimlenmeyi artırıcı yönde etki yaptığı bildirilmektedir

(Chavagnat, 1977; Liopa-Tsakalidi ve ark., 2011; Szekeley-Varga ve ark., 2021).

Birçok bitki türünde tohumlardaki dormansiyi kırmak amacıyla potasyum nitrat ( $KNO_3$ ), sodyum klorür ( $NaCl$ ), polietilen glikol (PEG 6000), sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) ve hidroklorik asit ( $HCl$ ) gibi kimyasal uygulamalarına başvurulmaktadır (Khan ve Weber, 2007; Amusa, 2011; Hilooğlu ve ark., 2016; Odabaş ve ark., 2020). Dünyada tohum analizlerinde uluslararası kuralları belirlemede tek yetkili kurum olan Uluslararası Tohum Test Birliği (International Seed Testing Association, ISTA), tüm bitki tohumlarında mevcut dormansiyi gidermek için  $H_2SO_4$  ve  $KNO_3$  kimyasalların uygulanmasını tavsiye etmektedir (ISTA, 2021). Özellikle  $KNO_3$ , çok sayıda bitki tohumlarında dormansiyi kırmak adına çok yaygın olarak kullanılan bir kimyasal durumdadır (Balouchi ve Sanavy, 2006; Çetinbaş ve Koyuncu, 2006). Ancak yapılan literatür incelemesinde, lavanta tohumlarında dormansinin kırılması amacıyla farklı  $KNO_3$  dozlarının denendiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla, lavanta tohumlarında dormansinin kırılması üzerine  $KNO_3$ 'ün etkisinin belirlenmesine yönelik olarak yürütülecek araştırmaların alandaki bilgi eksikliğininin giderilmesi ve uygulama açısından önemli katkılar sağlayacağı beklenmektedir.

Bitki türleri çimlenmede ışık ihtiyacı yönünden çimlenme için ışığa ihtiyaç duyan (sığır kuyruğu, biber otu, marul, çayır salkımotu, pavlonya), ışığın çimlenmeyi teşvik ettiği (havuç, tütün, kuzu kulağı), karanlığın çimlenmeyi teşvik ettiği (kır bromu, zambakgiller, çuha çiçeği) ve ışığın çimlenmeyi etkilemediği bitkiler (kültür bitkilerinin çok büyük bir bölümü) olarak dört grup altında toplanırlar (Gardner, 1921; Toole ve ark., 1955; Benvenuti ve ark., 2001). Çok sayıda bitki türünde tohumların çimlenmesinde ışığın etkisi araştırılmıştır (Lombardi ve ark., 2019; Maher ve ark., 2000; Fontes ve ark., 2022; Bhatt ve ark., 2022; Peng ve ark., 2023). Ancak *L. angustifolia* tohumlarının çimlenmesinde ışığın etkisi üzerine yürütülen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

*L. angustifolia* tohumlarının içsel dormansiden dolayı düşük olan çimlenme kapasitesini arttırmaya yönelik olarak yürütülen bazı çalışmalar bulunmakla birlikte, bu çalışmalarda sadece  $GA_3$ 'ün etkisi üzerinde durulmuştur (Chavagat 1977; Li ve ark., 1998; Holubowicz ve ark., 2021; Szekeley-Varga ve ark., 2021). Buna karşılık, fotoperiyodun ve  $KNO_3$ 'ün lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenme

üzerine etkisi konusunda yürütülen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, tohumlardaki içsel dormansinin giderilmesine yönelik olarak uygulanan herhangi bir yöntemin etkinliği diğer faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Tavşanoğlu ve ark. (2017), bazı bitki tohumlarının farklı faktörlerin bir arada bulunduğu ortamlarda çimlenme kapasitelerinin değiştiğini ve bunun faktörler arasındaki interaksyonlardan etkilendiğini bildirmişlerdir.

Bu gerekçelere uygun olarak, bu çalışma fotoperiyot, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> uygulamalarının *L. angustifolia* tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi üzerine etkilerini belirlemek ve bu uygulamalar arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. GENEL BİLGİLER

Chavagnat (1977) *L. angustifolia* tohumlarında GA<sub>3</sub> (200ppm) ve ön üşütmenin (7, 14, 21, 28 ve 35 gün, 3-5 °C) çimlenme oranına etkisini incelemiştir. Tek başına ön üşütme ve GA<sub>3</sub> uygulamaları çimlenme oranını artırmıştır. İşlem yapılmayan kontrol tohumlarında %11, sadece GA<sub>3</sub> uygulamasında %53 ve sadece 14 günlük ön üşütme uygulamasında %25 oranında çimlenme gerçekleşmiştir. Ancak GA<sub>3</sub> ve ön üşütme birlikte uygulandığında çimlenme oranı % 60'a yükselmiştir.

Singh ve Srivastata (1990) bazı lavanta türlerinde (*Lavandula angustifolia*, *L. latifolia*, ve *L. hybrida*) tohumlardaki dormansinin kırılması amacıyla tohumları %1'lik HCL çözeltisinde 12-14 saat süreyle bekletmişlerdir. Çalışma sonucunda, HCL uygulamasıyla %40 civarında çimlenmenin gerçekleştiği bildirilmektedir.

Maher ve ark., (2000) *L. stoechas* türünde, sıcaklık ve ışığın çimlenme üzerine etkilerini ortaya koyabilmek için tohumları 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C'de aydınlık (12 saat) ve karanlık ortamda 25 gün bekletmişlerdir. Işıklı veya karanlık ortamda 5, 30 ve 35 °C'de bekletilen tohumlarda çimlenme görülmemiştir. En yüksek çimlenme oranı 25 °C'de karanlık ortamda tutulan tohumlarda %37.5 olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, 12 saat ışığa maruz bırakılan tohumlar, karanlık ortamda bekletilen tohumlara göre daha erken çimlenmişlerdir.

Çelik (2008) gürgen yapraklı kayacak (*Ostrya carpinifolia* Scop.) tohumlarında IAA, IBA, BAP, GA<sub>3</sub> ve sıcak suda bekletme uygulamalarının çimlenme oranına etkisini incelemiştir. İki yıllık çalışmada 800 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması 1. yıl %78 ve 2. yıl ise %58 ile en yüksek çimlenme oranını vermiştir. Ayrıca, sıcak suda ön katlama işlemi hormonların etkisini önemli ölçüde artırmıştır.

Çokkızgın (2010) iki pamuk çeşidinin tohumlarında çimlenmeyi arttırmak için PEG-6000 (200, 300 ve 400 g/L), KNO<sub>3</sub> (%2, 3 ve 4), potasyum dihidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>); 0.3, 0.4 ve 0.5 M), NaCl (%2, 3 ve 4) ve mannitol (%2, 4 ve 6) uygulamıştır. Çalışma sonucunda, her iki genotipte de en yüksek çimlenme oranı sırasıyla %4 KNO<sub>3</sub> ve %2 KNO<sub>3</sub> uygulamalarından alındığı belirtilmiştir.

Liopa-Tsakalidi ve ark., (2011) lavantanın da aralarında bulunduğu 11 tıbbi aromatik bitki türünde farklı NaCl (0.05, 0.5 ve 1.5 mol/l NaCl) ve GA<sub>3</sub> (50, 100, 200 ve 400 ppm GA<sub>3</sub>) dozlarının çimlenme hızı ve fide gelişimi üzerine etkilerini

incelemişlerdir. Bütün bitki türlerinde 0.5 ve 1.5 mol/l NaCl dozlarının tek başına veya GA<sub>3</sub> ile birlikte kullanımını çimlenme ve fide gelişimini olumsuz etkilemiştir. Buna karşılık artan GA<sub>3</sub> dozları çimlenme ve fide gelişimini artırıcı etki yapmıştır. Lavanta için en yüksek çimlenme hızı 200 ppm GA<sub>3</sub> + 0.05 mol/l NaCl kombinasyonundan elde edilmiştir.

Çınar (2013) kapari (*Capparis ovata*) tohumlarında sert tohum kabuğunu yumuşatmak ve çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla, bazı tohum kabuğu aşındırma işlemleri ve ardından büyüme düzenleyici uygulamaları yapmışlardır. Aşındırma uygulaması sonrası tohumlar GA<sub>3</sub> (3000 ppm) ve GA<sub>3</sub> + KNO<sub>3</sub> (3000 + 2000 ppm) ile muamele edilmiştir. En yüksek çimlenme (%46), 30 dakika H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile aşındırma ve sonrasında 3000 ppm GA<sub>3</sub> ile muamele edilen tohumlardan elde edilmiştir. Asitle aşındırma sonrası 3000 ppm GA<sub>3</sub> + 2000 ppm KNO<sub>3</sub> uygulamasında çimlenme %45 olarak gerçekleşmiş, uygulama yapılmayan tohumlarda çimlenme gözlenmemiştir.

Akkurt (2013) arı otu tohumlarındaki dormansinin giderilmesi üzerine GA<sub>3</sub>, methyl jasmonate (MeJA), indol asetik asit (IAA), indol bütirik asit (IBA), asetil salisilik asit (ASA), aminocyclopropne-1- carboxylic asit (ACC), benzil adenin (BA) ve benzoik asit (BEA) hormonlarının etkisini incelemiştir. Çalışılan tüm hormonlar kontrole göre çimlenme oranı ve hızını artırıcı etki göstermiştir. Aydınlik ortamda hormon uygulaması yapılmayan tohumlarda %7.5 olan çimlenme oranının 300 ppm GA<sub>3</sub> dozunda %33.5'e yükseldiği ve karanlık ortamda kontrol uygulamasında %55, 600 ppm GA<sub>3</sub> dozunda ise %76.5 olduğu saptamıştır.

Orhan (2013) Matador ıspanak çeşidine ait tohumlarındaki çimlenme oranını arttırmak amacıyla tohumları farklı dozlarda potasyum tuzları (KNO<sub>3</sub> ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) ile muamele etmiştir. En yüksek çimlenme oranı %96 ile 0.1 M ve 0.3 M KNO<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilirken, en düşük ortalama çimlenme süresi 3.2 gün ile 0.1 M KNO<sub>3</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmacı, her iki potasyum tuzunun 0.1 M dozunun en uygun ön çimlendirme dozu olduğunu bildirmektedir.

Şener (2015) üç ayçiçeği çeşidine (Sanbro MR, Bosfora ve Transol) ait tohumlarda, KNO<sub>3</sub> (500 mg/L) ve 16 saat hidrasyon uygulamasının çimlenme oranına etkisini incelemiştir. Sonuçlar çeşide bağlı olarak değişmekle birlikte KNO<sub>3</sub>



uygulamasının Transol çeşidinde tarla çıkış oranını %44.0'den %74.5'e yükselttiği ve verimi %74 oranında artırdığı tespit edilmiştir.

Öztürk (2016) farklı GA<sub>3</sub> dozlarının (500, 1000 ve 1500 ppm) defne tohumlarının hem açık alan hem de sera şartlarındaki çimlenme oranı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Sera ve açık alanda en yüksek çimlenme oranı sırasıyla %85.7 ve %40.9 ile 1000ppm GA<sub>3</sub> dozundan elde etmiştir. Buna karşılık, çimlenme hızı yetiştirme ortamına göre değişkenlik göstermiş ve en yüksek çimlenme hızı serada 1500 ppm GA<sub>3</sub>, açık alanda ise 500 ppm GA<sub>3</sub> dozundan alınmıştır.

Akın (2016) Birlik-125 ve Özbaş tütün (*Nicotiana tabacum L.*) çeşitlerine ait tohumlarında çimlenmenin teşvik edilmesi için hidropriming, humidifikasyon, üç farklı priming (KNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>+GA<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>+BA) ve üç farklı osmopriming (PEG, PEG+GA<sub>3</sub>, PEG+BA) olmak üzere çok sayıda uygulama yapmıştır. Çalışma sonunda, tütün tohumlarının fideliklere ekiminden önce -12 MPa PEG ve %2 KNO<sub>3</sub> uygulaması ve 3 gün süreyle humidifikasyona tabi tutularak ekilmeleri halinde çimlenmenin erken, hızlı ve homojen şekilde gerçekleşeceği sonucuna varılmıştır.

Chetouani ve ark., (2017) giberellik asitin *L. dentata* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında tohumları 200, 400, 600, 800 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub> çözeltilinde 24 saat bekletmişlerdir. Tohumların GA<sub>3</sub> içinde bekletilmesi çimlenme oranını çok önemli seviyede artırmış ve en yüksek çimlenme oranı %67 ile 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasından elde edilmiştir. Buna karşılık GA<sub>3</sub> ile muamele edilmeyen tohumlarda çimlenme oranı %1'i geçememiştir.

Bazı ozmotik koşullandırıcıların lavanta tohumlarının çimlenme parametreleri üzerine etkilerini inceleyen Demirkaya ve ark., (2017) lavanta tohumlarını 20° C'de metil jasmonat (1.0mM) ve deniz yosunu (*Ascophyl lumnodosum*) özütünde (1:500 deniz yosunu özütü) 1 ve 2 gün süreyle bekletmişlerdir. Araştırmada, deniz yosunu ekstraktı ve metil jasmonat çözeltilinde 2 gün bekletilen lavanta tohumlarında çimlenme oranı ve çimlenme indeksinin önemli ölçüde arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dinç (2017) kinoa tohumlarında dormansinin giderilmesi üzerine ASA (1.0, 5.0, 10.0 ve 15.0 µM), MeJA (0.1, 0.4, 0.7 ve 1.0 µM), GA<sub>3</sub> (25, 75, 125 ve 175 µM) ve IAA (0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 µM) hormon kombinasyonlarının etkisini incelemiştir. ASA-5 (%43), ASA-10 (%42), ASA-15 (%41), MeJA-0.7 (%40.5), GA<sub>3</sub>-175 (%40),

Me-JA-0.4 (%40) ve IAA-0.9 (%40) çimlenme oranını en fazla arttıran uygulamalar olarak belirlenirken, kontrol uygulamasında çimlenme oranı %23 olmuştur.

Yıldırım (2019) tuzlu koşullarda sorgum tohumlarının GA<sub>3</sub> ile muamele edilmesinin, çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Tohumlar, dört farklı GA<sub>3</sub> konsantrasyonunda (0, 100, 200, 300 ppm GA<sub>3</sub>) 24 saat bekletilmiş ve daha sonra beş farklı tuz konsantrasyonunda (0, 2500, 5000, 7500, 10000 ppm NaCl) çimlendirilmiştir. GA<sub>3</sub> uygulamalarından sadece 200 ve 300 ppm dozlarının ortalama çimlenme süresi ve sürgün uzunluğuna pozitif etkisinin olduğu, fakat diğer kriterlere herhangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Abacıoğlu (2019) IAA, IBA, GA<sub>3</sub> ve NAA hormonlarının farklı dozlarıyla (1000, 2500 ve 5000 ppm, 3-5 saniye; 50, 100 ve 200 ppm, 24 saat) muamele edilen adaçayı tohumlarında çimlenme ve fide gelişme parametrelerini incelemiştir. En yüksek çimlenme oranı 1000 ppm GA<sub>3</sub> ve 5000 ppm IAA uygulamalarında %85 ve en düşük çimlenme oranı bütün hormonların 200 ppm dozunda %20 olmuştur.

El Hamdaoui ve ark., (2021) mekanik skarifikasyon, hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sıcak su, sıcak hava, GA<sub>3</sub>, NaCl ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamaları gibi ön işlemlerin *L. mairei* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada 25 °C'de hiçbir ön işlem yapılmadan tohumların %90'dan fazlasının çimlendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, tohumların H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile muamele edilmesi sonucu çimlenme oranı %96 seviyesine ulaşmıştır. Ayrıca, GA<sub>3</sub> uygulamasının lavanta tohumlarının çimlenmesini artırdığı belirlenmiştir.

Szekely-Varga ve ark., (2021) Codreanca ve Sevtopolis isimli *L. angustifolia* çeşitlerinde, çimlenme özelliklerine etkisini incelemek amacıyla, tohumlara 0, 100, 200 ve 300 ppm GA<sub>3</sub> uygulamışlardır. Kontrol uygulamalarında Codreanca %30 ve Sevtopolis çeşidi %35 oranında çimlenirken, en yüksek çimlenme oranı 300 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında Codreanca çeşidinde %95 ve Sevtopolis çeşidinde ise %90 olarak tespit edilmiştir.

Holubowicz ve ark., (2021) *L. angustifolia* tohumlarında ön üşütme (5 °C) ve GA<sub>3</sub> (0.125 g/l, 0.25 g/l, 0.5 g/l ve 1 g/l) uygulamalarının çimlenme oranına etkisini incelemişlerdir. Kontrol tohumlarında çimlenme oranı ortalama %26 iken ön üşütme

ve 0.25 g/l GA<sub>3</sub> uygulaması ile çimlenme oranının ortalama % 53 değerlerine ulaştığını tespit etmişlerdir.

Bahçeci (2022); %2 KNO<sub>3</sub>, %2 kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>), GA<sub>3</sub> (100ppm), PEG 6000-15, hümik asit (0.15 g/l), deniz yosunu (2 g/l), vermikompost çayı ve saf su uygulamalarının roka mikrofilizinde çimlenme üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Kontrol olarak priming uygulanmayan tohumlar kullanılmıştır. En yüksek çimlenme oranı %82 olarak GA<sub>3</sub>, deniz yosunu ve CaCl<sub>2</sub> uygulamalarından elde edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada materyal olarak, ülkemizde en yaygın olarak üretilen lavanta türü olan *L. angustifolia*'ya ait tohumlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan lavanta tohumları, Sim Arzuman Tarım Ürünleri Tohum Gıda Sanayi Tic. Ltd. Şti.'nden 2021 yılına ait tohumlar temin edilmiştir.

