

Ahşap Yüzeyle Uygulanan Kaplama Katmanlarında Yaşlandırma Testleri

Nevzat ÇAKICIER¹, Derya SEVİM KORKUT¹

Özet

Ahşap, iç ve dış mekânda, dekorasyon ve yapı elemanlarında kullanılan vazgeçilmez bir malzemedir. Dış ortamda kullanılan ahşabın dayanıklılığını ve doğal görüntüsünü uzun süre korumak en önemli sorunlardan birisidir. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkları, çığ, kar, hava kirliliği, endüstri bacaları ve egzoz gazları ile oluşan asit yağmurları, rutubet, güneş ışığı (UV) vb. birçok faktör koruyucu katmanı etkilemektedir. Koruyucu katmanlar zamanla bu etkilere karşı direncini kaybederek bozunmaktadır.

Bu nedenle bu çalışmada, ahşap malzemelere uygulanan, farklı yüzey işlemlerinin maruz kalabileceği dış mekân ortamlarının, laboratuvar koşullarında nasıl belirlenebileceğine olanak sunan hızlandırılmış yaşlandırma teknikleri tanıtılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Ahşap malzeme, Yaşlandırma

Aging Experiments on Coating Layers of Wood Construction Materials

Abstract

Wood is an essential construction material for buildings and it is extensively used for indoor- and outdoor decorations. However, some local and atmospheric variables such as daily temperature extremes, raw and snow precipitation, atmospheric pollution, pollution agents from industrial stacks and exhaust gases, moisture, UV radiations etc. may alter the structure of protective materials used on wood. Thus protective layer covering the wood may deteriorate in the course of time

Therefore, in this study different accelerated aging techniques that are applied to wood materials and allow for artificial aging processes simulating different outdoor conditions that different surface coatings can be exposed to were presented.

Keywords : Wood materials, Aging.

¹ Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Konuralp Yerleşkesi, Düzce

1. Giriş

Ağaç malzeme için en sakıncalı olan etken açık hava koşullarıdır. Sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu, bunların mevsimlere göre günün belli saatlerinde değişmesi ahşap malzeme üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Ahşap malzemenin bu olumsuz etkilerden kısmen de olsa korunabilmesi için, yüzeyleri boya ve vernikler ile kaplanmalıdır (Özen ve Sönmez, 1996).

Genel bir kural olarak odunda mikrobiyolojik bozunma diğer koşullar uygunsa, odun rutubetinin % 20'nin üstüne çıktığı durumda başlar. Ağaç malzemede meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi ve ikincil bir işlem olarak iç ve dış koşullara göre korunması ve estetiğinin artırılması (yüzey işlemleri) önem kazanmaktadır. Kullanılacağı yerde ulaşacağı denge rutubetine kadar kurutulan ağaç malzemenin boyutlarında önemli bir değişme olmamaktadır (Yalınkılıç, 1993).

Atmosferik koşullara bırakılan odunda, havanın rutubet miktarındaki değişiklikler nedeni ile; çalışma ve bunun sonucu çatlama ve şekil değişikliği gibi ıslanabilirliği etkileyen kusurlar oluşur. Odunu değişik atmosferik şartlara karşı etkili şekilde korumak için, rutubeti engelleyici yüzey işlemi sistemleri ile odunun bütün yüzeylerinin kaplanması gerekir (Bufkin ve Wildman, 1980).

Black ve diğ. (1979) tarafından odundaki hücre çeperi temel bileşenlerinin selüloz, polyoz (hemiselüloz) ve lignin olduğu, yan bileşenlerini de ekstraktif maddelerin (reçine, tanen, boyalı maddeler vb.) oluşturduğu açıklanmıştır. Bu bileşenlerin ağacın yoğunluğunu, rengini, çalışmasını etkilediği; ayrıca organik yapısının değişmesine de; enzimlerin, kimyasal yapı bileşenlerinin ve elektromanyetik radyasyonların neden olduğu bildirilmiştir.

Miles ve Elliot (1981)'a göre sıcaklık artışı; ısı, su ve UV ışığı gibi etkili dış ortam faktörü olmasa da; fotokimyasal ve oksidatif reaksiyonları artırır. Adsorbe edilen suyun donması da çatlama olayına etkide bulunabilir. Rüzgâr, kum ve çamur gibi faktörlerin neden olduğu aşınma ve mekanik olaylar, yüzey bozunmasını önemli ölçüde etkilemektedir.

Bufkin ve Wildman (1980) tarafından yapılan araştırmada, odunda adsorbe edilen suyun donma ve gevşemesinin çatlamalara sebep olduğu ve böylece üst yüzey işlemi ve odunun zarar gördüğü bildirilmiştir.

Feist ve Hon (1984) tarafından yapılan çalışmada açık hava koşullarında korunmasız bırakılan ağaç malzemenin; yağmur, kar ve havadaki nemden kaynaklanan rutubet, aşırı sıcaklık değişimleri, diğer atmosferik elementler (oksijen, ozon, sülfür dioksit ve diğer kirletici maddeler), güneş ışığından gelen radyasyon, mor ötesi (UV) ve kızıl ötesi (IR) ışık ve rüzgârla gelen partiküllerin aşındırıcı etkisi gibi birçok çevresel faktör ile karşı karşıya olduğu bildirilmiştir.

Bu faktörlerin odun yüzeylerinde neden olduğu bozunma etkisine eskime adı verilmektedir.

Dış ortamda kullanılacak olan yüzey işlemi görmüş materyaller; a- Çeşitli organik yapıların parçalanması için yeterli enerjiye sahip olan mor ötesi (UV) ışınları, b- çeşitli organik yapıların yükseltgenerek parçalanmasına yol açabilen hava oksijeni, c- yüzeyde yoğunlaşarak, su direnci testindeki benzer etkilere yol açan hava nemi, d- katman yüzeyinde oluşan nem ve katmanı bir besi ortamı olarak kullanıp üreyerek, organik kaplamayı ve nesnenin kendi yüzeyini tahrip edici etkiler yaratabilen mikrobiyolojik canlılar, e- katmanda ardışık genleşme ve büzülme sonucunda çatlaklar oluşturabilen gece-gündüz sıcaklık farklılıkları, f- su etkisinin yanı sıra ani sıcaklık değişikliği etkisine de yol açabilen yağmur, kar, dolu gibi yağışlar, g- Katman yüzeyini aşındırarak veya yüzeye batarak farklı tahribatlara yol açabilen tozlar, tanecikler, h- denize yakın ortamlarda, yüzeylere taşınabilen tuzlu su ve tuz zerrecikleri, olmak üzere çeşitli etkenlere maruz kalabilirler (Ketola ve Grossman, 1994).

