

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

ÇEKME ODUNUNUN MAKROSKOPİK VE MİKROSKOPİK YÖNTEMLE TESPİTİ

A.Dilek DOĞU¹

ÖZ

Bu çalışmada çekme odunu içeren üç farklı ağaç türünde (*Fagus sylvatica*, *Populus alba*, *Quercus robur*) farklı üç boyar madde (klor-çinko-iyot, safranin ve astra blue, acridinorange) kullanılarak verdikleri renk reaksiyonları makroskopik ve mikroskopik yöntemlerle incelenerek, çekme odununu tespit etmedeki etkinlikleri araştırılmıştır. Örnekler üzerinde çekme odunu içeren kısımlar klor-çinko-iyot boyar maddesi ile siyaha yakın renk reaksiyonu verirken, safranin ve astra blue ile koyu mavi renk almıştır. Acridinorange ile boyanan çekme odunu içeren örnekler parlak yeşilimsi sarı renk reaksiyonu vermiştir. Araştırmada klor-çinko-iyot boyar maddesi pratikte uygulama kolaylığı açısından en uygun metot olarak kabul edilmiştir. Ancak, koyu renkli öz oduna sahip ağaç türlerinde çekme odununun verdiği renk reaksiyonunun belirgin olmayışı bu metodun dezavantajı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda safranin ve astra blue ile çift boyama tekniğinin çekme odunu oranı ve dağılımının tespitinde daha doğru ve kesin sonuç verdiği kabul edilmiştir. Diğer yandan, bu metodun uygulanmasında diğer iki metoda göre daha uzun süreye ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Çekme odunu, *Fagus sylvatica*, *Populus alba*, *Quercus robur*, Klor-çinko-iyot, Safranin- astra blue, Acridinorange.

DETERMINATION OF TENSION WOOD USING MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC METHOD

ABSTRACT

In this study, the presence of tension wood in three wood species (*Fagus sylvatica*, *Populus alba*, *Quercus robur*) were investigated by using different colouring techniques (chlorine-zinc-iodine, safranin- astra blue, acridinorange). The effectiveness of these techniques on determination of tension wood by macroscopic and microscopic methods was also studied. When tension wood was stained with chlorine-zinc-iodine solution, blackish colour reaction was obtained. On the other hand safranin and astra blue gave blue color reaction. Wood species with tension wood gave shiny greenish yellow color with acridinorange. Although chlorine-zinc-iodine solution was accepted as most suitable method in practice, it was not efficient for dark-coloured woods due to disadvantages of dark colored reactions. As a result safranin and astra blue was the most correct and reliable colouring technique to determine the distribution and ratio of tension wood in a given wood sample.

Keywords: Tension wood, *Fagus sylvatica*, *Populus alba*, *Quercus robur*, Chlorine-zinc-iodine, Safranin- astra blue, Acridinorange.

¹ İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy/İstanbul.

Tel: 212 2261103/25084, **Faks:** 212 2261113 **E-posta:** addogu@istanbul.edu.tr

Geliş: 29 Ağustos 2007; **Düzeltilme:** 7 Nisan 2008; **Kabul:** 2 Haziran 2008

1.GİRİŞ

Ağaç malzemenin özel bir kullanım yeri için uygun olan kalite özelliklerinden herhangi bir ayrılış, teknolojide kusur olarak kabul edilmektedir. Kusurlar, ağaçlar dikili halde iken büyüme ile ilgili olarak oluşabildiği gibi, ağaçlar kesildikten sonra da meydana gelebilir. Reaksiyon odunu, geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlarda dikili halde oluşan bir kusurdur. Eğri ağaçlarda ağacın devrilmemesi, dallarda mevcut dal eğiminin korunması sonucu ortaya çıkmaktadır (Onaka,1949; Westing, 1965; Panshin ve DeZeeuw, 1980; Timell, 1986; Bozkurt ve Erdin, 2000). Reaksiyon odunu iğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, geniş yapraklı ağaçlarda ise çekme odunu adını almaktadır. Ağaç malzemenin kalitesinde değişikliklere neden olduğundan odunun önemli kusurlarından biri olarak kabul edilmektedir. Reaksiyon odununun iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçlarda ayrı ayrı yorumlanmasının nedeni yapılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Geniş yapraklı ağaçlarda çekme odunu dış faktörlerin etkisi ile meydana gelmekte olup, en önemli oluşum nedeni ağaçların eğilmesidir. Ağacı eğmeye çalışan kuvvetlere (yerçekimi, rüzgar, kar yükü vb. gibi) karşı yine ağacın kendisi tarafından oluşturulan fizyolojik bir tepki olarak ya da güneş ışığının hareket ettirici etkisi sonucunda meydana gelir (Maeglin, 1987). Çekme odunu, eğri ağaçların ve dalların üst kısmında oluşur. Bu kısımlarda yüksek çekme gerilmeleri mevcut olup, alt kısımda bu gerilmelerin şiddeti daha düşüktür. Eğriliğin alt ve üst kısmında gerilmelerin dağılımının simetrik olmayışı gövdenin dik konumunu, ayrıca dalların ise gövde ile yaptıkları ilk açıyı korumaya yönelik eğilme momentlerinin meydana gelmesine neden olur (Wardrop, 1964; Fisher ve Stevenson, 1981; Archer, 1986; Fournier vd.,1994).

