

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DIŞ CEPHEDE KULLANILAN
YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT
LEVHALARIN DURABİLİTESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Adlen Ayla HİLMİOĞLU**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

OCAK 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DIŞ CEPHEDE KULLANILAN
YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT
LEVHALARIN DURABİLİTESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Adlen Ayla HİLMİOĞLU
(502071700)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23 Aralık 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Ocak 2010

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa E. KARAGÜLER (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU (İTÜ)
Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY (MSGSÜ)**

OCAK 2010

ÖNSÖZ

Hazırlamış olduğum bu çalışmada yardımlarını ve hoşgörüsünü esirgemeyen, bana yol gösteren değerli hocam Doç.Dr. Mustafa Erkan KARAGÜLER başta olmak üzere, teknisyen İbrahim ÖZTÜRK'e, Araş. Gör. Serkan YATAĞAN ve Araş. Gör. Şebnem KULOĞLU'na teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarım boyunca kullandığım malzemeleri temin eden ve her konuda yardımcı olan COŞKUN ERER Firması ve TRESPA'ya teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca bana gösterdikleri sevgi ve destek için sevgili babam İnş. Müh. Akgün HİLMİOĞLU'na, annem Öğr. Şirin HİLMİOĞLU'na, abim İnş. Yük. Müh. Hakan HİLMİOĞLU'na, her zaman desteğini hissettiğim hayat arkadaşım Aytuğ COŞKUN'a, lisans ve lisansüstü çalışmalarım boyunca hep yanımda olan arkadaşım Şenay TUNA'ya ve Gülsen BAYAR'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Ocak 2010

Adlen Ayla Hilmioğlu
(Mimar)

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	1
2. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT	
LEVHALAR (HPL)	3
2.1 HPL'nin Tanımı ve Tarihi	3
2.1.1 Tanımı	3
2.1.2 Tarihi	3
2.2 Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminat Levhayı Oluşturan	
Malzemeler	6
2.2.1 Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhada iç tabaka	6
2.2.1.1 Kraft kağıtları ile oluşturulan iç tabaka	7
2.2.1.2 Sıkıştırılmış ahşap tozları ile oluşturulan iç tabaka	7
2.2.2 Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhada kullanılan	
reçineler ve özellikleri	8
2.2.2.1 Termoset reçineler	8
2.2.2.2 Fenolik reçineler	10
2.2.2.3 Melamin reçineler	11
2.2.2.4 Üre-formaldehit Reçineleri	12
2.2.2.5 Polyester Reçineler	12
2.2.2.6 Epoksi Reçineler	13
2.3 Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminat Levhanın Üretim Süreci	14
2.3.1 Kağıtların emprenye edilmesi	14
2.3.2 Emprenye edilmiş kağıtların kurutulması	14
2.3.3 Isı ve basınçla sertleştirme (Thermosetting)	15
2.3.4 Levhanın şekillendirilmesi	15
2.3.5 Yan ürünler / Atıklar	15
2.4 Dış Cephede Kullanılan Laminatın Montaj Sistemleri	16
2.4.1 Konstrüksiyona yapıştırma sistem	17
2.4.2 Agraflı / mekanik sistem	19
2.4.3 Vidalı sistem	20
2.4.3.1 Görünür vidalama	20
2.4.3.2 Görünmez vidalama	21
2.4.3.3 Lamba zıvana sistemi	21
3. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ LAMİNAT VE ELEMANLARININ	
ÇEVRESEL ETKİLERİ	23
3.1 Çevresel Etki Sınıfları	25
3.1.1 İnorganik etki	25
3.1.2 Organik etki	25
3.1.3 Sera etkisi ve enerji	26
3.1.4 Ozon tabakasına etkisi	26

3.1.5 Enerji tüketimi.....	26
3.1.6 Atıklar.....	27
4. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT LEVHANIN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ.....	29
4.1 Fiziksel Özellikleri	29
4.1.1 Yoğunluk Tayini	29
4.1.2 Isı dayanımı	30
4.1.3 Isı geçirgenliği.....	30
4.1.4 Su buharı difüzyon direnci	31
4.1.5 Suya dayanıklılık tayini.....	31
4.1.5.1 İşlem	32
4.2 Kimyasal Özellikleri.....	32
4.2.1 Kükürtdioksit (SO ₂) dayanımı.....	32
4.2.2 Lekelenmeye dayanıklılık tayini	34
4.2.2.1 İşlemler	34
Metot A	34
Metot B	35
4.2.2.2 Sonuçların gösterilmesi	35
4.3 Mekanik Özellikleri.....	36
4.3.1 Eğilme dayanımı	37
4.3.1.1 Klasik bükülme	37
4.3.1.2 İşlem	37
4.3.1.3 Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi	37
Eğilme gerilmesi	40
Eğilme boyut değişimi	40
Eğilme modülü	40
4.3.2 Çekme dayanımı.....	41
4.3.3 Çarpmaya dayanıklılık tayini	42
4.3.3.1 Küçük çaplı bilyayla çarpmaya dayanıklılık tayini	46
4.3.3.2 Büyük çaplı bilyayla çarpmaya dayanıklılık tayini	46
4.4 Teknolojik Özellikleri	42
4.4.1 Çizilme dayanımı	42
4.4.2 Yüzey aşınmasına dayanıklılık.....	43
4.4.3 Ksenon ark lambası ve kapalı karbon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini	46
4.4.3.1 Ksenon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini	46
4.4.3.2 Kapalı karbon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini	46
4.4.4 Şekil değiştirme ve kırılma	47
4.5 Akustik Özellikleri	48
4.6 Termik Özellikleri	48
4.6.1 Yüksek sıcaklıklarda boyut kararlılığı tayini	49
4.6.1.1 Kuru ısı deneyi	49
4.6.1.2 Yüksek nem altında deney	49
4.6.2 20°C sıcaklıkta boyut kararlılığı tayini.....	50
5. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT LEVHANIN DURABİLİTESİ	53
5.1 Durabilitenin tanımı.....	53
5.2 Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminat Levhanın Durabilitesini Etkileyen Faktörler	53

5.2.1 Malzeme kusurları.....	53
5.2.2 Tasarım hataları.....	54
5.2.3 Montaj hataları	54
5.2.4 Çevresel faktörler	54
5.2.4.1 Su ve nem	54
5.2.4.2 Güneş radyasyonu	54
5.2.4.3 Sıcaklık	55
5.2.4.4 Havadaki kirleticiler	55
5.2.4.5 Zemindeki kirleticiler	55
5.2.4.6 Kimyasal uyumsuzluk	55
5.2.5 Durabiliteyi etkileyen diğer önemli faktörler.....	55
5.3 HPL Kullanımında Kirlenme Ve Temizleme, Durabiliteye Etkileri Ve Çeşitli Tipteki Panellerin Değerlerinin Kullanılması	55
5.3.1 Yüzey bitişinde değişim.....	56
5.3.2 HPL 'nin uzun dönemde davranışı ve kullanım değeri.....	59
5.3.3 Yapay kirlenme metodu	60
5.3.4 Bozulma metodunun sonuçları.....	61
5.3.5 Yapay dış hava koşulları ve kirlenme birikmesi arasındaki ilişki	61
5.3.6 Çalışmanın sonuçları.....	64
6. DENEYSEL ÇALIŞMA	67
6.1 Deneysel Çalışmanın Programlanması.....	67
6.2 Deneyler	67
6.2.1 Suya dayanıklılık tayini	67
6.2.2 Çatlamaya dayanıklılık tayini	69
6.2.3 Buhara dayanıklılık tayini.....	69
6.2.4 Boyutsal kararlılık deneyleri.....	71
6.2.4.1 Yüksek sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini	71
Kuru sıcaklık deneyi	71
Yüksek nem deneyi	72
6.2.4.2 20°C sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini	72
6.2.5 UV dayanımı tayini	73
6.2.6 Klimatik şok	74
6.2.7 Eğilmede çekme dayanımı	77
7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE İRDELENMESİ	79
7.1 Deneylerin Değerlendirilmesi	79
7.1.1 Suya dayanıklılık tayini	79
7.1.2 Çatlamaya dayanıklılık tayini	80
7.1.3 Buhara dayanıklılık tayini	80
7.1.4 Boyutsal kararlılık deneyleri.....	81
7.1.4.1 Yüksek sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini	81
Kuru sıcaklık deneyi	81
Yüksek nem altında deney	82
7.1.4.2 20°C sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini	82
7.1.5 UV dayanımı tayini	86
7.1.6 Klimatik şok	87
7.1.7 Eğilmede çekme dayanımı	87
8. SONUÇLAR	91
KAYNAKLAR	95

KISALTMALAR

%	: Yüzde
‰	: Binde
°C	: Santigrat Derece
BS	: British Standards
Cal	: Kalori
cm	: Santimetre
DF	: Dry Forming Core
DIN	: Alman Standartlar Enstitüsü(Deutsches Institut Für Normung)
EBC	: Elektron Bombardımanı Kürü(Electron Beam Curing)
FP	: Son Aşınma Devir Sayısı
gr	: Gram
HPL	: Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminat (High Pressure Laminate), Kompakt Laminat, Plastik Laminat
ICDLI	: International Committee of Decorative Laminates Industry
IP	: İlk Aşınma Devir Sayısı
LCA	: Life Cycle Assesment
m	: Metre
mm	: Milimetre
MPa	: Megapaskal
N	: Newton
TS	: Türk Standardı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UV	: Ultraviyole