Tüm bunların sonucunda yüzey işlemi katmanının özelliklerinde fiziksel, kimyasal, biyolojik, mikroskobik değişiklikler ve bozunmalar olmaktadır.

2. Dış Ortama Karşı Dirençle İlgili Testler

Yüzey işlemi sistemi uygulanmış olan materyal yüzeylerin dış ortam direncini ölçmek amacıyla yapılan en güvenilir testler; doğal ortamda yürütülen testlerdir. Bu amaçla, dış ortam testleri, yüzey işlemi sistemi katmanının kullanılacağı ortamlarda yapılabileceği gibi, tahrip edici etkilerin, yıllar genelinde kararlı ve şiddetli biçimde yaşandığı kimi bölgelerde kurulan test istasyonlarında da yapılabilmektedir (Anonim-Atlas, 2005).

2.1. Doğal Dış Ortam Yaşlandırma Testleri

Doğal dış ortam yaşlandırma testlerinde kullanılan cihazlar yaklaşık 85 yıldır kullanılmaktadır. Bilim adamları tarafından yüzey işlemi maddesi üreticileri ve kullanıcıları arasında ortak uygulamalar yapmak amacıyla bazı test bölgeleri standart olarak belirlenmektedir (Anonim-Atlas, 2005).

Bu konuda en yaygın çalışmalar, Florida'daki test istasyonlarında yapılan testlerdir. Yapılan çeşitli paralel çalışmalarda, Florida test istasyonlarında bir yılda oluşan yıpranma miktarının, Orta Avrupa'dakine göre iki yılda oluşan yıpranma miktarıyla benzer düzeyde olduğu görülmektedir (Anonim-Atlas, 2005).

2.2. Hızlandırılmış Doğal Dış Ortam Yaşlandırma Testleri

Yüzey işlemi uygulanmış malzemelerin, dış ortam dirençlerinin belirlenmesi amacıyla hızlandırılmış laboratuvar testleri ve doğal ortam testleri uygulanır. Beklentinin, boya ve verniğin yıllar boyu sürecek dayanıklılığını

ölçmek olduğu düşünülürse; doğal ortam testlerinin sonuçlarını beklemek çok uzun zaman alacağından; hızlandırılmış dayanım testlerine başvurulur (Ketola ve Grossman, 1994).

Doğal test ortamlarındaki etkiyi artırarak test sürelerini kısaltmak amacıyla test istasyonlarına, bazı düzenekler yerleştirilmektedir. Bu yöndeki yaygın bir yöntem, doğal test ortamlarına aynalar yerleştirmek suretiyle, maruz kalınan ışık etkisini artırmayı hedefler. Bu yöntem, çoklu yansımaların artırdığı sıcaklık nedeniyle bağlı nemin düşmesine yol açtığı için, panellerin üzerine aralıklı olarak demineralize su püskürtülmek suretiyle nemin tahrip edici etkisinin artırılması da sağlanmaktadır (Jacques, 2000).

2.3.Hızlandırılmış Laboratuvar Şartlarında Yaşlandırma Testleri

Dış ortam etkisini benzeştirme amaçlı hızlandırılmış laboratuvar testleri; güneş ışığının, sıcaklık farklılıklarının ve nem yoğunlaşması+yağmur etkisini taklit eden çevirimler içerir (Ketola ve Grossman, 1994).

Morötesi (UV), görünür ve kızılötesi (infrared) bölgeleri güneş ışınlarının zarar veren bölümü UV bölgesinde 295 nm'ye kadar olan kısa dalga boylarıdır. Atmosferin çözücü özelliği nedeniyle sadece % 5-7'ye kadar UV ışını yeryüzüne ulaşır. UV ışını üçe ayrılır: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) ve UV-C (200-280 nm)'dir. UV-C en çok zarar veren dalga boyu olmasına rağmen atmosfer tarafından emilir. UV-B, UV-A'dan daha fazla zarar vericidir (Koleske, 1995).

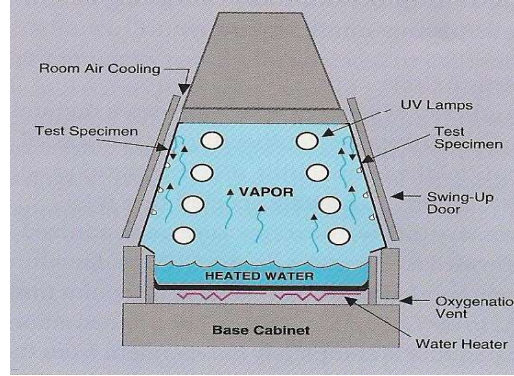
UV-A ve UV-B bölgeleri yüzey işlemi sistemi katmanında bozunmaya neden olurlar. UV-B bölgesinde daha kısa dalga boylu enerji olan 91-102 kcal/mol en yüksek bozunmaya sebep olur. UV-B bölgesindeki enerji seviyesi polimer kaplamalarda karbon-nitrojen, karbon-karbon, nitrojen-hidrojen, karbon-oksijen, karbon-hidrojen bağlarını kıracak düzeydedir. UV-A bölgesinde daha uzun dalga boyları olup, 71-91 kcal/mol'lük enerji karbon-nitrojen bağlarını kıracak güçte değildir (Koleske, 1995).

Hızlandırılmış testler ile, doğal iklim koşulları karşılaştırıldığında benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür. Testlerde UV ışığına daha yakın ışığa yaptıkları ve katmanlarda keskin değişiklikler meydana getirdikleri için genellikle, güneş ışığı karbon lambası, xenon lambası ve floresan lambaları tercih edilir (Koleske, 1995). Işığın iklim etkisini hızlandırmak için civalı ışık kaynağı, açık ve kapalı karbon ışık kaynağı, floresan lamba ve güneş ışığının yoğunlaştırılıp yansıtılması yöntemleri kullanılır (Jacques, 2000).

