

ODUN ÖZELLİKLERİ VE YÜZEY İŞLEMLERİNE ETKİLERİ

Abdulkadir MALKOÇOĞLU
Turgay ÖZDEMİR
KTÜ Orman Fakültesi, 61080 Trabzon
Nurdan ARZ
KTÜ Hopa Meslek Yüksekokulu, 61080 Trabzon

Geliş Tarihi: 27.01.2006

Özet: Ağaç malzeme odun; mobilya, doğrama ve ahşap yapıların ana hammaddesini oluşturmaktadır. Doğal bir malzeme olarak odun; yetişme yeri koşulları, gövde yapısı, kesme ve diğer üretim yöntemlerine göre türler arasında olduğu gibi aynı tür içerisinde de farklı özellikler göstermektedir. Odun özellikleri, doğal ve üretim karakteristikleri olarak iki kısımda incelenmekte ve bunlar yüzey işlem performansını etkilemektedir. Bunlardan; yıllık halka yapısı, özgül ağırlık, budaklar, rutubet miktarı, ekstraktifler ve genç odun doğal; lif yönü, tekstür ve kuruma ise üretim karakteristiklerini içermektedir. Bu çalışmada; odunun doğal ve üretime bağlı özelliklerinin malzemenin performansı üzerine etkisi incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yüzey işlem performansı, doğal odun özellikleri ve üretim karakteristikleri

WOOD PROPERTIES AND EFFECT OF WOOD PROPERTIES ON THE WOOD FINISHING

Abstract: Wood is basic raw material for furniture and joinery industries with wood structures. Wood is a biological material that has widely different properties depending on species, geographic area where the tree grew, the growth condition, size of the tree at harvest, sawing, and other manufacturing processes. Wood properties have been characterized within two groups as natural and manufacturing factors that effects finishing performance. Grow rate, density, knots, moisture content, extractives and juvenile wood are natural characteristics. Grain orientation, texture, drying and performance expectations are manufacturing characteristics. In this review, the effects of natural and manufacturing characteristics are discussed on the surface finishing performance of wood.

Keywords: Wood finishing performance, natural and manufacturing characteristics

1. GİRİŞ

Odunun teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar yaklaşık 100 yıl öncesine dayanmakta ve özellikle son 25 yıl içerisinde daha spesifik alanlarda yoğunlaşmıştır. Yüzey işleme-odun özellikleri ilişkileri ile ilgili araştırmalar ise yaklaşık 60 yıl önce başlatılmış ve günümüzde önemini arttırarak sürdürmektedir.

Her ne kadar; hem ağaç veya ağaç malzemelerde, hem de dış koşullarda kullanılan yüzey işlem malzeme formüllerinde çarpıcı farklılıklar olmuşsa da, yüzey işlem performansı ve odun özellikleri arasındaki ilişkilerde önemli bir değişikliğin olmadığı belirtilmektedir. Yüzey işlem uygulamalarında; doğal ormanlardan elde edilen türlerin odun özellikleri aynı kabul edilmekte ise de, yapay ormanlarda ve hızlı yetişen ağaç türü odunlarında yapısal farklılıklar bulunmaktadır.

Bu çalışma; yüzey işlem performansı üzerinde önemli etkiye sahip olan odunun doğal ve üretim karakteristiklerini kapsamaktadır.

2. DOĞAL KARAKTERİSTİKLER

Bunlar; büyüme hızı, özgül ağırlık, budaklar, rutubet miktarı, ekstraktifler, ve genç odun özellikleridir.

2.1. Büyüme Hızı

Ağaç türleri odunları genellikle büyüme dönemi içerisinde her yıl çaplarına bir yıllık halka ilave ederler. Bu yıllık halka, ilkbahar ve yaz odunu olmak üzere iki farklı tabaka oluşturur. Bunlardan yaz odunu ilkbahar odunundan daha koyu renkli, yoğun ve sert yapıdadır. İşlendiğinde daha düzgün yüzey oluşturur. Bazı türler oldukça dar yaz odunu tabakası, bazıları ise geniş tabakalara sahiptir. Bütün bunlar; ağaç türleri arasında olduğu gibi aynı tür odununda bile az veya çok özgül ağırlık farklılıklarına neden olur (1).

