

---

SERİ

**B**

CİLT

**49**

SAYI

**1 - 2 - 3 - 4**

**1999**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

**ORMAN FAKÜLTESİ**

**DERGİSİ**



## GENÇ ODUN ÖZELLİKLERİNİN ODUN KALİTESİ VE KULLANIM YERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof.Dr.Yener GÖKER<sup>1)</sup>  
Ar. Gör. Türker DÜNDAR<sup>1)</sup>

### Kısa Özet

Genç odun iğne yapraklı ya da yapraklı her ağaç türünde görülebilen ve ağaç türüne göre değişmekle birlikte büyümenin ilk 5-25 yılı içerisinde oluşan odun dokusudur. Bu oluşum ultra mikroskopik yapısı, kimyasal kompozisyonu, anatomik , fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından ergin odun dokusundan farklılıklar göstermekte ve teknolojik özellikleri açısından doğal bir büyüme kusuru olarak değerlendirilmektedir. Bu oluşum, özellikle genç yaştaki ağaç gövdelerinin endüstriyel olarak değerlendirilmesinde, gerek işleme karakteristikleri ve gerekse son kullanım yerlerindeki davranış özellikleri bakımından birtakım problemlere sebep olmakta ve odunun kullanım değerini büyük oranda sınırlamaktadır. Bu derleme makalede genç odunun önemi, normal odun dokusundan farklı özellikleri, ürün kalitesi üzerine etkileri ve oluşturduğu problemlerin çözümüne yönelik yaklaşımlar ele alınmaktadır.

### 1.GİRİŞ

İleri bir yaşa erişmiş ağaç gövdesi temelde strüktür özellikleri bakımından üç farklı nitelikte odun dokusuna sahiptir. Bunlar; Genç Odun, Ergin odun ve Yaşlı Odundur. Bu üç dokuyu yıllar itibariyle belirlemek güçtür. Genç odun bütün ağaçlarda bulunmakla birlikte özellikle plantasyonlarda yetiştirilen ağaçlarda daha fazla oranda ortaya çıkmaktadır. Genç odun, gövdenin ortasında öze yakın yıllık halkaları içine alan ve tepeye kadar uzanan silindirik şeklinde bir odun hacmidir.

Gövde merkezinde öz olarak bilinen doku, ince bir tabaka halinde primer ksilem ile çevrilidir. Öz ve onu çevreleyen primer ksilem, bir ağaç gövdesinin hayatının ilk yılında gelişimini tamamlar ve her iki tip doku da, kambiyum tarafından daha sonra üretilen sekonder ksilemden farklıdır. Burada önemli olan nokta, ağaç türlerine göre değişmekle birlikte ilk 5-25 yıl içerisinde üretilen sekonder ksilemin, bu genç dönemden sonra üretilen sekonder ksilemden farklı olmasıdır (HYGREEN/BOWYER 1996).

---

<sup>1)</sup> İ.Ü.Orman Fakültesi Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Genç odun, apikal meristemdeki aktivite tarafından etkilenmiş kambiyal bölgeler tarafından üretilen sekonder ksilem olarak tanımlanmaktadır (RENDLE 1960). Bu tanımlama, genç odun ve ergin odun arasındaki odun özelliklerinde neden tipik bir şekilde dereceli bir geçiş olduğunu açıklamaya yardımcı olur. Enine kesitin seçilen bir kısmında kambiyum çap artımını sağlamak için büyümeye devam ederken, aynı zamanda apikal meristemden kademe kademe uzaklaştığı ve böylece etkisine daha az maruz kaldığı için, genç odun gövde enine kesitinin dış kısımlarına doğru yerini dereceli olarak ergin oduna bırakır (HYGREEN/BOWYER 1996).

Silvikültürel müdahaleler dahil pek çok faktör, bir ağaç içerisindeki genç odun oranını ve genişliğini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Büyümede gençlik periyodunun bitimi bazı ağaç türlerinde belirgin, bazılarında ise belirgin değildir. Geçmişte bazı bilim adamları yapraklı ağaçlarda genç odun bulunmadığını düşünüyorken, diğer bazıları ise önemsiz de olsa az miktarda bulunduğunu söylemekteydiler (JETT/ZOBEL 1975). Panshin ve Zeeuw (1980), genel bir kural olarak genç odunun düşük kalite özellikleri iğne yapraklı ağaçlarda, yapraklılara nazaran daha belirgindir demektedir. Yapraklı ağaçlarda özden kabuğa doğru olan değişim küçük miktarlardadır. Örneğin; iğne yapraklı ağaçlardaki lif uzunlukları ergin odunda, genç odundakinin 3-4 katı daha büyük olabilirken, yapraklılardaki lifler erginlik döneminde gençlik döneminin genelde 2 katı olabilmektedir (MAEGLIN 1987).

## 2. GENÇ ODUNUNUN ÖNEMİ

Günümüzde modern dünya ormancılığının büyük bir bölümünü plantasyon ormancılığı oluşturmaktadır. Yaşlı ağaçların bulunduğu doğal ormanlar, dünyadaki artan talebe bağlı olarak fazla miktarlarda hasat ve tahribatlar sonucu hızla azalmakta ve bu kayıplar plantasyonlarla telafi edilmeye çalışılmaktadır. Bu durum, endüstriyel odun hammaddesi gereksiniminin büyük oranda insan eliyle yetiştirilen ormanlardan temin edilmesi anlamına gelmektedir. Plantasyon ormanlarında büyümüş ağaçlar; genetik yolla geliştirilmiş tohum stoklarından, üstün ağaçlardan, belki de doku kültüründen veya seçilmiş klonlardan meydana gelmiştir. Bu gibi ormanlarda yıllık artım; aralama, kültür bakımı, sulama, gübreleme, drenaj, budama, bakım kesimleri ile en üst düzeye getirilebilir. Bu yeni orman tipinden üretilen odunların özellikleri, doğal yolla yetişmiş ormanlardan ve bakım ormanlardan üretilen odunların özelliklerinden önemli derecede farklılık gösterir. Tüketiciler için plantasyon ve doğal orman ağacı arasındaki en önemli farklılık, hızlı büyüyen ağacın, doğal orman ağacına kıyasla aynı yaşta daha geniş göğüs çapına veya daha küçük yaşta eşit göğüs çapına ulaşmasıdır. Bu genç ağaçların erken üretimi sonucu elde edilen odunda yıllık halka genişliği, yapısı ve yıllık halka içerisindeki yaz odunu katılım oranına bağlı olarak, istenmeyen bazı özellikleri taşıyan genç odun oluşur. Bu, genel gövde hacmi içerisinde büyük bir orana sahip olabilmektedir.

