

ASETİLLENDİRİLMİŞ LADİN YONGALEVHALARININ ESMER ÇÜRÜKLÜK MANTARINA (*Coniophora puteana*) KARŞI DAYANIKLILIĞI

Eylem DİZMAN
Ümit C. YILDIZ
Sibel YILDIZ
Mustafa ASLAN
Ali TEMİZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, 61080 Trabzon
Engin D. GEZER
Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi, 08000 Artvin

Geliş Tarihi: 08.05.2006

Özet: Çürütücü mantarlara karşı oduna oldukça iyi koruma ve biyolojik dayanım sağlayan asetillendirme teknolojisinin etkinliğini yongalevhada gözlemleyebilmek amacıyla yürütülen çalışmada, yaklaşık %15 ve %20 ağırlık kazanç değerleri verecek şekilde 1 ve 3 saat boyunca asetillendirilen ladin yongalevhaları EN 113 standardına uygun olarak esmer çürüklük mantarının saldırısına (*Coniophora puteana*) maruz bırakılmıştır.

Çalışmada, asetillendirilmiş levhalar ile asetillendirilmemiş kontrol levhalarının biyolojik dayanım performansları karşılaştırılmıştır. Asetillendirme işleminin yongalevhaları esmer çürüklük mantarlarına karşı büyük ölçüde koruduğu gözlenmiştir. Özellikle 3 saat uygulanan asetillendirme işlemi yoğun mantar tahribatına karşı oldukça düşük ağırlık kaybı değerleri vererek iyi bir performans sergilemiştir.

Anahtar kelimeler: Asetillendirme, *C. puteana*, biyolojik dayanım, esmer çürüklük

BIOLOGICAL RESISTANCE OF ACETYLATED SPRUCE PARTICLEBOARDS AGAINST TO BROWN ROT FUNGI (*Coniophora puteana*)

Abstract: In this study, it was aimed to see the superior properties of acetylation technology which protects the wood against to wood destroying organisms perfectly, on particleboards. Therefore, particleboards made from 1 and 3 hour acetylated particles and gave approximately 15% and 20% weight percent gain, exposed to brown rot fungi *Coniophora puteana* according to procedures defined in EN 113 standard.

Biological resistance of acetylated and untreated (control) boards were compared. The acetylated boards demonstrated increased durability against brown rot fungi. Especially 3 hour acetic anhydride treatment reduced the weight losses more significantly than others and showed greater biological resistance.

Keywords: Acetylation, *C. puteana*, biological resistance, brown rot fungi

1. GİRİŞ

Odun ile zararlı çevresel faktörler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucu; odunun biyolojik bakımdan bozulması, tutuşabilmesi, çalınması, mor ötesi (UV) ışınlarla bozunması, asit ve bazlardan olumsuz etkilenmesi gibi arzu edilmeyen özellikler ortaya çıkmaktadır. Bu zarar ve bozulma şekilleri de odunun yoğunluk, direnç ve estetik özelliklerini büyük ölçüde azaltmaktadır. Dolayısı ile herhangi bir ön koruma işlemine tabi tutulmamış birçok odun türünün doğal dayanıklılığı, onların dış koşullarda kullanılabilmesi için yeterli düzeyde değildir.

Uzun yıllardan bu yana yapılan çalışmalarda ahşap malzemelerin kullanım ömrünü etkin bir şekilde arttırmak için birçok odun koruyucu madde (Bakır Krom Arsenik, (CCA); tri bütil kalay oksit, (TBTO); pentaklorfenol, (PCP); vd.) denenmiştir. Ancak söz konusu birçok maddenin yıkanması ve atıl hale geldiklerinde yeniden değerlendirilememesi ve dolayısı ile oluşan atık problemi nedeniyle geleneksel emprenye maddeleri kullanımına ilişkin çevresel baskılar vardır. Artan çevresel baskılar nedeniyle daha çevre dostu yöntemler kullanılarak ahşap malzemenin kullanım süresinin artırılması ile ilgili çalışmalar dünyanın pek çok yerinde önem kazanmaktadır (1). Bu açıdan bakıldığında odun modifikasyonu tek bir işlemle bir çok avantaj sağlayacak bir gelecek vaat etmektedir. Asetillendirme teknolojisi bu alanda en çok çalışılan ve ticarileştirilen bir yöntemdir (2).

