

DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky) TOHUMLARININ FARKLI SICAKLIKLARDAKİ ÇİMLLENME TUTUMLARI

Mustafa YILMAZ

KSÜ Orman Fakültesi, Orm. Müh. Böl., 46060, K.MARAŞ
mustafayilmaz@ksu.edu.tr

ÖZET

Doğu kayını tohumlarının farklı sıcaklıklardaki çimlenme tutumlarını belirlemek amacıyla 8, 10 ve 12 haftalık katlama işlemlerinden sonra 3 °C, 10 °C (sadece 12 haftalık katlama sonrasında), 15 °C ve 20 °C’de çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. Bütün tohumlardaki uyku halinin giderilmesi için 12 haftalık katlama işlemi gerekmiştir. 12 haftalık katlama işleminden sonra Doğu kayını tohumları, en kısa sürede en yüksek çimlenme oranını 15 °C’de sergilemiştir. 20 °C’de ikincil uyku hali (sekonder dormansi) nedeniyle çimlenme oranı önemli oranda gerilemiştir. Çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi ve özellikle çimlenme değeri verileri dikkate alındığında, katlama işlemi görmüş Doğu kayını tohumları için en uygun çimlenme sıcaklığı olarak 15 °C bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğu kayını, Tohum, Çimlenme

GERMINATION BEHAVIOUR OF ORIENTAL BEECHNUTS (*Fagus orientalis* Lipsky) AT DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

Germination tests were applied at 3 °C, 10 °C (after 12 weeks prechilling), 15 °C, and 20 °C after 8, 10 and 12 weeks prechilling treatments to examine Oriental beechnuts germination behaviour at different temperatures. 12 weeks prechilling duration required for the full dormancy removal of beechnuts. Oriental beechnuts were demonstrated the highest germination percentage in the shortest time at 15 °C after 12 weeks prechilling duration. Germination rate were significantly decreased at 20 °C because of secondary dormancy. Considering the germination rate, the mean germination time, and the germination value, 15 °C appeared to be the most appropriate germination temperature for the prechilled Oriental beechnuts.

Keywords: Oriental beech, Seed, Germination

1. GİRİŞ

Çimlenme, her biri sıcaklık tarafından etkilenen çok sayıda evreden oluşan karmaşık bir süreçtir. Sıcaklık, tohumların çimlenme davranışını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Bewley and Black, 1994; Schmidt, 2000). Her bir tohumun çimlendiği minimum, optimum ve maksimum sıcaklık bulunmaktadır (Copeland ve McDonald, 1999). Minimum sıcaklığın tanımlanması bazen zordur. Çünkü çimlenme oldukça yavaş olur ve bazı durumlarda kökçük çıksa dahi çimlenme tamamlanmayabilir. Optimum sıcaklık, en kısa sürede en yüksek çimlenme yüzdesini veren sıcaklık olarak tanımlanabilir. Maksimum sıcaklık, çimlenme için gerekli olan proteinlerin doğal yapılarının bozulduğu sınır değeri temsil etmektedir.

Sıcaklığın etkisi tür, alt tür, varyete, orijin, tohum kalitesi, toplama sonrası geçen süre gibi birçok faktöre bağlıdır (Copeland ve McDonald, 1999; Yılmaz, 2008b). Genel kural olarak ılıman kuşak bitkileri tropik bitkilere göre, yabani bitkiler de kültürü yapılan bitkilere göre çimlenme için daha düşük sıcaklık istegindedirler. Yüksek kaliteli tohumlar, daha geniş sıcaklık aralığında çimlenme yeteneğindedirler. Tohum yaşlandıkça ve gücü geriledikçe, çimlenebildiği sıcaklık aralığı daralmakta ve optimum çimlenme sıcaklığına yakın sıcaklıklarda çimlenebilmektedir. Bu bakımdan da her bir türde optimum çimlenme sıcaklığının bilinmesi gereklidir.

Katlama işlemi uygulanmayan kayın tohumları 3 °C'de çimlenme testine alınmaktadır (ISTA, 1996; Yılmaz, 2008a). Literatürde katlama işlemi uygulanmış Avrupa kayını tohumları için sabit sıcaklık olarak 10 °C (Suszka, 1979), 15 °C (Gosling, 1991; Falleri vd., 2004) veya 20 °C (Suszka ve Zieta, 1976; Shen ve Oden, 2002) kullanılmış ve denenmiştir. Doğu kayını tohumları ile yapılan bir çalışmada (Soltani, 2003) çimlenme sıcaklığı olarak 20 °C kullanılmıştır.