İlman iklime sahip ağaç türlerinin özgül ağırlık değişimi genellikle bir büyüme mevsiminden diğerine geçişte anidir. Ani geçişteki farklılıklar önemli olursa, bu boyutsal değişikliklere ve dolayısı ile bu kısımlardaki yüzey işlem katmanında gerilmelere yol açar. Aynı şekilde, özellikle teğet kesitli odunda iç ve dış kısımlarda farklı özelliklere de neden olur. İlkbahar ve yaz odunu sınırındaki boyutsal değişiklikler bu kısımlardaki film oluşturan yüzey işlemlerinde çatlaklara ve kabarmalara neden olabilirler. Yaz odunundaki boya veya vernik yıkımları bu şekildeki gerilmelerle başlar. Bu tabakalar teğet kesitlerde olduğu gibi geniş alanlar oluşturuyorsa, etkiler artar ve film oluşturan vernik veya boyalardaki yıkımlanma eğilimleri dar alanlı radyal kesitlerden oldukça fazla olur (2).

Meşe gibi sert odunların birçoğunun boya tutma performansları ilkbahar ve yaz odunu arasındaki farklılıklardan daha çok, hücre boyutu, dağılımı (dağınık/halkalı traheli) ve yoğunluğu ile ilişkilidir (3).

Bütün bunlara bağlı olarak; genellikle hem yapraklı hem de iğne yapraklı ağaç türlerinde dar yaz odunu oluşumu yanında, iç koşullarda teğet, dış koşullarda ise radyal kesitli odunların kullanımı önerilebilir.

2.2. Özgül Ağırlık

Odon özgül ağırlığı; yüzey işlem karakteristiklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Özgül ağırlık türden türe olduğu gibi aynı türde bile önemli değişiklikler gösterir. Bilindiği gibi yüksek özgül ağırlıktaki odunlar düşük özgül ağırlıktaki odunlardan daha fazla çalışır. Bu boyutsal değişim; odunun özellikle dış uygulama amaçları için kullanımında ekstrem sıcaklık veya bağıl nem değişikliklerinin neden olduğu farklı rutubet miktarları ile oluşur. Odundaki aşırı boyut değişikliği film oluşturan yüzey işlemlerini etkiler ve çatlama, kabarma veya her ikisine de neden olur (4). Odunun çalışması gibi şekil değişikliği de onun kesitleri ve boyutları ile doğrudan ilişkilidir. Bilindiği gibi, teğet kesitler radyal kesitlerden yaklaşık iki kat fazla çalışırlar. Aynı şekilde; geniş parçalar dar parçalara göre oluklaşma, çarpılma v.b gibi daha fazla şekil değişiklikleri gösterirler.

Bu bakımdan; dış koşullardaki kullanımlar için düşük özgül ağırlıktaki türler (özellikle iğne yapraklı) yanında, radyal kesitli ve dar parçalar iyi bir yüzey işlem performansı için önerilir. Aynı şekilde; çeşitli konstrüksiyonlardaki parça şekillerinde de yuvarlak kesitler öncelikli olmak üzere, kare ve dikdörtgen kesitler kullanılmalıdır. Bunların yanında; daha çok estetiğin arandığı iç koşullarda ise orta ve yüksek özgül ağırlıktaki ağaç türleri ile teğet kesitli geniş paçalar önerilmektedir.

2.3. Budaklar

Budaklar, genellikle odundaki çoğu kusurların nedeni olarak düşünülürler. Budak odunu farklı özgül ağırlıkta olup, genellikle normal odundan yüksektir ve çevresindeki lifler çoğunlukla düzensizdir. Bu yapı, odunun işlenmesinde düzgün ve pürüzsüz bir yüzeyin elde edilmesini zorlaştırır. Budakların boyut ve yeri, odunun kalite sınıfı ve tasarım değerlerin yanında görünümünü de etkiler. Düşen budak yerleri yama yapma gibi onarımları gerektirir. Budak oluşumu; oduna yüzey işlem sistemlerinin uygulanmasını zorlaştırmakta, dayanımı azaltmakta ve istenmeyen farklı görünlere yol açmaktadır. Özellikle, saydam yüzey işlemlerinde kusurlu renklenmelere yol açmaktadırlar. Budaklar, genellikle kusur olarak düşünülürse de kaynaşmış budaklı bazı iğne yapraklı ağaç cinsleri (Çam ve Sedir gibi) ayırt edici özellikleri nedeniyle modern mobilya ile iç dekorasyonda aranmaktadır (5, 6).

