



Yangın Geciktirici Kimyasal Maddeler ile Emprenye İşleminin Odun ve Odun Esaslı Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

Aydın DEMİR¹ , İsmail AYDIN¹

Özet

Odun ve odun esaslı kompozit levha ürünleri bazı sakıncalı özelliklere sahiptir. Bu sakıncalı özelliklerden biri, materyalin kolay yanabilmesi ve tutuşabilmesidir. Bu amaçla; malzemenin yanma karakteristiklerine etki edip dayanımlarını artırmak için çeşitli yangın geciktirici kimyasal maddelerle muamele edilerek güçlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Yangın geciktirici amaç ile kullanılan bu kimyasal maddeler aynı zamanda uygulandıkları malzemelerin fiziksel, mekanik ve diğer bazı özelliklerine de etki etmektedir. Bu çalışmada, literatürdeki yangın geciktirici emprenye maddelerinin odun ve odun esaslı malzemelerin teknolojik özelliklerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar belirli başlıklar altında toplanmaya çalışılmıştır.

Yangın geciktirici kimyasal maddeler ile emprenye edilen odun ve odun esaslı kompozit malzemelerde, emprenye işleminde kullanılan kimyasal maddelerin yapısal özelliklerine bağlı olarak, higroskopik özelliklerde artış, direnç özelliklerinde düşme, özgül ağırlıkta artma, uygulanan işlemlere bağlı olarak boyutsal stabilitedeki değişimler, bozunma, metal bağlantı elemanları ile temas edildiğinde korozyon oluşumu, tutkallama problemleri, aşınmada artma, leaching (yıkama) problemi, yüzey pürüzlülüğünde ve ısı iletkenlik katsayısında artma görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yangın Geciktirici, Emprenye, Teknolojik Özellikler, Isıl İletkenlik

Effects of Treatment with Fire Retardant Chemicals on Technologic Properties of Wood and Wooden Materials

Abstract

Wood and wooden composite materials have some unfavorable properties. One of these unfavorable properties is inflammability and ignitability of material. For this purpose, the studies related to strengthen using treatment with different fire retardant chemicals investigate to increase durability of them affecting on combustion characteristic of materials. These chemicals use aim of fire retardant are also effect on physical, mechanical and other some properties of the materials treat with them. In this study, it worked to collect under specific title related to effect of treatment with fire retardant chemicals on technologic properties of wood and wooden materials in literature.

In wood and wooden materials treated with fire retardant chemicals, it is seen hygroscopic properties increase, strength properties decrease, specific gravity increase, change of dimensional depending applied treatment, degradation, formation of the corrosion contact with metal fasteners, gluing problems, abrasion increase, leaching problem, surface roughness and thermal conductivity coefficient increase based on structural properties of the chemicals used in treatment.

Keywords: Fire Retardant, Treatment, Technologic Properties, Thermal Conductivity

Giriş

Odun, başlıca selüloz, hemiselülozlar ve ligninden oluşan, doğada fazla miktarda bulunan, yenilenebilir doğal bir polimerik malzemedir. Diğer yapısal ve mühendislik malzemeleri ile karşılaştırıldığında odun; dokusu, sahip olduğu yüksek direnç, işleme ve şekil verme kolaylığı ve eşsiz estetik değeri gibi birçok özellikler sergilemesi nedeniyle benzersiz bir malzemedir (Carpenter, 1999). Bazı kullanım yerlerinde masif odun yerine

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon
aydindemir@ktu.edu.tr

değerlendirilebilecek çelik, plastik ve beton gibi alternatif malzemeler olmasına rağmen, her zaman doğal bir mühendislik malzemesi olarak odunun bu malzemelere karşı üstünlüğü günümüzde de geçerliliğini korumaktadır (Çolakoğlu ve ark., 2002).

