

Türkiye'nin endemik ağaçlarından *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumlarının saklanması tohum canlılığı ve çimlenmesi üzerine etkisi

Mustafa Yılmaz^{a,*}, Fatih Tonguç^a, Tolga Ok^a

^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

* İletişim yazarı/Corresponding author: mustafayilmaz@ksu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 06.02.2013, Kabul tarihi/Accepted: 06.03.2014

Özet: Toros çiçekli dişbudağı (*Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*) Türkiye'deki endemik ağaç taksonlarından biridir. Bu çalışma doğal ortamındaki rehabilitasyon çalışmaları ve *ex-situ* koruma programları için *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumlarının saklanabilirlik özelliklerinin ortaya çıkarılması açısından önemlidir. Bu çalışmada, *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumlarının dormant olarak ve soğuk-ıslak katlama işlemi ile dormansisi giderildikten sonra saklanabilirliği araştırılmıştır. Her bir denemede üç orijin kullanılmıştır. Dormant tohumlar 4 ve 20 °C'de, %3, 4, 6, 8, 10 ve 15 nem içerikleri ile 7 ay saklanmıştır. 4 ve 20 °C'de dormant olarak saklanan tohumların ortalama canlılığı sırasıyla %73,1 ve 45,9 olarak belirlenmiştir. %10 ve üstündeki nem içeriği ile saklanan tohumlarda canlılık kayıpları yüksek olmuştur. %3 nem içeriği ile saklanan tohumlar, yüksek canlılık yüzdelerini korumuştur. Katlama işlemi uygulanan tohumlar %8 nem içeriğine kadar geri kurutulmuş 4 °C'de 7 ay saklandığında ortalama çimlenme oranları %73,3'ten %57,3'e gerilemiştir. Dormant *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumları için en uygun saklama nemi olarak %3-8 ve saklama sıcaklığı olarak ise +4 °C önerilebilir.

Anahtar kelimeler: *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*, Tohum, Dormansi, Katlama

Storage effects of *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* seeds on seed viability and germination, an endemic tree in Turkey

Abstract: Taurus flowering ash (*Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*) is one of the endemic tree taxa in Turkey. This research on the storability of *F.o.* subsp. *cilicica* seeds is significant for both *in-situ* and *ex-situ* conservation programs. In this study, the storability of *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* seeds as dormant and non-dormant were investigated. Three provenances were used for each experiment. Dormant seeds were stored at 4 and 20 °C temperature with 3, 4, 6, 8, 10 and 15 percent moisture content (MC) for 7 months. The average viability of stored seeds at 4 and 20 °C temperature were 73,1 % and 45,9 %, respectively. The loss of viability of seeds stored with 10 % or higher MC was very high. The seeds stored with 3 % MC conserved its high viability in both 4 and 20 °C storage conditions. The average germination percentage of chilled and stored seeds, redried back to 8 % moisture content and stored for 7 months at 4 °C, decreased from 73,3 to 57,3 %. The moisture content for the dormant *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* seeds during the storage and the storage temperature could be suggested as 3-8 % MC and 4 °C, respectively.

Keywords: *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*, Seed, Dormancy, Chilling

1. Giriş

Toros çiçekli dişbudağı (*Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*) Türkiye'de yayılış gösteren endemik bir ağaçtır. Çoğunlukla 8-10 m bazen de 20 m'ye kadar boylanabilmektedir (Yaltrık, 1978; Browicz, 1984). *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* Güney Anadolu'da, Toros Dağları'nda ve Amanos Dağları üzerinde 350-1500 m yükseltiler arasında doğal yayılış göstermektedir. Bu taksonun bulunuş yerlerinde ana kayalar çoğunlukla kalkerli kumtaşı ve dolomit olup bu sahalar karstlaşmıştır. Güneşli güney bakırları tercih eden bu tür genellikle serpili olarak, nadiren de grup ve kümeler halinde ormanlara katılmaktadır.

F. ornus'un gövdelerinin çizilmesi sonucu açılan yarıklardan akan sıvının kurumması ile "Kudret Helvası" (Manna) elde edilmektedir (Yaltrık, 1998; Fraxigen, 2005). Toros Çiçekli Dişbudak (TÇD) son derece dekoratif bir görünüme sahiptir. Doğada toplu bulunduğu alanlarda Nisan sonu-Mayıs ayı başlarında çiçeklendiği dönemde eşsiz

görünümler sergilemektedir. Yayılışının bulunduğu yerlerdeki yerel halk arasında, "karadal" olarak isimlendirilmekte ve kazma ve kürek sapı için en uygun ağaç olduğu anlayışı oldukça yaygındır. Bu nedenle, özellikle ağacın kalın çaplı bireyleri doğada azalmış durumdadır (Yılmaz vd., 2009).

