

KAPLAMA KURUTMA İŞLEMİNDE YÜZEY İNAKTİVASYONU VE YAPIŞMA DİRENCİNE ETKİLERİ

İsmail AYDIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü 61080 Trabzon

Geliş Tarihi: 01.03.2004

Özet: Kaplama kurutma işlemi, kontrplak ve LVL gibi odun kompozitlerinin üretimindeki en önemli aşamalardan biridir. Çünkü kaplama kurutma işlemi, yetersiz ekipman ve yöntemler nedeniyle üretim işleminde bir darboğaz oluşturabilmektedir. Kaplama kurutma işleminde 90-160°C arasındaki kurutma sıcaklıkları normal kabul edilmekle birlikte, kurutma süresini kısaltmak ve kapasiteyi artırmak için yüksek kurutma sıcaklıkları kullanılmaktadır. Ancak bu durumda, yüzeylerin ıslanabilme yeteneğinde azalma ve kurutma işleminden kaynaklanan çatlaklar, yarıklar ve biçim değiştirmeler gibi kusurlar ortaya çıkabilmektedir. Yüzey inaktivasyonu, odun yüzeylerinde ısı etkisiyle oluşan ve yapışma yeteneğinde kayıplara neden olan bu sakıncalardan biridir. İnaktivasyon; odun yüzeylerinde meydana gelen ve tutkalın ıslanabilme yeteneğinde, yüzeyde yayılmasında, penetre olmasında ve sertleşmesinde azalmalara neden olan fiziksel ve kimyasal modifikasyonlar olarak ifade edilmektedir. İnaktivasyona uğramış odun yüzeylerinin adhezyonunu artırmak amacıyla birçok çalışma gerçekleştirilmiş, ancak günümüze dek halen kapsamlı bir çözüm ortaya konulamamıştır.

Anahtar Kelimeler: İnaktivasyon, Odun yüzeyi, Kaplama kurutma, Sıcaklık

SURFACE INACTIVATION IN VENEER DRYING PROCESS AND ITS EFFECTS ON BONDING STRENGTH

Abstract: Veneer drying process is an important stage in the production of wood based composites such as plywood and LVL panels. Because veneer drying becomes a bottleneck in the production process due to the inefficient equipment and methods. Although drying temperatures between 90-160°C may be considered normal, increased temperatures are being used to reduce the overall drying time and increase capacity. However, the reduction in drying time often results in an increase in drying related defects such as checks, splits and warp and decrease in wettability. Surface inactivation is one of these defects which occur on wood surfaces with heat effect and results in the loss of bonding ability. Surface inactivation is defined as physical and chemical modifications on the wood surfaces that results in reduced ability of the adhesive to properly wet, flow, penetrate and cure. Many investigations have been conducted to improve adhesion of inactivated wood surfaces, but no comprehensive solution has been revealed so far.

Key Words: Inactivation, Wood surface, Veneer Drying, Temperature

1. GİRİŞ

Kaplama kurutma işlemi, kontrplak ve tabakalı malzemeler (LVL) gibi odun esaslı kompozit levha ürünlerinin üretimindeki en önemli aşamalardan biridir. Tutkallama işlemi öncesinde tüm kaplama levhalarının rutubet miktarının % 7'nin altında olması gerektiğinden, üretim işlemi esnasında kaplama levhaları % 3-4 rutubete ulaşınca kadar kurutulmaktadır (1).

Kontrplak üretiminde kullanılan termal enerjinin yaklaşık % 70'i kaplama kurutma işleminde kullanılmaktadır. Bu da fabrikanın toplam enerji ihtiyacının yaklaşık % 60'ı kadardır. Kaplama kurutma işleminde 90-160°C arasındaki kurutma sıcaklıkları normal kabul edilmekle birlikte, kurutma süresini kısaltmak ve kapasiteyi artırmak için yüksek kurutma sıcaklıkları kullanılmaktadır (2). Çünkü kaplama kurutma işlemi, yetersiz ekipman ve yöntemler nedeniyle üretim işleminde bir darboğaz oluşturmaktadır (3).

