



Seed germination studies on rare endemic *Salvia smyrnaea* Boiss. (Lamiaceae)

Ümit SUBAŞI *¹, Aykut GÜVENSEN¹

¹ Ege University, Faculty of Science, Depart. of Biology, 35100, İzmir, Turkey

Abstract

Salvia smyrnaea, is an endemic in Turkey with restricted distribution, which is classified as only two localities known risk category "Endangered (En)". In this study, ex-situ conservation purposes of *Salvia smyrnaea* seed germination requirements were investigated. Study material was collected, in August of 2008, western of İzmir in the Nif Mountain from randomly selected individuals of the population which consists of mature fruits. To determine seed viability, tetrazolium chloride (TTC) test was performed. Pretreatment was applied (45 days) and not applied (control) seeds glass Petri dishes, at 250 ppm, 500 ppm and 1000 ppm, 2000 ppm different concentrations of 10 ml of gibberellic acid (GA₃) solution and distilled water (control); at 25 °C 12 hours light (L)/15 °C, 12 hours dark (D) alternate temperature and light-dark conditions, were subjected to germination tests. As a result of testing of seed viability, 85% viability in seeds was determined. In 12L/12D light photoperiod not apply pretreatment 40% germination in seeds was detected at 250 ppm the highest, the lowest 6.6% germination in seeds was determined in control seeds. In this study, *S. smyrnaea*, for ex-situ cultivation of the highest germination percentage, stratification (45 days 5°C) applied and 25/15°C alternate temperature, continuous dark conditions can be achieved with 250 ppm GA₃ treated seeds, respectively.

Key words: Nif Mountain, *Salvia smyrnaea*, Seed Germination, Endemic

----- * -----

Nadir endemik *Salvia smyrnaea* Boiss. (Lamiaceae) tohumlarında çimlendirme çalışmaları

Özet

Salvia smyrnaea, Türkiye’de yalnızca iki lokaliteden bilinen tehlike kategorisi “Tehlikede (En)” olan sınırlı yayılışa sahip bir endemiktir. Bu çalışmada, *Salvia smyrnaea*’nın ex-situ korunması amacı ile tohum çimlenme gereksinimleri araştırılmıştır. Çalışma materyalini, 2008 yılı ağustos ayında İzmir ilinin batısında bulunan Nif Dağ’ı (Kemalpaşa) popülasyonundan rastgele seçilmiş bireylerin olgun nutletleri oluşturmaktadır. Tohum canlılığının belirlenmesinde Tetrazolyum Klorid (TTC) testi kullanılmıştır. Ön işlem uygulanan (45 gün) ve uygulanmayan (kontrol) tohumlar cam petrielerde, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm’deki farklı konsantrasyonlarda 10 ml Gibberellik Asit (GA₃) çözeltisi ve saf su (kontrol); 25°C 12 saat aydınlık (A)/15°C 12 saat karanlık (K) değişken sıcaklık-ışık ve sürekli karanlık koşullarda çimlenme tetstlerine tabi tutulmuşlardır. Tohum canlılık testleri sonucunda tohumlarda %85 oranında canlılık belirlenmiştir. 12A/12K ışık fotoperiyodunda ön işlem uygulanmayan tohumlarda en yüksek çimlenme %40 ile 250 ppm de olduğu saptanırken, aynı ışık periyodunda en düşük çimlenme %6,6 ile kontrol tohumlarda olduğu saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda, *S. smyrnaea*’nın ex-situ yetiştirilmesi için en yüksek çimlenme yüzdesinin, stratifikasyon (45 gün 5°C) uygulanmış ve 25/15°C değişken sıcaklıkta, sürekli karanlık koşullarda 250 ppm GA₃ uygulanmış tohumlarla elde edilebileceği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Nif Dağı, *Salvia smyrnaea*, Tohum Çimlenmesi, Endemik

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902323884000; E-mail: subasi_umit@hotmail.com

