

BIOTIC AND ABIOTIC DETERIORATION IN HISTORIC STRUCTURES AND A GUIDE FOR PROTECTION AND MAINTENANCE

ABSTRACT

Extending the life of wooden building materials is critical and important to historic preservation applications and techniques as well as to pass such historical structures to the next generations. The susceptibility of wood and wooden structures to biodegradation and biodeterioration can be minimized through design, construction practices, maintenance, and protection/preservation with wood preservatives. Wood under proper conditions in terms of moisture, oxygen, temperature, food source etc. is degraded by fungi and insects since wood is a biological material; however, wood protection and preservation techniques help wood and wooden structures increase durability, performance and service life against moisture, fungal decay and mold formation. Moreover, fire resistance of wood and historic wooden structures can be extended by using proper fire retardants in wood elements. Prior to any practices to be applied, a careful evaluation and inspection of existing conditions in wooden structures should be conducted to determine the appropriate level of intervention. This paper reviews brief information on selection and specification of wood protection methods and preservatives to extend service life of historic wooden structures.

Tarihi Ahşap Yapılarda Biyotik/Abiyotik Bozunmalar ve Koruma/Bakım Önlemleri

 S. NAMI KARTAL*

► Giriş

Ahşap Nedir? Ahşabı Neler Bozunmaya Uğrattır?

Doğal ve önemli bir hammadde olan ahşabın eşsiz yapısal ve kimyasal özellikleri, bu materyale sınırsız kullanım imkânı sağlamaktadır. Ahşap; esas olarak selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi hücre çeperi bileşenlerinin bir karışımıdır. Ahşabın kimyasal yapısındaki hidroksil gruplarının varlığı, oduna direnç ve kullanım uygunluğu sağlamakla birlikte, bu tür gruplar rutubet alımı, boyutsal değişkenlik ve ahşabın böcek ve mantarlar tarafından saldırıya uğraması gibi problemlerin de sorumlusudur. Ahşap ve suyun ilişkisi, odun çürüklüğünde oldukça önemli olup mantarlar, böcekler, termitler, odun deliciler ve bakteriler gibi organizmalar, uygun şartlar altında ahşap yapıları kısa bir sürede tahrip edebilmektedir (Engür ve Kartal, 2006).

Doğal ve önemli bir hammadde olan ahşabın eşsiz yapısal ve kimyasal özellikleri, bu materyale sınırsız kullanım imkânı sağlamaktadır.

Biyolojik esaslı bir yapı malzemesi olan ahşap; anizotropik, higroskopik, gözeneklilik, visko-elasticlik, ağırlık-direnç oranı, ses, elektrik ve ısı iletkenliği vb. özellikleriyle yapı malzemelerinin en önemlilerindedir. Ayrıca yoğunluk, renk, direnç ve boyut bakımından geniş bir çeşitliliğe sahip olması ve estetik özellikleri, ahşabı üstün bir malzeme yapmaktadır (Engür ve Kartal, 2006).

Ahşabın, birçok üstün niteliğine karşın bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır, ancak bu yönlerini iyileştirici çeşitli teknikler uygulanabilmektedir. Ahşap malzeme

biyolojik bir materyal olduğundan, çok çeşitli organizmalar (mantarlar, böcekler, termitler, bakteriler, deniz canlıları vb.) tarafından bozunmaya uğratılmakta, bunun yanı sıra fiziksel ve kimyasal faktörler de ahşap malzemenin tahribatını hızlandırmaktadır. Yanma ve açık hava etkileri de (güneş ışığı, UV radyasyonu, rüzgâr, yağmur, kar, don vb.) ahşap malzemenin hizmet ömrünü etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Kartal, 2009).

Ahşabın olumsuz yönlerini giderici birçok yöntem ve işlem başarı ile uygulanabilmekte ve ahşap yapıların hizmet ömürleri uzatılabilmektedir. En basit uygulamalar olarak; bu tür yapılarda kullanılacak malzemelerde doğal dayanıklı ağaç türlerinin seçimi, tasarıma yönelik önlemler, ahşap malzemenin kuru tutulması, yüzey kaplayıcı madde kullanımı, su itici madde, boya, vernik vb. ile yanmayı geciktirici maddelerin uygulanması gibi koruma önlemleri bina içi işlemlerde tercih edilebil-

* Prof. Dr. S. Nami KARTAL: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Başkanı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi ABD Başkanı, e-posta: snkartal@istanbul.edu.tr

mektedir. Ancak bina dışı toprak ve su teması uygulamalarda, ıslanma riskinin olduğu yerlerde ve yanma vb. tehlikesine karşı koruyucu özel-likte maddelerle emprenye edilmiş ahşap kullanımı önem kazanmakta ve önerilmektedir. Bina uygulamalarında kullanılan ahşaptan uzun hizmet ömrü beklendiğinde, bu materyalden yapılan elemanların uygun yöntemlerle emprenye