İnsan yaşamı ve kültürünün gelişme sürecinde uzun ve mükemmel bir tarihe sahip olan odun; yapılarda taşıyıcı eleman, dış cephe kaplaması, döşeme ve çatı malzemeleri olarak kullanıldığı gibi, endüstriyel konstrüksiyonlar da köprü, iskele ve daha pek çok alanda da yoğun olarak kullanılmaktadır (Erdin, 2003). Dünyadaki gelişmelere bağlı olarak sanayi odunu talebi her geçen gün artarken orman alanlarındaki azalma, odun işleyen sanayileri yeni hammadde arayışlarına yöneltmektedir (Demirkır, 2012). Kontrplak, yonga levha, lif levha gibi odun esaslı kompozit levha ürünlerinin ortaya çıkış sebebi, masif ağaç malzemenin bazı özelliklerinin iyileştirilmesi, daha büyük boyutlu ve homojen yapıya sahip malzemelerin elde edilmesi isteğidir (Bozkurt ve Göker, 1981). Bu ürünlerin keşfi, daha küçük çaplı ağaç gövdelerinin ve diğer endüstrilerin odunsu artıklarının kullanılabilmesine imkan sağlamış, odun kusurları uzaklaştırıldığı için masif oduna kıyasla daha dirençli, homojen, geniş yüzeyli ve farklı boyut ve şekilde ahşap malzemelerin üretimine imkan vermiştir (Rowell, 2005).

Odun ve odun esaslı kompozit levha ürünleri, bazı sakıncalı özelliklere de sahiptir. Bu sakıncalı özellikten biri, materyalin kolay yanabilmesi ve tutuşabilmesidir (Özkaya ve ark., 2007). Tüm lignoselülozik materyaller, yanıcı özelliklere sahip olmaları nedeniyle tutuşma sıcaklığına ulaştıklarında ve yanma için gereken ortamı bulduklarında kolaylıkla yanabilmekte, direnç özelliklerini kaybedip yanma esnasında zayıf dayanım göstererek can ve mal güvenliğini tehdit etmektedir. Bu durum göz önüne alındığında, odun esaslı materyallerin; yapılarda, inşaat sektöründe vb. kullanım alanlarında değerlendirilmesi sınırlı hale gelmekte, kullanılması durumunda ise dayanım özelliklerinin iyileştirilmiş olması gerekmektedir (Ustaömer, 2008). Bu amaçla; malzemenin yanma karakteristiklerine etki edip dayanımlarını artırmak için çeşitli yangın geciktirici kimyasal maddelerle muamele edilerek güçlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır (Ellis ve Rowell, 1989; Kozłowski ve ark., 1999; Gu ve ark., 2007). Yapılan araştırmalar ile geliştirilen kimyasal maddeler ve yöntemler ağaç malzemenin yanma özelliğini tamamen ortadan kaldırmamış, fakat oldukça azaltabilmiştir. Özellikle ağaç malzemenin tutuşma süresinin uzatılması ve zehirli gazların oluşumunun engellenmesi ile insanlara henüz yangının başlangıç aşamasında kapalı mekânları terk edebilecekleri zamanı kazandırılmıştır (Terzi, 2008). Bu amaçlar doğrultusunda; tüm dünyada yangın geciktirici kimyasal maddeler, çeşitli yöntemler kullanılarak yanma dayanımı kazandırılmak istenen malzemelere uygulanmaktadır.

Odunda yanma direnci, odun cinsi, kömürleşme derecesi ve odunun özgül kütlesi gibi özelliklerine bağlı olarak değişmekte ve bazı işlemlerin kömürleşme derecesi üzerine de önemli etkileri bulunduğu ifade edilmektedir (Ellis ve Rowell, 1989). Günümüzde ağaç malzemenin yanmasının geciktirilmesi ve engellenmesi amaçlı olarak en yaygın inorganik esaslı kimyasal maddeler kullanılmakta olup, bunlar içinde en çok kullanılanlar: Amonyum sülfat, amonyum klorür, boraks, borik asit, fosforik asit ve çinko klorürdür. Bu tuz esaslı kimyasal yanmayı engelleyici maddeler, yanma esnasında ağaç malzemenin kömürleşmesini hızlandırmakta, oluşan bu kömür tabakası yanma sırasında, izolasyon tabakası rolü oynayarak, kolay tutuşabilen gazların oluşumunu önlemektedir (Baysal, 1994). Ayrıca, borlu bileşikler, yanmaya karşı ahşabın direncini artırması yanında, biyolojik zararlılara karşı koruyucu etkileri, suyla çözünerek kolayca uygulanabilmeleri, ucuz ve temini kolay olması, insan ve diğer canlılar için düşük zehirlilikleri nedeniyle güncellik kazanmışlardır (Mutlu, 2013). Yangın geciktirici kimyasallar, levha ürünlerinde çoğunlukla ya üretim aşamasında tutkal veya yonga/liflere katılmak suretiyle, ya da üretim sonrası levhaya basınçla, daldırma veya fırça ile sürme suretiyle uygulanmaktadır (Ayrılmış, 2006).