F. ornus bireylerinin yaklaşık yarısı erkek, yarısı ise hermafrodit ve sadece hermafrodit bireyler tohum taşımaktadır (Dommée vd., 1999; Verdu, 2004). TÇD her yıl bol tohum vermediğinden hem doğal gençleştirme çalışmaları, hem de fidan üretiminin her yıl kesintisiz yapılabilmesi için bol tohum yıllarında toplanan TÇD tohumlarının çimlenme yeteneği ve kalitesinin korunarak saklanması çok önemlidir (Yılmaz ve Tonguç, 2013b).

Tohum olgunlaştıktan sonra çevre koşullarına bağlı olarak bozulma sürecine girmektedir (Stubsgaard, 1992). Bağlı nem (dolayısıyla tohum nemi) ve sıcaklık tohumların yaşlanmasında etkili olan iki önemli çevre faktörüdür. Tohumların canlılığını ve gücünü koruyarak saklanması için

bu iki parametrenin uygun bir biçimde denetlenmesi gerekir (Priestley, 1986).

Tohumlar saklanabilirlik bakımından (1) kuru saklanan (orthodox), (2) nemcil (recalcitrant) ve (3) ortancıl (intermediate) tohumlar olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (Roberts, 1973; Ellis vd., 1990). Kuru saklanan tohumlar, saklama sıcaklığı ve tohum nem içeriği bakımından tohuma zarar vermeyen en düşük sıcaklık ve en düşük nem içeriğine yakın değerlerde saklanmaktadır (Schmidt, 2000). Dişbudak tohumları kuru saklanan tohumlardandır (RBG Kew, 2013). Ancak dişbudak taksonlarının tohumları farklı morfolojik ve fizyolojik özellikler gösterebilmektedir (Suszka vd., 1996; Tilki ve Çiçek, 2005). Bu bakımdan TÇD tohumlarının saklanabilme şartları ve imkanlarının araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Dormansi bulunan tohumlar katlamaya alındıktan sonra yaklaşık hava kuru duruma (%7-9 civarında) geri kurutulularak saklanması birçok orman ağacı türünde denenmiştir. *Abies* spp. türlerinde (Edwards, 1996), *Pseudotsuga menziesii* (Muller vd., 1999a), *Pinus teada*, *Pinus elliotti* (Belcher, 1982), *Fagus* ssp. (Suszka vd., 1996; Yılmaz, 2005), *Prunus campanulata* (Chien vd., 2002) ve *Malus trilobata* (Yılmaz, 2008)'da başarılı sonuçlar alınmıştır. Derin dormansiye sahip olan *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumlarının (Yücedağ ve Gezer, 2007; Yılmaz ve Tonguç, 2013b) da dormansisinin giderildikten sonra saklanabilirlik özelliklerinin ortaya çıkarılması teori ve uygulama bakımından değerlidir.

Bu araştırmada, üç orijin kullanılarak TÇD tohumlarının farklı nem içerikleri ile 4°C ve 20±2°C'de saklanabilirliği araştırılmıştır. Ayrıca üç orijine ait tohumlar üzerinde de katlama işlemi uygulandıktan sonra tohumların 4°C'de saklanabilirliği incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırmada, toplamda beş farklı orijinden tohum toplanmıştır. Tohumlar, 2007 Kasım ayı içinde TÇD'nin yaygın olarak bulunduğu yerlerde en az 10 adet ağaçtan toplanmıştır (Çizelge 1). Tohumların dormant olarak saklanması ve katlama sonrası saklama işlemlerinin her birinde mevcut tohum miktarları da dikkate alınarak üç orijin kullanılmıştır. Pozantı orijininin bol miktarda tohum bulunduğundan dolayı, her iki işlemde de denemeye katılmıştır. Ayrıntılı bilgi ilgili başlıklar altında verilmiştir.

2.1. Tohumların dormant olarak saklanması

Üç orijinde (Andırın-2, Pozantı, Gündoğmuş), tohumlar değişik nem düzeylerinde (%3, 4, 6, 8, 10 ve 15) 4°C ve 20°C'de karanlık ortamda dormant olarak saklama işlemine alınmıştır. Tohumların nemini %3, 4 ve 6'ya düşürmek için öncelikle işlemin uygulandığı orijinlerin Denklem 1 ile

yaklaşık hava kuru nem içerikleri taze ağırlığa göre belirlenmiştir. Tohumların nem ölçümü saklama işlemi öncesinde 104±1°C'de 17 saat (ISTA, 1996) bekletilerek yapılmıştır. Denklem 2 yardımıyla tohumların saklanması istenilen nemdeki ağırlığı hesaplanarak tohumlar bu ağırlığa ulaşmaya kadar desikkatörde bekletilerek kurutulmuştur (Suszka vd. 1996). Desikkatördeki tohumlar hergün tartılarak istenilen nem elde edildiğinde kurutma işlemi durdurulmuştur.