1. Giriş

Lamiaceae içinde önemli ve en büyük cinslerden bir tanesi olan *Salvia* L. (adaçayı), çok eski devirlerden beri bilinen tıbbi özelliği nedeni ile Latince de “kurtarıcı ya da tedavi edici” anlamına gelen “*Salveo*” kelimesinden esinlenerek isimlendirildiği belirtilmektedir. Dünyada, Güney ve Orta Amerika’da yaklaşık 500, Merkez Asya/Akdeniz’de 250 ve Doğu Asya’da 90 tür ile temsil edilmektedir (Walker vd., 2004). Asya’da bulunan *Salvia* L. türlerinin ana merkezinin Anadolu olduğu belirtilmektedir (Hedge, 1982; Davis, 1988; Vural ve Adıgüzel, 1996). Türkiye’de ise yapılan revizyon çalışmaları ile *Salvia*’nın 97 takson ile temsil edildiği, bunlardan 51’nin endemik olduğu bildirilmektedir. Ayrıca ülkemizde yayılış gösteren tüm *Salvia* taksonlarının 58’inin (%59,7) İran-Turan, 27’sinin (%27,8) Akdeniz ve 5’inin Avrupa-Sibirya (%5) fitocoğrafik elementleri olduğu; 7’sinin ise (%7) çok bölgeli olarak yayılış gösterdiği rapor edilmiştir (Doğan vd., 2009).

Tohum çimlenmesi, bitkilerin üremedeki başarısını belirleyen üreme döngüsündeki önemli bir faz iken (Bu vd., 2008) çimlenme yüzdesindeki çeşitlilikler çoğunlukla, özel ekolojik koşulların bir yansıması olarak değerlendirilmektedir (Grime vd., 1981; Nishitani ve Masuzawa, 1996). 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. Stratifikasyonun, ABA ve GA seviyesinde değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Tohumlarda, bu bitki büyüme düzenleyicilerinin miktarlarındaki değişimler, stratifikasyon sonrası çimlenmenin meydana gelmesinde fizyolojik tepkiler ile ilişkilendirilmiştir (Benech-Arnold vd., 2003; Yamauchi vd., 2004; Finkelstein vd., 2008).

Nadir ve endemik türlerin tohum çimlendirme çalışmaları, bu taksonlara ait koruma stratejilerinin belirlenmesinde büyük önem arz etmektedir (Lorite vd., 2007). Birincisi, tohum çimlenmesi popülasyonların genetik çeşitliliğinin korunmasının tek yoludur (Fenner ve Thompson, 2005). İkincisi ise, bu türler bir çok durumda yok olma riski altındadır. Bu yüzden, bu taksonların çimlenme yeteneklerinin doğru ve kesin olarak anlaşılması, koruma ve nesillerinin devamında önem taşımaktadır (Blanca vd., 1998; Moreno-Saiz vd., 2003). Türkiye’de endemik bitki taksonları arasında özellikle son yıllarda çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bunlardan 8’i endemik olan 14 farklı *Hesperis* taksonu üzerinde farklı tuz, nitrat ve asit (HCl ve H₂SO₄) konsantrasyonlarındaki tohum çimlenme ekolojileri ortaya konulmuştur (Yücel vd., 2008). Araştırma alanımızda yayılış gösteren ve kritik tehlike kategorisinde bulunan *Minuartia nifensis* Mc Neill üzerinde yapılan otoekolojik çalışmada ise bitkinin 5°, 10°, 15° C sıcaklıklardaki 16/8 ışık fotoperiyotlarında 50 - 100 ppm gibberellik asit ve kinetin uygulamalarındaki tohum verimlilikleri ve tohum canlılıkları araştırılmıştır (Gücel ve Seçmen, 2008). Yine araştırma alanımızda bulunan ve popülasyonu kritik tehlike kategorisinde yer alan *Dianthus erinaceus* var. *erinaceus* üzerinde tohum çimlenme ekolojisi araştırılmıştır (Ersöz ve Seçmen, 2009).