Yüzey işlemleri yönünden, budaklı malzemelerde boyalardan daha çok su itici içeren koruyucular ve renklendiriciler gibi doğal sistemler için uygundur. Boyaların budaklar üzerindeki tutunması zayıftır ve budaklardaki reçine sızması uygun astarlama (gomlak v.b. ile) yapılmazsa renk bozulmalarına yol açabilmektedir (7).

2.4. Rutubet Miktarı

Rutubet, odunun içerdiği su miktarı olup, hem hücre çeperlerinde hem de boşluklarında bulunur. Odunda % 25-30 dan fazla rutubet bulunduğu (LDN) çeperlerle birlikte boşluklarda da su var demektir. Bilindiği gibi odun, ortam bağıl nemi ve sıcaklığına göre, bu miktarlar ile % 0 rutubet arasında çalışarak boyutlarını değiştirmektedir. LDN üzerinde odundaki su, boyanın yüzeye adhezyonu oldukça azaltması yanında, kullanım süresince kabarma ve soyulmasına yol açar. LDN altındaki rutubette önemli değişiklikler, odunda gerilmelere neden olacaktır. Bu gerilmeler belli miktarlar üzerinde ise; film esaslı yüzey işlem sistemlerinde odundaki daralmalar kabarma, şişmeler ise çatlak şeklindeki yıkımlar gösterir. Ayrıca su, bazı ağaç cinsleri (Sekoya ve Sedir) odunlarındaki suda çözülebilen ekstraktifleri çözerek kısa sürede boya rengini soldurur. Odunun rutubet miktarı % 20'yi aşıyorsa, film esaslı yüzey işlemlerinde kabarma ve soyulmalar artar.

Odundaki rutubet miktarı çeşitli yöntemlerle kolaylıkla kontrol edilebilmektedir. Ancak, çoğunlukla bu önemli faktör konstrüksiyon ve yüzey işlem sırasında ihmal edilmektedir. Odun, kullanım süresince ortam denge rutubet miktarını koruduğu sürece yeterli bir vernik veya boya tutma özelliğine sahiptir (8). Rutubet miktarı ve bağıl nemde periyodik değişikliklere bağlı olarak bir miktar iniş çıkışları olsa da, bu aşırı boyutsal değişikliklere yol açamaz. Bu nedenle, film oluşturan yüzey işlemleri etkilenmez ve ürünlerin kullanım süresi artar (9).

Odunun denge rutubet miktarı yüzey işlem uygulamaları ile değiştirilemez. Yüzey işlemleri sadece günlük veya mevsimsel rutubet absorpsiyonu ve desorpsiyonunu azaltır. Bununla birlikte yüzey işlem sistemlerinin rutubeti engelleme faktörü üzerinde durulmakta ve iç koşullarda difüzyon direnci düşük, dış koşullarda ise yüksek sistemler önerilmektedir (4, 6).

2.5. Ekstraktifler

Odunun fiziksel yapısı ve rutubeti yanında kimyasal bileşikleri yüzey işlem performansını etkiler. Yavaş büyüyen ağaç türleri fazla öz odunlu olarak bilinirler. Öz odun tanenler ve diğer polifenoller gibi birçok ekstraktif maddeleri bulundurlar. Sekoya, Sedir ve Kestane gibi çoğu ağaç cinsleri öz odunu bitkisel ve hayvansal zararlılara doğal dirençlidir. Odunlarda suda çözünen ekstraktiflerin bulunması yüzeyleri ve boyaların yüzeyini soldurabilir ve bu durum çoğunlukla ekstraktif sızması olarak bilinir. Bunlar, uygun bir astar katla macunlanmazsa yüzey işlemlerinde renk solması sorunlarına neden olabilirler. Ancak, bazı ekstraktiflerin çürümeye karşı direnç sağlaması renk solmasının neden olduğu sakıncalardan daha önemlidir (10).