Bu çalışmada, Doğu kayını tohumlarının farklı sıcaklıklardaki çimlenme tutumları araştırılmıştır. Elde edilen bulgular Doğu kayınının ekolojisi ile bağlantılı olarak tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Katlama işlemi görmüş Doğu kayını tohumlarının farklı sıcaklıklardaki çimlenme tutumlarını belirlemek amacıyla 2002 yılında toplanan Dokurcun orijinli tohumlar kullanılmıştır. Çimleme testleri, 8, 10 ve 12 haftalık katlama sürelerinden sonra 3 °C, 15 °C ve 20 °C'de gerçekleştirilmiştir. 12 haftalık katlama işleminden sonra 10 °C'de de çimlenme testi uygulanmıştır.

Katlama İşlemi

Tohumlara karanlık ortamda çıplak katlama işlemi uygulanmıştır. Katlama süresince tohumların nemi, kayın tohumlarının ulaşabildiği maksimum nem içeriğinin (% 40) yaklaşık 8-10 puan eksiğinde (% 30-32) denetim altında

DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky) TOHUMLARININ FARKLI
SICAKLIKLARDAKİ ÇİMLENME TUTUMLARI

tutulmuştur. Böylece uyku hali (dormansi) giderilen tohumlar nem yetersizliğinden dolayı çimlenme gerçekleşmeden katlama işleminde kalabilmişlerdir.

Çimlenme Testi

Bu araştırmadaki bütün çimlenme testleri iki kat filtre kâğıdı üzerinde, 15 cm çapında petri kaplarında yapılmıştır. Testlerde her bir işlem için 200 tohum (50*4: dört tekrarlı) kullanılmıştır. Filtre kâğıtları saf su ile nemlendirilmiştir. Kökçüğü en az 3 mm uzayan ve yereyönelim (geotropizm) gösteren tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Mantar salgını gibi gerekli durumlarda filtre kâğıtları değiştirilmiştir.

10 °C, 15 °C ve 20 °C'deki çimlenme denemelerinde çimlenmeler iki günde bir gözlemlenerek kaydedilmiş ve test 28. günde (4 hafta) sonlandırılmıştır. 3 °C'deki çimlenme testinde ise, çimlenme yavaş olduğundan çimlenenler dört gün ara ile izlenerek kaydedilmiş ve tohumların çoğunluğu çimlendikten sonra iki kontrolde (8 gün) arka arkaya çimlenme gerçekleşmedikten sonra test sonlandırılmıştır.

Çimlenme Parametreleri

Çimlenme testlerinde 3 parametre elde edilmiştir: (1) çimlenme yüzdesi (ÇY), (2) ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve (3) çimlenme değeri (ÇD).

Çimlenme yüzdesi denklem 1 (Bewley ve Black, 1994) kullanılarak % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{ÇY}(\%) = \frac{\sum n_i}{N} \times 100 \quad (1)$$

ÇY (%) : Çimlenme yüzdesi, n_i : i. gündeki çimlenen sayısı, N : Teste konulan toplam tohum sayısı

OÇS, denklem 2 (Bewley ve Black, 1994) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{OÇS} = \frac{\sum (t_i \cdot n_i)}{\sum n_i} \quad (2)$$

OÇS : Ortalama çimlenme süresi (gün), t_i : Testin başlangıcından itibaren geçen süre (gün), n_i : t_i gündeki çimlenen tohum sayısı

Çimlenme değeri (ÇD)'nin hesaplanmasında Djavanshir ve Pourbeik (1976) tarafından geliştirilen aşağıdaki denklem (3) kullanılmıştır.

$$\text{ÇD} = \frac{\sum G\text{ÇH}}{N} \times (\text{ÇY} \times 10) \quad (3)$$

ÇD : Çimlenme değeri, GÇH : Günlük çimlenme hızı ($\text{ÇY}_i/t_i$), ÇY : Çimlenme yüzdesi, N : Çimlenme hızının hesaplandığı gün sayısı (frekans)

İşlemlere özgü çimlenme parametrelerinin (ÇY, OÇS ve ÇD) değerlendirilmesinde varyans analizi, farklı işlemlerin gruplandırılmasında ise Duncan testi kullanılmıştır. Varyans analizinde arksinüs açısal dönüşümü yapılan çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri verileri kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada çimlenme sıcaklığı, katlama süresi ve bu iki faktörün etkileşiminin hem çimlenme yüzdesi hem de ortalama çimlenme süresi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çimlenme sıcaklığı ve katlama süresinin çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi, varyans analizi (Duncan testi) sonucu.

