

SERİ

B

CİLT

XVII

SAYI

1

1967

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



REAKSİYON ODUNU, ÖZELLİKLERİ, KALİTE VE DEĞERLENDİRME BAKIMLARINDAN ÖNEMİ

Yazan :
Prof. Dr. Adnan BERKEL

G i r i Ő

Ağaç malzeme teknolojisinde "Reaksiyon odunu", (Reaction wood) gerek iğne yapraklı ve gerekse yapraklı ağaçların gövde ve dallarının belirli bazı kısımlarında meydana gelen anormal tipte bir odun oluşumu için kullanılan genel bir terimdir. Bu anormal odun oluşumunun sebebi, meselâ rüzgâr veya kar gibi devamlı dış etkiler altında dikey yöndeki normal gelişiminden ayrılan ve eğri olarak büyüyen ağaç gövdelerinde bu eğri gelişime karşı gövdeyi bir taraflı olarak takviye etmek, yer çekimine ve ışık durumuna göre artım esnasında gövdeye yön verici, onu normal, dikey yöne doğru zorlayan, denge sağlamaya çalışan özel bir hücre dokusunun (Richtgewebe) nin meydana gelmesidir.

Ekseri hallerde reaksiyon odununun teşekkülü ile birlikte aynı zamanda gövdede eksantrik bir gelişme, yani Öz'ün ortada olmayıp bir tarafa doğru kaymış olması, gövdenin enine kesitte bir tarafa doğru şişkin, diğer tarafa doğru ise basık ve böylece oval bir şekil alması göze çarpmaktadır.

Reaksiyon odunu çok eskidenberi ormancılar ve ağaç malzeme kullanan, çeşitli dallarda çalışan kimseler tarafından izlenmiş ve pratikte özellikleri bakımından normal odundan farklı bulunduğu anlaşılmıştır. Ancak, anatomik, fiziksel, mekanik, kimyasal ve işlenme özellikleri sonraları araştırmalarla meydana çıkarılmıştır.

Reaksiyon odunu iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlarda birbirinden farklı olarak meydana gelmekte, iğne yapraklı ağaçlarda oluşan Reaksiyon odununa "Basınç odunu", İngilizce (Compression wood), Almanca (Rotholz veya Druckholz), yapraklı ağaçlardakine ise "Çekme odunu", İngilizce (Tension Wood), Almanca (Zugholz) denmektedir.

İğne yapraklı ağaçlarda meydana gelen Reaksiyon odunu "Basınç odunu" çok daha evvel müşahede edilmiş ve incelenmiştir. Basınç odunu, eğri olarak gelişmiş iğne yapraklı ağaç gövdelerinde eğilme yönünün aynı tarafında (devamlı rüzgârın geldiği yönün aksi tarafında) ve dalların alt tarafında bulunmaktadır. Bu oluşum yapraklı ağaçlarda rastlanan Reaksiyon odunu "Çekme odunu" na nazaran koyu rengi ve yıllık halkaların çok daha geniş bulunması dolayısıyla daha kolay fark edilmektedir. Basınç odununun görünüşü ve strüktürü hakkında ilk referans *Büsgen ve Münch* (1929) tarafından verilmiş bulunmaktadır. Daha sonraları, Basınç odununun oluşumu, görünüşü, strüktürü ve özellikleri hakkında çeşitli bildiri-lerde bulunmuş olup, bunlardan önemlisi *Pillow ve Luxford* (1937) un çalışmalarıdır. Buna karşılık, yapraklı ağaçlarda eğri olarak gelişmiş ağaçlarda gövdenin eğri olduğu yönün aksi tarafında meydana gelen Reaksiyon odunu "Çekme odunu" daha sonraları teşhis edilerek özellikleri üzerinde durulmuştur. Çekme odunu ve özellikleri üzerindeki ilk incelemeler *Münch* (1937-1938), *Clarke* (1937) ve *Chow* (1946) tarafından yapılmış bulunmaktadır.

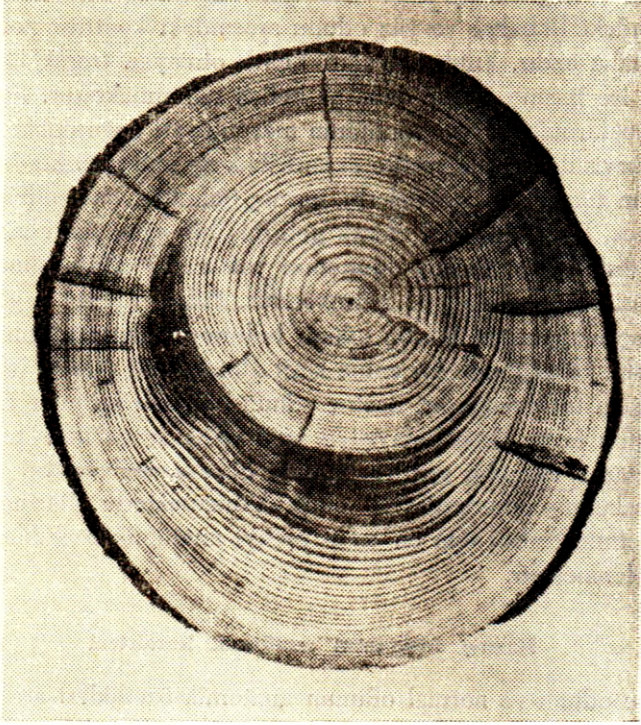
I. BASINÇ ODUNUNUN STRÜKTÜRÜ VE ÖZELLİKLERİ

Basınç odunu iğne yapraklı ağaçların gövde ve dallarında meydana gelen anormal bir odun teşekkülüdür. Devamlı rüzgâr etkisi ile bir tarafta doğru eğrilmiş bulunan ağaç gövdelerinde rüzgârın geldiği yönün aksi tarafında, basınç tarafında ve dalların alt kısmında oluşur. Keza, şiddetli kasırga veya dallarda kuvvetli ağırlık ve basınç meydana getiren kar ve buz dolayısıyla eğilmiş ağaçlarda da görülür. Devamlı rüzgâra maruz yerlerde, dik yamaçlarda, seyrek tesis edilmiş kültürlerle meydana gelen meşcerelerde daha fazla rastlanmaktadır. Daha ziyade gövdenin alt yarısında meydana gelir. Vertikal olarak gelişmiş ağaçlarda ise bazı hallerde kalın dalların veya çatalların alt kısımlarında oluşur. Basınç odunu iğne yapraklı ağaçların her türünde görülmekle beraber, bazı iğne yapraklı ağaçlar bu bakımdan diğerlerine nazaran daha hassas bulunmakta ve dış etkilerle vertikal yönden hafif bir ayrılma ve eğilme ile Basınç odunu meydana getirmektedir. Meselâ, (*Ficea glauca*), (*Pinus resinosa*) ya anazaran daha hassastır. Keza, bir ağaç türünde hızlı gelişmiş ağaçlarda Basınç odunu daha belirli bir şekilde teşekkül etmektedir.