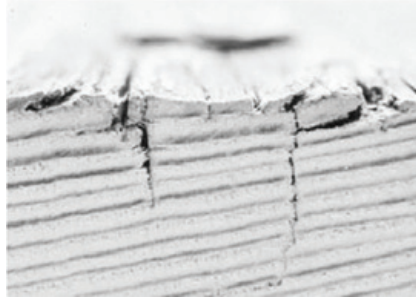
edilmesi gerekir. Ahşap; ekonomik ve estetik bir yapı malzemesi olma niteliklerinin yanı sıra, emprenye maddeleri ile korunmak suretiyle de dayanıklılık kazanmakta, bu sayede pek çok yerde kullanılmaktadır (Kartal, 2009). Ayrıca koruyucu özellikteki emprenyenin yanı sıra, çeşitli modifikasyon işlemleriyle ahşabın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değiştirilmesi, dayanıklılığını

arttırılabilmektedir. Bu tür işlemlere örnek olarak termal (ısı ile yapının değiştirilmesi) ve kimyasal modifikasyonlar gösterilebilir. Termal işlem gören modifiye ahşap ürünler, günümüzde ahşap yapılarda; dış cephe kaplaması, dograma ve döşeme malzemesi, bahçe mobilyası, sauna yapımı, panjur, ses bariyerleri vb. amaçlarla kullanılmaktadır (Kantay ve Kartal, 2007).

Tarihi Ahşap Yapılarda Bozunma Nedenleri

■ **Rutubet:** Ahşap içerisindeki su veya nem miktarı olan rutubet, birçok biyotik kaynaklı bozunmanın ana kaynağı olarak bilinmektedir. Ahşabın bozulmasına yol açan açık hava etkisi, küf, mantar çürüklüğü ve böcek atağı gibi faktörler rutubet oluşumunda esas rol oynamaktadır. Rutubet aynı zamanda ahşap yapılarıdaki metal elemanlar üzerinde de korozyon ve paslanmaya neden olmakta, bunlar da ahşap malzeme ilave renklenmeler oluşturabilmektedir. Rutubet alışverişi ayrıca ahşabın çalmasına (daralıp genişlemesine) neden olmakta ve malzemede çatlak, çarpılma, burulma gibi kusurlara yol açabilmektedir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ **Rutubet harici çevre koşullarının etkisi:** Açık hava koşullarında, herhangi bir koruma önlemi alınmamış ahşap yüzeyler, fiziko-kimyasal kaynaklı bozunmaya uğramakta; grileşme, yüzey pürüzlülüğü, yüzeysel erozyon ve çatlaklar vb. oluşumlar gözlenmektedir (Şekil 1). Genel olarak koyu renkli ahşap yüzeylerin rengi açılmakta, açık renkli ahşap yüzeyler ise koyulaşmaktadır. Açık hava koşullarına maruz kalma süresi uzadıkça ahşap yüzeylerde gümüşimsü gri bir renk oluşmakta ve bu tabaka yüzeyden 0.08-0.25mm derinliğe kadar inebilmektedir. Bu tür bozunmalar güneş ışınlarındaki UV radyasyonu, yağmur, kar, don, rüzgâr vb. atmosferik etkiler ile oluşmaktadır. Ahşap yüzeylerin su alıp verme döngüsü arttıkça, oluşan çatlaklar derinleşmekte ve genişlemektedir (Kartal, 1992b).



Şekil 1. Çevre koşulları sonucu ahşapta meydana gelen çatlak ve yüzey erozyonu (Williams, 2005)

■ **Küf ve renklenmeler:** Ahşap yapılarıdaki bu tür oluşumlar, yetersiz havalandırma ve rutubet yoğunlaşması vb. etkenlerle ortaya çıkmaktadır (Şekil 2). Bunun nedeni küf ve renk mantarlarının, odun çürüten mantarların aksine, ahşabın yüzeyinde gelişmesidir. Küflenmeler genellikle ahşap yüzeylerde siyahımsı veya yeşilimsi-kahverengi renklenmelerle kendini göstermektedir. Ahşap yapılarda küflenme görünüş bozukluklarının yanı sıra, alerji ve diğer sağlık sorunlarına da neden olmaktadır. Bu tür oluşumlar, ahşap yapıların genellikle kuzey yönüne bakan yüzeylerinde, tavan ve taban döşemelerinde, ahşap elemanların bağlantı yerlerinde, duvarlarda ve subasman seviyesindeki rutubeti yüksek ahşap yüzeyler ile banyo, tuvalet, çamaşır odası gibi bağıl nemin yüksek olduğu kısımlarda görülebilmektedir. Küf ve renk mantarları ahşapta yapısal bozunma meydana getirmez, ancak bu gibi değişimler ileride oluşabilecek odun çürüklüğünün başlangıç yerleri olabilir.



Şekil 2. Bir çatı katı ahşap girişinde küf mantarlarının oluşturduğu renklenme (Forest Products Laboratory TechLine, 1999)

■ **Liken, yosun ve alg oluşumları:** Likenler dış ahşap yüzeylerde görülür, ancak bir zarara neden olmaz. Genellikle endirekt güneş ışığı ve uygun rutubet koşulları ile ortaya çıkar. Fakat bunların yüzeyden ayrılması için yapılan temizlik işlemleri ahşaba zarar verebilmektedir. Likenler gibi yosunlar da ahşapta strüktürel bozunmalar meydana getirmez, ancak yosun varlığı ahşap yapıda yoğun ıslanmanın habercisidir. Bu da ahşap çürüten mantarların varlığına işaret edebilir. Algler de rutubetli ve gölgede kalan ahşap yüzeylerde görülmekte, mekanik bir zararı olmamakla beraber, bu oluşumlar da ahşap çürüklüğünün habercisi olabilmektedir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ **Çürüklük yapan mantarlar:** Bu mantarlar, uygun şartlar altında odunu oluşturan hücrelerin çeperlerindeki selüloz, odun şekerleri ve lignin gibi molekülleri bozmakta; sonuçta ahşap yapı ve malzemelerde çürüklükler meydana