Kurutma süresi ve enerji tüketiminde sağlanacak azalmalar, endüstriye ekonomik açıdan büyük faydalar sağlamaktadır. Diğer yandan kurutma sıcaklığının artırılması neticesinde kurutma süresinin azalması ile birlikte, kurutma işleminden kaynaklanan çatlaklar,

yarıklar ve şekil değiştirmeler gibi kusurlar ortaya çıkabilmektedir (4). Kaplamaların yüksek sıcaklıkta kurutulması, kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerini de etkilemektedir (5). Endüstriyel açıdan değerlendirildiğinde kaplama kurutma işlemindeki en önemli kriter; en düşük toplam maliyet ile kurutma işlemini gerçekleştirmektir (6).

Yüksek sıcaklıklar, odunun kimyasal ve yapısal karakteristiklerinde değişikliklere neden olmaktadır. Odundaki termal degradasyon genellikle 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meydana gelmektedir. Bununla birlikte, sıcaklığın uygulama süresi ve kurutma metodu da odundaki sıcaklık etkisi ile ortaya çıkan değişikliklerin şiddeti üzerinde etkili olmaktadır (7).

Odun yüzeylerinde ısı etkisiyle oluşan ve yapışma yeteneğinde kayıplara neden olan değişimler, “*yüzey inaktivasyonu*” olarak tanımlanmaktadır (8). Odunun tutkal ile yapıştırılmasında yüzey inaktivasyonu; odun yüzeylerinde meydana gelen ve tutkalın ıslanabilme yeteneğinde, yüzeyde yayılmasında, penetre olmasında ve sertleşmesinde azalmalara neden olan fiziksel ve kimyasal modifikasyonlar olarak ifade edilmektedir (9).

Endüstriyel uygulamalarda kaplama kurutma işlemi, zaman ve para gerektiren bir aşama olduğu için kurutma süresini azaltan yüksek sıcaklıkta kurutma işlemi kontrplak endüstrisinde yaygın bir uygulama haline gelmiştir (10). Bu durum ise, kaplama levhalarının aşırı kurutulması nedeniyle çoğunlukla yüzey inaktivasyonuna yol açmaktadır. Kurutma işleminde kaplamaların aşırı kurumasına yol açan 2 temel faktör vardır. Bunlar:

- a. Kurutma sıcaklığının çok yüksek olması,
- b. Kurutma süresinin çok uzun olması

Tutkallanabilme yeteneğindeki önemli azalmaların kurutma işleminin ileri aşamalarında, kaplama sıcaklığının fırın içindeki havanın sıcaklığına yaklaştığında meydana geldiği ifade edilmektedir (11). Odun yüzeylerinin inaktivasyonunun pek çok ağaç türü için 160°C sıcaklıktan itibaren yüksek sıcaklıkta kurutma işlemlerinde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu yüzden, odun yüzeylerinin inaktivasyonu, genellikle yüksek sıcaklıkta kurutma işleminin uygulandığı kaplama, yonga ve lif kurutma işlemleri için söz konusu olmaktadır. Bununla birlikte, düşük sıcaklıklarda uzun süreli bekletme durumlarında da odun yüzeylerinde bazı inaktivasyon reaksiyonları ortaya çıkabilmektedir (12).

2. ODUN YÜZEYLERİNDEKİ İNKTİVASYONUN NEDENLERİ

Odun yüzeylerindeki inaktivasyon yüksek sıcaklıkta kurutma sonucunda ortaya çıkar ve uzun kurutma süreleri, düşük bağıl nem ve düşük odun rutubeti faktörleri ile yüzey inaktivasyonunun şiddeti artar. Odun rutubeti lif doyumluk noktasının altına düşerken, daha güçlü tutulan bağıl su da buharlaşarak odun yüzeylerine doğru hareket eder. Bu buhar yüzeyden ayrılırken, serbest suyun buharlaşırken yaptığı gibi bir soğutma etkisi meydana getirmez. Bu yüzden odun yüzeyindeki sıcaklık artmaya başlar. Eğer kaplama yüzeyinin sıcaklığı güvenli sınırları aşarsa yüzey inaktivasyonu meydana gelmektedir (13).