Dünyanın birçok ülkesinde nispeten kısa rotasyonlar ile idare edilen çam plantasyonlarında genç odunun önemi daha da artmaktadır. Endüstriyel odun talebinin artması ve oluşan ekonomik baskılar, hızlı büyüyen tür plantasyonu ve idare sürelerinin kısalması gereğini ortaya çıkarmıştır. Kesim için uygun boyutlara gelen ağaçların hemen kesilip orman ürünleri sanayiinde hammadde olarak kullanılmasıyla ürün kalitesinde, genç odun oranının yüksek olması nedeniyle bozulmalar olabilir. Hızlı büyüyen iğne yapraklı ağaçların kereste üretimine uygun boyutlara ulaşması için tür ve çevre koşullarına bağlı olarak 15-25 yıllık bir idare müddeti gereklidir. Buna bağlı olarak gövde hacmi içerisinde büyük oranda genç odun zonu bulunmaktadır (SENFTE ve ark. 1985). ABD' de yapılan bir araştırmaya göre, 15 yaşındaki bir Güney çamı (*Pinus elliottii* Engelm.) hasat edildiğinde en azından % 60 oranında, 30 yaşında ise %40 oranında genç

odun içermektedir (CLARKIII/SAUCIER 1989). 50 yaşındaki doğal büyümüş Douglas göknarının (*Pseudotsuga menziesii* Franco) % 16 civarında genç odun içereceği tahmin edilirken, benzer boyutlarda fakat daha genç plantasyon ağaçlarında bu oran yaklaşık % 55 civarında çıkmaktadır (SENFT ve ark. 1985). Görüleceği gibi, doğal olarak yetişmiş ağaçlara nazaran daha kısa sürede aynı boyutlara erişen plantasyon ağaçları daha fazla oranda genç odun içermektedir.

ABD'de geçmiş yıllarda orman kaynaklarıyla ilgili yapılan istatistikler göstermektedir ki; 1952 ve 1977 yılları arasında ortalama yapraklı ağaç çapında 13 mm'lik bir azalma olmuştur. Ortalama ağaç çapı 1952 yılında 30.20 cm iken, 1977'de 28.95 cm olmuştur. 1.3 cm'lik bir azalma küçük görünmesine rağmen, bu ağaçlardan üretilen küçük boyutlu kerestelerde büyük bir hacmi ifade eder. Orman kaynakları daha küçük çaplı ağaçlardan oluştuğu için (1952'de % 19, 1977'de % 82) endüstride daha küçük çaplı ağaçların kullanımı zorunlu hale gelmektedir (MAEGLIN 1987).

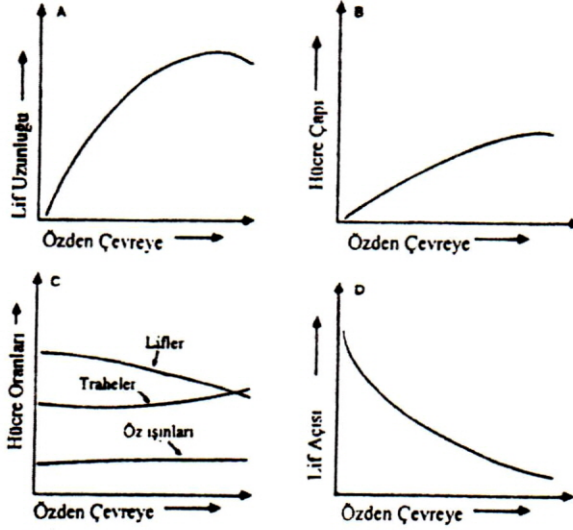
### 3. GENÇ ODUNUN ÖZELLİKLERİ

Bir ağaç gövdesindeki genç odun dokusu oluşumu, teknolojik özellikler bakımından doğal bir büyüme kusuru olarak değerlendirilmektedir. Odun kalitesinin normal odundan daha düşük olduğu bilinmektedir. Bu oluşum ultra mikroskopik yapısı, kimyasal kompozisyonu, anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından ergin odun dokusundan farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple ağaç malzemenin endüstriyel olarak değerlendirilmesinde, gerek işlenme karakteristikleri ve gerekse son kullanım yerlerindeki davranış özellikleri bakımından genç odun oluşumunun bütün yönleriyle dikkate alınması gerekmektedir. Genç odun kullanımıyla ortaya çıkabilecek problemlerin daima mevcut olacağı bilinmelidir. Çünkü iğne yapraklı ya da yapraklı her ağaç türü az ya da çok genç odun içermektedir. Bu oluşum, özellikle genç yaştaki ağaç gövdelerinin endüstriyel olarak değerlendirilmesinde odunun kullanım değerini büyük oranda sınırlamaktadır. Genç odun dokusunu ergin odun dokusundan ayıran farklı özellikler kısaca şu şekilde özetlenebilir (PANSHIN/ZEEUW 1980; SENFT ve ark. 1985; MAEGLIN 1987; McALISTER/CLARK III 1992; HYGREEN/BOWYER 1996):