Makroskopik görünüş

Özellikle taze kesilmiş ağaçlarda basınç odunu normal oduna nazaran daha koyu renkte ve daha ziyade kırmızimsı bir görünüştedir. Odu-

nun kuruması ile koyu renk bir miktar solmakta, fakat ıslatılması ile tekrar canlı bir hal almaktadır. Rengi çeşitli iğne yapraklı ağaç türlerinde kahverengi ile koyu kırmızımsı kahverengi arasında değişir. Açık renkli odunu havi iğne yapraklı ağaçlarda, meselâ Lâdinde daha koyu ve kırmızımsı kahve renkli olan çamlara nazaran daha belirlidir. Açık renkli olan işlenmiş ağaç malzemedeki Basınç odununun bulunduğu kısımlarda kahve



Resim : 1 — Bir Lâdin gövdesi enine kesitinde Basınç odunu teşekkülâtı.
(Koyu renkli, geniş yıllık halkalı kısım).

H. E. Desch'den.

rengi veya kırmızımsı kahve rengi şeritler göze çarpmaktadır. Çekme odununda olduğu gibi, Basınç odununda da gövdenin enine kesitte çoğunlukla eksantrik olarak geliştiği görülür. Böylece, gövdelerin enine kesiti oval veya elipse şeklindedir. Öz ortada olmayıp yana, bir tarafa doğru kaymış bulunmaktadır. (Resim : 1). Genel olarak, bu gibi gövdelerde Basınç odunu enine kesitte yarı çapın daha büyük olduğu tarafta bulun-

maktadır. İğne yapraklı ağaçlarda meydana gelen basınç odunu yapraklı ağaçlarda Çekme odununa nazaran çok daha belirli bir görünüşe sahiptir. Basınç odununda yıllık halkalar normal oduna nazaran çok daha geniştir. Bundan başka bu geniş yıllık halkalarda yaz odunu tabakası da anormal şekilde geniş bulunmaktadır. Düzletilmiş enine kesitte Basınç odunu normal oduna nazaran çok daha düzgün bir yüzey meydana getirir. Daha yoğun, sert ve ağırdır. Bu nevi Reaksiyon odununda belirli bir yıllık halka içerisindeki İlkbahar ve yaz odunu arasındaki kontrast normal oduna nazaran daha azdır. Yıllık halkaları belirli olmayan tropik iğne yapraklı ağaçlarda ise Basınç odunu daha az belirli bulunmaktadır. İğne yapraklı ağaç tomruklarında Basınç odununun mevcudiyeti çoğunlukla eğrilik, dirsek veya kavislilik, enine kesitte eksantriklik ile anlaşılmaktadır. Fakat bu hal düzgün tomruk ve gövdelerin Basınç odununu havi olmadığı manasına gelmez. Gençlikte eğri olarak gelişmiş bir ağaç sonraları dikine bir büyüme gösterebilir. Basınç odununun yalnız dış görünüşüne göre fark edilebilmesi belirli olması ile mümkündür. *Pillow* (1941) a göre herhangi bir ağaç malzemedeki Basınç odunu bulunup bulunmadığını muayene için 2-3 mm. kalınlığında bir enine kesit alınarak alt tarafta bulunan kuvvetli bir ışığa tutulmaktadır. Basınç odunu bulunan kısımlar Lignin maddesi oranının fazla oluşu dolayısıyla ışığı daha az geçirmekte ve normal oduna nazaran karanlık şeritler halinde göze çarpmaktadır. Ancak, bu metod cıralanmış odunlarda iyi sonuç vermemektedir. Basınç odununun mevcudiyetinin tesbiti için en emin metod anatomik özelliklerin mikroskopla incelenmesidir.

Basınç odununun anatomik karakteri

Basınç odunu ve normal odunun anatomik özellikleri arasında belirli farklar bulunmaktadır. Enine kesitin mikroskopla incelenmesinde Basınç odununun İlkbahar odunu Traheidleri zarlarının normal oduna nazaran tipik bir şekilde çok daha kalın olduğu görülür. Traheidler aynı zamanda yuvarlak köşeli olup, çok sayıda hücre arası boşluğunu ihtiva ederler. Normal odun Traheidleri ise dik dörtgen veya altıgen şekilleri göstermektedir. Hücre arası boşlukları ise bu boyutlarda ve bu kadar mebzul değildir. Basınç odununun boyuna kesitinde göze çarpan belirli bir özellik ise Traheidlerin çeperinde helezon şeklinde uzanan yarıntı ve çatlakların bulunuşudur. Normal odunda bunlara rastlanmamaktadır. Basınç odunu yıllık halkaları içerisinde İlkbahar odunundan Yaz odununa geçiş normal odunda olduğu kadar belirli olmayıp kontrast teşkil etmez. Görünüşte hemen bütün yıllık halka bir yaz odunu karakteri göstermektedir.

Basınç odununda Sekonder hücre çeperinin iç tabakası ya hiç teşekkül etmemekte veya belirsiz bir şekildedir. Traheid boyları normal odun Traheid boylarına nazaran daha kısadır. Su iletimini iyileştirmek için Basınç odunu kenarlı geçitleri normal oduna nazaran daha büyük bulunmaktadır.

Başkaca, Elektron mikroskopla yapılan incelemelerde Basınç odununda Traheidlerin sekonder hücre çeperindeki fibril'lerin Traheid boyuna eksenine ile teşkil ettiği açının normal odundakinden daha büyük olduğu görülmektedir. Gerçekten fibril'lerin sekonder hücre çeperi S₂ tabakasındaki yönü ile Traheid eksenine arasında teşekkül eden açı yaklaşık olarak 45 derecedir.