Öz odundaki ekstraktiflerin miktarı ağacın yaşına bağlıdır. Bu nedenle genç ağaçların öz odunu doğal olarak yaşlı ağaçlardan daha düşük ekstraktif madde miktarı içerir. Genç odun yaşlı odunundan daha az dayanıklı ise de yüzey işlemi katmanından ekstraktif sızması bakımından daha az sorunludur. Odunlardaki ekstraktif sızması uygun astarlama, iyi tasarım ve bilinçli konstrüksiyon uygulamaları ile elimine edilebilir. Reçine ve katran gibi suda çözünmeyen ekstraktifler de yüzey işlem sistemlerinin görüntüsü olumsuz yönde etkileyebilir. Genellikle bol reçine içeren iğne yapraklı ağaç odunları budaklar üzerinde sarı-kahve renklenmeler oluşturur. Odundaki küçük ve yoğun reçineli kısımlar uzaklaştırılmalı veya bazı çözümlü maddeleri ile giderilmelidir. Aksi durumda bu yabancı maddeler uygun akıcılıkta olabilir ve yüzey işleminin yumuşaması veya renk bozunmalarına yol açabilir. Yapraklı ağaç odunlarında, özellikle tanenli odunlar (meşe, kestane, maun v.b.) metaller ve su ile temas sonucu önemli renk kusurlarına yol açmaktadırlar (11).

2.6. Genç Odun

Genç odun; ağacın ilk yetişme yıllarındaki ve gelişme aşamasında oluşan öz etrafında yer alır. Düşük yoğunlukta ve boyuna yönde fazla çalışması yanında odunun direncini düşürücü bir yapıdadır. Öz ve öze yakın elde edilen kerestelerde çarpılma, eğilme ve çatlakların çoğu genç odunun bulunmasından kaynaklanır. Hızlı yetişen ormanlardaki çok genç yaşlı ve küçük çaplı ağaçlardan elde edilen tomruk hacminin çoğunu genç odun oluşturmaktadır. Bu bakımdan özellikle genç odunlu yumuşak ağaç plantasyonlarında kısa idare müddetinde (20-30 yıllık kesimlerde) belirgin olarak sorunludur (7).

3. ÜRETİM KARAKTERİSTİKLERİ

Bunlar; kesit şekli, yüzey özellikleri, rutubet miktarı, performans beklentisi özellikleridir.

3.1. Kesit Şekli

Teğet kesilmiş kerestelerin çoğu özellikleri, radyal kesilmiş keresteden farklıdır. Bunlar; görünüm veya desenleri, boyutsal stabilitesi ile kalkık liflilik ve lif ayrılması gibi işleme kusurları olarak belirtebilir. Kusurlar, film oluşturan yüzey işlem sistemlerinin adhezyonunu belirleyicidir ve genellikle olumsuz yönde etkiler. Yıllık halkalar teğet kesitte daha geniş alanlar oluşturarak odunun doğal yapısını ve görünümü belirginleştirerek daha güzel yüzeyler oluştururlar. Bu kesit şekli daha çok odunun doğal görüntüsünün istenildiği iç koşullardaki levha tipi masif mobilya ve dekorasyon uygulamalarda kullanılır. Diğer önemli bir etken de teğet kesitlerin

radial kesitlere göre iki kat fazla çalışma göstermesidir. Bunların yanında teğet kesitli odunların kullanımındaki en önemli sorun işlemlerde hızlı rutubet alınması sonucu oluşan kalkık liflilik ve lif ayrılması kusurlarıdır. Bunlar odunun vernik veya boya tutma performansını olumsuz etkileyecektir (12).

3.2. Yüzey Özellikleri

Yüzey kalitesi ve yapısı; odunun yüzey karakteristiklerini oldukça fazla etkileyen değişikliklerde ve yüzey işlem performansında önemli bir rol oynar. Genel olarak; çeşitli işlemlere tabi tutulan odunlarda kaba veya fazla pürüzlü olan yüzeylerin düzgün veya az pürüzlü yüzeylerden daha fazla yüzey işlemi gerektirir. Bu şekildeki parçalarda daha fazla yüzey işlem malzemesi uygulanması performansı artırır. Ayrıca, pürüzlü yüzeylerin oluşturduğu girinti veya çıkıntılar yüzey işlem adhezyonu artırıcı daha fazla yüzey alanı sağlamaktadır (13).

Son aşırımlar zımparalanmış odun yüzeylerinin yüzey işlem performansını ve dayanıklılığını arttırdığını göstermiştir. Örneğin; 50 ve 80 nolu zımpara bantları ile zımparalama sadece toz, kir gibi kusurları değil, aynı zamanda kalkık lifliliği de gidermekte ve yüzeyleri düzleştirilmektedir. Yüzeylerin zımparalanması yıllık halka içindeki yaz odunu için önemlidir, çünkü odun daha yoğun ve yüzey işlem adhezyonu çok zordur. Yüzey işlemlerinde boya veya vernik adhezyonu yanında, ekonomiklik de diğer önemli bir etkidir. Bu bakımdan odun yüzeylerinin daha büyük numaralı zımpara bantları (yapraklılarda iğne yapraklılara göre daha büyük) ile işleme tabi tutulması önerilebilir (6).