Yüzey inaktivasyonunu etkileyen başlıca faktörler:

- a. Ağaç türü (anatomik ve kimyasal özellikler)
- b. Sıcaklık
- c. Kurutma süresi
- d. Kurutma tekniğidir.

2.1. Yüksek Sıcaklık ve Sürenin Yüzey İnaktivasyonuna Etkisi

İnaktivasyonun derecesi; sıcaklık, süre ve odun rutubetine bağlı olarak değişmektedir. Yüzey inaktivasyonu düşük sıcaklıklarda uzun sürede veya kısa sürede ancak yüksek sıcaklık

koşullarında meydana gelebilmektedir. Genellikle ikinci durum söz konusudur. Yüzey inaktivasyonunun, odunun yüzeyinin sahip olduğu rutubetini kaybetmesinden sonra ortaya çıktığı görülmektedir. Bu noktada rutubetin yüzeye doğru difüzyon oranı, suyun yüzeyden buharlaşma oranından daha yavaştır. Buharlaşma etkisinin oluşturduğu soğutma, artık odun yüzeyindeki sıcaklığın kurutucu içindeki havanın sıcaklığına yakın bir değere yükselmesini engelleyemez (12).

Pek çok deneysel araştırma, yüksek kurutma sıcaklıklarının tutkal ile birleştirilen odunun yapışma direncini etkilediğini veya higroskopisitesini ve ıslanabilme yeteneğini azalttığını göstermiştir (13). Kurutma sıcaklığının artması veya kurutma süresinin uzaması ile birlikte duglas göknarı öz odunundan elde edilen kaplamaların su absorpsiyon kapasitesi azalmıştır. Azalan kaplama absorptivitesi, kaplama yüzeylerinin tutkal ile ıslanabilme yeteneğindeki azalma nedeniyle yapışma direncinin düşmesine katkıda bulunabilmektedir (14).

Odunun yüksek sıcaklıklarda kurutulması veya düşük sıcaklıklarda uzun süre bekletilmesi durumunda su absorpsiyon kapasitesinde azalma meydana gelmektedir. Bu durumda ise, ağaç malzemenin birleştirilmesi aşamasında suyun odun içine absorpsiyonu azalmakta ve tutkal hattında su kalmasına neden olmaktadır. Northcott ve ark. (15), bu durumun iki şekilde etkisi olabileceğini belirtmişlerdir. Bunlardan birincisi; sıcak preslemenin başlangıcında su ve yüksek sıcaklığın tutkalı aşırı derecede akışkan hale getirmesi sonucunda odun içine çok fazla miktarda tutkal penetre olması, ikincisi ise; tutkal hattında çok fazla miktarda bulunan suyun, tutkalın sertleşmesi için gerekli süreyi artırmasıdır.

2.2. Kurutma Yönteminin İnaktivasyona Etkisi

Kaplama levhaları tamamen kurutulmadan önce yüzey kuruma oranındaki artış, yüzey inaktivasyonu oluşması olasılığını da artırmaktadır (13). Düşey hava püskürtmeli (jet) kurutucularda düşük kaplama rutubetlerinde inaktivasyon daha fazla meydana gelmektedir (16). Hava hızı ve buhar, yüzey inaktivasyonunda önemli rol oynamaktadır (13).