na gelmektedir (Şekil 3). Genelde mantar kaynaklı çürüklükler; esmer çürüklük, beyaz çürüklük, yumuşak çürüklük ve kuru odun çürüklüğü olarak dört gruba ayrılmakta ve her birine ait mantar türleri farklılık göstermektedir. Bunun ötesinde her grubun ahşapta yapmış olduğu çürüklük özelliği de değişiklik göstermektedir. Ahşap yapılarda genellikle esmer çürüklük veya kuru odun çürüklüklerine rastlanır; bu tür bozunmalarda, ayrışmanın derecesi yapının şartlarına bağlı olarak çok şiddetli olabilmektedir. Tarihi ahşap yapılarda bu tür çürüklükler görüldüğünde alınacak esas önlem, çürüyen düz elemanların korunmuş yeni malzeme ile değiştirilmesidir; ancak bezemeli elemanlarda bu işlem uygulanmaz, orijinal bir özellik ya da desen varsa bunu korumak daha önemlidir. Çürümüş ahşap elemanlarda sonradan emprenye yapılmak suretiyle koruma önlemi alınmamaktadır (Ridout, 2000).

■ **Böcekler, termitler, marangoz karıncalar:** Ahşabı bir gıda maddesi olarak kullanan böcekler ile termitlerin birçok türü, tarihi ahşap yapı elemanlarında ve eşyalarda çok ciddi zararlara



Şekil 3. Ahşapta esmer çürüklük mantarının yapmış olduğu bozunma ve odun delici böceklerin yapmış olduğu tahribat (Turner, 2008)

neden olmaktadır (Şekil 3). Genel olarak bina içerisindeki kuru ahşabı tahrip eden böcekler için optimum rutubet miktarı %8-10, sıcaklık miktarı ise 20-30°C arasında değişmektedir. Böcekler ahşap yapılarda; giriş, taban ve tavan döşemeleri, merdiven, kapı, lambri gibi yapı elemanlarında, mobilya, sepet, küfe gibi eşyalarda oldukça büyük zarar vermektedir. Yanı sıra; cami, kilise ve müzelerdeki ahşap sanat eserleri, müzik aletleri ve diğer taşınabilir ahşap eserlerde de benzer zararlı atakları görülmektedir. Ev teke böcekleri (*Hylotrupes bajulus*), ölüm saati böcekleri (*Xestobium rufovillosum*) mobilya böcekleri (*Anobium punctatum*) ve

parke böcekleri (*Lyctus spp*) en fazla rastlanan böcekler olup tarihi ahşap yapılarda daha çok, ev teke ve ölüm saati böceklerine rastlanmaktadır (Erdin ve Kartal, 1997).

■ **Yanma:** Belli bir sıcaklık derecesinden sonra yeterli oksijen ve bir alev kaynağının bulunması durumunda ahşap malzeme yanabilmektedir. Düşük sıcaklıklarda yanma sonucunda ahşap yüzeyler kömürleşmekte; CO₂ gibi gazlar oluşmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda katran ve yanabilen gazlar oluşumu gözlenmekte ve bunların oksijenle birleşmesiyle sürekli bir yanma gerçekleşmektedir (Erdin ve Kartal, 1997). Birçok araştırmanın sonucunda, ahşabın yanıcı bir yapı malzemesi olmasına karşın, yanma sırasında üst yüzeylerde oluşan kömürleşme nedeni ile binanın yapısal bütünlüğünün korunduğu belirlenmiştir. Bu da; ağır ahşap konstrüksiyonlu binaların yanmaya karşı ne ölçüde dayanıklı olduğunu ve bu tür yapıların iki saate yakın bir süre ayakta kalarak içindekilere binayı terk etmeleri için zaman kazandırdığını açıklamaktadır. Çelik vb. malzemeler ise yanmaya en fazla 90 dakika dayanabilmektedir.

Tarihi Ahşap Yapılarda Hangi Kısımlar Sorun Yaratabilir?

Tarihi ahşap yapılar; tasarım, çevre şartları, etrafındaki ve bünyesindeki zararlılar nedeniyle, biyotik ve abiyotik etkenler tarafından çeşitli derecelerde tahribata uğratılmaktadır. Bu tür yapılarda, en fazla zararın görüldüğü yerler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Toprak veya zeminle temas eden ahşap elemanlar,
- Yüksek rutubet içeren ahşap elemanlar,
- Çürüklük başlangıcı olan ahşap elemanlar,
- Çatılarda baca kenarları ve ha-



Şekil 4. Bir yapının, biyolojik bozunma riski yüksek olan bodrum katında duvarla temas eden ahşap elemanlar (www.trada.co.uk).

valandırma boşluklarında kullanılan ahşap elemanlar,

- Tavan arası ve çatı katı elemanları,
- Yapı temel malzemesi ile temas eden ahşap yapı elemanları,
- Döşeme malzemesi ile temas eden ahşap elemanlar (Şekil 4),
- Kapı ve pencere dogramaları,
- Dış cephe dogramaları ve kaplamaları,
- Veranda, balkon gibi yerlerde kullanılan ahşap elemanlar,
- Bodrum katlarında kullanılan ahşap elemanlar (Şekil 4).