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tipik dolgusuz termoset reçinelerin fiziksel özellikleri	9
Çizelge 3.1 : Çevresel profillerin çeşitli etki sınıfları (ICDLI,1999).	25
Çizelge 3.2 : Çeşitli malzemelerle HPL'nin sera etkileri ve üretiminde kullanılan enerji (ICDLI, 1999).	26
Çizelge 4.1 : Deney koşulları (DIN 50018).....	33
Çizelge 4.2 : Kirlenici maddeler ve deney şartları	36
Çizelge 6.1 : Ağırlık değişimi ve numunelerin su emme yüzdeleri	68
Çizelge 6.2 : Kuru sıcaklık deneyinde numunelerde gözlenen değişiklikler.....	71
Çizelge 6.3 : 2. Kuru sıcaklık deneyinde numunelerde gözlenen değişiklikler.....	72
Çizelge 6.4 : Yüksek nem deneyinde numunelerde gözlenen değişiklikler	72
Çizelge 6.5 : Sabit sıcaklıkta 90% relatif nemde tutulan numunelerde gözlenen boyutsal değişiklikler	73
Çizelge 6.6 : Sabit sıcaklıkta 30% relatif nemde tutulan numunelerde gözlenen boyutsal değişiklikler	73
Çizelge 6.7 : EN 438-2 standardının belirttiği iklimatik şok döngüsü	75
Çizelge 6.8 : İklimatik şok deneyine 20 gün maruz bırakılan 250 mm x 50 mm boyutundaki numunelerde gözlenen boyutsal değişimler.....	75
Çizelge 6.9 : İklimatik şok deneyinde kullanılan numune sayısı ve boyutları.....	77
Çizelge 6.10 : Eğilmede çekme dayanımı deneyi sonuçları	78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yüksek basınçta sıkıştırılmış laminatta iç tabaka.....	7
Şekil 2.2 : Kraft kağıtları ile oluşturulan iç tabaka.....	7
Şekil 2.3 : Sıkıştırılmış ahşap tozlarından çekirdek (Trespa, 2004).....	8
Şekil 2.4 : Termoset moleküllerin kür işlemi sırasında çapraz bağlanması.	9
Şekil 2.5 : Fenol-formaldehit polimer sentezi.	10
Şekil 2.6 : Melamin reçinesi oluşum şeması.	11
Şekil 2.7 : Epoksi prepolimer kimyasal strüktürü.	13
Şekil 2.8 : Nefes alabilen cephede yaz ve kış dönemi sıcaklık değişimleri(Trespa, 2004).....	17
Şekil 2.9 : Nefes alabilen cephe strüktüründe nem yükü(Trespa, 2004).	17
Şekil 2.10 : Konstrüksiyona yapıştırma sistem (Trespa, 2004).	18
Şekil 2.11 : Ahşap profillere yapıştırma sistem (Trespa, 2004).	18
Şekil 2.12 : Alüminyum profillere yapıştırma sistem (Trespa, 2004).	18
Şekil 2.13 : Agraflı sistem (Trespa, 2004).....	20
Şekil 2.14 : Görünür vidalama sistemi (Trespa, 2004).	20
Şekil 2.15 : Görünmez vidalama sistemi	21
Şekil 2.16 : Lamba zıvana sistemi	21
Şekil 3.1 : HPL ve HPL elemanlarının ömrü.....	24
Şekil 3.2 : Kullanılmış HPL elemanının yeniden üretilmesi için gereken enerjilerin oranı.	27
Şekil 3.3 : HPL geri dönüşüm ve yok etme seçenekleri.	27
Şekil 4.1 : Buhara dayanıklılık tayin cihazı.....	31
Şekil 4.2 : Lekelenmeye dayanıklılık deneyi uygulaması(Özgenç, 2006).	35
Şekil 4.3 : Eğilme boyut değişimi (ϵ_f) ve bükülmeye (s)karşılık eğilme gerilmesi eğrileri.....	27
Şekil 4.4 : Deney başlangıcında deney numunesinin konumu	38
Şekil 4.5 : Mamülün ve kuvvetin yönüne göre deney numunesinin konumu	39
Şekil 4.6 : Deneyde kullanılacak parça şekli	41
Şekil 4.7 : Şematik çizilme dayanımı ekipmanı	43
Şekil 4.8 : Deney cihazı	44
Şekil 4.9 : Yüzey aşınma dayanımı test aleti(Özgenç, 2006).....	44
Şekil 4.10 : Ksenon ark lambası altında renk değişimi tespit cihazı	46
Şekil 4.11 : Kırılmaya karşı dayanıklılık deney tertibatı(Özgenç, 2006).....	47
Şekil 4.12 : Boyut kararlılığı tayininde kullanılan bağlama sistemi.....	51
Şekil 5.1 : Okul kompleksinde HPL cephesinin renginin ağarması	57
Şekil 5.2 : Yanlış temizleme ile akrilik kaplı son katmana sahip tabakanın hasarı... 57	
Şekil 5.3 : Apartman bloğu cephesinde kir birikmesi	58
Şekil 5.4 : Alışveriş mağazasının cephesinde kir birikmesi	59
Şekil 5.5 : Dış hava koşullarına maruz bırakma ve kir birikmesi arasındaki ilişki ... 62	
Şekil 5.6 : Melamin reçineli son katmanlı beyaz numunenin 3000 saatlik yapay yaşlandırma ve kirlenme testinden sonra büyütülmüş fotoğrafı.....	63

Şekil 5.7 : Melamin reçineli son katmanlı beyaz numunenin 3000 saatlik yapay yaşlandırma ve kirlenme testinden sonra temizlenmiş yüzeyinin büyütülmüş fotoğrafı	63
Şekil 5.8 : HPL tabakalarının Delfy’teki TNO istasyonunda dış hava etkilerine maruz bırakılması	64
Şekil 5.9 : Dış ortam koşullarına maruz bırakılan melamin reçineli son katmana sahip HPL tabakalarının yakından görünüşü	64
Şekil 5.10 : Dış ortam koşullarına maruz bırakılan skrilat ile kaplanmış HPL tabakalarının yakından görünüşü	64
Şekil 6.1 : Buhara dayanıklılık tayini deneyi.....	70
Şekil 6.2 : Yüksek sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayininde numunelerin işaretlenmesi ve kenar uzunluklarının ölçülmesi	71
Şekil 6.3 : UV dayanımı tayini deneyi.....	74
Şekil 6.4 : UV dayanımı tayini deneyi.....	74
Şekil 6.5 : Klimatik şok deneyinden sonra HPL’nin iç tabakasında görülen sararma	76
Şekil 6.6 : Klimatik şok deneyinden sonra yüzeyde görülen sararma	76
Şekil 6.7 : Eğilmede çekme dayanımı deneyi düzeneği	77
Şekil 7.1 : Numunelerde kalınlık, en, boy	79
Şekil 7.2 : Kuru sıcaklık deneyinden sonra numunelerde görülen değişiklikler	81
Şekil 7.3 : 2. kuru sıcaklık deneyinden sonra numunelerde görülen değişiklikler	81
Şekil 7.4 : Yüksek nem altında deneye tabi tutulan numunelerde görülen değişiklikler	82
Şekil 7.5 : Sabit sıcaklıkta ve %90 nemli ortamda numunelerde görülen değişiklikler	82
Şekil 7.6 : Sabit sıcaklıkta ve %90 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin kalınlıklarında görülen değişiklikler	83
Şekil 7.7 : Sabit sıcaklıkta ve %90 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin enlerinde görülen değişiklikler	83
Şekil 7.8 : Sabit sıcaklıkta ve %90 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin boylarında görülen değişiklikler	83
Şekil 7.9 : Sabit sıcaklıkta ve %90 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin ağırlıklarında görülen değişiklikler.....	84
Şekil 7.10 : Sabit sıcaklıkta ve %30 nemli ortamda numunelerde görülen değişiklikler	84
Şekil 7.11 : Sabit sıcaklıkta ve %30 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin kalınlıklarında görülen değişiklikler	85
Şekil 7.12 : Sabit sıcaklıkta ve %30 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin enlerinde görülen değişiklikler	85
Şekil 7.13 : Sabit sıcaklıkta ve %30 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin boylarında görülen değişiklikler	85
Şekil 7.14 : Sabit sıcaklıkta ve %30 nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin ağırlıklarında görülen değişiklikler.....	86
Şekil 7.15 : UV deneyi için yarı yüzeyi alüminyum folyo ile kaplanan numune.....	86
Şekil 7.16 : UV deneyinde kullanılan numuneler.....	86
Şekil 7.17 : Klimatik şok deneyinden sonra malzemenin iç kısmında görülen sararma	87
Şekil 7.18 : Klimatik şok deneyinden sonra yüzeyde görülen sararma	87
Şekil 7.19 : Eğilmede çekme dayanımı deneyi.....	88
Şekil 7.20 : Eğilmede çekme dayanımı deneyinde numunenin kırılma şekli	88
Şekil 7.21 : Eğilmede çekme dayanımı deneylerinin değerlendirilmesi	89

DIŞ CEPHEDE KULLANILAN YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT LEVHALARIN DURABİLİTESİ

ÖZET

Bu çalışmada dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhalarda durabilitesinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünü giriş oluşturmıştır.

İkinci bölümde yüksek basınçta sıkıştırılmış laminatın (HPL) öncelikle tanımının ve tarihsel gelişiminin açıklaması yapılmış, ardından yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhayı oluşturan malzemeler, yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın üretim süreci ve dış cepheye montaj sistemleri anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde; yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın çevresel etkileri anlatılmış ve dördüncü bölümde yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın fiziksel, kimyasal, mekanik, teknolojik, akustik ve termik özelliklerinin standartlara göre bulunma yöntemleri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde; durabilitenin tanımı yapılmış, dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın durabilitesini etkileyen faktörler açıklanmış ve HPL kullanımında kirlenme ve temizleme, durabiliteye etkileri ve çeşitli tipteki panellerin değerlerinin kullanılması ile ilgili bilgi verilmiştir.

Altıncı bölümde; deneysel çalışmanın programı yapılmış ve yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın suya, çatlamaya, buhara dayanıklılığına ilişkin deneyler yapılmıştır. Ardından boyutsal kararlılık deneyleri yapılmış ve UV dayanımına ilişkin deney yapılmıştır. Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın dış cephede maruz kalacağı iklimsel etkiler için iklimik şok deneyi yapılmıştır. Deneysel çalışmanın son bölümünde boyutsal kararlılık, iklimik şok deneyleri uygulanmış olan numunelerde ve kontrol numunelerinde eğilmede çekme dayanımı deneyi yapılmıştır.

Yedinci bölümde ise deneysel çalışmadan elde edilen veriler tablolar ve grafik anlatım kullanılarak sunulmuştur.

Çalışmanın son bölümü olan sekizinci bölümde deneylerden elde edilen veriler literatür araştırmasına göre değerlendirilmiştir.

DURABILITY OF EXTERIOR HIGH PRESSURE DECORATIVE LAMINATE PANELS

SUMMARY

The durability of exterior high pressure decorative laminate panels is studied at this thesis.

First part of this study is introduction.

In second part high pressure decorative laminate's (HPL) definition and history is mentioned. Materials forming high pressure decorative laminate panels, the production process and the assembly systems are explained.

In third part high pressure decorative laminate's and its elements' environmental effects are described and the determination of high pressure decorative laminate panels' physical, chemical, mechanical, technological, accoustic and thermic properties according to standards are described in the fourth part of the thesis.

In fifth part, durability is defined and facts that affect the durability of exterior high pressure decorative laminate panels is mentioned. Also HPL grime build up and cleaning maintenance, effects on the durability and the use value of various types of panels is described.

Experimental studies are described in the sixth part. Resistance to water, cracking, water vapour experiments have done. After those dimensional stability, UV light resistance experiments have done. To see climatic effects to high pressure decorative laminate panels climatic shock experiment has done. Finally samples those had dimensional stability experiments, climatic shock experiments and control samples were broken in the flexural strength test.

In the seventh part, data from experimental works were considered and datas were presented with tables and graphical methods.

In the final part of the thesis obtained datas were evaluated according to literature study.