Çekme odunu normal oduna göre farklı anatomik ve kimyasal özelliklere sahiptir. Çekme odunu içeren gövdelerin enine kesitleri incelendiğinde daire şeklinde olmadığı, özün eksantrik yapıda olduğu ve büyük yarıçapın daima üst tarafta bulunduğu görülmektedir. Çekme odununda yıllık halkalar geniş, aksi taraftaki yıllık halkalar ise baskı altında büyüdüğünden dardır (Şekil 1), ancak istisnalar görülebilir. Çekme odununun gövde enine kesiti üzerinde dağılımı genellikle düzgün değildir, normal hücrelerle karışık olarak bulunabilir. Bazı araştırmacılar çekme odununda bulunan yıllık halkaların parlak ve ipeksi görünüşte olduğunu belirtmekte, beyaz halkalar (white rings) olarak isimlendirmektedir (Clarke, 1937; Sacre, 1959; Gonet,

1971; Ohta, 1979; Kroll vd., 1992; Joures, 1993). Bazı tropik ağaçlarda ise çekme odunu kısmı daha koyu renkte olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000).



Şekil 1. Gövde enine kesitinde çekme odunu

Çekme odunu mikroskopik yapı bakımından incelendiğinde en önemli farklılık lif hücrelerinde görülür. Liflerin oranı daha fazla, çapları küçük, boyları daha uzun, çeperleri anormal şekilde kalınlaşmış olup, çeperin lümen tarafında bir jelatin tabakası (G-tabakası) oluşmuştur. Çekme odunu selülozik yapıda olan jelatinli liflerin varlığı ile karakterize edilebilmektedir (Onaka, 1949; Dadswell ve Wardrop, 1955; Cote ve Day, 1965; Araki vd., 1982; Araki vd., 1983). Diğer yandan bazı primitif geniş yapraklı türlerin çoğunlukla jelatinli liflere sahip olmadıkları belirtilmektedir (Onaka, 1949; Höster ve Liese, 1966; Kucera ve Philipson 1977a; Kucera ve Philipson 1977b; Kucera ve Philipson, 1978; Maylan 1981; Timell, 1986; Yoshizawa vd., 1993a; Yoshizawa vd., 1993b).

Çekme odununun kimyasal yapısı normal odunla karşılaştırıldığında selüloz miktarının %40'dan %50'ye yükseldiği görülmektedir. Yapılan araştırmalar jelatin tabakasının esas olarak selülozdan meydana geldiğini (Norberg ve Meyer, 1966), lignin depolanmasının görülmediğini (Wada vd., 1995; Donaldson, 2001) göstermektedir. Sonuç olarak jelatin tabakasının kalınlığı oranında çekme odununda selüloz oranı da yüksek olmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000). Ancak, bazı araştırmacılar jelatin tabakasında belirli oranda ligninin de bulunduğunu bildirmektedir (Scurfield, 1971; Yoshida vd., 2002; Joseleau vd., 2004).

Çekme odunu anatomik ve kimyasal yapısındaki farklılıklar nedeniyle ağaç malzemenin teknolojik özelliklerini de etkileyerek kalitesinde değişikliklere neden olduğundan odunun

önemli kusurlarından biri olarak kabul edilmekte ve endüstriyel açıdan değerlendirme alanlarını sınırlamaktadır. Bu nedenle çekme odununun tespit edilmesi, gövde içerisindeki dağılım, oran ve şiddetinin belirlenmesi ağaç malzemenin rasyonel olarak değerlendirilmesini sağlamak açısından çok önemlidir. Çekme odununu normal

odundan ayırmak için kullanılan metotların çoğu hücre çeper tabakalarının düzenlenişindeki ve kimyasal bileşimindeki farklılığı esas almaktadır. Günümüzde çekme odununun tespit edilmesinde kullanılan teknik ve uygulanan yöntemler avantaj/dezavantajları, pratikte uygulanabilirlikleri ile birlikte Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Çekme odununun tespitinde kullanılan teknikler* (Badia vd., 2005)

Kullanılan teknik ve yöntem	Kısıtlar			Pratikte uygulanabilirlik
	Zaman	Malzeme	Bilgi düzeyi	
Mikroskopik kesitler (Mikroskopik)	++	+	++	-
Çıplak göz (Makroskopik)	-	-	-	++
Boyama (Makroskopik)	++	-	+	++
Büyüme gerilmeleri indeksi (Makroskopik)	+	+	++	++
Boyuna daralma (Mikroskopik/Makroskopik)	++	+	+	+
Teğet daralma (Mikroskopik/Makroskopik)	++	+	++	-
Yoğunluk (Makroskopik)	++	+	+	+
Lif uzunluğu ve oranı (Mikroskopik)	++	+	+	-
Ultrason (Makroskopik)	-	++	-	-
X-ışınları (Makroskopik)	-	++	-	-
NMR (Nuclear Magnetic Resonance) (Makroskopik)	-	++	-	-

