



***HYPERICUM ADENOTRICHUM* SPACH.  
(HYPERICACEAE; CLUSIACEAE) TÜRÜNÜN  
TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNDE  
ARAŞTIRMALAR**

**MERVE BAYRAK**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***HYPERICUM ADENOTRICHUM* SPACH. (HYPERICACEAE; CLUSIACEAE)  
TÜRÜNÜN TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

**MERVE BAYRAK**

**Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bursa 2016  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Merve BAYRAK tarafından hazırlanan “*Hypericum adenotrichum* Spach. (Hypericaceae; Clusiaceae) Türünün Tohum Çimlenmesi Üzerinde Araştırmalar” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ

**Başkan:** Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ  
Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat  
Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı

İmza



**Üye :** Prof Dr Atilla OCAK  
Osmangazi Üniversitesi Fen-  
Edebiyat Fakültesi, Biyoloji  
Anabilim Dalı


İmza



**Üye :** Doç Dr Serap KIRMIZI  
Uludağ Üniversitesi, Gemlik Asım  
Kocabıyık MYO. Bahçe Tarımı  
Programı

İmza



  
Yukarıdaki sonucu onaylarım  
Prof. Dr. Ali Osman DEMİR  
Enstitü Müdürü

06.11.2016

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında:**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

.././....

**Merve Bayrak**



## ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

*HYPERICUM ADENOTRICHUM* SPACH. (HYPERICACEAE; CLUSIACEAE)  
TÜRÜNÜN TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

**Merve Bayrak**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ

*Hypericum adenotrichum* Spach. (Hypericaceae, Clusiaceae) antispasmodik, antiseptik ve yara, yanık gibi cilt rahatsızlıklarını tedavi edici özelliklerinden dolayı farmakolojik araştırmalarda sıklıkla kullanılan Türkiye endemiği türlerden birisidir. Bu çalışmada, *H. adenotrichum* türünün tohum çimlenme özellikleri araştırılmıştır. Uludağ'ın alpin kuşağından toplanan *H. adenotrichum* tohumlarının çimlenmesi üzerinde kuru depolama (3, 9, 12 ay), soğuk uygulama (3, 6, 9, 12 ay), skarifikasyon (asitte bekletme, zımparalama), musluk suyunda bekletme, hormon uygulaması (250, 500, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) ve farklı sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) ve ışık (fotoperiyod, karanlık) koşullarının etkileri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre türün ideal çimlenme sıcaklığı 20/10°C'dir ve tohumların çimlenebilmek için ışık gereksinimi yoktur. *Hypericum adenotrichum* tohumları sert tohum kabuğundan kaynaklı fiziksel dormansinin yanı sıra fizyolojik dormansiye de sahiptir. Tohumların ex-situ korunmasında en etkili yol 10 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasıdır. Ayrıca GA<sub>3</sub> 'in çimlenmeyi hızlandırıcı yönde etkisi vardır. *H. adenotrichum*'un çimlenme gereksinimleri daha önce çalışılmamıştır ve bu çalışmadan elde edilen veriler, türün ex-situ korunmasında kullanılmak üzere tohum çimlenme fizyolojisi ile ilgili temel sonuçları sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme, dormansi, GA<sub>3</sub>, stratifikasyon, skarifikasyon, *Hypericum adenotrichum*

**2016, vii + 70 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

STUDIES ON SEED GERMINATION OF  
*HYPERICUM ADENOTRICHUM* SPACH. (HYPERICACEAE; CLUSIACEAE)

**Merve BAYRAK**

Uludag University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

**Supervisor:** Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ

*Hypericum adenotrichum* Spach. (Hypericaceae, Clusiaceae) which is endemic to Turkey is one of the commonly used species in pharmacological research because of antispasmodic, antiseptic and therapeutic features to skin ailment such as wounds and burns. In this study, seed germination characteristics of *H. adenotrichum* species were investigated. The effects of dry storage (3, 9, 12 month), cold stratification (3, 6, 9, 12 month), scarification ( $H_2SO_4$ , sanding), tap water, hormone (250, 500, 1000 ppm  $GA_3$ ) and different temperature (15/10, 20/10 and 25/15°C) and light (photoperiod, dark) treatments on seed germination of *H. adenotrichum* seeds collected from alpine zone of Uludağ were examined. According to the data obtained from the study, favorable germination temperature for *H. adenotrichum* is 20/10°C and no light required for the seed germination. Seeds have physical dormancy originated from hard seed coat besides of physiological dormancy. 10 min.  $H_2SO_4$  + 1000 ppm  $GA_3$  treatment is the most effective way for ex-situ conservation of seeds. Also it has an accelerating effect on the germination of  $GA_3$ . Germination requirements of *H. adenotrichum* have not been studied previously and the data obtained from this study provides main conclusions about the seed germination physiology for use in the ex-situ protection of *H. adenotrichum*.

**Key Words:** Germination, dormancy,  $GA_3$ , stratification, scarification, *Hypericum adenotrichum*

**2016, vii + 70 pages.**

## TEŐEKKÖRLER

Tez konumu belirleyerek çalıőmalarım boyunca beni yönlendiren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Gürcan Güleryüz'e, sağladığı teknik destek ve yardımlarından ötürü sevgili hocam Doç. Dr. Serap Kırmızı'ya, takıldığım her konuda yardımcı olduğu için Selcen Sakar'a ve bu süreçte sabırla yanımda duran ve manevi, maddi her türlü desteği veren sevgili annem Türkan Bayrak ve babam Mustafa Bayrak'a teşekkür ederim.

Merve BAYRAK





## SİMGE ve KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
ABA	Absisik asit
GA <sub>3</sub>	Gibberellik asit
PD	Fizyolojik dormansi
MGT	Ortalama Çimlenme Süresi
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfürik asit
KIN	Kinetin
EM	Etkili mikroorganizma
HCl	Hidroklorik asit
Ca(ClO) <sub>2</sub>	Kalsiyum hipoklorit
NaClO	Sodyum hipoklorit
ppm	Milyonda bir

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. <i>Hypericum adenotrichum</i> (Fotoğraf, Gürcan Güteryüz) .....	26
Şekil 4.1. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda 3 aylık kuru depolama ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	33
Şekil 4.2. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda 9 aylık kuru depolama ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) Koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	34
Şekil 4.3. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda 12 aylık kuru depolama ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık, (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	35
Şekil 4.4. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda 3, 6, 9 ve 12 aylık Stratifikasyon uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve Sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	40
Şekil 4.5. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda skarifikasyon (5 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 'te bekletme) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	44
Şekil 4.6. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda skarifikasyon (10 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 'te bekletme) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	45
Şekil 4.7. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda skarifikasyon (15 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 'te bekletme) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	46
Şekil 4.8. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda skarifikasyon (Zımparalama) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde, etkileri .....	51
Şekil 4.9. <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda musluk suyunda bekletme ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA <sub>3</sub> ) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri .....	54

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Kuru depolama süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için üç-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0.05) .....	31
Çizelge 4.2. Kuru depolama süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi .....	36
Çizelge 4.3. Soğuk uygulama süresi ve sıcaklık faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için iki-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0,05) .....	38
Çizelge 4.4. Soğuk uygulama süresi ve sıcaklık faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi .....	41
Çizelge 4.5. Asitte bekletme süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi, (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için üç-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0.05) .....	43
Çizelge 4.6. Asitte bekletme süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi .....	47
Çizelge 4.7. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için iki-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0,05) .....	49
Çizelge 4.8. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi .....	50
Çizelge 4.9. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için iki-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0,05) .....	52
Çizelge 4.10. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen <i>Hypericum adenotrichum</i> türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi .....	53

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	10
3.MATERYAL VE METOD .....	26
3.1. Materyal .....	26
3.2. Metod .....	27
3.2.1. Çimlenme Testleri .....	27
3.2.2. Uygulanan İstatistik Analizler .....	28
4. BULGULAR .....	29
4.1. Kuru Depolamanın Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi .....	29
4.2. Nemli Soğuk Uygulamanın Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi .....	37
4.3. Skarifikasyonun Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi .....	41
4.3.1. Asitte Bekletme (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	41
4.3.2. Zımparalama .....	48
4.4. Musluk Suyunda Bekletmenin Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi .....	51
5. SONUÇ VE TARTIŞMA .....	54
KAYNAKLAR .....	60
ÖZGEÇMİŞ .....	70

## 1. GİRİŞ

*Hypericum* (L.), ılıman ve subtropikal bölgelerde yayılış gösteren, ot ve çalı formunda 484 tür içeren ve farmakolojik araştırmalarda sıklıkla kullanılan önemli genoslardan biridir (Crockett ve Robson 2011). Türkiye, *Hypericum* (L.) cinsine ait 43 tanesi endemik olmak üzere 89 tür içermesiyle önemli bir merkez durumundadır (Davis 1967). *Hypericum* genusuna ait türler genel olarak halk arasında "kantaron" olarak bilinmekte ve birçok türü değişik amaçlar için geleneksel tedavi amaçlı kullanılmaktadır. *H. adenotrichum* türü, kasılmaya karşı (antispasmodik) ve antiseptik olarak kullanılmasının yanı sıra özellikle yara ve yanık gibi cilt rahatsızlığı tedavisinde de kullanılmaktadır (Baytop 1999). Türün kimyasal bileşikleri (Erken ve ark. 2001), antikanser özellikleri (Özmen ve ark. 2009) ve in vitro koşullarda fidelerinde hiperisin üretimi teşviki (Yamaner ve ark. 2013) araştırılmıştır. İlaç sanayisindeki kullanımı nedeniyle ekonomik değere sahip olan *H. adenotrichum* türü, endemik bir tür olması nedeniyle ekolojik açıdan da değerli bir bitkidir. *Hypericum* türlerinin farmakolojik faydaları onların üretimi ve kültüre edilmeleri gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Sanchez-Coronado ve ark. 2015) ve bu sebeple türün çimlenme özelliklerinin bilinmesi önem taşımaktadır.

Tohumlar, tohumlu bitkilerin üreme ve yayılma organıdır (Mayer ve Poljakoff-Mayber 1982). Tohum, döllenmiş tohum taslağının gelişmesi sonucu meydana gelir. Olgun bir tohum, döllenme olayından sonra zigotun ardışık mitoz bölünmeleri sonucu oluşan embriyo, bir veya iki integümentten gelişen koruyucu tohum kabuğu (testa) ve besin depo eden endospermden meydana gelir (Bewley ve Black 1994). Tohumlar, yeni bitkinin çekirdeği hükmündedir, yapısal ve fizyolojik olarak görevlerini yerine getirebilecek donanıma sahiptirler ve ürün verme aşamasına kadar kendi döngüsünü sağlayabilirler (Bewley 1997a).

Tohumun görevi yeni bir bitki ortaya çıkarmaktır ve türlerin yeni yavrular verebilmesi ve devamlılığını sağlayabilmesinde tohumların büyük rolü vardır (Nonogaki 2014). Tohum, genellikle tamamen gelişmiş bitki embriyosunun dağıtılmasına ve tohumun olgunlaşması ve gelişmesi arasındaki periyotta embriyonun hayatta kalmasına olanak

sağlayarak sonraki jenerasyonun gelişebilmesine imkan sağlar (Koorneef ve ark. 2002).

Gelişmiş bitkilerde nesillerin devam edebilmesi, bitkiler tarafından üretilen tohumların çimlenmesine bağlıdır. Tohum çimlenmesi, bir bitkinin yaşam döngüsündeki en önemli aşamalardan bir tanesidir (Kuriakose ve Prasad 2008) ve bitkilerde üreme başarısını belirler (Bu ve ark. 2008). Çimlenmenin başarılı olması ve gerçekleşme zamanı, tohumun yaşamını ve canlılığını belirlediği için önemlidir (Thompson 1973). Bitkiler, başarılı bir çimlenme gerçekleştirmek için farklı stratejiler geliştirmişlerdir. Tohum çimlenmesinin uygun bir şekilde işlevini yerine getirebilmesinde zamansal ve mekansal faktörler rol oynar ve bu faktörler tohumun hayatta kalabilmesi ve yaşayabilmesi için kritik öneme sahiptir. Çimlenmenin mekansal dağılımı genellikle tohum ve meyve morfolojisi tarafından kontrol edilir ve döllerin ana habitattan daha geniş alanlara yayılması sağlanır. Çimlenmenin zamansal dağılımı ise tohumun fizyolojisi tarafından kontrol edilir, her bir tohumun farklı zamanda çimlenmesine izin verilerek, bir felaket durumunda tüm bireylerin yok olması veya onların kardeş türlerle birleşmesi önlenmiş olur (Nonogaki 2014). Çimlenme, koşullar yeni bir jenerasyonun gelişimi için uygun olduğunda gerçekleşir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006).

Tohum çimlenmesi, embriyonun aktivasyonunda morfolojik ve fizyolojik değişimlere yol açan bir mekanizmadır (Hermann ve ark. 2007). Çimlenme, dinlenen kuru tohumun su almasıyla başlar ve embriyonik eksenlere dağıtılmasıyla devam eder. Radikula tarafından embriyoyu çevreleyen yapıların delinmesi çimlenmenin tamamlandığını gösterir (Bewley ve Black 1994). Sonraki olaylar fide büyümesi ile ilişkilidir.

Tohum tarafından suyun alınması ve embriyonun genişlemesi trifazik bir olaydır. Başlangıçta hızlı bir su emilimi (Faz1) gerçekleşir, bunu plato fazı (Faz2) takip eder, sonrasında su emiliminin arttığı bir su alınımı (Faz3) olmak üzere üç aşama meydana gelir. Üçüncü faz ile embriyo uzar ve onu çevreleyen tabakaları parçalar, böylece çimlenme tamamlanmış olur (Schopfer ve Plachy 1985). Tohuma su girişiyle beraber solunum başlar, enzimler ve çeşitli metabolik olaylar aktive olur. Tohumdaki besin maddeleri yıkılarak, büyümekte olan organlara taşınır. Suyla temas eden tohumda

osmotik basınç yükselir, tohum şişerek onu çevreleyen yapıları parçalar ve radikula çıkışı gerçekleşir (Bewley ve Black 1994, Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006).

Tohum çimlenmesi, hem içsel hem de çevresel faktörler tarafından kontrol edilir. Tohumun çimlenmesine etki eden iç etmenleri, olgunlaşmamış embriyolar, mekanik olarak dayanıklı veya geçirgen olmayan testalar ve çimlenme inhibitörleri oluşturur. Embriyolar, osmotik şok veya kimyasal düzenleyiciler yoluyla uyarılabilirler. Tohum kabuğunun çimlenmeyi engelleyen etkilerini ortadan kaldırmak için testa çizilir veya kabuk yapısını bozacak bir takım işlemlere maruz bırakılır. Kuru ortamda uzun süre saklama sonucu meydana gelen kabuk çatlama, sıcaklık ve nem değişimleri, donma ve tekrar ısınma, nemli bir topraktaki toprak mantarları veya bakterilerin tohum kabuğunu aşındırması doğal koşullarda uzun süreçte gerçekleşen faktörlerdir.

Çimlenme için gerekli iç koşullar sağlandığında, çimlenmenin gerçekleşebilmesi için çevresel koşulların da uygun olması gerekmektedir. Tohumlar çimlenebilmek için yeterli neme, optimum sıcaklığa, oksijene ve ışığa ihtiyaç duyarlar (Payal ve ark. 2013). Bu süreci kontrol eden en önemli iki çevresel faktör, ışık ve sıcaklıktır (Baskin ve Baskin 1988, Bewley ve Black 1994, Benech-Arnold ve Sanchez 1995). Tohumlar belli bir sıcaklık aralığında çimlenebilirler ve bu her tür için karakteristik bir özelliktir (Bewley ve Black 1994), sıcaklık gereksinimi türden türe değişiklik gösterir (Maynard ve Hochmuth 1997). Çimlenme için seçilen sıcaklık aralığı, bitkilerin coğrafik dağılımı ile belirlenebilir (Thompson 1973, Labouriau 1983, Probert 1992) ve türün çevreye adaptasyonunu ifade eder (Schütz ve Rave 1999). Çimlenmenin teşvik edilmesi veya baskılanmasında ışığın da önemli etkileri vardır. Bazı tohumlar karanlıkta çimlenirken bazı tohumlar çimlenebilmek için ışığa gereksinim duyarlar. Tohumların ışığa karşı oluşan tepkileri kısa süreli veya uzun süreli ışığa maruz kalma sonucu meydana gelir. Işık bazı bitkilerde çimlenme gücünü artırır. Türe bağlı olarak değişmekle birlikte tohumların ışığa verdiği çimlenme yanıtları, hormon metabolizması ve sinyal iletimi yoluyla kontrol edilir (Seo ve ark. 2009).

Özelleşmiş çevresel faktörler, tohumun çimlenmesi ve gelişiminde büyük rol oynarlar (Ganai ve Nawchoo 2002). Çimlenmeye etki eden farklı çevresel faktörlerle tohumun hassasiyeti uyumsuz olabilir ve hassasiyet değişken dış şartların bir fonksiyonu olarak

sürekli değişebilir. Bu nedenle çimlenme gereksinimleri normalde var olamayacak kadar fazla olabilir. Çimlenmenin gerçekleşmesi ve tamamlanabilmesi için tohumun mevcut hassasiyetinin gerekli olan zamanda dış şartların üstesinden gelebilmesi gerekmektedir (Finch- Savage ve Leubner-Metzger 2006). Çimlenme gereksinimi ile ilgili araştırmalar, bir türün çimlenme sürecinde habitat koşullarına nasıl adapte olduğunu, çevresel faktörler tarafından nasıl düzenlendiğini (Van Assche ve ark. 2002) ve belirli bir habitatta bir sonraki tohum gelişimini nasıl etkileyeceğini gösterebilir (Schütz ve Rave 1999).

Tohumlarda çimlenmenin başlayıp, gelişimin devam etmesi, bir türün yaşadığı habitattan önemli ölçüde etkilenir (Harper 1977). Yüksek rakımda bulunan ekosistemler, büyük oranda iklimsel kısıtlamalar tarafından kontrol edilir ve pek çok bitki yaşamını iklimsel olarak kısıtlayan bu koşullarda bulunabilir (Grabherr ve ark. 1995). Alpin alanlardaki çevresel koşullar, karların eridiği bir sıcaklık rejiminde mikrotopografik farklılıkları yansıtan bölgesel bir alan içerisinde keskin bir şekilde değişebilir (Billings ve Bliss 1959, Miller 1982, Körner 1999). Zorlu habitat koşullarının farklılıkları nedeniyle alpin ve arktik türler çoğunlukla tek yıllıktır ve çoğu tür tek bir sezon boyunca yaşam döngüsünü tamamlayabilir (Väre ve ark. 2003). Alpin habitatlarda büyüme mevsimi oldukça kısa olduğundan çimlenme zamanı kritik bir role sahiptir. Spesifik habitatlarda yaşayan türler genellikle yüksek oranda özelleşmiş adaptasyona sahip tohumlar üretirler (Bliss 1971, Urbanska ve Schütz 1986, Chambers 1989).

Yüksek habitatlarda yaşayan türlere ait tohumların çoğu, zor iklimsel koşullarda hayatta kalabilmek için gelişmiş bir dormansi mekanizmasına sahiptirler (Baskin ve Baskin 1998). Tohumlar, olgunlaştıktan ve çevreye dağıtıldıktan sonra dormansi olarak adlandırılan bir sürece girerler (Billings ve Money 1968). Dormansi, metabolik hızın aşırı ölçüde yavaş, büyüme ve gelişmenin durgun olduğu bir dönemdir. Tohum dormansisi kısaca, canlı bir tohumun uygun olmayan koşullarda çimlenmeden kalabilmesi olarak tanımlanmıştır (Bewley, 1997). Tohum dormant olmayan seviyeye geçtikten sonra çimlenme için uygun normal fiziksel çevresel faktörlerin hiçbir kombinasyonu altında, zamanın belli bir periyodunda, çimlenme kapasitesine sahip olmayan tohumlar dormant tohumlar olarak isimlendirilmiştir (Baskin ve Baskin 2004).



Yeni olgunlaşmış dormant bir tohumun dormansisi, primer dormansi olarak isimlendirilir ve tohumun ana bitki üzerindeki olgunlaşması boyunca geliştirilir (Hilhorst 1995, Bewley 1997a, Hilhorst ve ark. 1998). Sekonder dormansi ise dağılan olgun tohumlarda, çimlenme için uygun olmayan koşullara yanıt olarak geliştirilir. Olgun primer dormant tohumlar uygunsuz çimlenme şartlarından dolayı sekonder dormansiye girebilirler ve canlılıklarını kaybetmeksizin uzun dönemler boyunca tamamen içe çekilmiş bir halde kalabilirler (Bewley ve Black 1994).

Tohumun görevi yeni bir bitki ortaya çıkarmaktır. Dolayısıyla tohumun çimlenmesini engelleyen dormansi mekanizması başta mantıklı görünmeyebilir fakat bazen uygun koşullar sağlandığında bile çimlenmenin gerçekleşmesi, tohum için avantajlı olmayabilir (Bewley 1997a). Çimlenme için uygun olan koşullarda, çimlenmenin zamansal olarak baskılanması için bitkiler dormansi mekanizmasını geliştirmişlerdir (Nonogaki 2014). Türler, tohumlarındaki dormansi mekanizması sayesinde, çimlenmeyi alana ve zamana dağıtarak nesillerinin devam edebilmesini sağlarlar (Bewley ve Black 1994). Dormansinin, alana ve zamana dağıtılma mekanizması üç şekilde gerçekleştirilir. Tohumlar ana bitkiden farklı dormansi seviyelerinde dağıtılırlar, böylece fide çıkışları da belli aralıklara dağıtılarak her birinin canlı kalma olasılığı artırılır (Bewley ve Black 1994). Tohumda dormansinin kırılması bazı çevresel faktörlere bağlı kılınarak, zamana bağlı bir çimlenme dağılımı sağlanır. Tohumun sekonder dormansiden yılın başka bir zamanında daha yüksek sıcaklıklar vasıtasıyla çıkması ile fide çıkışı da farklı mevsimlere dağılmış olur (Bewley ve Black 1994). Tohum dormansisi alana bağlı çimlenme dağılımına yol açar. Dormansiden kurtulmak için ışığa ihtiyaç duyan tohumlar, fide çıkışı için açık alana ihtiyaç duyarlar (Bewley ve Black 1994). Tohum dormansisi doğada oldukça yaygındır ve doğal populasyonların devamlılıklarını sürdürebilmeleri için son derece önemlidir.

Dormansi ve çimlenme, büyük oranda genler tarafından kontrol edilen kompleks bir özelliktir ve gelişimsel ve çevresel faktörlerin ikisinden de etkilenirler. Kuru dormant tohumlar, uygun olmayan koşullarda hayatta kalma süresini artırmak için donanımlıdır. Tohum dormansisi ve çimlenme, embriyoyu çevreleyen yapılar başta

olmak üzere tohum yapılarına ve embriyonun büyüme potansiyelini etkileyen faktörlere bağlıdır. Ayrıca, bitki hormonlarından, anaç bitkiden alınan bileşiklerden ve embriyonun kendi kendine ürettiği faktörlerden de etkilenir (Koornneef ve ark. 2002).

Tohum dormansisinin genel olarak iki tip mekanizması vardır. Embriyoyu çevreleyen dokular mekanik bir sınırlama meydana getiriyor ve tohumun çimlenmesi sadece testa tarafından baskılanıyorsa, testa etkili dormansiden söz edilir (Bewley ve Black 1994). Su alınımı ve gaz alışverişine müdahale, mekanik kısıtlama, embriyoya çimlenme inhibitörlerinin salınımı ve embriyodan çimlenme inhibitörlerinin çıkışını önleme yoluyla testa embriyoyu sınırlar (Bewley ve Black 1994). Çimlenmenin gerçekleşebilmesi için, mekanik kısıtlamanın embriyonun büyüme potansiyeli tarafından aşılması gerekmektedir (Bewley 1997b, Koornneef ve ark. 2002, Leubner-Metzger 2003, Kucera ve ark. 2005). Daha önce yapılan çalışmalarda, mekanik, termal ve kimyasal muamelelerin tohum kabuğunu aşındırarak dormansinin kırılmasında etkili olduğu görülmüştür (Escudero ve ark. 1997). Embriyo etkili dormansi mekanizmasında ise çimlenme, embriyo ve kotiledonlardaki çimlenme inhibitörleri tarafından baskılanır. Embriyo etkili dormansi yüksek ABA/GA oranıyla karakteristikleşmiştir ve dormansisinin kırılması için hormon sentezinin yeniden modellenmesi gerekmektedir (Bewley ve Black 1994).