Araştırma Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü'ne bağlı Samsun Tohum Sertifikasyon Test Müdürlüğü bünyesindeki Çimlendirme Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çimlendirme ortamı olarak Türkiye Akreditasyon Kurumu akredite sertifikaya sahip ( $\pm 0.8$  °C, nem %  $\pm 1.5$ ) iklimlendirme kabinleri kullanılmıştır. Çimlendirme denemeleri, 14.5 x 20.0 x 7.5 cm ölçülerinde şeffaf camdan imal edilmiş petrielerde yürütülmüş ve petrielerde, ISTA kurallarına uygun olarak, 0.65 mm kalınlık ve 300 g/m<sup>2</sup> yoğunluktaki çimlendirme kâğıdı (Hahnemühle 3633) kullanılmıştır.

#### 3.2 Yöntem

Çimlendirme denemesi kurulmadan önce lavanta tohumları yüzey sterilizasyonu için %2'lik sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisinde 4 dakika bekletilmiş ve saf su ile durulandıktan sonra kurutma kâğıdı ile kurulanmıştır. Araştırmada, farklı fotoperiyot, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> uygulamalarının (Çizelge 3.1) lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenme üzerine etkileri incelenmiştir.

##### 3.2.1 Uygulamalar

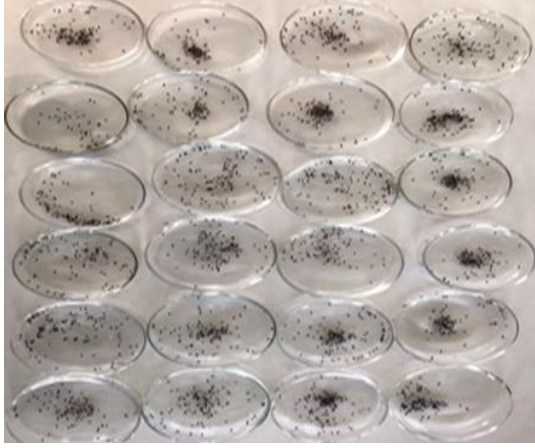
GA<sub>3</sub> uygulaması: Sterilize edilmiş lavanta tohumları dört farklı dozda (125, 250, 375 ve 500 ppm) hazırlanan GA<sub>3</sub> çözeltisinde 20 °C sıcaklıkta karanlık ortamda 24 saat süreyle bekletilmiştir (Dev ve ark., 2020) (Şekil 3.1). Daha sonra kurutma kâğıtlarında kurumaya alınmıştır (Şekil 3.2). GA<sub>3</sub> uygulanmayan tohumlar (kontrol) aynı şartlar altında saf suda bekletilmiştir.

KNO<sub>3</sub> uygulaması: Tabanına çimlendirme kâğıdı yerleştirilmiş petrilere 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm dozunda hazırlanan KNO<sub>3</sub> çözeltileri 9'ar ml (ISTA, 2021) olacak şekilde uygulanmış ve çimlendirme kâğıtlarınca emilmesi sağlanmıştır. KNO<sub>3</sub> uygulanmayan petrielerdeki (kontrol) kâğıtlara 9'ar ml saf su emdirilmiştir.

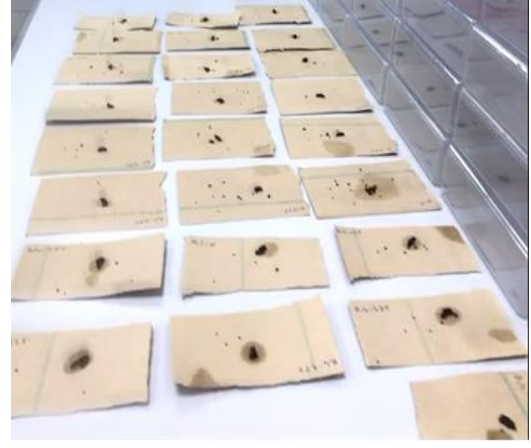
Fotoperiyot uygulaması: Araştırma, fotoperiyot ortamı (16 saat aydınlık / 8 saat karanlık) ve tamamen karanlık (24 saat karanlık) ortamı sağlayacak şekilde iki farklı iklimlendirme kabiniinde yürütülmüştür.

**Çizelge 3.1** Lavanta Tohumlarında Dormansinin Kırılması ve Çimlemenin Teşvik Edilmesi Amacıyla Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler

16/8 saat aydınlık/karanlık		24 saat karanlık	
KNO <sub>3</sub> (ppm)	GA <sub>3</sub> (ppm)	KNO <sub>3</sub> (ppm)	GA <sub>3</sub> (ppm)
0	0	0	0
	125		125
	250		250
	375		375
	500		500
1000	0	1000	0
	125		125
	250		250
	375		375
	500		500
2000	0	2000	0
	125		125
	250		250
	375		375
	500		500
3000	0	3000	0
	125		125
	250		250
	375		375
	500		500
4000	0	4000	0
	125		125
	250		250
	375		375
	500		500



**Şekil 3.1** GA<sub>3</sub> ile Muamele Edilen Lavanta Tohumları



**Şekil 3.2** GA<sub>3</sub> ile Muameleden Sonra Kurumaya Alınan Lavanta Tohumları

### 3.2.2 Çimlendirme Denemesinin Kurulması

Çimlendirme denemesi, Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her petriye 30 adet tohum konulmuştur (Şekil 3.3-3.4) (El Hamdaoui ve ark. 2021). Petriler, hem 16/8 saat aydınlık/karanlık hem de 24 saat karanlık ortamda 21 gün süreyle 20°'lik iklimlendirme kabinlerinde çimlenmeye bırakılmıştır.



**Şekil 3.3** Lavanta Tohumlarının Petrilere Ekimi



**Şekil 3.4** Tohum Ekilen Petrilerin Raflara Alınması

### 3.2.3 İncelenen Özellikler

Araştırma sürecinde 7.günde 1. sayım, 10.günde 2. sayım ve 21. günde ise son çimlenme sayımları yapılmıştır (ISTA, 2021). Lavanta tohumlarında 1 mm'den daha

büyük kökçük çıkışı, sayım esnasında çimlenme kriteri olarak kabul edilmiştir. Çimlenme testlerinde 3 parametre dikkate alınmıştır.

**a. Çimlenme oranı (%):** Çimlenme oranı aşağıdaki formüle göre (Bewley ve Black,1994) hesaplanmıştır.

$$\text{ÇO}(\%) = \frac{\sum n_i}{N} \times 100 \quad (1.1)$$

ÇO (%) :Çimlenme oranı

$n_i$  :*i*. Günde ki çimlenen tohum sayısı

N :Petriye konulan toplam tohum sayısı

$\Sigma$  :Toplam

**b. Çimlenme hızı (%):** Çimlenme hızı, 21 günlük çimlendirme periyodunun 7. gününde çimlenen tohumların, ekilen tohum sayısına oranı olarak hesaplanmıştır. Çimlenme hızı, Maguire (1962) tarafından geliştirilen, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Copeland ve McDonald, 2001).

$$\text{ÇH} = \sum n/d \times 100 \quad (2.1)$$

ÇH : Çimlenme hızı,

n : 1. Sayıdaki çimlenen tohum sayısı

d : Toplam tohum sayısı

$\Sigma$  : Toplam

**c. Ortalama çimlenme süresi:** ISTA kurallarına göre yapılan çimlendirme testlerinde, tohum gücünün belirlendiği bir diğer testtir. Çimlendirme denemesinin 7., 10. ve 21. günlerinde çimlenen tohumlar sayılmış ve alınan veriler Bewlwey ve Black (1994)'in geliştirmiş olduğu formüle uyarlanarak ortalama çimlenme süresi belirlenmiştir.

$$\text{OÇS} = \frac{\sum(t_i \cdot n_i)}{\sum n_i} \quad (3.1)$$

OÇS : Ortalama çimlenme süresi (gün),

$t_i$  : Testin başlangıcından itibaren geçen süre (gün),

$n_i$  :  $t_{(i)}$  Gündeki çimlenen tohum sayısı,

$\Sigma$  : Toplam,

### **3.2.4 Verilerin Değerlendirilmesi**

Elde edilen veriler Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü Tukey testi uyarınca yapılmıştır. İstatistiki analizler SAS-JMP-5.01 paket programı kullanılarak yapılmıştır.



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1 Çimlenme Oranı

Farklı dozlarda KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulanan lavanta tohumlarının tamamen karanlık ve 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamındaki çimlenme oranlarının varyans analizi Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

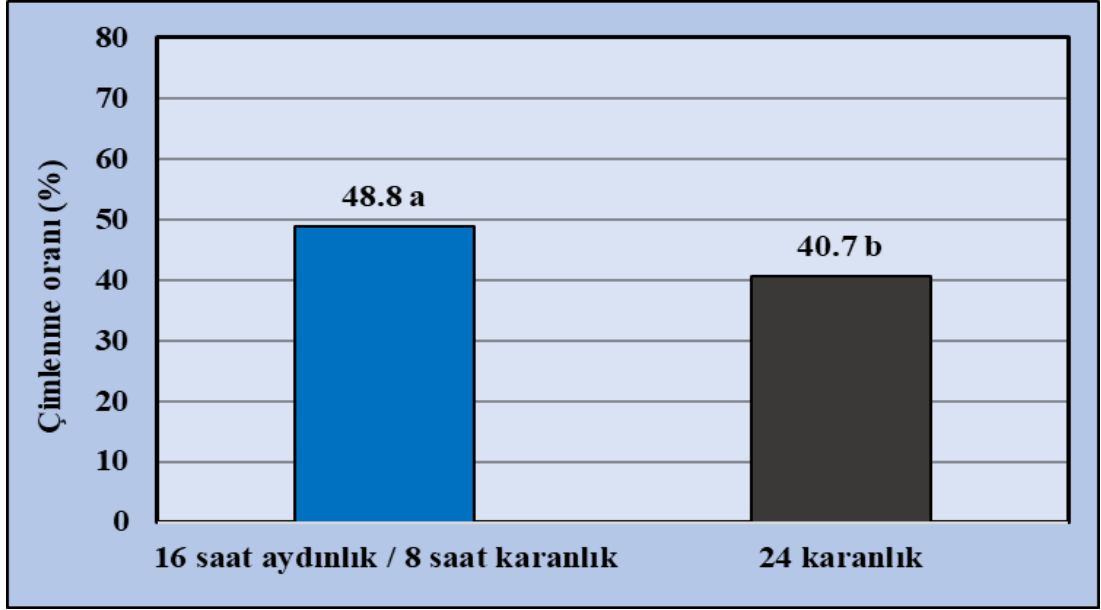
**Çizelge 4.1** KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> Uygulanan Lavanta Tohumlarının Fotoperiyodik ve Karanlık Ortamdaki Çimlenme Oranına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Fotoperiyot	1	2478.2	2478.2	38.5**
KNO <sub>3</sub>	4	1486.5	371.6	5.7**
GA <sub>3</sub>	4	2836.7	709.1	11**
Fotoperiyot x KNO <sub>3</sub>	4	267.7	66.9	1.0
Fotoperiyot x GA <sub>3</sub>	4	1339.1	334.8	5.2**
KNO <sub>3</sub> x GA <sub>3</sub>	16	1861.0	116.3	1.8**
Fotoperiyot x KNO <sub>3</sub> x GA <sub>3</sub>	16	753.5	753.5	0.7
Hata	98		65.6	
Genel	149		117.1	

\*\* : p<0.01

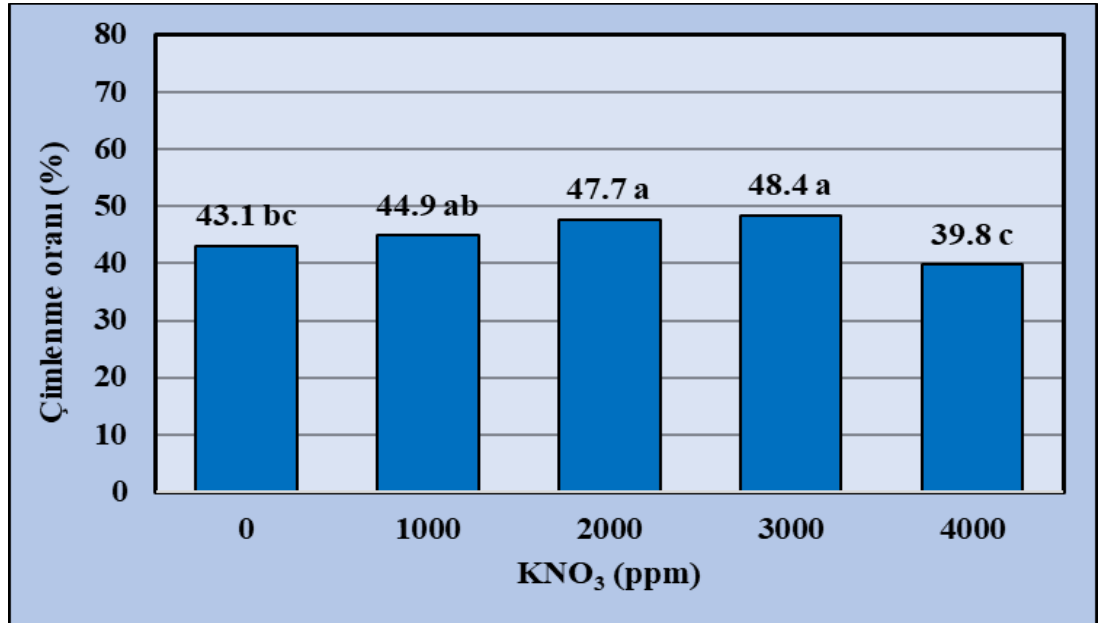
Fotoperiyot, KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının lavanta tohumlarının çimlenme oranları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Bunun yanı sıra, fotoperiyot x GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> x GA<sub>3</sub> etkileşimleri önemli, fotoperiyot x KNO<sub>3</sub> ve fotoperiyot x KNO<sub>3</sub> x GA<sub>3</sub> etkileşimleri önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Karanlık ortamda çimlenmeye bırakılan lavanta tohumları ortalama %40.7 oranında çimlenme gösterirken 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot ortamında çimlenme oranının %20’lik bir artışla %48.8’e ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Tamamen Karanlık (24 Saat) ve 16/8 Saat Aydınlik/Karanlık Ortamda Çimlendirilen Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranları (%). (Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır,  $p < 0.01$ ).

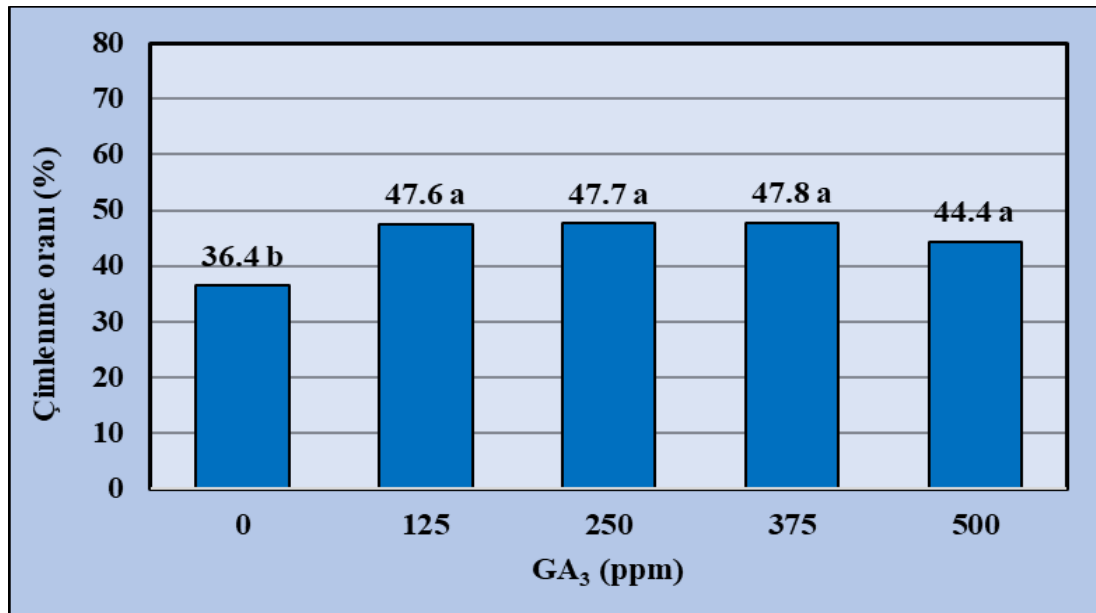
$KNO_3$ 'ün farklı dozlarıyla muamele edilen lavanta tohumlardaki çimlenme oranları Şekil 4.2'de verilmiştir. Buna göre,  $KNO_3$  uygulamalarının lavanta tohumlarında çimlenme oranını istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) seviyede etkilediği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.2  $KNO_3$  Uygulamalarının Lavanta Tohumlarındaki Çimlenme Oranlarına (%) Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır,  $p < 0.01$ ).

KNO<sub>3</sub> uygulaması yapılmayan lavanta tohumları ortalama %43.1 oranında çimlenmiştir. Diğer taraftan, KNO<sub>3</sub> ile muamele edilen lavanta tohumlarında ilk üç dozda çimlenme oranı linear olarak artış göstermiş ve 3000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunda, kontrol uygulamasına göre %12.3'lük bir artışla, %48.4 değerine ulaşmıştır. Buna karşılık, 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dozu ile muamele edilen lavanta tohumlarında, kontrol uygulamasından daha düşük çimlenme oranı elde edilmiştir. Bu sonuç 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunun lavanta tohumları için toksik etkide bulunduğunu göstermektedir.