(+: orta, ++: yüksek, -: düşük)

Tablo 1 incelendiğinde çekme odununun tespitinde kullanılan çok sayıda metot bulunduğu, ancak bu metotlardan sadece birkaç tanesinin pratikte uygulanabilir olduğu görülmektedir. Günümüzde çekme odununun tespiti için yapılan araştırmalar hızlı ve doğru sonuca ulaştıran yöntemler geliştirme temeli üzerine kurulmaktadır. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, çekme odununun tespiti, normal oduna göre kimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimler ve ağaç gövdesi içerisindeki dağılımını belirlemek amacıyla boyama metodunun kullanıldığı görülmektedir (Von Aufsess, 1973; Panshin ve DeZeew, 1981; Leclercq, 1989; Chantre, 1993; Jourez, 1993; Srebotnik ve Messner, 1994; Grzeskowiak vd., 1996; Sewalt vd., 1997; Yoshizawa vd., 2000; Vazquez ve Meyer, 2002; Badia vd., 2005; Badia vd., 2006).

Bu çalışmada, çekme odunu içeren *Fagus sylvatica* L. (Avrupa kayını), *Populus alba* L. (Ak kavak) ve *Quercus robur* L. (Saplı meşe) türlerinde farklı boyar maddeler kullanılarak makroskopik ve mikroskopik incelemeler yapılmıştır. Araştırma sonunda, boyar maddelerin meydana getirdikleri renk reaksiyonlarının ve çekme odununun tespit etmedeki etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Viyana’da bulunan University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Department of Material Sciences and Process Engineering, Institute of Wood Science and Technology Laboratuvarlarına çeşitli araştırmalarda kullanılmak üzere Finlandiya ve Avusturya ormanlarından getirilmiş odun örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan numuneler çekme odunu içerdikleri için araştırmalarda kullanılması uygun görülmeyen örnekler arasında seçilmiştir. *F. sylvatica* Finlandiya, *P. alba* ve *Q. robur* Avusturya ormanlarından kesilerek enstitünün ilgili laboratuvarlarına getirilmiştir. Araştırmada, gövde enine kesiti elipse en yakın, özü merkezden daha uzak ve büyük yarıçap kısmında yıllık halkaları daha geniş olan örnekler seçilmiştir. Daha sonra her ağaç türüne ait gövde kesitlerinin çekme odunu içeren bölümünden, özden kabuğa doğru 2 cm yüksekliğinde üç şerit çıkarılmıştır. Şeritlerden biri 5 cm, diğer ikisi ise 1 cm genişliğinde olacak şekilde hazırlanmıştır. Genişliği 5 cm olan şeritler klor-çinko-iyot (Herzberger ayırıcı), diğer iki şerit ise sırasıyla safranin-astra blue ve acridinorange ile boyanarak çekme odunu tespitinde kullanılmıştır.

Klor-çinko-iyot boyar maddesinin uygulanacağı örneklerin yüzeyi pürüzlü yapıyı minimuma indirmek ve yüzey kalitesini artırmak için önce zımparalanarak düzeltilmiş, daha sonra boyar madde bir fırça yardımıyla tüm yüzeye sürülmüştür. Renk değişiminin gerçekleşip gerçekleşmediği çıplak göz ile makroskopik olarak incelenmiştir. Meydana gelen renk değişimi Zeiss Stemi 2000-C Stereo Mikroskop ve Sony CCD Kamera ile görüntülenmiştir.

Safranin ve astra blue ile çift boyama tekniği hazırlanan mikroskopik kesitlerde uygulanmıştır. Şeritler üzerinde kesitlerin alınacağı kısımlar belirlenirken, klor-çinko-iyot boyar maddesinin uygulandığı örneklerden yararlanılmıştır. Renk reaksiyonunun kuvvetli olduğu bölgeler tespit edilerek, bu bölgelerin safranin ve astra blue'nun uygulanacağı şeritler üzerine denk geldiği kısımlarda 10x10x20 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Daha sonra örnekler eşit miktarda alkol, gliserin ve su karışımında vakum altında bekletilerek yumuşamaları sağlanmıştır. Yumuşayan örneklerden Reichert kızaklı mikrotom yardımıyla 20 µm kalınlığında enine kesitler alınmış, standart teknikler kullanılarak safranin ve astra blue ile gerçekleştirilen boyama işlemini takiben kesitler daimi preparatlar haline getirilmiştir. Çift boyama tekniği ile odun kesitlerinde meydana gelen renk değişikliği Zeiss AxioPlan 2 imaging mikroskop ile incelenmiş ve kesitler üzerinde gerekli görülen alanların Zeiss AxioCam HRC Kamera ve AxioVision 4Ac bilgisayar programı kullanılarak fotoğrafları çekilmiştir.