Plakalı (platen) kurutucularda kurutma işleminde, kurutulacak ağaç kaplama levhası sıcak iki plaka arasına yerleştirilir. Bu kurutma yönteminin odunun ıslanabilme veya yapışma yeteneğine etkisi konusunda az sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Plaka sıcaklığının artışıyla birlikte duglas göknarı kaplamalarının ıslanabilme yeteneğinde genel olarak bir azalma meydana geldiğini belirtilmiştir (12). Bununla birlikte, bu eğilim çok güçlü değildir. Sıcak pres ile kurutmanın inaktivasyon etkisine neden olma ihtimalini gösteren bazı çalışmalar da mevcut olmasına rağmen bu konuda çok net sonuçlar ortaya konamamıştır (17).

2.3. Yüzey İnaktivasyonunu Etkileyen Diğer Faktörler

Yüzey inaktivasyonu bazı odun türlerinde diğerlerinden daha yaygın görülmektedir. Birçok odun türü için inaktivasyona yol açmayacak düzeydeki güvenli sıcaklık derecesi farklılık göstermektedir. İğne yapraklı ağaçlar üzerinde yapılan bir çalışmada, güney çamı (southern pine) odunları inaktivasyon için en hassas tür olarak tespit edilmiş, bunu panderosa pine, ardından yerli duglas göknarını içine alan bir grup, melez ve sahil kesiminde yetişen duglas göknarı izlemiştir (13).

Öz odunu ve diri odun bölümlerinin inaktivasyonu arasında farklılıklar olabilmektedir. Ladin öz odunu diri odunu ile karşılaştırıldığında oldukça düşük bir rutubete sahip olduğundan, şiddetli koşullarda kurutulması diri oduna göre daha kolay olabilmektedir (8).

Havada bulunan toz partikülleri gibi kirleticiler de odun yüzeylerinde doğal bir inaktivasyona sebep olmaktadır. Yağ ve reçine asitleri ve bunların esterleri, terpenler, fenoller gibi düşük moleküllü odun ekstraktifleri yüzeye taşınarak doğal yüzey

inaktivasyonuna yardımcı olmaktadır. Yüzeyde oluşan bu reçineli tabaka, tutkal ile ağaç malzeme arasındaki doğrudan teması engelleyebilmektedir. Odun ekstraktifleri yüzeyin inaktivasyonunda önemli bir rol oynamakla birlikte, inaktivasyon için kesin gerekli değildir. Ekstraktif madde içermeyen veya az miktarda içeren odun türlerinde de yüzey inaktivasyonu meydana gelebilmektedir (12).

3. FİZİKSEL İNAKTİVASYON MEKANİZMALARI

Christiansen (13), yüzey inaktivasyonu oluşumu için üç fiziksel mekanizmanın bulunduğunu ifade etmiştir. Bunlar:

- a. Ekstraktif maddeler nedeniyle ıslanabilme yeteneğinde azalma
- b. Yüzey moleküllerinin yapısının değişmesi
- c. Odun yüzeyindeki mikro porların (gözeneklerin) kapanması.

Bunlara ilave olarak, muhtemel dördüncü bir mekanizmadan bahsedilmektedir. Nadir bir problem olan bu dördüncü mekanizma, yüzeyde is ve havadaki diğer maddelerin neden olduğu kirliliktir (18).

3.1. Ekstraktif Maddelerin Islanabilme Yeteneği Üzerine Etkileri

Odunun ıslanabilme yeteneğinde zamana bağlı değişiklikler, genellikle ekstraktif maddelerin odun yüzeyine çıkması ile ilgilidir (13). Gray (19) tarafından 19 farklı ağaç türü üzerinde yapılan temas açısı ölçümlerinde, temas açılarının zamana bağlı olarak değişimleri belirlenmiştir. Kirlenmiş odun yüzeylerinin zımparalanması sonucunda daha küçük temas açıları elde edilmiştir. Bununla birlikte, zımparalama işleminin temas açıları üzerindeki etkisi ağaç türüne göre farklılık göstermiştir. Bu çalışmada, yüzeyde meydana gelen kirlenmenin nedeni olarak; düşük molekül ağırlıklı yağ asitleri, yüksek ekstraktif madde ve reçine miktarı belirtilmiştir.