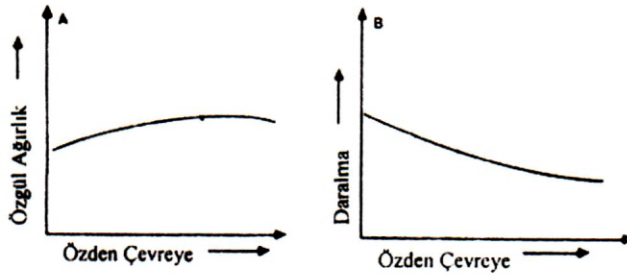
- Selüloz oranı ergin odundan bir miktar daha düşüktür.
- Hücre boyları ergin odun hücrelerinden daha kısadır. Hücre çeper kalınlığı daha incedir.
- Yapraklı ağaçlarda lif oranı daha fazla, trahe oranı daha azdır.
- Hücre çeperinin S<sub>2</sub> tabakasındaki mikrofibril açısı daha yüksektir (Ergin odunda 10°-20° iken genç odun tabakasında 45°-50°) ve buna bağlı olarak boyuna yöndeki çalışması ergin oduna nazaran daha fazladır (Ergin odunda % 0.1-0.2 olan boyuna yöndeki daralma, genç odunda % 2-6 oranında bulunmaktadır).
- Nispeten geniş yıllık halka yapısı büyümenin ilk yıllarıyla sınırlıdır (Ağaç türüne bağlı olarak genellikle ilk 10-20 yıllık halka).
- Lif kıvrıklığı oluşturma eğilimi mevcuttur.
- Yoğunlukları daha düşüktür.
- Direnç ve elastiklik özellikleri ergin oduna nazaran daha düşüktür.
- Ergin oduna nazaran genç odun tabakasında görülen bu farklılıklar, belirli bir yaşa kadar özden çevreye doğru dereceli olarak değişir. Belirli bir yaştan sonra özelliklerin değeri nispeten sabit kalma eğilimindedir. Erginlik çağıının, ağaç türüne ve özelliğine bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle ortalama 15 yıl civarında başladığı kabul edilmektedir.

Yapraklı ağaçlarda genç odun traheleri ergin odunkilerden daha küçük ve farklı bir şekilde düzenlenmiştir. Örneğin halkalı traheli odunlar genç odun içerdiklerinde dağınık traheli bir yapıya eğilim gösterirler. Normal olarak istikrarlı bir diğer özellik, trahe perforasyon tablasının tipinin değişken olmasıdır. Bazı türlerin genç odunlarında scalariform tipinde görülen perforasyon tablaları, ergin odun dokusunda basit perforasyon tablaları şeklindedir (HYGREEN/ BOWYER 1996).

Hücre uzunluklarındaki farklılıklara ilave olarak hücre strüktürleri de farklıdır. Genç odun zonunda nispeten daha az yaz odunu hücreleri mevcuttur ve bu hücrelerin büyük bir kısmı ince hücre çeper tabakalarına sahiptir. Bunun sonucu olarak, ergin odunla kıyaslandığında daha düşük yoğunluk ve böylece daha düşük direnç söz konusudur. ABD' deki iğne yapraklı ağaçlarda yoğunluk, genç odunda tipik olarak %10-15 daha düşük ve yine bu gibi materyalin direnci ergin oduna kıyasla genelde %15-30, hatta bazı direnç özelliklerinde %50'ye varan oranlarda daha düşüktür (HYGREEN/ BOWYER 1996).

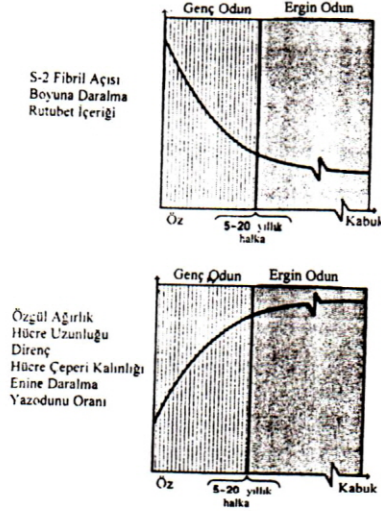


Şekil.1: Yapraklı ağaçlarda önemli lif morfolojisi özellikleri ile ağaç yaşı arasındaki ilişki (MAEGLIN 1987).



Şekil.2: Yapraklı ağaçlarda özgül ağırlık ve daralma değerlerinin özden çevreye doğru değişimi (MAEGLIN 1987).

Şekil 1, yapraklı ağaçlarda önemli lif morfolojisi özellikleri ile ağaç yaşı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil 2, özgül ağırlık ve daralma değerlerinin özden çevreye doğru nasıl değiştiğini ifade etmektedir (MAEGLIN 1987). Şekil 3'te ise, iğne yapraklı ağaçlarda özden çevreye doğru genç odun ve ergin odun zonlarında bazı özelliklerdeki dereceli değişimler gösterilmiştir (HYGREEN/BOWYER 1996). Tablo 1, dikim yoluyla yetiştirilmiş ve doğal olarak büyümüş bazı iğne yapraklı ağaçların direnç özelliklerinin karşılaştırmalı verilerini içermektedir. Tablo 2'de ise genç odun ve ergin odunun bazı özellikleri karşılaştırılmıştır.



Şekil.3: İğne yapraklı ağaçlarda özden kabuğa doğru bazı özelliklerdeki değişimler (HYGREEN/BOWYER 1996).

Tablo 1: Dikimle Yetiştirilmiş ve Doğal Olarak Büyümüş İğne Yapraklı Ağaçların Mekanik Özellikleri.

		Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )	Basınç Direnci (//) (N/mm <sup>2</sup> )	Makaslama Direnci (//) (N/mm <sup>2</sup> )	Sertlik (N/mm <sup>2</sup> )	
							Enine	Yan
Eurepan Pine	Dikimle	0.45	59.8	7100	30.1	10.6	36.3	27.7
	Doğal	0.50	80.1	9772	44.8	10.2	49.9	41.8
Karaçam <i>Pinus nigra</i>	Dikimle	0.50	62.6	7171	28.3	11.2	35.9	35.4
	Doğal	-	81.5	10053	44.4	9.8	-	30.0
Kayalık çamı <i>Pinus banksiana</i>	Dikimle	0.43	61.2	8225	29.4	9.9	35.4	28.1
	Doğal	0.46	55.5	8577	38.0	7.9	30.0	26.3
Japon Kızıldağı <i>Pinus densiflora</i>	Dikimle	0.39	59.8	7733	27.3	9.3	25.4	20.0
	Doğal	0.51	87.9	12654	51.6	8.6	30.4	26.3
Sarıçam <i>Pinus sylvestris</i>	Dikimle	0.44	66.1	9772	35.4	9.4	29.1	22.7
	Doğal	0.49	82.3	11248	43.9	10.3	38.1	38.6
Veymut çamı <i>Pinus strobus</i>	Dikimle	0.32	47.8	6714	25.4	5.6	19.1	14.1
	Doğal	0.37	61.9	8998	34.0	6.0	22.7	18.2
Avrupa Ladini <i>Picea excelsa</i>	Dikimle	0.37	59.8	10123	31.9	5.6	25.0	19.5
	Doğal	0.40	78.0	12021	-	6.5	-	-

