

## Çiçekli Dişbudak'ta Bazı Tohum Özelliklerinin Kalıtım Derecesi

Nebi BİLİR<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 16.03.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 13.04.2022

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): [nebibilir@isparta.edu.tr](mailto:nebibilir@isparta.edu.tr)

☎ +90 246 2146476 📠 +90 246 2146599

### ÖZ

Bu çalışma, Türkiye ormancılığının önemli tali ve endemik türlerinden olan Çiçekli dişbudak'ın (*Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* L.) 2009 yılında tesis edilen döl denemelerine ait 19 ailenin tohum özellikleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Türde tohum boyu, tohum çapı ile bir tohumun ağırlığı araştırılarak, aileler arası farklılıklar, özellikler arasındaki genotipik ve fenotipik ilişkiler ile kalıtım derecesi tahmin edilmiştir. Ortalama tohum boyu 23,17 mm, tohum çapı 4,42 mm ve bir tohum ağırlığı 0,14 g olarak bulunurken; bu özellikler bakımından aile içi ve aileler arası geniş farklılıklar ortaya çıkmıştır. Varyans analizi sonuçları da, bu bulguyu desteklemiş ve tohum özellikleri bakımından aileler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ( $p<0,05$ ) farklılıklar ortaya çıkmıştır. Aileler arası varyans, aile içi varyantın tohum boyu ve tohum ağırlığı için yüksek bulunurken, tohum çapında bunun tersi belirlenmiştir. Tohum boyu, tohum çapı ve tohumun ağırlığı için kalıtım derecesi değerleri sırasıyla 0,789, 0,436 ve 0,732 olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında türün, genetik-ıslah ve diğer uygulamalarına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Aile, döl denemesi, genetik, ıslah, varyasyon

## Heritability of Some Seed Characteristics in Manna Ash

### ABSTRACT

This study was carried on seed characteristics of 19 families belong to progeny test established in 2009 by secondary and endemic tree species Manna ash (*Fraxinus ornus* L. subsp. *cilicica*). Variation among families and within family, genetic and phenotypic relations among seed characteristics together with heritability were estimated for seed length, seed width and per seed weight in the species. While large variation among families and within family were found, averages of seed length, seed width and per seed weight were 23,17 mm, 4,42 mm and 0,014 g, respectively. The results were also supported by significant ( $p<0,05$ ) differences among families based on analysis of variance. Variation among families were higher than within family for seed length and per seed weight opposite to seed width. Heritabilities of seed length, seed width and per seed weight were estimated 0,789, 0,436 and 0,732, respectively. Some suggestions were give for genetic-breeding and other practices based on results of the study.

**Keywords:** Family, progeny test, genetic, breeding, variation

### GİRİŞ

Çiçekli dişbudak (*Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* L.) Türkiye'de, doğal yayılış gösteren dört dişbudak türüne ait sekiz taksondan (Yaltrık, 1978) biridir. Bu taksonlar, Türkiye'de 9344 ha verimli ve 1054 ha bozuk

olmak üzere 10398 ha alanda doğal yayılış göstermektedir (URL-1, 2021). Bu türlerden, genel olarak Adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve Sivri meyveli dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) meşcere bazında saf ormanlar oluşturmaktadır. Çiçekli dişbudak ise, soliter veya gruplar halinde doğal yayılış göstermektedir ve

### Çiçekli Dişbudak'ta Bazı Tohum Özelliklerinin Kalıtım Derecesi

bu husus türün yayılış alanının miktar olarak belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Çiçekli dişbudak, Güney Avrupa ve Batı Asya ile Türkiye'nin hemen bütün sahil bölgelerinde (Kayacık 1982), Akdeniz çevresinin tepelik ve dağlık bölgelerinde yetişmektedir (Yaltırık 1978). Bu tür Türkiye'de Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul, Bursa, Kocaeli ve İzmir'de yayılış gösteren subsp. *ornus* ve Toros ve Amanos dağlarında yayılış gösteren subsp. *cilicica* olmak üzere iki coğrafi alt tür ile temsil edilmektedir (Yaltırık, 1978). Tür, Türkiye'deki değişik ekolojik koşullara sahip bu yayılış ile birlikte, Balkan yarımadası, İspanya, Fransa, İtalya ve Suriye'de doğal yayılış göstermektedir (Saatçioğlu, 1976). Türün değişik koşullardaki bu yayılış türün güncel çevre sorunlarından olan küresel ısınma ve buna bağlı kuraklığa karşı dayanıklı, adaptasyon kabiliyeti yüksek (Tiner ve ark., 2000) potansiyel türlerden olabileceğinin önemli bir göstergesidir. Zira, Çiçekli dişbudak diğer dişbudak taksonlarının aksine kurak yerlerde yayılış göstermektedir. Türlerin, küresel ısınma ve buna bağlı kuraklık gibi değişik çevre koşullarına adaptasyonu ile sürekliliğinde, genetik ve morfolojik tohum özelliklerinin bilinmesi önemli aşamalardan biridir. Bu genetik özelliklerden biri de türün tohum yapısına ilişkin kalıtım derecesinin tahminidir. Zira aktarım derecesi olarak ta tanımlanan kalıtım derecesi; türlerin tohum kaynaklarının tescil ve tesisi gibi genetik-ıslah uygulamaları ile tohum teknolojisi ve fidanlık tekniği uygulamalarında rol oyna-