Ekstraktif maddelerin uzaklaştırılmasından sonra bazı odun türlerinin ıslanabilme yeteneği artmaktadır. Fakat bu durum tüm ağaç türleri için geçerli değildir (12). Nguyen ve Johns (20), Douglas göknarı odununun ıslanabilme yeteneğinin alkol-benzen ekstraksiyonundan sonra iyileştiğini belirtmiştir. Diğer taraftan, ekstraksiyona tabi tutulduktan sonra redwood odununun ıslanabilme yeteneğinde belirgin bir azalma meydana gelmiştir.

Hse ve Kuo (21), ekstraktif maddelerin odunun yapıştırılması ve yüzey işlemleri üzerine etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada, ekstraktif maddelerin yapışma tekniği bakımından yüzey kirliliğine neden olan yaygın ve önemli bir kaynak olduğu ve odunun adhezyonunu olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Kurutma işlemi esnasında suda çözünen ekstraktif maddeler su ile birlikte odun yüzeyine taşınmakta, yüzeydeki su buharlaştığında da katı maddeler olarak yüzeyde kalmaktadırlar. Çözünürlük etkileri ve konsantrasyonu bağlı nem koşullarına bağlı olduğu için yüzeye taşınan bu ekstraktif maddelerin miktarı sıcaklığa bağlıdır. Yüksek kurutma sıcaklıklarında suda çözünmeyen ekstraktif maddeler de gaz fazında yüzeye taşınabilirler. Yüzeyin kirliliği birçok yolla yapışma direncinde azalmalara neden olmaktadır. Bunlar arasında aşağıdaki maddeler sayılabilir (12):

- a. Yüzeydeki ağır ekstraktif madde kalıntıları kirlenme ihtimalini artırmakta ve yapıştırıcının kohezyon direncinde azalmalara neden olmaktadır
- b. Ekstraktif maddeler, odun yüzeyindeki reaksiyon alanlarını kapatarak tutkalın yüzeyi ıslatmasını engelleyebilir. Böylece, tutkal ile odun arasındaki adhezyon direnci azalır.
- c. Ekstraktif maddelerin oksidasyonu odunun asiditesini artırır ve odun bileşenlerinin bozunmasına yol açar.

Yapışma kalitesi ve yüzeyde toplanan yağ asitlerinin yüzdesi arasındaki ilişki hakkında yukarıdaki ifadeler zıt sonuçlar veren bazı çalışmalar da mevcuttur. Troughton ve Chow (8), white spruce kaplama yüzeylerindeki yağ asitleri miktarlarının kontrplak yapışma kalitesi ile ilgili olmadığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, white spruce kaplamalarının yüzey inaktivasyonunda yağ asitlerinin çok küçük bir rolü bulunduğunu belirtmiştir. Kurutma sonrası çeşitli organik çözücüler ile ekstraksiyon denemeleri, yüksek sıcaklıkta kurutulmuş olan kaplamaların ıslanabilme yeteneğini artırmamıştır. Bununla birlikte, seyreltik sodyum hidroksit ile ekstraksiyon sonucunda ıslanabilme yeteneğinde artış sağlanmıştır. Oduna püskürtülen sodyum hidroksit veya sodyum karbonat çözeltisi, özellikle uzun presleme sürelerinde yüzeyin yapışma yeteneğinin geri kazanılmasına yardımcı olmuştur (13).