Acridinorange boyar maddesinin uygulandığında farklı bir yol izlenerek mikroskopik kesitler yerine gövde kesitlerinden hazırlanan numuneler kullanılmıştır. Örneklerin yüzeyi 100 numaralı zımparadan başlayarak 400 numaralı zımparaya kadar, kabadan inceye doğru gidilerek zımparalanmış ve çok düzgün odun yüzeyleri elde edilmiştir. Örneklerin enine kesitlerine bir fırça yardımıyla acridinorange sürülerek 2-3 dakika nüfuz etmesi beklenmiştir. Meydana gelen renk değişimi Zeiss AxioPlan 2 imaging mikroskop ile floresans ışık altında incelenmiştir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada çekme odunu içeren üç farklı ağaç türünde (*F.sylvatica*, *P. alba*, *Q. robur*) farklı üç boyar madde kullanılarak verdikleri renk reaksiyonları makroskopik ve mikroskopik yöntemlerle incelenerek, çekme odununu tespit etmedeki etkinlikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar her boyar madde için aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

Klor-Çinko-İyot boyar maddesi (Herzberger ayıracı)

Klor-çinko-iyot boyar maddesi ile boyanan *F.sylvatica*, *P. alba* ve *Q. robur* odun örneklerinin verdikleri renk reaksiyonları sırasıyla Şekil 2'de verilmiştir.

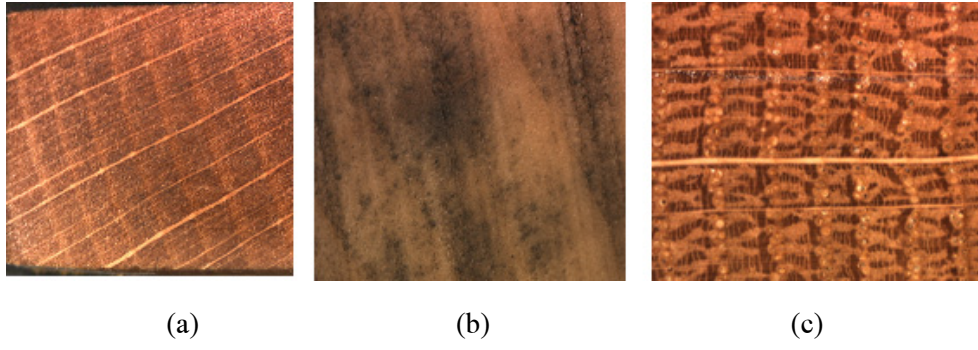
Şekil 2 incelendiğinde örnekler üzerinde çekme odunu içeren kısımlarda rengin koyulaştığı ve siyaha yakın bir renk aldığı görülmektedir. (Grzeskowiak vd., 1996) tarafından yapılan çalışmada klor-çinko-iyot boyar maddesinin uygulanması halinde çekme odununun açık mor ile menekşe rengine döndüğü, normal odunun ise sarı renk aldığı belirtilmektedir. Bu boyar madde odun yüzeyine uygulandığında içeriğindeki klor, selülozun makro-polimerleri arasındaki hidrojen bağlarını ortadan kaldırmakta ve iyot moleküllerinin birikmesini sağlamaktadır. Böylece çekme odununda mevcut jelatin tabakasından kaynaklanan selüloz oranındaki artış nedeniyle bu bölgeler belirgin koyu renk reaksiyonu vermektedir. Araştırmada çıplak gözle makroskopik olarak yapılan incelemelerde, klor-çinko-iyot boyar maddesinin *P.alba* ve *F.sylvatica*'da daha etkili olduğu, *Q. robur*'da ise renk reaksiyonunun fazla belirgin olmadığı gözlenmiştir. Bu durumun *Q.robur*'un koyu renkli ve geniş bir öz oduna sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. (Badia vd., 2005) tarafından yapılan çalışmada, klor-çinko-iyot boyar maddesinin açık renkli odunlarda çekme odununun makroskopik olarak tespitinde daha etkili bir boyama tekniği olduğu belirtilmektedir.

Bu çalışmada klor-çinko-iyot boyar maddesinin odun yüzeyine uygulanmasıyla meydana gelen koyu renk reaksiyonunun çok kısa süre içinde kaybolduğu gözlenmiştir. Bu durum iyotun ışık etkisi ile kısa sürede bozunması ile ilişkilendirilmiştir.

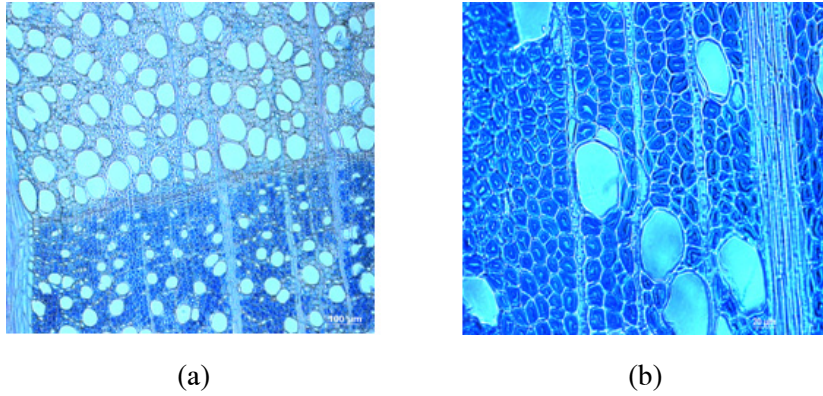
Safranin ve Astra blue boyar maddesi

Safranin ve astra blue boyar maddesi ile boyanan *F.sylvatica*, *P. alba* ve *Q. robur* odun örneklerinin verdikleri renk reaksiyonları sırasıyla Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir. İlgili şekiller incelendiğinde kesitlerde çoğunlukla koyu mavi rengin etkin olduğu görülmektedir.