Hücre bölünmesi, büyümesi ve farklılaşmasının kontrolü ve koordinasyonu, bitki hormonlarının en önemli görevleri arasındadır (Hooley 1994). Bitki hormonları, tohum dormansi ve çimlenmesinin dahil olduğu farklı bitki aktivitelerini etkileyerek bitkilerde çok sayıda fizyolojik ve biyokimyasal süreci kontrol ederler (Graeber ve ark. 2012). Tohum dormansi ve çimlenme mekanizmasında, ABA ve GA gibi hormonlar, bitki büyümesini düzenleyici olarak görev alırlar. GA/ABA dengesi, tohumun çimlenme kabiliyetini veya tohumun olgunlaşması için gerekli yolları belirler (White ve ark. 2000, White ve Rivin 2000, Chibani ve ark. 2006, Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006). ABA ve GA'in antagonistik etkileri sayesinde tohumlar dormansiden kurtulabilir (Gubler ve ark. 2008, Seo ve ark. 2009). ABA tohum dormansisini belirleyip, çimlenmeyi inhibe ederken, GA tohum çimlenmesi için gereklidir (Groot ve Karssen 1992, Matilla ve Matilla-Vazquez 2008). GA'ler, ABA kaynaklı çimlenme engelinin

aşılmasından sonra devreye girerek çimlenme mekanizmasında görev alırlar ve dormansinin kontrolünden ziyade, çimlenmenin sağlanması ve sürdürülmesi için gereklidirler. Tohum gelişimi aşamasında ABA'nın dormansinin başlatılmasındaki rolü net olarak görülür fakat dormansinin sürdürülmesindeki rolü net değildir (Bewley 1997a). Olgun tohumun çimlenebilmesi için gerekli GA miktarı, tohum gelişimi boyunca ABA konsantrasyonu tarafından kontrol edilir.

Çimlenmeyle ilgili olarak GA'nın iki önemli görevi vardır. Embriyonun büyüme potansiyelini artırarak çimlenmeyi teşvik eder ve tohumda radikulanın etrafını saran tabakaların mekanik engelini kaldırmak için gereklidir (Kucera ve ark. 2005). GA'ler hormonların sinyal yolları, kabuk dormansisinin gevşemesi, endospermin zayıflaması ve embriyo hücrelerinin uzaması yoluyla tohum çimlenmesini uyarabilirler (Miransari ve Smith 2014). Giberellinler, bitki dokularında enerji yollarını etkileyebilir, bu tohumların çimlenme mekanizmasında görülen bir durumdur (Finkelstein ve ark. 2002). GA uygulaması ile tohumlarda çimlenme oranının artması, GA tarafından hidrolitik enzim aktivitesinin uyarılması ile ilişkilendirilir (Payal ve ark. 2013). ABA, hücre döngüsünü etkileyerek çimlenmeyi inhibe edebilir (Sanchez ve ark. 2005). Ayrıca, embriyo genişlemesi üzerine etki ederek tohum çimlenmesini kontrol eder. ABA, giberellinin radikula uzamasını destekleyici etkilerini inhibe eder ve endosperm ve testanın da etkisiyle çimlenme engellenir (Nonogaki 2008). Tohum çimlenmesi üzerine ABA'nın inhibe edici etkileri, radikula uzamasının ve endospermin uyanmasının geciktirilmesi yoluyla (Graeber ve ark. 2010). *Arabidopsis thaliana* gibi model türlerde görüldüğü gibi, ABA tohum çimlenmesini inhibe edebilir (Kucera ve ark. 2005, Müller ve ark. 2006) fakat giberellin, etilen, sitokin ve brassinosteroidler gibi diğer bitki hormonları ABA ile negatif ilişkilidir ve tohum çimlenme sürecini olumlu yönde etkilerler (Kucera ve ark 2005, Hermann ve ark. 2007).

Dormansi, uygun koşullar sağlanana kadar tohumlarda çimlenmeyi inhibe eder (Finkelstein ve ark 2008). Dormansinin tohumun olgunlaşma safhasında başlayıp, belli bir süre sonra kuruma aşamasında sona ermesi, tohumlu bitkilerin farklı türlerinde yaygın olarak meydana gelir (Billings ve Money 1968, Bewley ve ark. 2013). Düzenleme mekanizmasında türe özgü varyasyonlar olmakla birlikte tohum

dormansisinin genel bir mekanizması olabilir. Fakat her bir tohum için çimlenmeyi sağlayan faktörler değişiklik gösterdiğinden tohumun dormansiden kurtulma mekanizmaları da farklılık gösterir. Tohumların her biri farklı çevrelere uyum sağlarken yeni bir bitkinin gelişimine izin veren çevrelerde çimlendiğinden, türler arasında dormansi mekanizmaları farklı şekilde evrimleşmiştir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006). Bir familya içerisinde hatta aynı anda oluşmuş türler arasında bile önemli ölçüde farklı dormansi modelleri görülebilir (Karlsson ve ark. 2008, Payal ve ark. 2013). Günümüzde hala tohum dormansi mekanizması tam olarak çözülebilmemiş değildir. Herhangi bir tohum koleksiyonu, dormant olan, olmayan veya şartlı dormansiye sahip tohumlar içerebilir (Baskin ve Baskin 2004).

Dormansi dönemindeki bir tohumun canlı kalabilme ve çimlenme yeteneğini koruyabilme süresi türe ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterir. Geçerli çevreye adaptasyon için türler arasında farklı çimlenme ihtiyaçları geliştirilmiştir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006). Çimlenme modelleri, alınan örnek türün habitatını, yaşam stratejisini, filogenetik ilişkilerini ve coğrafik dağılımını yansıtır (Schütz ve Rave 1999) bu nedenle bitki korumasına yönelik çalışmalarda, tohum biyolojisi önemli bir yere sahiptir (Donohue ve ark. 2010).

Alpin ve supalpin bölgeler, çimlenme süresi ve özelliklerinin çalışılması için mükemmel bir fırsat sağlayabilirler (Billings ve Bills 1959, Körner 1999). Alpin bitkilerin çimlenme ekolojileri üzerine yapılan çalışmalar seyrek ve bu nedenle alpin habitatlarda çimlenmeyi düzenleyen faktörler ve mekanizmalar çok az bilinir (Baskin ve Baskin 1998). Sert habitat özelliklerinden kaynaklı olarak, alpin ve arktik bölgelerde endemizm oranı yüksektir, endemik türlerin büyük bir kısmı alpin habitatlarda yaşar (Väre ve ark. 2003). Nadir ve endemik türler başta olmak üzere yerel türlerin çimlenme gereksinimleri koruma biyolojisi için oldukça önemlidir (Cerabolini ve ark. 2004).

*H. adenotrichum*, 800 ile 2300m arasındaki rakımlarda kurak otlak alan ve taşlık alanlarda gelişen endemik bir türdür. Batı Anadolu'da; Uludağ Dağı (Bursa), Dursunbey-Alaçam arası (Balıkesir), Kütahya, Uşak, Erciyes Dağı (Kayseri), Aydın Dağı (Aydın) ve Babadağ (Denizli)'da yayılış gösterir (Davis 1967). Türkiye, biyolojik çeşitliliği zengin bir ülke olmasına rağmen, son 300 yılda ziraatin artması ve

yaygınlaşması, endüstriyel devrim ve şehirleşme sonucunda biyolojik çeşitlilikte önemli bir azalma meydana gelmiştir. Biyoçeşitliliğin sürdürülebilmesinde türlerin korunması oldukça önemlidir. Tehlikede olan veya nadir tür popülasyonlarının korunması amacıyla bu türlerin tohumlarından çoğaltılması maliyeti düşük, pratik ve etkili bir yöntemdir. Türlerin korunmasına yönelik çalışmalarda ilk adım tohum çimlenmesidir. Endemik ve nadir türlerin korunabilmesi için, tohumların çimlenme gereksinimlerinin belirlenmesi gerekir (Cerabolini ve ark. 2004). Daha önce yapılan çalışmalarla Uludağ endemiği ve nadir alpin bitki türlerine ait tohumların çimlenme özellikleri belirlenmiştir (Çelikler ve ark. 2006, Kırmızı ve ark. 2010, Gülyüz ve ark. 2011, Kırmızı ve ark. 2011, Arslan ve ark. 2011). Alpin kuşağındaki devamlı nemli ve soğuk koşullar toprak humusunun parçalanmasını ve azotun mineralleşmesini sınırlar (Ellenberg 1988). Alpin habitatlarda büyüme ve gelişme mevsimi çok kısa olduğundan çimlenme zamanı kritik bir öneme sahiptir. Alpin bitkilere ait tohumlar hemen çimlenirlerse oluşan fideler tohum çimlenmesini takip eden soğuk ve donma gibi tehlikelere maruz kalabilecekleri için genellikle bir dormansi mekanizmasına sahiptirler (Kaye 1997). *H. adenotrichum* türüne ait tohumların çimlenme gereksinimi ve dormansi mekanizmasına dair daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmayla Uludağ'ın alpin ve supalpin kuşağında yayılış gösteren ve endemik bir tür olan *H. adenotrichum*'un korunmasına yönelik olarak çimlenme gereksinimleri ve dormansi mekanizmasının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tohum çimlenmesi bitkilerin yaşam döngüsündeki en önemli aşamalardan bir tanesidir. Tohum taslağının gelişmesi sonucu meydana gelen tohum, yeni bir bitki meydana getirebilecek donanıma sahiptir. Çimlenmenin gerçekleşebilmesi için kuru tohumu su girişi olmalıdır. Çimlenme kuru tohumun su emmesiyle başlar ve embriyonik eksenin uzayarak, embriyoyu çevreleyen yapıları delmesiyle son bulur (Bewley 1997a).

Tohum dormansisi sağlam ve canlı bir tohumun uygun şartlar altında çimlenmesine bir engel olarak kabul edilir. Dormansi, çevresel ve genetik faktörlerin yanı sıra ABA, GA gibi bitki hormonları tarafından da kontrol edilir. Finch-Savage ve Leubner-Metzger (2006) bütün büyük iklimsel bölgelerde yer alan yüksek bitkilerde bulunan dormansiyi, bitkinin farklı çevresel koşullara adaptasyonu olarak yorumlamışlardır. Bu adaptasyonun bir sonucu olarak farklı çevresel ve iklimsel koşullarda çeşitli dormansi mekanizmalarının evrimleştiğini öne sürmüşlerdir.

Tohum dormansisi ile ilgili çalışmalarda dormansi türünün doğru bir şekilde belirlenebilmesi için tohum dormansisinin sınıflandırılması kolaylık sağlayacağından tohum bilimciler, tohum dormansisi için uluslar arası kabul gören hiyerarşik bir sınıflandırma sistemine ihtiyaç duymuşlardır. Bu amaçla çok sayıda şema yayınlanmıştır. Baskin ve Baskin (2004), Nikolaeva'nın (1969) kabul gören sınıflandırma sistemini geliştirerek günümüzde geçerli olan sınıflandırma sistemini ortaya koymuşlardır. Bu sistem, fizyolojik dormansi (PD), morfolojik dormansi (MD), morfofizyolojik dormansi (MPD), fiziksel dormansi (PY) ve kombinasyonel dormansi (PY+PD) olmak üzere beş dormansi sınıfı içerir. Bu sınıflandırma sistemine göre; fizyolojik dormansi en yaygın dormansi türüdür, gymnosperm ve angiospermelerin büyük kladlarında görülür. Derin, orta ve derin olmayan olmak üzere üç seviyesi vardır. PD'li tohumların büyük bir kısmı derin olmayan PD'ye sahiptir. Morfolojik dormansili tohumlarda embriyo farklılaşmış (kotiledon, hipokotil, radikula) fakat az gelişmiştir (Baskin ve Baskin 1998). Çimlenebilmek için dormansi kırıcı bir uygulamaya ihtiyaç duymaz, zaman gereklidir. Morfofizyolojik dormansideki tohumlar, dormansinin fizyolojik bileşenleri nedeniyle az gelişmiş bir embriyoya sahiptirler, çimlenebilmek

için dormansi kırıcı bir uygulamayla birlikte zamana ihtiyaç duyarlar. Fiziksel dormansi, tohum veya meyva kabuğunda bulunan palizat hücrelerindeki bir veya daha fazla sayıdaki su geçirmeyen tabaka nedeniyle meydana gelir (Baskin ve ark. 2000). Kombinasyonel dormansiye sahip tohumlarda, tohum kabuğu su geçirmez ve buna ilaveten embriyo fizyolojik olarak dormanttır (Baskin ve Baskin 1998). Baskin ve Baskin'in (2004) sınıflandırma şemasında, Nikolaeva'nın (1969) şemasından farklı olarak mekanik ve kimyasal dormansi, dormansinin bir türü olarak kabul edilmez. Onlar, mekanik ve kimyasal dormansiyi, fizyolojik dormansinin bir bileşeni olarak yorumlamışlardır. Baskin ve Baskin (2004), zamanla tohum dormansisinin yeni türlerine yer verebilmek için, sınıflandırma şemasının modifikasyonu ve genişletilmesi ile ilgili çalışmalar yapılması gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

Bitki fizyolojisi en geniş araştırma alanlarından birisidir. Tohum çimlenmesi ve dormansisi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Doğada bir tohumun çimlenme ve dormansi mekanizması üzerinde çok sayıda faktör etkilidir ve ışık ve sıcaklık bu süreci kontrol eden çevresel faktörlerin başında gelmektedir (Baskin ve Baskin 1988, Bewley ve Black 1994).

*Trembleya laniflora* ağır metal biriktirebilme özelliği nedeniyle, terk edilmiş demir yatağı madenlerinin ekolojik restorasyonunda kullanılan ve Güneydoğu Brezilya'nın dağlık kayaç savanalarına özgü endemik bir türdür. Bu özellikleri nedeniyle, Rodrigues ve Silveira (2013) bu türe ait tohumların çimlenmesi üzerine ışık ve sıcaklığın etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, 20-25°C'nin *T. laniflora* tohumlarının çimlenebilmesi için ideal sıcaklık aralığı olduğunu ve yükselen sıcaklıkla birlikte çimlenmenin olumsuz yönde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Tohumların neredeyse tamamının, ışıklı koşullar altında çimlenirken, karanlık koşullar altında çimlenmediğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, uygun koşullar sağlandığında, tohumların neredeyse tamamında çimlenme görülmesi üzerine, *T. laniflora* tohumlarının dormant olmadığı sonucuna varmışlardır.

*Centaurium*'un tıbbi önemi nedeniyle çimlenme ekolojisi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Fernandez-Pascual ve ark. (2012) ardışık üç yıl boyunca iki

populasyondan topladıkları endemik *Centaureum somedanum* tohumlarını kullanarak, çimlenme üzerine ışık ve sıcaklığın etkilerini, tohumlarda dormansinin olup olmadığını ve çimlenme yeteneğinde populasyonlar ve yıllar arasındaki varyasyonları incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, *C. somedanum* tohumlarının nispeten düşük sıcaklıklarda (15-22°C) ve sadece aydınlık periyotta çimlendiğini belirlemişlerdir. Tohumlarda, yıllara bağlı olarak çimlenme yeteneğinde varyasyon ve derin olmayan morfofizyolojik dormansi tespit etmişlerdir. *C. somedanum*'da görülen düşük çimlenme sıcaklık aralığı ve morfofizyolojik tohum dormansisinin cinsin yaygın çimlenme karakteristiğinden farklı olduğu için önemli olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Oliveria ve Garcia (2010) Brezilya'nın güneydoğusunda yer alan Campos rupestres vejetasyonunun farklı mikrohabitatlarında yetişen yedi *Syngonanthus* türünün (*S. aciphyllus*, *S. athmimidiflorus*, *S. bisulcatus*, *S. caulescens*, *S. gracilis*, *S. verticilatus* ve *S. vernoioide*) tohum boyutlarını ve çimlenme kapasitelerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, çeşitli türlerin çimlenme yanıtlarına göre genuslar için çimlenme modelleri oluşturmak ve farklı türlerin mikrohabitatlarının yanı sıra coğrafik dağılımları ve çimlenme karakterleri arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Çimlenme testlerini, çimlenme kabiniinde 12 saat fotoperiyot ve devamında karanlık koşullarda, 10°C'den 40°C'ye sabit sıcaklık değerlerinde gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, *S. vernoioides* tohumlarının ağırlık, boy ve genişlik parametrelerinin her üçünde de en yüksek orana sahip olduğunu, *S. gracilis* ve *S. aciphyllus* tohumlarının en kısa boya, *S. verticilatus* ve *S. gracilis* tohumlarının en az genişliğe, *S. gracilis* tohumlarının ise en düşük ağırlığa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Çalışılan türlerin altısının tohumlarının ışık varlığında ve nispeten düşük sıcaklık değerlerinde çimlendiğini sadece *S. gracilis* tohumlarının karanlık koşullarda çimlenebildiğini (35°C'de, % 22) tespit etmişlerdir. Çimlenme için optimal sıcaklığın habitata bağlı olduğu ve mevsimsel kserik habitatlarda yetişen türler için 25-30°C arasındayken, mesik ve sulak habitatta yetişen türler için 15°C ve 20°C sıcaklık değerlerinin ideal olduğu sonucuna varmışlardır.

Tohumlardaki içsel dormansi bitkilerdeki hormon mekanizmasıyla ilgilidir. Bitkisel bir hormon olan ABA dormansiyi uyarırken, GA dormansiyi kırmanın yanı sıra



çimlenmeyi de teşvik etmektedir. Tohumların fizyolojik olarak dormant olup olmadığını belirlemek amacıyla GA hormonu, çimlenme ve dormansiyle ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıcak veya soğuk stratifikasyon uygulaması, ABA ve GA seviyelerinde değişime neden olduğundan dormansinin kırılması için kullanılan diğer yöntemlerden biridir.

Kırmızı ve ark. (2011) doğal çevreleri insan aktiviteleri tarafından tehdit edilen ve Türkiye için endemik olan üç *Asteraceae* türü, *Tripleurospermum pichleri*, *Cirsium leucopsis* ve *Senecio olympicus*'un çimlenme ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla türün çimlenme karakteristiklerini araştırmışlardır. Uludağ'ın alpin kuşağından (1800-2100m) topladıkları taze tohumları, kısa süreli soğuklama (15 gün, +4°C), hormon uygulaması ve soğuklama ve hormon uygulamasının bir kombinasyonuna maruz bırakmışlar ve tohumları GA<sub>3</sub>'in üç farklı konsantrasyonunda (100, 150 ve 250 ppm GA<sub>3</sub>) ve GA<sub>3</sub>'siz ayrıca soğuklama uygulamalı ve uygulamasız olarak test etmişlerdir. Işığın çimlenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla testleri fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında da gerçekleştirmişlerdir. *C. leucopsis* tohumlarında tüm GA<sub>3</sub> uygulamaları sonucunda çimlenme yüzdesinin arttığını ve ortalama çimlenme süresinin (MGT) fotoperiyodik koşullara kıyasla karanlık şartlarda daha düşük olduğunu, *S. olympicus* tohumlarında çimlenme yüzdesinin, karanlık koşullarda GA<sub>3</sub>'li soğuklama uygulamasında önemli ölçüde arttığını ve *T. pichleri* tohumlarındaki çimlenme yüzdesinin fotoperiyottaki soğuklama uygulamasında karanlıktaki soğuklama uygulamasına kıyasla daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu üç endemik *Asteraceae* türüne ait farklı çimlenme davranışları olduğu fakat her üç tür için 250 ppm GA<sub>3</sub> ve 20/10°C fotoperiyodik koşulların çimlenme için en etkili yol olduğu sonucuna varmışlardır.

*Salvia smyrnaea* "Tehlikede (En)" kategorisinde olan ve Türkiye'de yalnızca iki lokalitede olduğu bilinen endemik bir türdür. Subaşı ve Güvensen (2010) Nif Dağ'ından topladıkları *S. smyrnaea* tohumlarının çimlenme gereksinimlerini belirleyerek bu türün ex-situ korunmasına katkıda bulunmayı amaçlamışlardır. Nemli soğuklama uygulanan (45 günlük) ve uygulanmayan (kontrol) tohumları, farklı konsantrasyonlarda 10 ml GA<sub>3</sub> çözeltisi (250, 500, 1000 ve 2000 ppm GA<sub>3</sub>) ve saf su (kontrol), 25/15°C (12/12 s)

değişken sıcaklık ve ışık ve devamlı karanlık koşulların her ikisinde de çimlenme testlerine maruz bırakmışlardır. Aydınlik koşullarda soğuga maruz bırakılan tohumlarda, en yüksek çimlenme oranının % 40 ile 250 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük çimlenme oranının ise % 6,6 ile kontrol grubu tohumlarda olduğunu görmüşlerdir. Devamlı karanlık koşullarda soğuklama uygulanmayan tohumlarda ise, en yüksek çimlenme oranının % 50 ile 250 ppm GA<sub>3</sub>'de, en düşük ise % 10 ile kontrol grubu tohumlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Soğuklama uygulanmış 25/15°C değişken sıcaklıkta, sürekli karanlık koşullardaki 250 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış tohumlarda çimlenmenin en yüksek seviyede olduğu sonucuna ulaşmış ve tohumların fizyolojik olarak dormant olduğuna karar vermişlerdir.

Baskin ve ark. (2001) İsveç'te yayılış gösteren bir *Drosera anglica* popülasyonundan topladıkları tohumları karanlık koşullarda soğuk uygulamaya maruz bırakmış, sonrasında fotoperiyodik koşullarda inkübe etmiş ve tohumların yavaş çimlendiğini görmüşlerdir. Fotoperiyodik koşullarda soğuk uygulamaya maruz bırakıldıktan sonra ışıklı koşullarda inkübe edilen *Drosera anglica* tohumlarında ise çimlenme oranlarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Işıklı koşullarda 18 hafta boyunca soğuk uygulamaya maruz bırakılıp sonrasında ışıklı koşullarda 15/6, 20/10 ve 25/15°C sıcaklık rejimlerinde inkübe edilen tohumlarda çimlenme yüzdeleri sırasıyla % 87, 95, 100 iken 18 hafta boyunca karanlık koşullarda soğuk uygulamaya maruz kaldıktan sonra ışıklı koşullarda 15/6, 20/10 ve 25/15°C sıcaklık değerlerinde inkübe edilen tohumlardaki çimlenme oranları ise sırasıyla % 6, 82, 91'dir. Bu sonuçlardan yola çıkarak *D. anglica* tohumlarının yazın son evrelerinde olgunken dormansiye girdiğine ve tohumların çimlenebilmek için ışığa, dormansinin kırılması için ise soğuk bir uygulamaya ihtiyaç olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı alandan 1998 ve 1999 yıllarında topladıkları ve 5/1°C'de ışıklı koşullarda soğuga maruz bıraktıktan sonra 15/6°C ışıklı koşullarda inkübe ettikleri tohumlarda sırasıyla % 22 ve % 87 çimlenme oranlarıyla karşılaşmışlar ve dormansi seviyesinde yıllar arasında varyasyonlar olabileceğini öne sürmüşlerdir. Tohumun yüksek oranda çimlenebilmek için ihtiyaç duyduğu stratifikasyon periyodu süresinin, tohumun stratifikasyon boyunca ışıkta/karanlıkta olmasına, stratifikasyon sonrası inkübasyon periyodu süresine ve inkübasyondaki sıcaklık rejimine bağlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Albrecht ve McCarthy (2006) iki tıbbi bitki, *Collinsonia canadensis* L. (Lamiaceae) ve *Dioscorea villosa* L. (Dioscoreaceae) türlerine ait tohumlardaki dormansi türünü belirlemek için sıcak ve soğuk uygulamanın aynı anda gerçekleştiği bir yöntem kullanmışlar ve iki sıcaklık serisi boyunca tohumları taşımışlardır. Her bir türü, sıcak uygulama için 30/15°C'de 12 hafta, 20/10°C'de 4 hafta, 15/6°C'de 4 hafta, 5°C'de 12 hafta, 15/6°C'de 4 hafta, 20/10°C'de 4 hafta ve 30/15°C'de 12 hafta, soğuk uygulama içinse 5°C'de 12 hafta, 15/6°C'de 4 hafta, 20/10°C'de 4 hafta, 30/15°C'de 12 hafta, 20/10°C'de 4 hafta, 15/6°C'de 4 hafta, 5°C'de 12 hafta boyunca inkübe etmişlerdir. Her iki sıcaklık serisinde de önce soğuk bir sıcaklık rejimine (5°C) maruz kalan tohumların, düşük sıcaklık rejimlerinde (15/6°C ve 20/10°C) yüksek oranda çimlendiğini (%85'ten fazla) ve dört sıcaklık periyodunda (5, 15/6, 20/10, 30/15°C) 30 gün süresince kontrol amaçlı tutulan tohumların ise çok az çimlendiğini veya hiç çimlenmediğini görmüşlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak her iki türün de fizyolojik olarak dormant olduğunu ve soğuk stratifikasyon (5°C) ile dormansinin kırıldığını rapor etmişlerdir. Morfolojik çalışmalar sonucunda ise, olgun aşamadayken *D. villosa* tohumlarında gelişmemiş embriyo, *C. canadensis* tohumlarında ise gelişmiş embriyo olduğunu görmüşler ve *D. villosa* tohumlarının morfofizyolojik, *C. canadensis* tohumlarının ise fizyolojik olarak dormant olduğuna karar vermişlerdir.