Yangın geciktirici amaçlı kullanılan bu kimyasal maddeler aynı zamanda uygulandıkları malzemelerin fiziksel, mekanik ve diğer bazı özelliklerine de etki etmektedir (Denizli, 1997; Sweet ve Winandy, 1999).

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, odun ve odun esaslı malzemelerin yanma özelliklerini iyileştirmek için kullanılan yangın geciktirici emprenye maddelerinin, levhaların teknolojik özellikleri üzerine etkisi ele alınmıştır.

Konuyla ilgili literatür taraması yapılarak konu incelenmiş, değerlendirmeler yapılarak bu konu da yapılacak çalışmalara yardımcı olması hedeflenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yangın geciktirici kimyasal maddelerin odun ve odun esaslı malzemelerin özelliklerine etkileri aşağıdaki başlıklar altında toplanmıştır.

Direnç Özelliklerine Etkisi

Yangın geciktirici kimyasallarının odunun direnç özellikleri üzerine etkileri üzerine sayısız çalışma vardır. Levan ve Winandy (1990), Gerhards (1970) ve Winandy (1988), yangın geciktirici emprenye maddeleriyle muamele edilmiş ağaç malzemenin direnç özelliklerinin etkilenebileceğini ve bunun kullanılan kimyasalların yapısına (asidik ve alkali olması), emprenye yöntemine ve emprenye sonrasındaki kurutma sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini belirtmektedirler (Aytaşkın, 2009). Muamele işleminden sonra oda sıcaklığına maruz kalan odunun direnci %10 ile %20 arasında düşmektedir (Denizli, 1997).

Yapılan çalışmalar, yüksek asidite özelliğine sahip kimyasalların yüksek konsantrasyonlarda uygulanması durumunda, odunda hidroliz olayının meydana geldiğini göstermiştir. Asidite arttıkça odunun direnç özellikleri azalmaktadır. Örnek olarak, kromlandırılmış çinko klorür ve alüminyum sülfat yüksek derecede asidik tuzlardır. Ancak, yine son yıllardaki çalışmalarla nötralleştirilen tuzların formülasyonlarının kullanılmasıyla direnç özelliklerindeki olumsuz etkinin minimize edilmesi sağlanmaktadır. Özellikle yapı malzemesi olarak kullanılacak yangın geciktirici kimyasal ile muameleli odunun direncindeki düşmenin dikkate alınıp, gerekli birim yükün muamele edilmemiş oduna göre daha az tutulması tavsiye edilmektedir (Holmes, 1974; Eickner, 1966). Arsenault (1962) yaptığı çalışmada; minalith, pyresote, üre-fosfat ve çinko borat kullanmış ve çalışma sonucunda bu maddelerin örneklerin direncini düşürdüğünü tespit etmiştir.

Borlu bileşikler ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda; bor iyonları ile tutkal moleküllerinde bulunan fonksiyonel metilol grupları (CH₂OH) arasında oluşan etkileşime bağlı olarak tutkalın, presleme sırasında istenilenden önce sertleştiği ve böylece kaplama ile tutkalın yüzey oluşturmasını engelleyerek çekme-makaslama direncinin düşmesine sebep olduğu bildirilmektedir (Ustaömer, 2008). Manning (2002), çinko borat ile yapılan çalışmalarda; çinko borat kullanım oranı arttıkça çekme-makaslama direnci değerlerinde azalma gerçekleştiğini, bu azalmanın özellikle kimyasalın % 5 ve % 8 konsantrasyon oranında kullanılması durumunda daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Özçifci (2006) borlu bileşiklerle emprenye edilmiş *Pinus brutia* Ten. ve *Ulmus campestris* L. odunlarında fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarını kullanarak çekme-makaslama direnci deneylerini gerçekleştirmiş ve çekme-makaslama direncinin düştüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca, Özçifçi ve Okçu (2008), emprenye maddelerinin çekme-makaslama direncini azalttığını ve bunun nedeninin, emprenye maddelerinin tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Aydın (2004) tarafından yapılan başka bir çalışmada, kontrplaklarda çekme-makaslama direnci üzerine emprenye maddelerinin doğrudan etkisi yanında, emprenye işleminden sonra