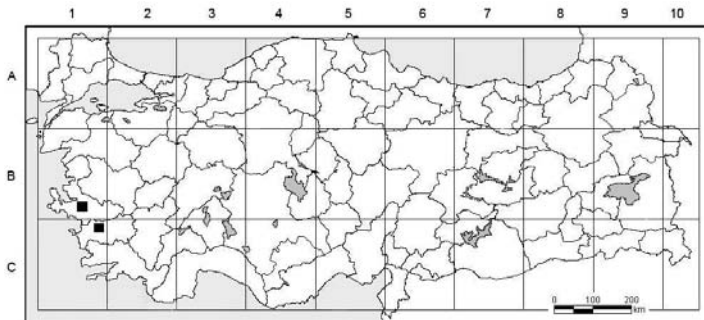
Ülkemizde sadece iki lokaliteden dağılımı bilinen ve tehlike kategorisi, Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabına (Ekim vd., 2000)’e göre “Tehlikede (En)” olan endemik *Salvia smyrnaea*’nın (İzmir adaçayı) sadece Nif Dağı popülasyonundan toplanan tohumları üzerinde çimlenme denemeleri yapılarak, ex-situ korunması için çimlenme gereksinimleri ortaya konulmuştur

2. Materyal ve yöntem

2.1 Çalışılan bitki

Türkiye’de (B1 İzmir: Kemalpaşa, Nif Dağ zirvesi 1500 m., C1 Aydın: Söke, Gümüşdağ, 920 m.) iki popülasyonu bulunmaktadır (Şekil 1). Akdeniz elementi olan endemik bir türdür. En yakın tür olan *S. cadmica* ile tüy örtüsü ve görünüş olarak benzerdir. Ancak, *S. cadmica*’dan genellikle oblong yaprakları, kaliksin meyvada çok az genişlemesi ve mor menekşe-mavi korollası ile açıkça ayrılmaktadır.

S. smyrnaea Boiss., yapraklar ovat oblong- oblong, 2-5.5x1-2 cm; pedisel 3-5 mm; kaliks tüpsü kampanulat, 15 mm kadar, ± hafif mor meyvada genişler (16-17 mm), üst dudak açık bir şekilde 3 dişli; korolla menekşe mor-mavi, 30-35 mm, dudaklar hemen hemen eşit; nutletler soluk kahverengidir. Çiçeklenme zamanı Mayıs olup, açık kayalık ve çakıllı yerlerde yayılış göstermektedir.



Şekil 1. *S. smyrnaea*’nın Türkiye’deki popülasyonları.

2.2 Çalışma alanı

Çalışma alanımızı, Türkiye'nin yaklaşık 40 km batısında bulunan Nif Dağ'ı oluşturmaktadır. Nif Dağ'ı İzmir'in doğusunda 38°22'-38°23' kuzey paralelleri, 27°21'-27°22' doğu boylamları arasında kalan, yaklaşık olarak 1500 metreye kadar ulaşmaktadır. Bölgenin jeolojik yapısı, beyaz kristalin kalker, kretase fosilli kalker flişe geçiş zonu ve fliş şeklindedir. Flişe geçiş zonu; kalker, marnlı kalker ve marndan oluşmaktadır. Fliş ise siyah-gri şistlerden meydana gelmiştir. Şist tabakaları arasında konglomer, marnlı kalker, ince kumtaşı, radiolarit bulunabilir. Bu alpin tipte bir fliş örneğidir. Nif Dağı güneyinin neojen formasyonlardan oluştuğu, özellikle bu formasyonun miosenen yaşlı olduğunu Seçmen (1982), Oppenheim'e göre belirtmektedir.

2.3. Yöntem

Salvia smyrnaea'nın olgun nutletleri Nif Dağ'ı populasyonundan rastgele seçilmiş bireylerden 2008 Ağustos ayında toplanmıştır. Toplanan tohumların bir kısmı kontrol tohumlar olarak stratifikasyon (ön işlem) uygulanmadan kullanılmıştır. Diğer kısmı ise, stratifikasyon uygulamaları için; cam petrielerde tek tabakalı nemlendirilmiş Whatman No.1 filtre kağıdı üzerine yerleştirilip alüminyum folyo ile sarılarak 45 gün süre ile +5°C etüvlere konmuşlardır.

Tohum canlılığının belirlenmesi için tetrazolyum klorid (TTC) testi gerçekleştirilmiştir. 3 tekerrürlü olarak 20'şer adet nutlet önce 24 saat 20-25°C'de bekletildikten sonra boyamaya hazır hale getirilmiştir. Daha sonra nutletlerin kotiledon ucu lateral olarak kesilerek atılmış ve %1'lik TTC solüsyonunda 24 saat 30-35°C de bekletilmiştir. Yirmidört saat sonunda ışık mikroskopunda embriyoların boyanma durumlarına göre canlılıkları değerlendirilmiştir (Peters, 2000).