Sert habitat özelliklerinden dolayı yüksek endemizm oranına sahip alpin habitatlar, çimlenme süresi ve özelliklerinin çalışılması için ideal bölgelerdir (Billings ve Bills 1959, Vare ve ark. 2003). Alpin bitki türlerinin çoğunda tohum dormansisinin kırılması için kar örtüsü tarafından sağlanan soğuk stratifikasyona ihtiyaç vardır. Küresel ısınmanın bir sonucu olarak ılıman dağlarda kar yağışı ve karla kaplı kalma süresindeki bir azalma alpin bitki populasyonlarını tehdit edebilir. Garcia-Fernandez ve ark. (2014) karla kaplanmayla sağlanan soğuk stratifikasyon sürecindeki bir azalmanın akdenize özgü alpin bir tür olan *Silene ciliata* tohumları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bir yükseklik eğimi boyunca yayılış gösteren üç populasyona ait tohumları önce laboratuvar koşullarında üç farklı soğuk stratifikasyon sürecine (2, 4, 6 Ay) sonrasında ise sera koşullarına maruz bırakmışlardır. 6 aylık ve 4 aylık stratifikasyon uygulanan tohumlarda çimlenme yüzdelerinin daha yüksek, ortalama çimlenme sürelerinin ise daha

düşük olduğunu görmüşlerdir. Populasyon orijini ve soğuk stratifikasyon süreci arasında dikkate değer bir ilişki görememiş ve böylece yükselti boyunca soğuk stratifikasyona hassasiyetin desteklenmediğini bildirmişlerdir.

Çelikler ve ark. (2006) alpin eteklerde yayılış gösteren ve tehlike altında olan üç endemik *Festuca* sp. türünün [*F. punctoria* Sm., *F. cyllenica* Boiss. et Heldr. subsp. *uluana* Markgr.-Dannenb., *F. paphlagonica* (St.-Yves) Markgr.-Dannenb. subsp. *paphlagonica*] tohum çimlenme özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada nemli-soğuk ve kuru-soğuk stratifikasyon (15 günlük), farklı konsantrasyonlarda GA<sub>3</sub> (50, 100, 150 ppm) ve hormon ve stratifikasyonun kombinlendiği uygulamalar yapmışlardır. *F. cyllenica*'nın ortalama çimlenme yüzdesinin (% 80), diğerlerinden yüksek (% 50-60) olduğunu ve *F. punctoria* ve 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış *F. paphlagonica* tohumlarında nemli stratifikasyon uygulamasının çimlenme oranlarını artırdığını tespit etmişlerdir. Çimlenme oranlarından yola çıkarak *F. punctoria* ve *F. paphlagonica* tohumlarının dormant, *F. cyllenica* tohumlarının ise dormant olmadığı sonucuna varmışlardır. Çimlenme yanıtlarındaki bu farklılığın, türlerin doğal habitatlarındaki mevsimsel sıcaklık ve ışık farkından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir.

Mondoni ve ark. (2011) bitki çeşitliliği, insan aktivitelerinden, iklimsel değişimlerden ve arazi kullanımından oldukça etkilenen hassas gruplardan biri olan alpin bitkilerin başarılı bir şekilde ex-situ korunması için, tohumların depolanmasında karşılaşılabilecek bazı sorunlara dikkat çekmişlerdir. Bitki türlerine ait tohumların toplanıp depolanması, yabani bitki türlerinin yeniden yerleşmesi veya habitatın onarılması için materyal sağlayan etkili bir yöntemdir. Fakat daha önce yapılan çalışmalarda soğuk nemli habitatlardan toplanan tohumların, depolama sırasında nispeten daha kısa yaşadığı görülmüştür ve alpin bitki tohumlarının uzun süre korunmasında başarı sağlanmasının zor olabileceğine dikkat çekilmiştir. Bu nedenle Mondoni ve ark. (2011) Kuzey İtalya'nın alpin ve düz arazi lokasyonlarında yetişen çoğu akraba olmak üzere 69 türün yaşam aralığını karşılaştırmak amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Tohumları belirlenmiş laboratuvar koşullarında (45°C sıcaklık, % 60 nispi nem) depolamış ve p50 (canlılığın % 50'ye düşmesi için depolamada geçen süre) değerini belirlemişlerdir. Laboratuvar koşullarında depolanan türler arasında p50 değerinin 4,7 (*Veronica alpina*)

günden 95,5 (*Verbascum sinuatum*) güne kadar değişiklik gösterdiğini ve alpin popülasyonlara ait tohum gruplarının p50 değerinin düz arazi popülasyonlarına ait tohum gruplarına kıyasla ciddi derecede düşük olduğunu görmüşlerdir. *Silene vulgaris* gibi hem alpin (15 gün) hem de düz araziden (59 gün) topladıkları aynı türe ait tohum gruplarında da p50 değerlerinin değişiklik gösterdiğini ve alpin tohumların daha kısa yaşama eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Tohum bankasında tutulan alpin bitkilerin koruma koleksiyonlarının depolama boyunca canlılıklarındaki potansiyel azalma nedeniyle sık sık test edilmesi gerektiğine dikkat çekmişlerdir.

Schütz ve Rave (1999) aydınlık ve karanlık koşullarda beş sabit sıcaklık ve bir değişken sıcaklık rejimine maruz bırakılan 32 ılıman *Carex* türüne ait tohumlarda soğuk stratifikasyon öncesi ve sonrasındaki çimlenme yanıtlarını araştırmışlardır. Bu çalışmayla, *Carex* türlerine ait tohumlarda sıcaklık, ışık ve soğuk stratifikasyonun tohum çimlenmesi üzerine etkilerini ölçmeyi, laboratuardaki tohumların çimlenme davranışlarından yola çıkarak alandaki yenileme mekanizmasını öngörmeyi ve soğuk stratifikasyon ve ışığa karşı *Carex*'lerin çimlenme yanıtlarının, habitat özellikleri veya tohum ağırlığıyla değişip değişmediğini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Testlerin sonucuna göre, değişen sıcaklık ve ışıkla birlikte stratifikasyon sonrası çimlenme oranlarının önemli derecede arttığını görmüşlerdir. Stratifikasyon uygulanan tohumlarda çimlenme olasılığının stratifikasyon uygulanmayan tohumlara kıyasla 61 kat daha fazla olduğunu ve 32 *Carex* türünün 28'inde stratifikasyon sonrası çimlenmenin belirgin derecede arttığını tespit etmişlerdir. Stratifikasyon uygulanmış tohumlarda çimlenme olasılığının karanlık koşullara kıyasla aydınlık koşullarda 15,6 kat daha yüksek olmasının yanısıra hem aydınlık, hem karanlık koşullarda artan sıcaklıkla birlikte çimlenme olasılığının arttığını görmüşlerdir. *Carex* türlerinin benzer çimlenme yanıtı modellerine sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Soğuk uygulamanın yanı sıra bitkinin gereksinimine göre sıcak uygulama da dormansi kırıcı yöntemler arasında gelmektedir. Copete ve ark. (2011) *Narcissus hispanicus* türüne ait tohumlarda çimlenme gereksinimleri, tohum dormansi çeşidi ve dormansinin kırılmasında etkili faktörleri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, embriyo büyümesi, radikula oluşumu ve sürgün büyümesiyle ilgili süreci anlayabilmek için

doğal sıcaklık değerlerindeki açık hava koşullarında ve kontrollü laboratuvar koşulları altında farklı değerlerdeki sıcak, soğuk ve sıcak stratifikasyonu takiben düşük sıcaklık periyotlarında, embriyo oluşmuş ve embriyo oluşmamış tohumlarla çalışmışlardır. 90 günlük sıcak stratifikasyonu (20/7, 25/10, 28/14 ve 32/18 °C) takiben 30 gün boyunca soğuk sıcaklık periyotlarında (9/5, 10, 15/4°C) inkübe edilen tohumlarda embriyonun büyüdüğünü ve tohumların çimlendiğini fakat önce soğuk stratifikasyona maruz bırakılıp ardından düşük sıcaklık periyotlarında inkübe edilen tohumlarda embriyonun çok az büyüdüğünü ve çimlenmenin olmadığını tespit etmişlerdir. Çimlenme için optimum koşulların, 28/14°C'de 90 günlük sıcak stratifikasyonu takiben 45 gün boyunca 10°C'de ışıklı koşullarda inkübasyon olduğuna karar vermişlerdir. Embriyonun sadece sıcak stratifikasyon (15°C'den yüksek) boyunca büyüdüğünü görmüşler ve *N. hispanicus* tohumlarında derin basit epikotil morfofizyolojik dormansi olduğunu rapor etmişlerdir.

Chien ve ark. (2011) *Viburnum betulifolium* ve *Viburnum parvifolium* türlerine ait tohumlarda, kök ve sürgün oluşumu için gerekli olan sıcaklık ihtiyacını belirlemeyi ve kök oluşturan tohumlarda epikotil, plumula ve kotiledon büyümesini takip ederek sürgün oluşumundan önce meydana gelen morfolojik değişimleri gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Her iki türe ait tohumlarda radikula oluşumu için ideal sıcaklığın 20/10°C olduğunu, GA<sub>3</sub> uygulamasının radikula oluşumu üzerinde etkili olmadığını ve *V. betulifolium* ve *V. parvifolium* tohumlarının derin basit epikotil morfofizyolojik dormansiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Derin basit epikotil MPD'li tohumlarda, radikulanın PD'nin kırılması için sıcak stratifikasyona, epikotilin (sürgün) PD'nin kırılması içinse soğuk stratifikasyona ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

*Allium stracheyi* Nando Devi Biyosfer Rezervi (NDBR) bölgesindeki birkaç vadide, 2600-3000m yüksekliklerde yetişen ve tehlike kategorisinde olan bir türdür. Bu türler doğal habitatlarında düşük çimlenme oranına sahiptir. Payal ve ark. (2013) düşük ortalama çimlenme süresi (MGT) ve yüksek çimlenme oranı sağlayan optimum sıcaklık, ışık ve ön ıslatma uygulamalarını belirleyerek tohumun çimlenme özelliklerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Tohumları, 24 saat boyunca sıcak su (80°C), soğuk su (10°C) ve GA<sub>3</sub> solüsyonunda (50, 100 mg/l) ön-ıslatma uygulanmalarına ve farklı sıcaklık

rejimlerinde (10, 15, 20, 25 ve 30°C ) ışıklı (12/12 saat) ve devamlı karanlık koşullara maruz bırakılmışlardır. Tohumların canlılığının % 66,0 - % 69,67 arasında olduğunu ve 12 aylık depolama sonrası bu oranın hızla azaldığını tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda 100 mg/l GA<sub>3</sub>'in tohum çimlenmesi ve büyümesi üzerinde etkili olduğu sonucuna varmışlardır. 100 mg/l GA<sub>3</sub> solüsyonunda ön- ıslatma uygulamasına maruz bırakılan tohumlar 20°C'de ışıklı koşullar altında inkübe edildiğinde tohumlardaki çimlenme oranının önemli derecede arttığını (% 97,3), ortalama çimlenme süresinin ise kısaldığını (MGT=5,7) görmüşlerdir ve çimlenmenin sıcaklık ve ışık faktörlerinin her ikisinden de etkilendiğini rapor etmişlerdir.

Necajeva ve Ievinsh (2013) *Eryngium maritimum* tohumlarının çimlenme gereksinimlerini ve dormansinin kırılması için gerekli faktörleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Toplandıktan sonra ekimi yapılan tohumların GA<sub>3</sub> veya soğuk stratifikasyon uygulaması olmadan çimlenmediğini ve 3 ay kuru koşullarda depolanan tohumlarda da çimlenme olmadığını görmüşlerdir. Araştırmacılar, tohumlara sıcak stratifikasyon, soğuk stratifikasyon ve GA<sub>3</sub> uygulamışlar ve farklı sıcaklıklardaki stratifikasyon süreçlerinin tohum embriyosunun gelişimini etkilediğini tespit etmişlerdir. GA<sub>3</sub> ve sıcak stratifikasyon uygulamaları tohumlarda çimlenmeyi artırmasına rağmen çimlenme oranının soğuk stratifikasyonun uzun periyotlu uygulamalarında yüksek olduğunu bildirmişlerdir ve en yüksek çimlenme oranının da 4 aylık soğuk stratifikasyon sonrasında görüldüğünü rapor etmişlerdir. Morfofizyolojik dormansiye sahip *E. maritimum* tohumlarında dormansinin fizyolojik bileşenlerinin kırılması için soğuk stratifikasyona ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

Sert tohum kabuğuna sahip bazı türler fiziksel olarak dormanttırlar ve embriyoya suyun alınması veya oksijenin difüzyonu engellenerek çimlenme baskılanır (Purohit ve ark. 2015). Bu tohumlarda dormansinin kırılması ve çimlenmenin iyileştirilmesi için tohum kabuğunu zedeleyerek çimlenme engelini aşılmasını sağlayan bazı teknikler geliştirilmiştir. Sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sıcak suda bekletme ve mekanik skarifikasyon olarak isimlendirilen çeşitli uygulamalar, sert tohum kabuğundan kaynaklanan dormansinin giderilmesinde etkilidir (Rincon-Rosales ve ark. 2003, Emongar ve ark. 2004, Zida ve ark. 2005).

Purohit ve ark. (2015) *Zanthoxylum armatum*'un sert tohum kabuklu, düşük çimlenme potansiyeline sahip tohumlar üretmesi sebebiyle tohum çimlenme özelliklerini araştırmışlardır. 1, 5,10, 15, 20 ve 25 dakikalık zaman periyodlarında % 50'lik (seyreltik) ve % 98'lik (derişik) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilerine maruz bıraktıkları tohumları sonrasında toprağa ekmiş ve bazı uygulamalar sonucunda çimlenmenin ciddi derecede arttığını görmüşlerdir. 15 dakika % 50 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi uygulanan tohumlarda 149,5 gün ortalama çimlenme süresi ile birlikte maksimum çimlenmenin % 93,3 olduğunu ve diğer uygulamaların çimlenmeyi artırmasına rağmen çimlenme oranlarının, en etkili olan 15 dakika % 50 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulamasındaki çimlenme oranlarına kıyasla oldukça düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Herhangi bir uygulamaya maruz kalmamış kontrol grubu tohumlarında ise çimlenmenin olmadığını görmüşlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre, türün çimlenmesinin artırılması ve gözlenmesi için, sülfirik asit kullanımıyla skarifikasyon tekniğinin etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Kırmızı ve ark. (2010) Uludağ'ın supalpin kuşağından topladıkları olgun *Pedicularis olympica* Boiss. (Scrophulariaceae) tohumlarının çimlenmesi üzerine, skarifikasyon, 15 günlük nemli soğuklama (+4°C), farklı dozlarda gibberellik asit (100, 150 ve 250 ppm GA<sub>3</sub>) ile hormon ve nemli soğuklama kombinasyonlarının karanlık (20°C) ve fotoperiyodik (sırasıyla 20/10°C, 12/12s) koşullarda etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, GA<sub>3</sub> uygulamasının dormansiyi kırmada etkili olduğunu, karanlık ve fotoperiyodik koşulların her ikisinde de GA<sub>3</sub> arttıkça, çimlenmenin arttığını ve en yüksek çimlenme oranının, 250 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlara ait olduğunu tespit etmişlerdir (nemli soğuklama ile birlikte karanlık koşullar için % 64, fotoperiyodik koşullar için % 75). Bunun yanı sıra, 250 ppm GA<sub>3</sub> ile muamele edilmiş tohumlarda ortalama çimlenme süresinin de önemli derecede kısaldığını belirlemişlerdir. Skarifikasyonun çimlenmeyi kolaylaştırdığını ve en yüksek çimlenme oranının (% 78) 15 dk'lık skarifikasyon uygulanan tohumlarda meydana geldiğini ve ayrıca 90 güne kadar yapılan nemli soğuklama uygulamalarının dormansiyi kırmada etkili olmadığını rapor etmişlerdir. Bu verilerden yola çıkarak, *P. olympica* türünde fiziksel ve fizyolojik dormansinin bir kombinasyonu (PY+PD) olabileceği sonucuna varmışlardır.



Gülyüz ve ark. (2011) *Stachys germanica* L. subsp. *bithynica* (Boiss.) türünün çimlenme gereksinimlerini tespit etmek için, 15 ve 30 günlük kısa süreli nemli soğuklama, giberellik asit (GA<sub>3</sub>), kinetin (KIN) ve bu iki hormonun kombinasyonu (250 ppm GA<sub>3</sub> + 50 ppm KIN) ve kontrol grubu olarak distile suyun tohum çimlenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hormon ve nemli soğuklama uygulamalarını, hem devamlı karanlık hem de fotoperiyodik koşullarda gerçekleştirmişlerdir. Distile su ile nemli soğuklama uygulamasına maruz bırakılan tohumlarda çimlenmenin görülmediğini ve tohumların dormansiye girdiğini tespit etmişlerdir. Uygulanan hormonların dormansiyi kırmada etkili olduğu, en etkili yolun ise KIN + GA<sub>3</sub> kombinasyonu olduğu sonucuna ulaşmışlardır. 250 ppm GA<sub>3</sub> + 50 ppm KIN uygulanan tohumlarda 15 günlük nemli soğutma uygulaması sonucu % 68 (karanlık) ve % 73 (fotoperiyod) olan çimlenme sonuçlarının 30 günlük nemli soğutma uygulamasında % 95'e yükseldiğini görmüşlerdir. Tohum kabuğunun çatlaması için % 80'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile muamele edip nemli soğutma uygulamasına maruz bıraktıkları tohumlarda da çimlenme görülmemiştir. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, *Stachys germanica* L. subsp. *bithynica* (Boiss.) türünde fizyolojik dormansi olduğu sonucuna varmışlardır.

*Harpagophytum procumbens*, ağrı kesici ve iltihap sökücü olarak kullanılan tıbbi açıdan önemli bir bitkidir. Mowa ve Mass (2012) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve etkili mikroorganizma kullanımının *H. procumbens* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kontrol uygulamasında % 5,7 çimlenme gösteren *H. procumbens* tohumlarının, etkili mikroorganizma (EM) uygulaması sonucunda % 32, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulaması sonucunda ise % 17 çimlendiğini belirlemişlerdir. EM ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ün bir kombinasyonunu uyguladıklarında ise düşük çimlenme meydana gelmiştir. *H. procumbens*'in gösterdiği düşük çimlenme oranlarının testadan kaynaklı dormansiden dolayı olduğu ve çimlenmenin artırılmasında EM'in, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ten daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

*Hypericum* türleriyle ilgili yapılan literatür taramaları sonucu tıbbi özelliklere sahip *Hypericum* türlerinin üretimi ve kültüre edilmelerini sağlamak amacıyla çimlenme özelliklerini belirlemeye yönelik araştırmalar yapıldığı görülmüştür. Şimdiye kadar çalışılan türlere bakıldığında *Hypericum*'lar düşük çimlenme eğilimindedirler. Ciudad Ekoloji Parkı, Meksika (PECM)'da iki yılda veya beş yılda bir yetiştiği görülen *Hypericum philonotis* türünü araştıran Sanchez-Coronado ve ark. (2015), *H. philonotis*

türünün alan koşullarında uzun zaman aralıklarıyla görülmesinin sebebini anlamak ve türün dormansi çeşidini ve çimlenme ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla çimlenme özelliklerini çalışmışlardır. Işık, sabit (5, 35°C) ve alternatif (25/35°C, 18/6 Saat) sıcaklık, nemli soğuklama, skarifikasyon (HCl) ve giberellinin (GA<sub>3</sub>) tohum çimlenmesi ve dormansinin kırılması üzerine etkilerini incelemişlerdir. *H. philonotis*'in doğal alanda seyrek aralıklarla görülmesinin kompleks bir dormansiden kaynaklandığını ve tohumların fizyolojik dormansi sergilediğini, tohumlardaki kalın tohum kabuğunun, fizyolojik olarak olgun tohumun çimlenmesinin önünde engel oluşturabileceğini ve GA<sub>3</sub>'in embriyonun büyüme potansiyelini artırmasının yanı sıra tohum kabuğunun kısıtlayıcı etkisini azalttığını da tespit etmişlerdir. Işık ve yüksek alternatif sıcaklık rejiminin tohumların başarılı bir şekilde çimlenebilmesi için gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Türün uzun aralıklarla alanda çimlenmesinin, çimlenmenin önündeki engellerin yavaş elimine edilmesi nedeniyle olabileceği yorumunda bulunmuşlardır.

Camas ve Çalışkan (2011) Türkiye endemiği türlerden biri olan *Hypericum leptophyllum*'un ex-situ korunmasında kullanılmak amacıyla mevcut çimlenme protokollerini belirlemek için bazı ön-ıslatma uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Tohumları petri kaplarına ekmeden önce, 50, 100, 150 ppm GA<sub>3</sub> çözeltisinde, % 0.5, 1, 1.5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisinde, 150 ppm GA<sub>3</sub> + % 0.5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisinde, musluk suyunda ve 40, 50, 60 °C sıcak suda 30 dakika bekletmişler ve ışığın çimlenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla, tohumları büyüme kabinde 20°C'de devamlı aydınlık ve devamlı karanlık koşulların her ikisinde de inkübe etmişlerdir. Araştırma sonuçlarını değerlendirdiklerinde, genelde tüm uygulamalar için tohum çimlenme oranları düşük olmakla birlikte, karanlık koşullar altında çimlenmenin olmadığını, ışıklı koşullar altında ise çimlenmenin en yüksek olduğu uygulamanın, 150 ppm GA<sub>3</sub> + % 0,5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (% 25,6) olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak tohumların kombinasyonel dormansiye sahip olduğunu ve çimlenebilmek için ışığa ihtiyaç duyduklarını rapor etmişlerdir.

Çırak ve ark. (2007) Türkiye'nin kuru taşlık, kayalık ve kalkerli bölgelerinde büyüyen ve endemik *Hypericum* türlerinden biri olan *H. aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* tohumlarının çimlenme gereksinimlerini belirlemek amacıyla bazı ön-ıslatma

uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. Tohumları petri kaplarına ekmeden önce 30 dakika boyunca GA<sub>3</sub> solüsyonunda (50, 100, 150 ppm), musluk suyunda ve sıcak suda (40, 50, 60°C) bekletmişlerdir. Çimlenme üzerine ışığın etkisini anlayabilmek için, uygulamaları devamlı aydınlık ve devamlı karanlık koşulların her ikisi altında yürütmüşler ve ışığın, *H. aviculariifolium* tohumlarının çimlenmesinde en etkili faktör olduğunu görmüşlerdir. Işık, musluk suyu ve 50 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarının çimlenmeyi artırdığını fakat genel olarak çimlenme oranlarının düşük olduğunu tespit etmişlerdir. En yüksek çimlenmenin musluk suyu uygulamasında görülmesi (% 18) üzerine dormansinin tohum kabuğundaki kimyasal bir inhibitörden kaynaklandığı sonucuna ulaşmışlardır.

Mendoza-Urbina ve ark. (2012) Güneydoğu Meksika'da yetişen ve geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan *Hypericum silenoides* türünün tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin artırılabilmesi için farklı skarifikasyon uygulamalarının etkilerini incelemişlerdir. 50, 100, 150 mg/lt GA<sub>3</sub> solüsyonunda, % 0.5, 1, 1.5'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solüsyonunda, % 1, 2, 3'lük Ca(ClO)<sub>2</sub> solüsyonunda ve 40, 50 ve 60°C sıcak suda 30 dakika boyunca bekletilen tohumları, daha sonra 20°C'de (16 saat fotoperiyod / 8 saat karanlık ) inkübe etmişler ve skarifikasyon uygulamaları sonucunda, *H. silenoides* tohumlarında dormansinin kırıldığını ve çimlenmenin önemli derece arttığını görmüşlerdir. Ca(ClO)<sub>2</sub> uygulanan tohumlarda % 100 çimlenme meydana gelirken, % 1,5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulaması sonucu % 98 çimlenmenin sağlandığı, 100 mg/l GA<sub>3</sub> çözeltisine maruz kalan tohumlarda ise % 86 çimlenmenin meydana geldiğini tespit etmişlerdir. 40 ve 50 °C sıcak suda beklettikleri tohumların çimlenmesi artarken 60 °C sıcak suda beklettikleri tohumlarda çimlenmenin meydana gelmediğini görmüşlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak *H. silenoides* tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin iyileştirilebilmesi için en etkili yöntemin Ca(ClO)<sub>2</sub> uygulaması olduğu sonucuna varmışlardır.