kaplama levhalarına uygulanan ikinci kurutma işleminin etkisi de kaplamalarda meydana gelen kimyasal değişim oranını artırıcı bir faktör olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, kurutma işleminden sonra kaplama yüzeylerinde kalan toz halindeki emprenye maddesi tabakasının da tutkal ile ıslanabilme yeteneğini olumsuz yönde etkileyerek çekme-makaslama direncinde azalmaya yol açacağı düşünülmüştür. Ayrılmış (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, tetra kaplamalardan üretilen kontrplaklarda boraks ile emprenyeli grupların, monoamonyum fosfatlı gruplara göre daha yüksek çekme-makaslama direnci değerleri elde etmiştir. Bunun sebebi olarak da, boraksın alkali karakterli, monoamonyum fosfatında asidik karakterde olmasını göstermiştir.

Higroskopik Özelliklere Etkisi

Yangın geciktirici formülasyonlarının çoğu kullanılan kimyasal maddelere bağlı olarak dirence etki etmelerinin yanı sıra, odunun nem içeriğini de artırmaktadırlar. Örneğin, levha üretimi sonunda yüzeye yakın biriken çinko boratın, ortamdaki rutubeti daha kolay çekebileceği literatürde belirtilmiştir (Levan ve Collet, 1989). Bozkurt ve ark. (1993), yangın geciktirici kimyasallarının en önemli dezavantajının, higroskopik özellik taşımaları olduğunu bildirmiştir. Özellikle inorganik tuzlarla muamele edilen odun, yüksek bağıl nemde muamelesiz oduna kıyasla daha higroskopik bir karakter göstermekte ve su alma özelliklerini büyük ölçüde artırmaktadır (Östman ve ark., 2001). İnorganik yangın geciktirici tuzlar, özellikle yüksek bağıl nemdeki emprenye edilmemiş odundan daha fazla higroskopiktir. %80' in üzerindeki bağıl nemlerde bu tuzlarla emprenye edilmiş kaplamaların denge rutubet miktarları, hızlı bir şekilde artacaktır (Kartal ve ark., 2007; Candan ve ark. 2009). Denge rutubet miktarındaki bu artışın; kullanılan kimyasalın tipi ve retensiyon miktarı, ağaç türü ve boyutuna göre değişebileceği belirtilmiştir (Anonim, 1999).

Özgül Ağırlığına Etkisi

Emprenyeli ağaç malzeme, empresyemiz ağaç malzemeye oranla bir miktar daha yüksek özgül ağırlık değerlerine sahiptir. Kontrol örneklerinde porlar hava ile doludur, ancak emprenyeli örneklerde hücre boşlukları emprenye maddeleriyle doludur. Hava boşluğunun daha az olmasından dolayı özgül ağırlıkların artması beklenen bir sonuçtur (Aytaşkın, 2009). Literatürde sarıçam ve doğu kayını odunlarının çeşitli emprenye maddeleri ile işlem görmesi sonucu yoğunluklarında artış olduğu bildirilmektedir (Örs ve ark., 1999). Yapılan başka bir çalışmada da çinko boratın yapısında bulunan çinko iyonunun varlığı ve iyonik metallerin de selülozu şişirici bir etkisi bulunmasından dolayı malzemelerin rutubetlerinde artışa sebep olması nedeniyle çinko borat ile muamele edilmiş kontrplak levhalarının hacimdeki artışa bağlı olarak özgül ağırlıklarının düştüğü de görülmüştür (Ustaömer, 2008). Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluk değerlerinin farklılık göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanabileceği literatürde belirtilmiştir (Aytaşkın, 2009).

Koroziyifliğe Etkisi

Koroziyiflik; kimyasal maddenin yapısal etkisi ve kullanım miktarına bağlı olarak meydana gelmektedir. Ortam nem koşulları, kullanılan metal tipi de koroziyiteyi etkilemektedir. Yangın geciktirici kimyasallarının çoğu koroziyif özelliğe sahiptir ancak %5 veya daha yüksek oranlarda korozyon önleyici maddelerin katılmasıyla metallere karşı korozyon etkisi minimize edilebilmektedir. Yine de yangın geciktirici kimyasallar ile muamele edilmiş odunların özellikle yüksek bağıl nemli ortamlarda uzun süre bırakılmaması gerekmektedir (Holmes, 1974; Ellis ve Rowell, 1989; Östman ve ark., 2001).