2.3.1. (UV) Floresan Lamba İle Yaşlandırmalar

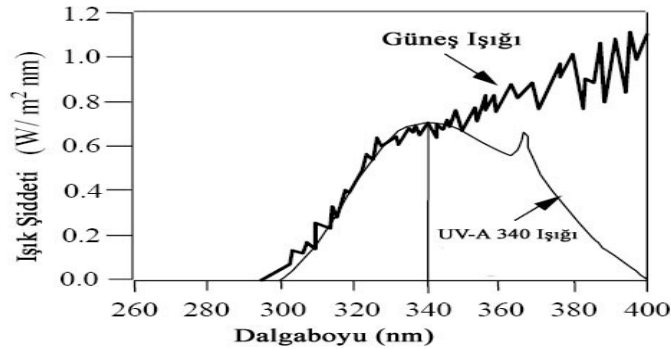
UV Testi, UV ışınları yayan lambalarla, yüzeyde yoğunlaşan nemin etkilerinin ardışık periyotlarla uygulandığı test kabinlerinde yapılır. Kullanılan ve UV ışını yayan floresan lambaların içerdikleri dalga boyları güneş ışığına göre daha yüksek enerji içerir (Şekil 1). Dolayısıyla, testin, doğal dış ortamda hiçbir zaman gündeme gelmeyecek tahribatlara yol açması söz konusu

olabilmektedir. Ancak, tüm benzeşim sorunlarına rağmen UV testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Tunçgenç, 2004).



Şekil 1: QUV yaşlandırma cihazı; (Q-Panel).

UV ışınları ile yaşlandırma oldukça düşük başlangıç yatırım giderlerine sahip olup, periyodik olarak değişmesi gereken floresan lambaları nedeniyle bakım harcamaları da oldukça düşüktür. Farklı UV ışınma aralığı için, farklı tipte UV-Floresan lambaları mevcut olup, Şekil 2’de görülen UV-A 340 lambaları, 300-400 nm arasında kalan ışık yayılımı aralığındaki ışınımı temsil etmede kullanılmaktadır (Suits ve Hsuan, 2003).



Şekil 2: Güneş ışığı ve UV-A 340 lambası ışığının dalga boyu analizi

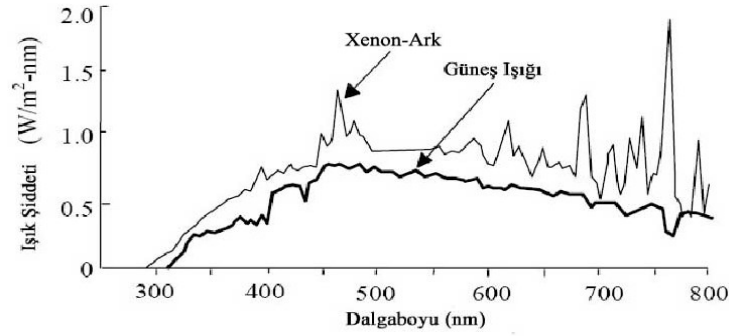
2.3.2. Xenon Lambası İle Hızlandırılmış Yaşlandırma

Güneş ışığı etkisinin xenon-ark lambalarıyla benzeştirilmeye çalışıldığı xenon test cihazlarıyla, UV’ye göre biraz daha uzun süren ancak gün ışığına en yakın yaşlanma etkisi olan ve daha güvenilir sonuçlar veren testler yapılabilmektedir. Güneş ışığının tahrip edici etkisinin “Karbon Kıvılcım Lambaları” kullanılarak yaratılabildiği Gün Işığı Weatherometreleri (Sunshine

Weather-ometer: SWOM) de yaygın kullanılan bir diğer cihaz türünü oluşturmaktadır. SWOM testleriyle elde edilen sonuçların, yüzey işleme katmanının doğal ortamdaki dayanım davranışlarıyla önemli benzerlikler gösterdiği bilinmektedir (Tunçgenç, 2004).

Gugumus (1987)'de xenon-ark lambasını kullanarak yaptığı çalışmasında; (>295 nm)'den daha büyük bir filtre takılmış xenon-ark lambasının, doğal dış ortam koşullarındaki yaşlandırmaya çok yakın bir simülasyon değerleri sağladığını bildirmiştir.

Borosilikat dahili ve harici filtrelerin kullanılması durumunda; ışınım spektrumu Şekil 3'de görüldüğü gibi doğal ışık kaynağını andırır. Veriler, xenon-ark lambasının kullanıldığı yaşlandırmadaki bozunumun, UV-Florasana yaşlandırmadan, daha yüksek olduğunu göstermiştir (Suits ve Hsuan, 2003); (Arnold ve diğ., 1991).



Şekil 3: Borosilikat filtreli xenon-ark lambası ışığı ve güneş ışığının dalga boyu analizi (Suits ve Hsuan, 2003).

Xenon yaşlandırma etkisinin belirlenmesi (Weather-ometer) için; farklı yaşlandırma durumlarını laboratuvar ortamında taklit edebilen CI 4000 Hava Soğutmalı WOM cihazı, Güneş yayılımı ve küresel ışımaya benzetimini; 6500 W'lık xenon-ark lambası ile; $0,35 \pm 0,03 \text{ W/m}^2$ (340 nm)'de sağlanmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4: Yaşlandırma cihazı (Weather-ometer); (Atlas CI 4000).

Xenon-ark lambası ışığının örnek yüzeylerindeki etkilerini belirlemek için yapılan deneyler; 102 dakikalık, ışıma yaşlandırması, 90° açıda, ışık radyasyon döngüsünde, siyah panel sıcaklığı (Black Panel) 63 ± 5 °C ve % 60 ± 5 nispi nemde ayarlanarak uygulandıktan sonra, 18 dakikalık damıtılmış su püskürtmesi 50 ± 5 °C 'de ve % 80 ± 5 nispi nemdeki kondisyonlama şartlarında ayarlanarak; tahribat süreci ortamı taklit edilmektedir (TS 8106-2 ISO 4892-2). Genellikle örnekler, cihazda ışınlama şiddeti 550 W/m^2 seçilerek ve borosilikat cam filtre kullanılarak işlem görmekte; yaşlandırma periyotlarında 24, 48 saat ve katları olacak şekilde uygulanmaktadır (Gulmine ve diğ., 2003).