Değişkenlik Kaynağı	Çimlenme Yüzdesi				Ortalama Çimlenme Süresi		
	Serbestlik Der.	Kareler Ort.	F Değeri	P değeri	Kareler Ort.	F Değeri	P değeri
Çimlenme Sıcaklığı (a)	3	1953,81	320,23	0,000	355,99	351,11	0,000
Katlama Süresi (b)	2	1325,02	217,17	0,000	50,98	50,28	0,000
a x b	4	329,29	53,97	0,000	3,87	3,82	0,013
Hata	30	6,10			1,01		

8 ve 10 haftalık katlama işlemi, 3 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bu tek orijinden sağlanan Doğu kayını tohumlarının uyku halini gidermekte yetersiz kalmıştır (Çizelge 2). 3 °C kayın tohumları için katlama sıcaklığı da olduğundan, 8 ve 10 haftalık katlama işleminden sonra tam olarak uyku hali giderilememiş tohumların önce 3 °C'de uyku halleri tam olarak ortadan kalkmış, daha sonra çimlenme oranları zamanla maksimum düzeylere ulaşmışlardır.

12 haftalık katlama işleminden sonra tohumların uyku hali tamamen giderilmiş ve 3 °C, 10 °C ve 15 °C'de tohumlar maksimum çimlenme yeteneklerini sergilemişlerdir (Çizelge 2). Her üç çimlenme sıcaklığındaki çimlenme oranları arasında belirgin bir fark ortaya çıkmamıştır. Diğer yandan 20 °C'deki çimlenme testinde ise 12 haftalık katlama işleminden sonra çimlenme yüzdesi daha düşük gerçekleşmiştir ve tohumlar ancak ortalama % 66,7 çimlenme yüzdesi sergilemişlerdir. Ayrıca 20 °C'de geotropizm göstermeyen bazı anormal çimlenmeler dikkati çekmektedir.

15 °C'deki çimlenme yüzdesine bakıldığında katlama süresinin 8 haftadan 10 haftaya çıkarılması ile her bir günlük katlama süresi için çimlenme yüzdesinde ortalama (% 31,0/14 gün) 2,21 puanlık artış olmuştur. 10 ile 12 haftalık katlama süresi arasında ise bu değer (% 14,8/14 gün) 1,06 puan olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky) TOHUMLARININ FARKLI SICAKLIKLARDAKİ ÇİMLENME TUTUMLARI

Çizelge 2. Katlama süresi ve çimlenme sıcaklığının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi.

Katlama Süresi (hafta)	Çimlenme Yüzdesi (%)			
	3 °C	10 °C	15 °C	20 °C
8	88,0 a ¹	---*	39,5 b	13,0 c
10	86,5 a	---	70,5 b	40,5 c
12	88,7 a	84,7 a	85,3 a	66,7 b

¹ Aynı satır üzerinde aynı harfe sahip değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark yoktur (P<0,05).

* Çimlenme testi yapılmadı.

Katlama süresinin uzamasına paralel olarak tohumlar her bir sıcaklıkta daha hızlı çimlenmiştir (Çizelge 3). Çimlenme hızı bakımından 15 °C ile 20 °C arasında belirgin bir fark meydana gelmemiştir. 12 haftalık katlama işlemi ile tohumların uyku hallerinin tam olarak giderilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme süresi 10 °C'den belirgin olarak hızlı gerçekleşmiştir. Aynı zamanda katlama sıcaklığı olan 3 °C'de tohumlar, diğer çimlenme sıcaklıklarına göre oldukça yavaş çimlenmiştir (Şekil 1).

Çizelge 3. Katlama süresi ve çimlenme sıcaklığının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi.

Katlama Süresi (hafta)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)			
	3 °C	10 °C	15 °C	20 °C
8	22,0 b ¹	---*	9,5 a	8,7 a
10	19,0 b	---	7,3 a	7,3 a
12	15,8 c	6,9 b	5,8 a	6,3 ab

¹ Aynı satır üzerinde aynı harfe sahip değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark yoktur (P<0,05).

* Çimlenme testi yapılmadı.