Odun kompozitlerinin kimyasal modifikasyonu, potansiyel olarak degrade edici enzimlerin direk olarak substratla ilişkiye girmesi ve substratın spesifik bir kimyasal konfigürasyona ve moleküler yapıya sahip olması teorisine dayanmaktadır (3). Hücre çeper polimerlerindeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona giren kimyasallar odunun kimyasal yapısını öyle değiştirmektedirler ki yüksek seçici enzimatik reaksiyonlar oluşmamaktadır. Ayrıca, kimyasal modifikasyon hücre çeper polimerlerinin rutubetini biyolojik bozunmaların oluşmadığı bir noktaya kadar azaltmaktadır. %15 ağırlık kazanç değeri verecek şekilde modifiye edilen odun, esmer çürüklük ve beyaz çürüklük mantarlarınca gerçekleştirilen bozunmayı önlemede yeterlidir. %10 ağırlık kazanç değeri verecek şekilde asetillendirilen odun, zeminle temasta önemli bir rol oynayan yumuşak çürüklük bozunmasına karşı tamamen koruma sağlayabilmektedir (4).

Papadopoulos ve Hill tarafından yapılan çalışmada, asetillendirilmiş odunun odun çürütücü mantar yada diğer organizmalara karşı tam bir koruma sağlaması için yaklaşık %20 ağırlık kazanç değerinin gerekli olduğu belirtilmiştir (5).

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal bir yayılış alanı gösteren ladin odunu yongalarının yaklaşık %15-20 ağırlık kazanç

değeri verecek şekilde 1 ve 3 saat boyunca asetillendirilmesi ve fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen 3 tabakalı yongalevhaların esmer çürüklük mantarı *C. puteana*’ ya karşı biyolojik dayanımı araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Ağaç Malzeme: Araştırmada KTÜ Orman Fakültesi yongalevha pilot tesisinde Trabzon Orman İşletme bakım kesimlerinden temin edilen doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) tomruklarından üretilen yongalar kullanılmıştır.

Tutkal: Polisan A.Ş. tarafından üretilmiş Polifen 47 kodlu; %47 katı madde içeriğine sahip, 200-500 cPs vizkoziteli, pH değeri 10.5-13, görünüşü kırmızı kahverengi sıvı, jelleşmesi 105°C’de 10-20 dk. özelliklerine sahip fenol formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

Kimyasallar: KTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden temin edilen asetik anhidrit, aseton ve ksilen (Merck) kullanılmıştır.

Çürüklük mantarı: Esmer çürüklük mantarı *Coniophora puteana* (Schum.:Fr.) Karst. Mad-515; Madison, Wisconsin, A.B.D.’ deki Orman Ürünleri Laboratuvarından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Yongaların asetillendirme işlemi ve yongalevha üretimi

Asetillendirme öncesinde yongaların %2 rutubette olması tavsiye edildiğinden, batırma öncesi yongalar 103±2 °C’de kurutularak istenen rutubete getirilmiştir. Yongaların % 2 rutubetteki ağırlıkları ölçülmüş ve batırma öncesi ağırlık (A_0) olarak kaydedilmiştir. Yongalar daha önceden hazırlanan eşit hacimdeki (1/1, v/v) asetik anhidrit/ksilen çözeltisine 5 dakika süreyle batırılmıştır. Batırma sonrası yongalar 5 dakika süzölmeye bırakılmıştır. Süzölme sonrasında orta ve dış tabaka yongalarının 120°C’de bir etüv içerisinde 1 ve 3 saat boyunca reaksiyona girmesi sağlanmıştır. Modifikasyon işlemi için tam kuru yonga ağırlığına oranla %25 oranında anhidrit kullanılmıştır. Reaksiyon tamamlandıktan sonra etüvden alınan yongalardaki reaksiyona girmeyen ve fazla olan kimyasal maddenin uzaklaşması için, ilk önce asetonla ardından suyla yıkama işlemi uygulanmıştır. Yongalar daha sonra 103±2 °C’de kurutulmuş, ağırlıkları tekrar belirlenerek batırma sonrası ağırlık (A_1) olarak kaydedilmiştir. Yongaların modifikasyonu öncesindeki ağırlıkları (A_0) ile modifikasyonu sonrasındaki ağırlıklarından (A_1) yararlanılarak yüzde ağırlık kazançları [1] nolu eşitliğe göre hesaplanmıştır (6):

$$A_{kaz.} (\%) = \left(\frac{A_s - A_{\delta}}{A_{\delta}} \right) \times 100 \quad [1]$$