1. GİRİŞ

Cepheler yapıların dışarıdan algıladığımız, yapıya kimliğini veren, yapının prestij yapısı olmasına neden olan en önemli parçalarındandır. Dış cephe kaplama malzemeleri ve sistemleri her geçen gün teknolojinin ilerlemesi ile gelişmektedir. Günümüzde cephe kaplaması olarak kullanılmaya başlanan birçok yeni malzeme ortaya çıkmıştır. Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat (HPL) da bu malzemelerden biridir.

Yapıda malzeme seçiminin amaca uygunluğunun araştırılmasına ve kullanım sürecinde performanslarının değerlendirilmesine gereksinim vardır. Bu sebeple, dış cephe kaplama malzemesi, çevresel etmenlerle uyumlu, fiziksel, kimyasal, mekanik, teknolojik etmenlere karşı dayanıklı, kullanıcı gereksinimlerini karşılayan sistemler, bakım kolaylığı sağlayan, ekonomik, iç ortamda uygun fizik koşulları oluşturabilen niteliklere sahip olmalıdır. Ürünlerin kullanım olanaklarının sınırları, dış cephe faktörleri, atmosferik etkilere karşı dayanımı bilinmelidir.

Yeni malzeme kullanımına karar verildiğinde kullanıma en uygun olanını seçmek için gereksinme ve amaçları karşılayabilecek nitelikte olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. Aksi takdirde yapının ömrü boyunca birçok soruna neden olmaktadır.

1.1 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Çalışmada öncelikle yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatın literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra deneysel çalışmalar yapılmış ve bunların sonuçları değerlendirilmiştir.

Literatür araştırmasında HPL'nin tanımı ve tarihi, HPL' yi oluşturan malzemeler, üretim süreci, malzemenin özelliklerinin ve durabilitesinin standartlara göre nasıl tayin edileceği hakkında bilgi verilmiştir.

Deneysel çalışmalar bölümünde dış cephe kaplama malzemesi olarak kullanılan HPL'nin dayanımını araştırmak amaçlanmıştır. Bunu için yapılan deneyler;

- 1.Suya dayanıklılık tayini
2. Buhara dayanıklılık tayini
3. Çatlamaya dayanıklılık tayini
4. Boyutsal kararlılık deneyleri
5. UV dayanımı
6. Klimatik şok
7. Eğilmede çekme dayanımıdır.

2. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT LEVHALAR (HPL)

2.1 HPL'nin Tanımı ve Tarihi

2.1.1 Tanımı

Yüksek basınçta sıkıştırılmış(preslenmiş) dekoratif laminat levha (HPL), termoset reçinelerle emprenye edilmiş, lifli malzeme tabakalarından oluşan (örneğin kağıt), birbirine ısı (120°C'den az olmayan sıcaklık) ve 5Mpa'dan daha az olmayan bir basınçla bağlanmış levhalardır (EN 438-2).

H. Ersoy (2001) tarafından yapılan çalışmada, fenolik reçine emprenye edilmiş kalın kraft kağıdı tabakalarının amine plastik reçine (melamin reçinesi) ile doyurulması, dekoratif baskılı bir üst kağıt tabaka veya tabakaların biraraya getirilmesiyle üretilen bu tabakalı kompozit malzemenin çok değişik renk, desen ve dokuya sahip olduğu anlatılmıştır.

Dekoratif laminat; evlerde, cephe kaplamalarında ve endüstriyel mobilyalarda kullanılan durabilitesi yüksek olan bir malzemedir. En bilinen marka adı Formica'dır. Formica dünyanın en büyük plastik laminat üreticisi olan şirkettir. Diğer en çok bilinen üreticiler Trespa, Premark Şirketi ve DuPont'tur.

Dekoratif laminat en çok mutfak tezgahlarında, masa üst yüzeylerinde, kabinlerde ve cephe kaplamalarında kullanılmaktadır. Bunun nedeni ısıya, lekelenmeye, çizilmeye olan dayanımıdır.

2.1.2 Tarihi

Plastik laminat ilk olarak endüstriyel malzemelerde yalıtım malzemesi olarak kullanılmıştır. Buluşu iki mühendis gerçekleştirmiştir, Herbert A. Faber ve Daniel J. O'Conor. 1900'lerin başında bu iki mühendis Pitsburg'daki Westinghouse Şirketi'nde Rüya Bilimadamları Takımı'nda bilimadamı olarak bir araya gelmiştir. Bu takım, yalıtım malzemeleri ve fenol reçineli laminatlar üzerinde çalışmıştır (Holt, 1991).

Bu dönemde fenol reçineli laminatlar Belçikalı kimyager Leo Baekeland tarafından geliştirilmiştir. Baekeland, tamamen sentetik ilk plastiği üretmek için fenol ve formaldehiti yoğunlaştırmıştır. Bu plastiğe “Bakelit” adı verildi. Bakelit ısıya, suya, kimyasallara ve elektrik akımına karşı dayanımı yüksek bir malzemedir. Bu nedenle elektrik yalıtımı için kullanılan sert kauçuk ve gomalağın yerini almıştır (Holt, 1991).

Baekeland’ın birçok deneyi bakelit reçinesiyle emprenye edilmiş kağıtları ve daha sonra bu kağıtların termoset olarak bilinen kalıplarda yüksek ısı ve basınçta sıkıştırılmasından oluşmuştur. İki Westinghouse mühendisi aynı şekilde çalışmıştır. Ağır brandaları bakelit reçinesi ile emprenye etmeye başlamışlar ve 1913’te bakelitten ve kağıttan yapılan laminat patenti için başvurmuşlardır. Faber yeni plastik laminata Formica adını vermiştir: “For” (in place of = ‘in yerine) “mica” (mineral used as electrical insulation material = elektrik yalıtımı malzemesi olarak mineral) (Url-1). Üretilen ilk laminatlar koyu renkte ve homojen olmuştur ancak dekoratif katmana sahip olmamıştır ve ilk 15 yıl boyunca bildiğimiz günümüz laminatına çok az benzemiştir (Holt, 1991).

1913’te Faber ve O’Conor Westinghouse Şirketi’nden ayrılıp Cincinnati, Ohio’da Formica Yalıtım Şirketi adındaki kendi şirketlerini kurmuşlardır. Yeni şirket elektrik yalıtımı için plastik laminattan halkalar ve tüpler üretmiştir. Ancak 1914’te Faber ve O’Conor laminat levhaların seri üretimi için baskı makinesi kullanmaya başlamıştır. Plastik laminat sadece sipariş üzerine üretilmiştir. Siparişin alınması ile Bakelit Şirketi’nden reçineler temin edilmekte ve çoğunlukla bitmiş plastik laminat Westinghouse Şirketi’ne satılmaktaydı. Bakelit Şirketi’nin reçine satışından vazgeçmesi ve Westinghouse Şirketi’nin plastik laminat işine girmeye karar vermesi ile Formica yeni reçine arayışına girmiştir (Holt, 1991).

Laminat, gemi ticaretinde radyo montajında ve deniz kuvvetlerine ait gemilerde boruların, cihazların ve başka bölümlerin yalıtımında yaygın olarak kullanılmaktaydı. Ancak çok kısa sürede laminat, dekoratif özelliklerinden dolayı da kullanılmaya başlanmıştır. İyi yüzey özellikleri onu mükemmel bir radyo kaplaması yapmıştır. 1921’de Formica Yalıtım Şirketi tarafından üretilen laminat gemi radyolarının üretimi gibi ev radyolarının da üretimine başlamıştır (Url-1).

1927'ye kadar laminatlar basit görünümlerinden dolayı mobilya ve dekorasyonda kullanılmamıştır. Laminata göre diğer plastiklerin tek parça olarak üretilebilmesi, işçiliklerinin kolay olması laminatın radyo üretimi pazarını kaybetmesine neden olmuştur. Laminattan üretilen ürünler başta renk olmak üzere birçok problemi de paylaşmamıştır. Koyu renkteki formaldehit reçinesinden dolayı laminat bu dönemde koyu renge sahip olmuştur. Plastik şekillendiricileri bakelit ile aynı özelliklere sahip açık renkli malzeme araştırmıştır (Meikle, 1991).

1931'de Toledo Synthetic Products Şirketi üre-formaldehit reçinesiyle ürettiği Plaskon'u ilan etmiştir. Aynı zamanlarda Formica laminatın en son katmanını fenol reçinesi ile üretmek yerine üre ile üreterek dekoratif laminatı geliştirmiştir. Sonuç olarak; sert, durabilitesi yüksek, yangına dayanıklı, kolayca temizlenen yüzeye sahip bir malzeme gelişmiştir, hemen hemen tüm renkler üretilebilmiştir ve ana dekoratif uygulamaların alınmasına sebep olmuştur. 1930'larda dekoratif plastik laminatın mimarlık ve tasarım dergilerinde çok iyi bir şekilde reklamı yapılmış ve böylece plastik laminat kaplama malzemesi olarak tanınmıştır (Meikle, 1991).

Şirketin dekoratif plastik laminatta çok sayıda renk, parlak ya da mat, açık ya da koyu, düz ya da dokulu yüzeye sahip olması gibi birçok opsiyon sunmasına rağmen üre-formaldehitin yüksek maliyetli olması malzemenin gelişmesini engellemekteydi. 1938'de şirket üre-formaldehit reçinesi yerine yeni bir plastik reçine, melamin kullanmaya başlamıştır. Böylece yeni dekoratif plastik laminat, önceden olduğu gibi baz olarak 7 katmana sahip olan kraft kağıtlarının fenol-formaldehit ile emprenye edilmesi; dekoratif katmanı melamin reçinesi ile ve en son olarak basınç kürü ardından şeffaflaşan bir opak katmanın yine melamin reçinesiyle emprenye edilmesiyle üretilmeye başlanmıştır.

Melamin, üre-formaldehite göre durabilitesi daha yüksek, daha kolay kürlenene ve kürlenmesi daha ucuz, renkte daha stabil, en açık renkli dekoratif kağıtlarda bile kullanılabilen bir reçinedir. O'Connor melamin reçinesi için "Dekoratif laminatı kalıcı bir malzeme yaptı." diyerek görüşünü bildirmiştir (Meikle, 1991).

1940’larda uçaklarda alüminyum yerine ahşap görünümlü laminat kullanılmaya başlanmıştır (Url-1). 1948’de düşük basınçlı polyester laminatlar ticari açıdan kolayca elde edilir olmuştur. Bu malzeme esnek ve şekil verilebilir bir malzeme olmuştur. Dekoratif uygulamalar ışıklandırma eşyalarını ve duvar panellerini kapsamaktaydı. Sonradan şekillendirilebilen fenolik laminatlar aynı zamanda düzgün panelin yeniden ısıtılmasına ve basitçe yuvarlatılmış şekilde preslenmesine izin veren özel formüllü reçinelerin kullanılması için de uygundur. Polyester laminatlar yüksek buhar dayanımı ve iyi elektriksel özelliklere sahip olmasına rağmen düşük ısı dayanımına sahiptir. Üretimin gelişmesi ile plastik laminatın sigara ateşine karşı dayanımı arttırılmıştır. Malzeme daha çekici, renkli, durabilitesi daha yüksek hale gelmiştir ve mutfak üreticileri tarafından teşvik edilmiştir (Walker, 1995).