Deneme örnekleri, ışın kaynağına 90°, 45° açıda ve 400 mm uzaklıkta konumlandırılmaktadır. Yaklaşık olarak dakikada bir tur hızda dönen çember üzerindeki örneklerin hepsinin aynı ışınımına maruz kalmaları için, her periyot arasında düzenli olarak numunelerin yerlerinin değiştirilmesine özen gösterilmelidir (Stark ve Matuana, 2004).

Xenon-ark lambası, organik yüzey işleme sistemlerinde iç gerilim oluşturarak katman sertliğinin artmasına ve kırılma eğilimine sebep olduğundan, yaşlandırma cihazında 80 °C den daha yüksek sıcaklıkların oluşmamasına dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Çakıcıer, 2007).

2.3.3. Termal (Isıl) İşlemlerle Hızlandırılmış Yaşlandırma

Deneysel çalışmalarda kullanılan örneklerin sıcaklıkları yükseltildiğinde; sıcaklık, oluşacak her çeşit kimyasal işlemi aynı derecede etkilemez. Aktivasyon enerjisi polimerlerin termal tahribatının ilk aşamasıdır. Sıcaklık yükseldiğinde termal tahribat boyunca oksidasyon ve hidroliz reaksiyonları aynı paralelde devam eder. Eğer aldıkları enerjiyle molekül bağları koparsa dönüşümsüz şekilde değiştirilirler. Örneğin, oksijen molekülünden bir parça kopartır ve onu karbondioksit, su ve formaldehit gibi gaz haline dönüştürebilirse, dağılan orijinal moleküller kendilerini tekrar tamamlayamazlar. Sıcaklık özellikle ortamda rutubet olması halinde daha etkilidir. Saf sıcaklık etkisiyle oluşan tahribata termoliz, termolitik ya da pirolitik tahribat denir. Bu reaksiyon şartlarında oksijen işlem dışı tutulmuştur. Aslında termal tahribattan söz ederken bu tür reaksiyonlardan daha çok, termal-oksidatif tahribat akla gelir. Bu tür reaksiyonlar ise oksijenin katıldığı ya da bulunduğu termal destekli reaksiyonlardır. Aslında yüksek sıcaklıklarda birbirleriyle bağ kurarak sertleşmeye başlayan polimerlerde bile sıcaklık 32 °C'de sabit tutulursa önemli bir bağ kopması gözlenir (Feller, 1994).

3. Hızlandırılmış Korozyon Testleri

Metal bir yüzey üzerine uygulanan boyalara yapılan su ve nem direnç testleri de, boyanın, su ve nem ortamlarında metali ne ölçüde paslanmadan koruyacağı hakkında bilgi verir.

Ancak bu testler, metal olmayan yüzeyler üzerine uygulanan boya ların test edilmesinde de yaygın olarak kullanılırlar. Öte yandan, bazı testler, tahrip edici çevre koşullarının abartılarak taklit edilmesi suretiyle, özel olarak, boyalı metallerin korozyon dirençlerinin belirlenmesi amacıyla tasarlanır (Baboian, 1995). Hızlandırılmış korozyon direnci testlerinin, boya filminde, gerçekte oluşmayan şiddette etkilenmelere yol açabildikleri bilinmektedir. Buna rağmen, yine de fikir verici oldukları düşünülen bu testler günümüzde yaygın olarak uygulanmaktadır. Aşağıda, başlıca hızlandırılmış korozyon testleri hakkında kısa bilgi verilmiştir (Tunçgenç, 2004).

3.1. Tuz Püskürtme Testi (Salt Spray Test)

Bu testte, sabit bir sıcaklıkta (genellikle 35°C seçilir) tutulan bir test odacığı içinde tutulan boyalı nesnelere bulunduğu atmosfere, belli aralıklarla, tuzlu su çözeltisi (genellikle % 5 NaCl içeren çözeltiler kullanılır) püskürtülür. Dolayısıyla odacık içinde bir tuzlu su sisi oluşturulur. Bu şekilde, farklı aralıklarla tekrarlanan püskürtmelerle test sürdürülür (Ketola ve Grossman, 1994).

Test süreleri, boyadan beklenen performansa göre 4 gün (96 saat) ile 2000 saat arasında değişebilmektedir. Tuz püskürtme testine tabi tutulacak olan panellerin boyalı yüzeyleri, çeşitli şekillerde çizilerek tahrip edilir. Test sonrasında da hem çiziklerin civarı hem de panelin genel görüntüsü kabarcıklanma, pas kusması, film altında pas ilerlemesi gibi kusurlar açısından incelenir. Ayrıca, tatlı suyla yıkanıp kurutulan yüzeylere, bazen çizikleri boyunca, bazen de tüm yüzeyi kaplayacak şekilde yapışkan bant yapıştırılıp hızla çekilerek boya filmindeki kopma miktarları tespit edilir (Tunçgenç, 2004).

3.2. Asetik Asit-Tuz Püskürtme Testi

Tuz püskürtme testinden temel farkı, % 5 NaCl içeren sulu çözeltinin pH'sının asetik asit ilavesiyle 3.2'ye düşürülmesinden ibarettir. Asidik sıvı, oluşan pasın, sulu ortamda çözünerek metal yüzeyinden uzaklaşmasına yol açmaktadır. Yüzeyde kalması durumunda, korozyon hızının düşmesine yol açan bir kabuk gibi davranması beklenen pasın çözünmesi korozyon hızının daha da artmasına yol açar. Dolayısıyla, asetik asit-tuz püskürtme testi, saf tuz püskürtme testine göre daha tahrip edici bir testtir (Tunçgenç, 2004).