Yongalevhalar, 3 tabakalı, 18mm kalınlığında ve 0.65 g/cm³ yoğunlukta üretilmişlerdir. Tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalar için %10, orta tabaka için ise %8 oranında fenol formaldehit tutkalı kullanılmıştır. %3 rutubete kadar kurutulmuş yongalara beş adet karıştırma koluna sahip tutkallama makinesinde fenol formaldehit tutkalı püskürtülmüştür. Deneme levhaları pres şartları; sıcaklık 150°C, süre 7–8 dk (pres kapandıktan sonra), basınç 24–26 kp/cm² olarak belirlenmiştir. Dış tabakalar levha kalınlığının % 40'ini, orta tabaka ise %60'ini oluşturacak şekilde üretilmişlerdir.

2.2.2. Çürüklük testinin yapılması

Esmer çürüklük mantarına karşı direnç testi EN 113 (1980) standardına göre gerçekleştirilmiştir (7). Her varyasyonun 4 tekrarı olacak şekilde, 1 x 1 x 1,8 cm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Örnekler mantar testi öncesinde 103 ± 2 °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları ölçülerek çürüklük öncesi tam kuru ağırlık (Çö) olarak kaydedilmiştir.

C. puteana mantar misellerinin bulunduğu her bir kavanoza bir test ve bir kontrol örneği cam sehpalara üzerine yerleştirilmiştir. Tüm kavanozlar 20 °C ve %65 bağıl nemi olan klima dolabında 4 ay beklemek üzere bırakılmıştır.

Süre sonunda kavanozlardan alınan örneklerin üzerindeki mantar miselleri temizlendikten sonra 103 ± 2 °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları ölçülerek çürüklük sonrası tam kuru ağırlık (Çs) olarak kaydedilmiştir.

$$AK(\%) = \left(\frac{\text{Çö} - \text{Çs}}{\text{Çö}} \right) \times 100 \quad [2]$$

Esmer çürüklük mantarı *C. puteana* tahribatı ile örneklerde oluşan ağırlık kaybı (%) [2] nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (8). Örneklerin dayanıklılık sınıfları ağırlık kayıpları esas alınarak ASTM D 2017-81 (9) standardına göre belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

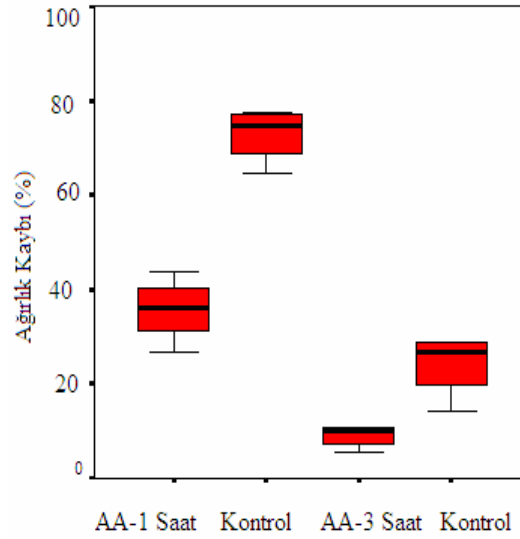
C. puteana mantarının yoğun tahribatına maruz bırakılan test ve kontrol örneklerinin ağırlık kaybı değerlerine ait aritmetik ortalama (X), standart sapma (S) ve dayanıklılık sınıfları ile asetillendirilen yongaların ağırlık kazanç değerleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Deneme levhalarının ortalama ağırlık kayıpları (%), standart sapması (S) dayanıklılık sınıfları ve yongaların ağırlık kazanç değerleri

Ağaç Türü	Varyasyon	Ağırlık Kazancı (%)	Ağırlık Kaybı (%)		
			X	S	Dayanıklılık Sınıfları
Ladin	AA-1 saat-Test	14	35.7	7.00	Kısmen Dayanıklı
	Kontrol	-	72.9	5.84	Çok az dayanıklı- Dayanıksız
	AA-3 saat-Test	19	9.07	2.57	Yüksek Dayanıklı
	Kontrol	-	25	6.78	Kısmen Dayanıklı

AA-1 saat : 1 saat asetillendirme işlemi uygulanan yongalevha örnekleri
AA-3 saat : 3 saat asetillendirme işlemi uygulanan yongalevha örnekleri

Minimum, maksimum ve ortalama ağırlık kaybı değerleri test ve kontrol örnekleri için karşılaştırmalı olarak Grafik 1'de gösterilmektedir.