$$MC = \frac{FW - DW}{FW} \times 100 \quad (1)$$

MC: Nem içeriği (%),

FW: Taze ağırlık (g),

DW: Kuru ağırlık (g)

$$FW_2 = FW_1 \times \left(\frac{100 - MC_1}{100 - MC_2} \right) \quad (2)$$

MC₁: Başlangıç nem içeriği (%),

MC₂: Yeni nem içeriği (%),

FW₁: Başlangıç ağırlığı (g),

FW₂: Yeni ağırlık veya ayarlanan ağırlık (g)

Tohumların canlılığı 7 aylık saklama işleminden sonra tetrazolium testi uygulanarak belirlenmiştir. Tetrazolium testi için tetrazolium tuzu (2,3,5-triphenyl-tetrazolium chloride) kullanılmıştır. Yöntemin uygulanması aşağıdaki işlem sırasına göre yapılmıştır. Saf steril su ile %1'lik tetrazolium çözeltisi hazırlanmıştır. Tohumların kanatları uzaklaştırıldıktan sonra 1 gün 20°C'de nemlendirilmiştir. Test öncesinde solüsyonun embriyoya nüfuz etmesi için tohumların iki ucu falçata yardımıyla yaklaşık 0,5-1 mm kesilerek uzaklaştırılmıştır (ISTA, 1996). Daha sonra tohumlar petri kapları içinde inkübatörde 30°C'de 17 saat %1'lik tetrazolium çözeltisinde bekletilmiştir. Petrilere tohumların kalınlığını aşacak şekilde solüsyon ilave edilmiştir. Test sonunda tohumlar kesilerek tamamı kırmızıya boyanan embriyolar canlı olarak değerlendirilmiştir (ISTA, 1996).

2.2. Katlama sonrası saklama

Üç farklı orijinden elde edilmiş olan (Kozan, Andırın-1 ve Pozantı) tohumlar 16 hafta soğuk-ıslak işleme (çıplak katlama) alındıktan sonra %8 neme kadar geri kurutulmuş ve buzdolabı ortamında (4°C) ağzı hava geçirmeyecek şekilde kapatılmış ve kavanozlarda 7 ay karanlık ortamda saklanmıştır.

Çizelge 1. Araştırmaya konu orijinlere ve tohum materyaline ait bilgiler

Orijin	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)	1000-tohum ağırlığı* (g)	Sağlam (%)	Böcekli (%)	Boş (%)
Andırın-1 (Çağşaklıluk)	37°36'	36°24'	1150	26.1	94.7	2.0	3.3
Andırın-2 (Boztoprak)	37°32'	36°18'	950	31.9	94.0	4.7	1.3
Kozan	37°31'	35°52'	380	27.0	70.7	24.0	5.3
Pozantı	37°22'	34°53'	1150	32.6	72.7	22.0	5.3
Gündoğmuş	36°49'	32°00'	950	27.0	73.3	18.0	8.7

* hava kuru ağırlık

Soğuk-ıslak işlem, buzdolabında (4°C) ağızları alüminyum folyo ile kapatılmış plastik kavanozlarda karanlık ortamda uygulanmıştır. Kavanozların ağızını kapatmak için kullanılan alüminyum folyolar, hava geçişi için 10–15 noktadan toplu iğne ile delinmiştir. Soğuk-ıslak işlem süresince tohumların neminin düşmemesi için yaklaşık her iki haftada bir tohumların üzerine bir miktar saf su püskürtülmüştür. Tohumların nem içeriği, katlama süresince maksimum nem içeriği olan %50,5'in yaklaşık 8-10 puan altında (%40-42) tutulmuştur (Yılmaz, 2006). Katlama+Saklama işlemi sonunda çimlenme testleri TÇD tohumlarının iyi bir çimlenme performansı gösterdiği (Yılmaz ve Tonguç, 2013a), 5/15°C (16 saat düşük sıcaklık ve karanlık, 8 saat yüksek sıcaklık ve ışıklı ortamda) değişmeli sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir.

Çimlenme testleri iki kat filtre kağıdı üzerinde, 15 cm çapındaki petri kaplarında gerçekleştirilmiştir. Testlerde her bir işlem için 150 adet tohum (50*3: üç tekrarlı) kullanılmıştır. Tohumlar, çimlenmeye konulmadan önce saf su ile yıkanmıştır. Testler her iki günde bir kontrol edilmiş ve kökçüğü en az 3 mm uzayan ve yereyönelim (geotropizm) gösteren tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Şekil 1). Denemelerde, çimlenme testleri 28. günde (4 hafta) sonlandırılmıştır.