3.3. Kesternisch Testi

Yüksek ölçüde sanayileşmiş ortamlardaki korozyon etkisine karşı direnci ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Yine % 5 NaCl içeren suyun yanı sıra test odacığı ortamına SO₂ verilerek pH: 2.5-3.2 arasında ayarlanır. Ancak, testin sınaî atmosferlerde karşılaşılan korozif etkisiyle benzeşme kalitesinin yüksek sonuçlar vermediği bilinmektedir. Bu nedenle, Kesternisch Testi'nin veya SO₂-Tuz Püskürtme Testi'nin uygulanmasına giderek daha az başvurulmaktadır (Tunçgenç, 2004).

3.4. CASS Testi

Adını Copper Accelerated Salt Spray Test (Bakırla Hızlandırılmış Tuz Püskürtme Testi) sözcüklerinin ilk harflerinin bir araya gelmesinden alan bu test de saf tuz püskürtme testinden türeyen bir testtir. % 5 NaCl sulu çözeltisinin pH'ı yine asetik asitle 3.2'ye ayarlanır; ayrıca, sulu çözeltiliye % 0.025 oranında bakır klorür dihidrat eklenir. Bakır klorür dihidratın metal yüzeyinde indirgenmesiyle, metalik test paneli yüzeyinde metalik bakır çöker. Çoğunlukla demir, bazen de çinko veya alüminyum esaslı panellerin yüzeyinde çöken metalik bakır, galvanik korozyon etkisi de yaratarak korozyon hızının daha da artmasına neden olur (Tunçgenç, 2004).

3.5. Scab Korozyon Testi

Tuz püskürtme testiyle, nem testlerinin değişen saatlerde ardışık devreye alınmasıyla uygulanır. Bu çevrimler birkaç defa uygulanarak boyanın etkilenmesi belirlenmeye çalışılır. Bazı durumlarda, bu çevrim testlerine taş çarpma testi gibi mekanik tahribat testleri de eklenebilir. Bu çevrim detayları, kullanıcı sektörün ihtiyaçlarına veya alışkanlıklarına göre belirlenir (Tunçgenç, 2004).

4. Kimyasallara Direnç Testleri

Bir yüzey üzerine uygulanmış ve tam sertliğe erişmiş olan bir organik kaplama filminin hangi alanlarda kullanılmasının mümkün olduğunu belirleyebilmek için gereken bilgilerden biri de filmin kimyasal direnç özellikleridir. Filmin kimyasal direnci, filmin polimerik yapısının, pigmentlerinin, dolgularının ve katkılarının direncinden oluşmakta ve bunlardan herhangi birinin zayıflığı filmin dirençsizliği olarak belirmektedir. Üzerine organik kaplama uygulanmış ve sertleştirilmiş nesnelere üzerindeki filmin maruz kalabilecekleri kimyasallara karşı direncini belirlemek amacıyla çeşitli testlerin uygulanması da yaygın bir uygulamadır (Tunçgenç, 2004).

Kullanım alanı ve işlevine göre, testlerde kullanılan başlıca kimyasallar; çeşitli asitler, kostik soda, boya çözümleri, benzin, hidrolik sıvılar, gres, kış pisliliği etkisini benzeştiren enzim karışımları, deterjanlar, sodyum hipoklorit çözeltileri, çeşitli ev kimyasalları, meyve ve sebze suları, yemeklik yağlar, keçap, sirke, mantar ve bakteri kültürleri olarak sıralanabilir. Bu testler; (1) kimyasalların, organik kaplama yüzeyleri üzerine damlatılarak; (2) özellikle buharlaşma riski olan kimyasalların denenmesi durumunda, yüzeye damlatılan kimyasalın üzeri bir saat camıyla örtülerek; (3) kimyasal emdirilmiş bir pamuk, bez gibi bir emici, boyalı yüzey üzerine konularak; (4) kimyasal emdirilmiş pamuk, bez gibi bir emicinin belirlenmiş sayıda sürtme işlemiyle yüzeye sürtülmesi yoluyla uygulanırlar. Anılan işlemlerin ardından, öngörülen süre

kadar beklenilerek yüzeyler silinerek temizlenir ve yüzeydeki etkilenme düzeyi belirlenir (Tunçgenç, 2004).

Kimyasallara direnç testleriyle ilgili uygulama detayları genellikle boyayı kullanan kuruluşlar tarafından tanımlanır.

5. Su Ve Nem Direnci Testleri

Yüzeğe uygulanmış ve sertleşmiş olan organik kaplama filminin su ve nem direncini belirlemeye yönelik testler, üzerinde kaplama bulunan yüzey teste alınarak gerçekleştirilirler. Bu amaçla en fazla uygulanan test türlerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

5.1. Suya Daldırma Testleri

Son derece basit olan bu testlerde, tüm yüzeylerine organik kaplama uygulanmış olan panel veya boyalı eşya, belli bir sıcaklıktaki suya daldırılır ve yine belli süreyle su içinde tutulur. Metal yüzeylere uygulanan sanayi boya larında tipik olarak seçilen sıcaklık ve süreler 60°C'de 10 gün veya 40°C'de 21 gün gibidir. Suya daldırma testleri sonucunda, film yüzeyi, içi su dolu kabarcıkların oluşumu, sütünlenme, renk değişimi, matlaşma, yapışma zayıflaması, metalik yüzeylerde pas oluşumu gibi etkilenmeler açısından değerlendirilir. Test ayrıntılarını tanımlayan pek çok uluslararası ve ulusal standardın yanı sıra, çeşitli kullanıcı standartları da mevcuttur (Tunçgenç, 2004).

