



## Endemik *Verbascum linearilobum* türünde Gibberellik asit ve Potasyum Nitrat'ın Çimlenme ve Canlılık Üzerine Etkisi<sup>A</sup>

Mine ERTEM<sup>1\*</sup>, Sait ADAK<sup>2</sup>

**Öz:** Bu araştırma, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Türkiye Tohum Gen Bankasında muhafaza edilen 'Mersin Pamukluk Barajında' su altında kalacak bitki örneği olan Sığır Kuyruğu Boluk olarak da bilinen endemik *Verbascum linearilobum* Hub.-Mor.'un uygun çimlenme koşulları ile canlı kalma yüzdesini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Türkiye florasında bulunan bitki genetik kaynakları giderek azalmakta, yok olmakta ya da tehdit altında bulunmaktadır. Ülkemizde *Verbascum*, içerdiği tür sayısı bakımından en büyük cinslerden biridir. Ancak teşhis ve taksonomisinde sorunlar olan bu cinsin, çimlenme fizyolojisi üzerine yapılan araştırmaların da çok kısıtlı olduğu bilinmektedir. *Verbascum linearilobum* türü EN (tehlike altında) kategorisinde yer almaktadır. Bu türün korunmasında fizyolojik çalışmaların yapılması, popülasyonun sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir. Türe ait tohumlar kullanılarak iklim odasında 25 °C sıcaklıkta, iki farklı ışık koşulu (aydınlık-karanlık ve karanlık) ile bitki büyüme düzenleyicilerden gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) ve potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>) çözeltileriyle denemeler yapılmıştır. Çözeltilerin farklı derişimlerinde ve kontrol uygulamalarında; çimlenme yüzdesi (%), ortalama sürgün uzunluğu (cm), ortalama kök uzunluğu (cm) ve fide canlı yüzdesi (%) belirlenmiştir. Çimlendirme testlerinde farklı ortam ve bitki büyüme düzenleyicilerin kullanılması ile hem tür hakkında detaylı bilgiler elde edilerek alternatif yöntemler geliştirilmiş hem de tohum çimlenmesinde bir artış sağlanmıştır. Araştırma sonucunda, *Verbascum linearilobum*'da en yüksek toplam çimlenme yüzdesi % 85 oranında aydınlık-karanlık ortamda bulunan GA<sub>3</sub>'in

<sup>A</sup> Bu çalışma TAGEM /1716 no'lu proje kapsamında araştırma ve yayın etiğine uygun olarak yapılmış ve etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar (Corresponding author):** <sup>1</sup>Mine ERTEM, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 06170 Yenimahalle/Ankara, Türkiye, mineertem@gmail.com, **OrcID** 0000-0002-7374-7258.

<sup>2</sup> Sait ADAK, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 06110 Keçiören/Ankara, Türkiye, adak@agri.ankara.edu.tr. **OrcID** 0000-0002-0154-3328.

100 ppm derişiminden elde edilmiştir. En yüksek fide canlı yüzdesi de % 75 oranında aynı koşulda tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme, endemik, GA<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, *Verbascum linearilobum*.

## Effects on Germination and Viability of Gibberellic Acid and Potassium Nitrate on Endemic *Verbascum linearilobum* species

**Abstract:** This research was aimed to determine the survival percentage with appropriate germination conditions of endemic *Verbascum linearilobum* Hub.-Mor. also known as Cattle Tail Boluk, an example of a plant that will be inundated in Mersin Pamukluk Dam is conserved at Turkey Seed Gene Bank, Field Crops Central Research Institute Plant genetic resources in the flora of Turkey are gradually decreasing, disappearing or under threat. *Verbascum* is one of the largest genera in our country in terms of the number of species it contains. However, it is known that the studies on germination physiology of this genus, which has problems in its diagnosis and taxonomy, are very limited. *Verbascum linearilobum* species considered as EN (endangered) category. Physiological studies for the conservation of this species are of great importance in terms of the sustainability of the population. Using seeds belonging to the species, experiments were carried out with two different light conditions (light-dark and dark) at 25 °C temperature in the climate chamber, and plant growth regulators gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and potassium nitrate (KNO<sub>3</sub>) solutions. In different concentrations of solutions and control applications; germination percentage (%), average shoot length (cm), average root length (cm) and seedling viability percentage (%) were determined. By using different media and plant growth regulators in germination tests, detailed information about the species was obtained and alternative methods were developed and an increase in seed germination was achieved. As a result of the research, the highest total germination percentage in *Verbascum linearilobum* was obtained from 100 ppm concentration of GA<sub>3</sub> in 85% light-dark environment. The highest seedling viability percentage was determined at the rate of 75% under the same condition.

**Keywords:** Germination, endemic, GA<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, *Verbascum linearilobum*.

## Giriş

*Verbascum* L. cinsi Scrophulariaceae (Sıracautugiller) familyasındandır. Bu cins, Dünya çapında 360 türle (Heywood, 1993), Türkiye'de ise 243 tür (129 melez dahil) ile temsil edilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda, 193 endemik tür sayısına sahip olan bu cinsin endemizm oranının çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Huber-Morath, 1978; Davis ve ark., 1988; Vural ve Aydoğdu., 1993; Karavelioğulları ve ark., 2011).

*Verbascum* yaprak, kök ve çiçekleri ile eski çağlardan beri antiseptik, analjezik, antihistaminik, antikanser, antioksidan, antiviral, bakteristat, kardiyodepresan, östrojenik, fungusit, hipnotik ve yatıştırıcı olarak tıbbi amaçlı kullanılan cinsler arasında yer almaktadır (Null ve Null, 1972). Bu cins, izole edilen flavonoid (Afifi ve ark., 1993; alkaloidler (Drandarov ve Hais, 1997), iridoid glikozitler (Tatlı ve ark., 2004), feniletanoidler (Akdemir ve ark., 2004) ve saponinler (Karamian ve Ghasemlou, 2014) olmak üzere çeşitli bileşiklerin varlığıyla da bilinir. Bunun dışında halk arasında damar sertliği, romatizma, şeker ve akciğer hastalığı, kulak ağrısını tedavi etmede tıbbi amaçlı olarak da kullanılmıştır (Baytop, 1999).

Türkiye’de 12.000 civarında bitki taksonunun yaklaşık 1/3’ünü endemik tür sayısı oluşturmaktadır. Buna karşılık, Avrupa ülkelerinde 12.000 bitki türünün 2.500’ünü endemik bitkiler oluşturmaktadır. Endemik bitkilerin dar ve sınırlı yayışa sahip olmaları nedeniyle, bu bitkilerin korunmaları konusunda çok ciddi çalışmalar yürütülmüştür.

Türkiye Bitkiler Kırmızı Kitabında *Verbascum lineariloum* (Boiss.) Hub.- Mor. hem tür hem de habitat açısından özel bir koruma statüsü gerektiren türler arasında yer almaktadır. Bu tür floristik çalışmalar sonucunda, yüksek risk altında ve gelecekte popülasyonları zarar görebileceği düşünülen bitki taksonlarından EN kategorisinde (tehlikede) yer almaktadır (Ekim ve ark., 2000). Ülkemizde *Verbascum* cinsi, tür teşhisinin zorluğu, türe ait hibridizasyon oranı ve endemizm oranının yüksek olması nedeniyle akademik çalışmalara konu olmuştur.

Günümüzde ülkemizde yetişen özellikle endemik ve nadir endemiklerin gelecek nesillere aktarılmasını tehlikeye düşüren birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle çok nadir endemik bitkilerin yaşadığı yerlerde; tarım alanlarının genişletilmesi ve aşırı otlatma, sanayileşme ve şehirleşme, çorak (tuzcul) alanların ıslahı, kullanım amacı ile doğadan toplamlar, bilinçsiz pestisit kullanımı, yangınlar ve ağaçlandırma çalışmalarının yapılması bu türlerin gelecekte yok olma tehlikesi altında kalmasına neden olmaktadır (Ekim ve ark., 2000).

Türkiye Tohum Gen bankasında (TTGB) depolanan tohumların veya bitki materyallerinin tarlaya ekildiğinde bitki üretebilmesi çok önemlidir. Depolamanın başlangıcında tohumlar yüksek yaşama kabiliyetine sahip olmalı ve depolama süresince de bu özelliği muhafaza edilmelidir. TTGB’nda, FAO standartlara göre tohum canlılığı % 85 veya üzeri olmalıdır. Ancak endemik ve yabani türlerde çimlenme sorunundan dolayı daha düşük bir canlılık yüzdesi kabul edilebilir (FAO, 2013).