Çimlenme testlerinde iki parametre elde edilmiştir: (1) çimlenme yüzdesi ve (2) ortalama çimlenme süresi.

Çimlenme yüzdesi Denklem 3 yardımıyla % olarak hesaplanmıştır.

$$ÇY(\%) = \frac{\sum n_i}{N} \times 100 \quad (3)$$

ÇY : Çimlenme yüzdesi (%),

n_i : i. gündeki çimlenen sayısı (adet),

N: Teste konulan toplam tohum sayısı (adet)

Ortalama çimlenme süresi, Denklem 4 (Bewley ve Black, 1994) yardımıyla hesaplanmıştır.



Şekil 1. Çimlenen Toros çiçekli dişbudagi tohumlarından bazıları

2.3. Çimlenme Parametreleri

$$OÇS = \frac{\sum (t_i \cdot n_i)}{\sum n_i} \quad (4)$$

OÇS: Ortalama çimlenme süresi (gün),

t_i : Testin başlangıcından itibaren geçen süre (gün),

n_i : t_i gündeki çimlenen tohum sayısı (adet)

2.4. İstatistik Analiz

İşlemlere özgü çimlenme parametrelerinin (ÇY, OÇS) değerlendirilmesinde varyans analizi ($p < 0.05$), farklı işlemlerin gruplandırılmasında da Duncan testi ($\alpha = 0.05$) kullanılmıştır. Varyans analizi, arksinüs açısız dönüşümü (\sqrt{P}) yapılan çimlenme yüzdesi değerleri ile yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1 Tohumların Dormant Olarak Saklanması

Saklama işlemi sonunda, katlama işlemi uygulanmayan tohumların hayatiyetlerinin tespitinde tetrazolium yöntemi tohumların canlılığını belirgin olarak ortaya koymuştur. % 1'lik tetrazolium solüsyonunda 17 saat bekleme işleminden sonra canlı tohumlarda embriyo ve endosperm parlak kırmızı rengine dönüşmüştür (Şekil 2).

Saklama nemi tohumların canlılığı üzerinde çok etkili olmuştur. Genel olarak saklama sıcaklığının yükselmesi, tohum neminin yükselmesi ile birleşince canlılık kayıpları daha fazla artmıştır. %15 ve %10 nem içeriği ile saklanan tohumların canlılık oranları belirgin olarak azalmıştır. Hatta 20 °C'deki saklama işleminde bu nem içerikleri ile tohumlar canlılıklarını tamamen kaybetmişlerdir. 4°C'deki saklama işleminde ise, %8, 6, 4 ve 3 nem içeriği ile saklanan tohumlar, tetrazolium testi sonucunda benzer yüksek canlılık oranları göstermişlerdir (Çizelge 2).

Tohumların canlılık yüzdeleri orijinlere göre de farklı olmuştur. Böcek salgınının daha yaygın olduğu Pozanti ve Gündoğmuş orijinleri her iki saklama sıcaklığında göreceli olarak daha düşük canlılık oranı sergilerken, Andırın-2 orijini daha yüksek ortalama canlılık oranı göstermiştir.



Şekil 2. Tetrazolium testi sonrasında canlı tohumların boyuna ve enine kesit görüntüleri

Tohumlar 20°C'de saklandıklarında, 4°C'deki saklama işlemine göre önemli oranda canlılıklarını kaybetmişlerdir ($P<0,01$). %6, 4 ve 3 gibi düşük nem içeriği ile dahi ortalama canlılık oranında 10-15 puanlık eksilme ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Tohumlar hava kurusu nem içeriği (%8 nem) ile 20°C'de saklandıklarında önemli canlılık kayıpları görülmektedir ($P<0,01$). Tohumlar 4°C sıcaklıkta ortalama olarak maksimum canlılık oranlarını (%86,4) korurken, 20°C'deki saklama işleminde tohumların canlılık oranlarında (%47,1) belirgin bir düşüş ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

3.2 Tohumların dormansisi giderildikten sonra saklanması

16 haftalık soğuk katlama işleminden sonra %8 nem içeriği ile 4°C'de buzdolabında 7 ay saklanan tohumların çimlenme yüzdesinde ortalama 16 puanlık bir düşüş meydana gelmiştir. Çimlenme oranındaki düşüşler özellikle Kozan ve Pozantı orijinlerinde belirgindir (Çizelge 3). Andırın-1 orijini saklama öncesindeki yüksek çimlenme oranını korumuştur. Saklama öncesindeki çimlenme oranlarının düşüklüğüne bağlı olarak, Kozan ve Pozantı orijinlerinde saklama sonrasındaki çimlenme yüzdeleri daha fazla gerilemiştir (Çizelge 3).