Grafik 1. Test ve kontrol örneklerinin ağırlık kaybı değerleri

Grafik ve tabloda da görüleceği üzere asetillendirme işlemi uygulanan örnekler (test) herhangi bir işleme tabi tutulmayan (kontrol) örneklerle göre oldukça iyi bir biyolojik dayanım sergilemiştir. 1 saat asetillendirilen levhalar kontrole göre %51, 3 saat asetillendirilen levhalar kontrole göre %64 daha fazla dayanım sağlamışlardır. Deneme levhaları içinde 3 saat asetillendirme işlemi uygulanan levhalar sadece

%9.07 ağırlık kaybıyla daha üstün bir performans göstererek yüksek dayanıklı sınıfta yer almışlardır.

Çalışmada 1 saatlik asetillendirme işlemi ile yongalar %14, 3 saatlik asetillendirme işlemi ile %19 ağırlık kazancı değerleri vermiştir. 3 saat asetillendirme işlemine tabi tutulan levha grubunun daha iyi sonuçlar vermesi ağırlık kazancı değerlerinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Kontrol gruplarının farklı ağırlık kayıpları vermesinin nedeni ise, farklı ağırlık kazancı değerlerine sahip asetillendirilmiş test örneklerinin mantarın büyümesini kısıtlamış olmasından kaynaklanabilir. EN 113 standardına göre yapılan çürüklük testinin geçerli olabilmesi için kontrol gruplarının %20 ve daha yüksek ağırlık kaybı vermesi gerekmektedir. Yapılan araştırmada kontrol grupları bu değeri sağlamıştır.

Asetillendirilmiş örneklerin birçok özelliği asetillendirme ile oluşan ağırlık kazancı değerlerine bağlıdır. Reaksiyon sıcaklığı ve süresi ağırlık kazancı değeri üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Literatürde belirtilen ağırlık kazancı değerleri yöntem, çözücüye, süreye, ağaç türüne ve daha birçok reaksiyon etkenlerine bağlı olarak değişmektedir (10).

İzosianat, epoksit ve anhidrit kullanılarak modifiye edilen odun, hidrofobik yapı kazanması ile mantar saldırılarına karşı daha dayanıklı hale gelmektedir. Hidrofobik yapı, hücre çeper polimerlerine suyun girmesini önlemekte ve böylece odunun enzimatik hidrolizi engellenmiş olmaktadır (11). Daha önce Dizman ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, 3 saat süresince %19 ağırlık kazancı değeri verecek şekilde asetillendirilen ladin yongalarından üretilen levhalarda 24 saatlik kalınlık artımı değerleri kontrole kıyasla %78, su alma oranı değerleri ise %46 oranla azaltılmıştır. Aynı özellikler 1 saat asetillendirilen ve %14 ağırlık kazancı değerlerine sahip örneklerde ise % 55 ve %30 çıkmıştır. Asetillendirme işlemi ile levhalara iyi bir boyut stabilizasyonu sağlanmıştır. Boyut stabilizasyonu 3 saat asetillendirilen levhalarda daha yüksek bulunmuştur (12).

Asetillendirme yöntemi ile odunda boyut stabilizasyonu sağlanması, mantar saldırıları için gerek duyulan denge rutubet miktarını azaltılması ve iyi bir biyolojik dayanım sağlanmasını konu alan benzer çalışmalar, Rowell ve arkadaşları (13), Feist ve arkadaşları (14), Rowell ve Norimoto (15), Youngquist ve arkadaşları (16), Arora ve arkadaşları (17), Hadi ve arkadaşları (18), Chow ve arkadaşları (19) tarafından yapılmıştır.

Okino ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, 4 saat boyunca asetillendirilmiş servi (*Cupressus sempervirens*) yongalarından şerit levha ve normal yongalevha üretilmiştir. Levhalar ASTM-D 2017-81'e göre (9) beyaz çürüklük mantarı *Trametes versicolor*, esmer çürüklük mantarı *Gloeophyllum trabeum* mantarına maruz bırakılmıştır. 12 hafta

sonrasında her iki mantar türü için kontrol örnekleri “dayanıklı” sınıfında yer alırken, asetillendirilmiş test örnekleri “yüksek dayanıklı” sınıfında yer almıştır (20).