Kimyasal özellikleri

Basınç odununda Lignin miktarı normal odundan çok daha fazladır. Belirli olan Basınç odununda %37 ye kadar Lignin tesbit edilmiştir. Meselâ, normal Lâdin odununda Lignin miktarı yaklaşık olarak %28 iken Basınç odununda %30-35 e yükselmektedir. Keza, Basınç odunu normal oduna nazaran daha fazla Hemiselüloz (odun polyos larını) ihtiva etmektedir. Meselâ, *Hägglund* (1933, 1948, 1951) ve çalışma arkadaşlarının araştırmalarına göre Lâdin odununda normal olarak Hemiselüloz miktarı %24,3 iken Basınç odununda %27,3 tür. Basınç odununun özellikle çok daha fazla güç hidrolize edilebilen Galaktan ihtiva etmesi de ilgi çekicidir. Sellüloz oranı ise normal oduna nazaran daha düşüktür. Meselâ normal Lâdin odununda Sellüloz oranı %41,5 iken Basınç odununda %27,3 olarak bulunmuştur.

Fiziksel ve mekanik özellikleri

Basınç odununun fiziksel ve mekanik özellikleri *Hartig* (1901), *Janaka* (1909), *Trendelenburg* (1932), *Pillow/Luxford* (1937), *Münch* (1938), *Karubach* (1952), *Campredon* (1953), *Hale/Perem* (1963) tarafından araştırılmıştır. Alınan sonuçlara göre, aynı ağaçta Basınç odunu normal oduna nazaran daha ağırdır. Özgül ağırlık aynı ağaç türü ve aynı artım şartları altında normal oduna nazaran %15 ile %40 arasında bir artış göstermektedir. Bunun sebebi Basınç odununda Yaz odunu iştirâk oranının yüksek ve İlkbahar odunu Traheid çeperlerinin normal oduna nazaran çok daha hafif oluşudur. Basınç odununda Yaz odunu normal odundakine nazaran biraz daha hafiftir. Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki ilgi ise, normal odundakinden tamamen aksine olarak, yıllık halka genişledikçe özgül ağırlık artmaktadır. *Hale* ve *Perem* (1963).

Odunun çalışması bakımından olan özelliklere gelince, normal odunun liflere paralel yönde çalışması çok az, genel olarak %0,1-0,2 arasında olmasına karşılık Basınç odunu bu yönde anormal şekilde fazla çalışmaktadır. Taze halden hava kuru rutubet haline geçişte çalışma oranı %0,3 - 2,5 arasında bulunmaktadır. Basınç odununun radial ve teğet yönleredeki çalışması yüksek olan ağırlığına oranlandığı takdirde düşüktür ve normal odunun hemen yarısı kadardır. Liflere dik yönde çalışmanın az oluşu dolayısıyla hacim bakımından çalışma normal oduna nazaran daha küçük bulunmaktadır. Basınç odunu normal oduna nazaran daha serttir.

Direnç özellikleri bakımından Basınç odununun Çekme direnci, elâstikiyet modulu ve şok şeklinde dinamik bir şekilde tesir eden kuvvetlere karşı gösterilen karşı koyma, dinamik eğilme direnci normal odununkinden daha küçüktür. Keza, kuru haldeki ve aynı özgül ağırlıktaki Basınç odununda Basınç ve Eğilme dirençleri de normal oduna nazaran çoğunlukla düşük bulunmaktadır. *Kollmann* (1951) a göre özgül ağırlığa oranlanmak suretiyle Basınç odununda her çeşit direnç ve özellikle çekme direnci değerleri normal odundakinin altındadır.

Odunda su miktarının azalması ile direncin artışı Basınç odununda normal odundaki ölçülerde değildir.

Basınç odunu normal oduna nazaran gevrek bulunmaktadır. Böylece, şok şeklindeki etkilere karşı koyması normal oduna kıyasla daha azdır.

Basınç odununun işleme ve kullanılmasındaki bazı mahzurlar

Alet ve makinelerle işleme özelliği :

Basınç odunu normal oduna nazaran daha yoğun olduğundan normal ağaç malzemeye kıyasla çivilenmesi, âlet ve makinelerle işlenmesi daha güçtür. İşlenmiş boyuna yüzeyleide pek önemli olmamakla beraber koyu renkli şeritler dış görünüşü bozmaktadır.

Çatlama, çarpılma ve eğilme :

Gerek tabii ve gerekse sunî kurutmalarda Basınç odununun liflere paralel yönde anormal şekilde fazla çalışması ve böylece çalışmasının normal oduna nazaran çok daha düzensiz oluşu pratikte çalışma, çarpılma ve eğilme gibi önemli mahzurlar meydana getirmektedir. Özellikle normal odunla Basınç odununun aynı malzemedeki yan yana bulunması halinde ince ve küçük boylu materyalde bu mahzur kendisini çok daha fazla gös-

termektedir. Büyük boyutlu malzemede Basınç odununun özellikle liflere paralel yöndeki fazla hareketi bitişiğindeki normal odun tarafından nisbeten önlenebilir. Fakat, iyi kurutulmuş büyük boyutlu malzemenin sonradan daha küçük boyutlara biçilmesi halinde elde edilen materyalde gene de çarpılma ve eğilmeler görülmektedir. Ağaç malzemenin kullanılmasında atmosferik rutubetin değişmesi ile odun içerisindeki su miktarlarında görülen farklar Basınç odununda normal oduna nazaran daha fazla çatlama, eğilme, çarpılma gibi mahzurlar meydana getirmektedir.

Kurutmaya tâbi tutulan bir kereste istifinde Basınç odununu ihtiva eden tahtalar, lif boyunca çalışmanın anormal şekilde fazla oluşu dolayısıyla normal kerestelere nazaran enine kesitlerde bir miktar dışarıya çıkmaktadır. Böylece, bu gibi kereste normal olanlardan kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Bazı endüstride, meselâ Kurşun kalem endüstrisinde Basınç odununun liflere paralel yönde fazla çalışması büyük mahzurlar yaratmaktadır. Basınç odununu ihtiva eden kalemler imalâttan sonra düzgünlüklerini muhafaza edemiyerek kavisli, eğilmiş bir hal almaktadır.

Değerlendirme :

İşlenme kabiliyetinin iyi olmayışı, çalışmanın çok düzensiz bulunması, çatlama, eğrilme ve çarpılmalar göstermesi, direnç değerlerinin düşük oluşu Basınç odununun teknik değerini azaltmaktadır. Yapı doğramacılığı ve ağır konstrüksiyonlarda Basınç odunu pek önemli mahzur yaratmamakta, buna karşılık stabilite ve boyutlarda hassasiyet aranan küçük boyutlardaki imalâtta kullanılması uygun bulunmamaktadır. Belirli şekilde Basınç odunu ihtiva eden tomruklar mümkün mertebe kalın ve büyük boyutlarda keresteye biçilmelidir. Basınç odunundan küçük boyutlarda kereste ve diğer imalâttan kaçınılmalıdır.