Dormansisi giderilmiş olarak saklanan tohumların çimlenme hızları, saklama öncesine göre belirgin olarak yavaşlamış ve ortalama iki gün daha geç çimlenmişlerdir (Çizelge 3). Tohumlar, saklama işlemi sonunda nem içerikleri yaklaşık %8 iken çimlenme testine alınmıştır. Bu düşük nem içerikleri ile çimlenme testine alınan tohumlar, saklama öncesi yüksek nem içerikleri ile teste alınan tohumlara göre daha geç çimlenmişlerdir. Genel ortalama olarak orijinlerin ortalama çimlenme hızları arasında

belirgin bir fark ortaya çıkmamış olup yaklaşık aynı hızda çimlenmişlerdir.

4. Tartışma ve sonuç

Dünyada ve ülkemizde özellikle endemik bitkilerin doğal ortamları dışında (*ex situ*) korunması ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. *Ex situ* koruma yollarından biri de bitki tohumlarının kalitesini düşürmeden canlı olarak uzun yıllar saklamaktır. Saklama sıcaklığı olarak genelde eksi sıcaklıklar kullanılırken, kuru saklanan tohumlar hava geçirmez kapalı kaplarda saklanmaktadır.

Tohumun ömrü, tohum nemi ve saklama sıcaklığı ile yakın ilişki içindedir. Belli bir tohum nemi aralığında (%5-14), nem içeriğindeki %1'lik artış tohumun ömrünü yarıya düşürebilmektedir (Harrington, 1973). Tohum neminin artması ile solunum artmakta ve buzulmalar hızlanmaktadır. TÇD tohumları %10 ve üzerindeki nem içeriği ile 20°C'de canlılıklarını tamamen kaybetmiş, 4°C'de ise önemli canlılık kayıpları göstermiştir (Çizelge 2).

Düşük nem içeriğine sahip tohumlara yüksek saklama sıcaklığının (20-25°C) olumsuz etkisi sınırlıdır (Copeland ve McDonald, 1999). Bu çalışmada elde edilen bulgular da bunu destekler niteliktedir. 20°C'de düşük nem içeriği (%3-6) ile saklanan tohumlar, canlılıklarını büyük oranda korumuşlardır (Çizelge 2). 20°C'de düşük nem içeriği (%3, 4 ve 6) ile saklanan tohumların canlılık oranı, aynı nem içerikleri ile 4°C'de saklanana göre ortalama 11 puan düşük gerçekleşmiştir. 20°C'de %8 nem içeriği ile saklananlarda canlılık oranı (%47,1) oldukça düşerken, %10 ve 15 nem içeriği ile saklananlar canlılığını tamamen kaybetmişlerdir.

Çizelge 2. Saklama işlemi sonrasında belirlenen canlılık yüzdeleri

Saklama Sıcaklığı	Orijin	Saklama Nemi						Ortalama ²
		%15	%10	%8	%6	%4	%3	
4°C	Andırın-2	28,0 c ¹	81,3 b	94,7 a	96,7 a	96,7 a	94,0 a	73,1 A
	Pozantı	30,7 c	63,3 b	77,3 a	80,0 a	78,7 a	76,0 a	
	Gündoğmuş	7,3 c	61,3 b	87,3 a	88,7 a	88,0 a	85,3 a	
	Ortalama	22,0 c	68,7 b	86,4 a	88,4 a	87,8 a	85,1 a	
20°C	Andırın-2	0,0 c	0,0 c	51,3 b	88,7 a	92,7 a	90,0 a	45,9 B
	Pozantı	0,0 c	0,0 c	54,7 b	66,7 a	68,0 a	69,3 a	
	Gündoğmuş	0,0 c	0,0 c	35,3 b	68,7 a	71,3 a	70,0 a	
	Ortalama	0,0 c	0,0 c	47,1 b	74,7 a	77,3 a	76,4 a	

¹ Aynı satır üzerinde aynı küçük harfle gösterilen değerler arasında önemli fark yoktur ($P<0,01$).

² Sütunda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasında önemli fark yoktur ($P<0,01$).

Çizelge 3. Katlama + 7 ay saklama işleminden sonra elde edilen çimlenme yüzdeleri ve ortalama çimlenme süreleri (5/15 °C).

Orijin	Çimlenme Yüzdesi (%)		Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	
	Saklama Öncesi	Saklama Sonrası	Saklama Öncesi	Saklama Sonrası
Andırın-1	91,3 a ¹	88,0 a	14,5 a ¹	17,1 b
Kozan	68,7 a	48,7 b	14,0 a	16,0 b
Pozantı	60,0 a	35,3 b	15,1 a	16,3 b
Ortalama	73,3 a	57,3 b	14,5 a	16,5 b

¹ Her değişken içinde ve aynı satırda benzer harfle gösterilen değerler arasında önemli fark yoktur ($P<0,01$).