Çimlendirme testleri öncesinde tohumlara yüzey sterilizasyonu %1'lik sodyum hipoklorat ile sağlanmıştır. Ön işlem (45 gün,+5°C soğuk stratifikasyon) uygulanmış ve uygulanmamış (kontrol) tohumlar cam petrielerde, 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm'deki farklı konsantrasyonlarda 10 ml Gibberellik Asit (GA₃) çözeltisi ve saf su (kontrol) ile nemlendirilmiş tek tabaka Whatman No.1 filtre kağıdı üzerine yerleştirilerek 25°C 12 saat aydınlık (A)/15°C 12 saat karanlık (K) değişken sıcaklık-ışık ve sürekli karanlık koşullarda çimlenme testlerine tabi tutulmuşlardır. Sürekli karanlık periyot uygulaması için petrieler alüminyum folyo ile sarılmıştır. Çimlendirme denemelerinde sıcaklık ve ışık kontrolü için çimlendirme odası kullanılmıştır. Aydınlatma floresan ampuller ile sağlanmıştır (Phillips, master TL-D36/840). Her denemede 10'ar tohum kullanılmış olup, 3'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Tohumlar günlük olarak kontrol edilerek radikula çıkışı "*çimlenmiş*" olarak kaydedilmiştir (Come, 1970).

3. Bulgular

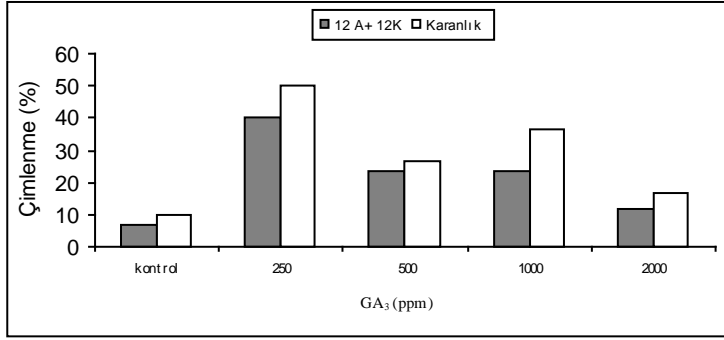
Üç tekerrürlü olarak 20'şer adet nutlet ile gerçekleştirilen TTC test sonucunda 1. tekerrürde embriyoların 17'sin (%85), 2. tekerrürde 16'sının (%80), 3. tekerrürde ise 18'inin (%90) tamamen boyandığı gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda 60 adet embriyonunun toplam 51'inin tamamen boyandığı saptanırken, ortalama tohum canlılığı %85 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Tohum çimlendirme çalışmalarında; ön işlem uygulanmayan tohumlar ile yapılan çimlendirme denemeleri sonucunda, 25/15°C değişken sıcaklıkta 12A+12K ışık fotoperiyodunda kontrol grubu tohumlarda ortalama çimlenme değeri %6,6 iken; 250, 500, 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulanan tohumların ortalama çimlenme yüzdeleri sırasıyla %40, %23,3, %23,3 ve %11,6 olarak belirlenmiştir. Sürekli karanlık koşullardaki petrielerde ise kontrol grubu tohumlarda ortalama çimlenme değeri %10 iken; 250, 500, 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulanan tohumların ortalama çimlenme yüzdeleri sırasıyla %50, %26,6, %36,6 ve %16,6 olarak saptanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. TTC test uygulanmış tohumlarda boyanan tohum sayısı ve tohum canlılıkları (%).

Teke rrür sayısı	Boyanan tohum sayısı	Kullanılan tohum sayısı	Tohum canlılığı (%)
1	17	20	85
2	16	20	80
3	18	20	90

Bu uygulama sonucunda, aydınlık koşullarda stratifikasyon uygulanmayan tohumlarda, en yüksek çimlenme oranı %40 ile 250 ppm de gözlenirken, en düşük çimlenme oranı %6,6 ile kontrol grubu tohumlarda saptanmıştır. Sürekli karanlık koşullardaki stratifikasyon uygulanmayan tohumlarda ise; en yüksek çimlenme %50 ile 250 ppm de, en düşük ise %10 ile kontrol grubu tohumlarda gözlenmiştir (Şekil 1).