Lavanta tohumlarında dormansiyi kırmak ve çimlendirmeyi teşvik etmek için farklı dozlarda uygulanan GA<sub>3</sub>'ün çimlenme oranına etkisi Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

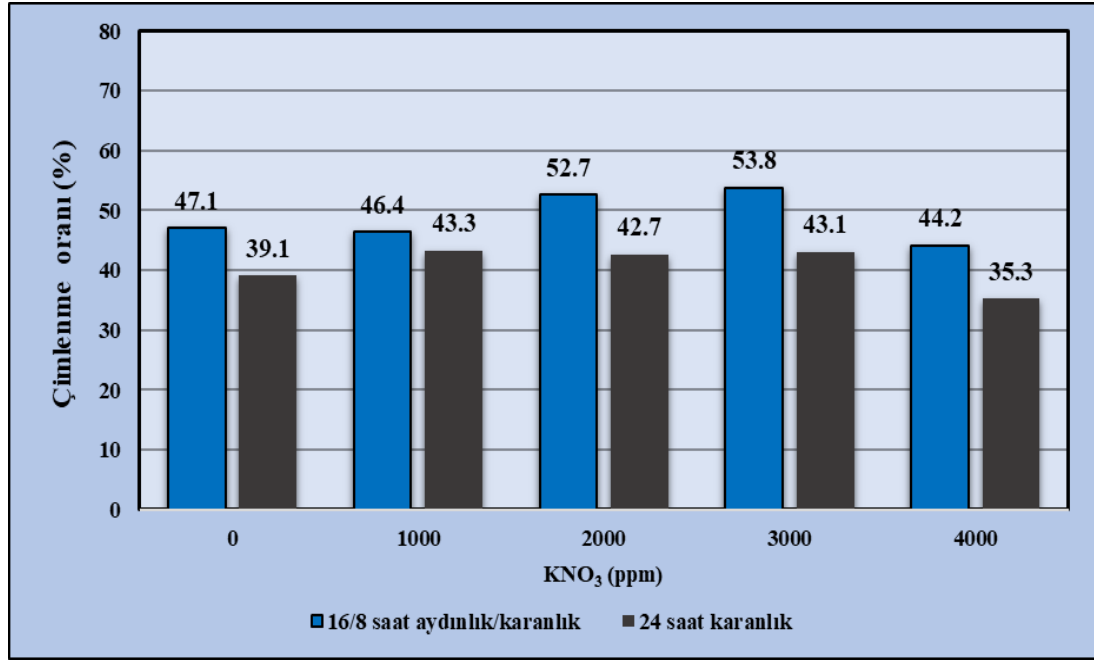


**Şekil 4.3** GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarındaki Çimlenme Oranına (%) Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01)).

GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmayan (kontrol) lavanta tohumlarında çimlenme oranı %36.4 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşılık, farklı GA<sub>3</sub> dozlarında çimlenme oranı %44.4 (500 ppm GA<sub>3</sub>) ile %47.8 (375 ppm GA<sub>3</sub>) arasında değişen değerler almıştır. Bütün GA<sub>3</sub> dozları, kontrol dozuna göre lavanta tohumlarında çimlenme oranını önemli seviyede artırmış ve 375 ppm GA<sub>3</sub> dozunda %31.3'lük bir artış görülmüştür.

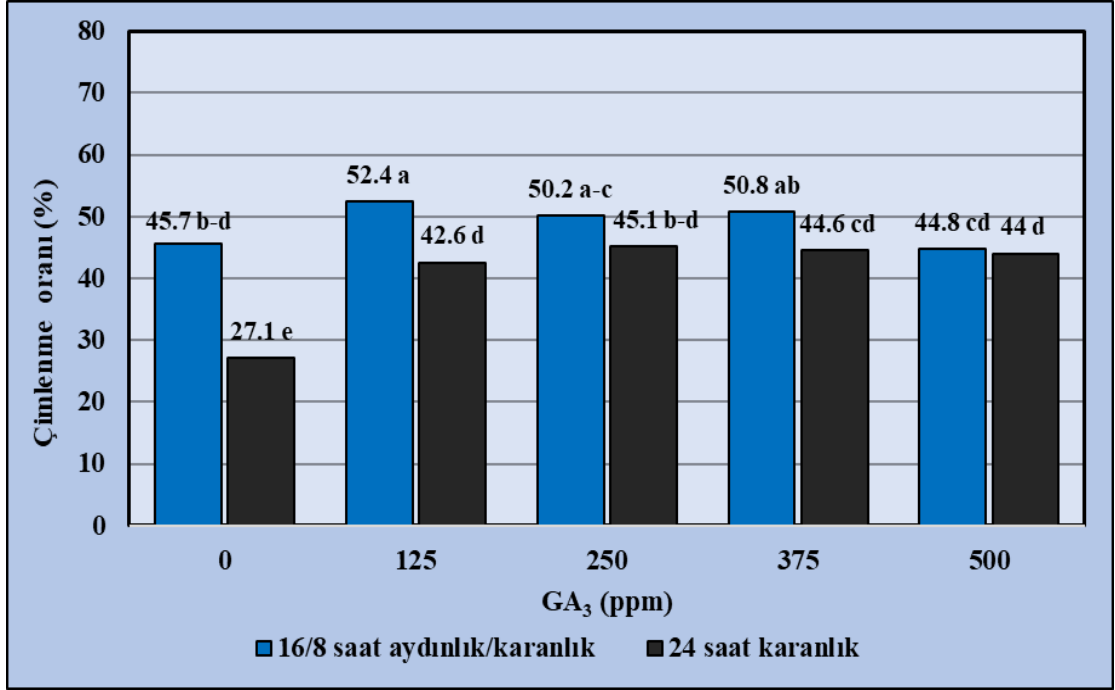
Çizelge 4.1'deki varyans analizine göre, fotoperiyot x KNO<sub>3</sub> interaksyonu istatistiki olarak önemsiz olup, en yüksek çimlenme oranları 2000 ppm (%52.7) ve 3000 ppm (%53.8) KNO<sub>3</sub> ile muamele edilen ve 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında çimlendirilen tohumlardan elde edilmiştir. İstatistiki olarak önemsiz

olmakla birlikte, fotoperiyot uygulamasının, 24 saat karanlık uygulamasına göre  $\text{KNO}_3$  dozlarının etkinliğini artırdığı görülmektedir.



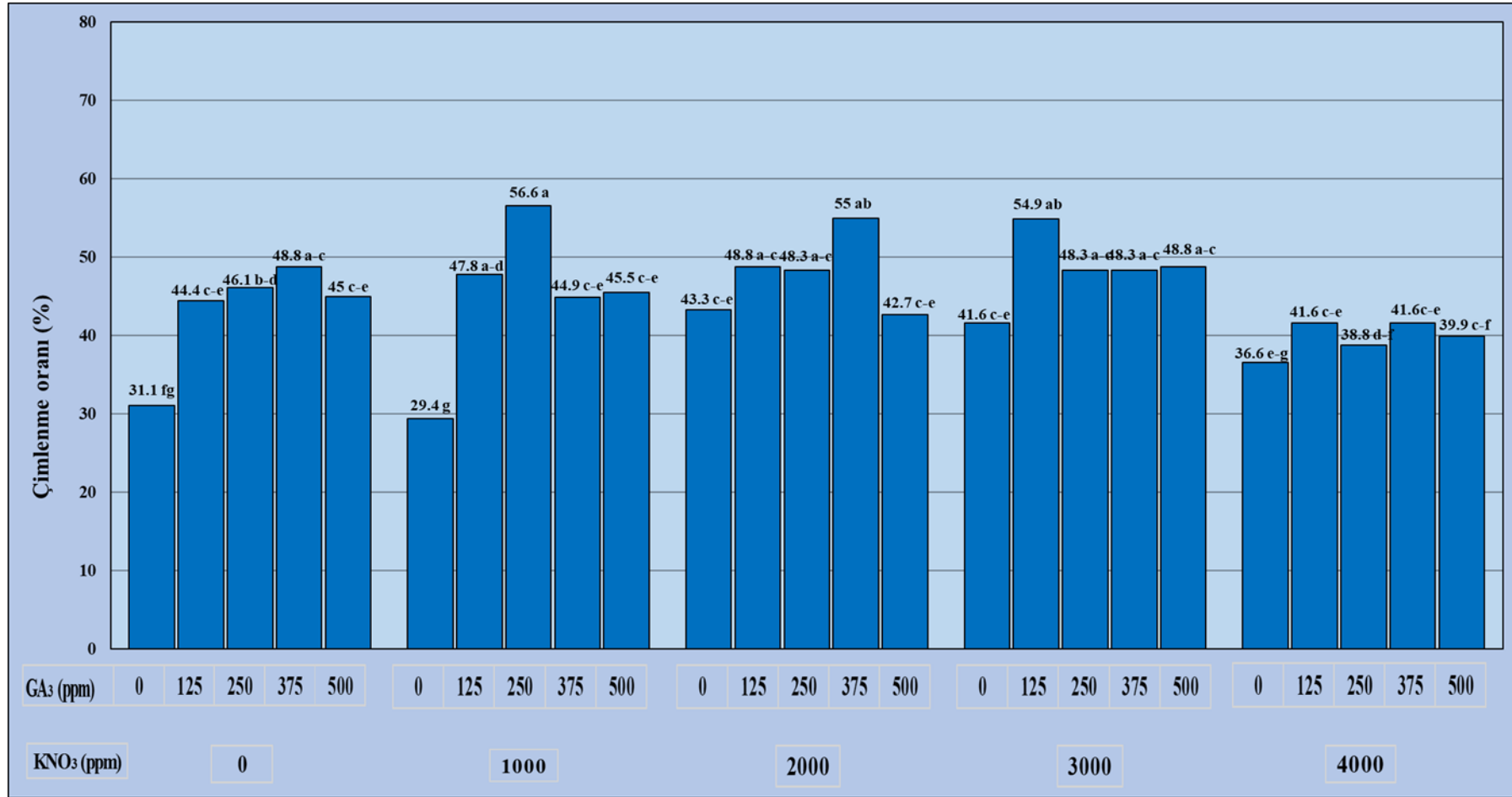
**Şekil 4.4** Fotoperiyot ve  $\text{KNO}_3$  Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranı (%) Üzerine Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.01$ )).

Lavanta tohumlarının çimlenme oranı verileri için yapılan varyans analizinde (Çizelge 4.1) fotoperiyot x  $\text{GA}_3$  interaksiyonunun önemli çıkmış olması,  $\text{GA}_3$  dozlarının çimlenme oranı üzerine olan etkisinin ortamın ışıklandırma durumuna göre değiştiğini ifade etmektedir. Nitekim tamamen karanlık ortamdaki bütün  $\text{GA}_3$  dozları kontrol uygulamasına göre çimlenme oranında çok önemli artışlara yol açmıştır (Şekil 4.5). Buna karşılık 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında  $\text{GA}_3$  uygulamasıyla çimlenme oranı ilk önce artış göstermiş fakat 500 ppm  $\text{GA}_3$  dozunda kontrol uygulamasından daha düşük değer almıştır. En yüksek çimlenme oranı %52.4 ile 125 ppm  $\text{GA}_3$  dozunda ve 16/8 saat aydınlık/karanlık ortamda alınırken, en düşük çimlenme oranı (%27.1) karanlık ortamda beklenen ve  $\text{GA}_3$  uygulanmayan kontrol tohumlardan elde edilmiştir. Fotoperiyot (16/8 saat aydınlık/karanlık) uygulaması, 24 saat karanlık uygulamasına göre, denenen bütün  $\text{GA}_3$  dozlarında çimlenme oranını artırmış olmakla birlikte, artan  $\text{GA}_3$  dozlarıyla birlikte çimlenme oranındaki artış miktarı giderek azalmıştır. Nitekim Şekil 4.5'ten 500 ppm  $\text{GA}_3$  dozunda ortamın aydınlık veya karanlık olmasının çimlenme oranında bir farklılığa yol açmadığı görülmektedir.



**Şekil 4.5** Fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Oranı (%) Üzerine Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (p<0.01))

Çizelge 1’de verilen varyans analizi, çimlenme oranı yönünden KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> arasındaki interaksiyonun istatistik olarak önemli olduğunu ve bu faktörlerin etkilerinin birbirinden bağımsız olmadığını ortaya koymuştur. Şekil 4.6’dan artan dozlarda GA<sub>3</sub> uygulamalarının lavanta tohumlarının çimlenme oranı üzerine etkisinin ortamın KNO<sub>3</sub> konsantrasyonuna göre değiştiği ve çimlendirme ortamındaki KNO<sub>3</sub> miktarı arttıkça GA<sub>3</sub> dozlarının etkilerinin de giderek azaldığı açıkça görülmektedir. KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulamaları birlikte değerlendirilince, en yüksek çimlenme oranı %56.6 ile 1000 ppm KNO<sub>3</sub> + 250 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasından alınmıştır. Buna karşılık, en düşük çimlenme oranı (%29.4) 1000 ppm KNO<sub>3</sub> x 0 ppm GA<sub>3</sub> kombinasyonundan elde edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarındaki Çimlenme Oranı (%) Üzerine Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.01).

## 4.2 Çimlenme Hızı

Farklı dozlarda KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulanan lavanta tohumlarının tamamen karanlık (24 saat) ve 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamındaki çimlenme hızı verilerinin varyans analizi Çizelge 4.2’de verilmiştir.

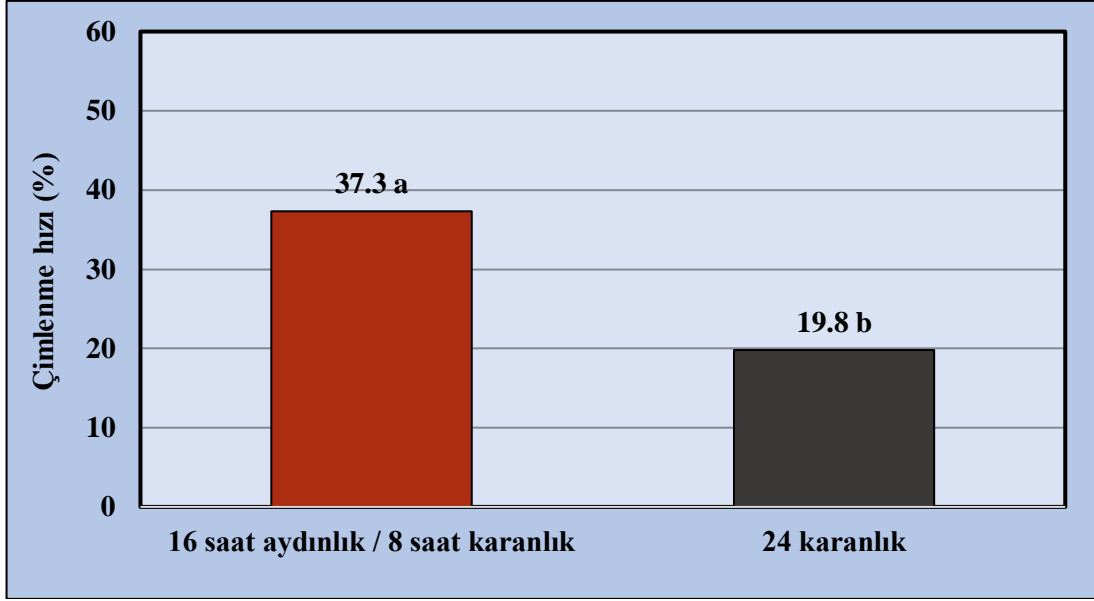
**Çizelge 4.2** KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> Uygulanan Lavanta Tohumlarının Fotoperiyodik ve Karanlık Ortamdaki Çimlenme Hızına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Fotoperiyot	1	11498.2	11498.2	270**
KNO <sub>3</sub>	4	226.0	56.5	1.3
GA <sub>3</sub>	4	2265.6	566.4	13.2**
Fotoperiyot x KNO <sub>3</sub>	4	166.8	41.7	0.9
Fotoperiyot x GA <sub>3</sub>	4	1009.2	252.3	5.9**
KNO <sub>3</sub> x GA <sub>3</sub>	16	1281.6	80.1	1.8*
Fotoperiyot x KNO <sub>3</sub> x GA <sub>3</sub>	16	643.2	40.2	0.9
Hata	98		217.3	
Genel	149		28.2	

\*\* : p<0.01; \* : p<0.05

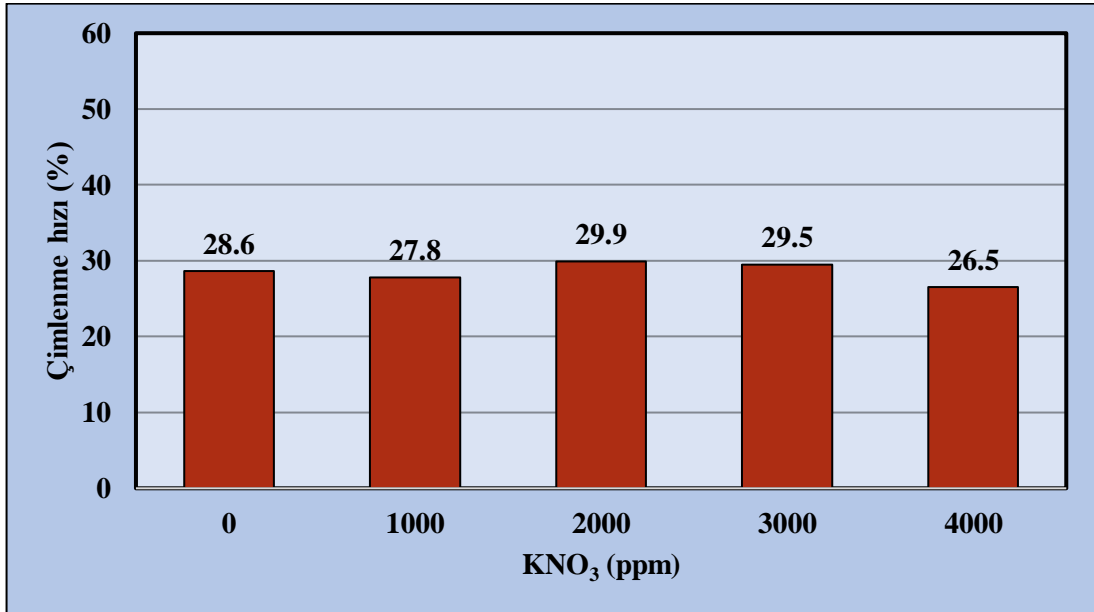
Çizelge 4.2’deki varyans analizi, lavanta tohumlarında tespit edilen çimlenme hızı verileri arasındaki farklılıkta, fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> uygulamaları ile fotoperiyot x GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> x GA<sub>3</sub> interaksiyonlarının önemli olduklarını göstermektedir. Buna karşılık, KNO<sub>3</sub> dozlarının etkisi ile fotoperiyot x KNO<sub>3</sub> ve fotoperiyot x KNO<sub>3</sub> x GA<sub>3</sub> interaksiyonları önemsiz çıkmıştır.