Reçine kanallarına sahip türler olan çam, douglas göknarı, ladin ve melez odunlarının yüzeylerinde reçine birikintileri görülmesi muhtemeldir. Yapraklı ağaçlarda bulunan doğal kauçuk, oleo reçineler, fenolik maddeler ve polisakkaritler kurutma işlemi ile yüzeyde toplanır ve yapışmaya engel teşkil ederler (13). Ekstraktif maddeler, iyi bir yapışma formasyonunun oluşumunu engelleyebilmektedir. Bununla birlikte, reçinelerin ve diğer ekstraktif maddelerin odun yüzeylerinin inaktivasyonu için hassasiyeti hakkında açık sonuçlar mevcut değildir. Bazı araştırmacılar odun yüzeylerindeki ekstraktif madde miktarı ile inaktivasyon arasında bir ilişki olduğunu ifade ederken (11), bazıları belirgin bir ilişki ortaya koyamamıştır (8). Hem yapraklı, hem de iğne yapraklı ağaçların öz odunları diri oduna göre daha fazla miktarda ekstraktif madde içermektedir. Bu nedenle öz odunları inaktivasyona karşı daha hassastır (12).

3.2. Odun Yüzeylerinin Moleküler Yapısının Değişmesi

Odun yüzeyindeki sentetik polimer moleküllerinin yapılarında, düşük enerjili yüzeyler ortaya çıkaracak şekilde değişiklikler meydana gelebilir. Moleküler yapıdaki değişimler, odun yüzeyinde kimyasal reaksiyonlar için gerekli reaktif grupların miktarının azalmasına neden olmaktadır. Moleküler değişiklikler zamana bağlı olarak meydana gelmektedir ve yüksek sıcaklıklarda daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu değişiklikler, çok miktarda polar ve hidrofilik bölümlere sahip odunun ıslanabilme yeteneğinde meydana gelecek azalmalar için önemli bir faktör olabilmektedir. Bu durum, yüzeylerin daha az ıslanabilir bir yapıya dönüştüğü yaşlanma (aging) işleminin bir parçası olabilir. Moleküllerin yeniden yapılanması olayı ve diğer moleküler hareketler, yüksek sıcaklıklarda kısa bir süre içinde hidrofobik yüzey oluşumuna yol açacak şekilde hızlanmaktadır. Özellikle 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bu durumun oluşma olasılığı daha yüksektir (12).

3.3. Mikro Gözeneklerin Kapanması

Selülozik hücre çeperinin davranışı, yüksek sıcaklıklarda kurutma veya rutubet kaybına maruz bırakma neticesinde değişmektedir. Selülozun davranışında odun yüzeylerinin inaktivasyonu ile ilgili ipuçları bulunabilmektedir. Hiç kurutulmamış selüloz, doğal kurutulmuş veya ısı ile kurutulmuş selülozdan çok daha fazla reaktiftir. Bir kez kurutma işlemi yapıldığında odunun sorpsiyon ve difüzyon özellikleri geri döndürülemez şekilde değişmektedir. Hücre çeperinin orta lameli arasında bulunan mikro gözenekler (porlar), ilk kurutma işlemi esnasında kaybolurlar. Öncelikle bu mikro porların büyük boyutlu olanları kaybolmaktadır. Kurutma sıcaklığının artışı, porozitedeki kayıpları da artırmaktadır. Amorf yapıdaki selülozu yüksek sıcaklıklarda ısıtmak, belirgin şekilde daha kristal bir yapının oluşmasına neden olmaktadır. (13).

Kurutma işlemi ile mikro porların kapanmasının odun yüzeyinin ıslanabilme yeteneği ve penetrasyon üzerine olumsuz etkileri vardır. Wellons (22), düşük rutubet değerlerinde odunun ıslanmasının daha güç olduğunu belirtmiştir. Bu mikro porların kapanması, özellikle adhezyonun önemli bir kısmında mekanik kenetlenme mekanizması geçerli ise, büyük reçine molekülleri ile penetrasyonu sınırlar, yapışma direnci ve lif oranı yüzdesinin azalmasına neden olur.