Çimlenme, yabancı otların ve kültür bitkilerin yaşam döngüsünde kritik bir aşamadır ve genellikle popülasyon canlılığını kontrol eder (Keller ve Kollmann, 1999). Tohum çimlenmesi su, sıcaklık, oksijen ve ışık gibi çevresel faktörlerin yanında bitki tür ve çeşitlere göre de değişim göstermektedir. Bazı durumlarda tohumların yapısından (iç ve dış) kaynaklanan nedenlerden dolayı, tohumların çimlenme ve çıkışlarında gecikmeler yaşanmaktadır. Bu sorunun giderilmesinde tohumlara ekim öncesi ön uygulamalar (priming) yapılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanlar; potasyum nitrat, hidrojen peroksit, thiourea, oksinler, gibberellinler ve sitokininlerdir (Heydecker ve Coolbear, 1977).

Tohumlarda dormansinin ortadan kaldırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesinde gibberellinlerin önemi büyüktür (Karakurt ve ark., 2010). Gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) derişimlerinin çimlenme üzerine önemli bir etkisi

olduğu bulunmuştur (Duman, 2006). Yapılan çalışmalarda, tohum çimlenmesinde kullanılan GA<sub>3</sub> hormonunun α-amilaz aktivitesini artırarak çimlenmeyi başlattığı bildirilmiştir (Wurzburger ve Leshem, 1974). Ayrıca, çimlenme çalışmalarında tohumlara dışardan uygulanan GA<sub>3</sub> (gibberellik asit), dormant durumdaki tohumlarda çevre uyaranlarının (ışık ve sıcaklık) yerine geçerek embriyo büyümesini sağlayarak çimlenmeyi teşvik ettiği de ileri sürülmüştür.

Yapılan araştırmalar sonucunda GA<sub>3</sub>'in tohum çimlenmesini arttırdığı bilinmesine rağmen, kullanılan yöntem ve derişime bağlı olarak çimlenmeyi engelleyebileceği de bildirilmiştir. Bu nedenle her tür için uygun derişim ve yöntem farklılığının ayrı incelenmesi sonucuna varılmıştır (Baskin ve Baskin, 2014).

*Verbascum linearilobum* çalışması, karanlık ve aydınlık-karanlık ışık koşulu ile GA<sub>3</sub> ile KNO<sub>3</sub>'ün farklı derişimlerinin tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırmada, 2012 yılında Türkiye Tohum Gen Bankası'na (TTGB) gönderilen ve muhafaza odasında aktif koleksiyon (+5 °C) olarak korunan *Verbascum linearilobum* endemik türü materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışma, TTGB'nin Tohum Fizyoloji Laboratuvarında 2019 tarihinde yapılmıştır.

Çimlendirme testlerinde kullanılan petri kapları, filtre kağıtları, cam pipetler alüminyum folyoya sarılarak, 121 °C'de otoklavda 15 dakika steril edilmiştir. Tohumlar uygulama öncesinde % 10'luk sodyum hipoklorid ile 1-2 damla tween içinde 5 dk bekletildikten sonra, 4-5 kez saf su ile yıkanmıştır.

Araştırmada, *Verbascum linearilobum* türü tohumlarının çimlendirme çalışmasında, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> hormonunun aydınlık-karanlık ve karanlık uygulaması olmak üzere iki farklı deneme kurulmuştur.

### 1) GA<sub>3</sub> uygulaması:

**a) Aydınlık- karanlık ortam (16 saat aydınlık /8 saat karanlık):** Bu ortamda tohumlar, GA<sub>3</sub> hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

**b) Karanlık ortam ( 24 saat karanlık):** GA<sub>3</sub> hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

### 2) KNO<sub>3</sub> uygulaması:

**a) Aydınlık- karanlık ortam (16 saat aydınlık /8 saat karanlık):** KNO<sub>3</sub> hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir.

**b) Karanlık ortam (24 saat karanlık):** KNO<sub>3</sub> ve kontrol grubu kullanılmıştır. Hormon derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) ve kontrol grubuna ayrılarak çimlendirilmiştir

*Verbascum linearilobum* türünde, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> hormonlarından ayrı olarak hazırlanan stok çözelti seyreltildikten sonra denemede kullanılmıştır.

## GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> Derişimlerinin Hesaplanması

### GA<sub>3</sub> derişimi

500 mg gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) 1 litrede çözümlenerek, daha düşük konsantrasyonlarda bu çözeltilerden 400, 300, 200, 100 ppm'e seyreltilerek hazırlanmıştır.

### KNO<sub>3</sub> derişimi

500 mg potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>) 1 litrede çözümlenerek, daha düşük konsantrasyonlarda bu çözeltilerden 400, 300, 200, 100 ppm'e seyreltilerek hazırlanmıştır.

### Çimlenme yüzdesi (%)

İklim odasında 25 °C sıcaklıkta 10. günün sonunda aydınlık-karanlık ve karanlık ortamda çimlenen tohum sayısının kullanılan toplam tohum sayısına bölünerek çimlenme yüzdesi (%) hesaplanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen çimlenme yüzdesi; çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına bölümünün yüz ile çarpımından elde edilmiştir. Bu denemeden elde edilen çimlenme yüzdesinin formülü aşağıda verilmiştir (Erdoğan, 2008; Ologundudu ve ark., 2014).

### **Çimlenme yüzdesinin formülü:**

$$\text{Ç.Y.} = (\text{G/T}) \times 100$$

**G:** Çimlenen tohum sayısını,

**T:** Kullanılan toplam tohum sayısı

**Ç.Y.:** Çimlenme yüzdesi

### Sürgün uzunluğu (cm)

*Verbascum linearilobum* türünün 10. günün sonunda elde edilen sürgün uzunlukları (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

### Kök uzunluğu (cm)

*Verbascum linearilobum* türünde, 10. günün sonunda tohumdan elde edilen fidelerin kök uzunlukları (cm) cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

### Fide canlı yüzdesi (%)

Denemede kullanılan *Verbascum linearilobum* tohumlarından gelişen fideler 2:1 oranında steril toprak: torf karışımı saksılarda (5x5 cm) 10 gün bekletildikten sonra fide canlılık yüzdeleri (%) hesaplanmıştır.

### **Çimlendirme testi**

Denemede, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> hormonlarından ayrı ayrı hazırlanan farklı derişimli iki tip (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm) çözeltileri kullanılmıştır. Çift katlı çimlenme kağıdı (filtre kağıdı) 5 ml oranında çözeltilerle nemlendirilmiştir. Muamele uygulanmayan kontrol grubuna 5 ml oranında saf su uygulaması yapılmıştır. Nemlendirilen kağıtların üzerine 10 adet tohum yerleştirilmiştir. Tohumların üzeri tek katlı çimlenme kağıdı ile kapatılmıştır. Her bir petrinin etrafı nem kaybını önlemek için parafilm ile çevrilmiştir.

Tohumlar 10 gün boyunca iklim odasında 25 °C sıcaklıkta, aydınlık-karanlık (16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık) ve karanlık ortam (24 saat karanlık) olmak üzere iki farklı ortamda çimlenmeye alınmıştır.

Karanlık ortamda, petrilere yerleştirilen tohumlar aydınlık-karanlık ortamdaki farklı olarak, ışığı almayacak şekilde iki katlı alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Bu petrilere iklim odasında 25 °C sıcaklıkta 24 saat karanlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Araştırmada, tohum çimlenmesinin 10. gününde canlılık (çimlenme yüzdesi, kök ve sürgün uzunlukları) kriterleri değerlendirilmiştir. Bu süre sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Kaçal ve ark., 2020).

Yapılan araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her bir tekerrürde 10 tohum (96 petri) olacak şekilde kurulmuştur. Araştırma sonuçlarının varyans analizinde Mstat-C (1979) bilgisayar paket programı kullanılmış, farklılık Duncan önem testine göre yapılmıştır (Düzgüneş, 1987). İstatistik analizden önce, yüzde oranlarda açı transformasyonu kullanılarak, orijinal veriler için  $y = \arcsin x \times 100$ 'e dönüştürülmüştür (Wang ve ark., 2019).

### İklimde alıştırma

İklim odasında iki farklı ortam (aydınlık-karanlık ve karanlık) ve farklı derişimlerde çimlenen tohumlardan elde edilen fideler, 121 °C'de steril edilmiş 2:1 oranında toprak: torf: karışımı (5x5 cm) saksılara aktarılmıştır. Bu saksılar magenta içerisine alınarak üzerleri kapakla kapatılmıştır. Bu şekilde fidelerin 10 gün boyunca ortama alışmaları sağlanmıştır. Bu süre sonunda canlı kalan fide sayıları sayılarak fide canlı yüzdesi hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen fideler 6. ayın sonunda ex-situ koruma için Türkiye Milli Botanik Bahçe'sine aktarılmıştır.



Resim 1. *Verbascum linearilobum* türünde çimlenme çalışması



Resim 2. *Verbascum linearilobum* türünün çimlenme ve fide gelişim aşamaları



Resim 3. *Verbascum linearilobum* türünde dış ortama alıştırma aşaması

## Bulgular ve Tartışma

*Verbascum linearilobum* türünün, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> hormonlarından farklı derişimli iki ayrı çalışmanın, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlarda yapılan uygulama sonuçlarının istatistiksel karşılaştırılmaları yapılmıştır.

## Gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) Derişimli Deneme

### GA<sub>3</sub> derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%)

*Verbascum linearilobum* endemik türünde, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlarda GA<sub>3</sub>'in (gibberellik asit) farklı derişimleri (100-200-300-400 ve 500 ppm) ve kontrol grubu uygulamaları karşılaştırılmış ve çimlenme yüzdesi üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, GA<sub>3</sub> hormon uygulamasının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 1.** *Verbascum linearilobum* türünde farklı ortamlarda GA<sub>3</sub> derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A-K	K	Ortalama
Kontrol	55.0	37.5	46.2 B
GA <sub>3</sub> - 100 ppm	85.0	57.5	71.2 A
GA <sub>3</sub> - 200 ppm	75.0	65.0	70.0 A
GA <sub>3</sub> - 300 ppm	75.0	65.0	70.0 A
GA <sub>3</sub> - 400 ppm	70.0	70.0	70.0 A
GA <sub>3</sub> - 500 ppm	67.0	72.5	70.0 A
ORTALAMA	71.2 a	61.2 b	
Önemlilik	**		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

\*\*p < 0.01

*Verbascum linearilobum* türünün ortalama çimlenme yüzdesi % 46.2-71.2 arasında değişmiştir. Çalışmamızda, GA<sub>3</sub>'in tüm derişimleri (100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm ve 500 ppm) aynı istatistiksel grupta yer almış, ancak bu derişimler arasında en yüksek çimlenme yüzdesi (% 85.0) aydınlık-karanlık ortamın GA<sub>3</sub> hormonunun 100 ppm, derişiminden elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi karanlık ortamın kontrol (saf su) grubunda (% 37.5) görülmüştür (Çizelge 1). Çalışmamızda, aydınlık-karanlık ortamda uygulanan GA<sub>3</sub> hormonunun çimlenme oranını artırması, çimlenmede ışık faktörü yanında hormonların da etkili olduğunu göstermektedir.

Erdemli ve Kaya (2015), tohumların çimlenme koşullarını belirlemek için yaptıkları çalışmada en yüksek çimlenme yüzdesi (% 99) 100 ppm GA<sub>3</sub> dozundan elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi (% 69) saf su uygulanan tohumlardan elde edilmiştir. Tohum çimlenmesinde farklı ışık koşullarında yapılan bu çalışma sonucunda, aydınlık-karanlık ortamın çimlenme yüzdesi karanlık ortama göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) hormonunun, tohumlarda dormant durumun kırılmasını sağlayarak, çimlenmenin uyarılmasında önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir (Baktır, 2010). Sozzi ve Chiesa (1995), *Capparis spinosa* L. (Kebere) türünde dormant durumunun kırılmasında, en yüksek tohum çimlenmesini konsantre H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sülfürik asitte) 20 dakika bekletildikten sonra, 100 ppm GA<sub>3</sub> (gibberellik asit) 'te 90 dakika bekleterek elde etmişlerdir.

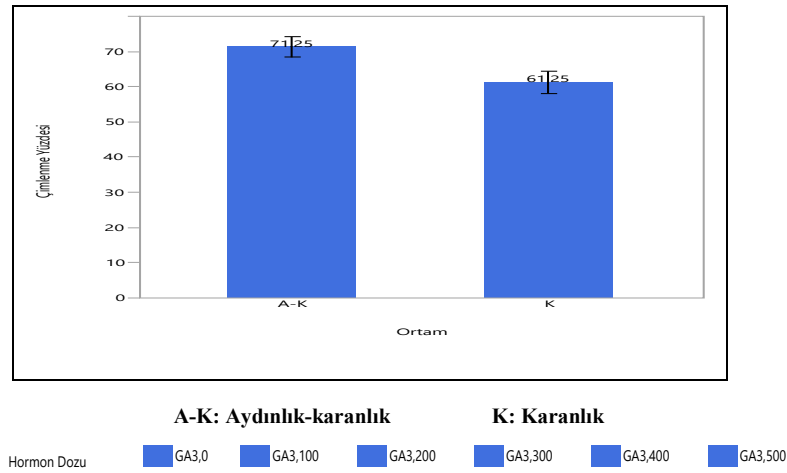


Wahid ve ark. (2008), Ayçiçeği tohumlarına uygulanan 150 ppm GA<sub>3</sub> dozunun çimlenme yüzdesi ve bitki boyunu arttırdığı bildirilmiştir. Pallavi ve ark. (2010), maksimum fide gücü indeksinin elde edilmesinde GA<sub>3</sub>'in 100 ppm derişim uygulamasının daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Demirezen Yılmaz ve Aksoy (2007), *Rumex scutatus* L. tohumlarında yaptığı bir çalışmada, çimlenme yüzdesinin artmasında ışığın önemli bir rol oynadığı bulunmuştur. Tohum çimlenmesinde farklı ışık koşullarında yaptığımız çalışma sonucunda, aydınlık-karanlık ortamın çimlenme yüzdesinin karanlık ortama göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.01). *Verbascum linearilobum* türünde, ışık uygulamasından elde ettiğimiz çimlenme sonuçlarının karanlık ortamdaki daha yüksek çıkması çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Cirak ve ark. (2004), *Hypericum* türlerinde 2400 lüks ışık şiddeti ve 12/12 saat fotoperiyot altında en yüksek çimlenme oranını elde edildiğini ve çimlenmede en önemli faktörün ışık olduğunu belirtmişlerdir.

Oruç (2012), *Verbascum lydiium* bitkisinde, *in vitro* kuşullarda yapılan çimlenme çalışmasında ışık, besin ortamı ve sıcaklık koşullarında yapılan farklı uygulamalar sonucunda, ışığın çimlenme oranını önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Yıldız ve ark. (2008), ışığın *L. iconicum* ve *L. lilacinum* türlerinde çimlenmeyi teşvik ettiğini saptamışlardır. Farklı ışık koşulları (aydınlık ve karanlık) ve 25 °C sıcaklık uygulanması sonucunda, aydınlık ortamın çimlenme oranını (% 63) karanlık ortama (% 30) göre daha fazla etkilediği bulunmuştur.



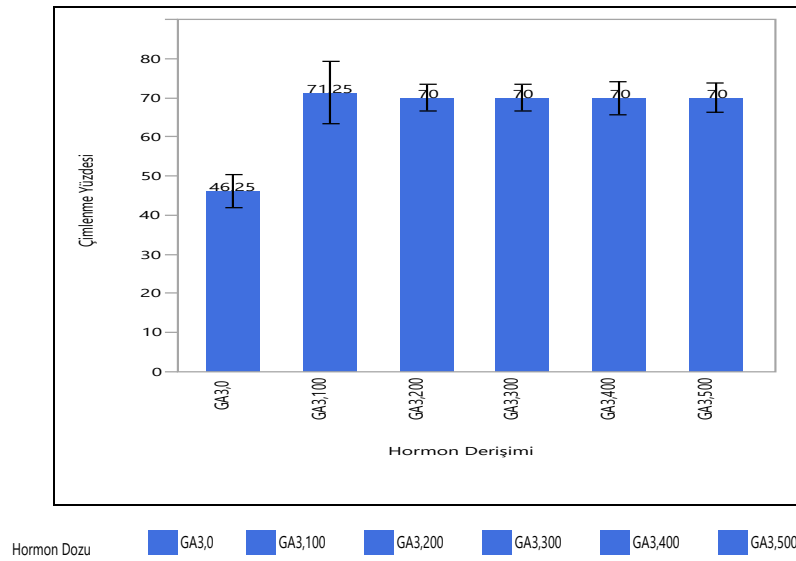
Şekil 1. *Verbascum linearilobum* türünde GA<sub>3</sub> derişimlerinin ortama göre çimlenme yüzdesi

*Verbascum linearilobum* tohumlarının aydınlık-karanlık ortamda çimlenme oranı (% 71.25), karanlık ortamın çimlenme oranına (% 61.25) göre daha yüksek ve istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Işık ve ark. (2017), Altı *Verbascum* L. türünün farklı soğuk uygulama ve fotoperiyot süreçlerinin tohum çimlenme tepkileri incelenmiştir. *V. Dudleyanum* (% 30), *V. Natolicum* (% 65), *V. Serratifolium* (% 47) ve *V. Suworowianum* (% 90) on günlük soğuk uygulamadan sonra 22 °C sabit sıcaklıkta, 8 saat aydınlık/16 saat karanlık fotoperiyot uygulamasında en yüksek çimlenme oranları elde edilmiştir. *V. Orientale* (% 98) 48 saat soğuk uygulama ön işlemden sonra 8 saat aydınlık/16 saat karanlık fotoperiyot uygulamasında en yüksek

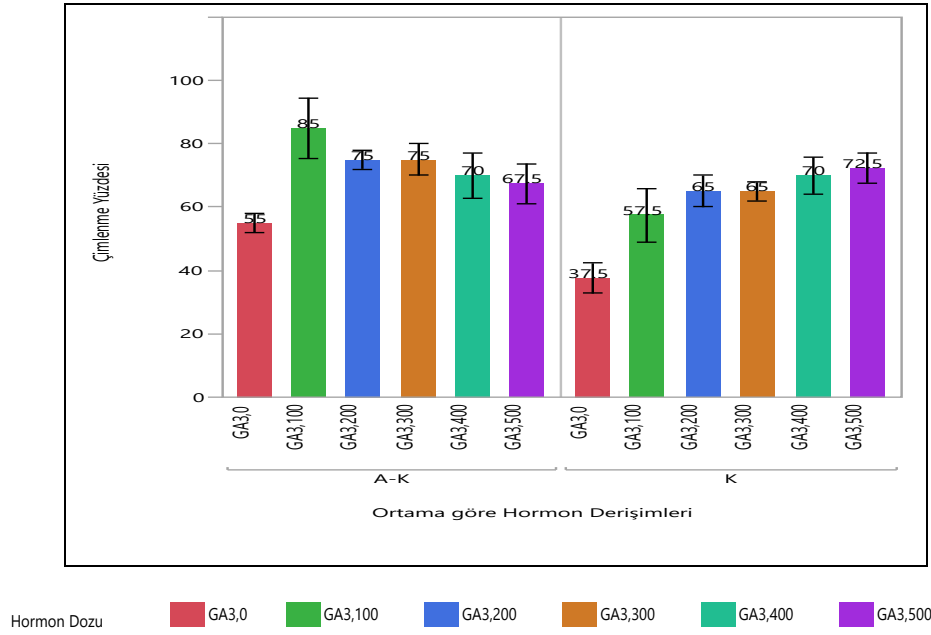
çimlenme yüzdesine sahipti. Buna karşılık, *V. Wiedemannianum* (% 87) türünde on günlük soğuk uygulamasından sonra en yüksek çimlenme yüzdesinin 16 saat aydınlık/8 saat karanlık ortamdan elde edilmesi çalışmamızla benzerlik göstermektedir. *Verbascum*'un fotoperiyot istekleri türlere göre değişmektedir. Bu nedenle, çimlenme çalışmalarında her tür için ayrı ön uygulama çalışmalarının yapılması gerekir.

Catara ve ark. (2016), Akdeniz bölgesinin farklı yerlerinden toplanan *Verbascum spp.* taksonları, sabit ve dalgalı sıcaklıklarda sürekli karanlık (D) ve aydınlık/karanlık (L/D; 12 saat fotoperiyot) ortamda çimlenme deneyleri yapılmıştır. Deneme sonucunda, sabit sıcaklık ve sürekli karanlık ortamda tohum çimlenmesinin azaldığı görülmüştür. Değişen aydınlık/karanlıkta en yüksek çimlenme oranları türe bağlı olarak 15 ile 30 °C (% 40-100) arasında gözlenmiştir. Çimlenme sırasında tohumlara uygulanan farklı fotoperiyotların çimlenme üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin  $p \leq 0,001$  düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Her ne kadar 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyodu bu türün tohumlarının çimlenmesini teşvik etse de, tohum çimlenmesini hızlandıran asıl faktörün on günlük soğuk uygulaması olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda, 25 °C sıcaklık ve sürekli karanlık (24 saat karanlık) ortamdan elde edilen tohum çimlenme oranı, 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot uygulamasına göre daha düşük bir çimlenme oranı göstermesi bu çalışmayla paralellik göstermektedir.



Şekil 2. *Verbascum linearilobum* türünde GA<sub>3</sub> hormon derişimlerin çimlenme yüzdesi

*Verbascum linearilobum* türü GA<sub>3</sub> hormon derişimleri bakımından aynı istatistiki gruba girmekle beraber, en yüksek çimlenme yüzdesi GA<sub>3</sub>'in 100 ppm derişiminden (% 71.25) elde edilmiştir. Buna karşılık, en düşük çimlenme yüzdesi kontrol (% 46.25) grubundan elde edilmiştir. Bu araştırmada kullanılan GA<sub>3</sub> hormon derişimlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.01$ ).



Şekil 3. *Verbascum linearilobum* türünde ortama göre GA<sub>3</sub> derişimlerin çimlenme yüzdesi

Araştırmada en yüksek çimlenme yüzdesi aydınlık-karanlık ortamın 100 ppm GA<sub>3</sub> derişiminden (% 85) elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi (% 37.5) karanlık ortamın kontrol grubundan elde edilmiştir.

### GA<sub>3</sub> derişimlerinin sürgün uzunluğu

*Verbascum linearilobum* türünde farklı GA<sub>3</sub> derişimlerin, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlar altında ölçülen sürgün uzunluğundan elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ortam ve hormon derişimi bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Yaptığımız çalışmada, ortalama sürgün uzunlukları bakımından en yüksek değer karanlık ortamdan (1.90 cm), en düşük değerse aydınlık-karanlık (0.70 cm) ortamdan elde edilmiştir. Hormon derişimleri bakımından incelendiğinde, en yüksek ortalama sürgün uzunluğu GA<sub>3</sub>'in 300 ppm (1.44 cm) derişiminden elde edilirken, en düşük ortalama sürgün uzunluğu kontrol (0.94 cm) grubundan elde edilmiştir.

Baktır (2010), hücre boyunun uzamasında gibberellinlerin diğer hormonlara göre daha etkili olduğunu bildirmiştir. Erdemli ve Kaya (2015) yaptığı çalışmada, gibberellik asidin (GA<sub>3</sub>) Ayçiçeği bitkisinde fide uzunluğunu arttırdığını tespit etmişlerdir. Akter ve ark. 2014, mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada 150 mg-L derişimde kullanılan gibberellik asit'in (GA<sub>3</sub>) bitki boyu artışına neden olduğunu saptamıştır. Araştırmamız sonucunda, *Verbascum linearilobum*'a uygulanan GA<sub>3</sub>'in tüm derişimlerinde fide boyu kontrole göre daha yüksek bulunmuştur.

*Verbascum linearilobum* türünde sürgün uzunluğu ortam bakımından incelendiğinde, karanlık ortamdaki sürgün uzunluğunun (1.91 cm) aydınlık-karanlık ortama (0.70 cm) göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, ışığın boğum arası ve bitki boyunu kısalttığı buna karşılık sap sağlamlığını arttırdığı

bulunmuştur (Eser, 1986). Bulgularımıza göre, karanlık ortamda gelişen fideler uzun boylu ve kırılğan özellik göstermiştir. Buna karşılık, aydınlık-karanlık ortamda gelişen fidelerin daha kısa ve sağlam sap yapısına sahip olması bakımından diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

### GA<sub>3</sub> derişimlerinin kök uzunluğu

*Verbascum linearilobum* türünde farklı GA<sub>3</sub> derişimlerinin, aydınlık-karanlık ve karanlık ortamlar altında ölçülen kök uzunluğundan elde edilen değerlerle yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ortam (p<0.05) ile hormon dozu ve hormon dozu x ortam interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

*Verbascum linearilobum*'da farklı ortamların kök uzunluğuna etkilerini elde etmek için yapılan çalışmada, ortam bakımından en yüksek ortalama kök uzunluğu karanlık ortamdan (1.20 cm), en düşük değerse aydınlık-karanlık ortamdan (1.08 cm) elde edilmiştir.

### GA<sub>3</sub> derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

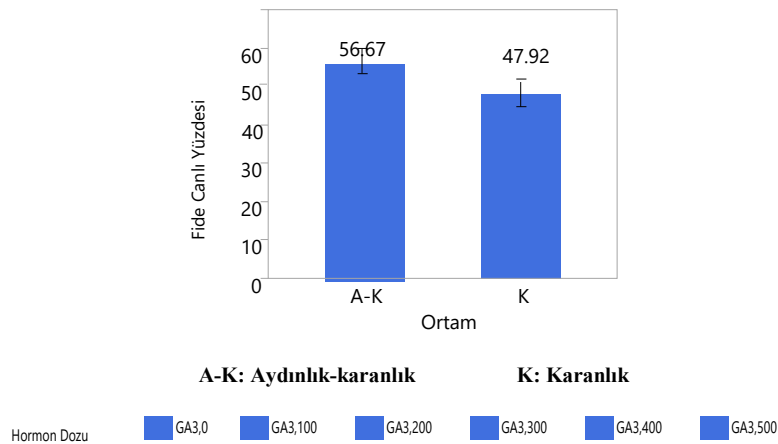
Çizelge 2. *Verbascum linearilobum* türünde fide canlı yüzdesinin farklı ortamlarda GA<sub>3</sub> derişim ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A1-K1	K1	Ortalama
GA3 - Kontrol	40.00	22.50	31.25 B
GA3 -100 ppm	75.00	37.50	56.25 A
GA3 -200 ppm	65.00	50.00	57.50 A
GA3 -300 ppm	65.00	57.50	61.25 A
GA3 -400 ppm	47.50	60.00	53.75 A
GA3 -500 ppm	47.50	60.00	53.75A
Ortalama	56.67	47.91	
Önemlilik	*		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

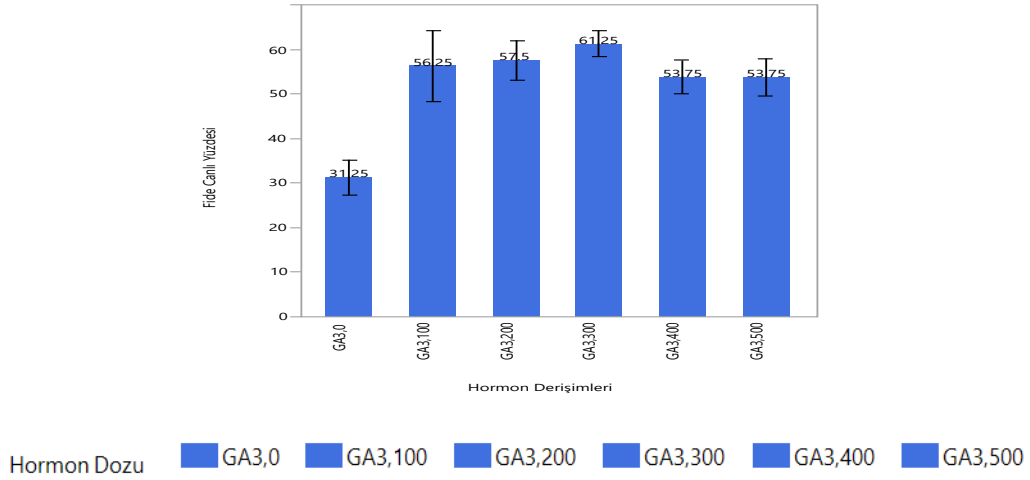
\*P < 0.05

*Verbascum linearilobum*'un farklı ortamlarda GA<sub>3</sub> hormon derişimlerinin, en yüksek fide canlı yüzdesi aydınlık-karanlık ortamda GA<sub>3</sub>'in 100 ppm (% 75) derişiminden elde edilmiştir.



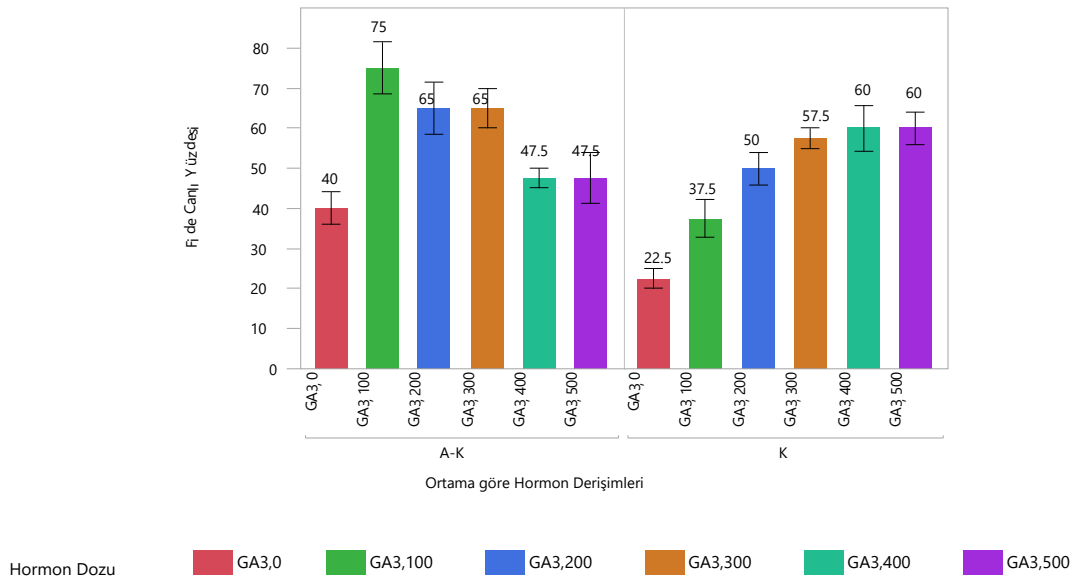
Şekil 4. *Verbascum linearilobum* türünde ortamlara göre fide canlı yüzdesi (%)

Ortam bakımından incelendiğinde, aydınlık-karanlık ortamın fide canlı yüzdesinin (% 56.67), karanlık ortama (% 47.92) göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. *Verbascum linearilobum* türünde, aydınlık-karanlık ortamda GA<sub>3</sub>'in kullanılması hem çimlenme hem de fide canlı yüzdesinde önemli bir artışa neden olmuştur.



Şekil 5. *Verbascum linearilobum* türünde GA<sub>3</sub> hormon derişimlerine göre fide canlı yüzdesi (%)

Hormon derişimi bakımından incelendiğinde, en yüksek fide canlı yüzdesi GA<sub>3</sub>'in 300 ppm (% 61.25) derişiminden, en düşük değerse kontrol grubundan (% 31.25) elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 6. *Verbascum linearilobum* türünde ortama göre hormon derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

Ortam x hormon derişimi interaksiyonu incelendiğinde, en yüksek fide canlı yüzdesi aydınlık-karanlık ortamda GA<sub>3</sub>'in 100 ppm (% 75) derişiminden, en düşük fide canlı yüzdesi karanlık ortamın kontrol (% 22.50) grubundan elde edilmiştir (Şekil 6).

## KNO<sub>3</sub> Derişimli Deneme

### KNO<sub>3</sub> derişiminin çimlenme yüzdesi (%)

*Verbascum linearilobum* türünde KNO<sub>3</sub> derişimlerinin, farklı ışık koşullarında (aydınlık-karanlık ve karanlık ortam) altında ölçülen çimlenme yüzdesinde elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre, ortam ( $p<0.01$ ) ve hormon ile hormon derişimi x ortam interaksyonu bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

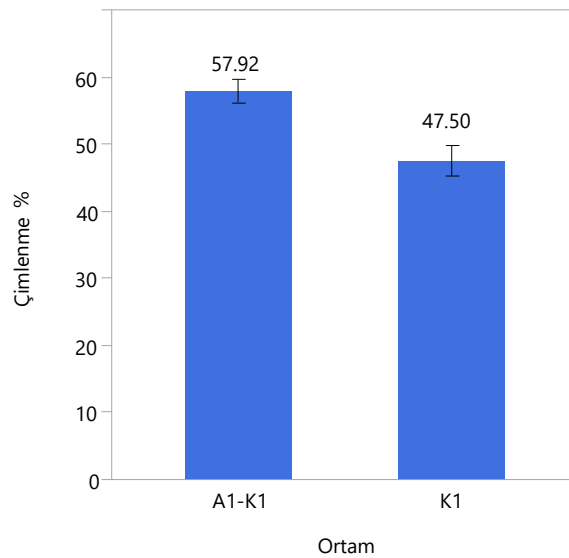
*Citrullus lanatus*'la yapılan çalışmada, KNO<sub>3</sub> veya GA<sub>3</sub>'in tohum çimlenmesini uyardığı tespit edilmiştir (Ding ve ark., 2007). Başka bir çalışmada Zambak tohumlarına uygulanan %1.0 KNO<sub>3</sub> solüsyonunun çimlenme yüzdesini arttırdığı saptanmıştır (Gao ve ark., 2011). Çalışmamızda, çimlenme için tohumlara uygulanan KNO<sub>3</sub> hormonunun kontrol grubundan daha yüksek çıkması bakımından benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 3.** *Verbascum linearilobum* türünde farklı ortamlarda KNO<sub>3</sub> derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%) Ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A1-K1	K1	Ortalama
KNO <sub>3</sub> - Kontrol	55.0	32.5	43.8 B
KNO <sub>3</sub> - 100 ppm	60.0	40.0	50.0 AB
KNO <sub>3</sub> - 200 ppm	60.0	50.0	55.0 A
KNO <sub>3</sub> - 300 ppm	62.5	50.0	56.3 A
KNO <sub>3</sub> - 400 ppm	57.5	55.0	56.3 A
KNO <sub>3</sub> -500 ppm	52.5	57.5	55.0 A
ORTALAMA	57.9	47.5	
Önemlilik	**		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

\*\* $p<0.01$

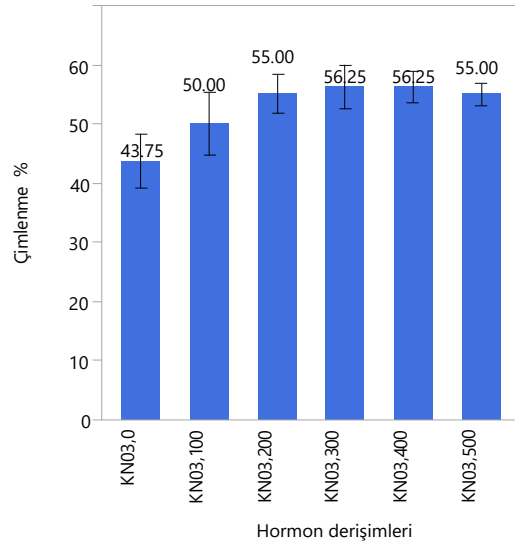


**Şekil 7.** *Verbascum linearilobum* türünde KNO<sub>3</sub> derişimlerinin ortamlara göre çimlenme yüzdesi (%)

*Verbascum linearilobum* türünde,  $KNO_3$  derişimlerinin aydınlık- karanlık ortamdaki çimlenme yüzdesi (57.92 cm) karanlık ortama (47.50 cm) göre daha yüksek ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

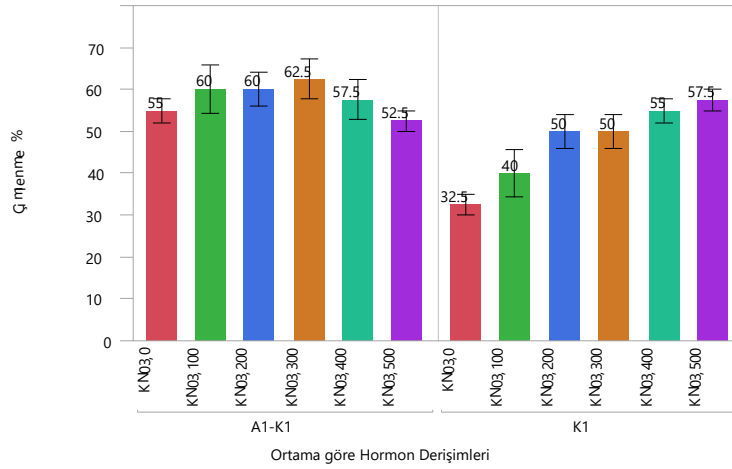
Yücel (1996a), tohum çimlenmesinde ışığın etkisi üzerine yapılan çalışmada, aydınlık-karanlık uygulamasının karanlık uygulamasına göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Çimlenme üzerine yapılan başka bir çalışmada, ışığın çimlenme üzerinde önemli bir etkisi olduğu bildirilmiştir (Marzi, 1996; Yücel, 1996b).

Temel ve Tokur (2005), *Origanum* L. (Lamiaceae) taksonunda yaptıkları çimlenme çalışması sonucunda, aydınlık ortamın çimlenme yüzdesinin karanlık ortama göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Temel ve Ünver (2012)'in endemik *Limonium lilacinum* (Boiss. et Bal.)'un çimlenme özelliklerini belirlemek için aydınlık ve karanlık ortamda yaptıkları çalışmada; aydınlık ortamın (% 54) karanlık ortama (% 34) göre çimlenmeyi daha fazla teşvik ettiği bulunmuştur.



**Şekil 8.** *Verbascum linearilobum* türünde hormon derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%)

Hormon derişimleri bakımından en yüksek çimlenme yüzdesi  $KNO_3$ 'ün 200 ppm (% 55.00) derişiminden elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi kontrol (% 43.75) grubundan elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 9. *Verbascum linearilobum* türünde ortamlarına göre hormon derişimlerinin çimlenme yüzdesi (%)

Çalışmamızda en yüksek çimlenme yüzdesi (% 62.50) aydınlık-karanlık ortamdan, en düşük çimlenme yüzdesi karanlık ortamın kontrol (% 32.5) grubundan elde edilmiştir. Aydınlık-karanlık ortamda KNO<sub>3</sub> uygulamasının kontrol grubuna göre çimlenme oranı daha yüksek ve istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Puppala ve ark. (2002), bitki büyüme düzenleyici maddelerden biri olan KNO<sub>3</sub>'ün tohum çimlenmesini uyarak çimlenmeyi arttırdığı bildirilmiştir. Kadis ve ark. (2010), *Teucrium divaricatum* ssp. *canescens* endemik bitkisinde, GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub>'ü iki ayrı uygulamanın tohumların çimlenme yüzdesini artırması bakımından çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Ölmez ve ark. (2004), çimlendirme çalışmaları sonucunda, tohumların dormant durumunun kırılmasında Potasyum Nitratın (KNO<sub>3</sub>) etkili olduğunu bildirmişlerdir. Shaykhi ve ark. (2015), *Kelussia odoratissima* tohumlarına uygulanan Potasyum Nitrat'ın stres koşullarına karşı savunma özelliği gösteren enzim aktivitesini arttırdığı tespit edilmiştir. Alboresi ve ark. (2005), Arabidopsis tohumunda kullanılan KNO<sub>3</sub> uygulamasının çimlenmenin teşvik edilmesinde önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır.

### KNO<sub>3</sub> derişimlerinin sürgün uzunluğu

*Verbascum linearilobum* türünde farklı ortamlarda (aydınlık-karanlık ve karanlık) ve değişik oranlarda uygulanan KNO<sub>3</sub> derişimlerde, ortamların sürgün uzunluğundan elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre, ortam, hormon derişimi ve hormon derişimi x ortam derişimleri bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Yaptığımız araştırmada, ortamlar bakımından en yüksek ortalama sürgün uzunluğu karanlık ortamdan (1.92 cm) elde edilirken, en düşük ortalama sürgün uzunluğu aydınlık-karanlık (0.42 cm) ortamdan elde edilmiştir.

Hormon derişimlerine göre en yüksek sürgün uzunluğu KNO<sub>3</sub> hormonunun 400 ppm (1.37 cm) derişiminden, en düşük ortalama sürgün uzunluğu kontrol (0.84 cm) grubundan elde edilmiştir.



Ortam x hormon derişim interaksyonu bakımından incelendiğinde, en yüksek ortalama sürgün uzunluğu oranı karanlık ortamın KNO<sub>3</sub>'ün 400 ppm (2.33 cm) derişimleri, en düşük değerse aydınlık-karanlık ortamın kontrol grubundan (0.29 cm) elde edilerek, istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Fraszczak (2012), dereotu türünde, farklı ışık koşulu (16 saat aydınlık /8 saat karanlık ve 24 saat aydınlık/24 saat karanlık) ve değişik sıcaklıkların (20 °C ve 25 °C) fide gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde, 16 saat aydınlık /8 saat karanlık ortamdan en uzun bitki boyu elde edilmiştir.

#### **KNO<sub>3</sub> derişimlerinin kök uzunluğu**

*Verbascum linearilobum*'un farklı ortamlarda KNO<sub>3</sub> hormon derişimlerinin en yüksek ortalama kök uzunluğu 1.40 cm ile KNO<sub>3</sub>'ün 200 ppm derişiminden, en düşük değerse 0.68 cm ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Ortamlar bakımından en yüksek kök uzunluğu aydınlık-karanlık ortamdan (1.24 cm) elde edilirken, en düşük kök uzunluğu karanlık (1.02 cm) ortamdan elde edilmiştir.

Ortam x hormon interaksyonu bakımından en yüksek ortalama kök uzunluğu aydınlık-karanlık ortamda (1.63 cm) KNO<sub>3</sub>'ün 200 ppm derişiminden elde edilirken, en düşük değer aydınlık-karanlık ortamın (0.55 cm) kontrol grubundan elde edilmiştir.

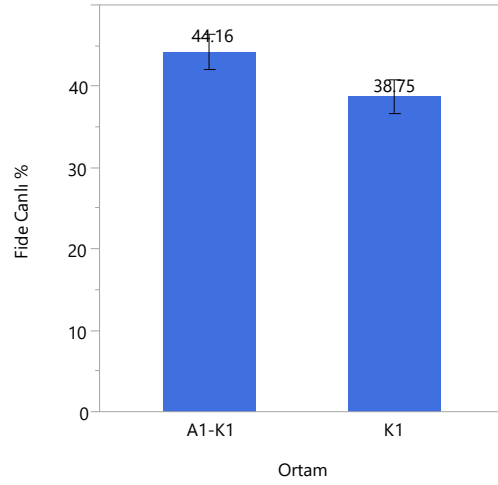
#### **KNO<sub>3</sub> derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)**

**Çizelge 4.** *Verbascum linearilobum* türünde fide canlı yüzdesinin farklı ortamlarda KNO<sub>3</sub> derişim ortalamaları

HORMON DERİŞİMLERİ	ORTAMLAR		
	A1-K1	K1	Ortalama
KNO <sub>3</sub> - Kontrol	32.50	25.00	28.75 BC
KNO <sub>3</sub> - 100 ppm	47.50	32.50	40.00 AB
KNO <sub>3</sub> - 200 ppm	50.00	40.00	45.00 A
KNO <sub>3</sub> - 300 ppm	52.50	42.50	47.50 A
KNO <sub>3</sub> - 400 ppm	42.50	45.00	43.75 A
KNO <sub>3</sub> -500 ppm	40.00	47.50	43.75 A
Ortalama	44.17	38.75	
Önemlilik	*		

Duncan testine göre 0.05 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir

\*: p<0.05

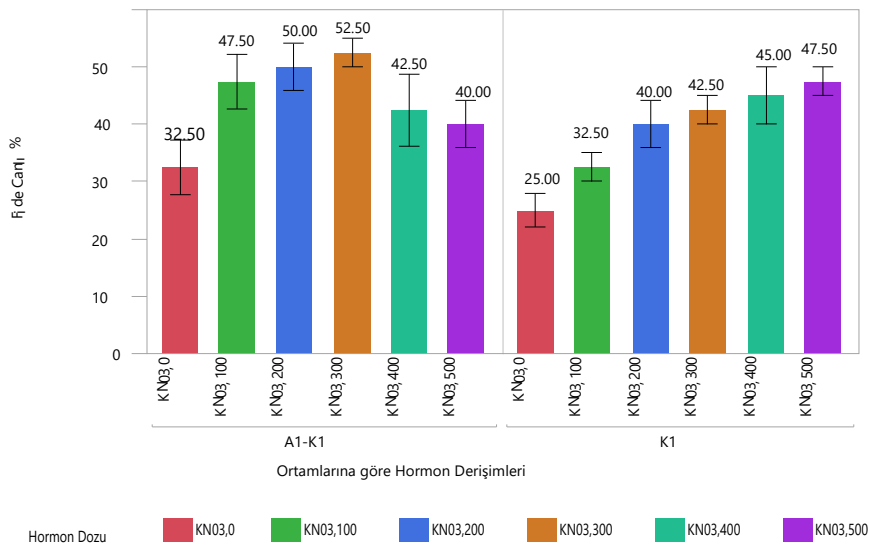


Şekil 10. *Verbascum linearilobum* türünde ortama göre fide canlı yüzdesi

Ortamlar bakımından en yüksek fide canlı yüzdesi, aydınlık-karanlık ortamdan (% 44.16) elde edilirken, en düşük fide canlı yüzdesi karanlık (% 38.75) ortamdan elde edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada, hormon derişimleri bakımından en yüksek fide canlı yüzdesinin  $KNO_3$  hormonunun 300 ppm (% 47.50) derişiminden elde edilirken, en düşük fide canlı yüzdesi kontrol (% 28.75) grubundan elde edilmiştir.

Ortam x hormon derişimi interaksiyonu bakımından en yüksek fide canlı yüzdesi aydınlık-karanlık ortamda (% 52.50)  $KNO_3$ 'ün 300 ppm derişiminden elde edilirken, en düşük değer karanlık ortamın (% 25.00) kontrol grubundan elde edilmiştir (Şekil 11). Çalışmamızda, aydınlık-karanlık ortamın fide canlı yüzdesinin karanlık ortamdan daha yüksek olması bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 11. *Verbascum linearilobum* türünde ortamlarına göre hormon derişimlerinin fide canlı yüzdesi (%)

KNO<sub>3</sub> hormonu; kontrol grubuna göre çimlenme, kök uzunluğu, fide canlılığı gibi parametrelerde başarısını sürdürmektedir. Ancak, yaptığımız çalışmada GA<sub>3</sub>'in çimlenme ve canlılık üzerine etkisi KNO<sub>3</sub>'e göre daha yüksektir. *Verbascum linearilobum* türünün çimlenme çalışmalarında, ışık ortamının karanlık ortama ve GA<sub>3</sub>'in KNO<sub>3</sub> hormonuna etkisi daha fazla olmuştur.

## Sonuç

Ülkemiz bitki genetik kaynakları bakımından zengin ülkeler arasındadır. Bu kaynaklar, tarım alanlarının genişletilmesi ve aşırı otlama, tarımsal mücadele ve kirlilik, doğadan toplamalar ile iklimsel değişiklikler tarafından tehdit edilmektedir. Bu nedenle, bitki genetik kaynaklarının korunması ve gelecek nesillere saklanması büyük önem arz etmektedir.

Bu araştırma, Mersin Pamukluk Barajı'nda su altında kalacak bitki örneği olan *Verbascum linearilobum* Hub.-Mor. endemik türünün uygun çimlenme koşulları ile fide canlı yüzdesini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada en yüksek çimlenme (% 85) ve fide canlı yüzdesi (% 75) aydınlık-karanlık ortamın 100 ppm GA<sub>3</sub> derişiminden elde edilmiştir.

*Verbascum linearilobum* endemik türüyle yapılan çalışmada, ışık ve hormon uygulamaları tohumlarda dormansiyi kaldırarak, kontrol (muamele uygulanmayan) gruba göre çimlenme ve fide canlı yüzdesinde önemli bir artışa neden olmuştur. Bu çalışmada, GA<sub>3</sub> uygulamasının tohum çimlenmesi (% 85) ve fide canlı yüzdesi (% 75) üzerine etkisi, KNO<sub>3</sub>'ün tohum çimlenmesi (% 62.5) ve fide canlı yüzdesine (% 32.5) göre daha yüksek bulunmuştur.

Çimlenme sorunu olan *Verbascum* türleri için 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyod uygulamasının yeterli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bitki büyüme düzenleyicilerden olan GA<sub>3</sub> ve KNO<sub>3</sub> hormonları genelde tohum çimlenmesini teşvik etmektedir. Ancak bu etki her bitki türüne göre değiştiği için yapılan çalışmaların tür bazında yapılması gerekmektedir. Bu çalışma, canlılık oranı düşük olan türler açısından hem gelecekte yapılacak bilimsel araştırmalara yol göstermesi hem de genetik kaynakların sürdürülebilirliğine katkı vermesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

Araştırma sonucundan elde edilen fideler, biyoçeşitliliğimizi koruma yöntemlerinden biri olan *ex-situ* (doğal yaşam alanı dışında koruma) koruma için Türkiye Milli Botanik Bahçesi'ne aktarılmıştır.

## Teşekkür Bilgi Notu

Yapılan makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanarak, etik kurul izni gerektirmemektedir. Yazarların araştırmada makaleye katkısı eşit oranda olup, yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır. Bu araştırma, TAGEM/BBAD/Ü/20/A7/P9/1716 no'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada desteğini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Melahat AVCI BİRSİN hocama çok teşekkür ederim.

## Kaynakça

- Afifi, M. S. A., Ahmad, M. M., Pezzuto, J. M. and Kinghorn, D. 1993. Cytotoxic flavonolignans and flavones from *Verbascum sinaiticum* leaves. *Phytochemistry*, 34: 839.
- Akdemir, Z.S., Tatlı, I.I., Bedir, E. and Khan, I.A. 2004. Iridoid and phenylethanoid glycosides from *Verbascum lasianthum*. *Turkish Journal of Chemistry*, 28: 227–234.
- Akın, B. 2004. Dormansi kırıcı yöntemlerin yabancı ot tohumları üzerinde etkileri. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, 53s.
- Akter, N., Islam, M.R., Karim, M.A. and Hossain, T. 2014. Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin. *J. Crop Sci. Biotech*, 17(1): 41-48.
- Alboresi, A., Gestin, C., Leydecker, MT., Bedu, M., Meyer, C. and Truong, H.N. 2005. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in Arabidopsis, *Plant Cell Environ*, 28:500–512.
- Baktır, İ. 2010. Bitki Büyüme Düzenleyicileri Özellikleri ve Tarımda Kullanımları, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Bani, B., Adıguzel, N. and Karavelioğulları, F.A. 2010. A new species (*Verbascum turcicum* sp. nov., Scrophulariaceae) from South Anatolia, Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 47: 489–492.
- Baskin, C. and Baskin, J.M. 2014. Seeds: Ecology, Biogeography, And Evolution Of Dormancy And Germination. Academic Press, San Diego, 150-162.
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), 2. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Catara, S., Cristaudo, A., Gualtieri, A., Galesi, R., Impelluso, C. and Onofri, A. 2016. Threshold temperatures for seed germination in nine species of *Verbascum* (Scrophulariaceae). *Seed Science Research*, 26 (1), 30-46.
- Cirak, C., Ayan, A.K., Kevseroğlu, K. and Caliskan, O. 2004. Germination rate of st. john’s worth (*Hypericum perforatum* L.) seeds exposed to different light intensities and illumination periods. *Journal of Biological Sciences*, 4 (3): 279-282.
- Davis, PH., Mill, RR. and Tan, K. (eds). 1988. Flora Of Turkey And The East Aegean Islands (Supplement). Vol. 10. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Demirezen Yılmaz, D. ve Aksoy, A. 2007. *Rumex scutatus* L. (Polygonaceae) tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı çevresel şartların fizyolojik etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2), 24-29.
- Ding, Q.L., Dang, X.M. and Zhan, Y.F. 2007. Effect of potassium nitrate and gibberellin solution soaking on mini-watermelon seed germination. *Journal of south china university of tropical agriculture*, 13: 14-16.