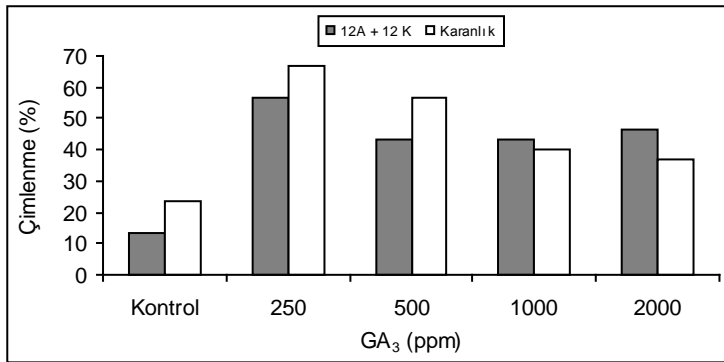


Şekil 1. 25/15°C sıcaklıkta stratifikasyon uygulanmayan tohumların farklı konsantrasyonlarda GA₃ teki çimlenme yüzdeleri.

Ön işlem uygulanmış tohumlar ile yapılan çimlendirme denemeleri sonucunda 25/15°C değişken sıcaklıkta 12A+12K ışık fotoperiyodunda kontrol grubu tohumlarda ortalama çimlenme değeri %13,3 iken; 250, 500, 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulanan tohumlarda ortalama çimlenme yüzdeleri sırasıyla, %56,6, %43,3, %43,3 ve %46,6 olarak gözlenmiştir. Sürekli karanlık koşullardaki petrilere ise kontrol grubu tohumlarda çimlenme %23,3 iken; 250, 500, 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulanan petrilere çimlenme yüzdeleri sırasıyla, %66,6, %56,6, %40,0 ve %36,6 olarak saptanmıştır (Tablo 2).

Bu uygulama sonucunda, aydınlık koşullarda stratifikasyon uygulanmış tohumlarda, en yüksek çimlenme %56,6 ile 250 ppm de belirlenirken, en düşük çimlenme %13,3 ile kontrol (saf su) grubu tohumlarda saptanmıştır. Sürekli karanlık koşullardaki petrilere ise en yüksek 250 ppm de (%66,6), en düşük ise kontrol (%23,3) grubu tohumlarda gözlenmiştir (Şekil 2).

Stratifikasyon uygulanmış ve uygulanmamış tohumların çimlenme yüzdeleri karşılaştırıldığında, hem aydınlık ışık fotoperiyodunda hem sürekli karanlık koşullarda, stratifikasyon uygulanmış tohumların, uygulanmamış tohumlara göre daha yüksek çimlenme yüzdesi gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 1,2). Buna göre; aydınlık ortamda bulunan petrilere ön işlem uygulanmış tohumlar; 250 ppm de %16,6, 500 ppm ve 1000 ppm de %20, 2000 ppm de %35, kontrol tohumlarda (saf su) ise %6,7 oranında daha fazla çimlenme yüzdesi gösterirken; sürekli karanlık koşullarda 250 ppm de %16,6, 500 ppm %30, 1000 de %3,4, 2000 ppm de %20 daha fazla çimlenme gösterdiği saptanmıştır.



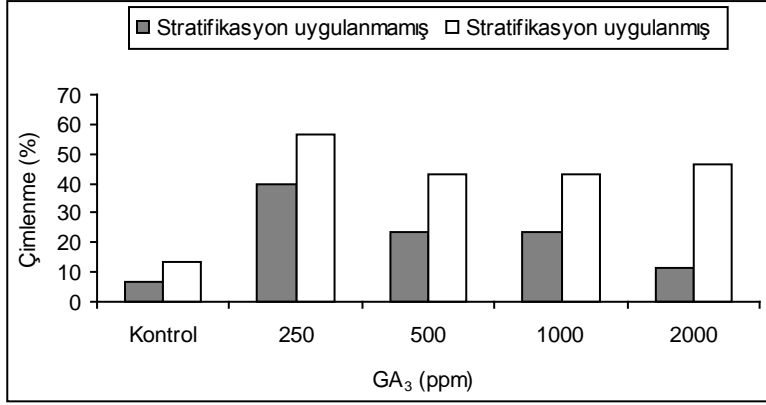
Şekil 2. 25/15°C sıcaklıkta stratifikasyon uygulanan tohumların farklı konsantrasyonlarda GA₃ teki çimlenme yüzdeleri.