Tarihi Ahşap Yapılarda Koruma ve Bakım Stratejileri

Tarihi ahşap yapılarda genel olarak koruma ve bakım amaçlı dört strateji geliştirilmiştir. Bunlar:

- Emprenye ve koruma,
- Rehabilitasyon,
- Restorasyon,

- Rekonstrüksiyon, olarak tanımlanabilir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ Emprenye ve koruma stratejisi, yapının özgün elemanlarının sağlam olduğu durumlarda söz konusudur. Bu stratejinin ana amacı, bakım ve onarım işlemleri sırasında yapının tarihi kimliğini korumak ve özgün ahşap elemanların değişimini en aza indirmektir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ Rehabilitasyon işlemleri birçok açıdan koruma ve empenye işlemleri ile benzerlik gösterse de; ahşap yapı genellikle bozunmuştur ve korunamaz durumdadır, çok daha fazla onarım ve değiştirme işlemine gerek duyulur. Bu tür stratejide aynı zamanda değişiklikler ve eklemeler de söz konusu olabilmektedir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ Diğer stratejilerin aksine, restorasyonda yapının özgün haline kavuşturulması hedeflenmektedir. Restorasyon sırasında tarihsel yapı elemanları, orijinaline benzeyecek şekilde değiştirilebilir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ Rekonstrüksiyon stratejisi, bir yapının tekrar yapılması amaçlandığında uygulanmaktadır. Restorasyon uygulamasına benzer şekilde, yeniden yapılacak binanın özgün haline kavuşması hedeflenmekte-

dir. Bu strateji genellikle nadiren uygulanır ve uygulanması sırasında çok detaylı bir projeye ve yapı ile ilgili tarihsel dokümantasyona gereksinim duyulur (Lebow ve Anthony, 2012).

Amaç ve uygulama farklılıkları bakımından dört farklı stratejiden söz edilmesine rağmen, ahşap yapıların korunması ve bakımında genel bazı esaslar vardır. Özgün yapının, mimari dokunun ve uzaysal/boşluksal ilişkiler gibi karakteristiklerin korunması, bu dört stratejide de ortak özellikler olarak karşımıza çıkmaktadır (Lebow ve Anthony, 2012). Diğer taraftan, tarihi ahşap yapılar çeşitli yöntemlerle incelenerek mevcut yapısal durumları ortaya konulabilmektedir. Gerek tahribatlı ve gerekse tahribatsız yöntemlerle, malzemenin iç ve dış yapısı hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olunmakta, değişen fiziksel ve mekanik özellikleri, dayanıklılığı, biyolojik bir degradasyonun varlığı ya da yokluğu belirlenebilmektedir. Böylece ahşap malzeme bünyesinde oluşabilecek mantar kaynaklı çürüklükler, böcek ve termit kaynaklı galeriler, zararlı tahribatları, yüzeylerdeki mantar kaynaklı renk değişimleri ve bozun-

malar tam ve doğru olarak tespit edilebilmektedir. Yapısal durumu ortaya konan ahşap yapı elemanları ya tamamen binadan çıkartılıp yerine aynı özellikte yeni malzeme konulmakta ya da yerinde bakım işlemleri ile bu ahşap elemanlar koruma altına alınarak hizmet ömürleri arttırılmaktadır. Yerinde bakım işlemlerinde, ahşap elemanlara çeşitli yöntemler ve maddelerle müdahale edilerek koruma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bunların dışında, çıkarılabilen ahşap elemanlara empenye işlemleri uygulanmak suretiyle, gerek biyolojik zararlılara gerekse yanma vb. etkilere karşı malzemenin dayanıklılığı arttırılabilmektedir.

Öncelikle, şiddetli degradasyona uğramış ahşap elemanların onarımı veya kısmi değişimi hedeflenmektedir. Değişim işlemlerinde ise, yeni yapı elemanı eskisiyle; tasarım, kompozisyon, renk ve doku bakımından mümkün olan en yüksek derecede eşleşmelidir. Kimyasal veya fiziksel koruma ve empenye işlemleri uygulanacaksa, bu işlemlerin mümkün olabilecek en az şiddette uygulanması gerekmektedir (Lebow ve Anthony, 2012).

Emprenye-Kimyasal Koruma Nedir?

Ahşabın ve ahşap yapıların sağlıklı bir biçimde korunması ve hizmet ömürlerini arttırmak için alınan her türlü önlem, "koruma" olarak adlandırılmaktadır. Emprenye ise, yine ahşabın hizmet ömrünü arttırmak amacı ile ahşabın içerisine koruyucu özellikteki kimyasal maddelerin çeşitli yollarla uygulanması anlamına gelmekte ve eksik olmakla birlikte, "Kimyasal Koruma" olarak da tanımlanabilmektedir (Kartal, 2009).