Basınç odununun Selüloz endüstrisi bakımından değeri düşük bulunmaktadır. Zira, daha evvel belirtildiği gibi, Basınç odunu normal oduna nazaran daha az Selüloz ve daha fazla Lignin ihtiva etmektedir. Böylece, Selüloz verimi düşük olup, elde edilen Selülozun rengi daha koyu ve beyazlatılması daha güçtür. Bundan başka, Basınç odununda lifler (Traheidler) normal oduna kıyasla daha kısa bulunmakta ve diğer taraftan Selüloz hamurunun harman havuzlarında yoğrulması esnasında lifler kırılma ve parçalanmaya daha fazla meyyl bulunmaktadır. Bu haller elde edilen Selülozun mukavemetinin düşmesine sebep olmaktadır.

II. ÇEKME ODUNUNUN STRÜKTÜRÜ VE ÖZELLİKLERİ

Çekme odunu yapraklı ağaçların gövde ve dallarında meydana gelen anormal tipte bir odun teşekkülüdür. Rüzgâr ve kar basıncı gibi dış etkiler altında, dikey bir şekilde gelişme yerine eğri olarak büyümüş ağaç gövdelerinin eğri olduğu yönün aksi tarafında, çekici kuvvetlerin bulunduğu kısımda görülür. Çekme odunu ekseri hallerde dallarda da bulunmakta, bu takdirde dalın yukarıya bakan tarafında meydana gelmektedir. Anmak, tamamen dikine olarak büyümüş, düzgün gövdelerde de Çekme odunu bulunabileceği *Pechmann* (1953) tarafından tesbit edilmiştir. Çekme odunu Teknoloji ile ilgili kimseler tarafından eskidenberi bilinmekte ise de, odun kullanan kimselerce etkileri görülmekle beraber uzun zaman anlaşılammıştır. Tüccarı önemi haiz ağaçlarda önemli bir kusur teşkil etmesi dolayısıyla Çekme odunu ilginç bir konu olarak incelenmiştir.

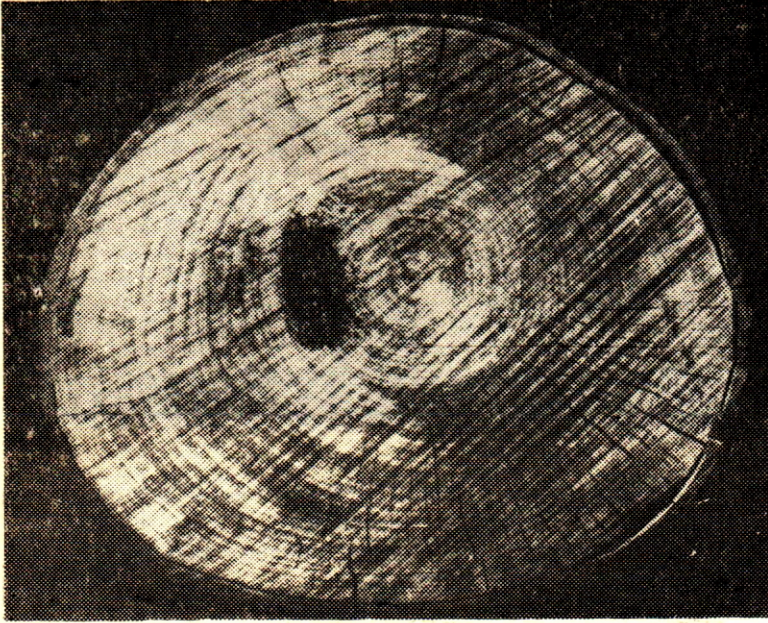
Makroskopik görünüş

İğne yapraklı ağaçlarda meydana gelen basınç odununun mevcudiyeti ve yayılışı ekseriya güçlkle teşhis edilebilmektedir. Bu teşekkül yapraklı ağaçların bir çoğunda ve özellikle Kavak, Söğüt, Kayın, Meşe, Karaağaç, Huş, İhlamur, Ceviz, Okaliptus ve Afrika Mahunu'nda görülmektedir. Dikey yönden ayrılmış, eğri gelişmiş gövdelerde, dik yamaçlardaki ağaçlarda, devamlı rüzgâr ve kar basıncına maruz kalan yerlerde, gövdenin ince uca yakın kısımlarından alınan düşük kaliteli tomruklarda ekseri hallerde Çekme odununa rastlanmaktadır. (Resim : 2). Buna karşılık, iyi gelişmiş, düzgün, slindrik gövdeli ağaçlarda ender görülmekte olup, bu gibi ağaçlarda daha ziyade gövdenin Öze yakın kısımlarında, gençlikte meydana gelmiş olabilir.

Clarke (1937) ye göre Çekme odunu her ne kadar ekseriya geniş yıllık halkalarda daha fazla görülmekle beraber bazen ve özellikle dal odununda Çekme odununun bulunduğu tarafta yıllık halka genişlemesi görülmeyebilir ve dar yıllık halkalarda da teşekkül edebilir.

İğne yapraklı ağaçlarda Basınç odununun belirli olarak teşekkül ettiği gövdelerde aynı zamanda enine kesitte de belirli bir eksantrik gelişme göze çarpmaktadır. Basınç odunu gövde enine kesitinde yarı çapın daha büyük olduğu tarafta bulunmaktadır. *Perem* (1964) e göre, Çekme odununun bulunduğu gövdelerde enine kesitte her zaman bir eksantrik gelişmenin bulunması şart değildir. Belirli bir şekilde eğri olan gövdelerde ekseriya orta derecede bir eksantriklik görülmekte ve çekme odunu

çoğunlukla ağacın eğri bulunduğu yönün aksi tarafında, enine kesitte yarı çapın büyük olduğu kısımda bulunmaktadır. Bununla beraber, gövde enine kesitinde Çekme odununun bulunduğu tarafın yarı çapının her zaman büyük olması şart değildir. Eğri olarak gelişmiş İhlamur ağaçları (dip kütüğü ve seviyesi hariç) belirli bir şekilde eksantrik enine kesit göstermekte ve gövdenin enine kesitinde yarı çapın daha büyük olduğu ve gövdenin eğri olduğu yönün aksi tarafında Çekme odunu bulunmaktadır.



Resim : 2 — Bir Titrak kavak gövdesi enine kesitinde Çekme odunu teşekkülâtı.

(Sol tarafta, açık renkli kısım).