Tipik olarak genç ve ergin odun arasında keskin bir sınır yoktur. Bunun yerine ağaç merkezinden dışa doğru odun özelliklerinde dereceli bir geçiş meydana gelir. İlk birkaç yıllık halkada bir çok özelliğin değişim hızı çok fazla iken, daha sonraki yıllık halkalarda değişim hızı daha yavaş gerçekleşir. Önemli bir miktarı genç odun içerisinde oluşan reaksiyon odunu, genç odun zonunun iyi bir şekilde belirlenememesine sebep olur. Odun özelliklerindeki dereceli değişim nedeniyle nerede genç odunun sona erdiği, nerede ergin odunun başladığı açık değildir. Ayrıca bu sınır bölgesi, bölgeyi tanımlamada kullanılan odun özelliklerine göre değişir. Örneğin hücre uzunluğu gibi bir özellik, hücre çeper kalınlığı gibi bir başka özellikten önce ergin karaktere ulaşabilir. Genç odun periyodunun bir ağacın üst kısmına yakın yerlerde, dip kısmından daha kısa olduğu düşünülmektedir. Kambiyum inisiyallerinin şekillenme yılı ve genç odun üretim süresi arasında bir ilişki mevcuttur (HYGREEN/BOWYER 1996).

#### 4. GENÇ ODUNUN ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Genç oduna ait ürün kalite problemlerinin büyük bir kısmı genç odunun birkaç genel özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu özellikler düşük yoğunluk, düşük direnç, elastikiyet ve başkaca boyuna yönde daralma oranının fazlalığıdır. Bununla beraber bazı ürünlerde özel şekillerde de ürün kalitesini etkilemektedir.

##### 4.1 Kağıt Hamuru ve Kağıt Kalitesi

Genç odun, kağıt hamuru üretiminde genç odun tabakasından elde edilen yongalarla, yaşlı odun tabakasından elde edilen yongaların karıştırılması durumunda problemlere neden olmaktadır. Plantasyonlarda olduğu gibi, hasat edilen tomrukların kalın çaplı kısımları kereste ve kaplama fabrikalarına gönderilir. Kağıt fabrikalarına ise geriye kalan tepe kısımları sevk edilmektedir. Bunlar esas itibarıyla % 100 oranında genç odun içermektedirler. Daha yüksek lignin ve düşük selüloz oranlarına sahip genç odun yongaları ile ergin odun yongaları hamur üretimi için karıştırılarak kullanıldığında, iki odun yongaları arasındaki farklılıklara bağlı olarak pişirme kazanlarından bir defada alınan partilerde normalin üzerinde ve altında pişme ile sonuçlanacaktır. Ayrıca, kazandan alınan kağıt hamurunun verimi odun girdisinin yoğunluğuna bağlıdır. Düşük yoğunluktaki genç odun bu bakımdan verimi önemli derecede azaltır (SENFT ve ark. 1985).

Genç odundaki yüksek lignin oranı, lignini çözüp uzaklaştırarak odun liflerini ayıran kimyasal hamur üretimi için daha düşük kağıt verimi ile sonuçlanır. Aynı zamanda lignini uzaklaştırmak için daha fazla kimyasal madde tüketimi, üretim maliyetlerinde %10'a varan artışı da beraberinde getirmektedir. Kraft hamuru üretiminde elde edilen toll yağı ve terebantın veriminin de, genç odun işlendiğinde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Genç odundan üretilen kağıt hamurunun daha düşük dirençli olduğu yolunda bilgilere de rastlanmaktadır (HYGREEN/BOWYER 1996).

Genç odun, yüksek kalitede ve yüksek dirençte kağıt üretimi için bir hammadde olarak öteden beri düşük değerli olarak görülmektedir. Bununla birlikte, son gelişmeler ışığında genç odun hakkında bilinenler arttıkça bu kanı değişmeye başlamıştır. Örneğin genç odundan üretilen kağıtta yırtılma direncinin düşük, fakat patlama ve katlanma direncinin yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca genç odundan üretilen kağıdın daha yüksek bir çekme direncine sahip olduğu bildirilmektedir. Bazı araştırmacılar genç odundan üretilen kağıdın, ergin odundan üretilen kağıttan daha iyi lifler arası bağ oluşturduğunu düşünmektedirler. Jackson ve Mc Graw (1986), genç odun hamurunda farklı değerler gösteren direnç özelliklerinin sebeplerini yorumlamışlardır. Buna göre, genç odunda daha ince çeperli olan hücreler, bir kağıt sayfasında lifler arasında daha iyi bir temas sağlayarak daha sıkı bir bağ oluşturmakta ve sonuç olarak daha yüksek sayfa yoğunluğu ve daha

yüksek çekme ve patlama dirençleri ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan yırtılma direnci direkt olarak lif uzunluğuna bağlı olduğundan, genç odundaki kısa lif uzunlukları bu direnci olumsuz yönde etkilemektedir (HYGREEN/BOWYER 1996).

**Tablo 2:** Genç Odun ve Ergin Odunda Bazı Odun Özelliklerinin Karşılaştırılması (HYGREEN/BOWYER 1996).

Odun Özellikleri	Genç Odun	Ergin odun
Hacim Ağırlık Değeri	0.42	0.48
	0.40	0.53
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	427.2	489.2
Lif Uzunluğu (mm)	2.98	4.28
	1.28	2.68
Hücre Çeperi Kalınlığı (µm)	3.88	8.04
Lümen Çapı (µm)	42.25	32.78
Hücre Çapı (µm)	50.01	48.86
S2 Tabakası Fibril Açısı (°)	55	20
	28	10
	37	7
Taze halden %12 Rutubete Kadar Boyuna Daralma (Taze Haldeki Boyutun Yüzdesi)	0.57	<0.10
	0.9	<0.10
Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	54.4	74.6
	34.5	64
Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )	7840	12250
	4158	10843
Liflere Paralel Basınç Direnci	100 <sup>1</sup>	124 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Veriler, plantasyonla büyümüş iğne yapraklı ağaçların test verilerine (Olson ve diğerleri 1947) karşılık aynı ağaç türlerinin ormanda büyümüş bireylerinin yayınlanmış değerlerine dayandırılmıştır. Plantasyonda hızlı büyüyen türlerin basınç direnci değeri 100 olarak kabul edilmiştir.