yan önemli genetik parametrelerden biridir. Bu parametre aynı zamanda, küresel ısınma gibi doğal seleksiyon bağlamında genetik çeşitlilik ile de yakın ilişki içerisindedir. Buna karşın türün genetik (Bilir, 2019) ve diğer tohum (Tilki, 2005; Yücedağ ve Gezer, 2007; Yılmaz ve Tonguç, 2013a; Yılmaz ve Tonguç, 2013b) özelliklerine ilişkin sınırlı sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Çiçekli dişbudak üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, türün bazı morfolojik tohum özellikleri ve bu özellikler arasındaki ilişkiler ile kalıtım derecesi tahmin edilerek, türün genetik-ıslah çalışmaları ve diğer uygulamalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çiçekli dişbudak'ın fenotipik olarak seçilen açık tozlaşma ürünü 28 aileye ait 1+0 yaşlı tüplü fidanlarla 2009 yılında 2x2 m aralık mesafede tesis edilen türün döl denemeleri tesis edilmiştir (Şekil 1). 1050 m yükselti ve 37°45' kuzey enlemi ile 30°35' doğu boylamında tesis edilen döl denemesinin 12. yıl tohum olgunlaşma dönemi sonunda, tohum verimine sahip 19 ailenin 3'er bireyden 10'ar tohum örneklenmiş ve çalışma bu tohum örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Döl denemesi ve tohum verimine sahip bireyden bir görünüm

### Yöntem

Tohum verimine sahip 19 ailenin 3'er bireyinden 10'ar adet tohumlarda; dijital kumpas yardımıyla 0,01 mm hassasiyette tohum boyu (TB, mm) ve tohum çapı (TÇ, mm) ve 7 gün süreyle oda sıcaklığında kurutulan

tohumlarda dijital terazi yardımıyla 0,001 gr hassasiyette tek bir tohumun ağırlığı (TA, gr) ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

## Verilerin Değerlendirilmesi

Aileler, tohum boyu ve çapı ile ağırlık bakımından aşağıdaki çoklu varyans (ANOVA) modeli (1) ile karşılaştırılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + B(F)_{j(i)} + e_{ijk} \quad (1)$$

Modelde  $Y_{ijk}$  i. tekrardaki j. ailenin k. tohumunu;  $\mu$  genel ortalamayı;  $B(F)_{j(i)}$  i. tekrardaki j. ailenin etkisini;  $e_{ijk}$  ise hatayı göstermektedir.

Çalışmaya konu özelliklere ait geniş anlamli kalıtım derecesi ( $H^2$ ) aşağıdaki eşitlik (2) yardımıyla tahmin edilmiştir (Becker, 1984):

$$H^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \sigma_e^2} \quad (2)$$

Burada,  $\sigma_c^2$ , aileler arası varyans/genotipik varyansı,  $\sigma_e^2$ , ise aile içi varyans /çevresel varyansı ifade etmektedir.

Varyans bileşenlerini gösteren, genotipik ( $CV_c$ ) ve fenotipik varyasyon ( $CV_e$ ) katsayıları, aritmetik ortalama yardımıyla ( $\bar{x}$ ) aşağıdaki eşitliklerle (3) hesaplanmıştır.

$$CV_c = 100\sigma_c / \bar{x} \text{ ve } CV_e = 100\sigma_e / \bar{x} \quad (3)$$

Bunlara ek olarak tohum özellikleri arasındaki genotipik ve fenotipik ilişkiler, korelasyon analizi ile tahmin edilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Tohum Özellikleri

Çalışma sonucunda; 17,98 mm (14 nolu aile) - 28,14 mm (14 nolu aile) arasında değişen tohum boyu, ailelerin genelinde 23,17 mm; 3,72 mm (2 nolu aile) ile 5,83 mm (8 nolu aile) arasında değişen tohum çapı genel ortalama 4,42 mm bulunurken; 0,0139 g olan ortalama bir tohum ağırlığı, 0,0076 g (15 nolu aile) ile 0,259 g (1 nolu aile) arasında değişim göstermiştir (Tablo 1).