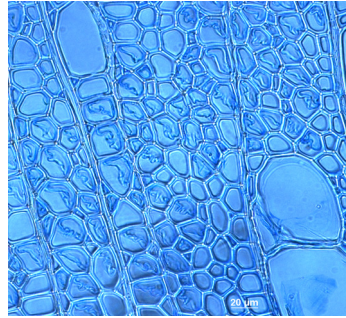
Koyu mavi renk yüksek selüloz oranını, dolayısıyla da çekme odununun varlığını işaret etmektedir. Safranin ve astra blue ile çift boyama tekniğinde safranin lignin için, astra blue ise selüloz için belirleyicidir.



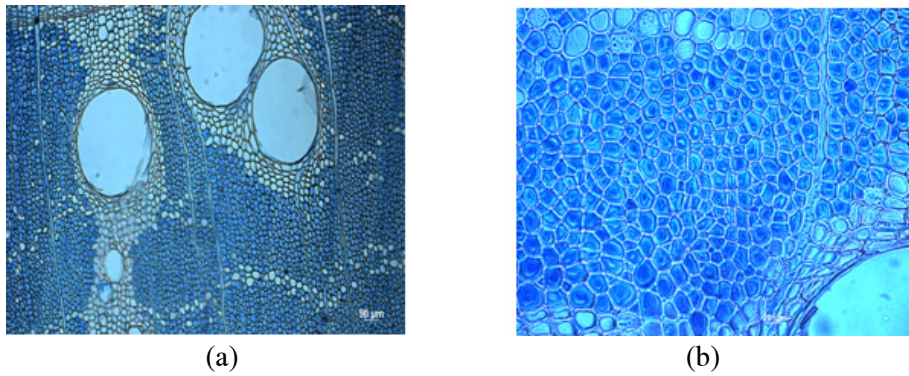
Şekil 2. (a) *F.sylvatica* (b) *P.alba* (c) *Q.robur* çekme odunlarının klor-çinko-iyot boyar maddesi ile vermiş olduğu renk reaksiyonları.



Şekil 3. (a) Safranin ve astra blue ile boyanan *F.sylvatica*' da çekme odunu dağılım oranının yıllık halkalar arasındaki farklılığı, (b) Yüksek oranda çekme odunu içeren *F. sylvatica*' da jelatinli lifler



Şekil 4. Safranin ve astra blue ile boyanan *P.alba* çekme odununda jelatinli lifler



Şekil 5. (a) Safranin ve astra blue ile boyanan *Q.robur* çekme odununda renk reaksiyonu, (b) Yüksek oranda çekme odunu içeren *Q.robur*' da jelatinli lifler

Safranin lignini kırmızıya, astra blue ligninin bulunmayışı halinde selülozu maviye boyamaktadır (Von Aufsess, 1973; Lillie, 1977). Bu çalışmada selüloz mavi renk reaksiyonu verirken, lignin açık pembe renk reaksiyonu vermiştir.

Şekil 3a incelendiğinde *F. sylvatica*'da çekme odunu dağılım oranının birbirini takip eden yıllık halkalarda aynı olmadığı anlaşılmaktadır. Yıllık halkalardan birincisinde lif hücreleri kalın jelatin tabakasına sahip olup, yüksek oranda selüloz içermeleri nedeni ile koyu mavi renk reaksiyonu vermiştir. Takip eden yıllık halkada ise lif hücrelerinin lümen kısmında jelatin tabakasının varlığından kaynaklanan mavi rengin birinci halkadaki kadar belirgin olmadığı ve çeperlerde ligninin varlığını işaret eden pembe rengin yoğun olduğu görülmektedir. Şekil 3b'de yüksek oranda çekme odunu içeren *F. sylvatica*'da jelatinli lifler görülmektedir.