Genellikle uygun pişirme programı ve modifiye edilmiş kimyasal işlemlerin kullanılması suretiyle, genç odundan kaynaklanabilecek problemlerin önüne geçilebileceği kabul edilmektedir. Genç odunun hamur verimi üzerine olan etkisi iğne yapraklı ağaçlarda, yapraklı ağaçlara nazaran daha belirgindir. Düşük yoğunluktaki odunların daha az enerji gerektiren termo-mekanik yolla kağıt hamuru üretiminde kullanılması faydalı olabilir. Bu durum, nispeten düşük olan verimden kaynaklanan maliyet dezavantajını telafi edebilir (SENFTE ve ark. 1985).

Hamur ve kağıt üretiminde genç odun kullanımı ile ortaya çıkan bir çok problem, genç odun, ergin odun için tasarlanan şartlar altında işlem gördüğü için gelişir. Genç odun, ergin odun için gerekli olan şiddetli şartlar altında pişirildiğinde hamur verimi ve direnç zarar görür. Kendisi için düzenlenmiş şartlar altında yalnız başına pişirildiğinde, genç odundan elde edilen hamur verimi ve direncin iyileşmesi beklenir. Pek çok araştırma, her biri ideal şartlar altında üretildiğinde, genç ve ergin odun hamurlarının özelliklerinde küçük farklılıkların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu arada genç odun için geliştirilen ideal işlemlerde, pişirme zamanı gereksinimi daha kısa ve öğütme için enerji ihtiyacı daha az olduğu için, geleneksel yöntemlere göre genellikle daha az enerji sarfiyatı gerçekleşir. Kraft hamuru üretimi için farklı oranlarda kombine edilmiş yongalar kullanıldığında, genç ve ergin odunun ayrı bir şekilde yongalanarak karıştırılması tavsiye edilmektedir. Bütün bu bilgiler ışığında önemli olan husus, genç ve ergin odun hamurlarını aynı nitelikte hazırlamanın yollarını araştırmak yerine, genç ve ergin odun hamurları arasındaki farkı kabul



ederek, bu farklılıkları değişik tipteki kağıtların tasarımında bir avantaja dönüştürmeye çalışmanın gerekliliğidir (HYGREEN/BOWYER 1996).

Bundan önceki tüm tartışmalar, genç odunun kimyasal odun hamurundan yapılan kağıt üretiminde kullanımı için söz konusudur. Mekanik odun hamuru göz önüne alındığında durum daha farklıdır. Mekanik odun hamuru üretiminden sonra selüloz ve hemiselüloz ile birlikte lignin muhafaza edildiği için (burada yüksek lignin içeriği verimi ters bir şekilde etkilemez) ve mekanik odun hamuru üretiminde düşük yoğunluktaki odunlar, yüksek yoğunluktaki odunlardan daha tatminkar olduğundan, genç odun mekanik odun hamuru üretimi için oldukça elverişli bir hammadde olmaktadır (HYGREEN/BOWYER 1996).

#### 4.2 Kereste Üretimi

Aynı çapa sahip hızlı bir şekilde büyümüş 20 yaşındaki Günlük çamı (*Pinus taeda* L.) tomrukları ile daha yavaş bir şekilde büyümüş 50 yaşındaki Günlük çamı (*Pinus taeda* L.) tomrukları kereste verimi bakımından kıyaslandığında, hızlı bir şekilde büyümüş tomruklarda yüksek kalite sınıfındaki kereste veriminin, daha yavaş büyümüş olanların %20-50'si kadar olduğu görülmüştür. Bir başka araştırmada ise 20 yaşında ve 36.6 cm çapındaki ağaçlardan elde edilen kereste miktarının, 50 yaşında ve 38.7 cm çapındaki ağaçlardan elde edilen kereste miktarının yalnızca %66'sı olduğu bulunmuştur (HYGREEN/BOWYER 1996).

Yine bir başka araştırmaya göre, genç odun ergin odundan ayrılmaksızın taşıyıcı esaslı konstrüksiyonlarda ve özellikle elastikiyet modülünün kritik bir şekilde önemli bir faktör olduğu tasarımlarda yapı kerestesi olarak kullanıldığında, hızlı büyüyen ağaçlardan elde edilen materyalde dikkate değer bir etkinlik kaybı söz konusudur (HYGREEN/BOWYER 1996). Bu durumda kereste üretiminde yüksek miktarda genç odun içeren hammadde kullanılması durumunda hem kereste veriminde ve kalitesinde bir azalma meydana gelmekte, hem de özellikle yapı kerestelerinde ve aynı zamanda lamine kerestelerde (glu-lam) düşük direnç ve yüksek boyuna daralma miktarından kaynaklanan problemler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yapı maksatları için kullanılan masif ve lamine kerestelerde kullanılan birleştirme elemanlarının, üzerine binen yüklemelere karşı koyma derecesi odun yoğunluğunun artmasıyla doğrusal bir şekilde artmaktadır. Düşük yoğunluktaki genç odun bu bakımdan da bir sakınca teşkil etmektedir (SENFT ve ark. 1985).

#### 4.3 Kaplama ve Kontrplak Üretimi

Tomruk hacmi içerisindeki genç odun katılım oranının fazla olduğu durumlarda kaplama üretiminde problemler ortaya çıkmaktadır. Geniş yıllık halkalı ağaçlar kesme kaplama üretimine uygun bir hammadde olmadılarından kaplama üretimi için tercih edilmezler. Özellikle nispeten dar bir yaz odunu tabakasını takiben geniş bir ilkbahar odunu tabakası içeren çam türlerinden kaplama üretildiğinde, yaz odunu tabakası daha derin kesildiğinden pürüzlü bir yüzey oluşumu, değişken kaplama kalınlığı ve kurutma kusurları oluşumuna eğilim artacaktır. Pürüzlü bir yüzeye sahip ve değişken kalınlıktaki kaplamalardan levha üretildiği takdirde daha fazla oranda tutkal kullanılması gerekeceğinden, bu durum maliyet ve levha kalınlığı değişimlerinin artmasına neden olabilmektedir. Ayrıca modern soyma makinelerinde geriye kalan atık silindirin çapı 5 cm'ye kadar düşürülebilmektedir. Bu durumda dayanıksız olan atık silindir daha kolay kırılma eğiliminde olacağından verimlilik azalacaktır (SENFT ve ark. 1985). Bir diğer husus soyma esnasında tutma başlıklarının yumuşak olan öz kısmını freze gibi oymasındır. Bu durumda tutma başlıklarının dönme hızı ile tomruğun dönme hızı fark eder. Kaplama kalınlığında farklılıklar oluşur.