Türün 13 ailesi üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada, tohum boyu 24,3 mm, tohum çapı 4 mm ve bir tohum ağırlığı 0,22 gr bulunmuştur (Bilir, 2019). Dolayısıyla önceki çalışmaya göre tohum boyu ve tohum çapında artış ortaya çıkarken, tohum ağırlığında azalma görülmüştür. Türün üç popülasyonunda yapılan bir başka çalışmada bir tohum ağırlığı 0,026, 0,027 ve 0,033 g bulunmuştur (Yılmaz ve Tonguç, 2013b). Tohum özelliklerine birçok çevresel (Örneğin; iklim, toprak, yaş) ve biyolojik (Örneğin; çiçeklenme, ailelerin genetik yapısı ve sayısı, popülasyon) faktör etkili olabilmektedir. Tür üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada da, tohum özellikleri bakımından popülasyonlar arası farklılıklar belirlenmiştir (Yılmaz ve Tonguç, 2013a). Çalışma sonucunda elde edilen tohum özellikleri bazı aile ve bireylerde tür üzerinde gerçekleştirilen önceki çalışma sonuçlarından yüksek çıkarken genelde düşüktür. Bilir (2019), tohum özelliklerinin yıllara ve popülasyonlara göre değişim gösterebileceğini belirtmiştir. Bu sonuçlar türde, tohum hasat yılı ile hasat edilecek popülasyon ve bireyin önemini vurgulamaktadır.

Uygulanan varyans analizi sonucunda (1), tohum boyu, tohum çapı ve tohumun ağırlığı bakımından aileler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ( $p < 0,05$ ) farklılıklar belirlenmiş ve tekrar x aile etkileşiminin önemli olmadığı ( $p > 0,05$ ) ortaya çıkmıştır. Uygulanan Duncan testi sonucunda aileler tohum boyu bakımından 7, tohum çapı bakımından 10 ve tohum ağırlığı bakımından 8 homojen grup oluşturmuştur (Tablo 1). Aileler arası bu farklılıklar, aile içi de görülmüş olup, standart sapma bağlamında en yüksek tohum boy ve çap varyasyonu 15 nolu ailede, ağırlık varyasyonu ise 1 nolu ailede görülmüştür (Tablo 1). Türde tohum özellikleri bakımından aile içi ve aileler arası farklılıklar Bilir (2019) tarafından da belirlenirken, popülasyonlar arası farklılıklar Yılmaz ve Tonguç (2013a ve 2013b) tarafından da ortaya çıkarılmıştır. Ülkemizde doğal yayılışa sahip Adi dişbudak türünün 158,8 ha iki tohum meşçeresi ile Sivri meyveli dişbudak türünün 146,8 ha iki tohum meşçeresi dışında diğer türlerde tescillenmiş tohum meşçeresi veya bu cinse ait taksonlarda tesis edilmiş tohum meşçeresi bulunmamaktadır (URL-2, 2021). Ormancılık uygulamalarında, tohum kaynaklarının tescil ve tesisinde genel olarak gövde düzgünlüğü, boy ve çap gibi özellikler (Zobel ve Talbert, 2003) kriter olarak alınırken, çalışma sonuçları türde tohum kaynaklarının tescil ve tesisinde önem taşımaktadır.

## Çiçekli Dişbudak'ta Bazı Tohum Özelliklerinin Kalıtım Derecesi

Tablo 1. Ailesel tohum boyu (TB), tohum çapı (TÇ) ve tohumun ağırlığı (TA) değerleri