*Hypericum perforatum*, çeşitli sekonder metabolit bileşenleri nedeniyle farmakolojik endüstride kullanılan ve dünya genelinde ekonomik değere sahip bitkilerden biridir. Fakat tohum kabuğunda biriken kimyasal maddelerden kaynaklanan eksojen dormansi ve ışık yokluğundan kaynaklanan endojen dormansinin her ikisi nedeniyle *H.*

*perforatum* tohumlarının düşük çimlenme potansiyeline sahip olduğu daha önce yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Çırak ve ark. (2004) *H. perforatum* tohumlarının çimlenmesi üzerine ışık şiddetinin etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Kimyasal inhibitörlerden arındırılmak için musluk suyu altında yıkadıkları tohumları, daha sonra 6, 12, 18 ve 24 saatlik periyotlar için 0, 600, 1200, 1800 ve 2400 lux beyaz ışık şiddetine maruz bırakılmışlar ve günde 6 saat dışındaki, diğer ışığa maruz kalma sürelerinde 2102.5 lux ışık şiddetinin, endojen dormansinin kırılması için etkili yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Tohumlarda dormansi ve çimlenme özellikleri pek çok faktöre bağlı olarak türler arasında farklılık gösterebilir. Bu farkların bilinmesi, bitki evrimi ve çevresel değişimlere adaptasyonun anlaşılabilmesi açısından önemlidir. Carta ve ark. (2015) geniş bir dağılım aralığına sahip olduğu için seçtikleri *Hypericum elodes* türüne ait tohumlarda, tohumun dormansi ve çimlenme davranışları üzerine populasyonun genetik çeşitliliğinin ve iklimin ilişkisini araştırmışlardır. Beş populasyondan topladıkları tohumların dormansi seviyesindeki tür içi varyasyonların ve dormansi kırıcı faktörlerin, populasyonların bölgesel iklimiyle veya genetik çeşitliliği ile açıklanabileceği yönünde çalışmalarını yürütmüşlerdir. Taze tohumlarda ve soğuk stratifikasyonun farklı periyotlarından sonra tohumlarda çimlenme yanıtlarını ölçmüş ve çimlenmeyi teşvik eden en önemli faktörün soğuk stratifikasyon uygulaması olduğunu, en yüksek çimlenmenin ışıklı koşullarda ve 20-25°C'lik bir sıcaklık ortalamasında meydana geldiğini görmüşlerdir. *H. elodes* türüne ait beş populasyon arasında tohumların çimlenme gereksinimlerinin benzer olduğu fakat primer dormansi seviyesinin farklılık gösterdiğini tespit etmiş ve primer dormansi seviyesinde populasyonlar arasındaki bu farklılığın populasyonun genetik çeşitliliğinden değil bölgesel iklimden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, tohumun olgunlaştığı çevrenin, *H. elodes* tohumlarında dormansi seviyesindeki farklılığı açıklamada önemli rol oynayabileceği ve fizyolojik dormansinin bölgesel iklime göre ayarlanabileceği sonucuna varmışlardır.

Carta ve ark. (2015) *Hypericum elodes* türüne ait tohum gruplarına farklı çiftleşme stratejileri uygulayarak, türün primer dormansisi üzerine üreme sisteminin etkilerini

incelemişlerdir. Çapraz tozlaşma ve aynı soydan üremenin dezavantajlarının giderildiği öz-tozlaşma, evrimsel açıdan istikrarlı iki üreme sistemi olarak kabul edilir (Londe ve Schemske 1985). Bu iki sisteme ilaveten öz ve çapraz fertilizasyonun bir karışımı olan üçüncü bir üreme tipi de mevcuttur. Karışık üreme modelinin ve dormansi seviyesindeki varyasyonların çalışılması için iyi bir model olduğu için *H. elodes* türüyle çalışan araştırmacılar, ardışık üç yıl boyunca doğal bir populasyonda dış müdahale ile gerçekleştirilen tozlaşma uygulamaları sonucu elde edilen tohumlarda fizyolojik dormansiyle karşılaşmış fakat farklı deneysel tozlaşma uygulamaları sonucunda dormansi seviyesinin değiştiğini görmüşlerdir. Farklı bireylerle tozlaşan çiçeklerden elde edilen tohumlar güçlü dormansi sergilerken, kendi kendine tozlaşan çiçeklerin tohumlarında zayıf ve hızla kaybolan primer dormansi olduğunu görmüşler ve tozlaşma uygulamaları ve primer dormansi arasındaki ilişkinin, üreme sisteminin dormansi seviyesi için farklı bir kaynak olarak ele alınabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Miransari ve Smith (2014) tohum çimlenmesi ve dormansisi ile ilgili en son bulguları derleyerek bitki hormonlarının önemini ve çimlenme üzerine yapılan moleküler çalışmaları değerlendirmişlerdir. Tohumlarda çimlenme ve dormansi mekanizmalarının, bitki hormonları tarafından kontrol edildiğini, bitki hormonlarının tohum çimlenmesini olumlu ve olumsuz yönde etkileyebileceğini ve her bir hormonun birbiriyle ilişkili olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca, bitki hormonları ve bitki genleri arasındaki ilişkinin tohum çimlenmesi üzerindeki etkisine değinmiş ve bitki hormonlarının aktivitesinin, farklı seviyelerdeki gen ekspresyonu tarafından kontrol edildiğine, bazı bitki genlerinin bitki hormonlarının aktivitesi için gerekliken bazı bitki genlerininse bitki hormonları tarafından kontrol edildiğine dikkat çekmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Uludağ, Anadolu yarımadasının kuzey-batı bölgesi ve Trakya dahil Marmara bölgesindeki en yüksek dağdır. Dağın iklimi yükseklikle birlikte değişir ve bu da biyolojik çeşitliliğin yüksek olmasına sebep olur. Yüksek bitki çeşitliliği nedeniyle Uludağ Türkiye'deki en önemli bitki alanlarından birisidir (Güleryüz ve ark. 2005). *Hypericum adenotrichum* 800 ile 2300m arasındaki rakımlarda kurak otlak alan ve taşlık alanlarda gelişen endemik bir türdür. Gövdeleri 1-32cm boyunda, dik, sürünücü veya nadiren yatıktır. Yapraklar dikdörtgensel veya ters mızraksı ila şeritsi, koyu salgılı saçaksız tüylüdür. Taç yaprakları birkaç tane salgılı, silli ve uca yakın birkaç yüzeysel siyah noktalıdır. Meyve kapsül şeklindedir (Davis 1967). *H. adenotrichum* kasılmaya karşı (antispasmodik), antiseptik ve antikanser özelliktedir ve yanık gibi cilt rahatsızlıklarını tedaviye yönelik uzun yıllar geleneksel olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. *Hypericum adenotrichum* (Foto: G. Güleryüz)

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Çimlenme Testleri

*Hypericum adenotrichum* türüne ait olgun tohumlar, 2013 yılının Ağustos ayı boyunca Uludağ'ın alpin kuşağında yayılış gösteren popülasyonlardan toplanmış ve her bir öbekten ortalama 1-2 dal bitki örneği alınmıştır. Toplanan bitki örnekleri laboratuvar ortamında oda sıcaklığında bir hafta kurutulduktan sonra temizlenerek tohumlar ayıklanmıştır. Tohumların bir kısmı 3, 9 ve 12 ay süresince kuru koşullarda bekletilmek üzere kese kağıtları içerisinde depolanmıştır. Kuru ortamda depolanan tohumlar GA<sub>3</sub>'siz kontrol grubu (steril saf su) ve üç farklı GA<sub>3</sub> konsantrasyonunda (250, 500, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) test edilmiştir. Nemli soğuk uygulama için tohumlar buzdolabında nemli ve soğuk (+4°C) koşullar altında 3, 6, 9 ve 12 ay süresince bekletilmiştir. Türün dağılımı ve habitatına dair mevcut bilgilerimize dayanarak ekolojik açıdan anlamsız olacağı için sıcak stratifikasyon uygulaması yapılmamıştır. Çimlenme deneyleri için steril plastik 9mm petri kapları kullanılmıştır. Tohumlar, tohum yüzeyinin steril edilmesi için 4 dakika %5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisinde bekletilmiş ve daha sonra musluk suyu ile durulanmıştır. Her bir uygulama için petri kaplarında 25'er tohum kullanılmış ve deneyler beş tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Tohumlar, sıcaklığın çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla üç farklı sıcaklık değerine, 15/10°C, 20/10°C ve 25/15°C ve ışığın çimlenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla da fotoperiyodik ve karanlık koşullara maruz bırakılmıştır. Karanlık uygulamalar için petri kapları alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Karanlık koşullarda inkübe edilen tohumların çimlenip çimlenmediği ışığı azaltılmış laboratuvar koşullarında kontrol edilmiştir. Tohumlar 60 gün süreyle haftada ortalama iki gün kontrol edilmiş ve çimlenen tohumlar petri kabından çıkarılmıştır. Kök oluşumu çimlenme için önemli bir kriterdir ve testadan kökçük çıktığında tohumlar çimlendi olarak kabul edilmiştir. Çimlenme süresini belirlemek amacıyla, çimlenen tohum sayıları kullanılarak ortalama çimlenme süresi (MGT) hesaplanmıştır. Her uygulamada altmış günlük inkübasyon periyodu sonunda çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleri hesaplanmıştır. Skarifikasyon uygulaması için tohumlar %80'lik sülfirik asitte 5, 10 ve 15 dakika bekletilip ardından bol musluk suyu altında durulanmıştır. Ayrıca skarifikasyon uygulaması için tohumlar

zımparalanmıştır. Sülfirik asitte bekletilen ve zımparalanan tohumlar, üç farklı sıcaklık değerinde (15/10°C, 20/10°C ve 25/15°C) ve üç farklı hormon konsantrasyonunda (GA<sub>3</sub>'siz kontrol grubu, 250, 500, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) fotoperiyodik ve karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Tohum kabuğu etrafında birikmiş kimyasal maddelerden arındırmak amacıyla bir saat boyunca akan musluk suyu altında bekletilen tohumlar, üç farklı hormon konsantrasyonunda (GA<sub>3</sub>'siz kontrol grubu, 250, 500, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) ve üç farklı sıcaklık rejiminde (15/10°C, 20/10°C ve 25/15°C), fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında inkübe edilmiştir.

### 3.2.2. Uygulanan İstatistik Analizler

Tohum çimlenme oranı (%), çimlenme testlerinde petri başına kullanılan toplam tohum üzerinden çimlenen tohumların yüzdesi şeklinde hesaplanmış ve hesap makinesi ile arcsine dönüştürülmüştür. Ortalama çimlenme süreleri (OÇS) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$OÇS = \sum f_i \cdot n_i / N$$

f<sub>i</sub>: gün

n<sub>i</sub>: her bir gün için çimlenen tohum sayısı

N: çimlenen tohumların toplam sayısı

Kuru depolama ve skarifikasyon (asitte bekletme) uygulamaları sonucu çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi ile ilgili elde edilen veriler üç-yönlü varyans analizi (3-way ANOVA) ile, nemli soğuk uygulama, musluk suyunda bekletme ve skarifikasyon (zımparalama) uygulamaları sonucu çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi ile ilgili elde edilen veriler ise iki-yönlü varyans analizi (2-way ANOVA) ile test edilmiştir. Tüm istatistik testleri SPSS programı (standart versiyon 13.0) ile  $\alpha$ ; 0,05 anlamlılık düzeyinde sınanmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Kuru Depolamanın Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi

Uludağ'ın alpin kuşağından toplanan *Hypericum adenotrichum* türüne ait olgun tohumların bir kısmı, temizlendikten sonra laboratuarda kuru ortamda kese kağıtları içerisinde depolanmıştır. Kuru ortamda 3, 9 ve 12 aylık depolama sonrasında ekimi yapıp, çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleri ile ilgili veriler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi açısından uygulanan hormon konsantrasyonları, sıcaklık periyotları ve kuru depolama süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ( $p < 0,05$ ) olup olmadığı Çizelge 4.1'de verilmiştir. Karanlık koşullarda ortalama çimlenme süresi üzerine, kuru depolama süresi, sıcaklık ve hormon uygulamalarının ortak etkisi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı fakat diğer tüm faktörler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Kuru ortamda 3 ay depolandıktan sonra ekimi yapılan tohumların hormon uygulanmamış kontrol serilerinde çimlenme yüzdeleri oldukça düşük olmakla birlikte en yüksek çimlenme oranı % 7,6 (karanlık koşullarda, 15/10°C)'dir. 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış tohum serilerinde ise en yüksek çimlenme oranı fotoperiyodik koşullarda % 68,6 (20/10°C, 250 ppm GA<sub>3</sub>) iken, karanlık koşullarda % 74,8 (25/15°C, 500 ppm GA<sub>3</sub>)'dir. En düşük ortalama çimlenme süresi, fotoperiyodik koşullarda 23,6 gün (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>), karanlık koşullarda ise 18,5 gündür (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) (Şekil 4.1).

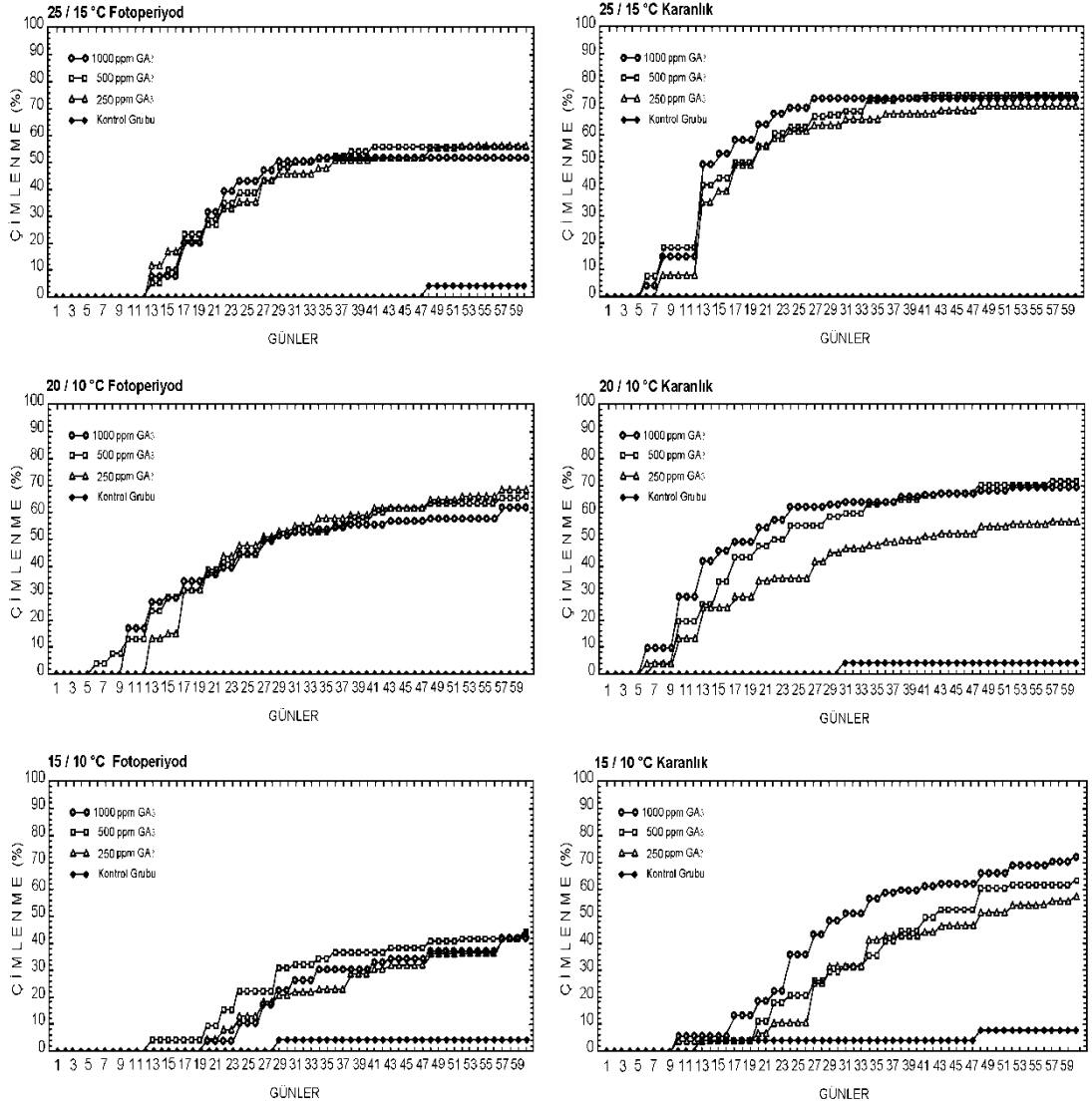
Çizelge 4.1. Kuru depolama süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için üç-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0.05)

Faktör	Çimlenme (%)			Ortalama Çimlenme Süresi		
	df	F	Sig.	Df	F	Sig.
<b>FOTOPERİYOD</b>						
Süre	4	408,232	0,000	4	126,755	0,000
Sıcaklık	2	26,694	0,000	2	37,224	0,000
Hormon	3	331,065	0,000	3	137,054	0,000
Süre×Sıcaklık	8	6,729	0,000	8	6,949	0,000
Süre×Hormon	12	45,730	0,000	12	12,992	0,000
Sıcaklık×Hormon	6	5,286	0,000	6	6,342	0,000
Süre×Sıcaklık×Hormon	24	2,461	0,000	24	2,033	0,004
Error	240			240		
<b>KARANLIK</b>						
Süre	4	597,707	0,000	4	110,074	0,000
Sıcaklık	2	19,44	0,000	2	81,553	0,000
Hormon	3	486,028	0,000	3	94,772	0,000
Süre×Sıcaklık	8	13,027	0,000	8	9,868	0,000
Süre×Hormon	12	71,305	0,000	12	11,444	0,000
Sıcaklık×Hormon	6	4,643	0,000	6	3,830	0,001
Süre×Sıcaklık×Hormon	24	2,697	0,000	24	0,907	0,592
Error	240			240		

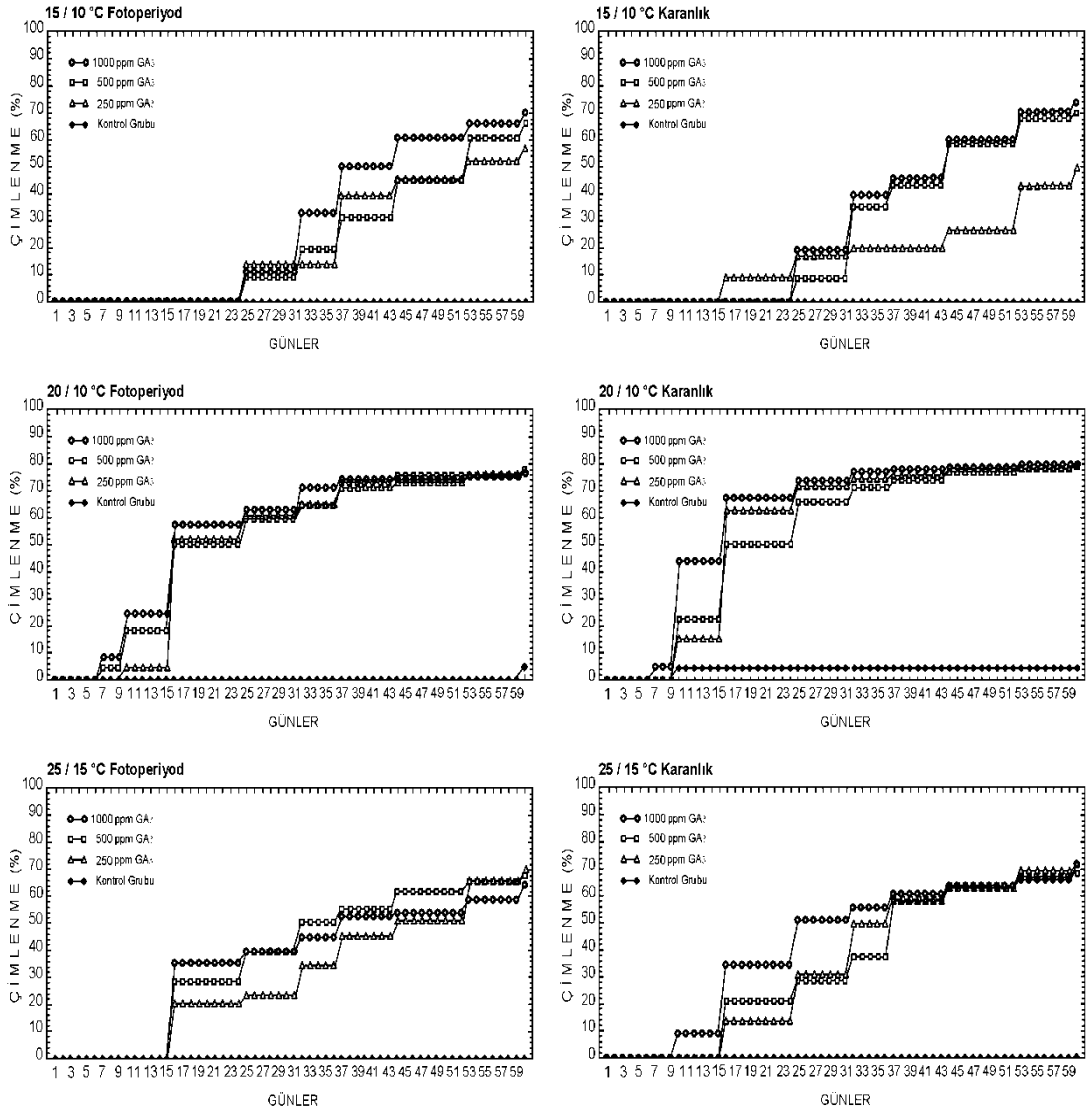
Kuru ortamda 9 ay depolanan tohumların hormon uygulanmamış kontrol serilerinde genel olarak ya çimlenme görülmemiştir veya çok düşüktür, en yüksek çimlenme oranı % 4,4 (fotoperiyodik ve karanlık koşullarda 20/10°C)'tür. Hormon uygulanan serilerde en yüksek çimlenme oranları, fotoperiyodik koşullarda 20/10°C'de inkübe edilen ve 500 ppm GA<sub>3</sub>'e maruz bırakılan tohumlarda % 78 iken karanlık koşullarda 20/10°C'de inkübe edilen ve 500 ppm GA<sub>3</sub>'e maruz bırakılan tohumlarda % 79,4'tür. En düşük ortalama çimlenme süresi ise fotoperiyodik koşullarda 20/10°C'de 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda 24 gün iken, karanlık koşullarda 20/10°C'de 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda 20,2 gündür (Şekil 4.2).

Kuru ortamda 12 ay depolanan tohumların hormon uygulanmamış kontrol serilerinde en yüksek çimlenme oranı % 10,6 (fotoperiyodik koşullarda 15/10°C) olmakla birlikte genellikle çimlenme oranları düşüktür. Hormon uygulanan serilerde en yüksek çimlenme oranı fotoperiyodik koşullarda % 71,4 (20/10°C, 500 ppm GA<sub>3</sub>), karanlık koşullarda % 72,6 (20/10°C, 250 ppm GA<sub>3</sub>)'dır. En düşük ortalama çimlenme süresi ise fotoperiyodik koşullarda 25/15°C'de 500 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda 19,2 gün iken, karanlık koşullarda 25/15°C'de 500 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda 19,6 gündür (Şekil 4.3).

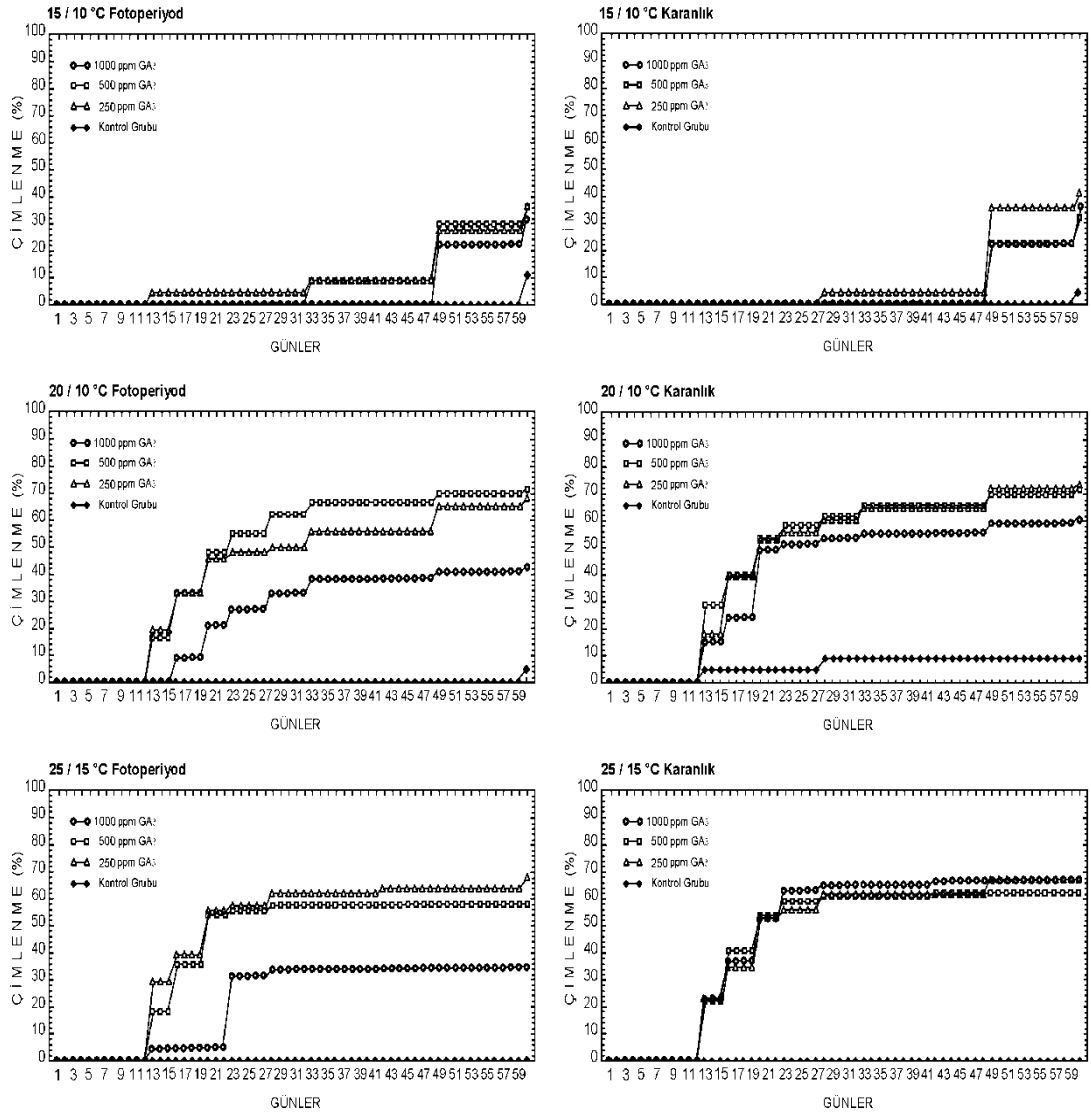




Şekil 4.1. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda 3 aylık kuru depolama ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri



Şekil 4.2. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda 9 aylık kuru depolama ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri



Şekil 4.3. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda 12 aylık kuru depolama ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri

Çizelge 4.2. Kuru depolama süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi

Kuru Depo Süresi	Sıcaklık	Hormon	FOTOPERİYOD		KARANLIK	
			Çim. % ±	OÇS ±	Çim. % ±	OÇS ±
			Std.Sapma	Std.Sapma	Std.Sapma	Std.Sapma
Kontrol	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	20/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	25/15°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
3Aylık Kuru Depo	15/10°C	Kontrol	3,8 ± 8,4	2,2 ± 4,9	7,6 ± 10,4	10,8 ± 20,9
		250 ppm GA <sub>3</sub>	43,0 ± 12,8	41,6 ± 7,2	57,2 ± 6,0	38,7 ± 6,7
		500 ppm GA <sub>3</sub>	44,2 ± 4,5	34,2 ± 6,3	63,4 ± 4,8	39,4 ± 2,4
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	42,0 ± 8,8	39,3 ± 4,2	71,6 ± 3,28	35,9 ± 1,7
	20/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,8 ± 8,4	2,0 ± 4,4
		250 ppm GA <sub>3</sub>	68,6 ± 6,5	31,3 ± 3,3	56,4 ± 11,1	28,4 ± 5,5
		500 ppm GA <sub>3</sub>	65,6 ± 6,7	29,9 ± 5,2	72,0 ± 4,8	27,9 ± 3,7
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	61,4 ± 5,9	28,8 ± 4,8	69,4 ± 5,5	22,4 ± 2,8
	25/15°C	Kontrol	3,8 ± 8,4	9,6 ± 21,4	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	56,2 ± 9,5	29,2 ± 3,0	71,0 ± 5,7	23,0 ± 3,4
		500 ppm GA <sub>3</sub>	56,0 ± 9,0	26,1 ± 1,9	74,8 ± 9,2	20,1 ± 2,1
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	51,4 ± 6,6	23,6 ± 3,4	74,2 ± 6,3	18,5 ± 2,4

Çizelge 4.2'nin devamı

9Aylık Kuru Depo	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	56,6 ± 13,3	43,5 ± 5,8	49,6 ± 9,4	47,5 ± 5,8
		500 ppm GA <sub>3</sub>	66,2 ± 7,6	48,0 ± 3,6	70,0 ± 4,4	43,8 ± 1,6
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	69,6 ± 4,6	42,8 ± 2,5	73,6 ± 4,5	42,7 ± 5,0
	20/10°C	Kontrol	4,4 ± 9,8	12,0 ± 26,8	4,4 ± 9,83	2,0 ± 4,4
		250 ppm GA <sub>3</sub>	76,8 ± 8,7	27,3 ± 8,5	79,0 ± 4,0	23,6 ± 2,1
		500 ppm GA <sub>3</sub>	78,0 ± 4,6	27,9 ± 5,5	79,4 ± 2,3	26,6 ± 5,4
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	76,2 ± 7,4	24,0 ± 4,2	79,4 ± 2,5	20,2 ± 2,4
	25/15°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
250 ppm GA <sub>3</sub>		70,6 ± 10,4	43,8 ± 3,6	71,8 ± 12,9	38,7 ± 5,8	
500 ppm GA <sub>3</sub>		67,2 ± 2,0	35,4 ± 2,8	68,0 ± 10,4	36,4 ± 3,3	
1000 ppm GA <sub>3</sub>		64,2 ± 7,9	36,3 ± 3,9	71,6 ± 3,6	33,5 ± 06,7	
12Aylık Kuru Depo	15/10°C	Kontrol	10,6 ± 14,8	0,0 ± 0,0	4,4 ± 9,8	12,0 ± 26,8
		250 ppm GA <sub>3</sub>	36,0 ± 9,8	50,3 ± 7,0	42,0 ± 12,2	50,9 ± 2,2
		500 ppm GA <sub>3</sub>	36,2 ± 13,0	49,7 ± 1,8	33,0 ± 15,1	53,3 ± 5,2
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	31,6 ± 7,4	50,7 ± 8,0	37,2 ± 10,4	54,8 ± 4,1
	20/10°C	Kontrol	4,4 ± 9,8	0,0 ± 0,0	8,8 ± 12,0	8,2 ± 12,4
		250 ppm GA <sub>3</sub>	68,4 ± 7,5	32,7 ± 5,0	72,6 ± 4,3	28,6 ± 3,7
		500 ppm GA <sub>3</sub>	71,4 ± 3,7	27,6 ± 1,9	71,0 ± 6,6	26,6 ± 4,2
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	42,4 ± 25,4	24,4 ± 15,3	59,8 ± 5,8	25,5 ± 1,1
	25/15°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	67,8 ± 4,3	26,4 ± 4,0	67,2 ± 7,1	27,5 ± 4,9
		500 ppm GA <sub>3</sub>	57,8 ± 11,3	19,2 ± 1,4	61,8 ± 11,9	19,6 ± 2,8
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	33,6 ± 16,8	23,1 ± 0,2	66,0 ± 7,2	20,5 ± 2,7



## 4.2. Nemli Soğuk Uygulamanın Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi

Uludağ'ın alpin kuşağından toplandıktan sonra laboratuarda temizlenip ekimi yapılan tohumların bir kısmı buzdolabında nemli koşullarda +4°C'de 3, 6, 9 ve 12 ay boyunca bekletildikten sonra üç farklı sıcaklık rejiminde fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında inkübe edilmiştir. Nemli soğuk uygulamaya maruz bırakılan ve farklı sıcaklık rejimlerinde inkübe edilen tohumların çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleri ile ilgili veriler Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi açısından sıcaklık periyotları ve stratifikasyon süresi arasındaki farkın ( $p < 0,05$ ) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Çizelge 4.3'de verilmiştir. Buna göre, fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisinde de çimlenme yüzdesi açısından stratifikasyon süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ( $p < 0,05$ ) olduğu görülürken sıcaklık rejimleri arasında ve sıcaklıkla stratifikasyon süresinin ortak etkisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ( $p < 0,05$ ) bulunamamıştır. Ortalama çimlenme süresi açısından, fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında stratifikasyon süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3. Soğuk uygulama süresi ve sıcaklık faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için iki-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0,05)

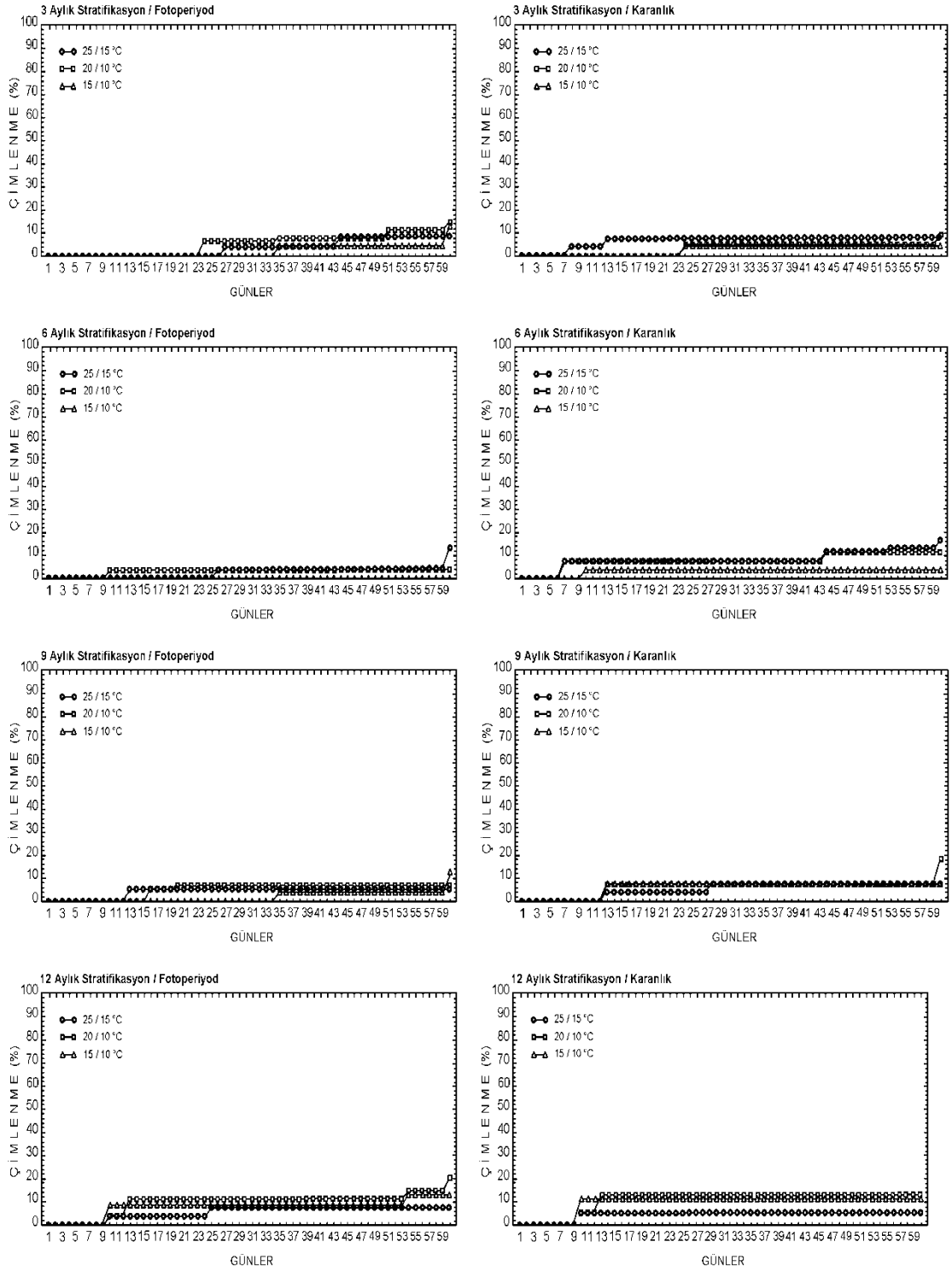
Faktör	Çimlenme (%)			Ortalama Çimlenme Süresi		
	Df	F	Sig.	Df	F	Sig.
<b>FOTOPERİYOD</b>						
Süre	4	3,595	0,011	4	5,277	0,001
Sıcaklık	2	0,631	0,536	2	0,087	0,917
Süre × Sıcaklık	8	0,949	0,484	8	2,131	0,046
Error	60			60		
<b>KARANLIK</b>						
Süre	4	3,482	0,013	4	3,366	0,015
Sıcaklık	2	1,174	0,316	2	1,472	0,238
Süre × Sıcaklık	8	0,871	0,546	8	1,479	0,184
Error	60			60		

Nemli soğuşa 3 ay maruz bırakılan tohumlarda en yüksek çimlenme oranı fotoperiyodik koşullarda 20/10°C'de % 15,2 iken karanlık koşullarda 20/10°C'de % 9,2'dir. En düşük ortalama çimlenme süresi ise fotoperiyodik koşullar için 14,2 gün (25/15°C), karanlık koşullar için 4,2 gündür (25/15°C).

Nemli soğuşa 6 ay maruz bırakılan tohumlarda en yüksek çimlenme oranı fotoperiyodik koşullarda 25/15°C'de % 14,2, karanlık koşullarda 25/15°C'de ise % 16,8'dir. En düşük ortalama çimlenme süresi, fotoperiyodik (20/10°C) ve karanlık (15/10°C) koşulların her ikisinde de 2 gün olmakla birlikte bu uygulamalarda çimlenme yüzdeleri düşüktür.

Nemli soğukta 9 ay bekletildikten sonra inkübe edilen tohumlarda en yüksek çimlenme oranları, fotoperiyodik koşullarda % 6,6, karanlık koşullarda % 18,4 olmak üzere 20/10°C sıcaklık rejiminde görülmüştür. En düşük ortalama çimlenme süresi fotoperiyodik koşullar için 25/15°C'de 2,6 gün iken, karanlık koşullar için 25/15°C'de 8,2 gündür.

Nemli soğuşa 12 ay maruz kalan ve fotoperiyodik koşullarda 20/10°C'de inkübe edilen tohumların % 18, karanlık koşullarda 25/15°C'de inkübe edilen tohumlarınsa % 15,4 çimlendiği görülmüştür. Fotoperiyodik koşullarda en düşük ortalama çimlenme süresi 20/10°C'de inkübe edilen tohumlar için 7,2 gün, karanlık koşullarda 25/15°C'de inkübe edilen tohumlar için ise 2 gündür (Şekil 4.4)



Şekil 4.4. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda 3, 6, 9 ve 12 aylık stratifikasyon uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri

Çizelge 4.4. Soğuk uygulama süresi ve sıcaklık faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi

Stratifikasyon Süresi	Sıcaklık	FOTOPERİYOD		KARANLIK	
		Çim. % ± Std.Sapma	OÇS ± Std.Sapma	Çim. % ± Std.Sapma	OÇS ± Std.Sapma
Kontrol	15/10°C	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	20/10°C	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	25/15°C	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
3 Aylık Stratifikasyon	15/10°C	13,0 ± 12,3	33,5 ± 31,0	3,8 ± 8,4	4,8 ± 10,7
	20/10°C	15,2 ± 15,8	27,5 ± 27,9	9,2 ± 12,9	16,8 ± 26,2
	25/15°C	7,6 ± 10,4	14,2 ± 20,3	7,6 ± 10,4	4,2 ± 6,0
6 Aylık Stratifikasyon	15/10°C	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,8 ± 8,4	2,0 ± 4,4
	20/10°C	3,8 ± 8,4	2,0 ± 4,4	11,4 ± 10,4	11,6 ± 18,4
	25/15°C	14,2 ± 14,1	34,0 ± 31,3	16,8 ± 10,0	28,2 ± 25,0
9 Aylık Stratifikasyon	15/10°C	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	11,4 ± 10,4	16,8 ± 23,9
	20/10°C	6,6 ± 14,7	3,4 ± 7,7	18,4 ± 11,0	28,4 ± 27,5
	25/15°C	5,4 ± 12,0	2,6 ± 5,8	07,6 ± 10,4	8,2 ± 12,4
12 Aylık Stratifikasyon	15/10°C	13,0 ± 12,3	14,8 ± 22,4	11,4 ± 16,9	4,0 ± 5,4
	20/10°C	18,0 ± 20,8	18,0 ± 20,8	13,0 ± 12,3	7,2 ± 6,6
	25/15°C	7,6 ± 10,4	7,2 ± 11,3	15,4 ± 12,0	2,0 ± 4,4

### 4.3. Skarifikasyonun Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi

#### 4.3.1. Asitte Bekletme (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Sert ve geçirgen olmayan tohum kabuğuna sahip tohumlar 5, 10, 15 dakika H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 'te (% 80 derişik) bekletildikten sonra musluk suyu altında durulanmış ve petri kaplarına ekimi yapılmıştır. Fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında üç farklı sıcaklık rejimine (15/10, 20/10, 25/15°C) ve üç farklı hormon konsantrasyonuna (250, 500, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) maruz bırakılan tohumların çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleriyle ilgili veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi açısından asitte bekleme süresi, sıcaklık periyotları ve hormon konsantrasyonları arasındaki farkın (p<0,05) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi açısından fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi için de asitte bekletme süresi arasında, sıcaklık rejimleri arasında ve hormon konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark (p<0,05) olduğu bulunmuştur. Fakat asitte bekletme süresi, sıcaklık ve hormonun ortak etkisi açısından genellikle istatistiksel olarak anlamlı fark (p<0,05) olmadığı görülmüştür.

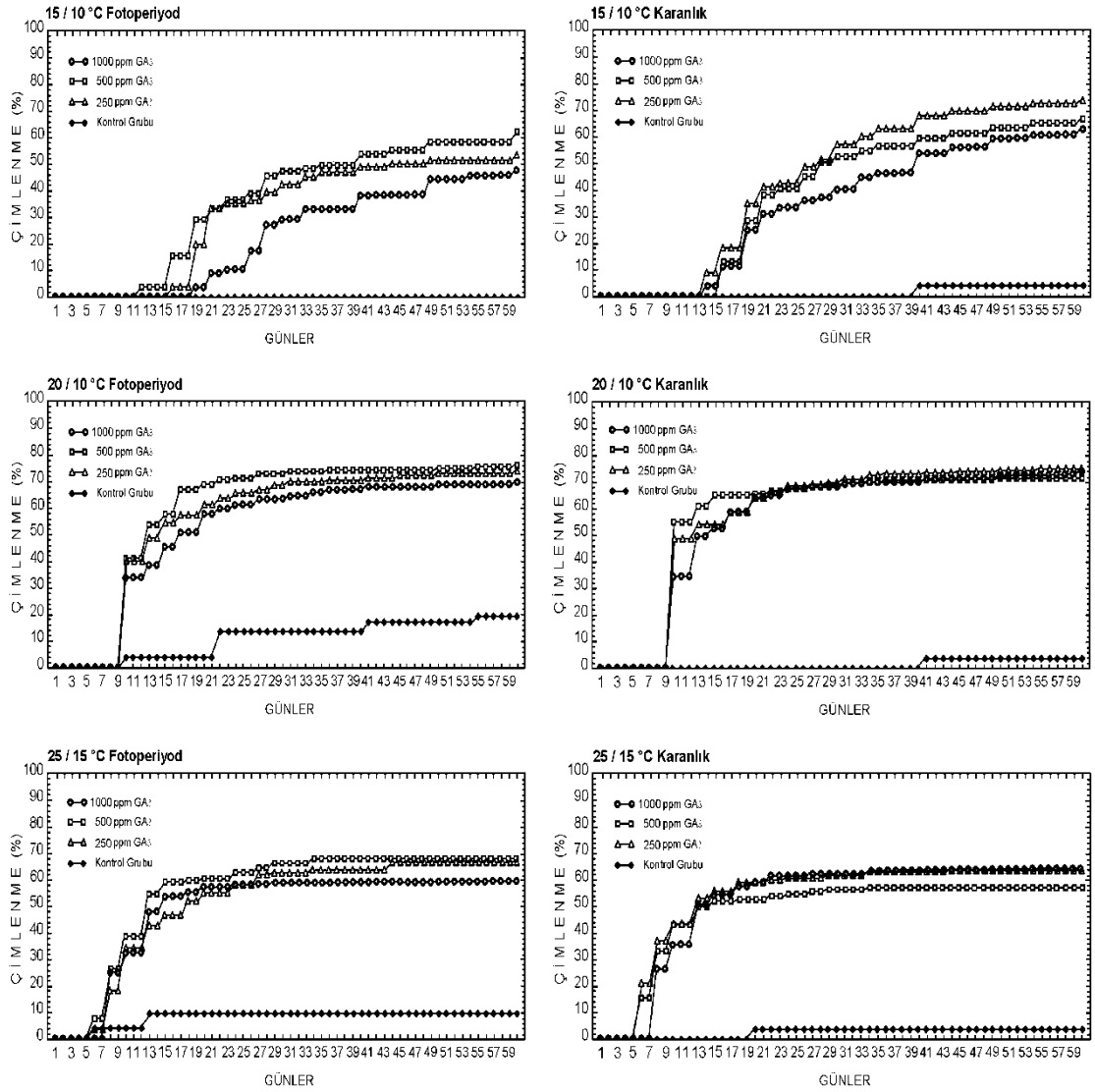
Asitle 5 dakika muamele edilen tohumların hormon uygulanmamış kontrol serilerinde en yüksek çimlenme oranı % 18,4 (fotoperiyodik koşullarda 20/10°C) iken, hormon uygulanmış serilerde en yüksek çimlenme oranları fotoperiyodik koşullarda % 76 (20/10°C, 500 ppm GA<sub>3</sub>), karanlık koşullarda ise % 74,8 (20/10°C, 250 ppm GA<sub>3</sub>)'dir. En düşük ortalama çimlenme süresinin fotoperiyodik koşullarda 13,5 gün (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) iken, karanlık koşullarda 18,5 gün (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) olduğu görülmüştür (Şekil 4.5).

Asitle 10 dakika muamele edilen tohumların hormon uygulanmamış kontrol serilerinde en yüksek çimlenme oranları fotoperiyodik koşullarda % 14,6 (25/15°C) iken, karanlık koşullarda % 12 (15/10°C)'dir. Hormon uygulanan serilerde ise en yüksek çimlenme oranları 20/10°C'de inkübe edilen ve 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda görülmüştür, fotoperiyodik koşullarda % 79, karanlık koşullarda % 74,4'tür (Şekil 4.6).

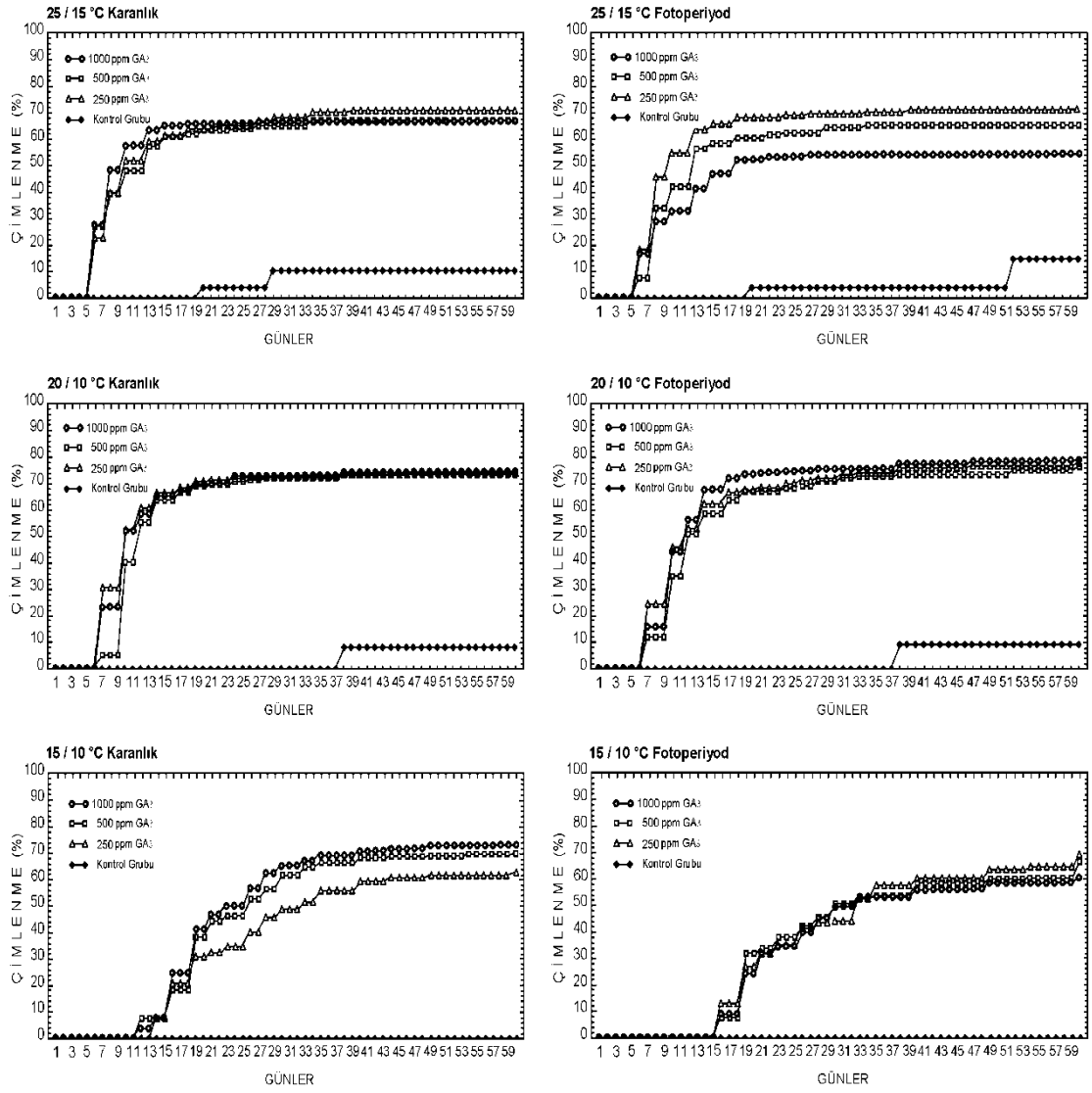
Çizelge 4.5. Asitte bekletme süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için üç-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0.05)

Faktör	Çimlenme (%)			Ortalama Süresi		Çimlenme Sig.
	df	F	Sig.	Df	F	
<b>FOTOPERİYOD</b>						
Süre	3	515,202	0,000	3	116,042	0,000
Sıcaklık	2	17,493	0,000	2	19,513	0,000
Hormon	3	385,078	0,000	3	21,867	0,000
Süre×Sıcaklık	6	4,772	0,000	6	3,912	0,001
Süre×Hormon	9	44,025	0,000	9	4,355	0,000
Sıcaklık × Hormon	6	1,793	0,102	6	16,228	0,000
Süre×Sıcaklık×Hormon	18	0,958	0,510	18	5,325	0,000
Error	192			192		
<b>KARANLIK</b>						
Süre	3	586,116	0,000	3	118,497	0,000
Sıcaklık	2	5,239	00,006	2	44,423	0,000
Hormon	3	446,915	0,000	3	62,865	0,000
Süre×Sıcaklık	6	1,450	0,198	6	9,272	0,000
Süre×Hormon	9	50,230	0,000	9	14,095	0,000
Sıcaklık×Hormon	6	2,018	0,065	6	1,912	0,081
Süre×Sıcaklık×Hormon	18	0,862	0,625	18	0,941	0,530
Error	192			192		

Asitle 15 dakika muamele edilen tohumların hormon uygulanmamış kontrol serilerinde en yüksek çimlenme oranı fotoperiyodik koşullarda 25/15°C’de inkübe edilen tohumlarda % 9,2 iken, karanlık koşullarda 25/15°C’de inkübe edilen tohumlarda % 17’dir. Hormon uygulanan serilerde en yüksek çimlenme oranları fotoperiyodik koşullarda % 76,8 (20/10°C, 500 ppm GA<sub>3</sub>) iken, karanlık koşullarda % 80,4 (20/10°C, 500 ppm GA<sub>3</sub>)’tür. En düşük ortalama çimlenme süresi fotoperiyodik koşullarda 11,75 (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) gün, karanlık koşullarda 20,2 (20/10 °C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) gündür (Şekil 4.7).

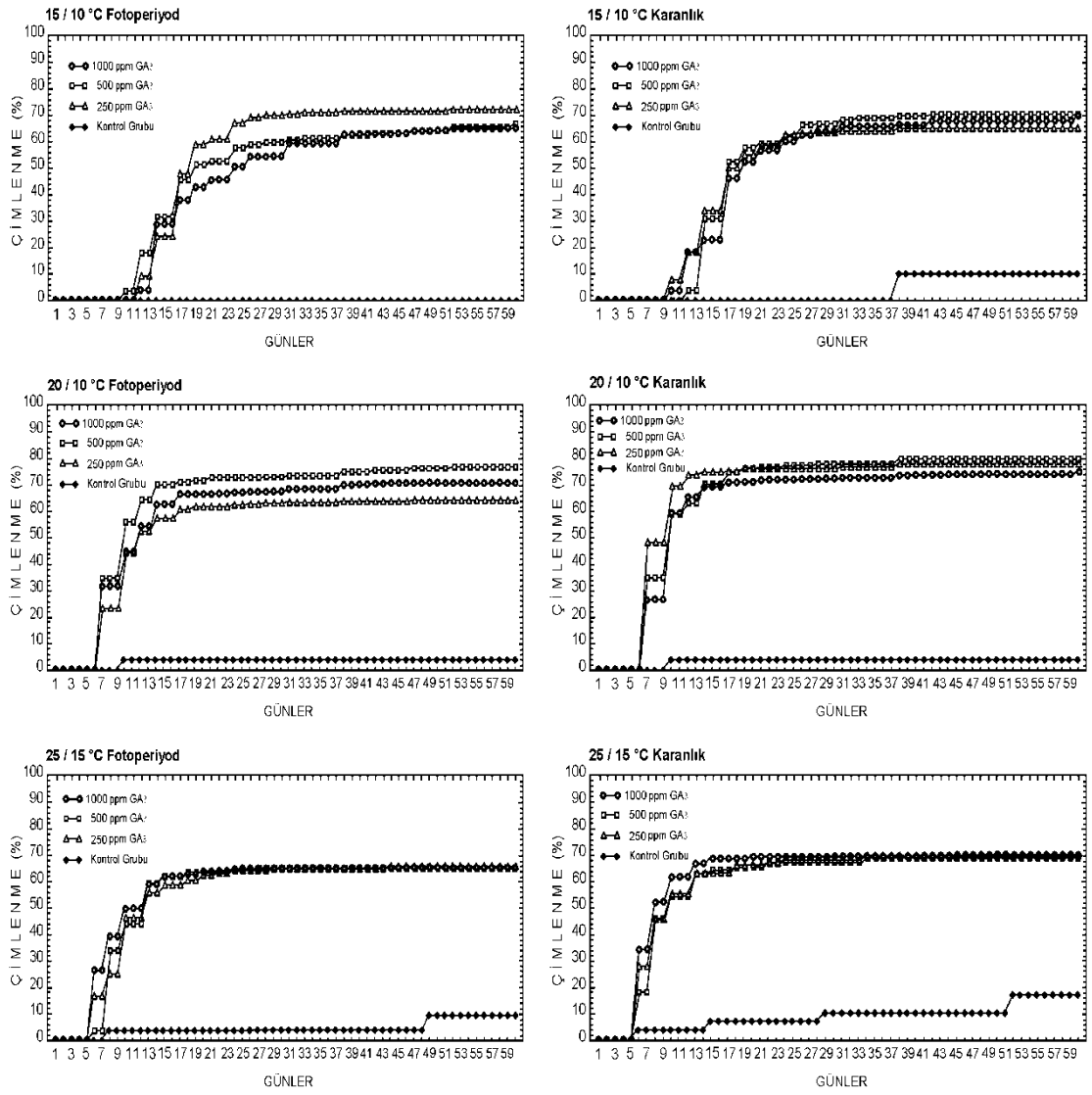


Şekil 4.5. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda skarifikasyon (5 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'te bekletme) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri



Şekil 4.6. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda skarifikasyon (10 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'te bekletme) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri





Şekil 4.7. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda skarifikasyon (15 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'te bekletme) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri

Çizelge 4.6. Asitte bekleme süresi, sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Bekleme Süresi	Sıcaklık	Hormon	FOTOPERİYOD		KARANLIK	
			Çim. % ±	OÇS ±	Çim. % ±	OÇS ±
			Std.Sapma	Std.Sapma	Std.Sapma	Std.Sapma
Kontrol	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	20/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	25/15°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
5 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,8 ± 8,4	10,8 ± 20,9
		250 ppm GA <sub>3</sub>	53,4 ± 19,9	29,2 ± 6,2	74,0 ± 8,9	38,7 ± 6,7
		500 ppm GA <sub>3</sub>	62,4 ± 6,1	33,9 ± 2,9	66,8 ± 8,3	39,4 ± 2,4
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	47,8 ± 18,4	37,1 ± 6,1	62,8 ± 12,6	35,9 ± 1,7
	20/10°C	Kontrol	18,4 ± 11,0	19,0 ± 15,3	3,8 ± 8,4	2,0 ± 4,4
		250 ppm GA <sub>3</sub>	73,8 ± 10,4	20,2 ± 4,6	74,8 ± 2,6	28,4 ± 5,5
		500 ppm GA <sub>3</sub>	76,0 ± 5,5	17,4 ± 2,1	71,6 ± 13,9	27,9 ± 3,7
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	70,0 ± 9,9	21,7 ± 4,1	73,8 ± 10,7	22,4 ± 2,8
	25/15°C	Kontrol	9,2 ± 12,9	1,8 ± 2,6	3,8 ± 8,4	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	66,8 ± 2,9	19,6 ± 3,2	63,4 ± 8,3	23,0 ± 3,4
		500 ppm GA <sub>3</sub>	68,0 ± 9,0	16,1 ± 1,7	57,2 ± 14,7	20,1 ± 2,1
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	59,0 ± 7,3	13,5 ± 1,8	63,6 ± 11,6	18,5 ± 2,4

Çizelge 4.6'nın devamı

10 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	12,0 ± 26,8
		250 ppm GA <sub>3</sub>	69,8 ± 5,4	35,9 ± 5,6	62,6 ± 14,8	32,3 ± 21,1
		500 ppm GA <sub>3</sub>	66,8 ± 5,4	35,1 ± 7,1	70,0 ± 13,2	27,6 ± 29,2
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	60,4 ± 5,8	30,7 ± 5,6	73,4 ± 3,5	26,6 ± 16,0
	20/10°C	Kontrol	9,2 ± 12,9	15,2 ± 20,8	07,6 ± 10,4	5,6 ± 7,6
		250 ppm GA <sub>3</sub>	77,4 ± 2,9	18,8 ± 4,7	74,0 ± 7,3	20,8 ± 3,3
		500 ppm GA <sub>3</sub>	76,6 ± 3,7	20,2 ± 4,1	73,6 ± 14,9	0,0 ± 0,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	79,0 ± 3,3	16,6 ± 3,3	74,4 ± 12,1	8,8 ± 12,0
	25/15°C	Kontrol	14,6 ± 13,7	35,2 ± 24,0	10,4 ± 15,0	0,0 ± 0,0
250 ppm GA <sub>3</sub>		71,0 ± 3,8	13,0 ± 2,5	70,6 ± 4,1	11,7 ± 7,1	
500 ppm GA <sub>3</sub>		65,4 ± 11,6	13,8 ± 3,0	67,4 ± 6,6	0,0 ± 0,0	
1000 ppm GA <sub>3</sub>		54,2 ± 15,4	13,5 ± 1,6	66,8 ± 4,3	0,0 ± 0,0	
15 dk H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	3,8 ± 8,4	10,4 ± 15,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	71,0 ± 3,8	20,6 ± 1,1	65,0 ± 3,0	47,5 ± 5,8
		500 ppm GA <sub>3</sub>	66,8 ± 07,6	24,3 ± 5,6	70,8 ± 7,2	43,8 ± 1,6
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	64,8 ± 11,2	25,2 ± 2,5	69,8 ± 6,1	42,7 ± 5,0
	20/10°C	Kontrol	3,8 ± 8,4	1,4 ± 3,1	3,8 ± 8,4	2,0 ± 4,4
		250 ppm GA <sub>3</sub>	64,2 ± 25,3	13,0 ± 2,8	77,8 ± 2,2	23,6 ± 2,1
		500 ppm GA <sub>3</sub>	76,8 ± 6,2	14,8 ± 3,6	80,4 ± 2,6	26,6 ± 5,4
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	70,8 ± 2,6	14,2 ± 1,4	75,2 ± 10,8	20,2 ± 2,4
	25/15°C	Kontrol	9,2 ± 12,9	11,4 ± 21,3	17,0 ± 19,2	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	66,0 ± 13,9	13,8 ± 3,6	69,8 ± 4,5	38,7 ± 5,87
		500 ppm GA <sub>3</sub>	65,4 ± 6,2	12,5 ± 1,3	69,4 ± 2,7	36,4 ± 3,38
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	65,2 ± 10,8	11,7 ± 0,8	69,6 ± 13,2	33,5 ± 6,75

### 4.3.2. Zımparalama

Sert ve geçirgen olmayan tohum kabuğuna sahip tohumlar bir zımpara kağıdı ile tohum kabuğu aşındırıldıktan sonra petri kaplarına ekimi yapılmış ve üç farklı hormon konsantrasyonuna ve üç farklı sıcaklık rejimine maruz bırakılan tohumlar, fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında inkübe edilmiştir. Çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleri ile ilgili veriler Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi açısından zımparalama, sıcaklık ve hormon konsantrasyonları arasındaki farkın ( $p<0,05$ ) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çimlenme yüzdesi açısından sıcaklık rejimleri arasındaki ve hormon konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) olduğu görülmüştür. Fotoperiyodik koşullarda ortalama çimlenme süresi açısından sıcaklık rejimleri arasında fark anlamlı ( $p<0,05$ ) bulunmamıştır.

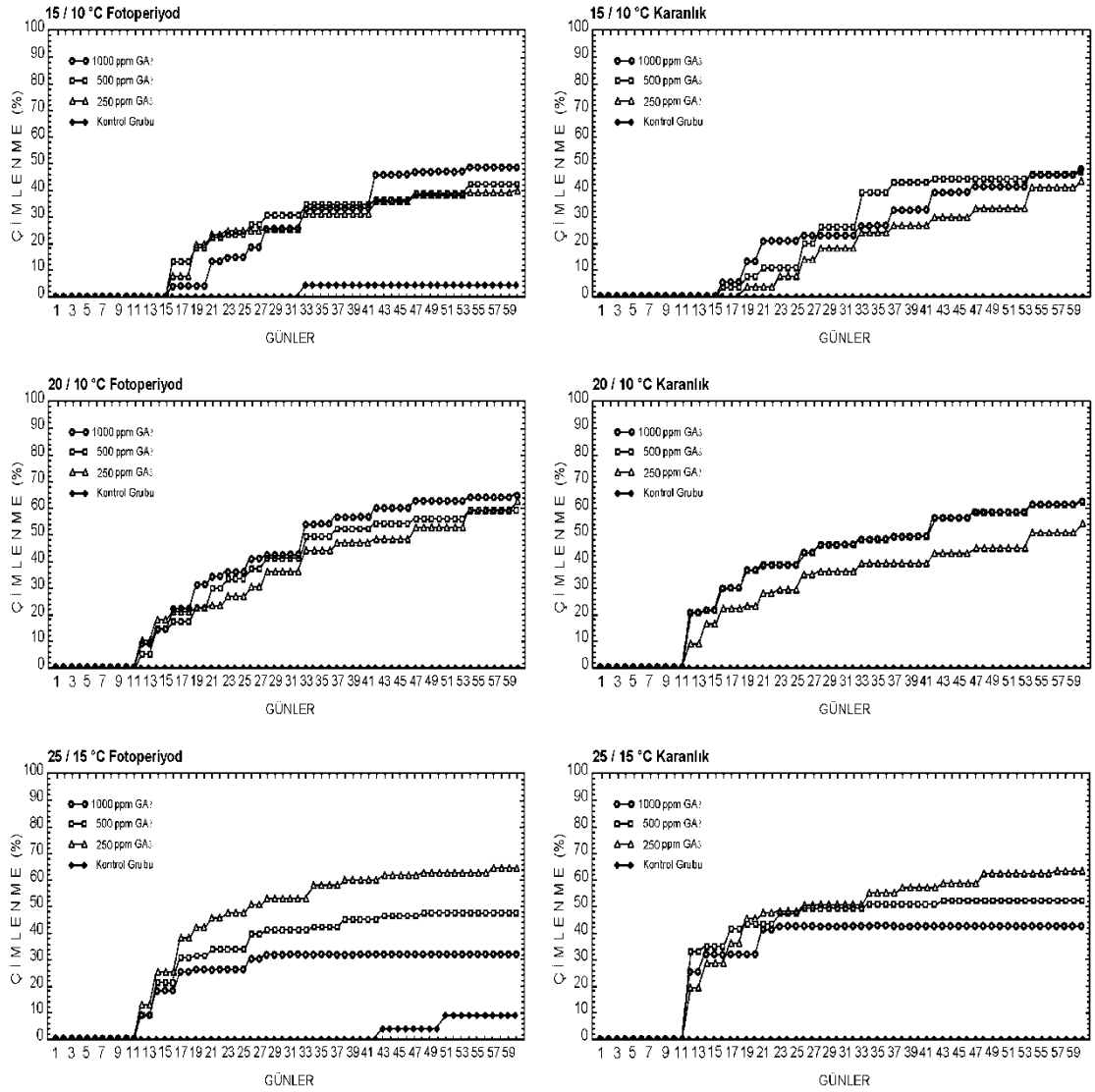
Çizelge 4.7. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için iki-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0,05)

Faktör	Çimlenme (%)			Ortalama Çimlenme Süresi		
	Df	F	Sig.	Df	F	Sig.
<b>FOTOPERİYOD</b>						
Sıcaklık	2	10,722	0,000	2	1,619	0,209
Hormon	3	102,382	0,000	3	15,689	0,000
Sıcaklık×Hormon	6	7,619	0,000	6	3,751	0,004
Error	48			48		
<b>KARANLIK</b>						
Sıcaklık	2	6,909	0,002	2	29,026	0,000
Hormon	3	151,818	0,000	3	112,896	0,000
Sıcaklık×Hormon	6	3,524	0,006	6	4,413	0,001
Error	48			48		

Bu verilerden yola çıkarak hormon uygulanmamış kontrol grubu serilerinde en yüksek çimlenme oranının % 9,2 (fotoperiyodik koşullar, 25/15°C) olduğu görülmüştür. Hormon uygulanan seriler arasında çimlenmenin en yüksek olduğu uygulamalar, fotoperiyodik koşullarda 20/10°C ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>'e maruz kalan ve karanlık koşullarda 25/15°C'de 250 ppm GA<sub>3</sub>'e maruz kalan tohumlar için sırasıyla; % 64,8 ve % 63,2'dir. En düşük ortalama çimlenme süresi fotoperiyodik koşullarda 14,5 (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) gün iken, karanlık koşullarda 16,1 (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) gündür (Şekil 4.8).

Çizelge 4.8. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi

Skarifikasyon (Zımparalama)	Sıcaklık	Hormon	FOTOPERİYOD		KARANLIK	
			Çim. % ± Std.Sapma	OÇS ± Std.Sapma	Çim. % ± Std.Sapma	OÇS ± Std.Sapma
	15/10°C	Kontrol		3,8 ± 8,4	6,6 ± 14,7	0,0 ± 0,0
250 ppm GA <sub>3</sub>			39,8 ± 5,3	30,5 ± 9,5	43,4 ± 9,6	42,9 ± 9,4
500 ppm GA <sub>3</sub>			42,6 ± 8,8	32,6 ± 5,7	47,2 ± 13,3	32,7 ± 5,4
1000 ppm GA <sub>3</sub>			48,6 ± 10,4	35,8 ± 3,4	47,8 ± 13,8	39,6 ± 8,4
20/10°C	Kontrol		0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	250 ppm GA <sub>3</sub>		62,8 ± 5,3	37,2 ± 9,0	54,6 ± 8,9	35,5 ± 9,5
	500 ppm GA <sub>3</sub>		59,6 ± 8,1	31,2 ± 5,8	62,6 ± 5,2	31,6 ± 5,2
	1000 ppm GA <sub>3</sub>		64,8 ± 7,3	31,9 ± 2,8	60,2 ± 5,4	26,1 ± 5,6
25/15°C	Kontrol		9,2 ± 12,9	18,8 ± 25,8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
	250 ppm GA <sub>3</sub>		64,4 ± 4,9	25,9 ± 4,6	63,2 ± 7,0	27,0 ± 4,3
	500 ppm GA <sub>3</sub>		47,4 ± 2,8	23,8 ± 4,7	52,2 ± 9,5	18,2 ± 3,0
	1000 ppm GA <sub>3</sub>		32,2 ± 18,7	14,5 ± 9,0	42,8 ± 9,1	16,1 ± 3,4



Şekil 4.8. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda skarifikasyon (Zımparalama) ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerinde etkileri

#### 4.4. Musluk Suyunda Bekletmenin Çimlenme ve Dormansi Üzerine Etkisi

Tohum kabuğu etrafında birikmiş kimyasal maddelerden arındırmak amacıyla bir saat boyunca akan musluk suyu altında bekletilen tohumlar, üç farklı hormon konsantrasyonunda ve üç farklı sıcaklık rejiminde, fotoperiyodik ve karanlık koşulların her ikisi altında inkübe edilmiş ve çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleri ile ilgili veriler Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi açısından musluk suyu altında bekletme, sıcaklık ve hormon konsantrasyonları arasındaki farkın ( $p < 0,05$ ) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Çizelge 4.9'da verilmiştir. Fotoperiyodik koşullarda çimlenme yüzdesi açısından sıcaklık rejimleri arasında ve hormon konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ( $p < 0,05$ ) varken karanlık koşullarda çimlenme yüzdesi açısından sıcaklık rejimleri arasında anlamlı fark ( $p < 0,05$ ) bulunamamış fakat hormon konsantrasyonları arasında anlamlı fark ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi için iki-yönlü ANOVA sonuçları ( $\alpha$ ; 0,05)

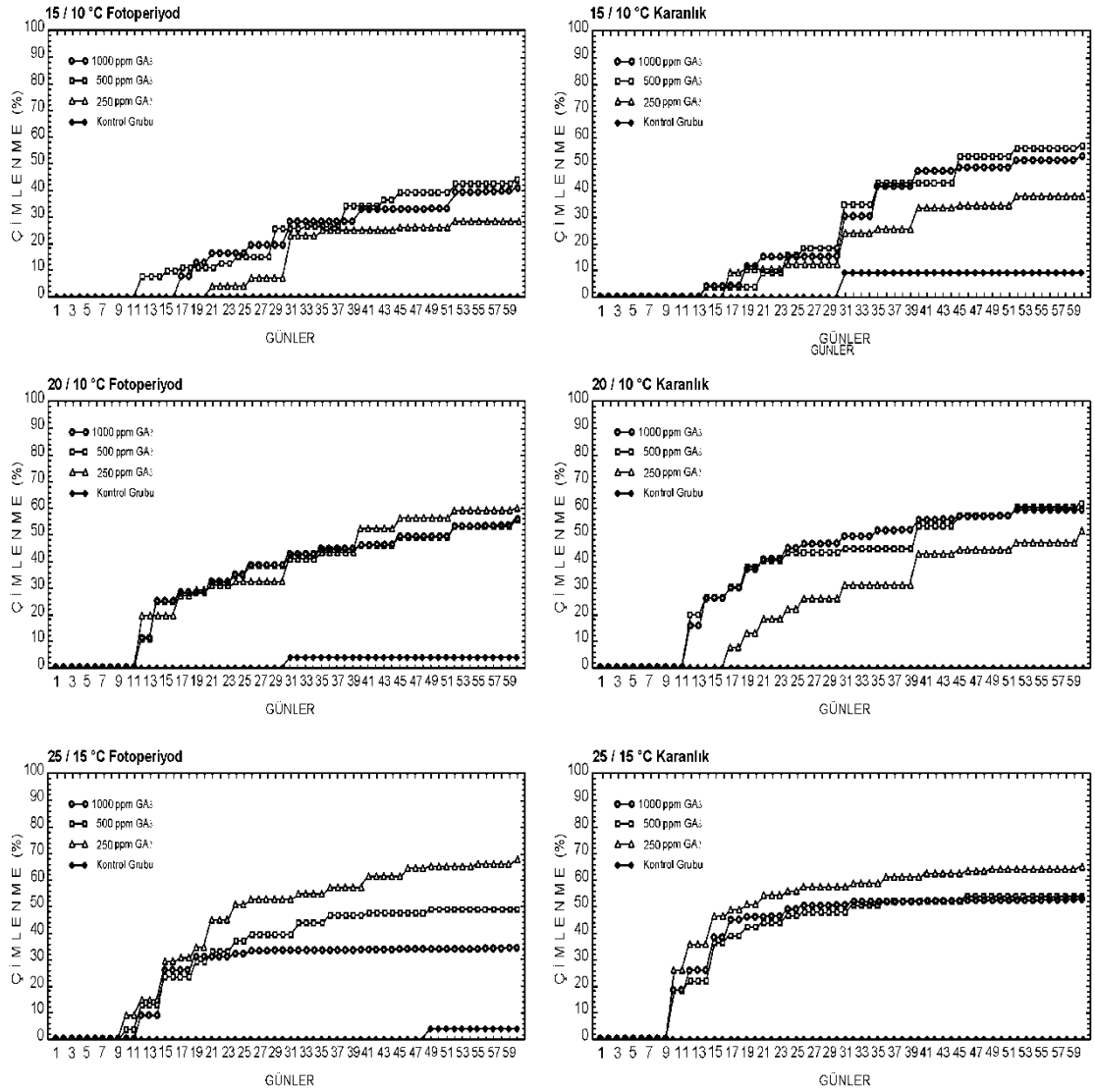
Faktör	Çimlenme (%)			Ortalama Çimlenme Süresi		
	Df	F	Sig.	Df	F	Sig.
<b>FOTOPERİYOD</b>						
Sıcaklık	2	14,883	0,000	2	2,075	0,137
Hormon	3	70,462	0,000	3	22,108	0,000
Sıcaklık × Hormon	6	6,404	0,000	6	2,450	0,038
Error	48			48		
<b>KARANLIK</b>						
Sıcaklık	2	1,274	0,289	2	33,572	0,000
Hormon	3	120,185	0,000	3	73,401	0,000
Sıcaklık × Hormon	6	4,509	0,001	6	2,689	0,025
Error	48			48		

Hormon uygulanmamış kontrol serilerinde en yüksek çimlenme oranı % 9,2 (karanlık koşullar, 15/10°C)'dir. Hormon uygulanan serilerde en yüksek çimlenme oranları fotoperiyodik koşullarda % 68 (25/15°C, 250 ppm GA<sub>3</sub>) iken, karanlık koşullarda % 64,8 (25/15°C, 250 ppm GA<sub>3</sub>)'dir. En düşük ortalama çimlenme süresi ise fotoperiyodik koşullarda 16,6 gün (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) gün iken, karanlık koşullarda 17,2 (25/15°C, 1000 ppm GA<sub>3</sub>) gündür (Şekil 4.9).