E. Perem'den.

Genel olarak yeni kesilmiş, taze ağaçlarda çekme odunu basıncı odununda olduğu gibi bir renk kontrastı göstermediğinden doğrudan doğruya gözle fark edilememektedir. Ancak, kesimden sonra odun enine kesiti bir müddet havada ultra viyole ışınları etkisi altında kaldıktan sonra görülebilmekte ve normal odundan ayırt edilebilmektedir. Bu takdirde çekme odununun bulunduğu kısım normal oduna nazaran hafif parlak, yıllık halkalara paralel olmak üzere kül rengi veya kahverengi zemin üzerinde açık renkli şeritler halinde göze çarpmaktadır. Yıllık halkanın dış

kısımları ekseriya Çekme odunu liflerini ihtiva etmediğinden, enine kesitte Çekme odunu bulunan kısımda yıllık halkalar konsantrik şekilde birbirini takip eden açık ve koyu renkte şeritler halinde görülmektedir.



Resim : 3 — Akça ağaçtan yapılmış bir Travers enine kesitinde Çekme odunu teşekkülâtı.

(Sol tarafta, beyaz şeritli yıllık halkaları havi kısım).

E. Perem'den.

(Resim : 3). Lâboratuvar şartlarında odunun enine kesiti sunî surette ve entansif bir şekilde ultra viyole'ce zengin ışıklara tutulmak suretiyle çok daha kısa zamanda Çekme odununun belirli bir hal alması sağlanabilir. Yapraklı ağaçların enine kesitinde düzensiz bir gelişim, eksantrik bir şekil, Öz'ün ortadan yana kaymış bulunması ekseriya Çekme odununun mevcudiyetine delâlet etmektedir. Kayın, Kavak gibi ağaçlarda Çekme odunu hafif parlak veya gümüşümsü bir görünüştedir. Diğer ağaç türlerinde bazen normal oduna nazaran biraz daha koyu ve daha yoğun bir tesir bırakmaktadır. Bazen ise, testere ile kesilmiş enine kesit anormal kaba görünüşlü olup, lifler testere ile düzgün kesilecek yerde dışarıya doğru çekilmiş gibi bir manzara göstermektedir. Düzgün kesilmiş enine kesitler ise Çekme odunu bulunan kısımlarda ekseriya ipek veya gümüş gi-

bi hafif bir parlaklık gösterir. Biçilmiş kerestelerin boyuna kesitlerinde ise Çekme odununun en belirli alâmeti lifli, keçeli, kaba bir yüzeyin mevcudiyetidir. (Resim : 4). Keza, Kaplama levhalarında da düzgün bir ke-



Resim : 4 — Biçilmiş bir Afrika mahun'u tahtasında Çekme odunu dolayısıyla meydana gelen kaba, lifli yüzey.

B. J. Rendle'den.

siş yerine lifli, keçeli, kaba bir yüzey ve kurutmadan sonra ondüle bir yüzey göze çarpmaktadır.

Çekme odunu bulunan kısımların belli edilebilmesi boyayıcı maddeler kullanmak suretiyle de mümkündür. Meselâ, enine kesitin (Phloroglicin) ayracı sürülen yerlerinde normal odun bulunan ve Lignin'i fazla olan kısımlar koyu kırmızıya boyanmakta, Selüloz'ca zengin olan Çekme odunu ise açık renkli kalmaktadır. Buna karşılık, İyotlu çinko-klörür ayracı sürüldüğü takdirde Selüloz'ca zengin olan Çekme odunu menekçe rengine boyanır.

Gövdeden kesilen ince enine kesitler kuvvetli bir ışık önüne tutulduğu zaman, Basınç odunu ihtiva eden kısımların ışınları az geçirmesi dolayısıyla karanlık görülmesi yerine, Çekme odu-

nu bulunan yerler ışınları fazla miktarda geçirdiğinden daha açık renkte göze çarpmaktadır. Çekme odununun en emin teşhisi ise mikroskopik kesitler alınmak ve Selülozu boyayan araçlar kullanmak suretiyle olur.

Çekme odununun anatomik karakteri

Çekme odunundan alınan bir kesitin mikroskop altındaki tipik görünüşü odun anatomisi ile meşgul olanlarca tanınmaktadır. Çekme odu-

nu anormal tipte, *Rendle* (1937) in deyimiyle "Jelâtinli odun liflerini" ihtiva etmektedir. (Resim : 5). Bu hal normal odundakinden farklı olup, odun lifleri (Skleranşim hücreleri) hücre çeperinin iç tarafında kalın ve Selüloz reaksiyonu gösteren jelâtinli bir tabaka mevcuttur.

Çekme odunu bulunan bir nümuneden alınan mikroskopik bir kesit (Safranin) ve (Fast Green) eriyikleri ile muamele edildiği takdirde normal ve lignin'li odun eleman-



Resim : 5 — Titrek kavak Çekme odunun-
da jelâtinli Skleranşim hücreleri.
E. Perem'den.

ları kırmızıya, Çekme odununun jelâtinli hücreleri ise yeşile boyanmaktadır. Bazı hallerde ise, Çekme odununda jelâtinli tabaka mevcut olmayabilir, ancak odun lifleri hücre çeperinin belirli ayrıçlar yardımı ile boyanmasında Selüloz reaksiyonu göstermektedir: Ağaç türüne göre, jelâtin tabakası bazen ince bazen kalın olmakta, bazı ağaçlarda ise bulunmamaktadır. Meselâ, ince hücre çeperli Kavak odun liflerinde jelâtin tabakası da ince olup mikroskopik kesitin alınması esnasında hücre çeperiden kolaylıkla ayrılmaktadır. Kalın hücre çeperli olan (*Ulmus americana*) da ise, kesit almada jelâtinli tabaka nâdiren ayrılmaktadır. Ihlamur (*Tilia americana*) da çekme odununda jelâtinli odun liflerine rastlanmamaktadır.

Bazı ağaç türlerinde Çekme odununda Trahee sayısı ve Trahee'lerin teğet yöndeki çapları normal odundakinden bir miktar düşük bulunmaktadır. Her iki odunda ortalama lif boyları arasında belirli bir fark tesbit olunamamıştır. Çekme odununda, Yaz odununun son bir kaç hücre sırasında Çekme odunu liflerinin bulunmadığı görülmektedir.

Kavak Çekme odununda *Hanno Sachsse* (1963) tarafından Elektron mikroskopla yapılmış bulunan araştırmada bir Skleranşim hücre çeperinde dışarıdan içeriye doğru sıra ile görülen tabakalar : Orta lamel, Primer hücre çeperi, Sekonder hücre çeperi S_1 tabakası, Sekonder hücre çeperi S_2 tabakası, Jelâtinli tabaka $S_3 = G$ ve Lümen'e doğru ise son bir tabaka olarak sonuncu (terminal) A lameli'dir.