Tohumların saklanması tohum neminin dışında ikinci önemli faktör saklama sıcaklığıdır. Walters (1998), saklama işlemi için tohumların optimum nem oranı olduğunu ve saklama sıcaklığının düşmesi ile bu optimum nem değeri aralığının arttığını belirtmiştir. Kuru saklanan (ortodoks) tohumlarda ekşi sıcaklıklar tercih edilmekle birlikte genellikle 4°C yeterli olmaktadır. Bu çalışmada, 20°C'de düşük nem içeriği ile saklanan tohumlarda yedi aylık kısa sürede dahi belirgin canlılık kaybı gerçekleşmiştir ve bu sıcaklığın düşük nemde saklanan TÇD tohumları için de uygun olmadığı açıkça ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). 1-2 yıl gibi kısa sayılabilecek saklama işlemleri için +4°C sıcaklık yeterli olmakla beraber, daha uzun yılları kapsayan saklama işlemi için -5 ile -15°C arasında bir sıcaklık kademesinde tohumların saklanması önerilmektedir (Suszka vd., 1996; Schmidt, 2000).

Saklanan tohumlara en fazla zarar veren organizmalar mantarlardır (Roberts, 1973). Mantarların etkinliğinde nem ve sıcaklığın yanında, mantar salgınının yoğunluğu, çatlak ve kırık tohumların miktarı, yabancı maddelerin miktarı, yapısı ve dağılımı en önemli faktörlerdir. Tohumların saklanması mantarlardan korunmanın en etkili yolu, tohumları düşük sıcaklıklarda ve küçük miktarlarda ayrı kaplarda saklamak olduğu bildirilmektedir (Christensen, 1972).

Özellikle iki orijinde (Pozantı ve Gündoğmuş) yüksek oranda böcekli tohum belirlenmiştir (Çizelge 1). 20°C sıcaklıkta yapılan saklama işleminde böceklerin faaliyetlerine devam ettiği ve sağlam tohumlara da geçerek tohumlara önemli zararlar verdiği gözlemlenmiştir. Saklama işlemine alınacak tohum partilerinde yoğun bir böcek salgını olmamasına dikkat edilmelidir. Gerekli durumlarda derin dondurucuda (-20°C) şoklama gibi böceklere karşı önlem alınmalıdır.

Dışbudak tohumları saklanabilirlik bakımından kuru saklanan (orthodox) nitelikte kabul edilmektedir (Suszka vd., 1996; Bonner, 2002; RBG Kew, 2013). Güvenli alt saklama neminin oldukça düşük olması da (en az %3) göstermektedir ki, TÇD'nin tohumları kuru saklanabilir niteliğine sahiptir ve uygun nem içeriği ve sıcaklıkta uzun yıllar canlılıklarını koruyabilirler.

Tohum canlılığı, tohum bitki üzerinde fizyolojik olgunluğa ulaştığında en üst noktadadır. Bu aşamadan itibaren tohumun canlılığı yavaş yavaş azalmaktadır (Priestley, 1986). TÇD tohumlarının yerden toplanması uygun değildir. Rüzgar, bakı ve konuma göre değişmekle beraber, özellikle 1000 m'nin üzerindeki rakımlarda tohumlar ekim sonu, kışın başı gibi dökülmektedir. Bununla birlikte, 1000 m'nin altındaki populasyonlarda ise tohumlar bir sonraki bahara, hatta yaz aylarına kadar kalabilmektedir. TÇD tohumları, Ekim ayının ikinci haftasından itibaren ağaç üzerinden toplanmalıdır. Her yıl bol tohum olmadığından tohum toplamak için bol tohum yıllarını gözlemlemelidir. Toplama işleminden sonra kısa sürede tohumlar hava kurusu (%7-8) duruma getirilmelidir.

Bu çalışmada, TÇD tohumlarının %3 nem içeriğine kadar canlılıklarını koruyabildikleri anlaşılmıştır. Tohumların %3'den daha düşük nem içeriğinde saklanabilirliği ayrıca araştırılabilir. Genel ilke olarak, tohum canlılığını koruduğu en düşük nem içeriği ile saklandığında ömrü daha uzun olmaktadır (Schmidt, 2000; Li vd., 2008). Bundan dolayı TÇD tohumlarının uzun

dönem saklanması, tohumun nem içeriğini hava kurusu nemdeki değerin (yaklaşık %8) de altına indirmek tohumun saklanabilir ömrünü uzatacaktır. Hava kurusu durumundaki tohumlar ince olarak serilip 3-5 gün hava akımına (esinti) maruz bırakıldığında, tohumların nem içerikleri %5-6 gibi bir değere indirilebilir. Harrington (1973) %5-6 tohum nem içeriğinin kuru saklanabilen tohumları uzun süre saklamak için en uygun nem değeri olduğunu bildirmektedir.