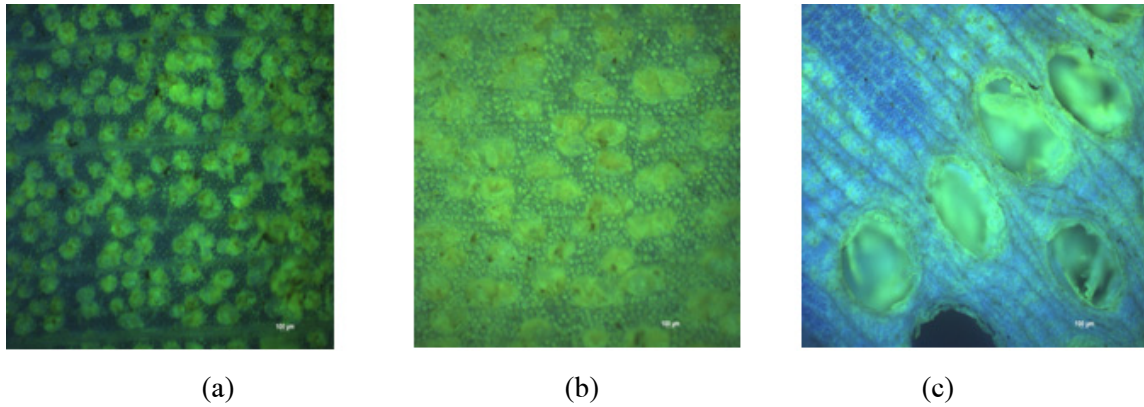
Şekil 4 incelendiğinde *P. alba*'da çekme odunu lif hücrelerinde mevcut jelatin tabakasının diğer iki ağaç türünde olduğu gibi hücre çeperiyle sıkı biçimde bağlanmayıp, hücre lüme

nini tamamen doldurmadığı ve jelatin tabakasının kuvvetli mavi renk reaksiyonu vermediği görülmüştür. Ayrıca, jelatin tabakasında görülen hafif pembe renklenmeler dikkat çekici bir durum olarak belirli oranda ligninin bulunduğu şeklinde yorumlanmıştır. Yapılan bazı araştırmalarda jelatin tabakasının esas olarak selülozdan meydana geldiği ve lignin depolanmasının görülmediği belirtilirken (Norberg ve Meyer, 1966; Wada vd., 1995; Donaldson, 2001), diğer bazı çalışmalarda ise jelatin tabakasında belirli oranda ligninin de var olduğu bildirilmektedir (Scurfield, 1971; Yoshida vd. 2002; Joseleau vd, 2004).

Şekil 5a ve 5b incelendiğinde *Q. robur*'da çekme odunu lif hücrelerinde jelatin tabakasının *F. sylvatica*'da olduğu gibi kuvvetli koyu mavi renk reaksiyonu verdiği, diğer hücre çeperlerinin açık pembe renk aldığı görülmektedir.

Acridinorange boyar maddesi

Acridinorange boyar maddesi ile boyanan *F. sylvatica*, *P. alba* ve *Q. robur*' odun örneklerinin verdikleri renk reaksiyonları sırasıyla Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. (a) *F. sylvatica* (b) *P. alba* (c) *Q. robur* çekme odunlarının acridinorange boyar maddesi ile vermiş olduğu renk reaksiyonları

Şekil 6 incelendiğinde, çekme odunu lif hücrelerindeki jelatin tabakalarının parlak yeşilimsi sarı renk reaksiyonu verdikleri görülmektedir. (Baum vd., 2000) tarafından yapılan çalışmada çekme odunu içeren *F. sylvatica* örneklerinden hazırlanan mikroskopik kesitler acridinorange ile boyanmış ve floresans ışık altında incelenmiştir. Jelatin tabakası turuncu, lif hücrelerinin sekonder çeperleri, paraşim hücreleri ve traheler yeşilimsi renk reaksiyonu vermiştir. Her iki araştırma sonunda elde edilen renk reaksiyonları arasındaki farklılığın boyar maddenin uygulandığı deneme materyalinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tarafımızdan

gerçekleştirilen çalışmada mikroskopik kesitler yerine gövde kesitleri kullanılmıştır.

Araştırmada çekme odununun tespiti için kullanılan üç farklı boyar maddeden klor-çinko-iyot (Herzberger ayırıcı) pratikte uygulama açısından en kolay metot olarak görülmektedir. Ancak bu metodun sadece çekme odununun bulunup bulunmadığı konusunda bilgi sahibi olmak istendiğinde kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Çekme odunu oranı ve dağılımının belirlenmesinin istenildiği durumlarda, gerek odun yüzeyinde renk dağılımının koyu renkli öz odun tabakasında fazla belirgin olmayışı ve gerekse oluşan koyu renk reaksiyo-

nunun kısa süre içinde kaybolması yüzünden klor-çinko-iyot boyar maddesinin vereceği sonuçların doğru ve kesin olmayacağı düşünülmektedir.

Çekme odununun tespiti açısından enine kesitleri zımparalanarak düzeltilmiş odun örneklerinin yüzeyine acridinorange sürülmesi her üç ağaç türü için de uygun sonuç vermiştir. Ancak bu metotla çekme odunu oranı ve dağılımı ile ilgili bilgi sahibi olmak istendiğinde sonuçların klor-çinko-iyot boyar maddesinde olduğu gibi doğru ve kesin olmayacağı düşünülmektedir. Her iki metotla ilgili olarak öne sürülen çekincelerin doğruluğunun belirlenebilmesi için daha detaylı araştırmaların yapılmasına gerek duyulmaktadır.