Tutkallamaya Etkisi

Odun ve odun esaslı levha üretimlerinde tutkallama özellikleri, yangın geciktirici kimyasalları tarafından olumsuz etkilenmektedir. Bu durum; kimyasal maddelerin yapısal

özelliğinden, kullanım miktarından, pH'ından, tutkallama koşullarından ve tutkalın türünden kaynaklanabilmektedir. Özellikle tutkal türü göz önüne alındığında pH uyumsuzluğu nedeniyle bazı durumlarda sıkça tutkallama problemleri yaşandığı bildirilmektedir (Eickner, 1966; Ellis ve Rowell, 1989). Aydın (2004), emprenye edilen kaplamalara yapılan ikinci kurutma işleminden sonra kaplama yüzeylerinde kalan toz halindeki emprenye maddesi tabakasının tutkal ile ıslanabilme yeteneğini olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir. Çolak (2002), bu olumsuz etkilenmenin, inorganik tuzun kimyasal yapısı, pH'ı, konsantrasyonu ile tutkal tipi ve tutkallama koşullarına bağlı olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, dekoratif amaçla kullanılacak yangın geciktiricilerle emprenye edilmiş malzemelerin yapışmalarında sorun olmayacağı literatürde belirtilmiştir (Eickner, 1966; Çolak, 2002).

İşlenebilmeye Etkisi

Odun ve odun esaslı malzemelerin, yangın geciktirici kimyasallarla muamele edildikten sonra işlenmesi sırasında kimyasal maddelerin yapısal özelliklerinden kaynaklanan etkiler, bu işlemi güçleştirmektedir. Özellikle inorganik tuz kristallerinin aşındırıcı etkisiyle, kullanılan aletlerin çalışma verimliliği ve iş görme ömrü azalmaktadır (Leao, 1993). Tungsten-karpit uçlu veya aşındırıcı etkiye dayanımlı alaşım kullanılarak bu sorun bir ölçüde giderilebilir (Eickner, 1966; Holmes, 1974; Çolak, 2002; Ustaömer, 2008). Ancak, borlu bileşiklerin malzeme yüzeyinde renk değişikliği meydana getirmediği, delme, biçme, tutkallama ve üst yüzey işlemleri gibi ağaç malzemenin işleme özelliklerini de olumsuz yönde etki etmediği de literatürde belirtilmektedir (Aydın, 2004; Ayrılmış, 2006).

Boyanabilirlik Üzerine Etkisi

Boyanabilirlik, diğer özellikler kadar önemli bir problem teşkil etmemesine rağmen; yangın geciktirici kimyasallar, boya yüzeyinde kimyasal kristaller oluşturabilmekte ve bazen de boya adezyonunu etkileyebilmektedir. Genel itibariyle; yangın geciktirici ile muamele edilmiş oduna üst yüzey işlemleri uygulanmamaktadır. Çünkü yangın geciktirici kimyasal maddeler genel olarak yapısal özellikleri nedeniyle odunun rengini değiştirebilmekte ve bazı renklemelere sebep olabilmektedir (Holmes, 1974; Östman, 2001; Ustaömer, 2008).

Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Yanmayı geciktirici emprenye maddelerinin ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı görülmüştür (Ayrılmış ve ark., 2006; Demir ve ark., 2015). Özellikle kaplama levhalarının emprenye işleminden sonra yapılan ikinci kurutma işleminin de yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı düşünülmüştür. Literatürde emprenye maddelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi, tomruk buharlama ön işlemi ve kaplama kurutma sıcaklıklarına göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Aydın, 2004).

Isıl İletkenlik Katsayısı Üzerine Olan Etkisi

Ağaç malzemedan üretilen levha ürünlerinde ısıl iletkenlik; çeşitli bağlayıcı maddeler ve bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddeleri ile üretilen ahşap levhalarda, bağlayıcı madde çeşidi ve katkı maddelerinin türüne göre farklılık göstermektedir (Kamke ve Zylkowski, 1989). Kontrplak, OSB, yonga levha, lif levha gibi yapısal levha ürünlerini koruma amacıyla gerçekleştirilen emprenye işlemlerinin de malzemenin ısıl iletkenliği üzerine etkisi olduğu belirtilmektedir (Kol ve ark., 2008; Kol ve ark., 2010; Demir ve ark., 2015). Yangın geciktirici kimyasallar ile ilgili yangın geciktirme mekanizmalarından biri olan termal teoriye göre, yangın geciktirici kimyasalların odunun ısı iletkenliğini artırdığı ve ısının kimyasal olarak absorbe edilmesini sağlayarak odun yüzeyinin tutuşmasını engellediği belirtilmiştir (Ustaömer, 2008). Hücre lümenlerindeki havanın daha iyi bir ısıl iletkenliğe sahip maddeyle yer değiştirdiğinde ısıl iletkenliğinin artacağını belirtmektedir. (Aytaşkın, 2009). Retensiyon miktarının artmasıyla birlikte ısıl iletkenliğin arttığı gözlemlenmiştir (Uysal ve ark., 2008). Kurt ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli yangın