Lavanta tohumlarının 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında karanlık ortama göre daha hızlı çimlendikleri gözlenmiştir (Şekil 4.7). Fotoperiyot ortamında %37.3 olan çimlenme hızı, karanlık ortamda %19.8 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle, lavanta tohumları fotoperiyot ortamında karanlık ortama göre neredeyse iki kat daha hızlı çimlenme göstermiştir. Bu sonuçlara göre, lavanta tohumlarının çimlenmesinde ışığın önemli bir faktör olduğu ve 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamının, tamamen karanlık ortama göre, lavanta tohumlarının çimlenmesi için çok daha uygun bir ortam olduğu söylenebilir.



**Şekil 4.7** Tamamen Karanlık (24 Saat) Ve 16/8 Saat Aydınlik/Karanlık Ortamda Çimlendirilen Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızı (%) (Farklı harfle gösterilen ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklıdır,  $p < 0.01$ )

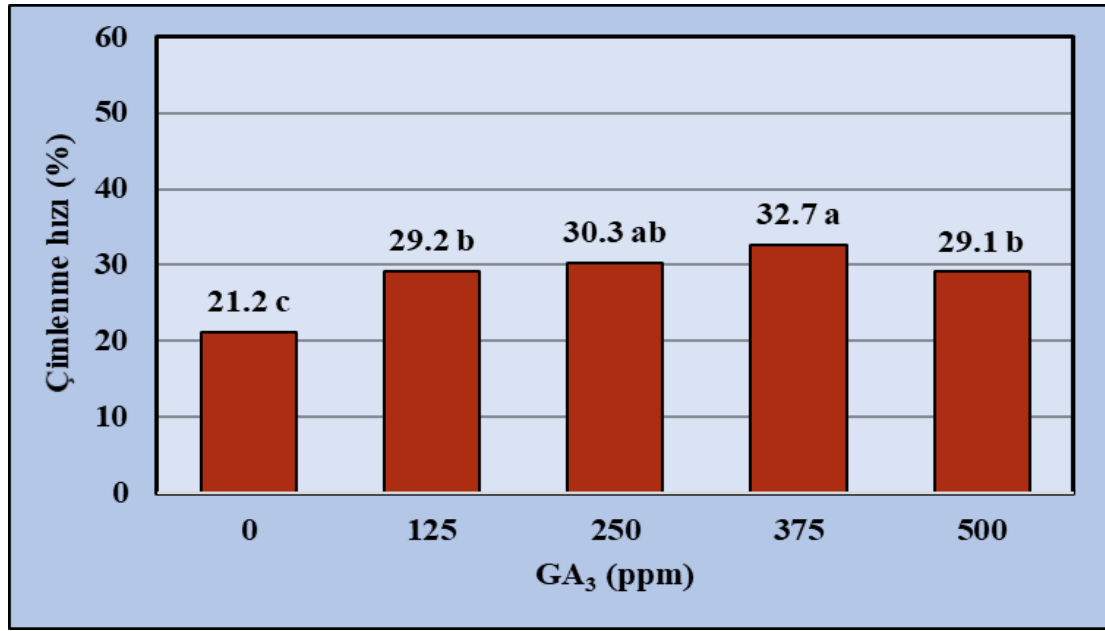
Farklı  $KNO_3$  uygulamalarında elde edilen çimlenme hızı verilerine göre, 3000 ppm'den sonraki  $KNO_3$  dozunun, istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, lavanta tohumlarının çimlenme hızında azalmaya yol açtığı görülmektedir (Şekil 4.8). Lavanta tohumlarında en yüksek çimlenme hızı %29.9 ile 2000 ppm  $KNO_3$  dozunda tespit edilmiş olup bunu sırasıyla %29.5 ile 3000 ppm ve %27.8 ile 1000 ppm  $KNO_3$  dozları izlemiştir.



**Şekil 4.8**  $KNO_3$  Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi

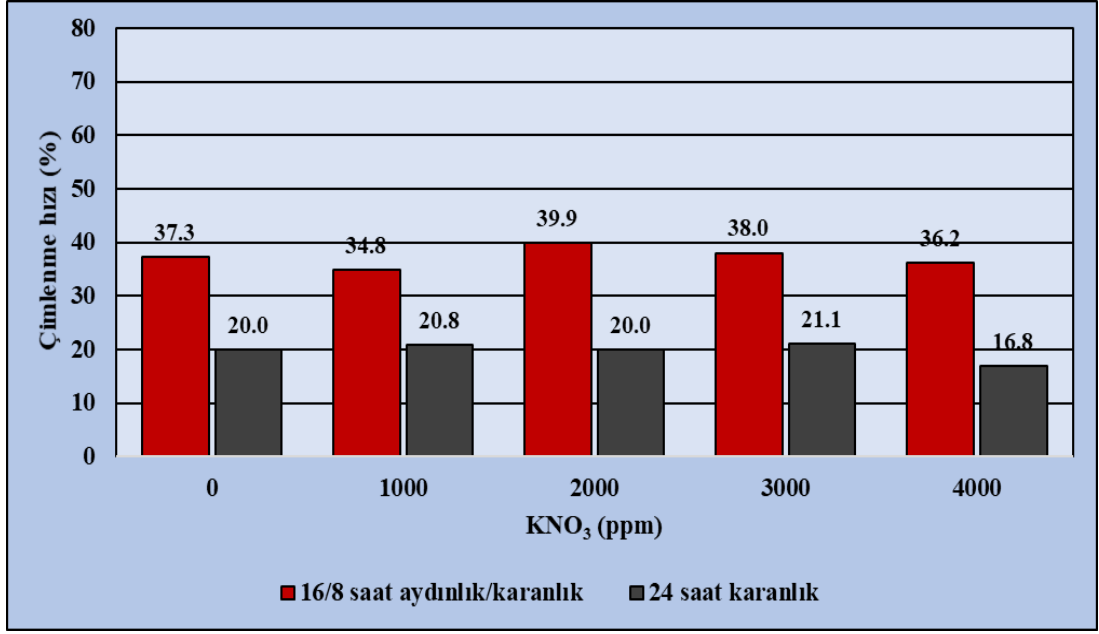


Farklı GA<sub>3</sub> uygulamaları bakımından lavanta tohumlarının çimlenme hızları incelendiğinde, kontrol uygulamasının %21.2 ile en düşük, 375 ppm GA<sub>3</sub> dozunun ise %32.7 ile en yüksek sonucu verdiği görülmektedir (Şekil 4.9). Ayrıca, 125, 250 ve 500 ppm GA<sub>3</sub> dozlarından da kontrol uygulamasına göre daha yüksek değerler elde edilmesi GA<sub>3</sub> uygulamasının lavanta tohumlarının çimlenme hızını artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, 500 ppm GA<sub>3</sub> dozunda çimlenme hızının bir önceki doza göre daha düşük olduğu dikkati çekmektedir.



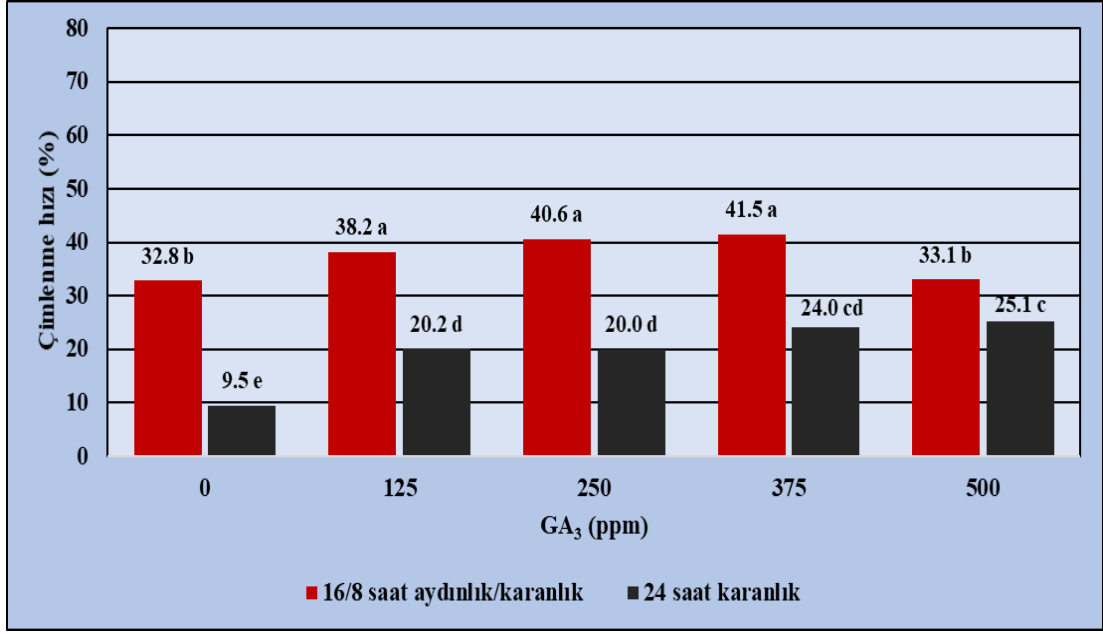
Şekil 4.9 GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklıdır, p<0.01).

Çizelge 4.2'deki varyans analizi sonuçları, fotoperiyot ve KNO<sub>3</sub> uygulamaları arasındaki interaksiyonun önemsiz çıktığını ve bu faktörlerin etkilerinin birbirinden bağımsız olduğunu ortaya koymuştur. Diğer bir ifadeyle, artan KNO<sub>3</sub> dozlarının lavanta tohumlarının çimlenme hızı üzerine olan etkileri çimlendirme ortamının aydınlık ya da karanlık oluşuna göre farklılık göstermemiştir. Araştırma bulgularına göre, en düşük çimlenme hızı (%16.8) karanlık ortamda 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunda gerçekleşirken, en yüksek çimlenme hızı (%39.9) 16/8 saat aydınlık/karanlık ortamda 2000 ppm KNO<sub>3</sub> dozundan alındığı görülmektedir. Ayrıca, karanlık ortamda kontrol dozunda çimlenme hızının %20.0 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.10).



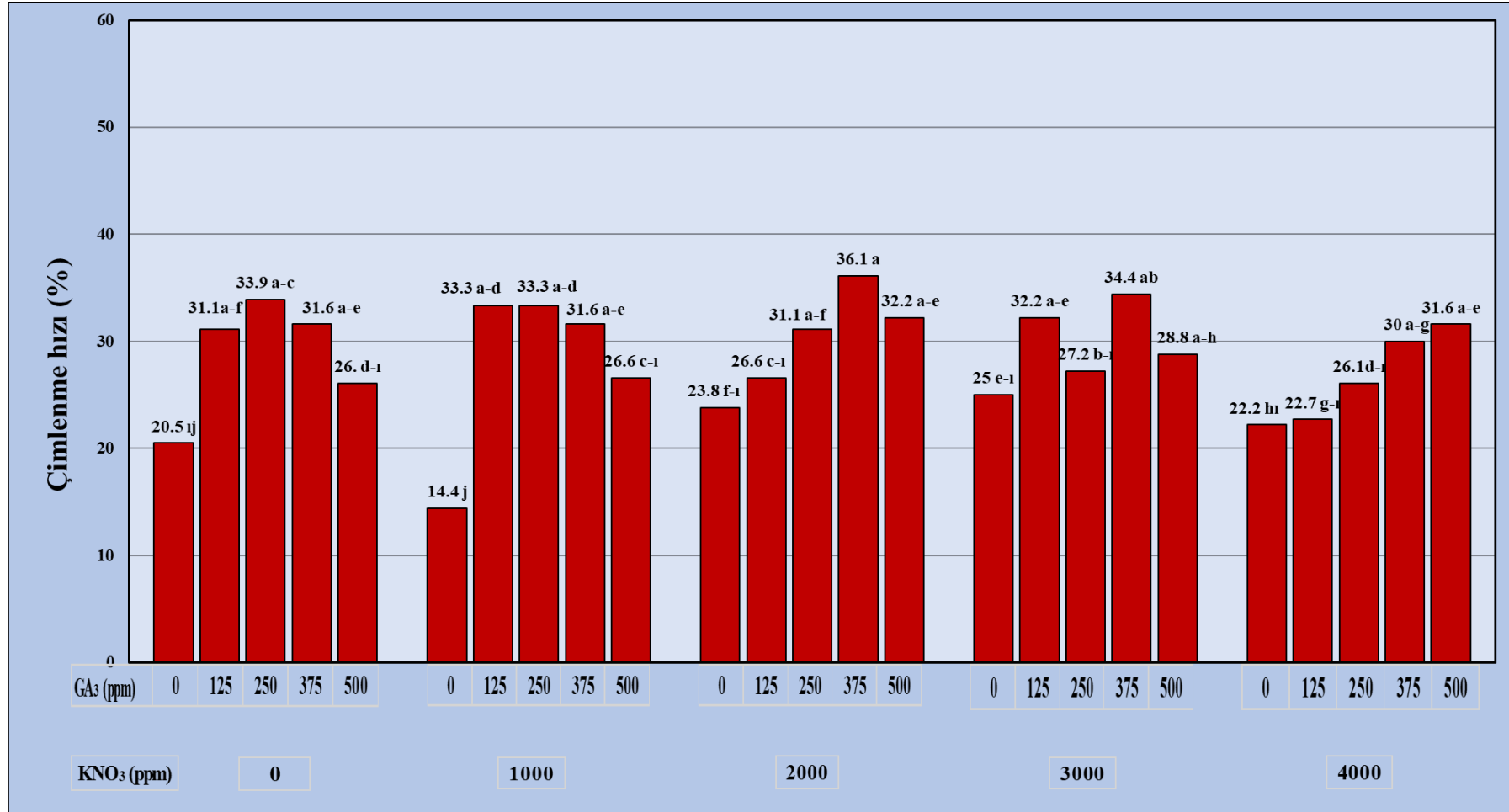
**Şekil 4.10** Fotoperiyot ve KNO<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi

Çalışmamızda çimlenme hızı için fotoperiyot x GA<sub>3</sub> interaksiyonunun önemli bulunması (Çizelge 4.2), lavanta tohumlarının çimlenme hızı üzerine GA<sub>3</sub> dozlarının etkisinin çimlenme ortamının aydınlık veya karanlık oluşuna karşı duyarlı olduğunu göstermektedir (Şekil 4.11). Kontrol petriplerindeki tohumlar (karanlık x 0 ppm GA<sub>3</sub>) en düşük çimlenme hızını gösterirken, en yüksek çimlenme hızı 16 saat aydınlık/ 8 karanlık ortamda 375 ppm GA<sub>3</sub> dozundan elde edilmiştir. Karanlık ve 16/8 saatlik fotoperiyot ortamında GA<sub>3</sub> hormonunun bütün dozları çimlenme hızını kontrole göre önemli oranda artırmış olmakla birlikte, özellikle karanlık ortamdaki artış oranının çok daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. Örneğin, çimlenme hızı 500 ppm GA<sub>3</sub> dozunda (%25.1) karanlık ortamda kontrol tohumlarına (%9.5) göre 2.6 kat artarken, 16/8 saatlik fotoperiyot ortamında çimlenme hızındaki artış oranı (%32.8-33.1) yok denecek kadar düşük seviyede olmuştur.



**Şekil 4.11** Fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklıdır, p<0.01).

Lavanta tohumlarının çimlenme hızı üzerinde farklı GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> dozlarının etkileri birlikte incelendiğinde, en düşük (%14,4) ve en yüksek (%36,1) çimlenme hızlarının sırasıyla 1000 ppm KNO<sub>3</sub> + 0 ppm GA<sub>3</sub> ve 375 ppm GA<sub>3</sub> x 2000 ppm KNO<sub>3</sub> uygulamalarından gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.12). Hiçbir uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında çimlenme hızı %20.5 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.12'den, çimlenme ortamındaki KNO<sub>3</sub> konsantrasyonu arttıkça, GA<sub>3</sub> dozlarının kontrole (0 ppm GA<sub>3</sub>) göre lavanta tohumlarının çimlenme hızını artırıcı etkisinin giderek azaldığı dikkati çekmektedir.



Şekil 4.12 KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Çimlenme Hızına (%) Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar, istatistikî olarak birbirinden farklıdır, p<0.05).

### 4.3 Ortalama Çimlenme Süresi

Farklı dozlarda  $KNO_3$  ve  $GA_3$  uygulanan lavanta tohumlarının tamamen karanlık ve 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamındaki ortalama çimlenme sürelerinin varyans analizi Çizelge 4.3’de özetlenmiştir.