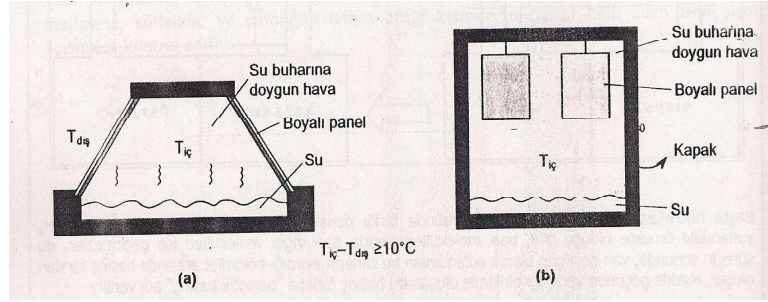
5.2. Kataplazma (Lâpa) Testleri

Suya daldırma testlerinin yanı sıra, boya uygulanmış test panelinin bir bölümünün üzerine, suya doyurulmuş pamuk vb. emici bir malzeme yerleştirilerek de, suya direncin belirlenmesine çalışılır. Bir lâpa görünümündeki suya doyurulmuş pamuğun üzeri, suyun buharlaşmasını önlemek amacıyla bir alüminyum folyo ile örtülebilir ve test paneli, test sıcaklığına ayarlanmış bir laboratuvar fırınına yerleştirilir. Daha çok otomotiv sektöründe uygulanan ve üzeri kılıfla örtülü haldeyken önce yoğun yağmura, ardından da yüksek sıcaklığa maruz kalacak olan araçların boya larının direncini öngörmek amacıyla yapılır. Test koşulları, 60°C'de ve 8 saat, 16 saat, 24 saat gibi sürelerde seçilebilir. Test sonucunda, kataplazma uygulanmış yüzey bölümü, kabarcıklanma, renk değişimi, matlaşma, sütünlenme ve pamuğun temas ettiği kısmın sınırlarını belli eden film şişmesi açısından kontrol edilir (Tunçgenç, 2004).

5.3. Yoğuşmalı Nem Testi (Condensing Humidity Test)

Yoğuşmalı nem testi, yan duvarları test panellerinden oluşan ve içinde, test sıcaklığında ve neme doymuş durumda hava bulunan test kabinlerinde yapılır (Şekil 5 (a)). Kabin içi sıcaklığın, kabin dışı sıcaklığa göre en az 10°C

daha yüksek olması sağlanarak, kabindeki hava içinde doymuşluk derişiminde bulunan su buharının, boyalı kısmı içe bakan panelin yüzeylerinde yoğuşması sağlanır. Böylelikle, panellerin boyalı yüzeyleri, tüm test sürecine ince bir nem tabakasıyla kaplı halde kalır. 40°C, 50°C, 60°C gibi sıcaklıklarda yürütülen yoğuşmalı nem testleri, organik kaplamadan beklenen nem direncine göre değışmek üzere 5 gün, 10 gün, 15 gün, 20 gün gibi sürelerle yapılırlar. Test süresi sonunda yine kabarcık oluşumu, sütünlenme, renk değışimi, yapışma, metalik yüzeylerde paslanma gibi kusur oluşumları incelenir (Tunçgenç, 2004).



Şekil 5. a) Yoğuşmalı nem kabini, b) Yoğuşmasız nem kabini (Tunçgenç, 2004).

5.4. Yoğuşmasız Nem Testi (Non-Condensing Humidity Test)

Bu testler için, sabit sıcaklık kabinleri kullanılır ve paneller kabin içinde asılı tutulurlar (Şekil 5 (b)). Kabin içindeki hava yine test sıcaklığında neme doymuş durumdadır. Bu durumda, kabin içindeki havayla aynı sıcaklıkta olan panellerin yüzeylerinin bazı kısımlarında, rastlantısal olarak, yoğuşma sonucu gerçekleşen su filmleri oluşur. Dolayısıyla testin “yoğuşmasız” nem testi olarak anılması yaniltıcı olmamalıdır. Yoğuşmalı ve yoğuşmasız testler arasındaki fark, panellerin, birincisinde sürekli, ikincisinde yer yer ve zaman zaman su filmiyle kaplı olmasıdır. Yoğuşmasız nem testinin de süre ve sıcaklıkları, yoğuşmalı nem testinde belirtilen değerler civarında tutulabilir. Bu testlerde, denenen boyanın, performansı bilinen referans bir boyayla birlikte test edilmesi doğru olur. Gerek yoğuşmalı gerek yoğuşmasız nem testlerinde, organik kaplama filminin yüzeyini, testten önce, yüzeye erişilecek derinlikte çizerek; test sonrasında çizgi civarındaki film ve yüzey etkilenmesini gözlemlemek gibi uygulamalar da yapılmaktadır (Tunçgenç, 2004).

6. Tartışma ve Sonuç

Anderson ve diğ. (1991) tarafından; şeffaf yüzey işlemi maddelerinin kullanıldığı, iğne yapraklı odun yüzeylerinde, doğal ve yapay yaşlandırma

etkilerinin karşılaştırıldığı araştırmada; weather-ometer ile 0, 50, 150, 300 ve 2400 saatlik aralıklarda alınan ölçümler sonunda yüzeydeki bozunma etkilerinin özellikle, 150 saatten sonra başladığı, hızlandırılmış WOM yaşlandırılması ile, doğal yaşlandırma etkilerine en yakın sonuçların elde edilebildiği bildirilmiştir.

Mallon ve diğ. (2002)'nin yaptığı çalışmada ise; QUV-B 313 floresan lambasını kullanan yaşlandırma düzeneğinde, polimerik kaplama malzemelerinin, 2688 saatlik doğal yaşlandırmasının, yaklaşık olarak 100 saatlik yapay yaşlandırmaya karşılık geldiği bildirilmiştir.

Yang ve diğ., (2001) tarafından yapılan araştırmada yaşlanma mekanizmasının şöyle seyrettiği bildirilmiştir. Katman parlaklığında hızla azalma ile başlayan, yaşlandırma süreci devam ettikçe yüzey geriliminin artmasından dolayı kabarcıklanma oluşumunun gözlemlendiği; kılcal çatlaklıkların oluşması ile, yüzeyde pürüzlülük artışının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca alt ve üst film katmanı arasında ozmik basınç oluşumu tespit edilmiştir.

Yang ve diğ. (2002) tarafından yapılan başka bir çalışmada, poliüretan son kat verniklerinin UV yaşlandırmasına tabi tutulduğu, vernik moleküllerindeki tahribatta UV radyasyonunun ve yüzeyde oluşan yüksek sıcaklığın çok önemli rol oynadığı bildirilmiş, SEM mikroskobu ile, tahribat sırasında katmanda kabarcık ve mozaik formu oluşumu durumunun gözlemlendiği bunun sonucu olarak yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve parlaklığın azaldığı belirtilmiştir.