Bu tabakalardan S_1 nisbeten ince, S_2 ise nisbeten kalın olup ligninleşmişlerdir. $S_3 = G$ jelâtinli tabakası ise diğer tabakalara nazaran kalın olup, belirli bir şekilde bal peteğini andıran bir yapıdadır. Jelâtinli G tabakası içerisinde de pek belirli olmayan bazı tabakalar görülebilmektedir. Lümen'e doğru hücre çeperi iç sınırı girintili çıkıntılıdır.

Kimyasal özellikleri

Çekme odununda odun lifleri jelâtin tabakasının hemen tamamen Selüloz'dan ibaret bulunması dolayısıyla kimyasal bileşimi normal odundan farklıdır. *Clermont* ve *Bender* (1959) in Titrek kavakta yaptıkları araştırmaya göre Çekme odununda Alfa Selüloz miktarı normal odundan %4-5 oranında daha fazla, Lignin ve Hemiselüloz miktarları ise biraz düşük bulunmaktadır. Çekme odununun yarı kimyasal sülfite ile Selüloz verimi normal oduna nazaran %3,5 - 8 oranında daha fazladır.

Jeyme ve çalışmaları arkadaşları (1951) Çekme odunu ihtiva eden Titrek Kavaktan Sülfite ile elde edilen Selüloz üzerinde yaptıkları araştırmalarda, bu nevi Selüloz'un mukavemet özelliklerinin normal odundan istihsal edilen Selüloz'a nazaran çok daha düşük olduğunu tesbit etmişlerdir. Araştırmacılara göre bunun sebebi iki esas faktörden ileri gelmektedir :

(1) Çekme odununda Hemiselüloz miktarının daha az oluşu Selülozun şişmesi ve Harman havuzlarında karıştırılma ve dövülme karakteri üzerine tesir etmekte, bu nevi Selülozdan elde edilen tabakaların yoğunluğu daha az olmakta ve böylece mukavemeti daha düşük bulunmaktadır.

(2) Çekme odunu daha az Lignin ihtiva ettiğinden, normal odundaki şartlara göre pişirme yapıldığı takdirde normalden fazla pişme meydana gelmekte ve netice olarak bu hal elde edilen Selülozun mukavemetinin düşmesine sebep olmaktadır.

Buna göre, Çekme odunu ihtiva eden odundan elde olunan Selülozun mukavemetini arttırmak için pişirme şartlarının normal oduna nazaran daha mülâyim olması gerekmektedir.

Clermont ve *Bender* (1958) e göre Çekme odunundan mukavemet özellikleri yüksek ve daha verimli Selüloz elde edebilmek için en uygun metod yarı kimyasal Sülfite metodudur.

Mekanik odun hamuru istihsalinde Çekme odunu normal oduna nazaran daha kolay ve daha kısa bir zamanda liflerine ayrılabilir. Bunun sebebi daha az Lignin ihtiva etmesine bağlanmaktadır.

Fiziksel ve mekanik özellikleri

Çekme odununda kalınlaşmış olan jelâtinli odun lifleri dolayısıyla yoğunluk normal odundan bir miktar daha yüksek bulunmaktadır. Her iki odun arasında yoğunluk bakımından olan bu fark bazı araştırmacılara göre az bazılarına göre ise oldukça belirlidir. Meselâ, *Campredon* (1953) a göre Çekme odunu normal oduna nazaran %12 oranında daha ağırdır. *Walkenhorst* (1954) un yüksek sayıda nünuneler üzerinde Kavakta yaptığı araştırmalara göre ise Çekme odunu normal oduna nazaran az miktarda daha ağır bulunmaktadır. *Perem* (1963) in araştırmalarına göre Titrek Kavak (*Populus tremoloides*) de özgül ağırlık Çekme odununda ortalama (0,446), normal odunda (0,415) olup aradaki fark oldukça büyüktür. Huş (*Betula papyrifera*) da Çekme odununda (0,508), normal odunda (0,504) ortalama Özgül ağırlık değerleri tesbit olunmuştur. Buna göre her iki odun Özgül ağırlık bakımından birbirine eşit bulunmaktadır. Karaağaç (*Ulmus americana*) da Çekme odununda ortalama Özgül ağırlık (0,501), normal odunda (0,512) bulunmakla aradaki fark pek önemli bulunmamaktadır. İhlamur (*Tilia americana*) da ise Çekme odununda Özgül ağırlık (0,282), normal odunda (0,307) bulunmuş olup, Çekme odunu normal oduna nazaran daha hafif ve aradaki fark oldukça önemlidir.

Çekme odununun liflere paralel yönde normal oduna nazaran daha fazla çalışması en karakteristik özelliklerinden olup, bu hal pratikte ağaç malzeme işleyen ve kullanan ve çeşitli dallarda çalışan kimselerin ve Teknologların ötedenberi dikkat nazarını çekmiştir.

Perem ve *Clermont* (1963) un araştırmalarına göre, çeşitli ağaç türlerinde Çekme odunu ve normal odunda liflere paralel yönde elde olunan ortalama çalışma yüzdeleri aşağıda belirtilmiştir :

Taze halden hava kurusu haline geçişte normal odun ve Çekme odununda liflere paralel yönde ortalama çalışma yüzdeleri

Ağaç türü	Odun tipi	Liflere paralel yönde Çalışma %
Kavak (Populus tremuloides)	Normal odun	0,13
	Çekme odun	0,34
Huş (Betula papyrifera)	Normal odun	0,25
	Çekme odun	0,41
Karaağaç (Ulmus americana)	Normal odun	0,00
	Çekme odun	0,62
Ihlamur (Tilia americana)	Normal odun	0,17
	Çekme odun	0,35

Hacim bakımından ise Çekme odunu normal odundan daha az çalışmaktadır. Böylece, aynı Özgül ağırlıktaki Çekme odunu hacim bakımından normal oduna nazaran hacmini daha az değiştirmektedir. Yalnız Ihlamur burada bir istisna teşkil etmekte olup, bu ağaç cinsinde Çekme odunu normal oduna kıyasla hacim bakımından daha fazla çalışmaktadır.