Hızlı büyüyen ve buna bağlı olarak fazla oranda genç odun içeren Günlük çamı (*Pinus taeda* L.)'ndan üretilen kontrplaklarda yapılan bir araştırma, birçok panelin standarttan ince

olduğunu, daha yüksek rutubet içerdiğini, daha düşük yoğunluğa sahip olduğunu ve bunların sıcak pres basıncından kaynaklanabileceğini ortaya koymuştur. Her iki yüzeyi de genç odundan oluşan panellerde en belirgin olarak etkilenen özellik, levha yüzeyindeki kaplamanın liflerine paralel yönde ölçülen elastikiyet modülüdür. Bu değer kontrol panellerinin yalnızca %71'i olarak tespit edilmiştir. Levhaların, levha yüzeyindeki kaplamanın liflerine dik yönde tespit edilen elastikiyet modülü ve direnç değerleri ise tatmin edicidir. Hızlı büyümüş materyalde kaplama verimi, her şeyden önce kaplama kenarlarının düzeltilmesi sırasında oluşan artıkların yüzdesi bakımından önemli oranda azalacaktır (SENFT ve ark. 1985).

Genç odundan üretilen kaplamaların daralma karakteristiği başta gelen problemlerden birisidir. Kaplamaların düzensiz çalışması kontrplak üretiminde kabul edilemez bir kusur olan çarpılma açısından önemli bir sakıncadır. Üstelik yüzey pürüzlülüğünün artması ile yeterli bir performansa ve görünüme ulaşabilmek için ilave bir zımparalama, yüzey işlemi ya da baskı işlemine ihtiyaç duyulabilir (SENFT ve ark. 1985).

#### 4.4 Odun Kompozit Ürünleri

Kompozit ürünler teknolojisi, hammadde olarak büyük çaplı ağaçların kullanımına gerek duyulmaksızın, büyük boyutlu yapı materyallerinin kitlesel üretimi için bir seçenek sunmaktadır. Son zamanlarda giderek artan bir şekilde araştırmacıların dikkatlerini üzerinde toplayan soru, genç odunun yongalevha, şerit yongalı levha ve liflevha gibi odun kompozit ürünlerinin özellikleri üzerine ne şekilde etkili olabileceğidir.

ABD'de, Arkansas ve Georgia'da üç bölgeden 144 ağaç üzerinde yapılan geniş bir araştırmada, genç odundan yapılan liflevha, etiket levha ve standart yongalevha panellerinin, ergin odundan yapılan diğer benzer kompozit paneller ile rekabet edebilecek dayanıklılık ve dirence sahip oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte iki arzu edilmeyen özellik; kalınlığına şişme ve boyuna genişleme, genç odun panellerinde dikkate değer bir biçimde daha fazladır (HYGREEN/BOWYER 1996).

#### 4.5 Diğer Ürünler

Kaplama ve kereste birincil ürün olarak kabul edilmesine rağmen, genç odunun etkisi ikincil üretimde ortaya çıkar ve buna bağlı olarak son ürünlerin performansı üzerine etkilidir. Ayrıca tomruklarda genç odun miktarındaki artış ekonomik yönden de etkili olmaktadır. Boyuna yöndeki daralma miktarının fazla olması en yaygın problemlerden birisidir. Özellikle yapı kerestelerinin kurutma fırınlarında kurutulmasında sürekli olarak kurutma kusurlarının artmasına (farklı daralma karakteristiğinden kaynaklanan çarpılma, çatlama vb.) sebep olmaktadır.

Genç odun, eksantrik öz oluşumu bulunan kerestelerde kusurlara neden olmaktadır. Biçmede pürüzlü bir yüzey oluşumu ve heterojen kalınlık meydana gelir. Bu durum daha sonra uygulanacak yüzey işlemlerinde de sorunlar oluşturacaktır. İğne yapraklı ağaçlarda bulunan genç odun dokusu sınırlı bir sertliğe sahiptir. Kaplama levhalarındaki ondüleli oluşum rutubet içeriğinin belirli bir değer altına düştüğü durumlarda meydana gelmekte ve rutubetteki azalmaya karşılık doğrusal bir şekilde artmaktadır. Küçük çaplı tomruklarda genç odun miktarının artmasıyla ekonomik problemlerin daha karmaşık bir hale geleceği gayet açıktır. Daha düşük yoğunluktaki parçaların kurutulması daha kolay olmasına karşın, birçok kabul edilemeyecek şekil bozukluklarına ve lif boyunca aşırı çalışma sonucu çatlamalara sebep olur.

Genç odunun reaksiyon odunu ile birlikte bulunduğu durumlarda var olan problemlerin daha da artması kaçınılmazdır. Hasat zamanını bazı ülkelerde ağaç yaşı, bazılarında ise ağacın çapı belirlediğinden, odun kalitesi bakımından genç odun ve reaksiyon odunu içeren ağaçlar daha fazla

oranda üretim problemlerine neden olur. En önemlisi ağaç malzemenin kabul edilemez ölçülerde aşırı çarpılmasıdır. Genç odun içeren kısımların kullanılmaması gibi bir çözüm alternatifi, maliyet problemleri doğuracaktır (SENFT ve ark.1985).

## 5. PROBLEMLERİN ÇÖZÜMLERİ

Belki de genç odun probleminin en kolay çözüm yolu ağaçların idare sürelerini uzun tutmak suretiyle kalın çaplı ve ergin odun oranı yüksek gövdelerin kullanılmasıdır. Ancak hızla artan tüketimi karşılayacak miktarda hammaddenin temin edilmesi zorunluluğu dünyada, genelde büyük çaplı, yaşlı ağaç devrini sona erdirmektedir.