geciktirici kimyasallar arasında, amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerin ısı iletkenlik katsayıları en yüksek bulunmuştur. Aynı çalışmada emprenye işlemi uygulanmayan kontrol gruplarının da en düşük ısı iletkenlik katsayısı değerlerini verdiği görülmüştür. Yapılan başka bir çalışmada, ısı iletkenliğin istendiği yerlerde; amonyum sülfatla emprenye edilen ve fenol formaldehit ile tutkallanan lamine ağaç malzemeler, izolasyonun arzulandığı yerlerde ise üre formaldehit ile yapıştırılan emprenye edilmemiş lamine ağaç malzemeler önerilmiştir (Kol ve ark., 2008).

Basınç metoduyla emprenye yapılan örneklerin ısı iletkenliği, daldırma metoduyla emprenye yapılan örneklerinkinden daha yüksek çıktığı görülmüştür. Basınç metodunda retensiyon oranının daldırma metoduna göre daha yüksek değerler vermesi bunun sebebi olarak gösterilmiştir (Uysal ve ark., 2010). Demir (2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, amonyum sülfat ve monoamonyum fosfat gibi amonyumlu emprenye maddelerinin çeşitli ağaç türlerinden elde edilen kaplamaların ısı iletkenlikleri üzerinde borlu bileşiklere göre daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, ısı iletkenlik gereken alanlarda borik asit ve amonyum sülfat ile basınç metoduyla emprenye edilen, yalıtkanlık gereken alanlarda ve yapıların duvar cephelerinde çinko klorür ve boraks ile daldırma metoduyla emprenye edilen ağaç malzemeler kullanılabileceği literatürde önerilmiştir (Uysal ve ark., 2011).

Sonuç ve Öneriler

Yangın geciktirici kimyasal maddeler ile emprenye edilen odun ve odun esaslı kompozit malzemelerde, emprenye işleminde kullanılan kimyasal maddelerin yapısal özelliklerine bağlı olarak, higroskopik özelliklerde artış, direnç özelliklerinde düşme, özgül ağırlıkta artma, uygulanan işlemlere bağlı olarak boyutsal stabilitedeki değişimler, bozunma, metal bağlantı elemanları ile temas edildiğinde korozyon oluşumu, tutkallama problemleri, aşınmada artma, leaching (yıkama) problemi, yüzey pürüzlülüğünün ve ısı iletkenlik katsayısında artma görülmektedir.

Ağaç malzemenin birçok olumlu özelliği olmasına karşın, istenmeyen bazı özellikleri olduğu da bir gerçektir. Doğal halde ağaç malzeme çürüyebilir, yanabilir ve rutubet alışverişine bağlı olarak çalışabilir. Dünyada ve Türkiye’de orman alanları çok hızlı bir şekilde azalmakta ve bununla birlikte de ağaç malzemenin daha verimli ve uzun ömürlü olarak kullanımını çok büyük önem kazanmaktadır. Ağaç malzemenin uzun ömürlü olarak kullanımının en önemli yöntemlerinden biri ise emprenye işlemidir. Ancak, emprenye işleminin ağaç malzemelerin fiziksel özelliklerini genel olarak arttırdığı, mekanik özelliklerini de düşürdüğü literatürde belirtilmektedir. Bu yüzden emprenye işlemi uygulanmadan önce kullanılan ağaç türüne ve uygulanan emprenye maddesine de bağlı olarak direnç değerlerindeki bu değişimler dikkate alınmalıdır. Özellikle, malzemelerde meydana gelebilecek rutubet artışı ve buna bağlı olarak oluşabilecek boyut değişimleri, son kullanım yerleri göz önünde bulundurulacak şekilde düşünülmelidir.