Literatürde yaşlandırmadaki sıcaklık etkisinin, ortamda rutubet varsa daha çok tahribata neden olarak termoliz, termolitik ve pirolitik tahribata neden olduğu; yüksek sıcaklıklarda birbiri ile bağ kurarak sertleşmeye başlayan polimerlerde, sıcaklık 32 °C'de sabit tutulsa bile bağlarda kopmalar ve katman kayıplarının gözlenebileceği bildirilmektedir (Feller, 1994).

Fotooksidasyon sonucu, melamin reçine ve akrilik kopolimerin kullanıldığı polimerik kaplama malzemelerinin, UV yaşlanma sonucu artan sıcaklık etkisi ile, çapraz bağlarının birbirine yaklaştığı bildirilmiştir (Nichols ve Gerlock, 2000).

Ayrıca termoset polimer kaplamalarda; hızlandırılmış yaşlandırma boyunca, çapraz bağlı zincir reaksiyonlarında sertlikte önce biraz artış sonra azalma görülmüştür (Nichols ve diğ., 1997).

Literatürde, Perrin ve diğ., (2001)'nin alkid, üretan ve klorinat polimerleri kullanarak yaptığı çalışmada, UV yaşlandırması ile asidik kondisyon artışı hidrolize neden olmuş; hızlı bir parlaklık kaybının yanında tebeşirlenme görülmüş ve sertlikte azalma belirlenmiştir.

Decker ve diğ. (2004) tarafından, 30 µm kalınlığında kaplanmış, su bazlı UV kürlenmeli PU-Akrilat verniğin hızlandırılmış yaşlandırma sonunda sertliğinin ve parlaklığının arttığı belirlenmiş; bozunma mekanizmasında üretan (C-NH) bağlarının en fazla hassasiyeti gösterdiği bildirilmiştir.

Literatürde, fiziksel ve kimyasal yaşlandırmanın organik yüzey işlemleri sistemlerinin yapısında iç gerilimin oluşmasına, kırılabilirliğin artmasına sebep olduğu ortaya konmuş, katmanın çatlamaya karşı direncinin en yüksek olduğu sıcaklık derecelerinin 25 °C, 40 °C ve 60 °C olduğu bildirilerek 80 °C ye eşit ya da daha yüksek sıcaklıklarda oldukça sert bir yapıya kavuştuğu belirtilmiştir (Holzhausen ve diğ., 2002).

Çakıcıer, (2007) tarafından yapılan çalışmada; son dönemlerde kullanımı gittikçe artan tek ve çift bileşenli su çözücülü vernikler, ağaç malzeme örneklerinin yüzeylerine farklı katman kalınlıklarında uygulanmış; yaklaşık 5 yıl ve daha fazla zamanı kapsayan zaman sürecinde, WOM (weather-ometer) cihazı kullanılarak hızlandırılmış zaman dilimleri (0, 144 ve 288 saat) arasında vernik katmanında ortaya çıkan, yüzeye yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü, sertlik, parlaklık ve renk farkları belirlenerek; verniklerin bu etkilere karşı dayanma dereceleri ve yüzey bozunmalarının hangi zaman dilimlerinde başladığına ilişkin saptamalar yapılmıştır.

Gorman ve Feist (1989) parlaklık ve renk değişimlerinin dış ortam ve suni UV ışığı etkisinde kalan odunda, kısa zaman aralığında kolayca gözlemlenebildiğini bildirmişlerdir (Peker, 1997).

Leo ve diğ. (2003) tarafından WOM cihazının kullanıldığı araştırmada; yapay yaşlandırmada, polimerik katmanların yaşlanma etkisi ile oluşan parlaklık kaybının belirlenmesinde, uzun dönem testleri kadar yakın ve örtüşen sonuçlar belirlendiği bildirilmiştir.

Literatürde doğal ve su döngülü WOM yapay yaşlandırmasına maruz bırakılmış polimerik malzemelerdeki renk değişimi testlerinde; sararmanın yoğun şekilde görüldüğü, yaşlanma süresince katman yüzeyinde beyazlaşma etkisinin olduğu parlaklık kaybının, hacimsel yüzey kayıpları ile daha da arttığı bildirilmiştir (Real ve diğ., 2005).

Literatürde açık havada bırakılan odunun kırmızı renk tonunun azalmasında ve solmasında, ağaç malzemenin önemli bileşenlerinden olan lignin'in yapısının bozularak sarı renge dönüşmesinin etkisi olduğu bildirilmiştir (Anderson ve diğ., 1991).

Literatürde PU kaplama katmanlarında, doğal, UV ve WOM yaşlandırmaları karşılaştırmalı olarak denenmiş; oksidasyon işlemlerindeki yaşlanma sürecinde, katmanlarda yoğun karbonil grupları artarak yüzey kayıpları oluşmuş; sarı renk tonunda azalma ve solma görüldüğü bildirilmiştir (Skaja ve Croll, 2003).

Ağaç malzeme yüzeyinde kullanılan vernik ve boya endüstrisinde, hızlandırılmış yaşlandırma ile polimerik madde performansı ölçümleri yapılırken; çoğunlukla yatırım ve bakım maliyetleri ucuz olan UV yaşlandırma üniteleri kullanılmasına rağmen; doğal gün ışığı yaşlandırmasına en yakın etki WOM cihazları ile elde edilmektedir. Bu sebeple dış ortam mobilyalarında kullanılacak polimerik kaplamaların performans testlerinde weather-ometer (WOM) cihazı kullanılması daha uygun olacaktır (Çakıcıer, 2007).