Mantar ve diğer zararlı organizmalar tarafından saldırı riskinin bulunmadığı bina içi kullanımlarda ve insan temasının sürekli olduğu yerlerde ise, genel olarak empenye maddeleri ile koruma tercih edilmemekte ya da zehirlilik derecesi düşük ve insanlara olumsuz etkisi olmayan maddeler kullat-

Ahşabın hizmet ömrü, yapısı içerisine koruyucu özellikteki kimyasal maddelerin çeşitli yollarla verilmesi ile arttırılabilir.

nılmaktadır. Doğal dayanıklı ağaç türlerinin seçimi, tasarıma yönelik önlemler, yüzey kaplayıcı ve su itici maddeler ile boya, vernik vb. kullanımı gibi fiziksel önlemler, bina içi uygulamalarda tercih edilebilir; ancak bina dışı toprak ve su temaslı uygulamalar ile ıslanma riskinin bulunduğu yerlerde empenye edilmiş ahşap kullanımı önerilmektedir (Kartal, 2009)

Koruyucu özellikteki etken maddelerle geçirimsizliği sağlanmış ahşabın, özellikle çürüme riski yüksek olan toprak ve su temaslı uygulamalarda, birçok biyotik zararıya karşı kullanımı önem kazanmaktadır. Bina dışı uygulamalarda kullanılan ahşaptan uzun hizmet ömrü beklendiğinde, ahşabın uygun empenye maddeleri ve yöntemlerle geçirimsizliğinin sağlanması gerekir. Ahşabın ekonomik ve estetik bir yapı malzemesi olma niteliğinin yanı sıra, empenye edilerek dayanıklılığının sağlanabilmesi, bu malzemenin sınırsız kullanımına olanak vermektedir. Bundan dolayı, bugüne kadar çok sayıda ve değişik özelliklere sahip empenye maddeleri geliştirilmiştir ve halen de geliştirilmeye devam edilmektedir. Koruyucu

emprenye maddeleri genel olarak, su esaslı, organik esaslı ve yağ çözücülü emprenye maddeleri olmak üzere üç gruba ayrılmakta; bu maddelerin çoğunlukla toprakla

temas eden yerlerde, açık havaya maruz kalınabilecek kısımlarda ve su içerisinde kullanılacak ahşapta uygulanması önerilmektedir. Bu grupların her birinde farklı aktif

maddeler olmasından ötürü, farklı kullanım yerlerinde bu emprenye maddelerinin etkisi de değişiklik göstermektedir (Kartal, 1992b; Kartal, 2009).

Ahşap Yapılarda Riskler ve Genel Koruma Önlemleri

İslanma riskinden uzak ya da riskin az olduğu uygulamalarda (binalarda kapı ve pencere doğramaları, bu riskin olmadığı çatı malzemeleri vb.), genel zararlılar böcek ve termitlerdir, ancak bazı durumlarda renk ve küflenme yapan mantarlar da görülebilmektedir. Günümüzde bu tür uygulamalarda organik esaslı emprenye maddeleri tercih edilmektedir. Termit ve böcek zararının yüksek olduğu; bununla birlikte yıkanma, yani yağmura maruz kalma ve suyla temas halinde olma riskinin bulunmadığı yerlerde, borlu bileşikler de tercih edilebilmektedir. Ancak, doğrama malzemesi gibi boyutsal değişimin istenmediği uygulamalarda, organik esaslı koruyucu madde kullanımı tercih edilmelidir. Borlu bileşikler; ağaç kütük evlerin ve binaların iç kısımlarında, özellikle böcek zararının olması durumunda oldukça etkilidir. Bu tür bileşikler aynı zamanda, ahşaba yanmazlık özelliği de katabilmekte, insan ve hayvanlara zehirlilik etki derecesi de çok düşük olmaktadır. Borlu bileşiklerle

emprenye edilmiş ahşapta renk değişimi ve koku da olmamakta, yüzey işlemleri de kolayca uygulanabilmektedir. Organik esaslı emprenye maddeleri ile emprenye edilen ahşap da, çözücünün uzaklaşmasının ardından kokusuz hale gelmekte ve yüzey işlem maddeleri uygulanabilmektedir (Kartal, 1992a; Lebow, 1996, 2004, 2006).

Yukarıda sıralanan emprenye maddeleri, toprak üstü fakat açık hava etkilerine maruz kalan ahşap uygulamalarında, ıslanıp ahşaptan çözülme risklerinden dolayı kullanılmaz. Balkon ve verandalarda kullanılan döşeme malzemesi, dış cephe kaplaması, çatı malzemesi, dış doğramalarda vb. kullanılan organik esaslı emprenye maddelerinin yanı sıra; kritik yapısal elemanların emprenye işlemlerinde de suda çözünen emprenye maddeleri tercih edilmelidir (Lebow, 1996, 2004, 2006).

İslanma riskinin en fazla olduğu toprak ve suyla doğrudan temas eden uygulamalarda kullanılacak ahşabın emprenyesinde ise, su etkisi ile ahşaptan kolayca uzaklaşmaya-

cak, oldukça etkin kimyasal maddeler ve sistemler tercih edilmelidir. Bu tür emprenye maddeleri, renk, koku, görünüm, zehirlilik gibi ölçütler bakımından yukarıda söz edilen maddelerden oldukça farklıdır (Lebow, 1996, 2004, 2006).

Birçok yapısal kompozit malzemenin ve odun esaslı levha ürünlerinin, masif ahşap gibi korunmasına ve emprenye edilmesine gereksinim duyulmaktadır. Lamine kirişler, kontrplak, lamine kereste yani LVL (*Laminated Veneer Lumber*), MDF (*Medium Density Fiberboard*), yonga levha, OSB (*Oriented Strand Board*), I-kirişleri, vb. malzemeler de, özel şekillerde ve uygun emprenye maddeleri ile emprenye edilmekte ve binalarda yapı elemanı olarak kullanılmaktadır (Lebow, 1996, 2004, 2006).