II. Dünya Savaşı ile plastik endüstrisinde büyük bir yayılma, deneyleme ve gelişim görülmüştür. Savaş sonrası yapılanmada laminat kullanımında çarpıcı şekilde bir büyüme yaşanmıştır. Formica ve Roanoid, Micarta gibi benzer rakip üreticilerin uygulamaları sinemalarda, lokantalarda, mutfaklarda görülmüştür (Walker, 1995).

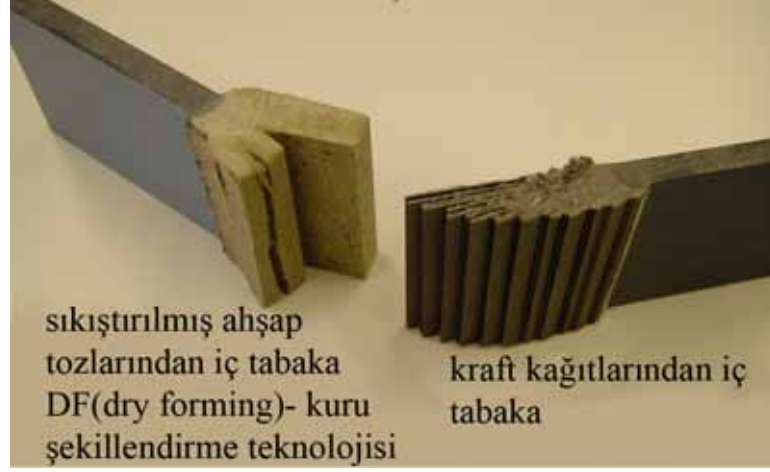
1950’lerde laminat malzemeleri tanıyan bir nesil yetişmiştir (Walker, 1995).

2.2 Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminat Levhaları Oluşturan Malzemeler

Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhalar kompozit malzemelerdir, matris ve takviye malzemelerinden oluşur. Matrisi reçineler, takviye malzemeleri kraft kağıtları ya da ahşap tozları oluşturmaktadır.

2.2.1 Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhada iç tabaka

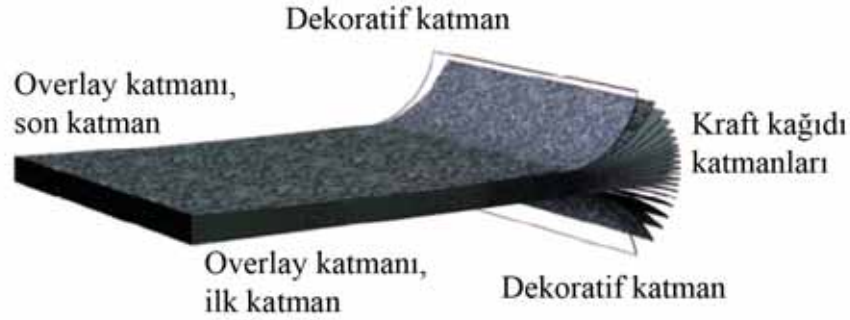
Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhanın iç tabaka malzemesi kraft kağıtları veya ahşap tozları olmak üzere 2’ye ayrılmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Yüksek basınçta sıkıştırılmış laminatta iç tabaka.

2.2.1.1 Kraft kağıtları ile oluşturulan iç tabaka

Kraft kağıtları reçinelere emdirilerek yüksek ısı ve basınçla preslenerek laminatın iç tabakasını oluşturmaktadır. Bu şekilde üretilen tabakanın %60'ını kraft kağıtları ve %40'ını reçine oluşturmaktadır.



Şekil 2.2 : Kraft kağıtları ile oluşturulan iç tabaka.

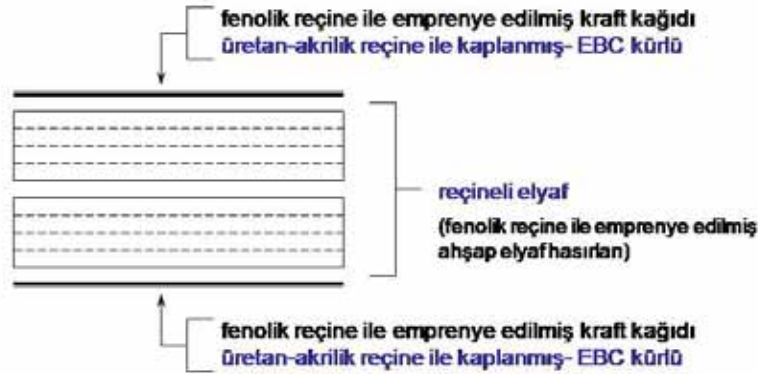
2.2.1.2 Sıkıştırılmış ahşap tozları ile oluşturulan iç tabaka

İç mekanlarda kullanılan standart uygulamalarda HPL tabakaları genelde fenol(formaldehit) reçinesi ile emprenye edilmiş kraft kağıtlarından oluşmaktadır.

Yeni prosedür HPL'nin kraft kağıdı yerine çam ağacı elyafları ile takviye edilmesini içermektedir. Kuru şekillendirme(Dry Forming Core- DF) adı verilen prosedür %70 ahşap lifi ve %30 reçineden oluşan homojen özür. Bu tabakalardan oluşmuş paket 150 - 170°C sıcaklıkta yüksek basınç altında sıkıştırılarak fenol reçinesinin polikondense olması ve üç boyutlu sert fenol reçinesinin malzemeyi kaplamasıyla ile çok sert bir tabaka haline gelmektedir.

Panelin dış yüzeyini oluşturan reçine esaslı dekoratif yüzey tabakası renklendirme işlemi esnasında Elektron Bombardımanı Kürüne(EBC) tabii tutularak dış hava şartlarına dayanıklı bir yüzey tabakası haline gelmiştir. Eloktron Bombardımanı Kürü aynı zamanda kompakt laminat malzemenin yüzeyinin pürüzsüz olmasını sağladığından malzemeye kolay temizlenebilir özelliğini vermektedir. Yeni tip panellerde homojen iç tabaka ve malzemede farklı doku alternatifleri sunma imkanı da sağlamaktadır (Düşüt, 2006).

İç mekan uygulamalarında kullanılacak katmanların en son katmanı neredeyse her zaman pigmentli, dokulu kağıt(dekoratif kağıt) melamin(formaldehit) reçine ile emrenye edilmesi ile oluşmaktadır. Bu reçine de “termoset”tir ve polikondentasyondan dolayı yüksek basınç ve sıcaklıkta 3 boyutlu melamin reçinesi ağına dönüşebilmektedir. Melamin reçinesi kalınlığı ayarlanabilir olduğundan dekoratif kağıt tamamen temiz, düzgün yüzeye sahip olabilmektedir. Bu çeşit HPL katmanı masa yüzeyleri, dükkan ve mutfak tezgahları gibi çeşitli uygulamalar için elverişli olabilmektedir (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 2.3 : Sıkıştırılmış ahşap tozlarından iç tabaka (Trespa, 2004).

2.2.2 Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatta kullanılan reçineler ve özellikleri

HPL’de kullanılan termoset, fenolik, melamin, üre-formaldehit, polyester, epoksi reçineler aşağıda anlatılmıştır.

2.2.2.1 Termoset reçineler

Termoset matrisler, küçük monomer moleküllerini, uzun ve aralarında kuvvetli bağlar bulunan polimer molekülleri haline getiren kimyasal reaksiyon sonucu oluşmaktadır.

Bu reaksiyonun gerçekleşmesi için genellikle katılaştırıcı kullanılmaktadır. Termoset matrisler sıvı halde bulunmaktadır (M. Ersoy, 2005). Isıtılarak ve kimyasal tepkimelerle sertleşmekte ve sağlamlaşmaktadırlar (Url-2). Katılaştırıcı ilavesi ile önce jel haline gelmekte ve sonra da katılaşmaktadırlar. Termoset polimerlerin polimerizasyonu molekül zincirlerinin Şekil 2.4’de görüldüğü gibi çapraz bağlanmasıyla oluşmaktadır ve geri dönüşü olmayan bir süreçtir. Çapraz bağlanmadan sonra moleküller tekrar eritilip şekillendirilememektedir. Yüksek sıcaklıklarda dahi yumuşamamaktadırlar. Çapraz bağlanma yoğunluğu ne kadar fazla ise malzeme o kadar rijit ve ısıl stabilitesi yüksek olmaktadır. Kırılgan sayılırlar (M. Ersoy, 2005).



Şekil 2.4 : Termoset moleküllerin kür işlemi sırasında çapraz bağlanması.

Çizelge 2.1 : Tipik dolgusuz termoset reçinelerin fiziksel özellikleri.

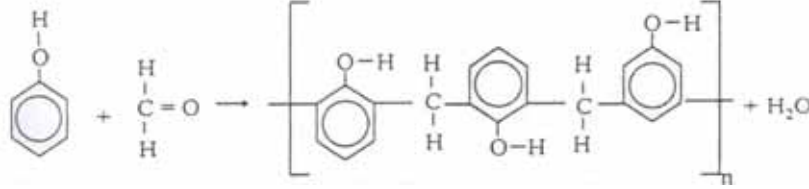
Reçine Malzemesi	Yoğunluk (gr / cm ³)	Çekme Modülü GPa (10 ⁶ psi)	Çekme Dayanımı MPa (10 ³ psi)
Epoksi	1.2 – 1.4	2.5 – 5.0 (0,36 – 0,72)	50 – 110 (7.2 – 16)
Fenolik	1.2 – 1.4	2.7 – 4.1 (0.4 – 0.6)	35 – 60 (5 – 9)
Polyester	1.1 – 1.4	1.6 – 4.1 (0.23 – 0.6)	35 – 95 (5 – 13.8)

Çoğu termoset reçine, sertleşmemeleri için dondurulmuş olarak depolanmak zorundadır. Dondurucudan çıkarılıp oda sıcaklığında 1-4 hafta arası gibi bir süre bekletildiğinde sertleşmeye başlamakta ve özelliklerini kaybederek biçim verilmesi zor bir hal almakta ve kullanılamaz duruma gelmektedir. Termoset reçineler kimyasal etkiler altında çözülmez ve olağandışı hava şartlarında dahi uzun ömürlü olmaktadır (Url-2).

Termoset reçineler izotropiktirler. Termoset reçinelerin avantajları termal stabilite, kimyasal direnç, düşük yoğunluktur. Dezavantajları ise oda sıcaklığındaki sınırlı çalışma zamanı, katılaşma için geçen uzun fabrikasyon zamanı, kopma esnasındaki düşük uzamadır (M. Ersoy, 2005).