Tablo 2. 25/15°C değişken sıcaklıkta, aydınlık/karanlık (L) ve sürekli karanlık (D) koşullarda, GA₃'ün stratifikasyon uygulanmış ve uygulanmamış tohumların çimlenme yüzdeleri üzerine etkisi.

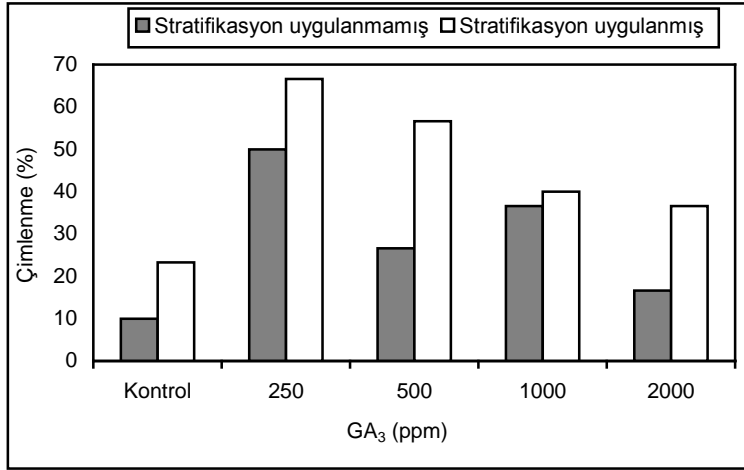
GA ₃ (ppm)	Fotoperiyot	Çimlenme (%) ± SH	
		Stratifikasyon uygulanmamış	Stratifikasyon uygulanmış
Kontrol	L	6,6±5,7	13,3±23
	D	10±10	23,3±32,1
250	L	40±20	56,6±23
	D	50±30	66,6±11,5
500	L	23,3±5,7	43,3±30,5
	D	26,6±15,2	56,6±20,8
1000	L	23,3±5,7	43,3±15,2
	D	36,6±15,2	40±36
2000	L	11,6±11,5	46,6±15,2

0	D	16,6±11,5	36,6±15,2
---	---	-----------	-----------

L: 12A/12K; D: Sürekli karanlık; SH: Standart hata



Şekil 3. 12A+12K ışık fotoperiyodunda stratifikasyon uygulanmış ve uygulanmamış tohumlarda % çimlenme.



Şekil 4. Sürekli karanlık ortamda stratifikasyon uygulanmış ve uygulanmamış tohumlarda % çimlenme.

4. Sonuçlar ve tartışma

Tohum biyolojisi çalışmalarında araştırmacılar çoğunlukla, tohum popülasyonlarının çimlenme yüzdesini ortaya koymaya çalışırlar. Çimlenme testleri, bu özellikleri tayin etmek için en doğru ve güvenilir yöntemdir. Fakat, tohum özelliklerinden (dormansi vb.) kaynaklanan nedenler, bu testleri imkansız ya da uygulanamaz kılmaktadır. *S. smyrnaea*'nın olgun nutletleri ile gerçekleştirmiş olduğumuz tohum canlılık testleri neticesinde, tohumlarda yüksek oranda (%85) canlılık tespit edilmiştir.

Salvia türleri üzerinde yapılmış olan tohum çimlendirme çalışmalarında, *Salvia* taksonlarının çoğunun çimlenmesi için, skarifikasyon yada soğuk ön işlem gerektirdiğini bildirmiştir (Young ve Young, 1992). *Salvia cyanescens*'de -5°C sabit sıcaklıkta 5 dakika süre ile gerçekleştirilen stratifikasyon sonrasında yüksek çimlenme (%78) gözlemlendiği (Yücel ve Yılmaz, 2009), *Salvia wiedemannii* üzerinde gerçekleştirilen diğer bir araştırmada ise tohumlara 24 saat +4°C soğuk ön işlem uygulanmasıyla, çimlenmenin teşvik edildiği rapor edilmiştir (Yücel ve Altınöz, 2001). Bizim çalışmamızda da 45 gün süre ile +5°C de stratifikasyon uygulanmış tohumlar, uygulanmamış tohumlara göre daha yüksek çimlenme yüzdesi göstermiştir (Tablo 1).

Bununla birlikte stratifikasyon uygulanmış ve uygulanmamış her iki kontrol grubunda tohumlarda çok düşük oranlarda (%6,6 ve %13,3) çimlenmenin görülmesi, farklı konsantrasyonlarda uygulanan GA₃'ün çimlenme yüzdesini önemli ölçüde artırmasının tespit edilmesi, *S. smyrnaea* tohumlarının çimlenmesinde dormansinin kırılması için stratifikasyonun yeterli olmadığını, GA₃'ünde gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu durum *S. smyrnaea*'da fizyolojik dormansinin olabileceğini göstermiştir.

Dormant olmayan tohumların çoğunda, aydınlıkta ve karanlıkta iyi derecede eşit çimlenme gösterdiği (Baskin ve Baskin, 1988), dormant tohumların ise karanlıkta ışıktakinden daha yüksek çimlenme yüzdesine sahip olduğu rapor edilmiştir (Grime vd., 1981; Baskin ve Baskin, 1988). *Salvia dicroantha* ile yapılan çimlendirme çalışmalarında ışık ve

karanlık denemeler arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Senel-Demir vd., 2007). Luna ve Moreno (2009), bazı *Salvia* tohumları ile yaptığı çalışmada, *S. verbenaca*'nın sürekli aydınlık koşullarda çimlenme gösterdiğini (%39,8) ancak karanlıkta çimlenme göstermediğini, *S. chamaecyparissus* tohumlarının aydınlık koşullarda (%68,4); karanlıktakinden (%37,8) daha yüksek çimlenme saptarken, *S. turolensis*; *S. hispanicus*; *S. hirsuta*; *S. tragoriganum*; *S. dubia*, tohumlarının karanlıkta (%89,4 ; %8,8; %43,1; %69,4 ; %100) aydınlık ortamdan (%35,7; %4,4; % 23,7; %44,9; %50) daha yüksek çimlenme belirlemiştir, *Salvia lavandulifolia* da ise her iki fotoperiyotta da çimlenmenin olmadığını bildirmiştir. Çalışmamızda ise sürekli karanlık koşullarda bulunan petrilere çimlenmenin, 12A+12K ışık fotoperiyodu koşullarında bulunan petrilere oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir (ön işlem uygulanmayan 1000 ppm ve 2000 ppm petrilere hariç). Bu durum, tohumların dormant olmasıyla uyumlu bulunmuştur.

S. smyrnaea, kendine özgü aromatik kokulu ve sınırlı yayılışa sahip nadir bir endemiktir. Bu çalışma sonucunda, *S. smyrnaea*'nın ex-situ çoğaltılabilmesi için en iyi çimlenme yüzdesinin, stratifikasyon (45 gün 5°C) uygulanması sonrası 25/15°C değişken sıcaklıkta, sürekli karanlık koşullarda 250 ppm GA₃ uygulanması ile elde edilebileceği saptanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) şube müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No:2009-FEN-019).