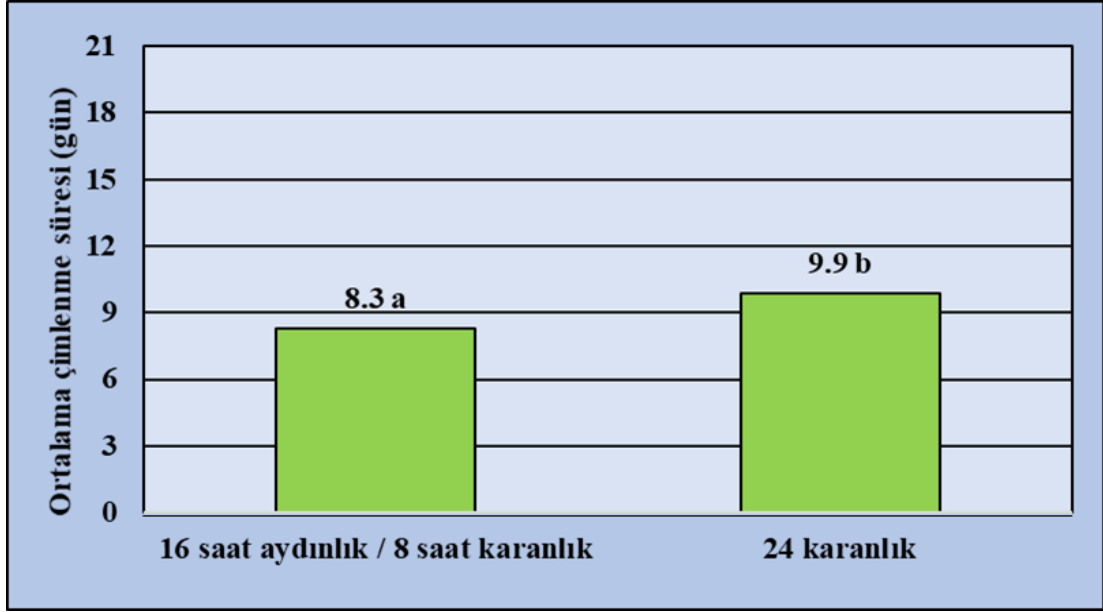
**Çizelge 4.3**  $KNO_3$  ve  $GA_3$  Uygulanan Lavanta Tohumlarının Fotoperiyodik ve Karanlık Ortamdaki Çimlenme Süresine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri
Fotoperiyot	1	106.58	106.58	107.55**
$KNO_3$	4	7.04	1.76	1.77
$GA_3$	4	35.44	8.86	8.94**
Fotoperiyot x $KNO_3$	4	6.72	1.68	1.69
Fotoperiyot x $GA_3$	4	7.32	1.83	1.84
$KNO_3$ x $GA_3$	16	22.08	1.38	1.39
Fotoperiyot x $KNO_3$ x $GA_3$	16	22.72	1.42	1.43
Hata	98		3.12	
Genel	149		0.65	

\*\*:  $p < 0.01$

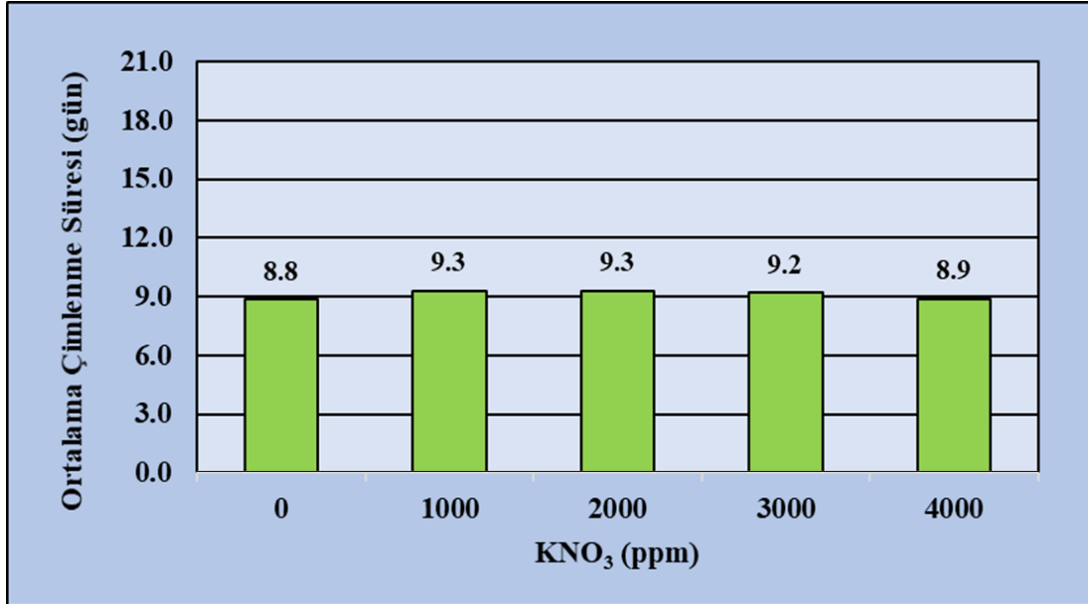
Varyans analizine göre, lavanta tohumlarının ortalama çimlenme süresi üzerine fotoperiyot ve  $GA_3$  uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemlidir. Buna karşılık  $KNO_3$  uygulamaları ile fotoperiyot x  $GA_3$ ,  $KNO_3$  x  $GA_3$ , fotoperiyot x  $KNO_3$  ve fotoperiyot x  $KNO_3$  x  $GA_3$  interaksiyonlarının önemsiz olduğu saptanmıştır.

Tamamen karanlık ortamda çimlendirilen lavanta tohumlarında 9.9 gün olan ortalama çimlenme süresi, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında, %16’lık bir azalmayla, 8.3 gün olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.13). Bu sonuçlar, lavanta tohumlarının çimlenme ortamında ışığa maruz kalmasıyla çimlenme süresinin önemli ölçüde kısalabileceğini göstermektedir.



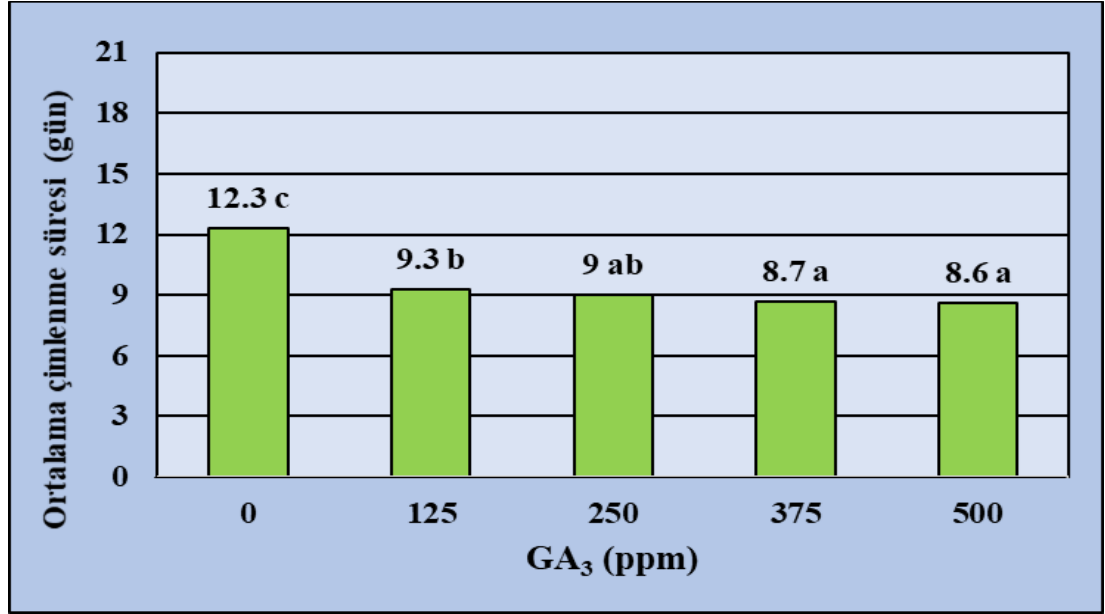
**Şekil 4.13** Tamamen Karanlık (24 Saat) ve 16/8 Saat Aydınlık/Karanlık Ortamda Çimlendirilen Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süreleri (gün) (Farklı harfle gösterilen ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklıdır,  $p < 0.01$ ).

Etkisi istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte,  $KNO_3$  dozlarının lavanta tohumlarının ortalama çimlenme süresini kısaltmak yerine uzamasına yol açmıştır (Şekil 4.14). Ortalama çimlenme süresi en kısa kontrol uygulamasında, en uzun ortalama çimlenme süresi ise 1000 ve 2000 ppm  $KNO_3$  dozlarında tespit edilmiştir.



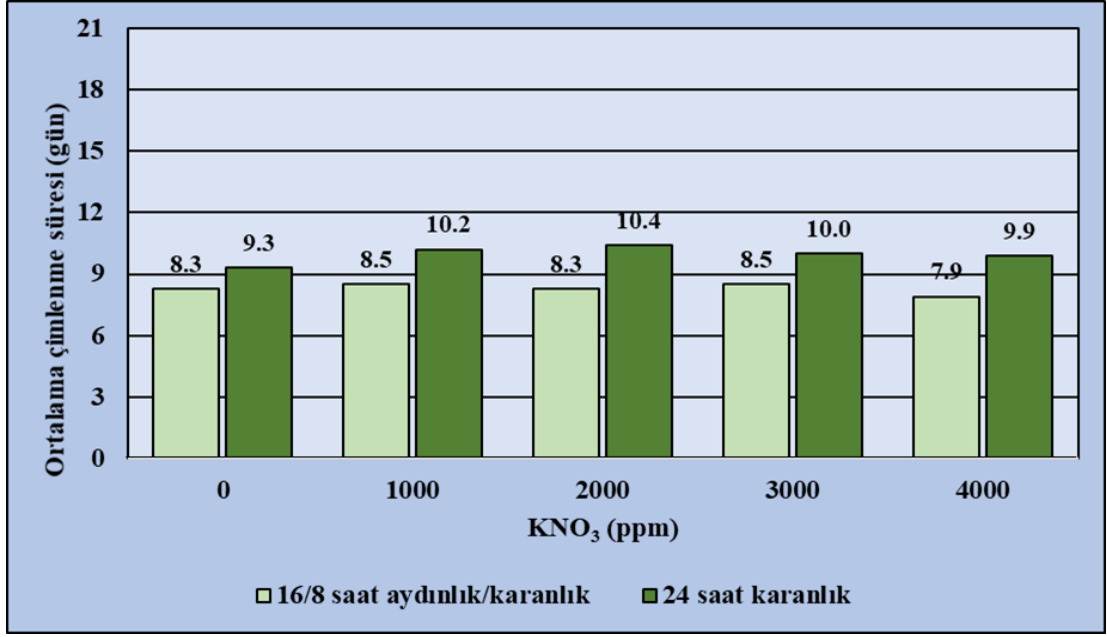
**Şekil 4.14**  $KNO_3$  Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (gün) Etkisi.

KNO<sub>3</sub> uygulamalarının aksine, artan dozlarda GA<sub>3</sub> uygulaması lavanta tohumlarının çimlenme süresini kontrol uygulamasına göre çok önemli ölçüde kısaltmıştır (Şekil 4.15). GA<sub>3</sub> ile muamele edilmeyen lavanta tohumlarında 12.3 olan ortalama çimlenme süresi artan GA<sub>3</sub> dozlarıyla giderek azalmış ve 500 ppm GA<sub>3</sub> dozunda %30'luk bir azalış göstererek 8.6 gün olmuştur.



Şekil 4.15 GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarındaki Ortalama Çimlenme Süresine (gün) Etkisi (Farklı harfle gösterilen ortalamalar, istatistiki olarak birbirinden farklıdır, p<0.01).

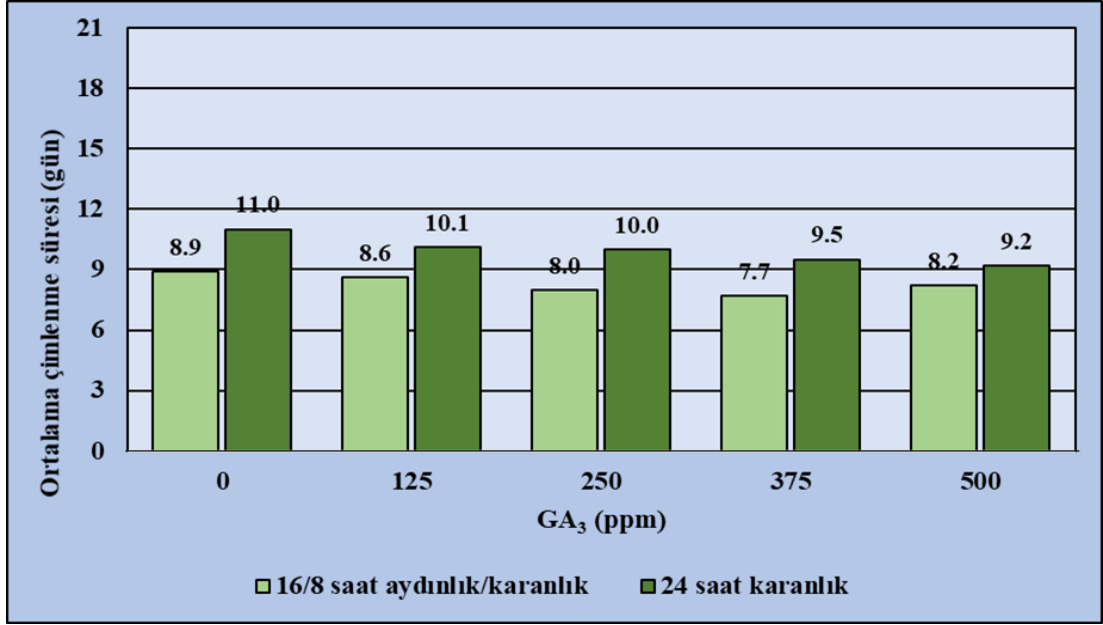
Araştırmamızda fotoperiyot x KNO<sub>3</sub> etkileşimi önemsiz olmakla birlikte, en kısa çimlenme süresi (7.9 gün) fotoperiyot ortamında (16/8 aydınlık/karanlık) tutulan ve 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dozuna maruz kalan lavanta tohumlarından alınmıştır (Şekil 4.16). Buna karşılık, 24 saat karanlık koşullarda 2000 ppm KNO<sub>3</sub> uygulaması en uzun (10.4 gün) ortalama çimlenme süresinin elde edilmesine yol açmıştır. Fotoperiyodik koşullarda KNO<sub>3</sub>'ün tüm dozlarının karanlık ortama göre lavanta tohumlarında ortalama çimlenme süresini kısalttığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.16** Fotoperiyot ve KNO<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (gün) Etkisi

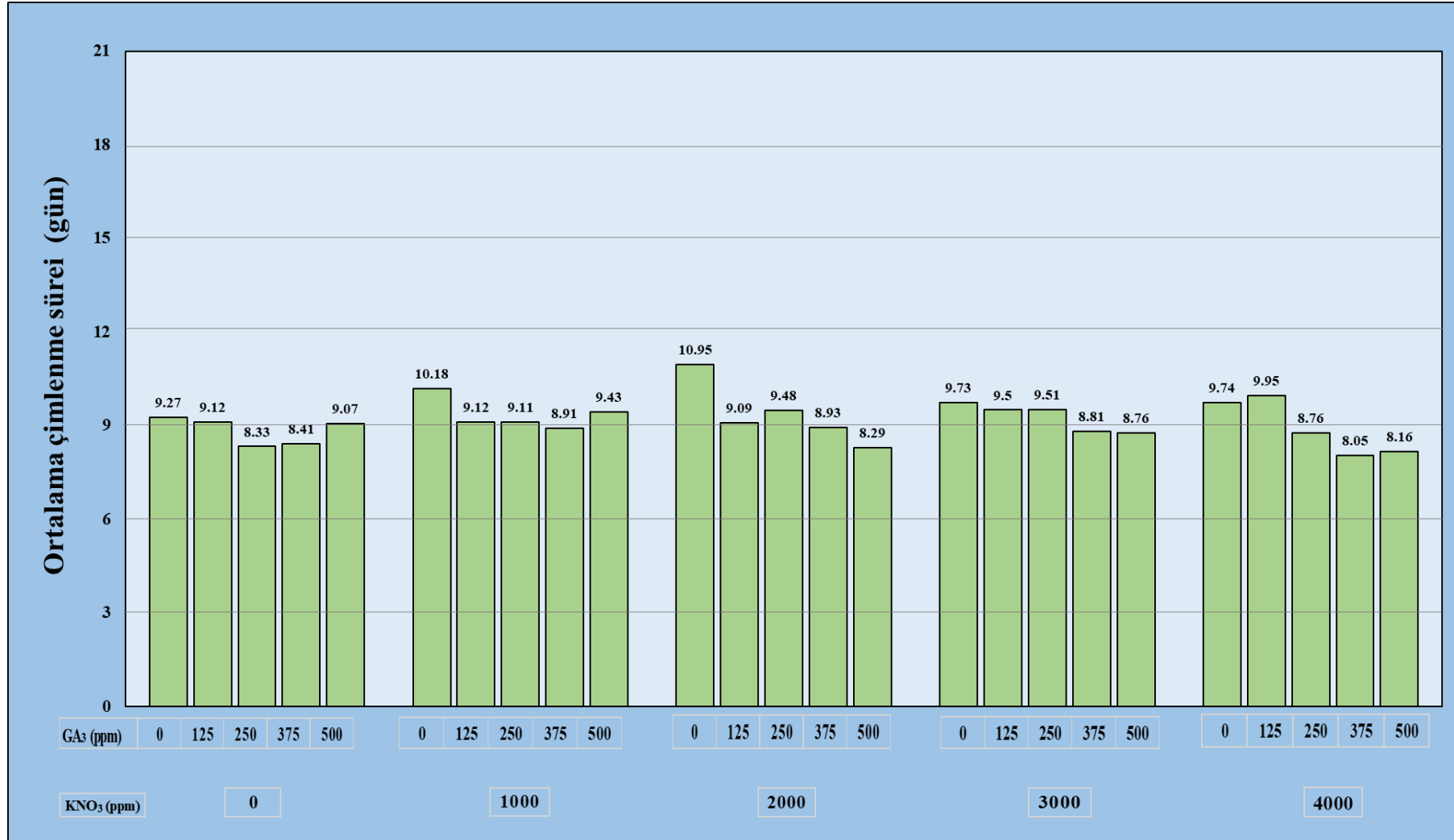
Çizelge 4.3'deki varyans analizi, ortalama çimlenme süresinde fotoperiyot x GA<sub>3</sub> interaksyonunun önemsiz olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre bu faktörlerin ortalama çimlenme süresi üzerine etkilerinin birbirinden bağımsız olduğu sonucuna varılmıştır. En uzun ve en kısa ortalama çimlenme süreleri sırasıyla karanlık ortamda kontrol uygulamasında 11 gün ve 16 saat aydınlık/8 saat fotoperiyot ortamında GA<sub>3</sub> 375 ppm dozunda 7.7 gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Karanlık ortamda GA<sub>3</sub> dozlarının artmasıyla çimlenme süresi de kısalmıştır. Ayrıca fotoperiyot ortamındaki tohumların karanlık ortama göre daha kısa sürede çimlendiği gözlenmiştir.