2.2.2.2 Fenolik reçineler

Fenolik reçineler “bakalit” olarak da bilinirler. Fenol ile formaldehit kondansasyon polimerizasyonu ile sentezlenmektedirler (M. Ersoy, 2005).



Fenol + Formaldehit → Fenolik Polimer Tekrarlayan Birimi

Şekil 2.5 : Fenol- formaldehit polimer sentezi.

Fenolik reçineler fenol (karbolik asit, C₆H₅OH) ve formaldehit (CH₂O) ten elde edilirler. Fenolik reçineler kondensasyon reaksiyonu ile kürlenirken su açığa çıkmaktadır ve bu su kürlenme sürecinde uzaklaştırılmalıdır. Pigmentlerle renklendirme uygulamaları kırmızı, kahverengi ve siyah ile sınırlıdır. Fenolik kompozitlerin yüksek sıcaklığa dayanımı, kırılma dayanımı, çok iyi ısı yalıtımı ve ses emme özelliği, korozyon dayanımı ve çok iyi yangın, sigara dayanımı özellikleri onları istenen malzemeler haline getirmiştir (Url-3).

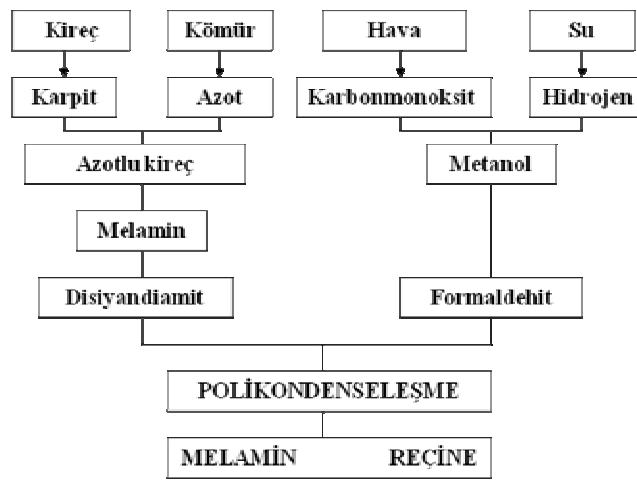
Yüksek basınçta sıkıştırılmış laminat üretiminde kullanılan fenol ve melamin reçineleri taş kömürü, hava ve sudan yararlanılarak kimyasal yollarla polikondenseleşme ile üretilmektedir. Reçinelerin oluşumu tamamlanmamıştır. Toz veya sıvı haldeki reçinede, stabilizatör yardımıyla, kondenseleşme belirli bir aşamada durdurulmaktadır. Buna “yarı kondenseleşme” denir.

Laminat üretiminde kullanılan kraft kağıtlarına emdirilen reçine bu özellikte olmaktadır. Uygun bir katalizör veya sıcaklık yardımı ile kimyasal tepkime, kağıtlar üzerinde yeniden başlatılabilmektedir. Sıcak preslerde sıkıştırılan kağıtların emdiği reçine, sıcaklık ve basınç etkisiyle tekrar tepkimeye girerek kondenseleşme olayı devam ettirilmektedir. Reçinenin molekül yapısı değişmektedir. Kağıtların liflerine giren reçine; hem lifleri sertleştirmekte, hem de onları birbirine kaynaştırmaktadır. Ağ yapılı, büyük moleküllerden oluşan sert bir katman meydana gelmektedir. Bu olay dönüşümsüzdür. Elde edilen laminat yeniden yumuşatılamamaktadır. İçindeki reçine, hiçbir şekilde eritilip yeniden sıvı hale getirilememektedir. Laminatın kırılmaya karşı esnekliğini fenol reçinesi sağlamaktadır. Fenol reçine saydam olup, rengi açık veya koyu kahverengidir.

Zamanla koyulaşma görülebilmektedir. Fenol ve melamin reçine, sıcak ve soğuk suya dayanıklıdır. Ancak çok uzun süre suyun etkisi altında, değişken iklim koşullarında ve açık havada bırakılan laminatlarda bozulmalar görülebilmektedir. Fenolik reçine bu etkilere karşı melamin reçineye göre daha dayanıklı olmaktadır (Özgenç, 2006).

2.2.2.3 Melamin reçineler

Melamin reçinesi melamin ve formaldehitin bir araya gelmesiyle oluşan durabilitesi yüksek bir termoset reçinedir.

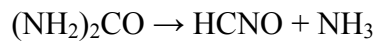


Şekil 2.6 : Melamin reçinesi oluşum şeması.

Melamin ilk olarak Alman kimyager Justus von Liebig tarafından 1834'te sentezlenmiştir. İlk üretimlerde ilk kalsiyum siyanamid disiyandiamide çevrilmiş ve erime sıcaklığına kadar ısıtılarak melamin üretilmiştir. Ancak günümüzde çoğu endüstriyel üreticiler aşağıdaki reaksiyonda melamin üretmek için üre kullanmaktadırlar.



2 basamaklı bir aşama olarak anlaşılabilmektedir. İlk olarak üre, endotermik bir reaksiyonla üre siyanik asit ve amonyaka ayrışmaktadır.



Sonra siyanik asit melamin ve karbondioksit oluşturmak için polimerizasyon oluşturmaktadır.



İkinci reaksiyon ekzotermik olmaktadır ancak bütün süreç endotermiktir (Url-4).

Kimyasal yapısı nedeniyle ile melamin reçinesi, fenol reçinesinden daha sert ve kırılıgandır. Ayrıca, melamin reçinesi saydam ve renksizdir. Işıktan rengi değişmez. Bu özellikleri nedeni ile yüksek basınçta sıkıştırılmış laminat üretiminde melamin reçinesi üst katmanlarda kullanılmaktadır. Melamin reçinesi laminatın aşınma, çizilme ve renk değişimi dayanımını arttırmaktadır (Özgenç, 2006).

2.2.2.4 Üre-formaldehit Reçineleri

Üre- formaldehit üre-metanal olarak da bilinmektedirler. Üre ve formaldehidin ısıtılmasıyla oluşan opak termoset reçinesidir. Üre-formaldehit reçinelerin özellikleri yüksek gerilme dayanımı, elastisite modülü ve yüksek sıcaklık dayanımı, az su emme, yüzey sertliği, kırılırken uzama, ve hacimsel dayanıma sahip olmalarıdır.

Günümüzde üre-formaldehit kullanımı yerine melamin reçinesi kullanılmaktadır. 1950'lerde üre-formaldehit köpüğü yalıtımı kullanımı başlamıştır ancak 1980'lerde kürlenme sırasında açığa çıkan toksik formaldehit buharından dolayı kaygılar başlamıştır. Bu nedenle kullanımı devam etmemiştir (Url-5).

2.2.2.5 Polyester Reçineler

Polyester reçineler, en çok çeşitlilikte ve en çok sayıda strüktürde, en uzun periyotta kullanılmış ve kullanılmakta olan bir matris malzemesidir. Polyesterler dibazik asitler ya da anhidridler ve dihidrik alkollerin (glükoller) kondensasyon polimerizasyonu sonucu oluşan makromoleküllerdir. Polyesterler bir katalizör (genelde peroksit) yardımıyla ekzotermik bir reaksiyon ile kürlenmektedirler. Küren hızlanması için ek maddeye ihtiyaç duymaktadırlar. Reaksiyon oda sıcaklığında başlayabilmektedir (Peters, 1996).

Kullanımı kolay, sertleşme sırasında yüksek oranda çeken ve orta mekanik özelliklere sahip termoset reçine olan polyester reçine özellikle denizcilik ve inşaat alanlarında kullanılmaktadır. İki tür polyester reçine türü vardır; ekonomik olan ortoftalik polyester ve suya dayanım gibi daha iyi özelliklere sahip olan isoftalik polyester.

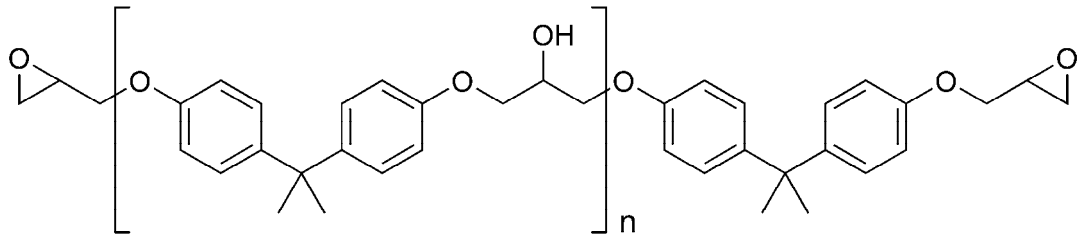
Dezavantajları; stirolen temeline dayanarak metil etil keton peroksit ile katalize olması yüzünden kısa raf ömürlü olması ve zehirli stiren gazı yaymasıdır (Özgenç, 2006).

2.2.2.6 Epoksi Reçineler

Epoksi reçine, epoksi grubunun polimerizasyonu ile elde edilen, gelişmiş kompozitlerde genellikle tercih edilen ve her tür elyaf ile kullanılabilen bir termoset reçinedir. Epoksi reçineler, reçine türüne ve son kullanım yerine göre sıvı veya katı olarak temin edilmektedir. Bu reçineler çeşitli ajanlar varlığında, oda sıcaklığında veya yüksek sıcaklıkta kür edilmektedir.

Epoksi reçineler sahip olabilecekleri formülasyonların çeşitliliği ve çok çeşitli işlenebilirlik özellikleri nedeniyle birçok uygulama alanı bulmuştur. Kullanılan sertleştiricinin türü, ortaya çıkan kompozit malzemenin özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Sertleşme süresi 1 saat dolayında olup, 127 ve 177°C sıcaklıklarda ve genellikle basınç altında gerçekleşmektedir. Ayrıca epoksilerin 250°C'ye kadar ısıl kararlı türleri de geliştirilmiştir. Çok değişik epoksilerin geliştirilmiş olmasından dolayı epoksilerin kullanılacağı amaca uygun olarak seçilmesi çok önemlidir (M. Ersoy, 2005).

Farklı formüller kullanılarak özelliklerini büyük ölçüde değiştirmek mümkündür. Epoksi reçinenin genel başlangıç malzemesi Bis-fenol A Diglisidil Eter'dir. Diğer malzemeler başlangıç çözeltisine karıştırılabilir. Mesela viskoziteyi düşürmek, plastikliği artırmak ve epoksi reçinenin darbe mukavemetini artırmak için sulandırıcı maddeler kullanılabilir (M. Ersoy, 2005).



Şekil 2.7 : Epoksi prepolimer kimyasal strüktürü.