Emprenye işlemine tabi tutulan malzemelerdeki retensiyon miktarı ve emprenye metoduna bağlı olarak ısı iletkenlik değerlerinde değişimler meydana gelmektedir. Isı iletkenliğin artması, özellikle iletkenlik gereken kullanım alanlarında önemli bir avantaj sağlayabilir. Yalıtkanlık aranan yerlerde ise, ısı iletkenlikte meydana gelecek bu artışın göz önünde tutulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 1999. Wood Handbook, Wood As an Engineering Material, General Technical Report 113, Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 463.7.
- Arsenault, R.D. 1962. Fire Retardant Particleboard Produced from Treated Flakes . M.S. Thesis. State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, N.Y.
- Aydın, İ. 2004. Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların İslanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri. Doktora Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Ayrılmış, N. 2006. Çeşitli Kimyasalların Bazı Ahşap Levha Ürünlerinde Yanma ve Teknolojik Özellikler Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Ayrılmış, N. Korkut, S. Tanrıtanır, E. Winandy, J.E. Hızıroğlu, S. 2006. Effect of Various Fire Retardants on Surface Roughness of Plywood. *Building and Environment*. 41: 887–892.
- Aytaşkın, A. 2009. Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük.
- Baysal, E. 1994. Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerinin Kızılçam Odununun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Bozkurt, A.Y. Göker, Y. 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, yayın No: 297. İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. Göker, Y., Erdin, N. 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın no:3779. Fakülte Yayın No: 425.
- Candan, Z., Dündar, T., Ayrılmış, N., Şahin, H.T. 2009. Dimensional Stability of Fire-Retardant-Treated Laminated Veneer Lumber. *Forest Production Journal*. 59(11/12): 18-23.
- Carpenter, M.W. 1999. Characterizing The Chemistry of Yellow-Poplar Surfaces Exposed to Different Surface Energy Environments Using DCA, DSC and XPS. Master Thesis. West Virginia University, College of Agriculture, Forest and Consumer Sciences. Department of Wood Science, Morgantown. West Virginia.
- Çolak, S. 2002. Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu İle Teknolojik Özelliklere Etkisi. Doktora Tezi. K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G., Çolak, S. 2002. Ahşap Sanayinde Melamin Formaldehit (MF) ve Melamin/Üre Formaldehit (MÜF) yapıştırıcılarının Kullanımı. *Mobilya Dekorasyon*. 47: 130-138.
- Demir, A., Aydın, İ., Çolakoğlu, G. 2015. Yanmaya Karşı Emprenye Edilmiş Kaplama Levhalarında Isıl İletkenlik ve Yüzey Pürüzlülüğü. 3. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiriler Kitabı. Selçuk Üniversitesi. Konya: 374-378.
- Demir, A. 2014. Yangın Geciktirici Emprenye Maddelerinin Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilen Kontrplakların Isıl İletkenliğine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Demirkır, C. 2012. Çam Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Yapı Maksatlı Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Denizli, N. 1997. Physical and Mechanical Properties of Laminated Strand Lumber Treated with Fire Retardant. Master of Science Degree. State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse. New York. UMI, 48130.
- Eickner, H.W. 1966. Fire Retardant-Treated Wood. *Journal of Materials*. 1(3): 625-644.