**Şekil 4.17** Fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (gün) Etkisi

Aralarındaki etkileşim önemsiz çıkmış olsada, KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, lavanta tohumlarındaki en kısa ortalama çimlenme süresinin (8.05 gün) 4000 KNO<sub>3</sub> ppm + 375 ppm GA<sub>3</sub>, en uzun ortalama çimlenme süresinin (10.95 gün) 2000 ppm KNO<sub>3</sub> + 0 ppm GA<sub>3</sub> kombinasyonunda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.18). Genel olarak 375 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasının tüm KNO<sub>3</sub> dozlarında çimlenme süresinin kısalmasına pozitif etki yaptığı söylenebilir. Diğer taraftan, tüm KNO<sub>3</sub> dozlarında GA<sub>3</sub> seviyesi arttıkça ortalama çimlenme sürelerinde bir kısalmanın olduğu görülmektedir.



Şekil 4.18 KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> Uygulamalarının Lavanta Tohumlarının Ortalama Çimlenme Süresine (gün) Etkisi

Çalışmamızda 16/8 saat aydınlık/karanlık uygulamasının, 24 saat karanlık uygulamasına göre %20 oranında çimlendirmeyi artırdığı saptanmıştır. Bazı bitki türlerine ait tohumlar aydınlık ortamda daha iyi çimlenmektedirler. Işığın bazı bitki tohumlarında dormansiyi uyarırken, bazı bitkilerde dormansinin etkisini giderdiği belirtilmiştir (Karakurt ve ark., 2010). Maher ve ark., (2000) *Lavandula stoechas* tohumlarını karanlık ve fotoperiyot (12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık) ortamında çimlendirmişler ve en iyi sonucu fotoperiyot ortamından aldıklarını bildirmişlerdir. Aynı familyaya (*Lamiacea*) ait birçok tıbbi ve aromatik bitki türünde konuyla ilgili olarak yapılan araştırmalarda da buna benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Bhatt ve ark. (2022) 4 bitki türünde (*Leonurus japonicus*, *Salvia plebeia*, *Mosla scabra*, *Perilla frutescens*) yapmış oldukları çalışmada, aydınlık/karanlık ortamının (12/12 saat), karanlık ortama göre çimlenme oranını artırdığını bildirmektedirler. Yine benzer şekilde *Artemisia caerulescens* tohumlarında yapılmış bir ışık çalışmasında, aydınlık/karanlık ortamının çimlenme oranına etkisinin pozitif olduğu rapor edilmiştir (Lombardi ve ark., 2019). Tıbbi bir bitki olarak bilinen *Sinopodophyllum hexandrum* tohumlarında dormansiyi kırmak ve çimlenme oranını teşvik etmek için yapılan bir çalışmada ise ışık (24 saat aydınlık) ortamının karanlık (24 saat karanlık) ortama göre çimlenmeyi artırdığı bildirilmiştir (Peng ve ark., 2023). Fontes ve ark. (2021) sarkık ibik (*Amaranthus deflexus*) tohumlarında fotoperiyot (12/12) şartlarında %52-57 buldukları çimlenme oranının, karanlık şartlarda %22.5 değerine kadar düştüğünü saptamışlardır.

Gerek bizim çalışmamızda gerek diğer bazı çalışmalarda ışığın tohumların çimlenme oranına etkisinin pozitif olduğu görülmektedir. Araştırmaların sonuçlarına göre, tohumlarının çimlenmesi yönünden, lavantanın ışığı seven bitkiler grubunda yer alması gerektiği söylenebilir. Lavanta ve ekonomik önemi olan tıbbi aromatik bitki tohumlarında dormansinin uyarılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi amacıyla ışıkla birlikte çeşitli fiziksel ve kimyasal uygulamaların denendiği çimlendirme çalışmalarının yürütülmesi literatürdeki bilgi birikimi açısından önem arz etmektedir. Çalışmamızda, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot uygulamasının karanlık (24 saat) uygulamasına göre çimlenme hızını %88.4 oranında artırdığı, ortalama

çimlenme süresini ise %16 oranında kısalttığı saptanmıştır. Bun karşılık, bilimsel literatürde fotoperiyot şartlarında çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresinin incelendiği bir çalışmaya rastlanılmadığı için, çalışmamızdan elde edilen verilerin önceki araştırma bulgularıyla karşılaştırmasını yapmak mümkün olmamıştır. Bu çalışma ileride bu konuda yürütülecek yeni çalışmalara örnek niteliğindedir ve bu tür çalışmaların daha başka bitkilerde ve farklı uygulamalarla yapılması yararlı olacaktır.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular, lavanta tohumlarının  $KNO_3$  içeren ortamda çimlendirilmesinin dormansinin kırılmasına olumlu katkı sağladığını ortaya koymuştur. Nitekim 1000, 2000 ve 300 ppm  $KNO_3$  dozlarında çimlenme oranlarının kontrol tohumlarına göre linear olarak sırasıyla % 4.1, % 10.7 ve % 12.3 oranlarında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak lavanta tohumlarının 4000 ppm  $KNO_3$  çözeltisiyle muamele edilmesi çimlenme oranını kontrol uygulamasına göre önemli ölçüde düşürmüştür.  $KNO_3$  içeriğindeki azotun ozmotik bir düzenleyici gibi hareket ederek tohumların su alım miktarını ve embriyonun büyüme potansiyelini artırdığı ileri sürülmektedir (McIntyre, 1997; Alboresi ve ark., 2005). Potasyum elementinin ozmotik düzenleme özelliği bulunmakla birlikte, protein ve şeker sentezleri ve tohumdaki enzim aktivasyonu dahil olmak üzere çok sayıda metabolik olayda önemli rolü bulunmaktadır (Ruttanaruangboworn ve ark., 2017).  $KNO_3$ 'ün bu özellikleri sayesinde lavanta tohumlarının endospermide bulunan besin elementlerini takviye ettiği ve böylece endospermi zayıf gelişmiş olan tohumların çimlenmesini sağlayarak ortalama çimlenme oranını arttırdığı söylenebilir. Yang ve ark. (2020) çuha çiçeği tohumlarında 10 mM  $KNO_3$  uygulanmasının çimlenme oranını %5'ten, %80'e çıkardığını bildirmişlerdir. Aynısefa, yabani enginar, fesleğen, mercimek otu ve altın çilek bitkilerinde  $KNO_3$  uygulamasının çimlenme oranı üzerine etkisinin çalışıldığı başka bir çalışmada  $KNO_3$ 'ün olumlu etki gösterdiği rapor edilmiştir (Aghilian ve ark., 2014). Benzer şekilde, Yücel (2000) ile Jeong ve ark., (2000) yapmış oldukları çalışmalarda bazı adaçayı türlerinde  $KNO_3$  uygulamalarının çimlenmeyi olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Kapari tohumlarında ise  $H_2SO_4$  uygulaması sonrasında %0.2'lik  $KNO_3$  uygulamasının çimlenme oranını 5 kat civarında artırdığı (%49.8) bildirilmiştir (Ölmez ve ark., 2004). Çalışmamızda ortaya koyduğumuz  $KNO_3$  ortamının lavanta tohumlarının çimlenme oranına pozitif etkisi, yukarıda sıralanan tıbbi aromatik bitki türlerinde yapılmış olan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Araştırmamızda lavanta tohumlarında çimlenme oranının artırılmasında 1000, 2000 veya 3000 ppm KNO<sub>3</sub> dozlarının uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bazı aromatik bitkilerde tohumların çimlenme oranı üzerine KNO<sub>3</sub>'ün pozitif etkisinin olmadığı bildirilmektedir. Örneğin aslanağzı tohumlarına ışıklı ortamda uygulanan %0.2'lik KNO<sub>3</sub> çimlenme oranında artış sağlamamış, %1 KNO<sub>3</sub> dozu ise kontrol uygulamasına göre %32 oranında düşüşe yol açmıştır (Pinto ve ark., 2007). Benzer şekilde çayır düğmesi (*Sanguisorba minor*), anason (*Pimpinella anisum*), melisa (*Melissa officinalis*) ve çörek otu (*Nigella sativa*) tohumlarında KNO<sub>3</sub> dozlarının çimlenme oranı üzerine etkisinin önemli bulunmadığı bildirilmiştir (Abdollahi ve ark., 2010). Çalışmamızda KNO<sub>3</sub> içeren çimlendirme ortamının, çimlenme oranına olan pozitif etkisi, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi özelliklerinde ortaya çıkmamıştır. Diğer bir ifadeyle, çimlendirme ortamına ilave edilen KNO<sub>3</sub> çimlenen tohum sayısını artırmakla birlikte, tohumların çimlenme hızı ve ortalama çimlenme sürelerini etkilememiştir. Bilimsel literatürde KNO<sub>3</sub>'ün tohumların çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkilerini inceleyen araştırma sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Aslanağzı tohumlarında %0.2'lik KNO<sub>3</sub> dozu (Pinto ve ark., 2009) ve çayır düğmesi tohumlarında da 150 mM KNO<sub>3</sub> dozunun (Abdollahi ve ark., 2010) çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkisinin önemli olmadığı rapor edilmektedir. Buna karşılık, KNO<sub>3</sub> uygulaması tohumların çimlenme hızını anason ve melisada pozitif, çörek otunda negatif yönde etkilemiştir (Abdollahi ve ark., 2010). Hilooğlu ve ark., (2016) emzikotu (*Onosma discedens*) tohumlarında KNO<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme hızını artırdığını bildirmiştir. Sonuç olarak, tıbbi ve aromatik bitki tohumlarında KNO<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme özelliklerine olan etkisinin bitki türüne göre değişkenlik gösterdiği söylenebilir.

Araştırmamızda lavanta tohumlarına uygulanan bütün GA<sub>3</sub> dozlarının (125, 250, 375 ve 500 ppm) çimlenme oranını artırdığı belirlenmiştir. GA<sub>3</sub> uygulamasıyla kontrole göre çimlenme oranı %22.0 (500 ppm GA<sub>3</sub>) ile %31.3 (375 ppm GA<sub>3</sub>) arasında artmıştır. Tıbbi ve aromatik bitki türlerinde çimlenme oranını artırmaya yönelik olarak farklı dozlarda GA<sub>3</sub> uygulanan çalışmalarda da buna benzer bulgulara ulaşılmıştır. Szekely-Varga ve ark. (2021), iki çeşit (Codreanca ve Sevtopolis) *L. angustifolia* türü tohumlarına farklı dozlarda (kontrol, 100, 200 ve 300 ppm) GA<sub>3</sub> uygulaması yapmışlar ve çalışma sonucunda, 300 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme

oranını kontrole göre Condreanca çeşidinde %216 ve Sevtopolis çeşidinde %157 oranında artırdığını belirlemişlerdir. Akkurt (2013), arı otu tohumlarında (*Phacelia tanacetifolia*) kontrol uygulamasında %50 olan çimlenme oranını farklı GA<sub>3</sub> dozlarında 300 µM'de %73, 450 µM'de %67.5 ve 600 µM'de %76.5 olarak tespit etmiştir. Bazı bitki tohumlarında dormansiyi gidermek için farklı uygulamalar yapan Nadjafi ve ark. (2006), en yüksek çimlenme oranını çakşır otunda (*Ferula gummosa*) GA<sub>3</sub>'ün 1000 ppm (%23.1), tüylü kısamahmut (*Teucrium polium*) tohumunda ise GA<sub>3</sub>'ün 500 ppm (%45.3) uygulamasından elde etmişlerdir. Bir başka çalışmada, dağ gülü (*Rhodothamnus sessilifolius*) tohumlarına uygulanan farklı GA<sub>3</sub> dozlarının (100, 500 ve 1000 ppm) çimlenme oranını artırdığı tespit edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2022). Farklı adaçayı türleriyle yapılan bazı çalışmalarda, GA<sub>3</sub> uygulamalarının tohumlarda dormansiyi kırıcı ve çimlenme oranını artırıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Hashemi ve Estilai, 1994; Rezaie ark, 2013; Abdani Nasiri et al, 2018; Beken ve Abdulhabip, 2021; Costa et al, 2021). Tohumlarda çimlenme için gerekli mRNA genlerini harekete geçirmek için tohumdaki amilaz enziminin uyarılması gerekmektedir (Liu ve ark., 2018). GA<sub>3</sub> bu uyartıma katkıda bulunan büyümeyi düzenleyici bir hormondur (Bialecka ve ark., 2009). Bu nedenle genel olarak GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme oranına pozitif etkisi beklenmektedir. Çalışmamızda da lavanta tohumlarına uygulanan bütün GA<sub>3</sub> dozları kontrole göre çimlenme oranını önemli seviyede artırmıştır. Ayrıca araştırmamızdan elde edilen sonuçlar lavanta tohumlarına uygulanan GA<sub>3</sub>'ün çimlenme hızını artırdığını ortaya koymaktadır. Nitekim 375 ppm GA<sub>3</sub> dozunda kontrole göre çimlenme hızı %54 oranında artmıştır. Literatürde GA<sub>3</sub> dozlarının lavanta tohumlarının çimlenme hızı üzerine etkisini gösteren bir çalışma bulunmamaktadır. Nadjafi ve ark. (2006), çakşır otunda ve tüylü kısamahmut tohumunda GA<sub>3</sub> uygulamalarının çimlenme hızına önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, yaptığımız çalışmada GA<sub>3</sub> uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi de önemli bulunmuş ve 375 ppm dozunun ortalama çimlenme süresini %41 düşürdüğü tespit edilmiştir. Yıldırım ve ark., (2022) dağ gülü tohumlarında ortalama çimlenme süresinin 28 gün olduğunu ve GA<sub>3</sub> uygulamasının bu süreyi yaklaşık 10-12 gün kısalttığını bildirmişlerdir. GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme süresi ve hızına etkisi bitki türüne göre değişmekle birlikte, çalışmamızda lavanta tohumlarındaki etkisinin pozitif olduğu saptanmıştır.

Farklı dozlarda KNO<sub>3</sub> uygulamaları ile fotoperiyot uygulamaları bir arada ele alınınca, 16/8 saat aydınlık/karanlık + 3000 ppm KNO<sub>3</sub> kombinasyonunun, tamamen karanlık + 0 ppm KNO<sub>3</sub> uygulamasına göre çimlenme oranını %38 artırdığı ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan, literatürde lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin artırılması üzerine fotoperiyot ve KNO<sub>3</sub> dozlarının etkinliklerinin birlikte incelendiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, farklı tıbbi bitkilerde yapılan bazı çalışmalar bulunmaktadır. Dinç (2017) tarafından yapılan ve kinoa tohumlarında farklı hormonların denendiği priming çalışmasında ışıklı (210 µM m-2) ve karanlık ortamda %1'lik KNO<sub>3</sub> uygulanmıştır. Araştırmacı, karanlıkta KNO<sub>3</sub> uygulamasında %29.5 olan çimlenme oranının, ışıklı ortamda %38.0 değerine yükseldiğini bildirmiştir. Işığın KNO<sub>3</sub> uygulamasının etkinliğini arttırdığını ortaya koyan bu araştırma, bizim çalışmamızla büyük bir benzerlik göstermektedir. Ertem ve ark. (2021) sığırkuyruğu tohumlarının çimlenmesi ve canlılığı üzerine ışık ve KNO<sub>3</sub>'ün etkilerini araştırmışlardır. Karanlıkta kontrol uygulamasında %32.5 ile en düşük çimlenme oranı elde ederken, 16/8 saat aydınlık/karanlık ve 300 ppm KNO<sub>3</sub> uygulamasında %62.50 çimlenme oranı tespit etmişlerdir. Diğer yandan Söyler ve Arslan (2004) kapari tohumlarındaki dormansiyi kırmak için farklı fotoperiyot ortamlarında (24 saat karanlık, 24 saat aydınlık, 12/12 saat aydınlık/karanlık) büyüme düzenleyici maddeler ve fiziksel uygulamaların (skarifikasyon, 2000 ppm GA<sub>3</sub> ve 2000 ppm KNO<sub>3</sub> ve kombinasyonları) etkinliklerini incelemişlerdir. GA<sub>3</sub> içeren ortam, 24 saat karanlık ortamda %31, 24 saat aydınlık ortamda ise %48 oranında çimlenme saptanmıştır. Benzer şekilde KNO<sub>3</sub> içeren ortam, 24 saat karanlık ortamda %11, 24 saat aydınlık ortamda ise %45 oranında çimlenme gösterdiği tespit edilmiştir. 12/12 saat aydınlık/karanlık şartlarında ise GA<sub>3</sub> içeren ortam %25 ve KNO<sub>3</sub> içeren ortam ise %22 oranında çimlenme olduğu belirlenmiştir. Aydınlık ortamdaki GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> uygulamaları çimlenme oranlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Gerek çalışmamızda gerekse diğer tıbbi bitki tohumlarında yapılan çalışmalarda ışık ortamının ve KNO<sub>3</sub> uygulamalarının dormansiyi kırıcı ve çimlenmeyi artırıcı etkiler yaptığı görülmektedir. Çimlenme yeteneğindeki artış oranı türlere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Çalışmamızda fotoperiyot (16/8 saat aydınlık/karanlık) ve KNO<sub>3</sub> beraber uygulandıklarında, ayrı ayrı yapılan fotoperiyot ve KNO<sub>3</sub> uygulamalarına göre ilave olarak %10'luk bir artış sağlamıştır. Buna göre, 16/8 saat aydınlık/karanlık