Tohumları, dormansisini giderdikten sonra saklamak önemlidir. Böylece tohum en uygun zamanda ekilebilir. Katlama işlemi görmüş *F. excelsior* tohumları geri kurutularak (%8-10) -3/-5°C'de başarı ile saklanmıştır (Suszka vd., 1996). Benzer şekilde, Piotto (1997) *F. angustifolia* tohumlarının katlama sonrasında nem içerikleri %9,5'a düşürülerek en az bir yıl saklanabildiğini belirtmiştir. Bu çalışmada da TÇD tohumlarında katlama işleminden sonra tohumlar %8 neme geri kurutularak 7 ay süre ile 4°C'de saklanmıştır. Katlama+saklama işlemi sonunda, tohumlar çimlenme yeteneklerini önemli oranda korumuşlardır. Özellikle orijinler arasında çok belirgin farklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). Andırın-1 orijini, katlama+saklama işlemi sonunda çimlenme yeteneğini tamamen koruyabilmiştir. Diğer iki orijinde (Pozantı ve Kozan) ise önemli çimlenme kayıplar meydana gelmiştir. Pozantı orijinindeki kayıplar, böcek salgınından dolayı gerçekleşmiştir. Kozan orijini ise TÇD'nin en düşük rakımlardaki uç yayılışını temsil etmektedir. Katlama+saklama işlemi uygulanacak tohum partilerinde böcek ve mantar salgınına maruz kalmış orijinler tercih edilmemelidir. Ayrıca tohumların saklanması, optimum yayılış alanlarına yakın yerlerden olan orijinlere öncelik verilmelidir.

Katlama sonrası tohumlar kurumaya karşı genellikle daha duyarlı olmaktadır. Özellikle embriyo ekseni (hipokotil+kökçük) geri kurutma işleminden olumsuz etkilenmektedir (Yılmaz, 2005). Bundan dolayı dormansisi giderilmiş tohumların saklanması saklama nemine daha çok dikkat etmek gerekmektedir. Bu çalışmada TÇD için %8 nem içeriğinin uygun olduğu görülmektedir. Doğu kayını (Yılmaz, 2005) ve Avrupa kayını tohumlarının da katlama sonrası genellikle %8 civarında saklandığı görülmektedir (Muller vd., 1999b).