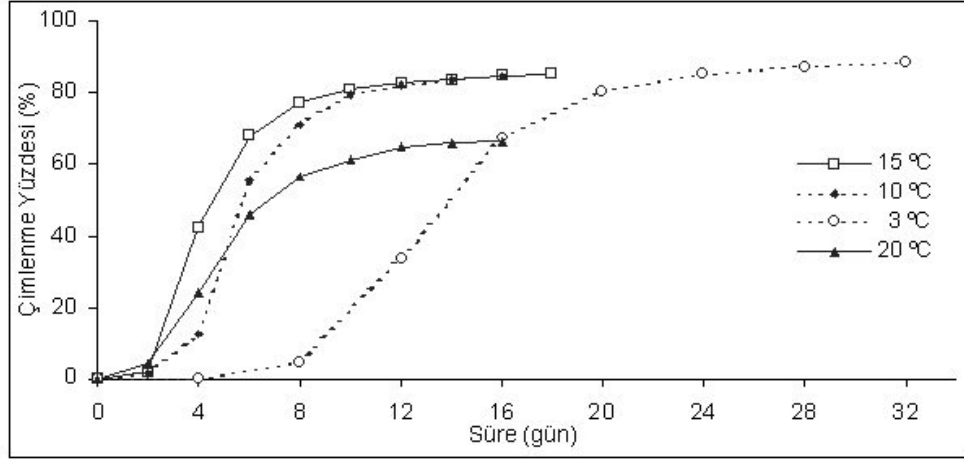
Çimlenme değeri (ÇD) sonuçları, çimlenme sıcaklığının etkinliğini açıkça ortaya koymuştur. Bütün tohumlarda uyku halinin giderildiği kabul edilen 12 haftalık katlama sonunda, çimlenme değeri 20 °C'de 37,3, 10 °C'de 56,7 ve 15 °C'de 71,7 olarak gerçekleşmiş olup, 15 °C'deki çimlenme değeri diğer sıcaklıklardakinden belirgin olarak daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4). Katlama süresinin artması ile, çimlenme oranı yükselmiş ve ortalama çimlenme süresi kısalmıştır (çimlenme hızlanmıştır). Çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı ile orantılı olarak çimlenme değeri de bariz bir şekilde yükselmiştir.

Çizelge 4. Katlama süresi ve çimlenme sıcaklığının çimlenme değeri üzerine etkisi.

Katlama Süresi (hafta)	Çimlenme Değeri			
	3 °C	10 °C	15 °C	20 °C
8	16,7 a ¹	---*	8,5 b	1,2 c
10	18,6 b	---	31,7 a	13,1 c
12	23,4 d	56,7 b	71,7 a	37,3 c

¹ Aynı satır üzerinde aynı harfe sahip değerler arasında istatistik olarak önemli bir fark yoktur (P<0,05).

* Çimlenme testi yapılmadı.



Şekil 1. 12 haftalık katlama işleminden sonra Doğu kayını tohumlarının değişik sıcaklıklardaki çimlenme eğrileri

4. TARTIŞMA

Çimlenme sıcaklığı, tohumun çimlenme parametreleri üzerindeki belirleyici en önemli faktörlerden biridir (Bewley ve Black, 1994; Schmidt, 2000; Gürlevik ve Gültekin, 2008). Bu çalışmada da, bu genel ilkeyi destekleyecek şekilde çimlenme sıcaklığı, Doğu kayını tohumlarının çimlenme tutumlarını üzerinde oldukça etkili olmuştur.

Katlama işlemi uygulanmış Avrupa kayını tohumlarının çimlendirilmesinde 10 °C (Suszka, 1979), 15 °C (Suszka, 1979; Gosling, 1991), 20 °C (Shen ve Oden, 2002; Soltani, 2003), 5-15 °C (Muller ve Bonnet-Masimbert, 1989) ve 3-20 °C (Falleri vd., 2004) gibi sıcaklıklar kullanılmış ve denenmiştir. Bu sıcaklıklar arasında sabit sıcaklık olarak en çok 15 °C ve 20 °C'de çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. 15 °C ve 20 °C'nin beraber denendiği çimlenme testlerinde 15 °C'nin lehine yaklaşık 10 (Gosling, 1991) ile 20 puan (Suszka, 1979) arasında farklar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, 12 haftalık katlama sonunda tohumların dormansisi tam olarak giderildikten sonra 15 °C ile 20 °C arasında çimlenme oranı bakımından yaklaşık 20 puanlık belirgin bir fark ortaya çıkmıştır.