fotoperiyot ortamının KNO<sub>3</sub> uygulamalarının çimlenme oranı üzerine olan olumlu etkisini daha da artırdığı sonucuna varılabilir. Literatürde lavantada çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine KNO<sub>3</sub> uygulamalarının etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çimlenme hızında, fotoperiyot + 2000 ppm KNO<sub>3</sub> kombinasyonunda kontrol uygulamasına göre %100 oranında bir artış sağlanmıştır. Ayrıca fotoperiyot ortamındaki tohumların karanlık ortama göre daha kısa sürede çimlendiği tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularına göre, 16/8 saat aydınlık/karanlık şartlarında 125 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması, 24 saat karanlık ortamda GA<sub>3</sub> uygulanmayan kontrol tohumlarına göre çimlenme oranını %93.50 seviyesinde artırdığı belirlenmiştir. Literatürde benzer çalışmaların lavanta tohumlarında yapılmadığı ancak farklı tıbbi ve aromatik bitki tohumlarında bazı araştırmaların olduğu görülmüştür. Söyler ve Arslan (2004) kapari tohumlarında yapmış oldukları çalışmada en düşük çimlenme oranını sadece ön üşütme yapılan tohumlarda %4 olarak tespit ederken, en yüksek çimlenme oranını fotoperiyot ortamında skarifikasyon yapılmış ve GA<sub>3</sub> uygulanmış kapari tohumlarında %74 olarak saptamışlardır. Ertem ve ark., (2021) sığırkuyruğu tohumlarının çimlenme ve canlılığı üzerine ışık ve GA<sub>3</sub>'ün etkilerini araştırmışlar ve 100 ppm GA<sub>3</sub> dozunda karanlık ortamdaki kontrol dozuna göre %162'lik artış sağlandığını bildirmişlerdir. Uzun ve Orhan (2014) iki farklı ortamda muhafaza ettiği serik armudu (*Pyrus serikensis*) tohumlarında tamamen karanlık ve aydınlık/karanlık (18/6 saat) ortamda, üç farklı sıcaklıkta (15, 20 ve 25 °C) ve iki farklı dozda (1 ve 10 ppm) GA<sub>3</sub> uygulaması yapmıştır. En yüksek çimlenme oranı (%100) oda sıcaklığında muhafaza edildikten sonra 15 °C'de çimlendirilen fotoperiyot uygulamasında tespit etmiştir. Ancak, armut tohumlarının çimlenmesi üzerine hormon uygulamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Gerek bizim çalışmamızda gerekse diğer çalışmalarda fotoperiyot ortamında GA<sub>3</sub> uygulamasının lavanta ve bazı tıbbi bitki tohumlarında çimlenme oranını pozitif etkilediği görülmektedir. Çalışmamızda fotoperiyot (16/8) ve GA<sub>3</sub> beraber uygulandığında ayrı ayrı uygulanan ışık ve GA<sub>3</sub> uygulamalarına göre ilave %7'lik bir artış sağlanmıştır. Buna göre, fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme oranına ekstra pozitif etki yaptığı anlaşılmaktadır. Literatürde lavantada birlikte fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Fotoperiyot ortamında 375



ppm GA<sub>3</sub> dozunun karanlık ortamda 0 ppm GA<sub>3</sub> dozuna göre çimlenme hızında %337 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. Fotoperiyot + GA<sub>3</sub> uygulamalarının, 24 saat karanlık ortamda tek başlarına bütün GA<sub>3</sub> dozlarından daha fazla pozitif etki yaptığı tespit edilmiştir. Ayrıca fotoperiyot ortamlarındaki GA<sub>3</sub> uygulamalarının, karanlıkta uygulanan GA<sub>3</sub> uygulamalarına göre ortalama çimlenme süresini daha fazla kısalttığı saptanmıştır.

Çalışmamızda KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulamaları bir arada değerlendirildiğinde kontrol uygulamasına göre en yüksek çimlenme oranının %82'lik bir artışla 1000 ppm KNO<sub>3</sub> + 250 ppm GA<sub>3</sub> kombinasyonundan elde edildiği görülmektedir. Benzer olarak 2000 ppm KNO<sub>3</sub> + 375 ppm GA<sub>3</sub> ve 3000 ppm KNO<sub>3</sub> + 125 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarının da kontrol uygulamasına göre çimlenme oranında %76'lık bir artış sağladığı görülmüştür. Literatür araştırmasında lavantada dormansinin kırılması ve çimlenme üzerine KNO<sub>3</sub> ile GA<sub>3</sub>'ün etkilerinin ayrı ayrı incelendiği çalışmaların bulunduğu ancak iki uygulamanın beraber değerlendirildiği bir çalışmanın olmadığı anlaşılmıştır. KNO<sub>3</sub> ile GA<sub>3</sub> uygulamalarının denendiği bir çalışmada *Lamiaceae* familyasına ait 10 türün 9'unda artan GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme oranını arttırdığı, buna karşılık bir türde çimlenme oranını etkilemediği bildirilmiştir (Khajeh-Hosseini ve ark., 2018). Buna karşılık, 3 bitki türünde KNO<sub>3</sub>'ün negatif etkisi tespit edilmiş fakat 2 türde bir etki saptanmamıştır. Sonuç olarak, GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme oranına olan pozitif etkisinin KNO<sub>3</sub> uygulamasından daha fazla olduğu rapor edilmiştir. *Lamiaceae* familyasına ait geyik otu (*Satureja khuzistanica*) tohumlarına uygulanmış olan farklı GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> dozlarında 500 ppm GA<sub>3</sub> ve %0.6'lık KNO<sub>3</sub> dozlarının çimlenme oranını artırdığı ve GA<sub>3</sub> uygulamasının çimlenme oranı üzerine artırıcı etkisinin daha fazla olduğu saptanmıştır (Ramak ve ark., 2011). Tıbbi bir bitki olan zehirli asma (*Aristolochia baetica*) tohumlarında, dormansinin kırılması amacıyla yapılan farklı uygulamalar arasında en iyi sonucun GA<sub>3</sub> uygulamalarından alındığı bildirilmektedir (Hakemi ve ark., 2020). KNO<sub>3</sub> uygulaması ise kontrole göre çimlenme oranını artırmakla birlikte, artış oranı GA<sub>3</sub> uygulamasına göre daha düşük olmuştur. Asadi (2022), koyun otu (*Agrimonia eupatoria*) ve yabancı fesleğen (*Clinopodium vulgare*) tohumlarında GA<sub>3</sub> uygulamalarının çimlenme oranını artırdığını, KNO<sub>3</sub> uygulamasının ise sadece yabancı fesleğen tohumlarında artış sağladığını tespit etmiştir. Sönmez ve ark. (2019) tıbbi ada çayı (*Salvia officinalis*) ve Anadolu adaçayı

(*Salvia fruticosa*) tohumlarındaki dormansiyi kırmak için  $KNO_3$ ,  $GA_3$ , priming ve polimer kaplama gibi çeşitli uygulamalar denemişler ve 1000 ppm  $GA_3$  dozunun tıbbi adaçayı tohumlarında kontrole göre çimlenme oranını %153, Anadolu adaçayı tohumlarında ise %165 artırdığını tespit etmişlerdir. Buna karşılık, %0.2'lik  $KNO_3$  dozunda çimlenme oranı tıbbi adaçayında %132, Anadolu adaçayında ise %152 oranında artış göstermiştir. Burada,  $KNO_3$  ve  $GA_3$ 'ün birlikte ya da ayrı ayrı kullanılmasının adaçayı tohumlarının çimlenme oranı üzerine önemli sinerjistik etki yaptığı görülmektedir. Diğer taraftan, her iki bileşiğin birlikte kullanılması çimlenme fizyolojisi süreçlerini destekleyerek çimlenme oranında daha fazla artış sağlayabilmektedir. Literatürdeki çalışmalara göre  $GA_3$ 'ün,  $KNO_3$  uygulamalarına göre dormansinin kırılması ve çimlenme oranının artırılmasında çok daha etkin olduğu söylenebilir. Ancak lavanta tohumlarında yaptığımız çalışmada,  $KNO_3$  ve  $GA_3$  dozlarının beraber uygulanması ayrı ayrı kullanılan dozlara göre %17'lik ilave bir artış sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmamız bu yönüyle lavanta tohumlarında dormansinin kırılmasında  $KNO_3$  ve  $GA_3$ 'ün birlikte kullanımının olumlu etkisini ortaya koymasından önemlidir. Daha açıklayıcı sonuçların alınabilmesi için konuyla ilgili daha detaylı çalışmaların yapılması önem kazanmaktadır.

Lavanta tohumlarının çimlenme hızlarını kontrol tohumlarına göre en fazla (%76) 375 ppm  $GA_3$  + 2000 ppm  $KNO_3$  uygulaması artırmıştır. Asaadi'nin (2022) yapmış olduğu çalışmada 1000 ppm  $GA_3$  dozunun yabancı fesleğen tohumlarında çimlenme hızını %139 artırdığı, %0.2  $KNO_3$  dozunda ise çimlenme hızındaki artışın %14 olduğu saptanmıştır. Diğer yandan Hakemi ve ark. (2020), zehirli asma (*Aristolochia baetica*) tohumlarında çimlenme hızını 125 ppm  $GA_3$  ve %2'lik  $KNO_3$  uygulamalarının artırdığını tespit etmişlerdir. Ramak ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada, geyik otu tohumlarında  $GA_3$  ve  $KNO_3$  uygulamalarının çimlenme hızını artırdığını bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada ve literatür taramasında görüldüğü gibi,  $GA_3$  ve  $KNO_3$  uygulamalarının lavanta tohumlarında ve bazı tıbbi bitkilerde çimlenme hızını artırdığı ve  $GA_3$  uygulamalarının  $KNO_3$  uygulamalarına göre daha etkin olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, çalışmamızdan da anlaşıldığı gibi,  $GA_3$  ile  $KNO_3$  bileşiklerinin birlikte uygulanması halinde, bunların ayrı ayrı uygulanmasına göre lavanta tohumlarının çimlenme hızında %10'luk ilave bir artış gerçekleşmiştir. Çalışmamızdaki diğer parametre olan ortalama çimlenme süresinde

GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Buna karşılık, Sönmez ve ark. (2019), yapmış olduğu çalışmalarında %0.2 KNO<sub>3</sub> dozunun kontrole göre ortalama çimlenme süresini tıbbi adaçayı tohumlarında %39, Anadolu adaçayı tohumlarında ise %13 oranında kısalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, GA<sub>3</sub> uygulaması Anadolu adaçayı tohumlarında herhangi bir etki göstermemiş fakat 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması tıbbi adaçayı tohumlarında çimlenme süresini %21 oranında kısaltmıştır. Hakemi ve ark. (2020), zehirli asma tohumlarında ortalama çimlenme süresinin 125 ppm GA<sub>3</sub> dozunda 20 gün kısaldığını, %2'lik KNO<sub>3</sub> dozunda ise 60 gün uzadığını saptamışlardır. Khajeh-Hosseini ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada kutsal fesleğen tohumlarında 250-500 ppm GA<sub>3</sub> ve *Nepeta bornmulleri* tohumlarında 1000 ppm KNO<sub>3</sub> dozlarının çimlenme süresini kısalttığını bildirmektedirler. Yapılan araştırmalar, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> uygulamalarının farklı tıbbi bitki tohumlarında ortalama çimlenme süresini kısalttığını ortaya koymaktadır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Lavanta (*Lavandula angustifolia*), içerdiği etken maddelerden dolayı özellikle sağlık, kozmetik ve parfümeri alanlarında çok yaygın olarak kullanılan *Lamiaceae* familyasından çok değerli tıbbi ve aromatik bir bitkidir. Lavanta tohumlarında ortaya çıkan dormansinin yol açtığı düşük çimlenme oranları, tohumdan lavanta üretimini önemli derecede kısıtlamaktadır. Sunulan bu tez çalışması fotoperiyot (16/8 saat aydınlık/karanlık, 24 saat karanlık), GA<sub>3</sub> (0, 125, 250, 375 ve 500 ppm) ve KNO<sub>3</sub> (0, 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm) uygulamalarının lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, lavanta tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresindeki değişimler incelenmiştir.

Araştırma bulguları fotoperiyot ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının etkisinin incelenen bütün özelliklerde istatistiki olarak çok önemli olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, KNO<sub>3</sub> dozlarının sadece çimlenme oranında önemli bir farklılığa yol açtığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, çimlenme oranı ve çimlenme hızı özelliklerinde fotoperiyot x GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> x GA<sub>3</sub> interaksyonları önemli bulunmuştur.

Lavanta tohumlarının, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında çimlenmeye alınması, 24 saat karanlık ortama göre, incelenen bütün parametrelerde olumlu yönde çok önemli farklılıklara yol açmıştır. Fotoperiyot şartlarında çimlenme oranı %20 ve çimlenme hızı %88.4 civarında artarken, ortalama çimlenme süresinde %16'lık bir azalma ortaya çıkmıştır. Bu bulgular, lavanta bitkisinin çimlenme isteği yönünden ışığı seven bitkiler arasında değerlendirilebileceği izlenimini vermektedir.

Artan dozlarda KNO<sub>3</sub> uygulamasıyla lavanta tohumlarının çimlenme oranı başlangıçta linear olarak artmış ve 3000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunda, kontrol uygulamasına göre, %12.3'lük bir artışla en yüksek değerine ulaşmış, ancak 4000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunda %8 civarında azalmıştır. Bu bulgular, lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi açısından 3000 ppm KNO<sub>3</sub> dozunun uygun doz olarak önerilebileceğini ortaya koymaktadır.

Farklı dozlarda GA<sub>3</sub> uygulaması, fotoperiyod uygulamasına benzer şekilde, lavanta tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme hızı ve çimlenme süresi üzerine olumlu yönde ve çok önemli etkilerde bulunmuştur. Nitekim, lavanta tohumlarına

uygulanan 375 ppm'lik GA<sub>3</sub> çözeltisi, kontrol tohumlarına göre, çimlenme oranını %30'dan daha fazla artırmıştır. Diğer taraftan, 375 ppm GA<sub>3</sub> dozunda çimlenme hızı %54 artarken, çimlenme süresi %40 civarında kısalmıştır. Bu veriler, GA<sub>3</sub>'ün lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Araştırmamızda, çimlenme oranı ve çimlenme hızında fotoperiyot x GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> x GA<sub>3</sub> interaksiyonlarının önemli çıkmış olması, GA<sub>3</sub> dozlarının etkisinin çimlendirme ortamındaki ışıklandırma durumu ve KNO<sub>3</sub> varlığına göre değiştiğini ifade etmektedir. Fotoperiyot ortamında yapılan çimlendirmelerde, 24 saat karanlık ortama göre, daha az GA<sub>3</sub> uygulanarak daha yüksek çimlenme oranı ve çimlenme hızı değerlerine ulaşılmıştır. Diğer taraftan, çimlenme ortamındaki KNO<sub>3</sub> konsantrasyonu arttıkça, GA<sub>3</sub> dozlarının lavanta tohumlarının çimlenme oranı ve çimlenme hızı üzerine olan olumlu etkileri giderek azalmaktadır.

Araştırmadan elde edilen bulgular, dormansinin kırılması ve çimlenmenin artırılması açısından lavanta tohumlarının 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında çimlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca, fotoperiyot ortamında belirli dozlardaki KNO<sub>3</sub> ve GA<sub>3</sub> uygulamalarının lavanta tohumlarında çimlenme oranı ve çimlenme hızını artırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; lavanta tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi amacıyla, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot ortamında, 375 ppm GA<sub>3</sub> ve/veya 2000 ppm KNO<sub>3</sub> uygulaması önerilebilir.

Çalışmamızda elde edilen en yüksek çimlenme oranının %56.6 ve çimlenme hızınının %41.5 sınırında kalmış olması, lavanta tohumlarında daha yüksek çimlenme parametrelerine ulaşabilmek için burada kullanılan uygulamaların yeterli olmadığını daha farklı uygulamaların (asitle muamele, ön üşütme vb. gibi) denenmesi gerektiğini ifade etmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E. (2019). Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) tohumlarında hormon uygulamalarının çimlenme ve fidelik karakterlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı, Kastamonu.
- Abdani Nasiri, A., Mortazaeinezhad, F. & Taheri, R. (2018). Seed germination of medicinal sage is affected by gibberellic acid, magnetic field and laser irradiation. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 37: 50–56.
- Abdollahi, MR., Mershad, B., Asl, AM. & Sepehri, A. (2010). Plant-derived smoke solution and potassium nitrate affect seed germination and seed vigour in four medicinal plant species. *Bodenkultur*, 61, 5-12.
- Aghilian, S., Khajeh-Hosseini, M. & Anvarkhah, S. (2014). Evaluation of seed dormancy in forty medicinal plant species. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7(10), 760.
- Akın, N. (2016). Tütün tohumlarının çimlenme ve çıkış özelliklerinin iyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tohumluk Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Akkurt, V. (2013). Farklı tohum ön uygulamalarının ve bitki hormonlarının arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) tohumlarında görülen ışık ve sıcaklık dormansisinin kırılması üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Alboresi, A., Gustin, C., Leydecker, MT., Bedu, M., Meyer, C. & Truong, HN. (2005). Nitrate, a signal relieving seed dormancy in Arabidopsis. *Plant, cell & environment*, 28(4), 500-512.
- Amusa, TO. (2011). Effects of three pre-treatment techniques on dormancy and germination of seeds of *Azadirachta indica* (Sm. Ex pers). *Journal of Horticulture and forestry*, 3(4), 96-103.
- Andrys, D., Kulpa, D., Grzeszczuk, M., Bihun, M., & Dobrowolska, A. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of *Lavandula angustifolia* Mill. field-grown and propagated in vitro. *Folia Horticulturae*, 29(2), 161-180.
- Asaadi, AM. (2022). Influence of Some Physicochemical Treatments to Stimulate Seed Germination of *Agrimonia eupatoria* L. and *Clinopodium vulgare* L. *Agrotechniques in Industrial Crops*, 2(2), 94-103.
- Bahçeci, V. (2022) . Roka (*Eruca sativa* Mill.) Mikro filizi yetiştiriciliğinde farklı priming uygulamalarının çimlenme, fiziksel kalite ve verime etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Balouchi, HR. & Sanavy, SAMM. (2006). Effect of gibberellic acid, prechilling, sulfuric acid and potassium nitrate on seed germination and dormancy of annual medics. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(15), 2875-2880.