Nilsson ve arkadaşları 4 farklı yöntemle sarıçam yongalarını asetillendirerek üretilen yongalevhaların biyolojik dayanımını araştırmışlardır. 12 ay sonrasında asetik anhidrit/ ksilen çözeltisi ile %23 ağırlık kazanç değeri veren örneklerde hiçbir mantar tahribatı olmadığı gözlenmiştir (21).

Okino ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, loblolly çamı (*Pinus taeda* L.) ve okaliptus (*Eucalyptus grandis*) yongaları sırasıyla %19 ve %16 ağırlık kazancı verecek şekilde asetillendirilmiş ve ASTM D 2017-71’e göre (9) çürüklük direnci, esmer çürüklük mantarı *Gloeophyllum trabeum* ve beyaz çürüklük mantarı *Pycnoporus sanguineus* kullanılarak belirlenmiştir. Asetillendirilmiş çam ve okaliptus yongalevhalarının her ikisi de odun-tahrip edici Basidiomycetes mantarlarına karşı yüksek dayanıklı olarak sınıflandırılmıştır. Asetillendirme işlemi boyutsal stabiliteyi iyileştirmesi yanında her iki mantarın saldırısını da önlemektedir. Asetillendirme büyük ölçüde çam ve okaliptus yongalevhalarının su absorpsiyonunu azalmaktadır. Çam yongalevhalarının kalınlık artışı kontrollerine göre %94 azalmıştır. Okaliptus yongalevhalarının kalınlık artışı kontrollerine göre %77 daha azdır. Büyük ölçüde değişen başka bir özellik ise %30, 65 ve %95 bağıl nemdeki rutubet absorpsiyonudur (22).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Asetillendirme yöntemi ile masif odun ve levha ürünlerine, her türlü odun tahripçisi organizmalara karşı iyi bir dayanımın sağlanmasının yanı sıra dış koşullara karşı dirençte artırılabilir.

Kimyasal modifikasyon ile hücre çeper polimerlerindeki hidroksil gruplarıyla reaksiyona giren kimyasallar odunun kimyasal yapısını öyle değiştirmektedirler ki yüksek seçici enzimatik reaksiyonlar oluşmamaktadır. Ayrıca, kimyasal modifikasyon hücre çeper polimerlerinin rutubetini biyolojik bozunmaların oluşmadığı bir noktaya kadar azaltmaktadır (4), dolayısı ile hidrofobik yapının kazanılması ile hücre çeper polimerlerine suyun girmesini önlemekte ve böylece odunun enzimatik hidrolizi engellenmiş olmaktadır (11).

Çalışmada 1 ve 3 saat asetillendirilen ve ağırlık kazancı değerleri sırasıyla %14 ve %19 olan levhalar kontrol levhalarına göre oldukça iyi bir koruma sağlamışlardır. Ancak 3 saat asetillendirilen levhaların mantar tahribatına karşı koruma performansı daha yüksektir.

Görüleceği üzere, asetillendirme yongalevhaların çürümeye olan hassasiyetini büyük ölçüde azaltmaktadır. Toprakla temas etmeyen ancak dış koşullarda kullanılacak ve mantar tahribatına maruz kalabilecek kullanım yerlerinde asetillendirme teknolojisinden faydalanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Kartal, S.N., Imamura, Y., Removal of Copper, Chromium and Arsenic from CCA-C Treated Wood, International Conference on Forest Products, Better Utilisation of Wood for Human, Earth and Future, Daejeon, Korea, 2003, s. 480–488.
2. Suttie, E., Thompson, J.H.R., Opportunites for UK grown timber: Wood Modification State of The Art Review, DTI Contruction Industry Directorate and Forestry Commission, Project Report Number 203-343, 2001.
3. Rowell, R.M., Esenther, G.R., Nicholas, D.D., Nilsson, T., Biological Resistance of Southern Pine and Apsen Flakeboards Made from Acetylated Flakes, Journal of Wood Chemistry and Technology, 7(3), (1987) 427-440.
4. Rowell, R.M., Chemical Modification of Wood; Its Application to Composite Wood Products, Proceedings of the Composite Wood Products Symposium, New Zealand, 1988, s. 56-57.
5. Papadopoulos A. N., Hill, C.A.S., The Biological Effectiveness of Wood Modified With Linear Chain Carboxylic Acid Anhydrides Against *Coniophora Puteana*, Holz Als Roh Und Werkstoff, 60(5), (2002) 329-332.
6. Odabaş, Z., Asetillendirmenin Orta Yoğunluktaki Lif Levha (MDF)'nin Özelliklerine Etkisi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 1999.
7. EN-113, Wood Preservatives-Determination of Toxic Values of Wood Preservatives Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured on Agar Medium, European Committee for Standardisation (CEN), Brussels, Belgium, 1996.
8. Nemli, G., Gezer, E.D., Yıldız, S., Temiz, A., Yüzey ve Kenar Kaplama Malzemeleri ile Bazı Emprenye Maddelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Proje Kodu: 21.113.0024, KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri, Trabzon, 2005.