Düşünülecek çözüm alternatifleri uzun vadede ve kısa vadede değerlendirilmelidir. Uzun vadede genetik ve silvikültürel işlemler üzerinde çalışılırken, kısa vadede ise teknolojik işlemler bu sorunun çözümüne ait bir yol olabilir.

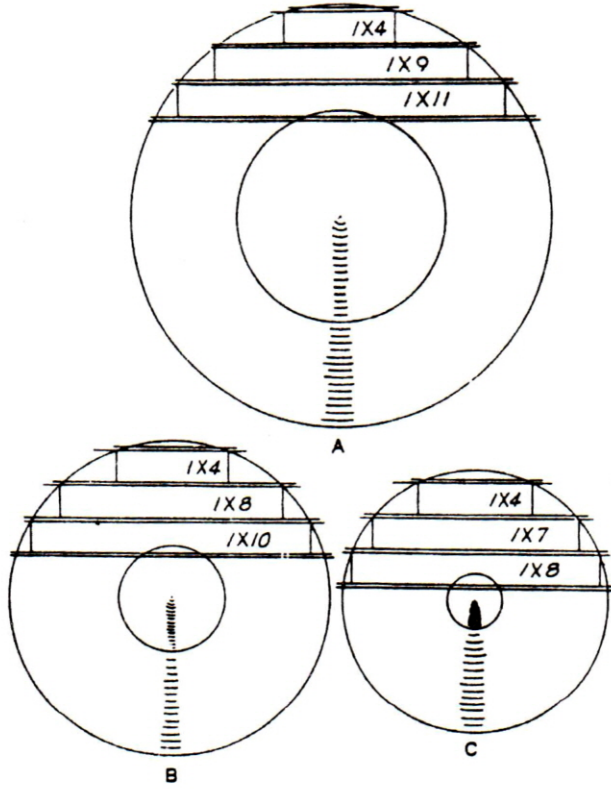
### 5.1 Genetik ve Silvikültürel İşlemler

Eğer gerçekten gelecekteki odun hammaddesi kaynaklarını daha genç ağaçların oluşturması bekleniyorsa, genç odun problemlerini telafi etmek ya da üstesinden gelmek için genetik ve silvikültür alanlarında ilerlemeler kaydedilmelidir. Genetiksel olarak ağaçlarda, genel gövde hacmi içerisindeki genç odun katılım oranı bakımından farklılıklar vardır. Bu konuda genetik olarak az genç odun içeren niteliklere sahip ağaç seçimi ve yetiştirilmesi, söz konusu problemleri minimize edebilmektedir.

Genç odunun çalışma ve stabilite bakımından en kritik özelliği fibril açısidir. Fibril açısı genetik olarak kontrol edilebilir ve ağaçlar genç dönemlerinde daha stabil ve çarpılması daha az hale getirilmek amacıyla seçilebilir ve yetiştirilebilir. Ağaçtan ağaca değişen diğer özellikler hücre uzunluğu, hücre çapı, hücre çeper kalınlığı ve lif, trahe vb. hücre tiplerinin oranıdır. Bu özelliklerin, direnç niteliklerini artırmak üzerine önemli derecede etkileri olabilmektedir. Bütün bu faktörlerin genetik bakımdan düzeltilmesi ile daha genç ağaçlardan yüksek kalitede odun elde edilmesi sağlanacaktır (BARNES ve ark. 1994; SENFT ve ark. 1985; MAEGLIN 1987).

Silvikültürel uygulamalar bir gövdedeki ergin odun gelişim miktarını etkileyebilir. Ağaçların artan büyüme hızı, ergin odun zonundaki odun miktarı üzerinde büyük etkiye sahiptir. Büyüme hızının ergin odun miktarı üzerindeki etkisi Şekil 4'te görülmektedir. Bu şekilde, genç odun içeren ilk 15 yıllık halkaları farklı büyüme hızları gösteren, 30 yaşında 3 adet tomruk enine kesiti çizilmiştir. İlk 15 yıldan sonra büyüme hızlarının maksimum oranda arttığı varsayılmıştır (MAEGLIN 1987).

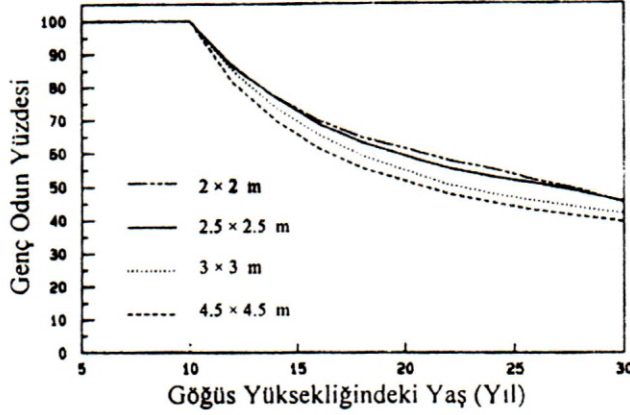
Bazı araştırmacılar genç odundan kaynaklanan problemlerin azaltılması için gövdedeki genç odun oranının minimizasyonunu, ergin odun oranının ise maksimize edilmesini önermektedirler. Bu işlem çok pahalı bir yaklaşım olabilir. İlk 15 yıl için en yavaş büyüme hızı şekil 4/C'dedir, fakat bu yavaş büyümeyi maksimum büyüme hızı takip etmektedir. Şekil 4/B ise orta derecedeki bir büyüme hızını göstermektedir ve takip eden 15 yılda maksimum büyüme hızına ulaşmıştır. Bunun sonucunda daha kalın çaplı ağaçlar ve daha fazla ergin odun elde edilmektedir. Maksimum büyüme hızının görüldüğü şekil 4/A'da ise hem toplam odun miktarı, hem de ergin odun miktarı en fazladır. Bu şekil 4/A'da görülen enine kesitte ergin odundan elde edilen kereste hacminin şekil 4/C'dekinden % 26 daha fazla olacağı anlaşılmaktadır (MAEGLIN 1987).