Ahşap yapılarda böceklere karşı kullanılan emprenye maddeleri ise, başta borlu bileşikler olmak üzere organik esaslı kimyasal maddelerdir. Bu tür maddeler, genellikle bina içi uygulamalarda ve subasman seviyesinin üstündeki ahşap yapı elemanlarında kullanılmaktadır.

Yanmaya Karşı Ahşap Yapıların Korunması

Yanmayı geciktirici maddeler ahşap yüzeylerde daha hızlı kömürleşme sağlamakta ve malzeme ile oksijen arasında bir bariyer oluşturmaktadır. Bu maddeler, söndürücü gazlar ortaya çıkararak yangını söndürbilmekte ve binalarda ani çökmele- rin önüne geçebilmektedir. Böylece, yangına müdahale ve tahliye için zaman kazanılmaktadır.

Ahşap malzemeyi, kendi doğal mekanizması dışında çeşitli işlemlerle yanmaya karşı daha dayanıklı hale getirmek mümkündür. Ahşabın yanmayı geciktirici maddelerle korunması genel olarak iki şekilde yapılmaktadır. Bunlar:

- Ahşabın bu maddelerle emprenye edilmesi,
- Yanmayı geciktirici maddelerin boya veya yüzey işlemi olarak uygulanması.

Bu seçeneklerden; ahşabın kimyasal maddeler ile emprenye edilmesi daha fazla tercih edilmektedir. Her iki uygulama şeklinin de avantaj ve dezavantajları vardır. Yüzey işlemlerinin uygulanması kolay ve ucuzdur. Emprenye işleminde ise, genellikle pahalı bir yöntem olan “dolu hücre yöntemi” kullanılmaktadır. Ancak, bir yüzey işleminin yanmayı geciktirici etkisi,

yüzeyin aşındırıcı bir etkiye maruz kalması durumunda ortadan kalkar. Yanmayı geciktirici maddelerin emprenye işlemi ile uygulanması durumunda ise, aşındırıcı dış etkenler odunun iç kısmındaki kimyasal maddeleri etkilemez. Yüzey ve emprenye işlemlerinde aynı kimyasal bileşikler kullanılır; ancak bu kimyasal bileşiklerin formülasyonları her iki işlem için farklıdır (LeVan, 1984).

Yanmaya karşı koruma amaçlı yüzey işlemleri, ahşap üzerinde bir köpük oluşturmakta ya da tam aksi olmaktadır (White ve Dietenberger,

1999). Ahşabın ve lignoselülozik maddelerin yangından korunmasındaki en etkili yöntemlerden bir tanesi, köpük oluşturan yüzey işlemleridir (Kozłowski ve Władyska, 2001). Uygulama sonrasında sıcaklık karşısında yüzeyde kalın gözenekli karbonlu bir tabaka oluşur. Bu tabaka, yüzeyin sıcaklığının artmasını ve yüzeye oksijenin ulaşmasını engeller. Böylece, ahşabın yanması için

gerekli olan eşik sıcaklık değerine gelinmesinin önüne geçilir. Köpük oluşturma özelliğine sahip maddeler, genellikle kendi hacminin 200 katına ulaşır ve böylece yakıt ve ısı arasında termal bir bariyer meydana gelir (Kozłowski ve Władyska, 2001). Köpük oluşturma esaslı yanmayı geciktiriciler, ısıtıldıklarında yanmaz kalıntı oluşturan maddelerden teşkil edilmiştir. Oluşan köpüğün termal

bir bariyer görevi yapabilmesi için yeterince dayanıklı ve odun yüzeyine yapışıyor olması gerekmektedir (Władyska ve Kozłowski, 1999). Yüzey işlemleri, genellikle kolay ve ekonomik bir uygulama yöntemidir. Günümüzde, uygun emprenye teknikleri ve kimyasallarla, yapıların büyük bir bölümünde kullanılabilecek şekilde ahşap malzemeye direnç kazandırılmaktadır.

Tarihi Yapılarda Koruma Amaçlı Yerinde Bakım İşlemleri

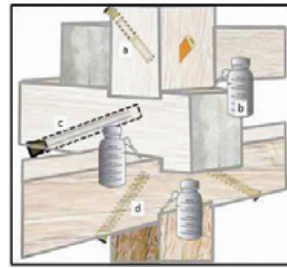
A. Yapı içindeki uygulamalar:

■ Sıvı karakterli koruma maddelerinin yüzeyel uygulamaları

Bu tür işlemlerde, koruyucu sıvı madde yüzeyde yalnızca birkaç milimetre derinlikte koruma sağlar, ancak tarihi yapılardaki büyük boyutlu elemanların iç kısımlarında koruma temin etmez. Bu işlemler genellikle; malzeme yüzeylerinde çatlak bulunması, ahşaptaki enine kesitlerinin kapatılması ve cıvata deliklerinin korunması vb. durumlarda ve ahşap yapı elemanı bina içerisinde ise etkin olup dış uygulamalarda yıkanma nedeni ile bu işlemin etkisi azalır. Dış uygulamalarda; ikili işlemler veya su itici bir madde ile karıştırılmak suretiyle yıkanma azaltılabilir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ Pasta/macun karakterli koruma maddelerinin uygulanması