- Drandarov, K. and Hais, I.M. 1997. Separation of EZ isomeric macrocyclic spermine alkaloids of *Verbascum pseudonobile* and *Verbascum phoeniceum* and of their derivatives using thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography*, 724: 416–423.
- Duman, İ. 2006. Domates tohumlarında çimlenme ve fide çıkışının iyileştirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü. [www.tuam.ege.edu.tr/dergi/dergi1/domates](http://www.tuam.ege.edu.tr/dergi/dergi1/domates).
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları 11). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021. Ders Kitabı, 295s.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N. 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Red Data Book Of Turkish Plants). Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Erdemli, H. ve Kaya, M. 2015. Ayçiçeğin (*Helianthus annuus* L.)’nde giberellik asit dozlarının verim ve abiyotik stres koşullarında çimlenme üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (1):38-46.
- Erdoğan, G. 2008. Değişik kimyasal uygulamalarının farklı iskenderiye üçgül (*Trifolium alexandrinum* L.) çeşidi tohumlarının düşük sıcaklıktaki çimlenme ve çıkış performansları üzerine etkileri. Yüksek lisans Tezi, KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Kahramanmaraş.
- Eser, D. 1986. Tarımsal Ekoloji. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 975. Ders Kitabı: 287. Ankara.
- FAO, 2013. Genebank Standards For Plant Genetic Resources For Food And Agriculture. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome.
- Fraszczak, B. 2012. The effect of changes in diurnal temperature and photoperiod on growth and yielding of garden dill grown in pots. *Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus*, 11 (2), 217-228.
- Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed treatments for improved performance-survey prognosis. *Seed Science and technology*, 5: 353-425.
- Heywood, V.H. 1993. Flowering Plants Of The World, Oxford Univ. Press, New York.
- Huber-Morath, A. 1978. *Verbascum* L. In: Davis [or Davis] PH. (ed.), Flora Of Turkey And The East Aegean Islands. Vol. 6, pp. 461-603. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Isık, G., Karaveltoğlu, A. F., Yucel, E. and Celık, S. 2017. Seed germination responses of some *Verbascum* L. species to different cold-wet pre-treatments and photoperiod processes. *Bangladesh Journal of Botany*, 46 (3): 939-946.
- Kaçal, E., Çalışkan, O., Atak, A., Aydınli, M., Öztürk, G. ve Bayav, A . 2020. Karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine prolin ve sıcaklık uygulamalarının etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 181-188. DOI: 10.37908/mkutbd.722437.
- Kadis, C., Constantinos, K. and Kyriacos, G. 2010. Seed germination and conservation of endemic, rare, and threatened aromatic plants of cyprus. *Israel Journal of Plant Sciences*, 58 (3-4): 251–261.

- Karakurt, H., Aslantaş, R. ve 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. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ziraatuludag/issue/16756/174210>.
- Karamian, R. and Ghasemlou, F. 2014. Study of saponin contents from the aerial parts and roots of three *Verbascum* L. species. *Iranian Journal Biology*, 4: 23–30.
- Karavelioğulları, FA., Çelik, S., Başer, B. and Yavru, A. 2011. *Verbascum ergin-hamzaoglui* (Scrophulariaceae), a new species from South Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 35: 275-283.
- Keller, M. and Kollmann, J. 1999. Effects of seed provenance on germination of herbs for agricultural compensation sites. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 72, 87–99.
- Marzi, V. 1996. Agricultural practices for oregano. Proceedings of the IPGRI international work shop on oregano, Ciheam, 61-67 pp, Valenzano (Bari).
- Null, G. and Null, S. 1972. Herbs For The Seventies. Robert Speller & Sons: New York; 129.
- Olmez, Z., Yahyaoglu, Z. and Ucler, A.O. 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 ovate* Desf.) seeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (6): 879-882.
- Ologundudu, A.F., Adelusi, A.A. and Akınwale, R.O. 2014. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza Sativa* L.). *Notulea Scientia Biologicae*, 6 (2), 237–243.
- Oruç, N. 2012. Türkiye Endemiği *Verbascum lyidium* var. *lyidium* bitkisinin *in vitro* çimlenmesi üzerine farklı ışık, sıcaklık ve besi ortamlarının etkileri ve elde edilen bitkileri doğaya aktarma çalışmaları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 s., İzmir.
- Pallavi, H.M., Gowda, R., Shadakshari, Y.G. and Vishwanath, K. 2010. Study on occurrence and removal of dormancy in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Research Journal of Agricultural Sciences*, 1(4): 341-344.
- Puppala, N., James, L. and Fowler, L.J. 2002. Lesquerella seed pretreatment to improve germination. *Industrial Crops and Products*, 64-69.
- Shaykhi, A.H., Nassiry, B.M and Kachouei, M.A. 2015. Effect of some treatments on seed dormancy, germination and antioxidant enzymes of *kelussia odoratissima* mozaff. seeds. *Cercetari Agronomice in Moldova*, XLVIII 2 (162): 79-90.
- Sozzi, O.G. and Chiesa, A. 1995. Improvement of caper (*C. spinosa* L.) seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. *Scientia Horticulturae*, 62: 255-261.
- Tatlı, I.I. and Akdemir, Z.S. 2004. Chemical constituents of *Verbascum* L. species. *Journal of Pharmaceutical Sciences (FABAD)* 29 (2): 93–107.
- Temel, M. ve Tokur, S. 2005. Bazı *Origanum* L. (Lamiaceae) taksonlarının tohum çimlenme davranışlarının belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (2), 219-224.
- Temel, M. ve Ünver, M. 2012. Endemik *Limonium lilacinum* (Boiss. et Bal.) wagenitz (plumbaginaceae)' un çimlenme özellikleri (011006) (49-52). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 49-52.

- Ünal, O. 2003. Antalya için endemik olan *Origanum* L. (Lamiaceae) türlerinin bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Vural, M. and Aydoğdu, M. 1993. A new species from central Anatolia *Verbascum gypsicola* (Scrophulariaceae). *The Karaca Arboretum Magazine*, 2(2): 75-78.
- Wahid, A., Noreen, A., Basra, S.M.A., Gelani, S. and Farooq, M. 2008. Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) achenes improve germination and seedling grow. *Botanical Studies*, 49: 343-350.
- Wang, X., Zhaeng, H., Tang, Q., Mo, W. and Ma, J. 2019. Effects of gibberellic acid application after anthesis on seed vigor of indica hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *Agronomy*, 9 (12), 861 <https://doi.org/10.3390/9120861>.
- Wurzbarger, J. and Leshem, Y. 1974. The Role of gibberellin and the hulls in the control of germination in *aegilos kotshyi* caryopses. *Canadian Journal of Botany*, 52, p:1597-1601.
- Yıldız, M., Cenkci, S. and Kargıoğlu, M. 2008. Effects of salinity, temperature and light on seed germination in two Turkish endemic halophytes, *Limonium iconicum* and *L. lilacinum* (Plumbaginaceae). *Seed Science and Technology*, 36, 646-656.
- Yücel, E. 1996a. Türkiye'nin ekonomik değere sahip bazı bitkilerinin tohum çimlenme özellikleri üzerine bir araştırma. *Anadolu Üniversitesi Fen Fak. Dergisi*, 2, p:35-47.
- Yücel, E. 1996b. *Sideritis germanicopolitana* Bornm. subsp. *germanicopolina* ve *Sideritis germanicopolitana* Bornm. subsp. *viridis* Hausskn ex Bornm.'in tohum çimlenme özellikleri üzerine bir araştırma. *Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 2, p:65-73.