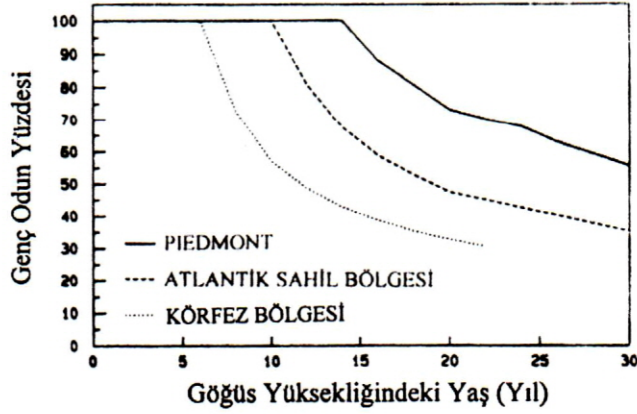
Şekil 4: Büyüme hızının ergin odun miktarı üzerine etkisi (MAEGLIN 1987).

Seçilen bir ağaç türü için maksimum büyüme hızını elde edebilmek amacıyla, yer seçimin-den gübrelemeye ve budamaya kadar her alanda istenilen silvikültür tekniklerini kullanmak gereklidir. Buna rağmen büyüme hızını maksimize etmek tamamen problemsiz bir iş olmayıp, beraberinde birtakım sorunlar getirecektir. Genç odun oluşum periyodu esnasında büyümeye teşvik edici faaliyetlerin gençlik periyodunu uzatacağı, ancak gençlik periyodunun bitimini takiben hızlandırılan büyümenin genç odun oluşumunu yeniden başlatmayacağı düşünülmektedir (HYGREEN/BOWYER 1996).

Fidan dikim sıklığının genç odun oluşumu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, dikim sıklığının genç odundan ergin oduna geçiş yaşını etkilemediği, ancak genç odunun hacimsel olarak miktarını etkilediği ortaya konulmuştur. 2x2 m aralıklarla dikilmiş Güney çamı (*Pinus elliottii* Engelm.) ağaçlarında göğüs yüksekliğindeki genç odun çapı 10 cm iken, 4,5x4,5 m aralıklarla dikilmiş ağaçlarda ise 16 cm civarında gerçekleşmiştir (Şekil 5). Günlük çamı (*Pinus taeda* L.)'nda ise 2x2 m dikim sıklığında genç odun çapı 13,2 cm, 3,5x3,5 m'de ise 19,5 cm çapında gerçekleşmiştir. Her iki çam türünde genç odun oluşum periyodu bakımından bir farklılık görülmemiştir. Bu durum, genç odun oluşum periyodunun ağaç türünden daha çok coğrafi bölge ile ilgili çevresel faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir (Şekil 6) (CLARK III/SAUCIER 1989).



Şekil 5: Plantasyonla yetiştirilmiş Güney çamı (*Pinus elliottii* Engelm.)'nda dikim sıklığı ve ağaç yaşının genç odun miktarı üzerine etkisi (CLARK III/SAUCIER 1989).



Şekil 6: ABD'de yetişen Günlük çamı (*Pinus taeda* L.)'nda coğrafi bölge ve göğüs yüksekliğindeki ağaç yaşının, genç odun miktarı üzerine etkisi (CLARK III/SAUCIER 1989).

## 5.2 Teknolojik Çözümler

Kısa yoldan genç odunla ilgili problemleri minimize etmek amacıyla, işleme sırasında problemin tanımlanabilmesi ve uygun işleme tekniklerinin kullanılması önemlidir. Genç odun çıplak gözle bakıldığında ergin odundan hiçbir farklılık göstermez. Bunu anlayabilmek için ortalama yıllık halka sayısı yardımcı olabilir. Çoğu zaman coğrafi bölgelere göre belli bir türün büyüme hızı değişmez kabul edilebilir. Özden itibaren yıllık halka numarası verilerek bir ortalama boyut belirlenebilir. Belirlenen bu genç odun boyutlarına dayanarak kesme, dilimleme ve kabuk soymada özden kaçınılabilecek küçük bir değişiklik yapılabilir (MAEGLIN 1987).

**KAYNAKLAR**

- BARNES, R.D., BIRKS, J.S., BATTLE, G., MULLIN, L.J., 1994: The Genetic Control of Ring Width, Wood Density and Tracheid Length in the Juvenile Core of *Pinus patula*, Suid-Afrikaanse Bosboutydskrif, No: 169.
- CLARK III, A., SAUCIER, J.R., 1989: Influence of Initial Planting Density, Geographic Location, and Species on Juvenile Wood Formation in Southern Pine, Forest Product Journal, Vol: 39(7/8),42-48.
- HAYGREEN, J.G., BOWYER, J.L., 1996: Juvenile Wood, Reaction Wood, and Wood of Branches and Roots, Forest Products and Wood Science, An Introduction, Iowa State University Press/Ames, 102-108.
- JACKSON, M., MEGRAW, R.A., 1986: Impact of Juvenile Wood on Pulp and Paper Products. In Juvenile Wood-What Does It Mean to Forest Management and Forest Products? For. Prod. Res. Soc., Proc. 47309.
- JETT, J.B., ZOBEL, B.J., 1975: Wood and Pulping Properties of Young Hardwoods, Tappi Journal, 58(1), 92-96.
- MAEGLIN, R.R., 1987: Juvenile Wood, Tension Wood, and Growth Stress Effects on Processing Hardwoods, Proceedings of the 15th Annual Hardwood Symposium of the Hardwood Research Council, TN: Hardwood Research Council, 100-108.
- McALISTER, R.H., CLARK III, A., 1992: Shrinkage of Juvenile and Mature Wood of Loblolly Pine from Three Locations, Forest Products Journal, Vol:42(7/8),25-28.
- PANSHIN, A.J., DE ZEEUW, C., 1980: Textbook of Wood Technology, 4th Ed., Vol:1, McGraw Hill Book Co., 722 p.
- RENDLE, B.J., 1960: Juvenile and Adult Wood, J. Inst. Wood Sc., Vol:5, 58-61.
- SENF, J.F., BENDTSEN, B.A., GALLIGAN, W.L., 1985: Weak Wood: Fast Grown Trees Make Problem Lumber, J. Forestry 83(8), 476-484.