Bu tip işlemlerde ahşap malzemeye, sıvı karakterli yüzey işlem maddelerine karşılık, daha fazla aktif koruma maddesi yerleştirilebilmektedir. Macun uygulamasının ardından; ahşap uygun bir malzeme ile sarıldığında ve zamanla difüzyon işlemi tamamlandığında, uygun rutubet ortamındaki ahşapta birkaç santimetre düzeyinde nüfuz derinliği temin edilebilmektedir. Bu tür işlemler, genellikle telgraf ve telefon direklerinin toprağa giren kısımlarının korunmasında yapılırsa da, subasman seviyesinde veya üstünde bulunan ahşap yapı



Şekil 5. Ahşap elemanlarda birleşme yerleri, açılan uygulama delikleri ve bu deliklere koruyucu sıvı maddelerin uygulanması (Lebow ve Anthony, 2012)

elemanlarının enine kesitlerinin kapatılması ve korunmasında da uygulanabilmektedir (Lebow ve Anthony, 2012).

■ Ahşap yapı elemanların iç kısımlarının korunması

Bu tür uygulamalar, büyük ve kalın ahşap elemanların iç kısımlarının korunmasına yönelik olarak yapılmaktadır. Uygulama öncesinde veya sonrasında ahşap elemanda yeterli rutubet bulunmasına dikkat edilmelidir. Zira, bu uygulamalarda kullanılan çoğu madde katı halde olup difüzyon prensibi ile ahşap içerisinde yayılım göstermektedir. Bazı durumlarda, bu işlem tarihi ahşap yapıların daha küçük boyutlu elemanlarına da uygulanabilmektedir. Çok kuru odunda ise, uygulama genellikle başarısızlıkla sonuçlanır. Difüzyon derinliği uygun rutubet şartları altında, 50-100mm (liflerdik yönde) ve 150-300mm (lif boyu yönünde) arasında değişmektedir. Bu tip işlemleri; ahşabın enine kesitine yakın yerler, bağlantı noktaları vb. gibi özel durumlarda da uygulamak mümkündür. Bu tür uygulamalarda, genellikle katı çubuk formunda, difüzyonla eriyen maddelerle fumigant (gazlama) ve sıvı

maddeler, ahşap dış yüzeyinden içeri doğru açılan deliklere yerleştirilmek suretiyle işlem tamamlanır (Şekil 5). Ayrıca difüzyon özelliği olmayan ve aktif maddesi genellikle bakır olan sıvılar da kullanılabilir. Bunlar yıkanmaya karşı daha dayanıklı olup geniş ahşap yüzeylerin ve dış mekânlardaki ahşap elemanların korunmasında daha etkindir. Açılan deliklere bakır içeren sıvı madde verilmek suretiyle koruma sağlanabilir. Bu tür maddeler, geniş çürüme alanlarının korunmasında da etkindir (Lebow ve Anthony, 2012).

B. Yapı dışındaki uygulamalar

Bu uygulamalar, daha önce emprenye yapılmamış, herhangi bir koruma önlemi alınmamış ya da emprenye yapılsa dahi iyi bir uygulamanın olmadığı veyahut emprenye maddesinin etkinliğinin zamanla azaldığı (yıkanma ve toksitenin azalması vb.) durumlarda iyi sonuç vermektedir. Yukarıda açıklanan iç uygulamalara yönelik tüm işlem ve maddeler, yapının dışında da kullanılabilir. Yüzeye sürme veya püskürtme işlemleri çok büyük ahşap yüzey-

lere uygulanacak ise, çevre kirliliği gibi etkenler dikkate alınmalı ve işlemler iki ya da üç kez tekrar edilmelidir. Dış uygulamalarda formülasyona mutlaka su itici madde katılmalı ya da üst yüzey işleminin ardından bu uygulama yapılmalıdır. Ayrıca, etkinliği artırmak amacıyla bakır veya çinko naftenat ile de işlemler yapılabilir ve daha uzun süreli performans alınabilmektedir. Yağ bazlı difüze olmayan bu tür bileşikler, yapı dışı uygula-

malarda güvenle kullanılabilir. Yukarıda açıklandığı üzere, jel veya macun/pasta uygulamaları da burada tercih edilebilir (Lebow ve Anthony, 2012).

Yerinde bakım işlemlerinin uygulama yerlerine örnekler

Yerinde bakım işlemlerinin en sık uygulandığı yerler aşağıda verilmektedir:

- Kütük evler ve benzeri yapılar,
- Ahşap pencere ve her tür ah-

şap dograma,

- Ahşap konstrüksiyonlar, bağlantı elemanları,
- Ahşap dikme ve kolonlar,
- Tarihi ahşap yapıların iç ve dış kısımlarında bulunan her tür ahşap eleman,
- Taş veya duvara desteklenen ahşap elemanlar,
- Telekomünikasyon direkleri,
- Çitler,
- Ahşap köprü elemanları (Lebow ve Anthony, 2012).