Epoksi reçinelerin avantajları; elyaflara ve reçinelere iyi yapışma, kür sırasında yeni ürünler ortaya çıkmaması, kür sırasında büzülmenin az olması, solvent ve kimyasallara karşı dayanım, yüksek ya da düşük dayanım ve elastiklik, yorulma ve deformasyon dayanımı, iyi elektriksel özellikler, kurlenmemiş reçine halindeyken katı ya da sıvı olması, çok çeşitli tamir opsiyonlarına sahip olmalarıdır (Peters, 1996).

Epoksi reçinenin dezavantajları ise kürlenmemiş reçinede bir miktar toksik bulunması, buhar emmesi, emilen buhar yüzünden boyutlarının ve fiziksel özelliklerinin değişmesi, buhar emmesi yüzünden deforme olacağı sıcaklığın düşmesi, yaklaşık 200 C (kuru) sıcaklık limiti olması ve üzerinde kullanılamaması, katı halde olmasının ve yüksek sıcaklık dayanımının kombine edilememesi, yangın sırasında çok duman açığa çıkarması, genişleme için yüksek ısı katsayısı, yavaş k rlenmedir. Ayrıca ultraviyole ışığına hassas olabilmektedir (Peters, 1996).

2.3 Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminat Levhanın  retim Süreci

HPL'nin üretim süreci takviye malzemesinin yani kraft kağıtlarının ya da ahşap tozlarının emprenye edilmesiyle başlamaktadır. Bu aşamadan sonra emprenye edilmiş kağıtların kurutulması, ısı ve basınçla sertleştirilmesi ve sertleşen levhanın şekillendirilmesi, kesilmesi aşamaları yer almaktadır.

2.3.1 Kağıtların emprenye edilmesi

S rec , kağıt şeritlerinin yapay reçinelerle ıslatılması ile başlamaktadır. Dekoratif laminatlar istenilen işlevlerine göre değişik derecelerde ve kalınlıklarda  retilbilirler. 7 ya da 18 katman kağıdın son katmanla bir araya gelmesi ile oluşabilmektedir. Alt katmanlar kraft kağıdından oluşmaktadır. Kağıt genelde   , dört veya beş feet genişlik olmak üzere değişik genişlikte şeritler halinde gelmektedir. Alt katmanları oluşturacak olan kraft kağıtları, fenolik reçine içeren, kağıt şeritlerinin eninden daha geniş bir kaba konulmaktadır. En  st katmanı oluştaracak olan kağıt yarı şeffaftır. Bu katman melamin reçineli kaptan geçmektedir. Dekoratif katman en üstteki katmanın altındaki katmandır. Bu katman, en üstteki şeffaf katmanın göstereceği, istenilen renge, tasarıma ya da dokuya sahiptir. Bu katman da aynı şekilde melamin kabından geçmektedir (Url-1).

2.3.2 Emprenye edilmiş kağıtların kurutulması

Reçine ile emprenye edilmiş kağıtlar kurutma odasına konulmaktadır. Sonra bunlar kesilmekte ve katmanlar üst üste konulmaktadır. şeffaf katman ve dekoratif katman kraft kağıtlarının üstüne konulmaktadır (Url-1).

2.3.3 Isı ve basınçla sertleştirme (Thermosetting)

Bitiş kürü için kağıt katmanları yassı hidrolik pres makinelerine yüklenmektedir. Yüksek ısıda ısıtılırken pres makinesi reçineli kağıtları 1.400psi ile sıkıştırmaktadır. Isı, reçinelerde bir reaksiyonu katalize etmektedir. Bu süreçte fenol (ya da melamin) ve formaldehit molekülleri dalgalı zincir biçiminde bir araya gelmekte ve su molekülleri serbest kalmaktadır. Isı ve basınçla sertleştirme, kağıtları bir araya getirerek katı tek bir laminat levha haline getirmektedir. Bu levha kuru, çözülmez, yüksek dereceli sıcaklıklarda bile şekil değiştirmez hale gelmiştir (Url-1).

2.3.4 Levhanın şekillendirilmesi

Kuru levha istenilen şekil ve boyutlarda kesilmektedir. İstenildiği takdirde kontrplak, flakeboard, fiberboard ya da metal gibi yapı malzemeleri ile kullanılabilir (Url-1).

2.3.5 Yan ürünler / Atıklar

Plastik laminat üretim süreci birçok yan ürün oluşturmaktadır. Bunların bir kısmı da tehlikeli olarak tanımlanmıştır. Laminat sürecinde fenolik reçinelerden sızan toksik emisyonlar, akrilik reçineler ve plastik laminat yüzeyinde kullanılan sertleştiriciler de aynı zamanda tehlikeli olarak tanımlanmıştır. Dekoratif plastik laminat tek başına geri dönüşümlü bir plastik değildir. Ancak bazı üreticiler zararlı atıkları ve emisyonları azaltmak için önlemler almaya başlamıştır. Solvent bazlı reçineler yerine su bazlı fenolik reçineler kullanıldığında laminasyonda ortaya çıkan toksinler azaltılabilir. Günümüzdeki gelişmeler melamin reçinelerindeki bileşimde oluşan alkol emisyonunun hemen hemen yok olmasını sağlamıştır. Gaz temizleyici kontrol aygıtları da tanecikli emisyonların havaya karışmasını azaltmıştır. Üretim sürecinde oluşan kağıt ve laminat tortuları güç kazanlarında yakılmaktadır. Bu da dışarı atılan atıkların azalmasını sağlamıştır. Dekoratif laminatlarda kullanılan metal bazlı pigmentler de tehlikeli atık problemine neden olabilir. Bu nedenle en büyük laminat üreticilerinden biri metal bazlı pigment üretimini azaltmış ve yakın gelecekte de hiç kullanmamayı planlamaktadır. Kullanılmış laminatın geri dönüşümlü olmamasına rağmen bazı üreticiler eski laminatları bir araya getirerek numune oluşturmuşlar ve dağıtım için uygun hale getirmişlerdir (Url-1).

2.4 Dış Cephe Kullarılan Laminatın Montaj Sistemleri

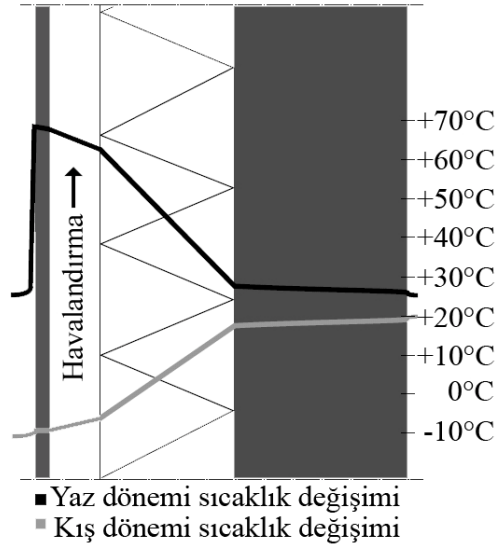
Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhalar (kompakt laminatlar); farklı renk ve dokulara sahip; yapının fonksiyonuna, tasarımcının isteklerine cevap verecek niteliğe sahip giydırme cephe malzemeleridir. Kompakt laminat malzemeler ile yapılan giydırme cephele ofis yapıları gibi büyük prestijli yapıların yanı sıra konut, hastane ya da alışveriş merkezi gibi birçok yapı türünde de kullanılabilmektedir (Düşüt, 2006).

Montaj sistemi kararı verilirken dikkate alınması gereken noktalar vardır. Bunlar; rüzgar yükü, paneller için maksimum montaj noktaları, gerekli havalandırma koşulları, panel hareketlerine olanak sağlanması, bulunabilen panel ölçüleri, kullanılmışsa yalıtım malzemesinin kalınlığı, strüktürel duvara montajın yapılabilirliği ve yasal gereksinimlerdir (Trespa, 2004).

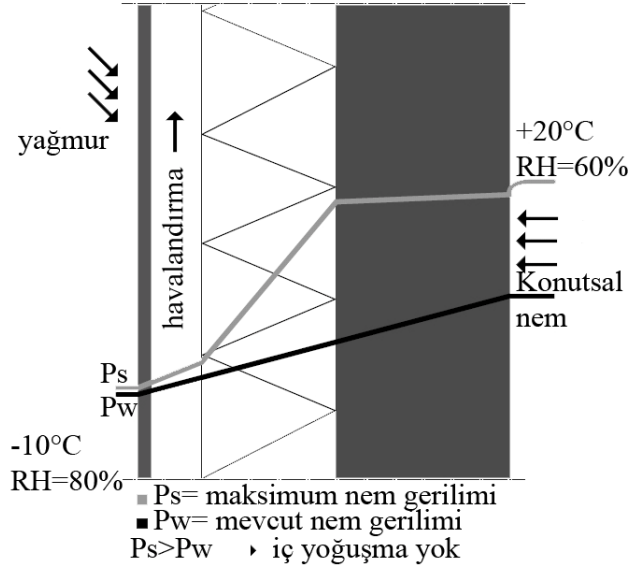
Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatın montaj sistemi havalandırmalı, nefes alabilen cephe şeklindedir. Cephe kaplaması ile ısı yalıtımı katmanı arasında bırakılacak hava boşluğu (2-5cm) ile yağmur suyunun ısı yalıtımına nüfuz etmesi engellenir ve iç mekandan dışarıya gelen nemin dağılması sağlanır. Hava boşluğunun varlığı ile laminat panellerin arkasında oluşacak olan nemlenme önlenmiş olur (Trespa, 2004). Eğer cephe uygulamasında bu hava boşluğa dikkat edilmez ise malzeme sıcaklık farkından dolayı kısa sürede çalışacaktır (Düşüt, 2006).

Nefes alabilen cephe ile aşağıdaki fiziksel ve strüktürel avantajlar sağlanır:

- 1.Yağmur suyu ve iç nemin yoğunlaşmasına rağmen nemlenme problemleri oluşmaz.
2. Ana yük taşıyıcı strüktürün hareketi düşük sıcaklık değişimleri ile minimuma indirgenmektedir.
3. Bölgesel ısı köprüleri minimuma indirgenmiştir çünkü yük taşıyıcı strüktür dışarıdan yalıtılmıştır (Trespa, 2004).



Şekil 2.8 : Nefes alabilen cephede yaz ve kış dönemi sıcaklık değişimleri (Trespa, 2004).