Elde edilen bulgularda (Çizelge 2, 3, 4; Şekil 1) görüldüğü gibi Doğu kayını için çimlenme yüzdesi, çimlenme süresi ve çimlenme değeri bakımından 15 °C'nin 20 °C'den daha iyi bir çimlenme sıcaklığı olduğu açıkça görülmektedir. Nitekim Thomsen ve Kjaer (2002) de Avrupa kayını tohumlarının optimum çimlenme sıcaklığı olarak 15 °C'yi vermişlerdir. Bir çok orman ağacında çimlenme sıcaklığı, kayın tohumlarına göre daha yüksektir (ISTA, 1996). Bu durum, bitki tohumlarının çimlenme sıcaklığı ile o bitkinin yayılışı ve yaşam alanı koşulları arasında yakın ilişki bulunduğu varsayımı (Bewley ve Black, 1994) ile açıklanabilir. Bilindiği gibi kayın ağaçları doğal yayılışlarında genel olarak serin yerleri tercih etmektedir.

DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky) TOHUMLARININ FARKLI SICAKLIKLARDAKİ ÇİMLENME TUTUMLARI

Optimum çimlenme sıcaklığının üstündeki sıcaklıklar genellikle ikincil uyku haline neden olmaktadır (Khan and Samimy, 1982; Baskin ve Baskin, 1998; Narbona vd., 2007). Bu çalışmada da 20 °C'deki çimlenme kaybının ikincil uyku halinden kaynaklandığı öngörülmektedir. Diğer yandan, Doğu kayını tohumlarının kimyasal içeriğinin yaklaşık yarısı yağdan oluşmaktadır (Yılmaz, 2005). Bu da kayın tohumlarının 20 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda bozulmalara karşı daha duyarlı duruma getirmektedir (Suszka vd., 1996; Gugala, 2002; Yılmaz, 2006).

Katlama işlemi uygulanmış kayın tohumları 10 °C'de de 15 °C gibi hem hızlı çimlenmekte hem de çimlenme yeteneklerinin maksimum düzeylerine ulaşmaktadırlar. Benzer şekilde, katlama uygulamasından sonra Avrupa kayını tohumları da 10 °C ve 15 °C'de yaklaşık aynı çimlenme oranı sergilemiştir (Suszka, 1979). Kayın tohumlarının düşük sıcaklıklarda göreceli olarak hızlı ve yüksek çimlenme özelliğinden dolayı doğada ve fidanlıklarda erken ilkbaharda ani sıcaklık yükselmelerinde yüksek çimlenme ve fidecik yüzdesi gözlemlenebilmektedir. Bu özellik bazı durumlarda sakıncalı sonuçlar doğurmakta ve doğada erken çıkan fidecikler ilkbahar donlarından zarar görebilmektedir.

ISTA (1996) katlama işlemi uygulanmayan kayın tohumları için çimlenme sıcaklığı olarak 3 °C'yi önermektedir. Katlama işlemi uygulanan tohumlar katlama sıcaklığında (3 °C) çok yavaş çimlenmekte (Çizelge 3; Şekil 1) olup, 3 °C'nin katlama sonrası çimlenme testi için uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Nitekim Hilhorst vd. (2006) de tohumlarda uyku halinin giderilmesi süreci ile çimlenme faaliyetlerinin ayrı ayrı olaylar olduğu ve bundan dolayı uyku halinin giderilmesi için gereken optimum sıcaklık ortamının, optimum çimlenme sıcaklığından farklı olduğunu ifade etmişlerdir.

5-15 °C ve 3-20 °C gibi değişmeli çimlenme sıcaklıkları, kayın tohumlarının doğadaki ve fidanlıktaki çimlenme sıcaklıklarına benzemesi bakımından daha gerçekçi bulunmaktadır (Muller ve Bonnet-Masimbert, 1999; Falleri vd., 2004). Bu tip değişmeli sıcaklıklarda, katlama işlemi uygulanmış tohum partisi içinde uyku hali tam olarak giderilmemiş tohumlar değişmeli sıcaklığın alt değerinde (3-5 °C gibi) katlama sürecine devam ederler. Dolayısıyla katlama süresi yetersiz olması durumlarında tohumlar bu tip çimlenme sıcaklıklarında daha yüksek çimlenme yüzdelere ulaşırlar. Fakat değişmeli sıcaklıklar için yeterli olan katlama süresi (örneğin 8 hafta), 15 °C gibi sabit sıcaklıklardaki çimlenme testleri için eksik kalmaktadır. Bu nedenle optimum katlama süresi araştırmalarında daha doğru sonuçlara ulaşmak için sabit sıcaklıkların kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Baskin, C. C., Baskin, J. M., 1998. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Baskin C. C., Baskin J. M. (Eds.). Academic Press, San Diego, California, 666s.
- Bewley, J.D., Black, M., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, 445s.
- Copeland, L.O., McDonald, M.B., 1999. Seed Science and Technology. Kluwer Pub. Boston, 409s.
- Djavanshir, K., Pourbeik, H., 1976. Germination value-a new formula. *Silvae Genetica*, 25:79-83.