3.3. Kurutma

Kereste üretimi ayrıca odunun yüzey işlem performansı üzerine tümüyle bir etkiye sahip olabilir. Öncelikli olarak belirtildiği gibi uygun kurutma; bir ahşap ürünün üretiminde boyutsal stabiliteyi sağlar ve dayanıklı bir yüzey işleminde önemli rol oynar. Uygun olarak yapılan suni kurutma odunun tüm kısımlarında yaklaşık eşit rutubet miktarını sağlar. Bu şekilde kurutulmuş odun daha az çalışma eğilimi gösterir. Böylece yüzey işlemi açısından en önemli karakteristik suni kurutulmuş odunun daha az yüzey çatlağı v.b kusurları oluşturacağıdır. Odundaki yüzey çatlakları özellikle performans düşüklüklerine yol açar. Bu çatlaklar yüzey işlem katmanında soyulma ve çatlamalara neden olur. Suni kurutulmuş odunlar bu sakıncaları önemli derecede azaltır.

Hava kurusu veya suni kurutulmuş odunlar kurutulmamış yaş odunlara göre yüzey işlemi bakımından oldukça dayanıklıdır. Doğal koşullarda kısmen kurumuş odunlar, suni kurutulmuş odunlar gibi aynı kalitede yüzey işlem performansı göstermezler. Hava kurusu ve suni kurutulmuş kerestelerde bir kısım rutubet uzaklaştırılırken aşırı

rutubetin bir miktarı odunda hala mevcut olup ve bu katman oluşturan yüzey işlem sistemlerine zarar verebilir. Kısmen kurutulmuş ürünler, su iticiler ve yarı saydam renklendiriciler gibi nüfuz edebilen yüzey işlemleri için uygun olarak kabul edilirler (2).

4. PERFORMANS BEKLENTİSİ

Odun; çelik ve beton gibi çoğu yapı malzemelerinin tersine biyolojik bir üründür. Ürünü oluşturan her bir elemanın görünümü, özellikleri ve performansı çok farklıdır. Odundan bir ürünün kullanım süresi dolaylı veya dolaysız birçok faktörle ilgilidir. Bunlardan türün özellikleri, sınıf karakteristikleri ve üretim kalitesi dolaysız; kullanım, depolama, istifleme ve bakımı ise dolaylı faktörleri kapsar. Odunun performansı; iklim değişiklikleri, kişilerin yetenekleri, tasarım, birleştirme yöntemleri ve montaj ile dış koşullarda kapalı alanlar yanında, yapının örtülmesi veya kaplanması gibi diğer malzemelerle etkileşimlerini içeren bir çok faktöre bağlıdır (2).

Uygun koşullar altında odun uzun bir dayanım süresine sahiptir. Bir kural olarak, çoğu az katlı ahşap yapılar 100 yıllık bir kullanım süresine göre tasarlanır ve inşa edilirler. Uzun bir kullanım (50 yıl) sonrası yapının dış cephenin yenilenmesi için önemli bir onarımın gerektiği düşünülür. Odun ve odun ürünlerini uygun rutubette yani hava kuru rutubette tutmak uzun bir kullanım için diğer önemli bir etkidir. Dış koşullardaki su ve iç kaynaklardaki rutubete engel olacak şekilde uygun tasarlanan ahşap yapılar 100 yıldan daha uzun süre dayanım gösterebilirler.