Aile No	TB (mm)		TÇ (mm)		TA (gr)	
	Ortalama*	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
1	21,91 <sup>c</sup>	,880	4,63 <sup>gh</sup>	,367	,0259 <sup>i</sup>	,007
2	24,40 <sup>d</sup>	1,448	3,72 <sup>a</sup>	,365	,0124 <sup>def</sup>	,002
3	25,53 <sup>def</sup>	1,352	4,04 <sup>abc</sup>	,254	,0159 <sup>fgh</sup>	,002
4	25,86 <sup>ef</sup>	1,174	4,26 <sup>cdef</sup>	,359	,0138 <sup>defg</sup>	,006
5	24,21 <sup>d</sup>	1,075	3,79 <sup>a</sup>	,363	,0123 <sup>de</sup>	,002
6	26,56 <sup>f</sup>	2,466	5,03 <sup>i</sup>	,502	,0182 <sup>h</sup>	,003
7	26,14 <sup>ef</sup>	1,340	4,20 <sup>bcde</sup>	,289	,0154 <sup>efgh</sup>	,002
8	19,59 <sup>b</sup>	,966	5,83 <sup>j</sup>	,185	,0151 <sup>efgh</sup>	,002
9	25,17 <sup>de</sup>	1,44	5,06 <sup>i</sup>	,286	,0160 <sup>gh</sup>	,002
10	25,13 <sup>de</sup>	1,35	4,21 <sup>bcde</sup>	,201	,0163 <sup>gh</sup>	,002
11	22,77 <sup>c</sup>	,859	4,47 <sup>defg</sup>	,214	,0113 <sup>cd</sup>	,003
12	28,14 <sup>g</sup>	1,773	4,82 <sup>ghi</sup>	,457	,0124 <sup>def</sup>	,002
13	20,41 <sup>b</sup>	1,417	4,49 <sup>efg</sup>	,486	,0120 <sup>de</sup>	,003
14	17,98 <sup>a</sup>	1,095	4,06 <sup>abc</sup>	,294	,0110 <sup>bcd</sup>	,002
15	19,49 <sup>b</sup>	3,193	4,00 <sup>abc</sup>	,642	,0076 <sup>a</sup>	,004
16	22,60 <sup>c</sup>	,636	4,46 <sup>defg</sup>	,499	,0140 <sup>defg</sup>	,005
17	21,94 <sup>c</sup>	,804	4,96 <sup>hi</sup>	,407	,0179 <sup>h</sup>	,003
18	19,50 <sup>b</sup>	1,431	3,84 <sup>ab</sup>	,445	,0084 <sup>abc</sup>	,002
19	22,83 <sup>c</sup>	2,070	4,10 <sup>abcd</sup>	,245	,0080 <sup>ab</sup>	,002
Genel	23,17	3,138	4,42	,634	,0139	,005

\* Aynı harfler benzer grupları göstermektedir

Uygulanan korelasyon analizi sonucunda tohum ağırlığına, tohum çapının fenotipik ve genotipik pozitif etkisinin olduğu belirlenirken; tohum boyunun ise tohum ağırlığının sadece genotipik ( $p < 0,05$ ) etkide bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Benzer ilişkiler Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada da belirlenmiştir (Kaya, 2008). Buna karşın, Bilir (2019) tarafından Çiçekli dişbudak üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, tohum sayısı, tohum boyu ve tohum ağırlığı arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ( $p > 0,05$ ) ilişki belirlenmemiştir. Bu sonuçlar tohum özellikleri arasındaki ilişkinin aile ve yıllara göre değişim gösterebileceğini ve bu etkileşimde tohum ağacının önemini göstermektedir.

Tablo 2. Tohum boyu (TB), tohum çapı (TÇ) ve tohumun ağırlığı (TA) arasındaki genotipik (diağonal üstü) ve fenotipik (diağona altı) ilişkiler

r*	TB	TÇ	TA
TB	-	0,032 <sup>NS</sup>	0,291 <sup>NS</sup>
TÇ	0,139 <sup>NS</sup>	-	0,456*
TA	0,194*	0,329**	-

\* ilişkiler % 95 önem düzeyinde ve ilişkiler % 99 önem düzeyinde anlamlıdır; <sup>NS</sup> ilişkiler anlamsızdır

Tohum özellikleri arasındaki ilişkiler, türün tohum teknolojisi ve fidanlık tekniği uygulamalarında kullanılabilir potansiyeline sahiptir.