- Falleri, E., Muller, C., Laroppe, E., 2004. Effect of water stress on germination of beechnuts treated before and after storage. *Can. J. For. Res.* 34(6):1204-1209.
- Gosling, P.G., 1991. Beechnut storage: a review and practical interpretation of the scientific literature. *Forestry*, 64:51-59.
- Gugała, A., 2002. Changes in quality of beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds stored at the Forest Gene Bank Kostrzyca. *Dendrobiology*, suppl. 47:33-38.
- Gürlevik, N., Gültekin, H.C., 2008. Katlama ve Mekanik Önışlemlerin Andız (*Arceuthos drupacea* Ant. et Kotschy) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etkileri. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A (2): 147-157.
- Hilhorst, H.W., Bentsink, L., Koornneef, M., 2006. Dormancy and Germination. In: *Handbook of Seed Science and Technology* (Basra, A.S., Edt.), Haworth Press, NY, pp. 271-301.
- ISTA, 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. & Technol. (Supplement)*, 24:1-335.
- Khan, A.A., Samimy, E.C., 1982. Hormones in relation to primary and secondary seed dormancy. In "Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination" (A.A. Khan, ed.), pp.203-241. Elsevier, Amsterdam.
- Muller, C., Bonnet-Masimbert, M., 1989. Breaking dormancy before storage: an improvement to processing of beechnuts (*Fagus sylvatica* L.). *SST* 17, 15-26.
- Muller, C., Laroppe, E., Bonnet-Masimbert, M., 1999. Further developments in the redrying and storage of prechilled beechnuts (*Fagus sylvatica* L.): Effect of seed moisture content and prechilling duration. *Annals of Forest Science* 56: 49-57.
- Narbona, E., Arista, M., Ortiz, P.L., 2007. High temperature and burial inhibit seed germination of two perennial Mediterranean Euphorbia species. *Botanica Helvetica*, 117:169-180.
- Schmidt, L., 2000. Guide To Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed, Danida Forest Seed Centre, Denmark, 511s.
- Shen, T.Y., Odén, P.C., 2002. Relationship between seed vigour and fumarase activity in *Picea abies*, *Pinus contorta*, *Betula pendula* and *Fagus sylvatica*. *Seed Sci. & Tech.* 30:177-186.
- Soltani, A., 2003. Improvement of seed germination of *Fagus orientalis* Lipsky. PhD Thesis, Silvestria 275. Swedish University of Agr., Umea.
- Suszka, B., 1979. Seedling emergence of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed pretreated by chilling without any medium at controlled hydration level. *Arboretum Kornickie*, 24:111-135.
- Suszka, B., Muller, C., Bonnet-Masimbert, M., 1996. Seeds of Forest Broadleaves, From Harvest to Sowing. INRA, France, 295s.
- Suszka, B., Zieta, L., 1976. Further studies on the germination of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed stored in an already after-ripened conditions, *Arboretum Kornickie* 21: 279-296.
- Thomsen, K.A., Kjaer, E.D., 2002. Variation between single tree progenies of *Fagus sylvatica* in seed traits, and its implications for effective population numbers. *Silva Genetica*, 51(5-6): 177-280.
- Yılmaz, M., 2005. Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) tohumlarının fizyolojisi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, 170s.
- Yılmaz, M., 2006. Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) tohumlarında ekim öncesi işlemler. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 7-8-9:27-30.
- Yılmaz, M., 2008a. Three-year storage of Oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European Journal of Forest Research*, 127:441-445.
- Yılmaz, M., 2008b. Optimum germination temperature, dormancy, and viability of stored, non-dormant seeds of *Malus trilobata* (Poir.) C.K. Schneid. *Seed Sci. & Technol.*, 36, 747-756.