Mikroskopik kesitleri safranin ve astra blue ile boyama metodu selüloz ve ligninin varlığını eş zamanlı olarak göstermesi açısından en uygun metot olarak görülmüştür. Bu metotla boyanmış kesitlerinin mikroskop altında incelenmesiyle çekme odununun yapısı ile ilgili daha doğru ve kesin sonuçların elde edileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, bu metodun uygulamasında diğer iki metoda göre daha uzun süreye ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Archer, R.R. (1986). *Growth Stresses and Strains in Trees*. Springer Series in Wood Science. Springer-Verlag, Berlin.
- Araki, N., Fujita, M., Saiki, H. and Harada, H. (1982). Transition of the fiber wall structure from normal wood to tension wood in *Robinia pseudoacacia* L. and *Populus euramericana* Guiner. *Mokuzai Gakkaishi* 28, 267-273.
- Araki, N., Fujita, M., Saiki, H. and Harada, H. (1983). Transition of fiber wall structure from normal wood to tension wood in certain species having gelatinous fibers of S₁ + G and S₁+S₂+S₃+G types. *Mokuzai Gakkaishi* 29, 491-499.
- Badia, M.A., Mothe, F., Constant, T. and Nepveu, G. (2005). Assessment of tension wood detection based on shiny appearance for three poplar cultivars. *Annals of Forest Science* 62, 43-49.
- Badia, M.A., Constant, T., Mothe, F. and Nepveu, G. (2006). Tension wood occurrence in three cultivars of *Populus x euramericana*. Part I: Inter-clonal and intra-tree variability of tension wood. *Annals of Forest Science* 63, 23-30.
- Baum, S., Schwarze, F.W.M.R. and Fink, S. (2000). Persistence of the gelatinous layer within altered tension wood fibres of beech degraded by *Ustilina deusta*. *New Phytologist* 147, 347-355.
- Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N. (2000). *Odun Anatomisi*. İ.Ü.Orman Fakültesi, Yayın No: 4263 / 466, Dilek Matbaası, İstanbul, s: 204-216.
- Chantre, G. (1993). Le bois de tension dans le genre *Populus*: effect clonal à un stade juvénile, consequences d'une selection precoce sur quel-ques parametres technologiques, in: Thibaut B. (Ed.), *V^e Seminaire Architecture, Structure, Mechanique de l'Arbre, LMGC*, Universite de Montpellier II., p: 187.
- Clarke, S.H. (1937). The distribution, structure and properties of tension wood in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Forestry* 11,85-91.
- Côté, W.A. and Day, A.C. (1965). *Anatomy and Ultrastructure of Reaction Wood*. In: Côté, W.A. Jr. (ed) *Cellular Ultra-Structure of Woody Plants*. Syracuse University Press, New York, p: 391-418.
- Dadswell, H.E. and Wardrop, A.B. (1955). The structure and properties of tension wood. *Holzforschung* 9, 97-104.
- Donaldson, L.A. (2001). Lignification and lignin topochemistry an ultrastructural view. *Phytochemistry* 57, 859-873.
- Fisher, J.B. and Stevenson, J.W. (1981). Occurrence of reaction wood in branches of dicotyledons and its role in tree architecture. *Bot. Gaz.* 142, 82-95.
- Fournier, M., Bailleres, H. And Chanson, B. (1994). Tree biomechanics: growth, cumulative pre-stresses and reorientation. *Journal of Biomimetics* 2, 229-252.
- Gonet, B. (1971). Niektore własności techniczne drewna napieciowego u buka. *Dylwan* 6, 25-35.
- Grzeskowiak, V., Sassus, F. and Fournier, M. (1996). Coloration macroscopique, retraits longitudinaux de maturation et de séchage du bois de tension du peuplier