Kaynaklar

- Anderson E L, Pawlak Z, Owen N L and Feist C W. 1991**, Infrared Studies of Wood Weathering. Part I: Softwoods, *Applied Spectroscopy*, **45**: 641-647.
- Anonim, 2005**. [http://www.atlas-mts.com/products/laboratory-weathering-testing/Atlas CI 4000 Hava Soğutmalı WOM cihazı](http://www.atlas-mts.com/products/laboratory-weathering-testing/Atlas%20CI%204000%20Hava%20Soğutmalı%20WOM%20cihazı), Teknik Bülten, [Ziyaret Tarihi:11 şubat 2005].
- Anonim, 2005**. Atlas Electronic Devices Company, Weathering Testing Guidebook., USA.
- Arnold M, Sell J and Feist W C. 1991**. Wood Weathering in Fluorescent Ultraviolet and Xenon Arc Chambers, *Forest Products Journal*, **41**: 40-44.
- Baboian, R. 1995**. *Corrosion Tests And Standards:Application And Interpretation, USA*, 289-322.
- Black J M, Laugnan D F and Mraz E A. 1979**. Natural Finishing Research, Department of Agriculture Service, Madison, *Forest Product Laboratory*, FPL-V.046.
- Bufkin B G, Wildman G C. 1980**. Environmentaly Acceptable Coatings for The Wood Industry, *Forest Product Journal*, **30**: 37-44.
- Çakıcıer, N 2007**. “Ağaç Malzeme Yüzey İşlemi Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler”, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Decker C, Masson F and Schwalm R. 2004**. Weathering Resistance of Waterbased UV-Cured Polyurethane-Acrylate coatings, *Polymer Degradation and Stability*, **83**: 309-320.
- Feist W C, Hon D N S. 1984**. Chemistry of Weathering and Protection in the Chemistry of Solid Wood, *American Chemical Society*, 401-454.
- Feller, R L 1994**. Accelerated Aging, Photochemical and Thermal Aspects, Printed in the United States of America.
- Gorman T M, Feist W C. 1989**. Chronicle of 65 Years of Wood Finishing Research, *Forest Product Laboratory*, Madison, FPL-60.
- Gulmine J V, Janissek P R, Heise H M and Akcelrud L. 2003**. Degradation Profile of Polyethylene after Artificial Accelerated Weathering, *Polymer Degradation and Stability*, **79**: 385-397.
- Gugumus, F 1987**. The Use of Accelerated Tests in The Evaluation of Antioxidants And Light Stabilizers, *Developments in Polymer Stabilization*, **8**: 239-289.

- Holzhausen U, Millow S, Adler H J P. 2002.** *Studies on The Thermal Ageing of Organic Coatings*, Wiley-WCH Verlag GmbH, Weinheim, [online], www.interscience.wiley.com [Ziyaret Tarihi: 4 Temmuz 2006].
- Jacques, L F E 2000.** Accelerated and Outdoor/Natural Exposure Testing of Coatings, *Progress in Polymer Science*, **25**: 1337-1362.
- Ketola W D, Grossman D. 1994.** *Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials (Hardcover)*, USA, 169-182.
- Koleske, V J 1995.** *Paint and Coating Testing Manual*, American Society for Testing and Materials, **53**: 643-653.
- Leo Van Der Ven GJ, Leuverink R, Henderiks H and Van Overbeek R. 2003.** Durability Prediction of P-Urethane Clearcoats, *Progress in Organic Coatings*, **48**: 214-218.
- Mallon P E, Li Y, Zhang R, Chen H, Wu Y, Sandreczki T C, Jean Y C, Suzuki R and Ohdaira T. 2002.** Durability of Polymeric Coatings Effects of Natural And Artificial Weathering, *Applied Surface Science*, **194**: 176-181.
- Miles J, Elliot G K. 1981.** Development under discussion, *Timber Trades Journal*, **319**: 22-23.
- Nichols M E, Gerlock J L and Smith C A. 1997.** Rates of Photooxidation Induced Crosslinking and Chain Scission in Thermoset Polymer Coatings–I, *Polymer Degradation and Stability*, **56**: 81-91.
- Nichols M E, Gerlock J L. 2000.** Rates of Photooxidation Induced Crosslinking and Chain Scission in Thermoset Polymer Coatings II. Effect of HALS and UV Light Absorber Additives, *Polymer Degradation and Stability*, **69**: 197-207.
- Özen R, Sönmez A. 1996.** *Ahşap Verniklerin Harici Etkilere Karşı Dayanıklılığına İlişkin Araştırmalar*, Devlet Planlama Teşkilatı Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.
- Perrin F X, Irigoyen M, Aragon E and Vernet J L. 2001.** Evaluation of Accelerated Weathering Tests for Three Paint Systems: A Comparative Study of Their Ageing Behaviour, *Polymer Degradation and Stability*, **72**: 115-124.
- Real P L, Gardette J L and Rocha A P. 2005.** Artificial Simulated and Natural Weathering of Poly (vinyl chloride) for Outdoor Applications: The Influence of Water in the Changes of Properties, *Polymer Degradation and Stability*, **88**: 357-362.
- Skaja A D, Croll S G. 2003.** Quantitative Ultraviolet Spectroscopy in Weathering of A Model Polyester-Urethane Coating, *Polymer Degradation and Stability*, **79**: 123-131.
- Stark N M, Matuana L M. 2004.** Surface Chemistry Changes of Weathered HDPE/Wood-Flour Composites Studied by XPS and FTIR Spectroscopy, *Polymer Degradation and Stability*, **86**: P.1-9.

- Suits L D, Hsuan Y G. 2003.** Assessing the Photo-Degradation of Geosynthetics by Outdoor Exposure and Laboratory Weatherometer, *Geotextiles and Geomembranes*, **21**: 111-122.
- TS 8106-2 EN ISO 4892-2, 1998.** “Plastikler-Laboratuvar Işın Kaynaklarına Maruz Bırakma Metotları-Bölüm 2: Ksenon Ark Lambası”, TSE Standardı, Ankara.
- Tunçgeç, M 2004.** Genel Boya Bilgileri, *Teknik Bülten*, Akzo Nobel Kemipol A.Ş.
- Yalinkiliç, M K. 1993.** Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilite Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odunda Yıkanabilirlikleri, K.T.Ü. Orman Fak., Doçentlik Tezi, Trabzon.
- Yang X F, Vang C, Tallman D E, Bierwagen G P, Croll S G and Rohlik S. 2001.** Weathering Degradation of A Polyurethane Coating, *Polymer Degradation and Stability*, **74**: 341-351.
- Yang X F, Tallman D E, Bierwagen G P, Croll S G and Rohlik S. 2002.** Blistering and Degradation of Polyurethane Coatings Under Different Accelerated Weathering Tests, *Polymer Degradation and Stability*, **77**: 103-109.