Sonuç

Ahşap yapıların ve yapı malzemelerinin dayanıklılığı ve hizmet süresi, yapı kalitesi ve ekonomisinde en önemli konulardan biridir. Esas olarak; yapılarda ahşap yapı elemanlarının rutubet almasını engelleyen iyi bir tasarım, yapıya uzun bir hizmet ömrü sağlayacaktır. Fakat bazı yapılarda ve kullanım yerlerinde alınacak tasarım önlemleri dahi ahşabın hizmet ömrünü etkilememekte ve bu malzeme, rutubet kaynaklı mantar çürümelerine ve böcek ataklarına maruz

kalabilmektedir. Bunların yanında yanmaya karşı da ahşap elemanların ve konstrüksiyonların dayanımının artırılmasına gereksinim duyulabilir. Yapılarda kullanılan her tür ahşabın uzun ömürlü olabilmesi için empenye maddeleri ve teknikleri önemli rol oynamaktadır. Standartlara uygun bir şekilde empenye edilen ahşap yapı malzemesi, ahşap yapıların hizmet ömrünü de uzatacaktır. Tarihi ahşap yapılarda zamanla ortaya çıkan biyotik ve abiyotik kaynaklı bozunmalar ise,

yine yerinde bakım işlemleri ve uygun koruyucu maddeler kullanmak suretiyle giderilebilir. Tarihi ahşap yapılarda, bozulan taşıyıcı ve bezemesiz ahşap elemanların empenyeli yeni eleman ile değiştirilmesi, çürüme riski bulunan yerlerde ek koruma önlemleri alınması, yapının toprak ve rutubetle ilişkisinin kesilmesi gibi uygulamalar, bu tür eserlerin uzun yıllar boyunca ayakta kalmasında ve sonraki nesillere aktarılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Engür, M. O., Kartal, S. N., 2006, "21. Yüzyılın Yapı Malzemesi", III. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, 15-17 Kasım 2006, İstanbul, c.1, s. 496.
- 2- Erdin, N., Kartal, S. N., 1997, "Ağaç Malzemenin Açık Hava Etkilerine, Yanmaya ve Böceklerle Karşı Korunması, I. Ulusal Mobilya Kongresi, 17-18 Kasım, 1997, Ankara, s. 291-304.
- 3- Forest Products Laboratory TechLine, 1999, "Decay Processes and Bioprocessing-Mold and Mildew on Woon: Causes and Treatment", Issued 07/99, USDA Forest Service Forest Products Laboratory, Madison, WI, A.B.D.
- 4- Kantay, R., Kartal, S. N., 2007, "Termal modifikasyon işlemleri ahşabın korunması için iyi bir alternatif midir?", Ahşap Yapı Malzemeleri Sektör Dergisi, yıl 7, sayı 35, s. 19-23.
- 5- Kartal, S. N., 1992a, "Günümüzde kullanımı önem kazanan empenye maddeleri", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi, c. 42, sayı 3-4, s. 147-154.
- 6- Kartal, S. N., 1992b, "Odunun degradasyonunda güneş ışığı ve su etkileri", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B serisi, cilt 42, sayı 1-2, s. 169-176.
- 7- Kartal, S. N., 2009, "Neden empenye?", Mimarlıkta Malzeme Dergisi, yıl 4, sayı 12, s. 79-84.
- 8- Kozłowski, R., Władyska, P. M., 2001, Fire retardant materials, Cambridge, England.
- 9- LeVan, S. L., 1984, "Chemistry of fire retardancy", The Chemistry of Solid Wood, Advances in Chemistry Series, c. 207, Ed. Roger Rowell, Washington DC, American Chemical Society, s. 531-574.

- 10- Lebow, S. T., 2004, "Alternatives to Chromated Copper Arsenate (CCA) for Residential Construction", *Proceedings of Environmental Impacts of Preservative Treated Wood Conference*, February 8-11, 2004, Orlando, FL, A.B.D.
- 11- Lebow, S. T., 1996, "Leaching of wood preservative components and their mobility in the environment, summary of pertinent literature", *General Technical Report, FPL-GTR-93*, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, A.B.D.
- 12- Lebow, S. T., 2006, "Preservative treatments for building components", *Proceedings of Wood Protection 2006*, Forest Products Society, March 21-26, 2006, New Orleans, Louisiana, ABD.
- 13- Lebow, S. T., Anthony, R. W., 2012, "Guide for use of wood preservatives in historic structures", *USDA Forest Service Forest Products Laboratory General Technical Report, FPL-GTR-217*.
- 14- Ridout, B., 2000, *Timber Decay in Buildings-The Conservation Approach to Treatment*, E&FN Spon, Londra.
- 15- Turner, A. A., 2008, *Penetration depth of borates in historic wooden structures in Virginia City, Montana*, Master Thesis in Historic Preservation Presented to the Faculties of the University of Pennsylvania, Advisor: Jake Barrow, University of Pennsylvania, Graduate Program of Historic Preservation.
- 16- White, R. H., Dietsberger, M. A., 1999, *Wood handbook-wood as an engineering material*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, ABD. Gen. Tech. Rep., FPL-GTR-113, böl. 17.
- 17- Williams, R. S., 2005, "Weathering of wood", *Handbook of Wood Chemistry and wood composites*, Ed. M. Roger Rowell, Taylor and Francis, Boca Raton, FL, A.B.D, s. 139-186.
- 18- Wladyka, P. M., Kozłowski, R., 1999, "The thermal characteristics of different intumescent coatings", *Fire and Materials*, 23, s. 35-43.