Toros Dağlarında genellikle serpili olarak ormanlarda yer alan TÇD kudret helvası üretim potansiyeli (Yılmaz vd., 2009) ve süs bitkisi özelliği ile son derece değerlidir. Ayrıca zengin biyoçeşitliliğe sahip ülkemiz ormanlarının içindeki az sayıdaki endemik ağaçlardan biridir. Bu araştırma bulguları uyarınca, özellikle bol tohum yıllarında farklı populasyonlarından fazla miktarlarda tohumlar toplanarak kurutulmalı ve uygun nem içerikleri ile ulusal tohum bankalarında ve orman fidanlıklarındaki soğuk hava depolarında saklanmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (107 O 624) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Belcher, E.W., 1982. Storing stratified seeds for extended periods. *Tree Planters Notes*, 33:23-25.
- Bewley, J.D., Black, M., 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. Plenum Press, New York, pp: 445.
- Bonner, F.T., 2002. *Fraxinus*. In: Bonner F., T., Nisley, R.G., (Ed), *Woody Plants Seed Manual*, USDA Forest Service, pp:416.
- Browicz, K., 1984. *Chorology of Trees and Shrubs in South-West Asia and Adjacent Regions*. Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology, Poznan, Polish Scientific Publishers, pp: 20.
- Chien, C., Chen, S., Yang, J., 2002. Effect of stratification and drying on the germination and storage of *Prunus campanulata* seeds. *Taimwas J. For. Sci.* 17(4):413-420.
- Christensen, C.M., 1972. *Microflora and Seed Deterioration, Viability of Seeds*, ed: Roberts, E.H., Chapman & Hall, pp: 59-93, London.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B., 1999. *Seed Science and Technology*. Kluwer Ac. Pub. pp: 409, Boston.
- Dommée, B., Geslot, A., Thompson, J.D., Reille, M., Denelle, N., 1999. Androdioecy in the entomophilous tree *Fraxinus ornus* (Oleaceae). *New Phytol.*, 143:419-426.
- Edwards, D.G.W., 1996. *The Stratification-Redry Technique with Special Reference to True Fir Seeds*. (Landis, T.D.; South, D.B., tech. coords.). National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. PNW-GTR-389:172-182.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., Roberts, E.H., 1990. An Intermediate Category of Seed Storage Behaviour? I. *Coffee. J.Exp. Bot.* 41:1167-1174.
- Fraxigen, 2005. *Ash Species in Europe: Biological Characteristics and Practical Guidelines for Sustainable Use*. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, pp:128, UK.
- Harrington, J.F., 1973. *Seed Storage and Longevity, Seed Biology*, Vol. 3, ed. Kozlowski, T.T., New York:Academic Press, pp. 145-240.
- ISTA, 1996. *International Rules for Seed Testing*. *Seed Sci. & Technol. (Supplement)*, 24:1-335.
- Li, Y., Qu, J., Dong, Z., Wang, T., An, L., 2008. Storage behavior of *Zygophyllum xanthoxylon* (Bge.) maxim seeds at low moisture contents. *Acta Physiol Plant*, 30(5):651-656.
- Muller, C., Falleri, E., Laroppe, E., Bonnet-Masimbert, M., 1999a. Drying and storage of prechilled douglas fir, *Pseudotsuga menziesii* Seeds. *Can. J. For. Res.* 29(2): 172-177.
- Muller, C., Laroppe, E., Bonnet-Masimbert, M., 1999b. Further Developments in the Redrying and Storage of Prechilled Beechnuts (*Fagus sylvatica* L.): Effect of Seed Moisture Content and Prechilling Duration. *Annals of Forestry Science* 56:49-57.
- Piotto, B., 1997. Storage of non-dormant seeds of *Fraxinus angustifolia* Vahl. *New Forests*, 14:157-166.
- Priestley, D.A., 1986. *Seed Aging*. Comstock Publishing Assoc. Ithaca, pp. 304, NY.
- RBG Kew, 2013. *Seed Information Database*, <http://data.kew.org/sid>, (Erişim tarihi: Kasım, 2013).
- Roberts, E.H., 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. and Technol.*, 1:499-514.
- Schmidt, L., 2000. *Guide To Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Danida Forest Seed Centre, pp. 511, Denmark.
- Stubsgaard, F., 1992. *Seed Storage*. Danida Forest Seed Centre, pp. 36, Denmark.
- Suszka, B., Muller, C., Bonnet-Masimbert, M., 1996. *Seeds of Forest Broadleaves, From Harvest to Sowing*. INRA, pp. 295, France.
- Tilki, F., Çiçek, E., 2005. Effects of stratification, storage and temperature on germination of three provenances of narrow leaved ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*) seeds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 29:323-330.
- Verdu, M., 2004. Physiological and reproductive differences between hermaphrodites and males in the androdioecious plant *Fraxinus ornus*. *Oikos*, 105:239-246.
- Walters, C., 1998. Understanding the mechanics and kinetics of seed aging. *Seed Sci. Research* 8:223-244.
- Yaltırık, F., 1978. Türkiye'deki Doğal Oleaceae Taksonlarının Sistematik Revizyonu. İ.Ü. Yayın No:2404/250, pp.118, İstanbul.
- Yaltırık, F., 1998. *Dendroloji, Angiospermae*. İ.Ü. Yayın No:4104/420, Emek Matb., pp.256, İstanbul.
- Yılmaz, M., 2005. *Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky) Tohumlarının Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar*. Doktora Tezi, İ.Ü. Fenbilimleri Enstitüsü, 175s., İstanbul.
- Yılmaz, M., 2006. Çimlenme engelini giderilmesinde nem denetimli çıplak katlama yöntemi. İ.Ü. Orman Fak. Der., B Serisi, 56(2):135-145.
- Yılmaz, M., 2008. Optimum germination temperature, dormancy, and viability of stored, non-dormant seeds of *Malus trilobata* (Poir.) C.K. Schneid. *Seed Sci. & Technol.*, 36:747-756.
- Yılmaz, M., Serin, H., Zengin, H., Zengin, G., 2009. Endemik Toros çiçekli dişbudağı (*Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*) ağacı ve manna. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 46(4-5-6):24-27.
- Yılmaz M., Tonguç F., 2013a. Effects of temperature on the germination of *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* seeds. *Dendrobiology*, 69:111-115.
- Yılmaz, M., Tonguç, F., 2013b. Dormancy level and dormancy-breaking pretreatments in seeds of *Fraxinus ornus* subsp. *Cilicica*. *Propagation of Ornamental Plants*, Vol. 13(1): 40-45.
- Yücedağ, C., Gezer, A., 2007. Beyaz çiçekli dişbudak (*Fraxinus ornus* L.) tohumlarında değişik katlama sürelerinin çimlenme üzerine etkileri ile şaşırtma işleminin fidanların bazı morfolojik özelliklerine etkisi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A(1):20-27.