Çekme odununun direnç özellikleri de normal odundan farklı bulunmaktadır. Gerçekten Basınç ve Eğilme dirençleri ile elâstikiyet modülü değerleri normal oduna nazaran bir miktar düşük bulunmaktadır. *Perem* (1963) tarafından aynı ağaç gövdelerinden alınan çekme odunu ve normal odun örnekleri üzerinde yapılan taze halde Basınç ve Eğilme direnci araştırmalarında Titrek Kavak (*Populus tremuloides*), Karaağaç (*Ulmus americana*) ve Huş (*Betulus papyrifera*) Çekme odununun Basınç ve Eğilme direnci ortalama değerleri normal oduna nazaran takriben yüzde on daha küçük bulunmuştur. Hatta, Karaağaç'ın dal odunundan alınan örneklerde, taze halde Çekme odununun Basınç direnci normal odundakinden %30 daha düşük değer vermiştir. Keza, aynı araştırmacıya göre Çekme odununun ortalama Elâstikiyet modülü normal odundakinden bir miktar daha küçük bulunmuştur.

Çekme odununda selülozik karakterdeki jelâtinli liflerin bulunması sok şeklinde tesir eden kuvvetlere karşı odunun karşı koyması üzerine önemli bir şekilde artırıcı bir etki yapmaktadır. *Clarke* (1937), *Pechmann* (1953), *Walkenhorst* (1954), *Perem* (1963) tarafından yapılan araştırmalarda Çekme odununun Dinamik eğilme direncinin normal oduna nazaran daha yüksek bulunduğu tesbit edilmiştir. Meselâ, *Perem* (1963) taze

haldeki Titrek Kavak Çekme odunu Dinamik eğilme direncinin normal oduna kıyasla %47 daha fazla olduğunu, Karaağaç (*Ulmus americana*) da ise bu farkın %68 olduğunu tesbit etmiştir.

Çekme odununda jelâtinli liflerin miktarı arttıkça normal odunla arasındaki mekanik özellikler bakımından fark da daha belirli bir hal almaktadır.

Çekme odununun işlenme ve kullanımındaki bazı mahzurlar

Alet ve makinelerle işlenme özelliği :

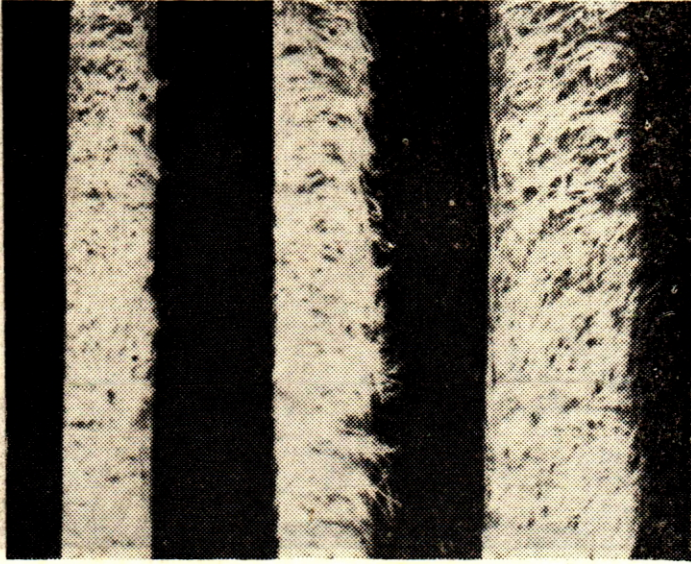
İşlemede Çekme odununun bazı pratik mahzurları görülmektedir. Bunlardan birisi Çekme odununun biçilme ve diğer âlet ve makinelerle işlenmesini yavaşlatmasıdır. Bundan başka işleme esnasında testere ve bıçaklar kısa zamanda ve daha fazla körlenmekte, bilenmeleri için daha uzun bir zaman sarfedilmektedir. Çekme odununu ihtiva eden malzemenin testere ile işlenmesinde testere levhası daha fazla sıkışmakta ve dişler kesme yerine lifleri çekici, koparıcı bir etki yapmaktadır. Alet ve makinelerle yüzey işleminde, işlenmiş yüzeylerin kalitesi Çekme odununda normal oduna nazaran düşüktür. İşlemede âlet ve makinelerin kesici ağızlarının keskin bulunmasına dikkat edilmelidir. Çekme odununu havi malzemenin işlenmesinde, meselâ rende makineleri bıçaklarında ağız açısı 30 derece olmalıdır. Pratikte Çekme odununun en önemli mahzurlarından biri, özellikle yaş halde testere veya diğer kesici âlet ve makinelerle işlenmiş boyuna kesit yüzeylerinde veya tahta kenarlarında yünlü gibi, lifli, keçeli bir manzara göstermesidir. (Resim : 6). Bu hal biçilmiş kerestede olduğu gibi Çekme odunu ihtiva eden kesme veya soyma kaplama levhaları yüzeylerinde de görülmektedir. Ancak, bu kusur işlemede kuru ağaç malzeme, keskin âlet ve makinelerin kullanılması halinde nisbeten azalmaktadır. İhlamur Çekme odunu bu hususta bir istisna teşkil etmekte ve işlemede böyle bir mahzur göstermemektedir. Zira, İhlamur Çekme odunu jelâtinli lifleri ihtiva etmemektedir.

Keza, gövdenin testere ile bölümlere ayrılmasında enine kesitin Çekme odunu ihtiva eden kısımlarında kaba lifli bir hal göze çarpmaktadır.

Çalışma, çatlama, çarpılma :

Çekme odununun pratikte en önemli diğer bir mahzuru kurutmaçlı liflere paralel yönde çalışmasının anormal şekilde fazla oluşudur. Bilin-

diği gibi, normal odunda liflere paralel yöndeki çalışma miktarı çok azdır. Fakat, herhangi bir malzeme kısmen Çekme odunu ve kısmen normal odun ihtiva ettiği takdirde, özellikle ince malzemede lif boyunca farklı çalışma ve gerilmelerden dolayı eğilme ve çeşitli şekilde çarpılma ve yarılmalar görülür. Fazla kalın ağaç malzemedeki Çekme odununun kuruma esnasındaki anormal derecedeki hareketi yanındaki normal odun tarafından önlenebilir ve tutulabilir. Ancak, bu halde, de iç gerginlikler meydana gelmektedir. Kalın malzeme daha ince kısımlara biçildiği takdirde Çekme odununda eğrilme ve çarpılmalar baş gösterebilir.



Resim : 6 — Taze halde biçilmiş Titrek kavak tahtaları kenarlarında Çekme odunu dolayısıyla meydana gelmiş keçeli, lifli yüzeyler.
E. Perem'den.

Malzemenin iç tarafında fazla miktarda Çekme odunu bulunduğu takdirde kuruma esnasında meydana gelen iç gerilmeler dolayısıyla kuvvetli çatlamalarda husule gelebilir.