Yüzey inaktivasyonu için geçerli olan kimyasal mekanizmalar şunlardır (18):

1. Eter oluşumu ile yüzeydeki hidroksil bağlanma bölgelerinin eliminasyonu,
2. Yüzeydeki yapışma bölgelerinin oksidasyonu veya pirolizi,
3. Tutkalın sertleşmesini veya yapışmayı kimyasal olarak engelleme.

4. ODUN YÜZEYLERİNİN İNKTİVASYONUNUN ÖNLENMESİ

Odun yüzeylerindeki inaktivasyon, kurutma işleminden önce veya sonra olmak üzere iki şekilde engellenebilmektedir. Bu amaçla alınacak önlemler arasında; düşük kurutma sıcaklıklarının kullanılması, kurutma öncesinde hammaddenin sahip olduğu rutubet derecesine göre bir ayırma tabi tutulması ve kurutucu içerisinde yeterli nemlendirme yapılması sayılabilir. Diğer bir ihtimal de, kurutma işlemi öncesinde farklı kimyasal maddeler ile kimyasal işleme tabi tutmaktır. Ayrıca, odun yüzeylerinden ekstraktif maddelerin uzaklaştırılması da yapışmayı artırabilmektedir. Odunun makinelerde işlenmesinden (kaplama kesme ve soyma dahil) kısa bir süre sonra tutkallama işleminin yapılmasının da inaktivasyon için bir önlem olduğu ifade edilmiştir (12).

Eğer odun yüzeyinde inaktivasyon meydana gelmişse; fırçalama, zımparalama, planyalama vb. işlemler ile yüzeydeki inaktif tabakanın uzaklaştırılması veya sodyum hidroksit, kalsiyum hidroksit, nitrik asit, hidrojen peroksit, boraks gibi bazı kimyasal maddeler ile yüzeyin muamele edilmesi sonucunda ıslanabilme yeteneği ve adhezyon için iyileşme sağlanabilmektedir (12).

Chow (23), taze halde istif edilmiş duglas göknarı, white spruce ve çam kaplamalardaki yüzey inaktivasyonunun, boraks sulu çözeltisi ile azaltıldığını ortaya koymuştur. Borik asidin de yüzey inaktivasyonunu engellemede etkili olduğunu, ancak korozyon problemlerine yol açtığı tespit edilmiştir.

Bunlara ilave olarak; reçine bileşenlerini suyun penetre olamadığı odunun içine taşımak için ıslanmayı artırıcı kimyasal maddeler (wetting agent) tutkal karışımına da ilave edilebilir (24).

5. SONUÇ

Bazı yüzey inaktivasyon olayları, birçok araştırma yapılmasına rağmen halen tam olarak tanımlanamamıştır. Odun yüzeylerindeki inaktivasyonun belirlenebilmesi maksadıyla birçok teknikler kullanılmaktadır. Bunlar arasında su absorpsiyonu, temas açısı ve yüzey gerilimi ölçümü, kimyasal analiz için elektron spektroskopisi (ESCA) vb. yöntemler sayılabilir.

İnaktivasyona uğramış odun yüzeylerinin adhezyonunu artırmak maksadıyla birçok çalışma gerçekleştirilmiş, bununla birlikte günümüze dek halen kapsamlı bir çözüm ortaya konulamamıştır. Bu çalışmalardan bazıları ekonomiklikten uzak, bazıları da çözümün sadece belirli bir parçası olmuşlar, yada teknik bir üretim problemine neden olmuşlardır.