Yüzey işlem sistemleri, odun yüzeylerini dış hava koşullardaki bozunmalardan korur. Özellikle yarı örtücü veya örtücü yüzey işlem sistemlerindeki renk maddeleri veya pigmentler odunu katalize ederek yıkılmayan, güneşin UV radyasyonunu engelleyici yapıdadır. Genel olarak dış koşullarda yüzey işlem sistemlerinden koruyucular 1-2, vernikler 2-3, renklendiriciler 3-7 ve boyalar 7-10 yıl kadar dayanıklıdır. Çit ve banklar gibi dış mimari projelerinde kullanılan odunun umulan ömrü genelde kısa olarak düşünülür. Bunların nedeni olarak, doğrudan zeminle bağlantıları veya zemine çok yakın yerleştirilmeleri ve doğrudan yağmur, kar gibi dış koşullar ile yoğun kullanım etkisinde olmaları gösterilebilir (14).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yüzey işlem performansı, odun özelliklerinin çok yönlülüğü ile oldukça yakından ilişkilidir. Bunlar odunun doğal ve yapay karakteristikleri olarak iki kısımda toplanmaktadır. Ağacın büyümesinden kaynaklanan yıllık halka ve kesit şekli, özellikle ilkbahar

ve yaz odununun genişliği ve yoğunluğu boyutsal stabiliteyi etkiler. Böylece; odun- yüzey işlem sistemi etkileşimindeki gerilmelerin miktarı da bunlara uygun olarak gelişir. Yeterli elastik bir yapı göstermeyen yüzey işlem katmanı gerilmeler sonucunda çatlayabilir. Odunun lif yönü tomruktan kesilme şeklinden etkilenir. Teğet kesitlerin yüzey işlem performansı radyal kesitlerden oldukça düşüktür. Yüksek özgül ağırlık ve geniş yaz odunlu odunlar oldukça düşük boya adhezyonuna sahiptir. Genç odunda, uzunluk yönündeki boyutsal değişimin fazla olması, enine çatlaklara ve bunlarda film oluşturan yüzey işleminin yıkımlanmasına neden olur. Suda çözünen veya çözünmeyen ekstraktif lekelerinden sakınmak için yüzeyler uygun bir macun veya astarla işleme tabi tutulmalıdır. Budaklar; hem suda eriyen hem erimeyen bileşiklerin yüksek konsantrasyonlarını içerirler, bu nedenle macun veya astarla kaplanmalıdırlar.

Odun özelliklerinin yeterince bilinmesi, iyi tasarlanmış ve yapılmış ahşap yapılar veya ürünler üzerinde uygun yüzey işlem sistemlerinin uygulanması ile dayanımını yüzyıllar boyu sürdürülebilir.

KAYNAKLAR

1. Kollmann, F.F.P., Principles of Wood Science and Technology, Vol. 1, Solid Wood, Springer-Verlag, New York, 1968.
2. Williams, R.S., Jourdain, C.J., George, I.D., Robert, W., Wood Properties Affecting Finish Service Life, Journal of Coatings Technology, 72, no.902, 35, 2000.
3. Browne, F.L., Wood Properties that Affect Paint Performance, FPL Report R1053, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, 1951.
4. Kurdoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey İşleri, İÜ Orman Fakültesi, Fakülte Yayın No:463, İstanbul, 2000.
5. Jourdain, C.J., Dwyer, J., Kersell, K., Mall, D., McClelland, K., Changing Nature of Wood Products-What does it Mean for Coatings and Finish Performance, Journal of Coatings Technology, 71, No:890, 61, 1999.
6. Malkoçoğlu, A., Mobilya Endüstrisinde Yüzey İşlemleri, Ders Notu (Yayınlanmamış), KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 2002.
7. Anonim, Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, 1999.

8. Skaar, C., Water in Wood, Chapter 3, Syracuse University Press, Syracuse, NY, 1972.
9. Browning, B.L., The Wood-Water Relationship, In The Chemistry of Wood, London, 1964.
10. Underhaug, A., Lund, T.J., Kleive, K., Wood Protection-The Interaction Between Substrate and Influence on Durability, Journal Oil and Colour Chemists Assoc, 66, No.11, 345, 1983.
11. Levitin, N., Extractives of Red and White Pine and Their Effect on Painted Lumber, Timber of Canada, June, 66, 1962.
12. Williams, R.S., Knaebe, M.T., Feist, W.C., Finishing Exterior Wood, Forest Products Society, Madison, WI, 1996.
13. Richter, K., Feist, W.C., Knaebe, M.T., The Effect of Surface Roughness on the Performance on Finishes, Part 1, Roughness Characterization and Stain Performance, Forest Prod. Journal, 45, No.7/8, 91, 1995.
14. Williams, R.S., Plantigna, P.L., Feist, W.C., Photodegradation of Wood Affects Paint Adhesion, Forest Prod. Journal, 40, No: 1, 45, 1990.