Kaynaklar

- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego, CA, Academic Press.
- Benech-Arnold, R.L., Enciso, S., Sanchez, R.A., Rodriguez, M.V. 2003. On the hormonal nature of the stimulatory effect of high incubation temperatures on germination of dormant sorghum (*S. bicolor*) caryopses. New Phytologist. 160/371–377.
- Blanca, G.M., Cueto, Martinez-Lirola, M.J., Molero, J. 1998. Threatened Vascular Flora of Sierra Nevada (Southern Spain) Biol. Conservation. 85/269-285.
- 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.
- Cavieres, L.A., Arroyo, M.T.K., 2000. Seed germination response to cold stratification period and thermal regime in *Phacelia secunda* (Hydrophyllaceae). Plant Ecology, 149/1–8.
- Come, D. 1970. Les obstacles à la germination. Paris, France: Ed. Masson.
- Demir, E.Ş., Özden, Y., İncedere D. 2007. Effect of temperature, light, seed weight and GA₃ on the germination of *Verbascum bithynicum*, *Verbascum wiedemmanianum* and *Salvia dicranantha*. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10(7)/1118-1121.
- Doğan, M., Pehlivan, S., Akaydin, G., Bağcı, E., Uysal, İ., Doğan, H.M. 2008. Türkiye’de Yayılış Gösteren *Salvia* L. (Lamiaceae) Cinsinin Taksonomik Revizyonu. Ankara, Turkey.
- Fenner, M., Thompson, K. 2005. The ecology of seeds. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C. 2008. Molecular aspects of seed dormancy. Annual Review of Plant Biology. 59/387–415.
- Grime, J.P., Mason, G., Curtis, A.V., Rodman, J., Band, S.R., Mowforth M.A.G, Neal, A.M., Shaw, S. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. Journal of Ecology. 69/1017–1059.
- Hedge, I.C. 1982. *Salvia* L. In: DAVIS, P.H. (ed.), Flora of Turkey and the east Aegean islands 7, 400-461. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Lorite, J., Ruiz-Girela, M., Castro, J. 2007. Patterns of seed germination in Mediterranean mountains: study on 37 endemic or rare species from Sierra Nevada, SE Spain. Candollea. 62/5-16.
- Luna, B., Moreno, J. M. 2009. Light and nitrate effects on seed germination of Mediterranean plant species of several functional groups. Plant Ecology. 203/123–135 DOI 10.1007/s11258-008-9517-8.
- McDonough, W.T. 1970. Germination of 21 species collected from a high-elevation rangeland in Utah. The American Midland Naturalist Journal. 84/551–554.
- Ersöz, M., Seçmen, Ö. 2009. Some of ecological features and relations with reproductive success in the populations of *Dianthus erinaceus* var. *erinaceus* endemic to Turkey. Biological Diversity and Conservation. 2(3)/ 65-74
- Moreno-Saiz, J.C., Dominguez F., Sainez-Ollero, H. 2003. Recent Progress In Conservation of Threatened Spanish Vascular Flora: A Critical Review. Biol. Conservation. 113/419-431.
- Nishitani, S., Masuzawa T. 1996. Germination characteristics of two species of Polygonum in relation to their altitudinal distribution on Mt. Fuji, Japan. Arctic and Alpine Research. 28/104–110.
- Pelton J. 1956. A study of seed dormancy in eighteen species of high altitude Colorado plants. Butler University Studies, Biology No. 13. Butler University, Indianapolis.

- Peters, P. 2000. Tetrazolium Testing Handbook, Contribution No. 29. The Handbook on Seed Testing. Prepared by the Tetrazolium Subcommittee of the Association of Official Seed Analysts. Part 2. Lincoln, Nebraska.
- Gücel, S., Seçmen, Ö. 2008. Reproductive biology of subalpin endemic *Minuartia nifensis* Mc Neill (Caryophyllaceae) from West Anatolia, Turkey. *Biological Diversity and Conservation*. 1(1)/66-74.
- Seçmen, Ö. 1982. Subalpinic Vegetation of Nif Mountain. *E.Ü Faculty of Science Journal*. B,V,1/31-40.
- Vural, A., Adıgüzel, N. 1996. A new species from Central Anatolia: *Salvia aytachii* M. Vural et N. Adıgüzel (Lamiaceae). *Turkish Journal of Botany*. 20/531-534.
- Walker, J. B., Sytsma, K.J., Treutlein, J., Wink, M. 2004. *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae. *American Journal of Botany*. 91/1115-1125.
- Yamauchi, Y., Ogawa, N., Kuwahara, A., Hanada, A., Kamiya, Y., Yamaguchi, S. 2004. Activation of gibberellin biosynthesis and response pathways by low temperature during imbibition of *Arabidopsis thaliana* seeds. *Plant Cell*. 16/367-378.
- Young, J. A., Young, C. G. 1992. *Seeds of woody plants in North America*. Bioscorides Press, Port-End, Oregon.
- Yücel, E., Altınöz N. 2001. *Salvia wiedemannii*'nin Ekolojik Özellikleri. *Ekoloji*. 10(38)/9-17.
- Yücel, E., Yılmaz, G. 2009. Effects of Different Alkaline Metal Salts (NaCl, KNO₃), Acid Concentrations (H₂SO₄) and Growth Regulator (GA₃) on the Germination of *Salvia cyanescens* Boiss. & Bal. Seeds. *Gazi University Journal of Science* 22(3)/123-127.

(Received for publication 13 April 2010; The date of publication 01 December 2010)