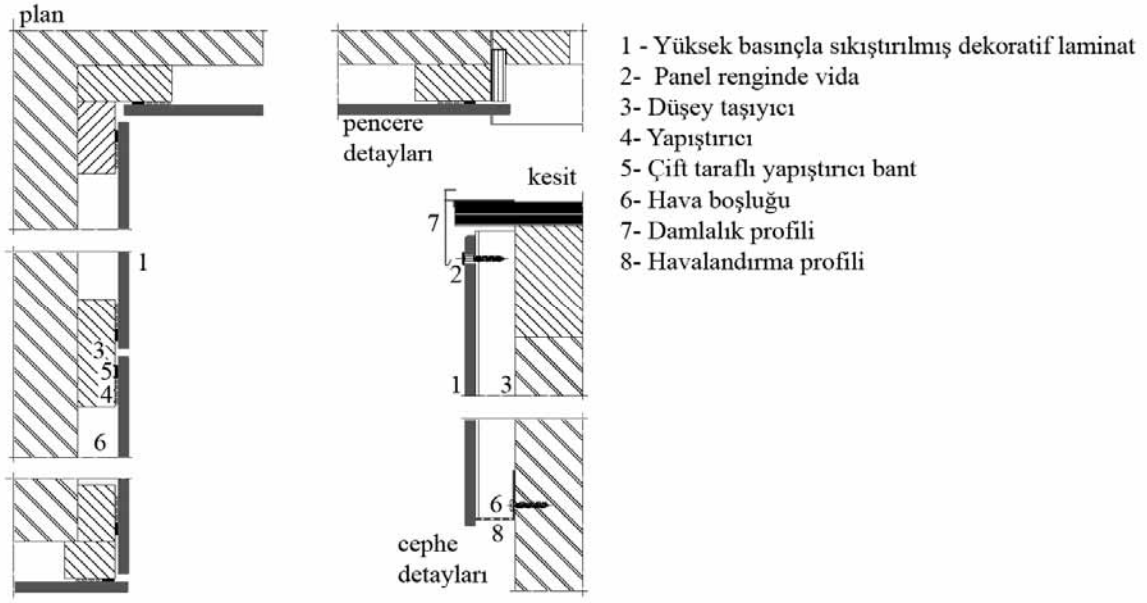


Şekil 2.9 : Nefes alabilen cephe strüktüründe nem yükü (Trespa, 2004).

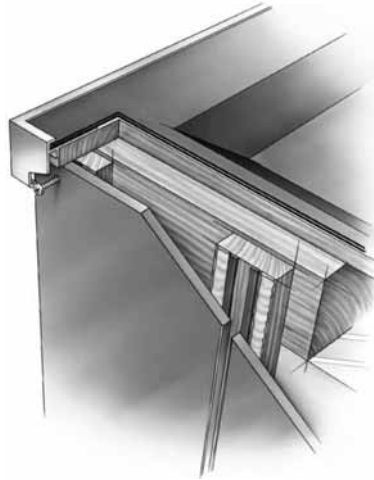
2.4.1 Konstrüksiyona yapıştırma sistem

Düşük maliyetli olması ve detay çözümlerinde sunduğu kolaylıklar nedeni ile “yapıştırma sistem” HPL cephe sistemlerinde en çok tercih edilen sistemdir. Sistemde 6 ve 8 mm HPL kullanılmaktadır (Url-6).

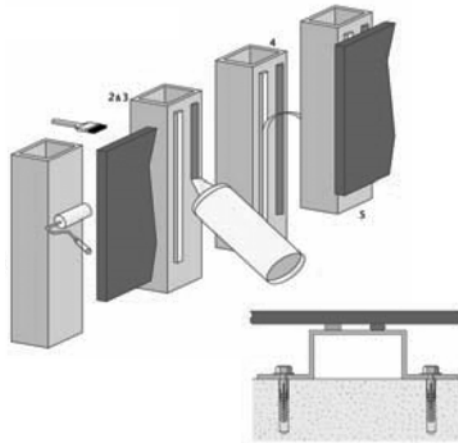
6 veya 8 mm kalınlığındaki HPL paneller, bina cephesine braketler vasıtasıyla ankre edilmektedir. Alüminyum T ve L profillere, çelik profillere veya ahşap profillere yapıştırılarak uygulanmaktadır (Url-7).



Şekil 2.10 : Konstrüksiyona yapıştırma sistem (Trespa, 2004).



Şekil 2.11 : Ahşap profillere yapıştırma sistem (Trespa, 2004).



Şekil 2.12 : Alüminyum profillere yapıştırma sistem (Trespa, 2004).

Panel kalınlığı iklim koşulları ile ilgilidir. Paneller arasında derz boşlukları bulunmaktadır. Çatı parapetlerinde derzler plaka altından klape şeklinde kapatılmakta ve derz üzerinden şeffaf silikon uygulaması yapılmaktadır. Derz aralığı mesafesinin panel kalınlığı kadar olması gerekmektedir (Url-7).

Konstrüksiyona yapıştırma sisteminin sağladığı en büyük olanaklardan biri 6 mm panelin bombelenme özelliğinden faydalanarak dairesel formda yapıştırma yapılabilmesidir. Diğer uygulama sistemlerinde dairesel uygulama yapılamamaktadır. Yapıştırma sistemi dünyada üretilen tüm dış cephe yüksek basınçta sıkıştırılmış laminat kaplamaları için geçerli olmadığından, yapıştırma test raporu istenmesi gerekmektedir (Url-7).

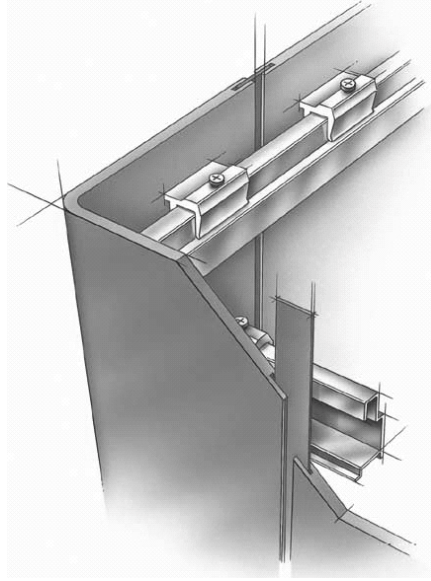
2.4.2 Agraflı / mekanik sistem

Agraflı (mekanik) sistem yüksek maliyeti nedeniyle yapıştırma sistemin kullanılamayacağı projelerde tercih edilmektedir. Her projede uygulanabilen sistemde 8 mm ve 10 mm HPL kullanılmaktadır (Url-6).

Bina cephesine düşeyde braketler vasıtasıyla bağlanan alüminyum köşebent profillerine, yatayda özel kesitli alüminyum raylar monte edilmektedir.

HPL panellerin derz oluşturulacak kenarlarına derz çıtasının geçirilebilmesi için kanallar açılmaktadır. Panellerin arkasına takılan agraflar ayarlı vidalar ile alüminyum raylara takılmaktadır. Derz aralarına 3 mm kalınlığında HPL derz çıtası geçirilerek derzler kapatılmaktadır.

Yapıştırma sistemine göre daha pahalı olan, uygulama süresinin ve işçiliğin yarı yarıya arttığı bu sistemin seçilmesindeki esas prensip derz aralıklarının kapatılması olanağı ve/veya iklim koşulları olmaktadır (Url-7).



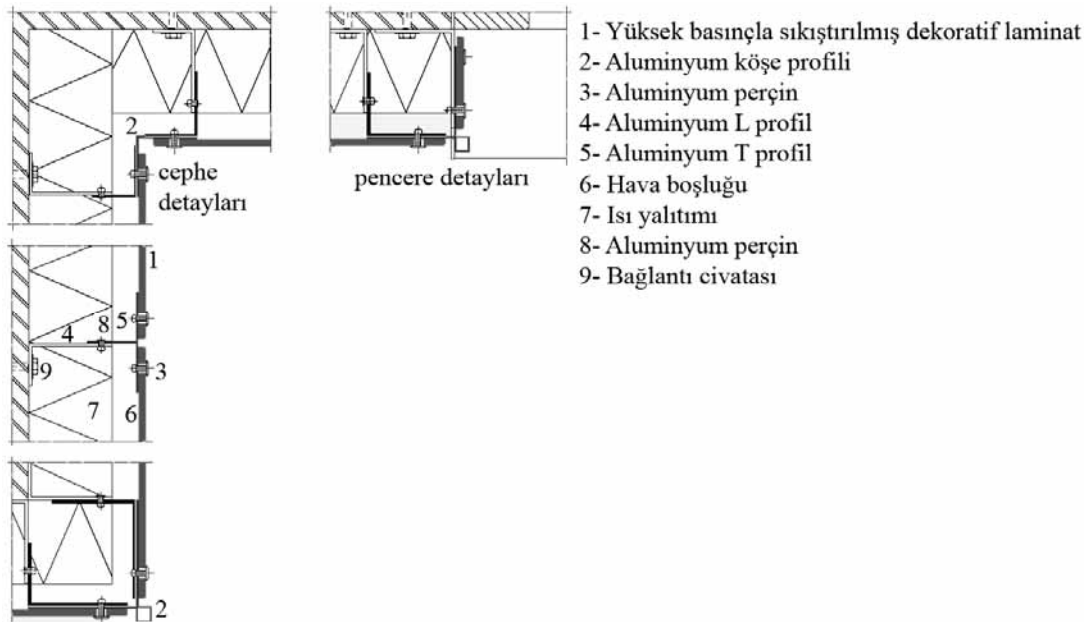
Şekil 2.13 : Agrafli sistem (Trespa, 2004).

2.4.3 Vidalı sistem

Vidalı sistem; görünür vidalama, görünmez vidalama ve lamba zıvana sistemi olmak üzere 3'e ayrılmaktadır.

2.4.3.1 Görünür vidalama

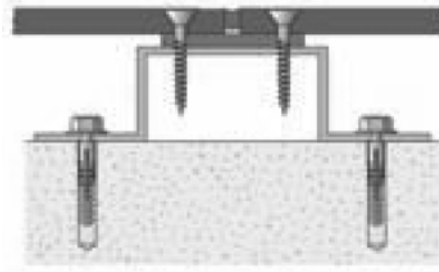
Görünür vidalama, uygulama kolaylığı ve düşük maliyeti nedeniyle avantajlı olsa da estetik açıdan tercih sebebi olmamaktadır. 6 mm, 8 mm ve 10 mm kalınlıktaki HPL kullanılabilmektedir.



Şekil 2.14 : Görünür vidalama sistemi (Trespa, 2004).

2.4.3.2 Görünmez vidalama

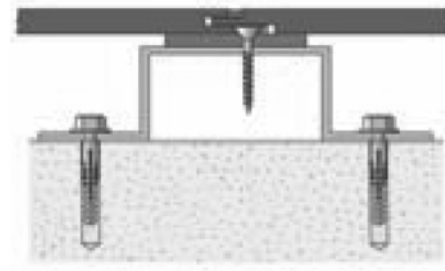
Görünmez vidalama sistemi ile HPL taşıyıcı alt konstrüksiyona vidalanmaktadır. Estetik açıdan görünür vidalama sistemine göre tercih edilen bir sistemdir.



Şekil 2.15 : Görünmez vidalama sistemi.

2.4.3.3 Lamba zıvana sistemi

HPL paneller birbirlerine lamba zıvana şeklinde geçirilerek vida yardımı ile taşıyıcı alt konstrüksiyona monte edilmektedir.



Şekil 2.16 : Lamba zıvana sistemi.