9. ASTM D 2017-81, Standard Test Method for Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.09. Philadelphia: American Society for Testing and Materials-ASTM, 1994, s. 324–328.
10. Brelid, P.L., The Influence of Post Treatments on Acetyl Content for Removal of Chemicals After Acetylation, Holz als Roh-und Werkstoff, 60(2), (2002) 92-95.
11. Chen, C.G., Fungal Resistance of Loblolly Pine Reacted With Para-Toluene Sulfonyl Chloride or Isocyanate, Wood and Fiber Science, 24(2), (1992) 161–167.
12. Dizman, E., Yıldız, Ü.C., Yıldız S., Ustaömer, D., Gezer, E.D., Temiz, A., Asetillendirilmiş Ladin Yongalevhalarının Bazı Fiziksel Özellikleri, Ladin Sempozyumu, Trabzon, 20-22 Ekim 2005, 2. cilt, s. 986-993.
13. Rowell, R.M., Dawson, B.S., Hadi, Y.S., Nicholas, D.D., Nilsson, T., Plackett, D.V., Simonson, R., Westin, M., Worldwide in Ground Stake Test of Acetylated Composite Boards, 28. Annual Meeting, Whistler, Canada, 1997, IRG/WP 97-40088.
14. Feist, W.C., Rowell, R.M., Youngquist, J.A., Weathering and Finish Performance of Acetylated Aspen Fiberboard, Wood and Fiber Science, 23(2), (1991) 260-272.
15. Rowell, R.M., Norimoto, M., Acetylation of Bamboo Fiber, Journal of the Japan Wood Research Society, 33(11), (1987) 907-910.
16. Youngquist, J.A., Krzysik, A., Rowell, R.M., Dimensional Stability of Acetylated Aspen Flakeboard, Wood and Fiber Science, 18(1), (1986) 90-98.
17. Arora, M., Rajawat, M.S., Gupta, R.C., Effect of Acetylation on Properties of Particle Boards Prepared from Acetylated and Normal Particles of Wood, Holzforschung and Holzverwertung, 33(1), (1981) 8-10.
18. Hadi, Y.S., Palckett, D.V., Dunningham, E.A., Acetylated Fiberboard Properties, Chemical Modification of Lignocellulosic, Rotorua, New Zeland, 7-8 November 1992, FRI Bulletin, No: 176, s. 9-15.
19. Chow, P., Bao, Z., Youngquist J.A., Rowell, R.M., Muahl, J.H. Krzysik, A.M., Properties of Hardboards Made from Acetylated Aspen and Southern Pine, Wood and Fiber Science, 28(2), (1996) 252-258.

20. Okino, E., Souza, M., Santana, M., Alves, M., Sousa, M., Teixeira, E., Evaluation of The Physical and Biological Properties of Particleboard and Flakeboard Made From *Cupressus Spp.*, International Biodeterioration and Biodegradation, 53(1), (2004) 1-5.
21. Nilsson, T., Rowell, R.M., Simonson, R., Tillman, A.M., Fungal Resistance of Pine Particle Boards Made From Various Types of Acetylated Chips, Holzforschung, 42(2), (1988) 123-126.
22. Okino, E.Y.A., Rowell, M.R., Santana, M.A.E., Souza, M.R., Decay of Chemically Modified Pine and Eucalyptus Flakeboards Exposed to White and Brown Rot Fungi, Ciencia a Cultural Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science, 50(1), (1998) 52-55.