- Ellis, D.W., Rowell, M.R. 1989. Flame-Retardant Treatment of Wood with a Diisocyanate and an Oligomer Phosphonate. *Wood and Fiber Science*. 21(4): 367- 375.
- Erdin, N. 2003. Ağaç malzeme kullanımı ve çevreye etkisi. İnterteks İnşaat 2003 Fuarı. Ahşap Seminerleri. İstanbul.
- Gerhards, C.C. 1970. Effect of Fire Retardant Treatment on Bending Strength of Wood. Res. Pap. FPL-145. Madison. WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Gu, W.J., Zhang, C.G., Dong, L.S., Zhang, Y.Q., Kong, J. 2007. Study on Preparation and Fire- Retardant Mechanism Analysis of Intumescent Flame-retardant Coatings. *Surface & Coatings Technology*. 201: 7835-7841.
- Holmes, C.A. 1974. The Fire Performance of Wood and Its Improvement by Fire Retardant Treatments. American Wood Preserves' Association: 95-102.
- Kamke, A.F., Zylkowsky, S.C. 1989. Effects of wood –based panel characteristics on thermal conductivity, *Forest Products Journal*, 39(5): 39-24.
- Kartal, S.N., Ayrılmış, N., Imamura, Y. 2007. Decay and Termite Resistance of Plywood Treated with Various Fire Retardants. *Building Environment*. 42(3): 1207-1211.
- Kol, H.S., Özçifçi, A., Altun, S. 2008. Üre Formaldehit ve Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç malzemelerin Isı iletkenliği katsayısı üzerine emprenye maddelerinin etkileri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 8(2): 125-130.
- Kol, H.S., Uysal, B., Kurt, S. 2010. Thermal Conductivity of Oak Impregnated with Some Chemicals and Finished. *Bioresources*, 5(2): 545-555.
- Kozłowski, R., Mieleniak, B., Helwig, M., Przepiera, A. 1999. Flame Resistant Lignocellulosic-Mineral Composite Particleboards. *Polymer Degredation and Stability*. 64: 523-528.
- Kurt, Ş., Uysal, B., Özcan, C. 2009. Thermal conductivity of oriental beech impregnated with fire retardant. *Journal of Coatings Technology and Research*. 6(4): 523- 530.
- Leao, A.L. 1993. Treatment Variations For Production of Fire Retardant Flakeboards. PhD Thesis. University of Wisconsin.
- LeVan, S.L., Collet, P.M. 1989. Choosing and Applying Fire-Retardant-Treated Plywood and Lumber for Roof Designs. Gen. Technical. Rep. GTR-62. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI.
- LeVan, S.L. Winandy, E.J. 1990. Effect of Fire Retardant Treatment on Wood Strength:A Review. *Wood and Fiber Science*. 22(1): 113-131.
- Manning, M. 2002. Wood Protection Processes for Engineered Wood Products, Enhancing the Durability Lumber and Engineered Wood Products. February, 11-13. Orlando, Florida.
- Mutlu, E. 2013. Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilen Bazı Ağaç Türlerinin Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Örs, Y., Atar, M., Peker, H. 1999. Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 23(5): 1169-1179.
- Östman, B., Voss, A., Hughes, A., Hovde, J.P., Grexa, O. 2001. Durability of Fire Retardant Treated Wood Products at Humid and Exterior Conditions Review of Literature. *Fire and Materials*. 25: 95-104.
- Özçifçi, A. 2006. Effects of Boron Compounds on The Bonding Strength of Phenol Formaldehyde and Melamine-Formaldehyde Adhesives to İmpregnated Wood Materials. *Journal Adhesion Science Technology*. 20(10): 1147–1153.
- Özçifçi, A., Okçu, O. 2008. The Influence of the Impregnating Chemicals on the Bonding Strength of Impregnated Wood Materials. *Journal of Applied Polymer Science*. 107: 2871–2876.

- Özkaya, K., Ilce, C.A., Burdurlu, E., Aslan, S. 2007. The Effect of Potassium Carbonate, Borax and Wolmanit on the Burning Characteristics of Oriented Strandboard(OSB). *Construction and Building Materials*: 1457-1462.
- Rowell, R.M. 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press.
- Sweet, M.S., Winandy, J.E. 1999. Influence of Degree of Polymerization of Cellulose and Hemicellulose on Strength Loss in Fire-Retardant-Treated Southern Pine. *Holzforschung*. 53: 311-317.
- Terzi, E. 2008. Amonyum Bileşikleri ile Emprenye Edilen Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Ustaömer, D. 2008. Çeşitli Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Muamele Edilerek Üretilmiş Orta Yoğunluktaki Liflevhaların (MDF) Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Uysal, B., Kurt, Ş., Kol, H.Ş., Özcan, C. 2008. Thermal Conductivity of Poplar Impregnated with Some Fire Retardant, *Teknoloji*. 11(4): 239-251.
- Uysal, B., Yapıcı, F., Kol, H.Ş., Özcan, C., Esen, R., Korkmaz, M. 2011. Emprenye Yapılmış Ağaç Malzeme Üzerine Uygulanan Üstyüzey İşlemlerinin Isı İletkenliklerinin Belirlenmesi. 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11). Mayıs Bildiriler Kitabı, Elazığ.
- Uysal, B., Kurt, Ş., Özcan, C., Yapıcı, F., Esen, R. 2010. Bazı Yangın Geciktiriciler ile Emprenye Edilen Göknar Odununun Isı İletkenliği. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı. V: 1788-1798.
- Winandy, I.E. 1988. Effect of Treatment and Redrying on The Mechanical Properties of Wood. In: Wood Protection Techniques and The Use of Treated Wood in Construction. 54-62. Madison, WI: Forest Products Research Society.