Bu yüzden, odun esaslı kompozit levha ürünleri üreticileri, inaktivasyona uğramış odun yüzeylerini tekrar aktif hale getirecek başarılı çözümler beklemektedir. Ancak bu çözümlerin uygulanması kolay, ekonomik ve adhezyon için etkili olması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Lehtinen, M., Syrjänen, T., Koponen, S., Effect of Drying Temperature on Properties of Veneer, Helsinki University of Technology, Laboratory of Structural Engineering and Building Physics, Finland, 1997.
2. FAO, Energy Conservation in The Mechanical Forest Industries: FAO Forestry Paper, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 1990
3. Baldwin, R.F., Plywood and Veneer-Based Products: Manufacturing Practices, Miller Freeman Books, U.S., 1995.
4. Rice, R.W., Mass transfer, creep and stress development during the drying of red oak: Ph.D. Thesis, Virginia Polytechnique Institute and State University, 153 pages. Blacksburg, Virginia, 1988.
5. Lehtinen, M., Effects of Manufacturing Temperatures on The Properties of Plywood: Helsinki University of Technology, Laboratory of Structural Engineering and Building Physics, TRT Report No 92, Finland, 1998.
6. Lutz, J.F., Wood Veneer: Log Selection, Cutting, and Drying: U.S. Department of Agriculture, Tech. Bull. No: 1577, 1978.
7. Fengel, D., Wegener, G., Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, Berlin, 1989.
8. Troughton, G.E., Chow, S.Z, Migration of Fatty Acids to White Spruce Veneer Surface During Drying: Relevance to Theories of Inactivation, Wood Science, 3 (3) (1971) 129-133.
9. Vick, C.B., Adhesive Bonding of Wood Materials, Forest Products Laboratory, Wood Handbook-Wood as an Engineering Material, Gen.Tech.Rep. FPL-GTR-113, Madison, WI, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1999.
10. Chow, S.Z., Determining Veneer Surface Inactivation by A Reflectance Colorimeter, Forest Products Journal, 21 (2) (1971) 19-24.
11. Suchsland, O., Stevens, R.R., Gluability of Southern Pine Veneer Dried at High Temperatures, Forest Products Journal, 18 (1) (1968) 38-42.
12. Sernek, M., Inactivation of Wood Surfaces: A Literature Review, Virginia Tech. University, Wood-Based Composites Center, Technical Report No. 103, 2001.
13. Christiansen, A.W., How Overdrying Wood Reduces Its Bonding to Phenol Formaldehyde Adhesives: A Critical Review of The Literature, Part I. Physical Responses, Wood and Fiber Science, 22 (4) (1990) 441-459.
14. Currier, R.A., High Drying Temperatures- Do They Harm Veneer? Forest Products Journal, 8 (4) (1958) 128-136.
15. Northcott, P.L., Colbeck, H.G.M., Hancock, W.V., Shen, K.C., Casehardening in Plywood, Forest Products Journal, 10 (12) (1959) 442-451.
16. Walters, E.O., The Effect of Green Veneer Water Content, Dryer Schedules, and Wettability on Gluing Results for Southern Pine Veneer, Forest Products Journal, 23

(6) (1973) 46-53.

17. Koch, P., Techniques for Drying Thick Southern Pine Veneer, Forest Products Journal, 14 (9) (1964) 382-386.
18. Christiansen, A.W., How Overdrying Wood Reduces its Bonding to Phenol Formaldehyde Adhesives: A Critical Review of The Literature, Part II. Chemical Reactions, Wood and Fiber Science, 23 (1) (1991) 69-84.
19. Gray, V.R., The Wettability of Wood, Forest Products Journal, 12 (9) (1962) 452-461.
20. Nguyen, T., Johns, W.E., The Effect of Aging and Extraction on The Surface Free Energy of Douglas-Fir and Redwood, Wood Science and Technology, 12 (1979) 29-40.
21. Hse, C.Y., Kuo, M., Influence of Extractives on Wood Gluing and Finishing- A Review, Forest Products Journal, 38 (1) (1988) 52-56.
22. Wellons, J.D., Wettability and Gluability of Douglas-fir Veneer, Forest Products Journal, 30 (7) (1980) 53-55.
23. Chow, S.Z., Minimizing Wood Surface Inactivation at High Temperatures by Boron Compounds, Forest Products Journal, 25 (5) (1975) 41-48.
24. Sellers, T., Plywood and Adhesive Technology, Marcel Dekker, Inc., N.Y., 1985.