### Tohum Özelliklerinin Kalıtsallığı

Tohum boyu ve tohum ağırlığında aileler arası varyans, aile içi varyantsan yüksek bulunurken, tohum çapında bunun tersi bir durum (3) oryaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak tohum boyu, tohum çapı ve tohumun ağırlığı için kalıtım dereceleri (2) sırasıyla 0,789, 0,436 ve 0,732 olarak tahmin edilmiştir (Tablo 3). Bu sonuçlar türde özellikle tohum boyu ve tohum ağırlığının çevresel faktörlerden ziyade genetik faktörlerin etkisinde olduğunu göstermektedir. Ancak tür üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada tohum boyu (0,10) ve tohum çapı (0,08) için kalıtım derecesi oldukça düşük bulunmuştur (Bilir, 2019). Sarıçam üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada da, tohum boyu, tohum çapı ve tohum ağırlığı için kalıtım derecesi sırasıyla, 0,520, 0,356 ve 0,428 olarak tahmin edilmiştir (Kaya, 2008). Bu sonuçlar, seleksiyon çalışmaları ile türün tohum kaynaklarının tes-cil ve tesisi gibi uygulamalar için önem taşımaktadır. Ancak çalışma türün sınırlı sayıdaki aileleri üzerinde gerçekleştirilmiştir ve bu nedenle tür üzerinde ileriki dönemlerde çalışmalar devam ettirilmelidir.

## Çiçekli Dişbudak'ta Bazı Tohum Özelliklerinin Kalıtım Derecesi

**Tablo 3.** Tohum boyu (TB), tohum çapı (TÇ) ve tohumun ağırlığı (TA) için kalıtım derecesi ( $H^2$ ), aileler arası ( $CV_c$ ) ve aile içi varyans ( $CV_e$ ) değerleri

Özellik	$H^2$	$CV_c$	$CV_e$
TB	0,789	0,102	0,053
TÇ	0,436	0,082	0,094
TA	0,732	0,267	0,162

## SONUÇ

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda; aile içi ve aileler arası geniş farklılıklar bulunmakla birlikte, ortalama tohum boyu 23,17 mm, tohum çapı 4,42 mm ve bir tohum ağırlığı 0,0139 g olarak belirlenmiştir. Bu farklılıklar, uygulanan varyans analizi sonuçlarıyla da desteklenmiştir. Bu bulgular türdeki geniş genetik taban ile kitlesel ve bireysel seleksiyon çalışmalarının önemini vurgulamaktadır.

Korelasyon analizi sonucunda tohum ağırlığına, tohum çapının fenotipik ve genotipik, tohum boyunun ise sadece genotipik pozitif etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, türün tohum teknolojisi ve fidanlık tekniği uygulamalarında önem arz etmektedir.

Tohum boyu (0,789) ve tohumun ağırlığı (0,732) için oldukça yüksek bulunan kalıtım derecesi, tohum çapı (0,436) için de kabul edilebilir seviyededir. Bu sonuç, türde tohum meşcerelerinin tescil ve tohum bahçelerinin tesisinde; fenotipik özellikler yanında tohum özelliklerinin de seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak çalışma türün sınırlı sayıdaki aileleri üzerinde gerçekleştirildiğinden, daha fazla sayıda aile ve populasyonlarla yeni çalışmaların gerçekleştirilmesi yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Becker, W.A. (1984). *Manual of quantitative genetics*. Academic Press, Washington.
- Bilir, N. (2019). Toros çiçekli dişbudağında fidan ve tohum özelliklerine ait morfolojik varyasyonlar. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2):525-533.
- Kaya, C. (2008). Klonal sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohum bahçesinde tohum özellikleri için kalıtım derecesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kayacık, H. (1982). *Orman ve park ağaçlarının özel sistematiki Agiospermae (kapalı tohumlular)*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Tilki, F. (2005). Katlama işlemi, saklama ve sıcaklığın *Fraxinus ornus* L. tohumunun çimlenmesi üzerine etkisi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6:191-196.
- Tiner, W., Conedera, M., Gobet, E., Hubschmid, P., Wehrli, M., Brigitta, A. (2000). Apalaeoecological attempt to classify fire sensitivity of trees in the Southern Alps. *The Holocene*, 1:565-574.
- URL-1 (2021). Ormanlık istatistikleri. Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr (Erişim Tarihi: 20.12.2021)
- URL-2 (2021). Islah tesisleri. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, www.ortohum.gov.tr (Erişim Tarihi: 15.12.2021)
- Yaltrıkcı, F. (1978). *Türkiye'deki doğal Oleaceae taksonlarının sistematik revizyonu*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz, M., Tonguç, F. (2013a). Dormancy level and dormancy-breaking pretreatments in seeds of *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*. *Propagation of Ornamental Plants*, 13(1): 40-45.
- Yılmaz, M., Tonguç, F. (2013b). Effects of temperature on the germination of *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* seeds. *Dendrobiology*, 69:111-115.
- 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. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1:20-27.
- Zobel, B.J., Talbert, J. (2003). *Applied forest tree improvement*. John Wiley and Sons, New York, England.