Kaplama levhalarında Çekme odunu ve normal odunun liflere paralel yönde farklı çalışmaları dolayısıyla yer yer şişkinlik ve kabartılar meydana gelmekte, böylece yüzeyleri ondüleli bir hal almaktadır. (Resim : 7). İnce kaplama levhalarında yüzeydeki şişkin kısımlar aynı zamanda çok sayıda ufak çatlakları da ihtiva etmektedir.

Yıllık halkalara paralel yönde belirli şeritler halinde Çekme odunu bulunan kerestenin kurutulmasında meydana gelen diğer bir unsur ise kurutmada (Collapse) adı verilen ve kerestenin enine kesitinde bazı kısımlarda çöküntülerin meydana gelmesi ile enine kesitin girintili çıkıntılı bir hal almasıdır. Özellikle Okalıptüs'de bu kusur çok görülmektedir. Normal kerestede meydana gelen (Collapse) olayı kurutulmuş keresteyi buharla muamele etmek suretiyle bertaraf edilebilirse de, Çekme odununu ihtiva eden kerestede bu kusur buharlama ile tashih edilememektedir.



Resim : 7 — Bir kavak kaplama levhasında Çekme odununun anormal şekilde çalışması dolayısıyla meydana gelmiş ondüleli yüzey.
B. J. Rendle'den.

Tutkalanma ve yapışma özelliği :

Fazla miktarda Çekme odununu ihtiva eden ağaç malzemede tutkal ile yapıştırılarak eklenmiş kısımların mukavemeti normal malzemeye nazaran düşük bulunmaktadır.

Değerlendirme :

Kaliteyi düşürücü tesirinden dolayı Çekme odununu ihtiva eden tomruklar ikinci veya üçüncü sınıfa ayrılmaktadır.

Odunun değerlendirme ve kullanımında Çekme odununun önem derecesi ağaç malzemede az veya çok bulunmasına ve kullanılacağı yere göre farklı bulunmaktadır.

Çekme odununun lif boyunca anormal şekilde fazla çalışması, çatlama ve çarpılması, boyuna kesit yüzeylerinde kaba, pürüzlü, keçeli bir hal göstermesi, tutkal ile eklenmiş kısımlarda mukavemetinin az oluşu bazı kullanım yerlerinde mahzurlar yaratmaktadır.

Çalışma mahzuru özellikle ölçüler ve şeklin muhafazası, stabilite bakımından yüksek istekler gösteren kullanım yerlerinde önemli bulunmaktadır. Bu gibi kullanım yerlerinde Çekme odunu işlenmenin başlangıç safhasında dikkatli bir şekilde muayene edilerek bertaraf edilmelidir.

Genel kaide olarak çatlama, çarpılma gibi mahzurlar özellikle Çekme odununu ihtiva eden kalın ve kısa malzemede azalmaktadır. Buna karşılık ince ve dar malzemede ise bu mahzur artmaktadır. Yanlış tatbik edilen bir kurutma Çekme odununun meydana getirdiği kusurları arttırmaktadır. Çekme odununun işlenmesinde boyuna kesitlerde meydana gelen lifli, keçeli yüzeyler kereste ve kaplama levhalarının kalitesini düşürmektedir, düzgün yüzey ve iyi bir dış görünüş isteyen kullanım yerlerinde mahzurlu bulunmaktadır. Meselâ, Kontrplâk endüstrisinde lifli, keçeli soyma levhalarından dış kapaklarda faydalanılmamakta aneak iç tabakalarda istifade edilmektedir. Keza, yassı poşet kibritleri çöpleri imâlinde bu gibi soyma levhaların kullanılması uygun değildir.

Çekme odunu Özgül ağırlığının ve Selüloz miktarının normal oduna nazaran daha fazla oluşu Selüloz endüstrisi bakımından faydalı özelliklerdir.

L I T E R A T Ü R

- Büsgen, M./Münch, E., Bau und Leben der Waldbäume.
Jena 1927.
- Campredon, J., Rev. Int. du Bois 8 p. 3, 1953.
- Chow, K. Y., Forestry 20 : 62-77. 1946.
- Clarke, S. H., Forestry 11 (2) : 85. 1937.
- Clermont, L. P. and Bender, F., Pulp and Paper Mag. of Canada 59. 1958.
- Clermont, L. P. and Bender, F., The chemical composition and pulping characteristics of normal and tension wood of aspen poplar and white elm. Pulp and Paper Mag. of Canada, Dec. 1959.
- Dadswell, H. E. and Wardrop, A. B., What is reaction wood? Reprinted from "Australian Forestry", Vol. XIII, No. 1, 1949.
- Hale, J. D. and Perem, E., Importance of compression wood in appraising wood quality. Forest Products Research Branch Department of Forestry, Canada, 1963.
- Hanno Sachsse, Der submikroskopische Bau der Faserzellwand beim Zugholz der Pappel. Proceedings. Meeting of Section 41. Forest Products International Union of Forestry Research Organizations held at Forest Products Laboratory. Forest Service U. S. Department of Agriculture, 1963.
- Hägglund, E., Ljungren, S., Papierfabr. 31 Sonderheft S. 35, 1933.
- Hägglund, E., Chemistry of wood, New York, 1951.
- Jayne, G., M. Harges-Steinhäuser und Mohrberg, Das Papier 5, (19/20), S. 411, 1951.
- Kollmann, F., Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. 2. Aufl. 1951.
- v. Pechmann, H., Holz als Roh-und Werkstoff, 11, S. 361, 1953.
- Perem, E. and Clermont, L. P., Importance of tension wood in appraising wood quality. Forest Products Research Branch Department of Forestry Canada, 1963.
- Perem, E., Reaction wood in Hardwoods. Forest Products Research Branch Contribution No. P-36, 1963.
Canada, Department of Forestry.
- Perem, E., Tension wood in Canadian hardwoods. Department of Forestry Publication No. 1058, 1964.
- Pillow, M. Y. and Luxford, R. F., Structure, occurrence and properties of compression wood. United States Department of Agriculture. Tech. Bull. No. 546, 1937.
- Pillow, M. Y., J. of For. 39 P. 385, 1941.
- Rendle, B. J., Trop. Woods No. 52, P. 11, 1937.
- Rendle, B. J., Tension wood. A natural defects of hardwoods. Wood, Vol. 20, No. 9, 1955 .
- Rendle, B. J., Compression wood. A natural defect of softwoods. Wood, Vol. 21, pp. 120-123. April 1956.
- Trendelenburg, R., Allg. Forst. und Jagd-zeitung 108, S. 1, 1932.
- Walkenhorst, R., Diss. Hann. Münden 1954.