- Baskin, CC. & Baskin, JM. (2014) Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd edn. Elsevier/Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Baskin, JM. & Baskin, CC. (1985) The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. *BioScience*, 35, 492–498.
- Baytop, T.(1999). Türkiye'de bitkiler ile tedavi (Geçmişte ve Bugün). İlaveli ikinci baskı, *Nobel Tıp Kitabevleri*, İstanbul, 480.
- Beken, M. & Abdulhabip, Ö. (2021). The effect of pre-chilling times and different gibberellic acid doses on seed germination of Anatolian sage (*Salvia fruticosa* Mill.) *Harran Journal of Agricultural and Food Sciences*, 25, 514–525.
- Benvenuti, S., Macchia, M. & Miele, S. (2001). Light, temperature and burial depth effects on *Rumex obtusifolius* seed germination and emergence. *Weed Research*, 41(2), 177-186.
- Bewley, JD. & Black, M. (1994). Dormancy and the control of germination. *Seeds: physiology of development and germination*, 199-271.
- Bhatt, A., Caron, MM., Chen, X., Yu, D. & Niu, Y. (2022). Effect of temperature, light and storage on seed germination of *Salvia plebeia* R. Br., *Leonurus japonicus* Houtt., *Mosla scabra* (Thunb.) CY Wu & HW Li and *Perilla frutescens* (L.) Britton. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 31, 100402.
- Bialecka, B. & Kepczynski, J. (2009). Effect of ethephon and gibberellin on *Amaranthus caudatus* seed germination and alpha-and beta-amylase activity under salinity stress. *Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica*, 2(51), 119-125.
- Bulavin, I., Brailko, V. & Zhdanova, I. (2020). In vitro Rhizogenesis of the *Lavandula angustifolia* Cultivars. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 24, p. 00017).
- BÜGEM, 2023. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk/Fidan-Fide-Ve-Doku-Kulturu>. Erişim tarihi: 14.06.2023.
- Chavagnat, A. (1977). Lavender seed dormancy and germination. In *Symposium on Seed Problems in Horticulture* 83 (pp. 147-154).
- Chetouani, M., Mzabri, I., Amar, A., Boukroute, A., Kouddane, N. & Berrichi, A. (2017). Effect of gibberellic acid on the germination of seeds of *thymus satureioides* and *lavandula dentate*. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(3), 942-948.
- Copeland, LO. & McDonald, MB. (2001). Seed germination. *Principles of seed science and technology*, 72-123.
- Costa, AA., Paiva, EP., Torres, SB., Souza Neta, ML., Pereira, KTO., Leite, MS., Sá, FVS. & Benedito, CP. (2021). Osmoprotection in *Salvia hispanica* L. seeds under water stress attenuators. *Brazilian Journal of Biology*, 82.
- Crişan, I., Ona, A., Vârban, D., Muntean, L., Vârban, R., Stoie, A. & Morea, A. (2023). Current trends for lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) crops and products with emphasis on essential oil quality. *Plants*, 12(2), 357.

- Çelen, AE., Gökçöl A., Khiabani, SR. & Kazemi, AS. (2014). Bazı kimyasal uygulamaların yonca (*Medicago sativa* L.) tohumlarında çimlenme ve çıkış performanslarının iyileştirilmesine üzerine araştırmalar. Uluslararası Katılımlı Türkiye 5. Tohumculuk Kongresi ve Sektörel İş Forumu, 378-380.
- Çelik, H. (2008). Gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) tohumlarda çimlenme kabiliyetinin artırılması. Yüksek lisans Tezi, Gazi üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Çetinbaş, M. & Koyuncu, F. (2006). Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by gibberellic acid, potassium nitrate and thiourea. *Horticultural Science*. 33 (3):119-123.
- Çınar, SB. (2013). Kapari (*Capparis ovata* Desf.) tohumunda bazı uygulamaların çimlenme üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Çokkızgın, H. (2010). Priming uygulamasının pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Demasi, S., Caser, M., Lonati, M., Gaino, W. & Scariot, V. (2021). Ornamental traits of *Lavandula angustifolia* Mill. are affected by geographical origin and cultivation substrate composition. *Acta Horti*. 1331, 49-56.
- Demirkaya, M., Aydın, B., Şekerci, AD. & Gülşen, O. (2017). Effects of osmotic conditioning treatments of lavender (*Lavandula angustifolia*) seeds on mean germination time and germination rate. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4(2), 418-422.
- Dev, R., Dayal, D. & Sureshkumar, M. (2020). Gibberellic acid and potassium nitrate promote seed germination and growth of grey-leaved saucer-berry (*Cordia Sinensis* Lam.) seedlings. *International Journal of Fruit Science*, 20, 937-954.
- Dinç, Ş. (2017). Kinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) Tohumlarında hasat sonrası tohum dormansisinin belirlenmesi ve bunun giderilmesinde bitki hormonlarının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Dole, JM. & Wilkins, HF. (2005). Floriculture principles and species. Pearson Education, New Jersey, USA, 1023.
- El Hamdaoui, A., Mechqoq, H., El Yaagoubi, M., Bouglad, A., Hallouti, A., El Mousadik, A. & Msanda, F. (2021). Effect of pretreatment, temperature, gibberellin, salt and water stress on germination of *Lavandula mairei* Humbert. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 24, 100314.
- El-Sharnouby, ME. (2022). Tolerance limits of lavender plant tissue cultures in response to abiotic stress. *Pak. J. Bot*, 54(6), 2063-2068.



- Ertem, M. & Adak, S (2021). Endemik *Verbascum linearilobum* türünde gibberellik asit ve potasyum nitrat'ın çimlenme ve canlılık üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 173-195.
- Fontes, L., de Oliveira, AB., de Queiroz Lopes, MDF., da Costa Filho, JH., Lazzarini, LES. & Marques, EC. (2022). Germinação de sementes de *Amaranthus deflexus* L. submetidas a diferentes condições de temperatura e estresse salino. *Semina: Ciências Agrárias*, 43(6), 2785-2802.
- Gardner, WA. (1921). Effect of light on germination of light-sensitive seeds. *Botanical Gazette*, 71(4), 249-288.
- Giray, FH. (2018). An analysis of world lavender oil markets and lessons for Turkey. *Journal of essential oil bearing plants*, 21(6), 1612-1623.
- Gonçalves, S. & Romano, A. (2013). Micropropagation of *Lavandula spp.* *Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants*, 189-198.
- Gupta, R. & Chakrabarty, SK. (2013). Gibberellic acid in plant. *Plant Signaling & Behavior*, 8(9), e25504. doi:10.4161/psb.25504
- Hakemi, Z., Mehdadi, Z., El Mestari, O. & Dellaoui, H. (2020). Study of the germinative behaviour of *Aristolochia baetica* L. seeds of tessala mount (west of Algeria). *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 16(1), 39-49.
- Hashemi, A. & Estilai, A. (1994). Seed germination response of golden Chia (*Salvia columbariae* Benth.) to low temperature and gibberellin. *Industrial Crops and Products*, 2: 107–109.
- Hilhorst, HWM. & Karssen, CM. (1992). Seed dormancy and germination: The Role of abscisic acid and gibberalins and the importance of hormone mutants. *Plant Growth Regulation*, 11, 225-238.
- Hilooğlu, M., Yücel, E., Kandemir, A. & Sözen, E. (2016). In vitro seed germination study in endemic plant *Onosma discedens*. *Biological Diversity and Conservation*, 9(1), 92-96
- Holubowicz, R., Liu, Y., Marszalek, J. & Legutko, W. (2021). Effect of treating true lavender (*lavandula angustifolia* Subsp. *angustifolia* Chaix Ex Vill) seeds with low temperature and gibberellic acid on their germination. *Байкальский Вестник Daad*, (1), 110-127.
- ISTA, International rules for seed testing, 2021
- Jadczak, P., Kulpa, D., Bihun, M. & Przewodowski, W. (2019). Positive effect of AgNPs and AuNPs in in vitro cultures of *Lavandula angustifolia* Mill. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 139, 191-197.
- Jeong, YO., Kang, SM. & Cho, JL. (2000). Priming conditions to improve germination of *Salvia* (*Salvia splendens* F.) seeds. *Horticultural Science & Technology*, 18: 98–102.
- Karakurt, H., Aslantaş, R. & Eşitken, A. (2010). Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 115-128.

- Khajeh-Hosseini, M., Rashed-Mohassel, MH., Mahmoodi, P. & Emamipoor, Y. (2018). Investigation on the germination characteristics and seed dormancy of fourteen medicinal plant species (*Lamiaceae* family) grown in Kerman Province, Iran. *Seed Science and Technology*, 7(1).
- Khan, MA. & Weber, DJ. (2007). Dormancy, germination and viability of *Salsola imbricata* seeds in relation to light, temperature and salinity. *Seed Science and Technology*, 35(3), 595-606.
- Khattab, S., El Sherif, F., AlDayel, M., Yap, YK., Meligy, A. & Ibrahim, HIM. (2022). Silicon dioxide and silver nanoparticles elicit antimicrobial secondary metabolites while enhancing growth and multiplication of *Lavandula officinalis* in-vitro plantlets. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 149(1-2), 411-421.
- Khiabani, SR. & Çelen, AE. (2014)) Acem Üçgülü (*Trifolium Resupinatum* L.) tohumlarında çimlenme ve çıkış performansını arttırıcı uygulamalar üzerine araştırmalar. Türkiye 5. Uluslararası Katılımcı Tohumculuk Kongresi, 164-168
- Kramer, J. (1999). Complete houseplants-a foolproof growers' guide. Creative Home owner. USA. 223 pp.
- Labbafi, M., Khalaj, H., Delfani, M. & Qavami, N. (2022). Evaluation of different hormonal and temperature treatments on dormancy breaking of Lavender (*Lavandula angustifolia*) seed. *Iranian Journal of Seed Research*, 9(1), 163-176.
- Li, NY., Tang, HR., Ge, C., Mo, F., Xiao, YH. & Luo, Y. (2019). Tissue culture of *Lavandula angustifolia* L. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2079, No. 1, p. 020014). AIP Publishing LLC.
- Liopa-Tsakalidi, A., Zakynthinos, G., Varzakas, T. & Xynias, IN. (2011). Effect of NaCl and GA<sub>3</sub> on seed germination and seedling growth of eleven medicinal and aromatic crops. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), 4065-4073.
- Liu, L., Xia, W., Li, H., Zeng, H., Wei, B., Han, S. & Yin, C. (2018). Salinity inhibits rice seed germination by reducing  $\alpha$ -amylase activity via decreased bioactive gibberellin content. *Frontiers in Plant Science*, 9, 275.
- Lloyd, C. & Rice, G. (1997). Garden flowers from seed. Penguin Books, England, 276 pp.
- Lombardi, T., Bedini, S. & Bertacchi, A. (2019). Germination ecology of the aromatic halophyte *Artemisia caerulescens* L.: influence of abiotic factors and seed after-ripening time. *Folia Geobotanica*, 54, 115-124.
- Maguire, JD. (1962) Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Maher, J., Gerasopoulos, D. & Maloupa, E. (2000). Temperature and light effects on germination of *Lavandula stoechas* seeds. *Acta Horticulturae*, (541), 261-264.
- McIntyre, GI. (1997). The role of nitrate in the osmotic and nutritional control of plant development. *Functional Plant Biology*, 24(2), 103-118.

- Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L. & Rastgoo, M. (2006). Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. *Journal of Arid Environments*, 64(3), 542-547.
- Odabaş, S., Kara, ŞM. & Özcan, MM. (2020). Bazı Kimyasal uygulamaların siyah mürver (*Sambucus nigra* L.) tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenme üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 920-927.
- Orhan, Y. (2013). Ekim öncesi uygulamaların ıspanak tohumlarının çimlenme ve çıkış oranı üzerine etkileri. Yüksek Lisans, Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Ölmez, Z., Yahyaoglu, Z. & Ucler, AO. (2004). Effects of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, and GA<sub>3</sub>, treatments on germination of caper (*Capparis ovata* Desf.) seeds. *Pak. J. Biol. Sci*, 7, 879-882.
- Öztürk, C. (2016). Defne (*Laurus Nobilis* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etki eden bazı ön işlemlerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Parkash, V. & Singh, H. (2013). *Lavandula angustifolia* L.(lavender): An important aromatic medicinal shrub and its in vitro micro-propagation for conservation. *Journal of Agricultural Technology*, 9(3), 91-702.
- Passalacqua, NG., Tundis, R. & Upson, TM. (2017). A new species of *Lavandula* sect. *Lavandula* (*Lamiaceae*) and review of species boundaries in *Lavandula angustifolia*. *Phytotaxa*, 292(2), 161-170.
- Peng, DL., Geng, BY., Qin, YB., Yang, LE., Baskin, CC. & Baskin, JM. (2023). Ecophysiology of seed dormancy and germination in the alpine-subalpine medicinal plant species *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) TS Ying. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 32, 100448.
- Pinto, ACR., Rodrigues, TJD., Leite, IC. & Barbosa, JC. (2007). Growth regulators and KNO<sub>3</sub> on seed germination of *Angelonia salicariifolia*. In *VI International Symposium on New Floricultural Crops*, 813, 453-458.
- Ramak, P., Sharifi, M., Osaloo, SK., Ebrahimzadeh, H. & Behmanesh, M. (2011). Studies on seed germination and in vitro shoot multiplication of *Satureja khuzistanica* Jamzad, an important medicinal plant. *African Journal of Biotechnology*, 10(83), 19407-19414.
- Rezaie, EE., Haghhighikhah, M., Ghorbani, S. & Kafi, M. (2013). Effect of seed priming on seed germination properties of two medicinal species in the presence of salinity. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7, 1234–1238.
- Ruttanaruangboworn, A., Chanprasert, W., Tobunluepop, P. & Onwimol, D. (2017). Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 16(3), 605-613.
- Salehi, B., Mnayer, D., Özçelik, B., Altin, G., Kasapoğlu, KN., Daskaya-Dikmen, C., Sharifi-Rad, M., Selamoglu, Z., Acharya, K. & Sen, S.(2018). *Plants of the Genus Lavandula: From Farm to Pharmacy*, 1385–1402.

- Singh, JM. & Srivastava, IJ. (1990). Seed germination in lavender with acid treatment. *Seed Research*, 18(1), 86-87.
- Slimani, C., Sqalli, H., Rais, C., Wafae, S., Lazraq, A., El Ghadraoui, L. & Echchgadda, G. (2020). Çimlenme oranının iyileştirilmesi ve *Lavandula angustifolia*'nın in vitro çoğalması. *Uygulamalı Biyoloji ve Biyoteknoloji Dergisi*, 8 (2), 52-57.
- Sönmez, Ç., Gökçöl, A., Şimşek Soysal, AÖ., Bayram, E. & Çelen, AE. (2019). Research on germination and emergence performance enhancing treatments on sage (*Salvia* spp.) species. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(3), 504-510.
- Söyler, D. (2004). Kebere (*Capparis Ovata* Desf.) tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı ön uygulamalar, sıcaklık ve ışıklandırmanın etkileri. *Journal Of Agricultural Sciences*, 10(02).
- Stanev, S., Zagorcheva, T. & Atanasov, I. (2016). Lavender cultivation in Bulgaria- 21st century developments, breeding challenges and opportunities. *Bulg. J. Agric. Sci*, 22(4), 584-590.
- Szekely-Varga, Z., Kentelky, E. & Cantor, M. (2021). Effect of gibberellic acid on the seed germination of *Lavandula angustifolia* Mill. *Romanian Journal of Horticulture*, 2, 169.
- Şener, A. (2015). Bazı Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinin çimlenme, çıkış ve verimi üzerine tohum uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Tavşanoğlu, Ç., Ergan, G., Çatav, ŞS., Zare, G., Küçükakyüz, K. & Özüdoğru, B. (2017). Multiple fire-related cues stimulate germination in *Chaenorhinum rubrifolium*, a rare annual in the Mediterranean Basin. *Seed Science Research*, 27(1), 26-38.
- Toole, EH., Toole, VK., Borthwick, HA. & Hendricks, SB. (1955). Interaction of temperature and light in germination of seeds. *Plant Physiology*, 30(5), 473.
- TUİK, (2022). TUİK Bitkisel Üretim Verileri
- Uzun, AS. & Orhan, Ü. (2014). Endemik *Pyrus serikensis* türünün tohum çimlenmesi üzerine araştırmalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2).
- Wilkins, H. F. (2004). *Lilium longiflorum* Thunb., a classic model to study temperature and photoperiod interactions on dormancy, flower induction, leaf unfolding and flower development. In *IX International Symposium on Flower Bulbs 673*, 293-296.
- Yamaguchi, S. & Kamiya, Y (2002). Gibberalins and light-stimulated seed germination. *J. Plant Growth Regul.*, 20:369-376.
- Yang, LE., Peng, DL., Li, ZM., Huang, L., Yang, J. & Sun, H. (2020). Cold stratification, temperature, light, GA<sub>3</sub>, and KNO<sub>3</sub> effects on seed germination of *Primula beesiana* from Yunnan, China. *Plant diversity*, 42(3), 168-173.

- Yıldırım, C. (2019). Gibberellik asit uygulamalarının farklı tuz yoğunluklarında sorgum bitkisinin (*sorghum bicolor* (L.) moench) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya.
- Yıldırım, N., Pulatkan, M., & Ercan, OG. (2022). GA<sub>3</sub> treatments on seed germination in *Rhodothamnus sessilifolius*, an endangered species in Turkey. *Caldasia*, 44(2), 241-247.
- Yücel, E. (2000). Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some *Salvia species* seeds. *Seed Science and Technology*, 28: 853–860.
- Zhang, J., Zhao, CZ., Lei, L., Li, XP. & Ren, Y. (2018). Individual Size Dependence Of The Relationship Of Twig And Leaf Traits Of *Lavandula Angustifolia*. *Chinese Journal Of Ecology*, 37(8), 2277.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ahmet CANTÜRK
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	

Eğitim Bilgileri	
<b>Lisans</b>	
Üniversite	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Tarla Bitkileri
Mezuniyet Yılı	
<b>Yüksek Lisans</b>	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Anabilim Dalı
Programı	Program Adı
Mezuniyet Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokunun.