



### In vitro seed germination study in endemic plant *Onosma discedens*

Muhip HİLOOĞLU <sup>\*1</sup>, Ersin YÜCEL <sup>2</sup>, Ali KANDEMİR <sup>3</sup>, Emel SÖZEN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Anadolu, Science Institute, Department of Biology, 26470, Eskişehir, Turkey

<sup>2</sup> Anadolu University, Faculty of Science, Department of Biology, 26470, Eskişehir, Turkey

<sup>3</sup> Erzincan University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, 24100, Erzincan, Turkey

#### Abstract

*Onosma discedens* is endemic species having considerable narrow distribution in Erzincan (Turkey) Region. In this study, we investigated the germination behavior of *Onosma discedens* with different concentrations of NaCl, HCl, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> (100 and 200 µM) or hot-cold stratification/mechanical scarification. Seeds under the light and dark treatments were exposed to a photoperiod of 8 h light/16 h dark hours with a 23/18 °C thermoperiod. Germination rates increased with KNO<sub>3</sub>-100 µM (% 12), GA<sub>3</sub>-100 µM (% 25), GA<sub>3</sub>-200 µM (% 35), HCl-100 µM (% 9) treatments when compared to the control. The highest speed of germination index was obtained at concentrations of 100-200 µM KNO<sub>3</sub>. Overall, our results will provide valuable data for *ex situ* conservation of endemic *Onosma discedens*.

**Key words:** *Onosma discedens*, endemic, germination, *ex situ*

----- \* -----

### Endemik *Onosma discedens* tohumlarında İn vitro çimlendirme çalışmaları

#### Özet

*Onosma discedens* (Kemaliye Emzikotu), Erzincan yöresinde (Türkiye) oldukça dar yayılış alanına sahip nadir endemik bitki türlerindedir. Bu çalışmada *Onosma discedens* türünde farklı NaCl, HCl, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> konsantrasyonları ve sıcak/soğuk/mekanik stratifikasyon uygulamalarının çimlenme başarısına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tohumlar 100 ve 200 µM konsantrasyonlarda NaCl, HCl, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub> solusyonları kullanılarak ya da sıcak/soğuk/mekanik stratifikasyon uygulamalarının ardından 23/18°C'de 8 saat aydınlık/16 saat karanlık ortamda çimlendirilmiştir. Kontrol grubundan (% 7), daha yüksek çimlenme gerçekleşen uygulamalar; KNO<sub>3</sub>-100 µM (% 12), GA<sub>3</sub>-100 µM (% 25), GA<sub>3</sub>-200 µM (% 35), HCl-100 µM (% 9). Çimlendirme hızı katsayısının ise en yüksek potasyum nitratın uygulamalarında (9,5) olduğu bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda, elde edilen veriler türün *ex-situ* korunması amacıyla kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** *Onosma discedens*, endemik, çimlenme, *ex situ*

#### 1. Giriş

Boraginaceae familyası Angiosperm Filogeni Grubu (APG III, 2015)'na göre 120 cins 2000 tür içermektedir. Bu familyanın içerisinde bulunan *Onosma L.* cinsi Asya ve Avrupa'da bulunan 150 tür içerir (El- Shazly vd., 2003). Türkiye'de bu cinse ait 50 endemik tür bulunmaktadır ve ülkemizde % 50 endemizm oranıyla temsil edilmektedir (Kandemir ve Türkmen, 2010).

*Onosma discedens* Hausskn. ex Bornm. (Kemaliye Emzikotu) ilk olarak Alman Eczacı Sintenis tarafından 1890 yılında Erzincan/Kemaliye'den toplanmıştır. Uzun yıllar boyunca izine rastlanamayan ve son fertlerinin öldüğü konusunda kesin kanıya varılan tür, yok olduğu düşünülerek Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'nda (Ekim vd., 2000) nesli tükenmiş (EX) olarak değerlendirilmiştir. Ancak türün aynı bölgeden yeniden toplandığı rapor edilmiştir (Kandemir, 2009).

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902223350580/4802; Fax.: +902223350580; E-mail: mhilooglu@anadolu.edu.tr

© 2008 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır

BioDiCon. 503-1115

Kemaliye Emzikotu'na ait morfolojik özelliklerin belirlenmesi ve tehlike kategorisinin güncellenmesi (kritik olarak tehlike altında-CR) (Kandemir, 2009) dışında bir çalışma bulunmamaktadır. Bitkilerin üremedeki başarısını belirleyen en önemli aşama tohum çimlenme başarısıdır (Bu vd., 2008). Son on yılda küresel bir endişe haline gelen genetik çeşitliliğin devamlılığı açısından özellikle dar yayılış alanına sahip ve tehdit altındaki türlerde çimlendirme çalışmaları yapılmaktadır (Cousins vd., 2014). Dar yayılış alanına sahip ve tehdit altındaki türlerde çimlenme ile ilgili detaylı bilgilerin koruma kararlarının uygulanmasına katkıda bulunacağı vurgulanmaktadır (Corral-Aguirre vd., 2006).

Bu çalışmanın amacı, farklı kimyasal uygulamaların (NaCl, HCl, KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub>) ve ön işlemlerin (sıcak/soğuk ve mekanik) *Onosma discedens*'de tohum çimlenmesine etkisini belirlemektir. Elde edilecek sonuçların ülkemizde sadece Erzincan bölgesinde yayılış gösteren bu türün *ex situ* koruma çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Type: [Turkey B7 Erzincan] Armenia turcica: Egin (Kemaliye) ad Eupratem fluv. in collibus ad Salachlü (Salihli), 29 vi 1890, Sintenis 2770 (holo. J E).



Şekil 1. *Onosma discedens*'in genel görünümü

## 1. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışılan tür

#### *Onosma discedens* Hausskn. ex Bornm. (Boraginaceae) / Fırat emceği

Çok yıllık bitkiler. Gövde tek veya çok sayıda, 15-35 cm, dik, gri tüylü, tabanda önceki yıllara ait yaprak kalıntıları bulunur. Taban yapraklar 55-80 x 5-10 mm, şeritsi-mızraksı veya ters mızraksı üst ortada oluklu, alt ortada belirgin kaburga şeklinde damarlı, kenarda arkaya kıvrık, uçta sivri, her iki yüzde gümüşü, yatık, yoğun tüylü. Üst yapraklar şeritsi-mızraksı, nadiren dikdörtgenimsi, uçta sivri veya küt, taban yapraklarından daha kısa. Çiçek durumu uçta küme şeklinde yoğun çiçekli talkım, meyvede uzar. Alt brakteler genişçe mızraksı, üsttekiler şeritsi. Çiçek sapları 4-9 mm. Çanak yapraklar 11-15 mm, meyvede 22 mm'ye kadar uzar, yoğun dik veya hafif aşağıya dönük batıcı tüylü, korollaya eşit veya kısa. Korolla beyaz, beyazımsı-krem, kurduğunda sarımsı, dar tüpsü, dışta ülgerli tüylü. Çiçeklenme Mayıs-Haziran.

### 2.2. Tohum toplama çalışmaları

2012 yıllarında başlayan arazi çalışmaları 2014'e kadar sürmüştür. Mayıs-Temmuz ayları arasında çimlendirme çalışmaları için kullanılacak tohumlar için olgunlaşan meyveler toplanmış, zarar görmeyecek şekilde paketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Toplanan materyaller 7 gün boyunca oda şartlarında nemden arındırılmıştır. Tohumlar araziden alınan bitki materyallerinden dikkatlice tohuma zarar vermeyecek şekilde ayıklanmıştır. Her bir çiçekteki toplam tohum sayısı sayılarak parlak renkli ve sağlıklı tohumlar verimli tohum olarak kabul edilmiştir. Tohumun 1000 tane ağırlığı Bonner (1974)'e göre bulunmuştur.

### 2.3. Çimlendirme çalışmaları

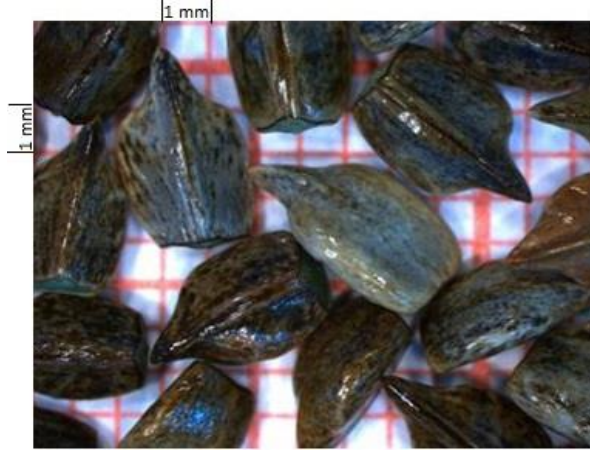
Tohum çimlendirme çalışmalarında her bir petride 25 adet tohum olacak şekilde 100 µM ve 200 µM'lik konsantrasyonlarda sodyum klorür (NaCl), hidroklorik asit (HCl), potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>), gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) solüsyonu içeren petrilere (9mm çapında) filtre kağıdı üzerinde çimlendirilmiştir. Mekanik stratifikasyon için tohumlar zımpara kağıdı (No:150) ile 30sn-1dk arasında zımparalanmışlardır. Kaynar su stratifikasyonu için *O. discedens*'e ait tohumlar; 30sn, 1dk ve 2dk süre ile kaynar suda bekletilmiştir. Soğuk ön işlem olarak da +4°C ve -20°C'de alüminyum folyoya sarılarak karanlıkta bekletilmişlerdir. Bu tohumlar petri kabı içerisinde 3 ml distile su ile ıslatılan iki kat filtre kağıdı üzerine yerleştirilmiştir. Deneyler dört tekrarlı yapılmış ve toplam 60 deney serisi oluşturulmuştur. Petri içerisindeki tohumlar iklim kabininde (SANYO-MLR-350H) 23°C'de 8 saat aydınlık ve 18°C'de 16 saat karanlık periyotta bekletilmiştir. Tohumun çimlenmiş olarak kabul edilebilmesi için, radikulanın çimlenme yatağına değmiş olması yeterli olarak kabul edilmiştir. Tohum çimlenme hızının belirlenmesinde Yücel (2000) esas alınmıştır.

Sonuçlar SPSS 15.0 paket programı kullanılarak ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Çimlenme yüzdeleri ve çimlenme hızları bakımından uygulamalar arasındaki farklılıkların ortaya konması amacıyla Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ( $P \leq 0.05$ ) yapılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Tohum yapısı

*Onosma discedens* meyve tipi fındıkçık olup bu tip meyvelerde meyve ve tohum sayısı aynıdır. *Onosma discedens* çiçeklerinde 4 fındıkçık gözlenmiştir. Bu fındıkçıkların her birinin bir adet tohum içermesi beklenmektedir fakat yapılan sayımlarda *Onosma discedens*'de birey başına düşen tohum sayısının düşük olduğu görülmüştür. Bir bitkideki toplam çiçek sayısının yaklaşık 1/3'nün gelişmeyip dolayısıyla da hiç tohum oluşturmadığı tespit edilmiştir. Normal gelişen çiçeklerde bulunan tohum sayısının ise genelde 1 nadiren de 3 olduğu ve 4-5 mm büyüklükte, nefit yeşili renkte normal tohum olarak geliştiği gözlenmiştir (Şekil 2). Bazı fındıkçıklar ise büyüklük olarak normal gözükse de renkleri beyaz-kremden açık kahveye kadar değişiklik göstermektedir ve içleri boştur. Bazı çiçeklerde de siyah renkli gelişmemiş 4 adet küçük fındıkçık gözlenmiştir.



Şekil 2. *Onosma discedens* fındıkçıklarının stereo mikroskop görüntüsü

Tohumların 1000 tane ağırlığı Bonner (1974)'e göre hesaplanmış ve 7430 mg olarak belirlenmiştir. *O. discedens* bitkisinin her bir çiçeğinde parlak renkli ve sağlıklı tohumlarla, açık renkli, içi boş tohumlar sayıldığında, verimli tohum yüzdesi % 26.25, verimsiz tohum yüzdesi %73.25 olarak belirlenmiştir.

#### 3.2. Çimlendirme deneyleri

##### Kontrol grubu

Her bir deney serisinde dörder tekrarlı olmak üzere kontrol grubu oluşturulmuş ve bu grupta tohumlar herhangi bir kimyasal ile muamele edilmeksizin, distile su verilerek çimlenme oranları belirlenmiştir. Çimlenme kontrol grubunda 4. gün başlamış ve 8. gün sona ermiştir. Deneyler sonunda ortalama çimlenme oranı % 7 olarak bulunmuştur. Çimlenme hızı katsayısı 8,9 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

##### *Onosma discedens*'de çimlenme üzerine $KNO_3$ 'ün etkisi

100  $\mu M$   $KNO_3$  uygulanan tüm orijinlerde % 12 oranında bir çimlenme yüzdesi bulunmuştur. Çimlenme 1. gün başlamış, 22. gün sona ermiştir (Tablo 1). 200  $\mu M$   $KNO_3$  uygulanan serilerde % 7 oranında çimlenme olduğu görülmüştür. Çimlenme 2. günde başlarken, 18. günde sona ermiştir. Her iki konsantrasyonda da çimlenme hızı 9,5 olarak bulunmuştur.

##### *Onosma discedens*'de çimlenme üzerine $GA_3$ 'ün etkisi

100  $\mu M$   $GA_3$  uygulanan tüm orijinlerde % 25 oranında bir çimlenme yüzdesi bulunmuştur. Çimlenme 1. gün başlamış, 28. gün sona ermiştir. Çimlenme hızı ise 7,5 olarak hesaplanmıştır. (Tablo 1). 200  $\mu M$   $GA_3$  uygulanan serilerde % 35 oranında çimlenme olduğu görülmüştür. Çimlenme 3. günlerde başlarken, 31. günde sona ermiştir. Çimlenme hızı ise 6,1 olarak bulunmuştur.

##### *Onosma discedens*'de çimlenme üzerine $NaCl$ 'ün etkisi

100  $\mu M$   $NaCl$  uygulanan deney serilerinde hiç çimlenme olmamıştır. 200  $\mu M$   $NaCl$  uygulanan serilerde % 2 oranında çimlenme olduğu belirlenmiştir. Çimlenme 21. günde gerçekleşmiştir. Çimlenme hızı katsayısı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında en düşük olduğu (3,8) bulunmuştur (Tablo 1).

##### *Onosma discedens*'de çimlenme üzerine $HCl$ 'in etkisi

100  $\mu M$   $HCl$  uygulanan serilerde % 9 oranında bir çimlenme yüzdesi bulunmuştur. Çimlenme 10. gün başlamış, 13. gün sona ermiştir. Çimlenme hızı katsayısı (9,0) Duncan testine göre kontrol ile aynı grupta bulunmaktadır (Tablo 1). 200  $\mu M$   $HCl$  uygulanan deney serilerinde çimlenme olmamıştır.

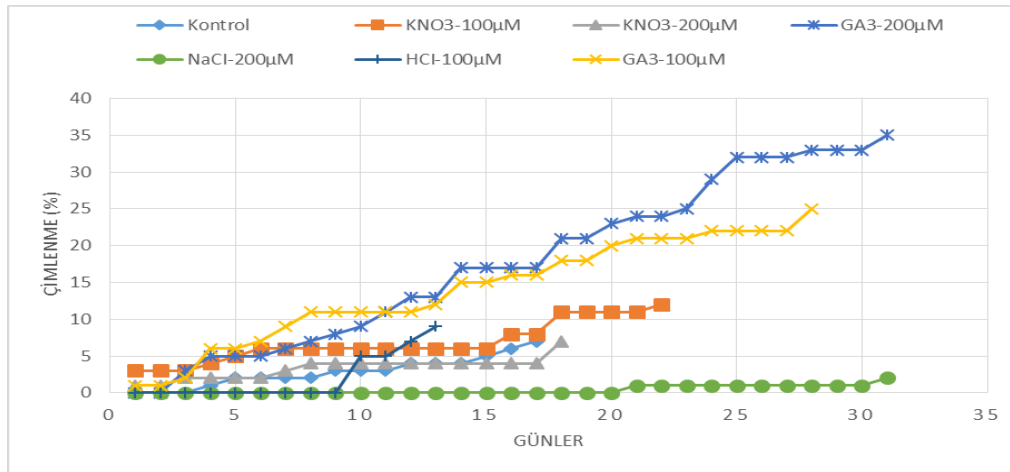
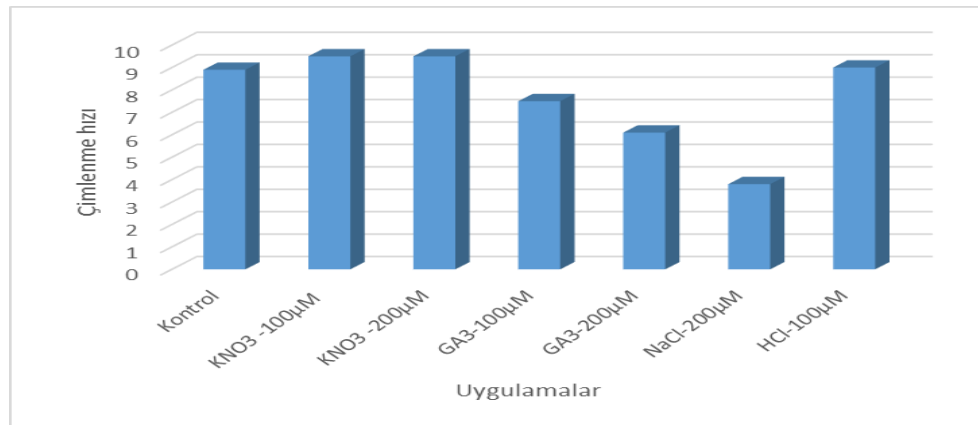
##### *Onosma discedens*'de çimlenme üzerine stratifikasyon uygulamalarının etkisi

Mekanik stratifikasyon (zımparalama), kaynar su stratifikasyonu (30sn, 1dk ve 2dk), soğuk ön işlem (+4°C ve -20 °C) uygulamalarının yapıldığı deney serilerinin hiçbirinde çimlenme gerçekleşmemiştir.

Tablo 1. *Onosma discedens* tohumlarının çimlenme özellikleri

Uygulama	Konsantrasyon (µM)	Çimlenme (%)	Çimlenme hızı	İlk çimlenme (gün)	Son çimlenme (gün)
Kontrol	-	7 <sup>b</sup>	8,9 <sup>ab</sup>	4	8
KNO <sub>3</sub>	100	12 <sup>c</sup>	9,5 <sup>a</sup>	1	22
KNO <sub>3</sub>	200	7 <sup>b</sup>	9,5 <sup>a</sup>	2	18
GA-3	100	25 <sup>b</sup>	7,5 <sup>bc</sup>	1	28
GA-3	200	35 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	3	31
NaCl	100	-	-	-	-
NaCl	200	2	3,8 <sup>d</sup>	21	21
HCl	100	9 <sup>cd</sup>	9,0 <sup>ab</sup>	10	13
HCl	200	-	-	-	-
Zımpara	-	-	-	-	-
30sn kaynar su	-	-	-	-	-
1dk kaynar su	-	-	-	-	-
2dk kaynar su	-	-	-	-	-
+4 °C	-	-	-	-	-
-20 °C	-	-	-	-	-

a,b,c,d : Sütunlarda Duncan testine göre % 5 önem seviyesinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.

Şekil 3. *Onosma discedens* türünde farklı uygulamalarından elde edilen tohum çimlenme yüzdeleri ve zaman ile ilişkisiŞekil 4. *Onosma discedens* türünde farklı uygulamaların tohum çimlenme hızına etkileri

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Tohum çimlenmesi türün geleceği açısından üreme döğüsünde yer alan, büyük öneme sahip kritik bir aşamadır (Navarro ve Guitian, 2003). Endemik bitkilerin tohumları doğal ekosisteminde tekdüze çimlenmeye sahip değillerdir. Bunun sebebi tohum dormansisini mutlak surette atlatmak zorunda olmalarındır (Teimouri vd., 2013). Özellikle nadir ve tehlike altındaki türlerle ilgili çimlenme gereksinimleri çoğunlukla bilinmemekte olup, bunu anlamayı sağlayacak materyal elde etmek de oldukça zordur (Cerabolini vd., 2004). *Onosma discedens* (Kemaliye Emzikotu) serpentine özgü bir türdür. Bu türün özellikle Kemaliye İlçesi, Salihli Köyü çevresinde bilinen en geniş yayılış alanı yol çalışmaları nedeniyle yok edilme aşamasına gelmiştir. Aynı zamanda bu alanı çevreleyen kalker kayaçların yapı malzemesi elde etmek üzere işlenmesi ve elde edilen malzemenin türün yayılış alanında depolanması diğer bir tehdidi oluşturmaktadır. Batıcı tüylerinden dolayı küçükbaş hayvanların fazla tercih etmemesine karşın

çevrede otlayan keçiler tarafından yenmesi de yeterince tohum üretememesinde önemli bir etmeni oluşturmaktadır. Tütün yetiştirildiği yerde toprak derinliğinin birkaç santimetreye düşmesi nedeniyle tohumunun tutunamaması ve buna bağlı olarak doğal ortamında çimlenme başarısının düşük olmasına etkilediği anlaşılmıştır. Ayrıca, Kemaliye Emzikotu'nda ise çiçeklerin aşağıya sarkık olması tohumun erkenden düşmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Kemaliye Emzikotu koyu renkli, parlak, içi dolu verimli tohumlar üretme konusunda (%26.25) zayıf kalması üreme döngüsünde farklı bir genetik mekanizmanın etkili olabileceğini akla getirmektedir. Bu nedenle Kemaliye Emzikotu da deney setleri oluşturulmadan önce verimli olarak kabul edilen tohumlar dikkatle seçilerek çimlendirme çalışmalarında kullanılmalıdır.

Potasyum nitratın büyüme düzenleyici ve çimlenmeyi teşvik edici maddelerden olduğu bilinmektedir (Jolliff vd., 1994; Puppala vd., 2002). Bu çalışmada *O. discedens* için KNO<sub>3</sub>'ün 200 µM uygulamasında % 12 oranında çimlenme olduğu görülmüştür. Diğer taraftan 100 µM'lık uygulamada çimlenmeye herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Ancak KNO<sub>3</sub> uygulanan tüm serilerde kontrol grubuna göre en yüksek çimlenme hız katsayısı bulunduğundan, potasyum nitratın çimlenme hızını arttırdığı ve bu farkın istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Gibberellik asitin (GA<sub>3</sub>) çimlenmeyi teşvik edici olduğu yapılan çok sayıda yayında bildirilmektedir (Iglesias ve Babiano, 1997, Nadjafi vd., 2006). Literatüre uygun olarak bu çalışmada da GA<sub>3</sub>'ün her iki konsantrasyonunun *O. discedens* tohumlarını kontrol grubundan çok daha yüksek oranlarda çimlenmeye teşvik ettiği (%25 ve % 35) görülmüştür. GA<sub>3</sub> konsantrasyonunun artışına bağlı olarak çimlenme yüzdesinde de artış olmuştur. Ancak her iki dozda da GA<sub>3</sub>'ün çimlenme hızını az oranda gerilediği anlaşılmıştır. Bunun yanında, HCl'nin düşük konsantrasyonlarının tohum kabuğunu gevşeterek çimlenmeyi çok az da olsa teşvik ettiği (% 9), yüksek konsantrasyonlarda ise çimlenmeyi engellediği ve durduğu bulunmuştur (Tablo 1). Hidroklorik asitin çimlenme hızı açısından ise önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. NaCl'nin de aynı şekilde çimlenmeyi engellediği ve durduğu belirlenmiştir. *O. discedens* türünde mekanik stratifikasyon (zımparalama), kaynar su stratifikasyonu (30sn, 1dk ve 2dk), soğuk ön işlem (+4°C ve -20°C) uygulamalarının yapıldığı deney serilerinin hiçbirinde çimlenme gerçekleşmemiştir.

Sonuç olarak, endemik Kemaliye Emzikotu *in vitro* şartlarda yapılan farklı uygulamalardan tohum çimlenme başarısını en fazla arttıran uygulamaların GA<sub>3</sub>'ün 100 ve 200 µM'lık konsantrasyonları olduğu görülmektedir. Ayrıca KNO<sub>3</sub> ve HCl'nin 100 µM'lık konsantrasyonlarının da anlamlı olacak şekilde çimlenmeyi teşvik ettiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu türde *in vitro* tohum çimlenme çalışmalarına farklı kimyasal ve fiziksel uygulamalarla devam edilmesi önemlidir. Çünkü, tohum çimlenme başarısının nasıl arttırılacağını anlamak, nadir ve tehlike altındaki bitki türlerinin etkili *ex situ* koruma protokollerinin geliştirilmesinde önemli bir aşamadır. Bu çalışmada elde edilen veriler Kemaliye Emzikotu türünün korunması için daha hızlı, etkili ve ucuz koruma planlarının oluşturulmasında önemlidir.

#### Teşekkür

Bu çalışma 110T912 no'lu TUBİTAK projesi desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

#### Kaynaklar

- Bonner, F.T. 1974. Seed testing in Seed of woody plants in the United States. Agriculture handbook No. 450. For Service USDA Washington.
- Bu, H., Du, G., Chen, X., Xu, X., Liu, K., Wen S. 2008. Community wide germination strategies in an alpine meadow on the eastern Qinghai-Tibet plateau: phylogenetic and life-history correlates. *Plant Ecology*. 195/87–98
- Cerabolini, B., Andreis, R. De, Ceriani, R. M., Pierce, S., & Raimondi, B. 2004. Seed germination and conservation of endangered species from the Italian Alps : *Physoplexis comosa* and *Primula glaucescens*. *Biological Conservation*. 117: 351-356.
- Corral-Aguirre, J., & Sanchez-Velasquez, L. R. 2006. Seed ecology and germination treatments in *Magnolia dealbata*: An endangered species. *Flora - Morphology, Distribution. Functional Ecology of Plants*. 201/3: 227–232.
- Cousins, S. R., Witkowski, E. T. F., & Mycock, D. J. 2014. South African Journal of Botany Seed storage and germination in *Kumara plicatilis* , a tree aloe endemic to mountain fynbos in the Boland, South-Western Cape , South Africa. *South African Journal of Botany*. 94: 190–194.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel N. 2000. Red Data Book of Turkish Plants (Pteridophyta ve Spermatophyta). Türkiye Tabiatı Koruma Derneği ve Van 100. Yıl Üniv. Ankara.
- El-Shazly A, Abdel-Ghani A & Wink M. 2003. Pyrrolizidine alkaloids from *Onosma arenaria* (Boraginaceae). *Biochem Syst and Ecol*. 31: 477-485.
- Iglesias, R.G., Babiano M.J. 1997. Endogenous abscisic acid during the germination of chickpea seed. *Physiologia Plantarum*. 100: 500-504.
- Jolliff, G.D., Seddigh, M., Franz R.E. 1994. Seed germination and dormancy of new meadowfoam (*Limnanthes* spp.) genotypes. *Industrial Crops and Products*. 2/3: 179-187.
- Kandemir, A. 2009. The rediscovery of some taxa thought to have been extinct in Turkey. *Turkish J. Bot.*, 33: 113-122.
- Kandemir, A., & Türkmen, Z. 2010. A new species of *Onosma* ( Boraginaceae ) from eastern Turkey. 34: 277-282.
- Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L., Rastgoo M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. *Journal of Arid Environments*. 64/3: 542–547.
- Navarro, L. & J. Guitian. 2003. Seed germination and seedling survival of two threatened endemic species of the northwest Iberian Peninsula. *Biological Conservation*. 109: 313-320
- Puppala, N., James L., Fowler L. J. 2002. *Lesquerella* seed pretreatment to improve germination. *Industrial Crops and Products*. 64-69.
- Teimouri, M. S., & Mahallati, M. N. 2013. Seed germination and breaking of seed dormancy techniques for endemic *Hymenocrater platystegius*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6/12: 885–889
- Yücel, E. 2000. Effects of different salt (NaCl), potasyum nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some *Salvia* species seeds. *Seed Science & Technology*. 28: 853-860.

(Received for publication 02 December 2015; The date of publication 15 April 2016)