- (*Populus x euramericana* cv. 1214). *Annals of Forest Science* 53, 1083-1097.
- Höster, H.R. and Liese, W. (1966). Über das vorkommen von reaktionsgewebe in wurzeln und ästen der dikotyledonen. *Holzforschung* 20, 80-90.
- Joseleau, J., Imai, T., Kuroda, K. And Ruel, K. (2004). Detection in situ and characterization of lignin in the G-layer of tension wood fibres of *Populus deltoides*. *Planta* 219, 338-345.
- Jourez, B. (1993). Technique de détection du bois de tension du peuplier sur échantillon massif, in: Thibaut B. (Ed.). *V^e Séminaire Architecture, Structure, Mécanique de l'Arbre, LMGC*. Université Montpellier II, p:187.
- Kroll, R.E., Ritter, D.C., Gertjeansen, R.O. and Au, K.C. (1992). Anatomical and physical properties of balsam poplar (*Populus balsamifera* L.) in Minnesota. *Wood Fiber Science* 24, 13-24.
- Kucera, L.J. and Philipson, W.R. (1977a). Growth eccentricity and reaction anatomy in branch wood of *Drimys wintera* and five native New Zeland trees. *New Zeland Journal of Botany* 15, 517-524.
- Kucera, L.J. and Philipson, W.R. (1977b). Occurrence of reaction wood in some primitive dicotyledonous species. *New Zeland Journal of Botany* 15, 649-654.
- Kucera, L.J. and Philipson, W.R. (1978). Growth eccentricity and reaction anatomy in branch wood of *Pseudowintera colorata*. *American Journal of Botany* 65, 601-607.
- Leclercq, A. (1989). La qualite du bois de quelques nouveaux cultivars belges de peuplier. *Document Interne, Station de Technologie Forestière de Gembloux*, p: 19.
- Lillie, R.D. (1977). *H.J. Conn's Biological Stains*. Williams and Wilkins Co. Baltimore, p:455.
- Maeglin, R.R. (1987). Juvenile wood, tension wood, and growth stress effect on processing hardwoods. *Proceedings of the 15th Annual Hardwood Symposium of the Hardwood Research Council, 1987* May 10-12, Memphis, TN. Memphis, TN: Hardwood Research Council, p: 100-108.
- Maylan, B.A. (1981). Reaction wood in *Pseudowintera colorata* -A vessel- less dicotyledon. *Wood Science and Technology* 15, 81-92.
- Norberg, P.H. and Meyer, H. (1966). Physical and chemical properties of the gelatinous layer in tension wood fibers of aspen (*Populus tremula* L.). *Holzforschung* 20, 174-178.
- Ohta, S. (1979). Tension wood from the stems of *Populus x canadensis* aggr. with various degrees of leaning. I. Macroscopic identification and distribution of tension wood within stems. *Journal of Japan Wood Res. Soc.* 25, 610-614.
- Onaka, F. (1949). Studies on compression and tension wood. *Wood Research Bull.* Wood Research Institute, Kyoto University, Japan 24 (3), 1-88.
- Panshin, A.J. ve De Zeew, C. (1980). *Textbook of Wood Technology. 4rd.Edition*. Mc Graw-Hill Book Co., NewYork.
- Panshin, A.J. ve De Zeew, C. (1981). *Structure, Identification, Uses and Properties of The Commercial Woods of The United States*, in: *Textbook of Wood Technology*. McGraw-Hill.
- Sacre, E. (1959). Le bois de tension des peupliers. *Bull. Inst. Agron. Stat.Rech. Gembloux* 27, 435-444.
- Scurfield, G. (1971). Histochemistry of reaction wood cell walls in two species of *Eucalyptus* and in *Tristania conferta* R. Br. *Australian Journal of Botany* 20, 9-26.
- Sewalt, V.J., Ni, W., Jung, H.G. and Dixon, R. (1997). Lignin impact on fiber degradation: increased enzymatic digestibility of genetically engineered Tobacco (*Nicotina tabacum*) stems reduced in lignin content. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45, 1977-1983.
- Srebotnik, E. and Messner, E. (1994). A simple method that uses differential staining and light microscopy to assess the selectivity of wood delignification by white rot

fungi. *Appl. Env. Microbiol* 60, 1383-1386.

Timell, T.E. (1986). *Compression Wood in Gymnosperms*. Vol. I. Springer, Berlin Heidelberg, New York, p: 1-7, 597-621.

Vasquez-Cooz, I. and Meyer, R.W. (2002). A differential staining method to identify lignified and unlignified tissues. *Biotechnic and Histochemistry* 77 (5 and 6), 277-282.

Von Aufsess, B.H. (1973). Mikroskopische darstellung des Verholzungsgrades durch färbemethoden. *Holz als Roh-und Werkstoff* 31, 24-33.

Wada, M., Okano, T., Sugiyama, J. and Horii, F. (1995). Characterization of tension and normally lignified wood cellulose in *Populus maximowiczii*. *Cellulose* 2, 223-233.

Wardrop, A.B. (1964). *Reaction Anatomy of Arborescent Angiosperms*. In: H. Zimmermann (ed.), *The Formation of Wood in Forest Tree*. Academic Press, New York, London.

Westing, A.G. (1965). Formation and function of compression wood in gymnosperms. *Bot.Rev* 31, 381-480.

Yoshida, M., Ohta, H. and Okuyama, T. (2002). Tensile growth stress and lignin distribution in the cell walls of black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Journal of Wood Science* 48, 99-105.

Yoshizawa, N., Satoh, M., Yokota, S. and Idei, T. (1993a). Formation and structure of reaction wood in *Buxus microphylla* var. *Insularis* Nakai. *Wood Science and Technology* 27, 1-10.

Yoshizawa, N., Watanabe, N., M., Yokota, S. and Idei, T. (1993b). Distribution of guaiacyl and syringyl lignins in normal and compression wood of *Buxus microphylla* var. *Insularis* Nakai. *LAWA Journal* 14, 139-151.

Yoshizawa, N., Inami, A., Miyake, F. and Yokota, S. (2000). Anatomy and lignin distribution of reaction wood in two *Magnolia* species. *Wood Science and Technology* 34, 183-196.



A.Dilek DOĞU, Sakarya doğumludur. Tüm eğitimini İstanbul'da tamamlamıştır. Halen İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Anabilim Dalında görev yapmaktadır. Uzmanlık alanı Odun Anatomisi'dir. Evli ve bir çocuk annesidir.