Çizelge 4.10. Sıcaklık ve hormon faktörlerine maruz kalan ve fotoperiyodik ve karanlık koşullar altında inkübe edilen *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda çimlenme yüzdesi (arcsine dönüştürülmüş) ve ortalama çimlenme süresi

	Sıcaklık	Hormon	FOTOPERİYOD		KARANLIK	
			Çim. % ±	OÇS ±	Çim. % ±	OÇS ±
			Std.Sapma	Std.Sapma	Std.Sapma	Std.Sapma
<b>Musluk Suyunda Bekletme</b>	15/10°C	Kontrol	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	9,2 ± 12,9	12,4 ± 16,9
		250 ppm GA <sub>3</sub>	28,0 ± 19,9	27,7 ± 9,1	37,8 ± 10,2	35,4 ± 4,0
		500 ppm GA <sub>3</sub>	43,2 ± 6,4	36,2 ± 9,5	56,4 ± 8,4	36,8 ± 4,0
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	40,4 ± 8,3	37,2 ± 4,1	52,4 ± 3,2	36,7 ± 4,2
	20/10°C	Kontrol	3,8 ± 8,4	6,2 ± 13,8	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	59,8 ± 7,8	33,8 ± 4,0	51,4 ± 9,4	39,2 ± 2,6
		500 ppm GA <sub>3</sub>	56,0 ± 13,2	33,2 ± 8,5	62,0 ± 6,6	32,2 ± 2,8
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	66,6 ± 8,6	31,0 ± 5,6	59,4 ± 3,8	26,3 ± 2,5
	25/15°C	Kontrol	3,8 ± 8,4	9,8 ± 21,9	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
		250 ppm GA <sub>3</sub>	68,0 ± 4,3	30,9 ± 3,4	64,8 ± 8,6	22,1 ± 4,4
		500 ppm GA <sub>3</sub>	48,8 ± 18,9	22,7 ± 8,2	53,8 ± 9,9	21,5 ± 5,4
		1000 ppm GA <sub>3</sub>	33,2 ± 8,2	16,6 ± 2,0	51,8 ± 17,9	17,2 ± 1,9





Şekil 4.9. *Hypericum adenotrichum* türüne ait tohumlarda musluk suyunda bekletme ve hormon (0, 250, 500 ve 1000 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamalarının farklı ışık (Fotoperiyod/Karanlık) ve sıcaklık (15/10, 20/10 ve 25/15°C) koşullarında çimlenme yüzdesi üzerindeki etkileri

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çimlenme davranışları türün habitatını, yaşam stratejisini, filogenetik ilişkilerini ve coğrafik dağılımını yansıtır (Schütz ve Rave 1999). Bu nedenle tohum biyolojisi, bitki korumasına yönelik çalışmalarda oldukça önemlidir (Donohue ve ark. 2010). Bir türün çimlenme özelliği endemizmde belirleyici bir faktör olarak kabul edilir (Baskin ve Baskin 1988) ve endemik türlerin çimlenme ekolojisi bu türlerin koruma programı için önemli bir temel veri sağlar (Perez-Garcia 2008, Herranz ve ark. 2010, Mattana ve ark. 2010, Carasso ve ark. 2011). Alpin ve arktik bölgelerde büyük olasılıkla sert habitat özelliklerinden kaynaklı olarak endemizm oranı yüksektir (Väre ve ark. 2003) ve bu bölgeler çimlenme süresi ve özelliklerinin çalışılması için elverişlidir (Billings ve Bills 1959, Körner 1999). *Hypericum* türleriyle ilgili yapılan çalışmalara baktığımızda bu türlerin düşük çimlenme eğiliminde olduğu görülmüştür. Uludağ'ın alpin kuşağında yayılış gösteren *Hypericum adenotrichum*, Türkiye endemiği türlerden biridir ve bu türün tohum çimlenme özellikleri daha önce çalışılmamıştır.

Bir türün dormansisinin kırılmasında etkili olan faktörlerin bilinmesi, o türün ex-situ korunması için gereklidir. Eğer bitkinin ekolojik yaşam döngüsü bilinirse, doğada çimlenme ve gelişmesi için en uygun periyot öngörülebilir ve bu nadir ve endemik türler için oldukça önemlidir (Harper 1977, Lentz ve Johnson 1998, Gimenez-Benovides ve ark. 2005). Taze olgun tohumların embriyoları kuru ortamda belirli bir süre bekletildiklerinde dormansilerini kaybedebilirler (Baskin ve Baskin 1998). Bundan dolayı *Hypericum adenotrichum* tohumları 3, 9 ve 12 ay boyunca kuru ortamda depolanmış ve sonrasında çimlenme testlerine maruz bırakılmıştır. Çimlenme testlerinin sonuçlarına bakıldığında, hormon uygulanmamış kontrol serilerinde çimlenmenin çok düşük veya hiç olmadığı görülürken, hormon uygulanan serilerde çimlenme yüzdesi artmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarla *H. androseamum*, *H. scabrum* (Çırak ve ark. 2006), *H. perforiatum* (Çırak 2007), *Opuntia tomentosa* (Carillo ve ark. 2003), *Physolexis camosa* (Cerabolini ve ark. 2004) tohumları üzerine GA<sub>3</sub>'in çimlenmeyi artırıcı etkisi tespit edilmiştir. Kuru ortamda 9 ay boyunca depolanan ve 500 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan *H. adenotrichum* tohumları karanlık koşullarda 20/10°C'de en yüksek çimlenme yüzdesine ulaşmıştır (% 79,4). Fakat *H. adenotrichum* tohumlarının çimlenmesi üzerinde kuru ortamda depolama tek başına etkili olmamıştır. Benzer

şekilde Necajeva ve Ievinsh'in (2013) kuru ortamda 3 ay beklettikleri *Eryngium maritimum* tohumları çimlenememiştir. Fakat Morrison ve ark. (1992) Fabaceae familyasına ait 34 türü laboratuarda 3,5 yıl kuru ortamda depolamış ve dormansi seviyesi yüksek olan türlerden bazılarında depolama sonrası dormansi seviyesinin düştüğünü bazılarında ise değişmediğini tespit etmişlerdir. Meisert (2002) Geraniaceae familyasına ait 35 türün dormansisi üzerinde çalışmış ve taze tohum örneklerini suya geçirgen olup olmama oranlarına bakarak dormansi kategorilerine ayırmıştır. Sert tohum kabuğuna sahip bazı türleri 2 yıl kuru ortamda depolamış ve kuru depolama sonrası iki türün bütün tohumlarının su geçirirken dokuz türe ait tohumların % 51'inin dormansisini koruduğunu görmüştür. Meisert (2002) yüksek oranda su geçirmeyen kabuğa sahip tohumların mekanik ve kalın bir tabakaya sahip olduğunu ve tohumların fizyolojik dormansinin yanı sıra fiziksel dormansiye de sahip olabileceklerini tespit etmiştir. Buradan yola çıkarak, kuru depolama sonrası *H. adenotrichum* tohumlarındaki düşük çimlenme yüzdesinin, türün sahip olduğu sert tohum kabuğundan kaynaklandığını söyleyebiliriz. GA<sub>3</sub>'in *H. adenotrichum* tohumlarında ortalama çimlenme süresini kısaltmada oldukça etkili olduğu ve hormon konsantrasyonu arttıkça ortalama çimlenme süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Kuru ortamda 3 ay depolanan ve karanlık ortamda 25/15°C'de 1000 ppm GA<sub>3</sub>'e maruz kalan tohumlar en düşük ortalama çimlenme süresine (18,5 gün) sahiptir. Sonuçlara bakıldığında çimlenme hızı üzerinde hormon konsantrasyonunun etkili olduğu görülürken kuru depolama süresinin etkili olmadığı belirlenmiştir.

Birçok çalışmada bitkinin üremedeki başarısında dormansinin önemli rolüne işaret edilmiş ve alpin türler gibi taksonların tohum çimlenmeleri üzerinde giberellin (Mc Donough 1970), skarifikasyon (Pelton 1956) ve stratifikasyon (Cavieres ve Arroyo 2000) gibi işlemlerin etkileri incelenmiştir. Soğuk nemli stratifikasyon, ılıman çok yıllık bitkilerin büyük kısmında ve yazın görülen tek yıllık bitkilerin tohumlarında dormansiyi kırmak için etkili bir yol olarak görülür (Baskin ve Baskin 1988). Soğuk stratifikasyon gereksinimi, yazın başında veya ilkbaharda çimlenmenin meydana gelmesini sağlamak amacıyla kışı atlatacak bir mekanizma sunarak ılıman bölgelerdeki çok sayıda türün fidelerinin hayatta kalması için avantaj sağlar (Vranckx ve Vandeloos 2012). *H. adenotrichum* tohumları üzerine nemli soğuk uygulamanın etkisini belirlemek amacıyla,

3, 6, 9 ve 12 ay boyunca +4°C’de nemli koşullarda bekletilen tohumların çimlenme yüzdelere bakıldığında, soğuk uygulanmamış kontrol grubu tohumlara kıyasla fotoperiyodik koşullarda 3 ve 12 aylık, karanlık koşullarda da 6 ve 9 aylık soğuk uygulanan tohumlarda nispeten çimlenme yüzdesinin artmasına rağmen, stratifikasyon süresi bakımından çimlenme yüzdeleri arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Soğuk uygulanan tohumlar arasında çimlenme yüzdesi genellikle düşük olmakla birlikte en yüksek çimlenme yüzdesi 9 aylık soğuk uygulanan ve karanlık koşullarda 20/10°C’de inkübe edilen tohumlarda % 18,4’tür. *H. adenotrichum* tohumları 2300m yükseklikteki doğal yaşam alanında soğuk stratifikasyona maruz kalmalarına rağmen deney sonuçlarına baktığımızda soğuk uygulamanın *H. adenotrichum* tohumlarında dormansinin kırılması ve tohumların çimlenebilmesi için yeterli olmadığı görülmüştür. *H. adenotrichum* tohumlarının soğuk uygulama sonucu gösterdikleri düşük çimlenme yüzdesinden yola çıkarak tohumlarda fizyolojik dormansi varlığından söz edebiliriz. *Hypericum* türlerine yönelik daha önce yapılan çalışmalara baktığımızda *H. philonotis* tohumlarının 2 haftalık soğuk uygulama sonrasında çimlenemediği (Sanchez-Coronado ve ark. 2015), *H. perforatum* ve *H. hirsutum* tohumlarına uygulanan 3-5 aylık soğuk uygulamanın yüksek çimlenme meydana getirdiği ve 6 haftalık soğuk uygulama sonrası *H. elodes* tohumlarında da dormansinin kaybolduğu görülmüştür (Carta ve ark. 2015). Daha önce yapılan çalışmalarla *Drosera anglica* (Baskin ve ark. 2001), *Collinsonia canadensis*, *Dioscorea villosa* (Albretch ve McCarthy 2006), *Pedicularis olympica* (Kırmızı ve ark. 2010) *Viburnum parvifolium*, *Viburnum betulifolium* (Chien ve ark. 2011), *Narcissus hispanicus* (Copete ve ark. 2011) ve *Silene ciliata* (Garcia-Fernandez ve ark. 2014) tohumlarındaki dormansinin soğuk uygulamanın etkisiyle kırıldığı tespit edilmiştir. Schütz ve Rave’in (1999) çalıştığı 32 *Carex* türünden 28’inde soğuk uygulama sonucu çimlenme oranları artmıştır. Alpin habitatlarda yayılış gösteren üç *Festuca* türünden ikisi uygulanan hormon ve soğuk uygulama sonucu % 50-60 oranında nispeten düşük çimlenme gösterdiği için Çelikler ve ark. (2006) tarafından dormant olarak kabul edilmişlerdir. Alpin türlerden biri olan *Stachys germanica* subsp. *bithynica* tohumlarında 10 aylık bir soğuk uygulamanın dormansinin kırılmasında etkili olmadığı (Güleryüz ve ark. 2011), *S. salvatica* tohumlarının maksimum çimlenebilmek için iki kış mevsimi boyunca soğumaya ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir (Kinzel 1926). Karlson ve Milberg (2008) İsveç’te yayılış gösteren bir *Lamium* türünün çimlenme

özelliklerini araştırmış ve tohumlarda dormansinin kırılması için soğuk uygulamanın etkili olmadığını tespit etmiştir. Baskin ve Baskin (1984a,b) tohumlardaki bu yüksek dormansi gücünü çevreye adaptasyon yeteneğiyle ilişkilendirmişlerdir.

Tohum kabuğu yapısı alpin bitkilerde tohum dormansisinin önemli bir nedeni olarak görülmektedir (Urbanska ve ark 1979, Zuur-Isler 1982). Daha kalıcı ve hızlı tohum çimlenme yanıtları için bazı dormansi kırıcı uygulamalara ihtiyaç vardır. Mekanik araçlarla (kesik atma, aşınma, sıcak suda bekletme) veya güçlü oksidatif ajanlarla kimyasal olarak ( $H_2SO_4$ ,  $NaClO$ ) skarifiye edilen tohum kabuğunda su geçirgenliği sağlanabilir (Abdullah ve ark. 1989). *Pedicularis olympica* (Kırmızı ve ark. 2010), *Harpagophytum procumbens* (Mowa ve Maas, 2012) ve *Zantoxylum armatum* (Purohit ve ark. 2015) gibi türlere uygulanan  $H_2SO_4$ 'ün dormansiyi kırıcı yönde etki yaptığı belirlenmiştir. *Hypericum* türlerinde kalın tohum kabuğu fizyolojik olarak olgun tohumun çimlenmesinin önünde önemli bir engel olabilir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006). Hypericaceae familyası üyeleri bir veya daha fazla hücre tabakasından meydana gelen bir tohum kabuğuna sahiptirler ve hücre duvarının bir kısmı veya tamamı odunsudur (Baskin ve Baskin 2007). *H. adenotrichum* tohumlarında tohum kabuğunu aşındırmak amacıyla zımparalama ve asitte bekletme yöntemleri uygulanmıştır. Hormon uygulanmamış kontrol serilerinde en yüksek çimlenme oranları,  $H_2SO_4$ 'te 5 dakika bekletilen tohumlarda % 18,4, 10 dakika bekletilen tohumlarda % 14,6, 15 dakika bekletilen tohumlarda ise % 17 olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak *H. adenotrichum* tohumlarının fizyolojik dormansinin yanı sıra fiziksel dormansiye de sahip olduğunu ve asit uygulamasının *H. adenotrichum* tohumlarında dormansinin kırılmasını artırdığını söyleyebiliriz. *H. leptophyllum* (Camas ve Çalışkan, 2011) ve *H. silenoides* (Mendoza-Urbina ve ark. 2012) türlerinde de tohum kabuğunun kısıtlayıcı etkilerinin aşılabilmesi için asit uygulamasının etkili olduğu daha önce yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Uygulanan  $H_2SO_4$ 'ün etkisiyle, dış kabuk kademeli olarak aşınarak hava ve suya geçirgen hale gelmiş ve böylece çimlenme sürecinin normal seyri ve tohumun imbibisyonu iyileştirilmiştir (Muhammed ve Amusa 2003).  $GA_3$ 'in bir skarifikasyon uygulaması ile birleştiğinde genellikle çimlenmeyi artırdığı bilinmektedir (Li ve ark. 2007). *H. adenotrichum* tohumlarında da hormon uygulamasının etkisiyle çimlenme oranları önemli ölçüde artmıştır. 15 dk  $H_2SO_4$  + 500 ppm  $GA_3$  uygulanan ve

karanlık koşullarda 20/10°C’de inkübe edilen *H. adenotrichum* tohumları en yüksek çimlenme yüzdesine ulaşmıştır (% 80,4). Çırak (2007) 150 ppm GA<sub>3</sub> + % 0.5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> uygulanan farklı *Hypericum* tohumlarında, *H. orientale*’nin % 50, *H. organifolium*’un % 30, *H. pruinatum*’un ise % 55 çimlendiğini rapor etmiştir. GA<sub>3</sub>’in yüksek çimlenmeyi teşvik etmesi, giberellinlerin embriyonun büyüme potansiyelini artırdığını ve tohum kabuğunun direncini azalttığını destekler (Chen ve ark. 2008). Debeaujon ve Koornneef (2000), GA<sub>3</sub>’in hidrolitik enzim sentezini artırdığını ve sentezlenen enzimlerin endosperme taşınarak çimlenme için gerekli enerjinin sağlanması amacıyla depo besinlerin ayrıştırılmasında kullanıldığını tespit etmişlerdir. Hormon uygulaması ortalama çimlenme süresini ciddi oranda kısaltarak, çimlenmeyi hızlandırmıştır. Karanlık koşullarda 20/10°C’de inkübe edilen ve 10 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan *H. adenotrichum* tohumlarında en düşük çimlenme süresi 8,8 gündür. Zımparalanan tohumlarda hormon uygulanmayan kontrol serilerinde karanlık koşullarda çimlenme görülmezken, fotoperiyodik koşullarda en yüksek çimlenme oranı % 9,2’dir. Hormon uygulamasının etkisiyle tohumlarda çimlenme yüzdesi % 64,8’e yükselmiştir. Zımparalama, tohum kabuğunun aşındırılmasında asitte bekletme kadar etkili olmasa da hormonun etkisiyle dormansinin kırılması ve çimlenmenin başlaması için etkilidir.

Tohumun gelişimi boyunca tohum veya meyve kabuğunda biriktirilen kimyasal kalıntılar, tohumlarda çimlenme inhibitörü olarak görev yapabilir. Fenol, kumarin ve ABA gibi bu maddeler su altında yıkama yoluyla uzaklaştırılabilirler (Booth ve Sowa 2001). *H. perforatum* ve *H. aviculariifolium*’un musluk suyu altında yıkanan tohumlarında çimlenmenin önemli oranda arttığı görülmüştür (Çırak ve ark., 2004b, 2007c). *H. orientale*, *H. pruinatum* (Çırak, 2007) ve *H. philonotis* (Sanchez-Coronado ve ark., 2015) tohumlarında da musluk suyu uygulaması sonucu çimlenme artmıştır. Camas ve Çalışkan’ın (2011) musluk suyu altında beklettikleri *H. leptophyllum* tohumlarında ise çimlenme oranları oldukça düşüktür. *H. adenotrichum*’un hormon uygulanmayan kontrol grubu serilerinden elde edilen düşük çimlenme oranları, *H. adenotrichum* tohumlarının dış kabuğunda kimyasal bir inhibitörün varlığını desteklememiştir. Musluk suyuyla birlikte GA<sub>3</sub> uygulanması sonucu çimlenme oranı % 68’e kadar yükselmekle birlikte hormonun etkisiyle çimlenme süresi de kısalmıştır.

*Hypericum* türlerinin büyük bir kısmında küçük boyutlu tohumlarda yaygın görülen, çimlenme için ışık ve alternatif sıcaklık rejimi ihtiyacı vardır (Thompson ve ark. 2001). Uygulamaların geneline baktığımızda *H. adenotrichum*'un ideal çimlenme sıcaklığının 20/10°C olduğu tespit edilmiştir. *H. perforatum* (Çırak ve ark. 2004b), *H. gramineum* (Ash ve ark. 1998), *H. aviculariifolium* (Çırak ve ark. 2007c), *H. brasiliense* (Bertelle ve ark. 2004) tohumlarının çimlenebilmek için ışık gereksinimi olduğu daha önce yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. *Hypericum* türlerinin yaygın özelliğinden farklı olarak *H. adenotrichum* tohumları karanlık ve fotoperiyodik koşullar altında benzer çimlenme oranları göstermiştir. Işık ve sıcaklık, hormon metabolizmasını düzenleyerek çimlenme ve dormansiyi etkileyen faktörlerdir (Baskin ve Baskin 1998). Buradan yola çıkarak *H. adenotrichum* türünde hormon metabolizmasının sıcaklık tarafından düzenlendiği söylenebilir.

Özetle, yapılan bu çalışmada *Hypericum adenotrichum* tohumlarının sert tohum kabuğundan kaynaklı fiziksel dormansinin yanı sıra fizyolojik dormansiye de sahip olduğu ve tohumların ex-situ korunmasında çimlenmenin artırılabilmesi ve kombinasyonel dormansinin aşılabilmesi için en etkili yolun 10 dk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 1000 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması olduğu tespit edilmiştir. Asit uygulaması tohum kabuğunun aşınması için gerekliyken, GA<sub>3</sub> fizyolojik dormansinin giderilmesinde etkilidir. Türün ideal çimlenme sıcaklığı 20/10°C'dir. *Hypericum* türlerinin yaygın özelliğinden farklı olarak *H. adenotrichum* tohumlarında çimlenebilmek için ışık gereksinimi yoktur. Ayrıca, GA<sub>3</sub>'in çimlenmeyi hızlandırmada oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. *H. adenotrichum* tıbbi özelliklerinin yanı sıra ekolojik açıdan değerli Türkiye endemiği *Hypericum* türlerinden biridir ve türün çimlenme gereksinimleri daha önce çalışılmamıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler, *H. adenotrichum* türünün ex-situ korunmasında kullanılmak üzere tohum çimlenme fizyolojisi ile ilgili temel sonuçları sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Abdullah, M.M.F., Jones, R.A., El-Beltagy, A.S. 1989.** An efficient method to overcome seed dormancy in Scotch brom (*Cytisus scoparius*). *Environ. Exp. Bot.*, 29: 499-501.
- Albrecht, M.A., McCarthy, B.C. 2006.** Seed germination and dormancy in the medicinal woodland herbs *Collinsonia canadensis* L. (Lamiaceae) and *Dioscorea villosa* L. (Dioscoreaceae). *Flora*, 201: 24-31.
- Arslan, H., Kırmızı, S., Güteryüz, G., Sakar, S. 2011.** Germination requirements of *Androsace villosa* L. (Primulaceae). *Acta Biol. Cracov. Bot.*, 53(2): 32-36.
- Ash, J.E., Groves, R.H., Willis, A.J. 1998.** Seed ecology of *Hypericum gramineum*, an Australian forb. *Aust. J. Bot.*, 45: 1009-1022.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. 1984a.** Effect of temperature during burial on dormant and non-dormant seeds of *Lamium amplexicaule* L. and ecological implications. *Weed Res.*, 24: 333-339.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. 1984b.** Role of temperature in regulating timing of germination in soil seed reserves of *Lamium purpureum* L. *Weed Res.*, 24: 341-349.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. 1988.** Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperature region. *Am. J. Bot.*, 75: 286-305.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M. 1998.** Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego, USA.
- Baskin, C.C., Milberg, P., Lars A., Jerry, M.B. 2001.** Seed dormancy- breaking and germination requirements of *Drosera anglica*, an insectivorous species of the northern hemisphere. *Acta Oecologica*, 22: 1-8.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C. 2004.** A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.*, 14: 1-16.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M. 2007.** A revision of Martinis seed classification system, with particular reference to his dwarf-seed type. *Seed Sci. Res.*, 17: 11-20.
- Baytop, T. 1999.** Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Benech-Arnold, R., Sanchez, R.A. 1995.** Modeling weed seed germination. Academic Press, New York, USA, 545-566 pp.
- Bertelle, F.M.L., Beatriz, P.M., Augusto, L.A. 2004.** Light, temperature and potassium nitrate in the germination of *Hypericum perforatum* L. and *H. brassiliense* Choisy seeds. *Bragantia*, 63: 193-199.



**Bewley, J.D., Black, M. 1994.** Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, USA.

**Bewley, J. D. 1997a.** Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 9: 1055-1066.

**Bewley, J.D. 1997b.** Breaking down the walls- a role for endo- $\beta$ -mannase in release from seed dormancy? *Trends Plant Sci.*, 2: 464-469.

**Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M., Nonogaki, H. 2013.** Seeds: Physiology of development, germination and dormancy. Springer, New York.

**Billings, W.D., Bliss, J.M. 1959.** An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development and productivity. *Ecology*, 40: 388-397.

**Billings, W.D., Money H.A. 1968.** The ecology of arctic and alpine plants. *Biol. Rev.*, 43: 481-529.

**Bliss, L.C. 1971.** Arctic and alpine plant life cycles. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 2: 405-438.

**Booth, D.T., Sowa, S. 2001.** Respiration in dormant and non-dormant bitterbrush seeds. *J. Arid Environ.*, 48: 741-751.

**Bu, H., Du, G., Chen, X., Xu, X., Liu, K., Wen, S. 2008.** Community wide germination strategies in alpine meadow on the eastern Qinghai-Tibet plateau: phylogenetic and life history correlates. *Plant Ecol.*, 195: 87-98.

**Camas, N., Caliskan, O. 2011.** Breaking of seed dormancy in *Hypericum leptophyllum* Hochst., an endemic Turkish species. *J. Med. Plants Res.*, 5(32): 6968-6971

**Carasso, V., Hay, F.R., Probert R.J., Mucciarelli, M. 2011.** Temperature control of seed germination in *Fritillaria tubiformis* subsp. *moggridgei* (Liliaceae) a rare endemic of South-west Alps. *Seed Sci. Res.*, 21: 33-38.

**Carta, A., Bedini, G., Giannotti, A., Savio, L., Peruzzi, L. 2015.** Mating system modulates degree of seed dormancy in *Hypericum elodes* L. (Hypericaceae). *Seed Sci. Res.*, 25: 299-305.

**Carta, A., Probert, R., Puglia, G., Peruzzi, L., Bedini, G. 2015a.** Local climate explains degree of seed dormancy in *Hypericum elodes* L. (Hypericaceae). *Plant Biology*, 18: 76-82.

**Cavieres, L.A., Arroyo, M.T.K. 2000.** Seed germination response to cold stratification period and thermal regime in *Phacelia secunda* (Hydrophyllaceae). *Plant Ecol.*, 149: 1-8.

- Celikler, S., Guleryuz, G., Bilaloglu, R. 2006.** Germination responses to GA<sub>3</sub> and stratification of threatened *Festuca* L. species from Eastern Mediterranean. *Z. Naturforsch.*, 61: 372-376.
- Cerabolini, B., Rossella, A., Roberta, M., Ceriani, S.P., Barbara, R. 2004.** Seed germination and conservation of endangered species from the Italian Alps, *Physoplexis comosa* and *Primula glaucescens*. *Biol. Conserv.*, 117: 351-356.
- Chambers, J.C. 1989.** Seed Viability of alpine species: Variability within and among years. *J. Range Manage.*, 42: 304-308.
- Chen, S.Y., Shing-Rong, K., Ching-Te, C. 2008.** Roles of gibberellins and abscisic acid in dormancy and germination of red bayberry (*Myrica rubra*) seeds. *Tree Physiol.*, 28: 1431-1439.
- Chibani, K., Ali-Rachide, S., Job, D., Jullien, M., Grappin, P. 2006.** Proteomic analysis of seed dormancy in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 142: 1493-1510.
- Chien, C-T., Chen, S-Y., Tsai, C-C., Baskin J.M., Baskin, C.C., Kuo-Huang, L-L. 2011.** Deep simple epicotyl morphophysiological dormancy in seeds of two *Viburnum* species, with special reference to shoot growth and development inside the seed. *Ann. Bot.*, 108: 13-22
- Cirak, C., Ayan, A.K., Kevseroğlu, K., Caliskan, O. 2004.** Germination rate of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) seeds exposed to different light intensities and illumination periods. *J. Biol. Sci.*, 4(3): 279-282.
- Cirak, C., Ayan, A., Kevseroğlu, K. 2004b.** The effects of light and some presoaking treatments on germination rate of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) seeds. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 7: 182-186.
- Cirak, C., Ayan, A.K., Kevseroğlu, K. 2006.** Physical and physiological seed dormancy of some *Hypericum* species growing in Turkey. *Plant Breed. Seed Sci.*, 53: 3-8.
- Cirak, C. 2007.** Seed germination protocols for *ex situ* conservation of some *Hypericum* species from Turkey. *Am. J. Plant Physiol.*, 2: 287-294.
- Cirak, C., Kevseroğlu, K., Ayan, A.K. 2007c.** Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic *Hypericum* species: *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* by light and some presoaking treatments. *J. Arid Environ.*, 68: 159-164.
- Copete, E., Herranz, J.M., Ferrandis, P., Baskin, C.C., Baskin, J.M. 2011.** Physiology, morphology and phenology of seed dormancy break and germination in the endemic Iberian species *Narcissus hispanicus* (Amaryllidaceae). *Ann. Bot.*, 107: 1003-1016.

**Crockett, S.L., Robson, N.K.B. 2011.** Taxonomy and chemotaxonomy of the genus *Hypericum*. *Med. Aromat. Plant Sci. Biotechnol.*, 5(1): 1-13.

**Davis, P.H. 1967.** Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK, 396-397 pp.

**Debeaujon, I., Koornneef, M. 2000.** Gibberellin requirement for *Arabidopsis* seed germination is determined both by testa characteristics and embryonic abscisic acid. *Plant Physiol.*, 122: 415-424.

**Donohue, K., de Casas, R.R., Burghardt, L., Kovach, K., Willis, C.G. 2010.** Germination, postgermination adaptation and species ecological ranges. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 41: 293-319.

**Ellenberg, H. 1988.** Vegetation Ecology of Central Europe, 4<sup>th</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

**Emongor, V.E., Mathowa, T., Kabelo, S. 2004.** The effect of hot water, sulphuric acid, nitric acid, gibberellic acid and ethephon on the germination of *Corchorus* (*Corchorus tridens*) seed. *J. Agron*, 3: 196-200.

**Erken, S., Malyer, H., Demirci, F., Demirci, B., Baser, K.H.C. 2001.** Chemical investigations on some *Hypericum* species growing in Turkey. *I. Chem. Nat. Compd.*, 37: 434-438.

**Escudero, A., Perez-Garcia, F., Luzuriaga, A.L. 1997.** Effects of light, temperature and population variability on the germination of seven Spanish pines. *Seed Sci. Res.*, 12: 261-271.

**Fernandez-Pascual, E., Jimenez-Alfaro, B., Garcia-Torrico, A.I., Perez-Garcia, F., Diaz, T.E. 2012.** Germination ecology of the perennial *Centaureum somedanum* a specialist species of mountain springs. *Seed Sci. Res.*, 22: 199-205.

**Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, G. 2006.** Seed dormancy and the control of germination. *New Phytol.*, 171: 501-523.

**Finkelstein, R.R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C. 2008.** Molecular aspects of seed dormancy. *Ann. Rev. Plant Biol.*, 59: 387-415.

**Finkelstein, R.R., Gampala, S.S.L., Rock, C.D. 2002.** Abscisic acid signaling in seeds and seedlings. *Plant Cell.*, 14: 15-45.

**Ganai, K.A., Nawchoo, I.A. 2002.** In vitro seed germination studies on *Arnebia benthamii*. *Indian J. Plant Physiol.*, 7: 252-255.

**Garcia-Fernandez, A., Escudero, A., Lara-Romero, C., Iriondo, J.M. 2014.** Effects of the duration of cold stratification on early life stages of the Mediterranean alpine plant *Silene ciliata*. *Plant Biol.*, 17(2): 344-350.

- Gimenez-Benovides, L., Escudero, A., Perez-Garcia, F. 2005.** Seed germination of high mountain Mediterranean species: altitudinal, interpopulation and interannual variability. *Ecol. Res.*, 20: 433-444
- Grabherr, G., Gottfried, M., Gruber, A., Pauli, H. 1995.** Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences: Patterns and Current Changes in Alpine Plant Diversity, Ed.: Chapin III, F.S., Körner, C., *Ecol. Stud.*, Springer, Berlin, pp: 167-181.
- Graeber, K., Linkies, A., Muller, K., Wunchova, A., Rott, A., Leubner-Metzger, G. 2010.** Cross-species approaches to seed dormancy and germination: conservation and biodiversity of ABA-regulated mechanism and the Brassicaceae DOG1 genes. *Plant Mol. Biol.*, 73: 67-87.
- Graeber, K., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G., Soppe, W. 2012.** Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant Cell Environ.*, 35: 1769-1786.
- Groot, S.P.C., Karssen, C.M. 1992.** Dormancy and germination of abscisic acid deficient tomato seeds: studies with the sitiens mutant. *Plant Physiol.*, 99: 952-958.
- Gubler, F., Hughes, T., Waterhouse, P., Jacobsen, J. 2008.** Regulation of dormancy in barley by blue light and after-ripening: effects on abscisic acid and gibberellin metabolism. *Plant Physiol.*, 147: 886-896.
- Güleryüz, G., Malyer, H., Kaynak, G., Özhatay, N. 2005.** Uludağ A2 (A) Bursa: Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları, Ed.: Özhatay N., Byfield A., Atay S., WWF Türkiye, İstanbul.
- Güleryüz, G., Kırmızı, S., Arslan, H., Sakar, S. 2011.** Dormancy and germination in *Stachys germanica* L. subsp. *bithynica* (Boiss.) Bhattacharjee seeds: Effects of short-time moist chilling and plant growth. *Flora*, 206: 943-948.
- Harper, J.L. 1977.** Population biology of plants. Academic Press, London, UK, 892 pp.
- Hermann, K., Meinhard, J., Dobrev, P., Linkies, A., Pesek, B., Heß, B., Machackova, I., Fischer, U., Leubner-Metzger, G. 2007.** 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) – A comparative study of fruits and seeds. *J. Exp. Bot.*, 58: 3047-3060.
- Herranz, J.M., Ferrandis P., Martinze-Duro, E. 2010.** Seed germination ecology of the threatened endemic Iberian *Delphinium fissum* subsp. *sordidum* (Ranunculaceae). *Plant Ecol.*, 211: 89-106.
- Hilhorst, H.W.M. (1995).** A critical update on seed dormancy. I. Primer Dormancy. *Seed Sci. Res.* (5): 61-73.

- Hilhorst, H.W.M., Derkx, M.P.M., Karssen, C.M. 1998.** The tomato seed as a model system to study seed development and germination. *Acta Bot. Neerl.*, 47, 169-183.
- Hooley, R. 1994.** Gibberellins: perception, transduction and responses. *Plant Mol. Biol.*, 26: 1529-1555.
- Karlsson, L.M., Tamado, T., Milberg, P. 2008.** Inter-species comparison of seed dormancy and germination of six annual Asteraceae weeds in an ecological context. *Seed Sci. Res.*, 18: 35-45.
- Karlson, L.M., Milberg, P. 2008.** Variation within species and inter-species comparison of seed dormancy and germination of four annual *Lamium* species. *Flora*, 203: 409-420.
- Kaye, T.N. 1997.** Seed dormancy in high elevation plants: implications for ecology and restoration: Conservation and Management of Native Plants and Fungi, Ed.: Kaye, T.N., Liston, A., Love, R.M., Luoma, D.L., Meinke, R.J., Wilson, M.V., NPSO, Corvallis, Oregon, pp: 115-120.
- Kırmızı, S., Güteryüz, G., Arslan, H., Sakar, S. 2010.** Effects of moist chilling, gibberellic acid and scarification on seed dormancy in the rare endemic *Pedicularis olympica* (Scrophulariaceae). *Turk J. Bot.*, 34: 225-232.
- Kırmızı, S., Güteryüz, G., Arslan, H. 2011.** Germination responses to GA3 and short-time chilling of three endemic species: *Tripleurospermum pichleri*, *Cirsium leucopsis* and *Senecio olympicus* (Asteraceae). *Plant Species Biol.*, 26: 51-57.
- Kinzel, W. 1926.** Frost und Licht Neu Tabellen. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Koornneef, M., Bentsink, L., Hilhorst, H. 2002.** Seed dormancy and germination. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 5: 33-36.
- Körner, C. 1999.** Alpine Plant Life. Springer, Berlin.
- Kucera, B., Cohn, M.A., Leubner-Metzger, G. 2005.** Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Sci.Res.*, 15: 281-307.
- Kuriakose, S.V., Prasad, M.N.V. 2008.** Cadmium stress affects seed germination and seedling growth in *Sorghum bicolor* (L.) Moench by changing the activities of hydrolyzing enzymes. *Plant Growth Regul.* 54(2): 143-156.
- Labouriau, L.G. 1983.** A germinação das Sementes. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington, DC.
- Lande, R., Schemske, D.W. 1985.** The evolution of self-fertilization and inbreeding depression in plants. I. Genetic Models. *Evolution.*, 39: 24-40.

- Lentz, K.A., Johnson, H.A. 1998.** Factors affecting germination of endangered northeastern bulrush, *Scirpus ancistrocheatus* Schuyler (Cyperaceae). *Seed Sci. Technol.*, 26: 733-741.
- Leubner-Metzger, G. 2003.** Functions and regulation of B-1,3glucanase during seed germination, dormancy release and after ripening. *Seed Sci. Res.*, 13: 17-34.
- Li, A.R., Guan, K.Y., Probert, R.J. 2007.** Effect of light, scarification and gibberellic acid on seed germination of eight *Pedicularis* species from Yunan, China. *HortSci.*, 42: 1259-1262.
- Mayer, A.M., Poljakoff-Mayber, A. 1982.** The germination of Seeds. Third edition, Pergamon Press, Great Britain.
- Maynard, D.N., Hochmuth, G.J. 1997.** Handbook for vegetable growers. John Willey & Sons., New York.
- Matilla, A.J., Matilla-Vazquez, M.A. 2008.** Involvement of ethylene in seed physiology. *Plant Sci.*, 175: 87-97.
- Mattana, E., Daws, M.I., Bacchetta, G. 2010.** Comparative germination ecology of the endemic *Centranthus amazonum* (Valerianaceae) and its widespread congener *Centranthus ruber*. *Plant Spec. Biol.*, 25: 165-172.
- Mc Donough, W.T. 1970.** Germination of 21 species collected from a high-elevation rangeland in Utah. *Am. Midl. Nat.*, 84: 551-554.
- Meisert, A. 2002.** Physical dormancy in Geraniaceae seeds. *Seed Sci. Res.*, 12: 121-128.
- Mendoza-Urbina, F.A., Gutierrez-Miceli, F.A., Ayora-Talavera, T.R., Rincon-Rosales, R. 2012.** Scarification of seeds of *Hypericum silenoides* Juss. and its effect on germination. *Gayana Bot.*, 69: 1-6.
- Miller, P.C. 1982.** Environmental and vegetational variation across a snow accumulation area in montane tundra in central Alaska. *Holarctic Ecol.*, 5: 85-98.
- Miransari, M., Smith, D.L. 2014.** Plant hormones and seed germination. *Environ. Exper. Bot.*, 99: 110-121.
- Mondoni, A., Probert, R.J., Rossi, G., Vegini, E., Hay, F.R. 2011.** Seeds of alpine plants are short lived: implications for long-term conservation. *Ann. Bot.*, 107: 171-179.
- Morrison, D.A., Auld, T.D., Rish, S., Porter, C., McClay, K. 1992.** Patterns of testa-imposed dormancy in native Australian legumes. *Ann. Bot.*, 70: 157-163.
- Mowa, E., Mass, E. 2012.** The effect of sulphuric acid and effective micro-organism on the seed germination of *Harpagophytum procumbens* (devil's claw). *S. Afr. J. Bot.*, 83: 193-199.

**Muhammed, S., Amusa, N.A. 2003.** Effects of sulphuric acid and hot water treatments on seed germination of tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Afr. J. Biotechnol.*, 2: 276-279.

**Muller, K., Tintelnot, S., Leubner-Metzger, G. 2006.** Endosperm limited Brassicaceae seed germination: abscisic acid inhibits embryo-induced endosperm weakening of *Lepidium sativum* (cress) and endosperm rupture of cress and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.*, 47: 864-877.

**Necajeva, J., Ievinsh, G. 2013.** Seed Dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). *Estonian J. Ecol.*, 62: 150-161.

**Nikolaeva, M.G. 1969.** Physiology of deep dormancy in seeds. National Science Foundation, Washington, DC.

**Nonogaki, H. 2008.** Repression of transcription factors by microRNA during seed germination and postgermination. Another level of molecular repression in seeds. *Plant Sig. Behav.*, 1: 65-67.

**Nonogaki, H. 2014.** Seed dormancy and germination-emerging mechanisms and new hypotheses. *Front Plant Sci.* 5: 233.

**Oliveria, P.G., Garcia, Q.S. 2010.** Germination characteristics of *Syngonanthus* seeds (Eriocaulaceae) in *campos rupestres* vegetation in south-eastern Brazil. *Seed Sci. Res.*, 21: 39-45.

**Olvera-Carrillo, Y., Marquez-Guzman, J., Barradas, V.L., Sanchez-Coronado, E., Orozco-Segovia, A. 2003.** Germination of the hard seed coated *Opuntia tomentosa* S.D., a cacti from the Mexico valley. *J. Arid Environ.*, 55: 29-42.

**Özmen, A., Bauer, S., Gridling, M., Singhuber, J., Krusteva, S., Madlener, S., Vo, T.P.N., Stark, N., Saiko, P., Fritzer-Szekeres, M., Szekeres, T., Aşkın-Çelik, T., Krenn, L., Krupitza, G. 2009.** In-vitro anti-neoplastic activity of the ethnopharmaceutical plant *Hypericum adenotrichum* Spach endemic to western Turkey. *Oncol. Rep.*, 22: 845-852.

**Payal, K., Maikhuri, R.K., Rao, K.S., Kandari, L.S. 2013.** Effect of gibberellic acid and water-based pre-soaking treatments under different temperatures and photoperiods on the seed germination of *Allium stracheyi* Baker: An endangered alpine species of Central Himalaya, India. *Plant Biosyst.*, 148(6): 1075-1084.

**Pelton, J. 1956.** A study of seed dormancy in eighteen species of high altitude Colorado plants. Vol. 13. Butler University Botanical Studies, Indianapolis, ABD.

**Perez-Garcia, F. 2008.** Effects of cryopreservation, gibberellic acid and mechanical scarification on the seed germination of eight endemic species from The Canary Islands. *Seed Sci. Technol.*, 36: 237-242.

**Probert, R.J. 1992.** Seeds: The ecology of regeneration in plant communities: The role of temperature in germination ecophysiology, Ed.: Fenner, M., CAB International, Wallingford, UK, pp: 285-325.

**Purohit, S., Nandi, S.K., Palni, L.M.S., Giri, L., Bhatt, A. 2015.** Effect of sulfuric acid treatment on breaking of seed dormancy and subsequent seedling establishment in *Zanthoxylum armatum* DC: An endangered medicinal plant of the Himalaya region. *Natl. Acad. Sci. Lett.*, 38(4): 301-304.

**Rincon-Rosales, R., Culebro-Espinosa, N.R., Gutierrez-Miceli, F.A., Dendooven, L. 2003.** Scarification of seeds of *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze and its effect on germination. *Seed Sci. Technol.* 31: 301-307.

**Rodrigues, E.R.S., Silveira, F.A.O. 2013.** Seed germination requirements of *Trembleya laniflora* (Melastomataceae), an endemic species from neotropical montane rocky savannas. *Plant Species Biol.*, 28: 165-168.

**Sanchez, M., Gurusinghe, S., Bradford, K.J., Vazquez-Ramos, J. 2005.** Differential response of PCNA and Cdk-A proteins and associated kinase activities to benzyladenine and abscisic acid during maize seed germination. *J. Exp. Bot.*, 56: 515-523.

**Sanchez-Coronado, M.E., Olvera, C., Marquez-Guzman, J., Macias-Rubalcava, M.L., Orozco, S., Anaya, A.L., Orozco-Segovia, A. 2015.** Complex dormancy in the seeds of *Hypericum philonotis*. *Flora*, 213: 32-39.

**Schopfer, P., Plachy, C. 1985.** Control of seed germination by abscisic acid, III. Effect on embryo growth potential (Minimum Turgor Pressure) and growth coefficient (Cell Wall Extensibility) in *Brassica napus* L. *Plant Physiol*, 77(3): 676-686.

**Schütz, W., Rave, G. 1999.** The effect of cold stratification and light on the seed germination of temperate sedges (*Carex*) from various habitats and implications for regenerative strategies. *Plant Ecol.*, 144: 215-230.

**Seo, M., Nambara, E., Choi, G., Yamaguchi, S. 2009.** Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. *Plant Mol. Biol.*, 69: 463-472.

**Subaşı, Ü., Güvensen, A. 2010.** Seed germination studies on rare endemic *Salvia smyrnaea* Boiss. (Lamiaceae). *BioDiCon.*, 3(3): 126-132.

**Thompson, P.A. 1973.** Seed Ecology: Geographical adaptation of seeds, Ed.: Heydecker, W., Butterworths, London, pp: 31-58.

**Thompson, K., Jalili, A., Hodgson, J.G., Hamzeh'ee, B., Asri, Y., Shaw, S., Shirvany, A., Yazdani, S., Khoshnevis, M., Zarrinkamar, F., Ghahramani, M.-A., Safavi, R. 2001.** Seed size, shape and persistence in the soil in an Iranian flora. *Seed Sci. Res.*, 11: 345-355.



**Urbanska, K.M., Schwank, O., Fossati, A. 1979.** Variation within *Lotus corniculatus* L. s. I. From Switzerland, II. Reproductive behaviour of *L. alpinus* (DC) Schleicher. *Berlin Geobot Inst ETH*, 46: 62–85.

**Urbanska, K.M., Schütz, M., 1986.** Reproduction by seed in alpine plants and vegetation research above timberline. *Bot. Helvet.*, 96: 43-60.

**Van Assche, J., Van Nerum, D., Darius, P. 2002.** The comparative germination ecology of nine *Rumex* species. *Plant Ecol.*, 159: 131-142.

**Väre, H., Lampinen, C., Humpries, C., Williams, P. 2003.** Taxonomic diversity of vascular plants in the European alpine areas: Alpine Biodiversity in Europe, Ed.: Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C., Thompson D.B.A., Ecological studies, Springer, New York, pp: 133-148.

**Vranckx, G., Vandeloek, F. 2012.** A season and gap-detection mechanism regulates seed germination of two temperate forest pioneers. *Plant Biol.*, 14: 481-490.

**White, C.N., Proebsting, W.M., Hedden, P., Rivin, C.J. 2000.** Gibberellins and seed development in maize I. Evidence that gibberellin/abscisic acid balance governs germination versus maturation pathways. *Plant Physiol.*, 122: 1081-1088.

**White, C.N., Rivin, C.J. 2000.** Gibberellins and seed development in maize II. Gibberellin synthesis inhibition enhances abscisic acid signaling in cultured embryos. *Plant Physiol.*, 122: 1089-1097.

**Yamaner, Ö., Erdağ, B., Gökbulut, C. 2013.** Stimulation of the production of hypericins in in vitro seedlings of *Hypericum adenotrichum* by some biotic elicitors. *Turk. J. Bot.*, 37: 153-159.

**Zida, D., Tigabu, M., Sawadogo, L., Oden, P.C. 2005.** Germination requirements of seeds of four woody species from the Sudanian savana in Burkina Faso, West Africa. *Seed Sci. Technol.* 33: 581-593.

**Zuur-Isler, D. 1982.** Germination behaviour and early life phases of some species from serpentine soils. *Berichte des Geobotanischen Institutes Swiss Federal Institute of Technology, Stiftung Rübel, Zürich*, 49: 76-107.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve BAYRAK  
Doğum Yeri ve Tarihi : Sivas / 22.11.1987  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sivas Kongre Lisesi (2001-2004)  
Lisans : Uludağ Üniversitesi (2006-2011)

İletişim (e-posta) : mrv.bayrak@gmail.com