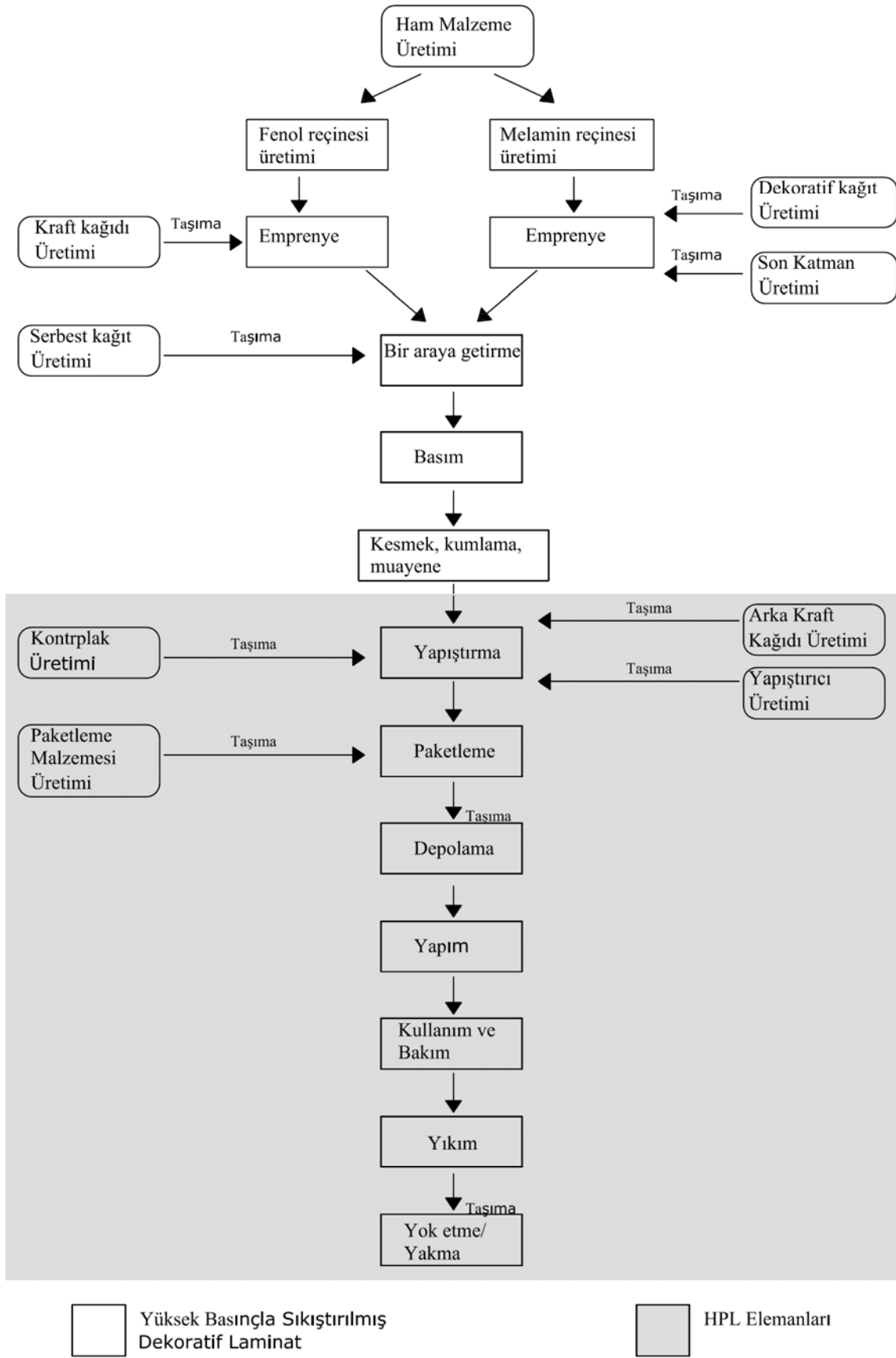
3. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ LAMİNAT VE ELEMANLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ

ICDLI (International Committee of Decorative Laminates Industry)nın sunduğu Avrupalı HPL üreticileri ilk kez önemli bir bilimsel temel doğrultusunda doğru ve büyük bir çalışma yaparak HPL'nin çevre üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Avrupa marketinin %70'ine hakim olan Avrupa'dan 9 ülkeden katılan üreticiler bu çalışmaya katkıda bulunmuştur. Çalışma, yapı endüstrisinde iyi bilinen bağımsız bir enstitü kalitesine sahip ONTRON BV (Hollanda) tarafından yürütülmüştür (ICDLI, 1999).

Çalışma, LCA (Life Cycle Assesment) beşikten mezara yaklaşımını kullanarak ürünlerin çevresel etkilerini ve aktivitelerini değerlendirmek için kullanılan sistematik bir yoldur. Bu yaklaşım, ürünün yaşam döngüsünün bütün evrelerinde çevreyi etkileyen emisyonların tanımlanmasını, kalitesini ve malzeme ve enerji tüketimini içermektedir. Yani LCA ürünün fonksiyonlanmasının bütün sürecini kapsamaktadır. Bu süreç hammadde aşamasını, üretimi, kullanım, yeniden kullanımı ve final atıkların elden çıkma sürecini kapsamaktadır (ICDLI).

Çalışma katılımcıların HPL üretiminde kullanılan kağıt, pigment, kimyasal ürünler ve reçinelerle ilgili kaygı verici bilgileri bir araya getirmesiyle başlamıştır. Aynı şekilde kontrplak, yapıştırıcı ile ilgili çalışmalar da böyle başlamıştır. Ek olarak HPL' nin taşınması, ürünün kendisi ve elemanları, paketlenmesi, müşteriye son teslim dikkate alınmıştır. LCA enerji korunarak gerçekleştirilen atık malzemelerin imha edilmesi ve yakılmasıyla son bulmuştur (ICDLI, 1999).

LCA, tek bir firma veya kurum aynı fonksiyona sahip değişik ürünlerin çevresel etkilerini kontrol etmek istediğinde, ürün yaşam döngüsünde en baskın ve kritik aşama tanımlanmasında, ürün gelişiminin stratejik yönünün gösteriminde kullanılmaktadır (ICDLI, 1999).



Şekil 3.1 : HPL ve HPL elemanlarının ömrü.

3.1 Çevresel Etki Sınıfları

Çizelge 3.1 : Çevresel profillerin çeşitli etki sınıfları (ICDLI, 1999).

ÇEVRESEL ETKİ SINIFLARI		Yüksek Basıncılı Dekoratif Laminat, 1m ²		Kontrplak 1m ²	HPL Elemanı 1m ²			Toplam Ömür Döngüsü
		A		B	C			A+B+C
		Ham-madde-ler	Üretim	Ham-madde-ler ve Üretim	Yapıştırma ve Paketleme	Servis Ömrü	Kirlilik Davranışı	
İnorga-nik tüketim	10 ⁻¹⁵	12	3	41	2,9	3,1	-42	20
Organik tüketim	yr	0	0	0	0	0	0	0
Sera etkisi	kg	4,5	1,4	19	2	1,2	5	33
Ozon tabaka-sına etkisi	10 ⁻⁷ kg	0,77	0,52	15	0,68	0	-21	-4,2
Enerji	MJ	63	20	271	34	17	-385	24
Atık	Kg	0,066	0,074	0,446	0,062	0,001	-0,381	0,267

3.1.1 İnorganik etki

HPL elemanların uzun ömürlerinden sonra (ısısal geri dönüşüm ile) sorumlu oldukları davranış, inorganik kaynakların etkilerini %68 azaltmaktır (ICDLI, 1999).

3.1.2 Organik etki

HPL ve HPL elemanlar, organik malzeme olan ahşap gibi organik kaynakları tüketmezler. Büyümek zorunda olan yetiştirilmiş ormanlardan daha uzun ömürlüdürler (ICDLI, 1999).

3.1.3 Sera etkisi ve enerji

Aynı kalınlıkta 1 m² alüminyum tabakası üretiminde ortaya çıkan sera etkisi 6m² HPL üretiminde çıkan sera etkisinden fazladır.

Aynı kalınlıkta 1 m² alüminyum tabakası üretiminde kullanılan enerji 8m² HPL üretiminde kullanılan enerjiden fazladır (ICDLI, 1999).

Çizelge 3.2 : Çeşitli malzemelerle HPL'nin sera etkileri ve üretiminde kullanılan enerji (ICDLI, 1999).

Çevresel Etki Sınıfları	HPL (1,0 mm) * 1 m²	Çelik (1,0 mm) ** 1 m²	Alüminyum(1,0 mm) *** 1 m²
	Hammadde + üretim	Hammadde + üretim	Hammadde + üretim
Sera Etkisi (Kg)	6,0	23	37
Enerji (MJ)	83	350	670

* Yoğunluk: 1,4 gr/cm³

** Yoğunluk: 7,8 gr/cm³

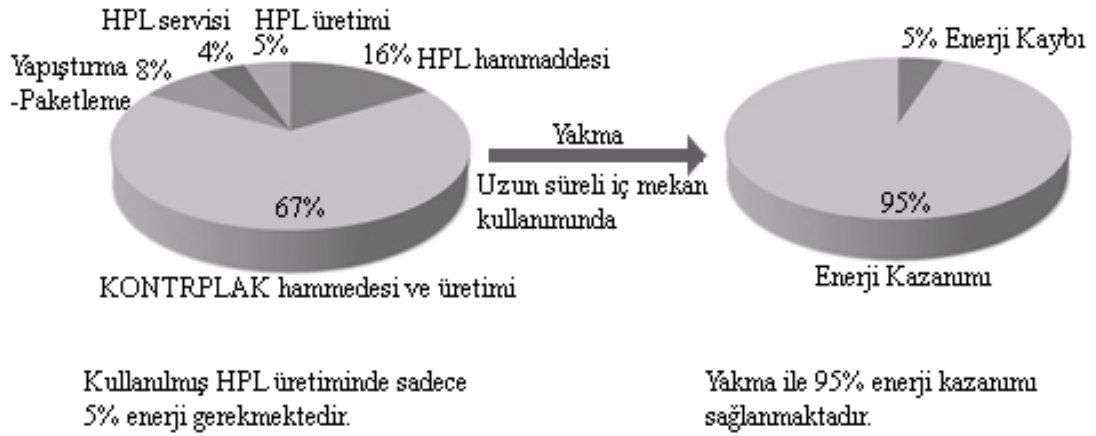
***Yoğunluk: 2,8 gr/cm³

3.1.4 Ozon tabakasına etkisi

HPL elemanlarının ömürleri boyunca ozon tabakasına etkileri olmamaktadır (ICDLI, 1999).

3.1.5 Enerji tüketimi

Isısal geri dönüşüm için HPL ve HPL elemanları yüksek kalori değerlerinden dolayı idealdirler (ICDLI, 1999).

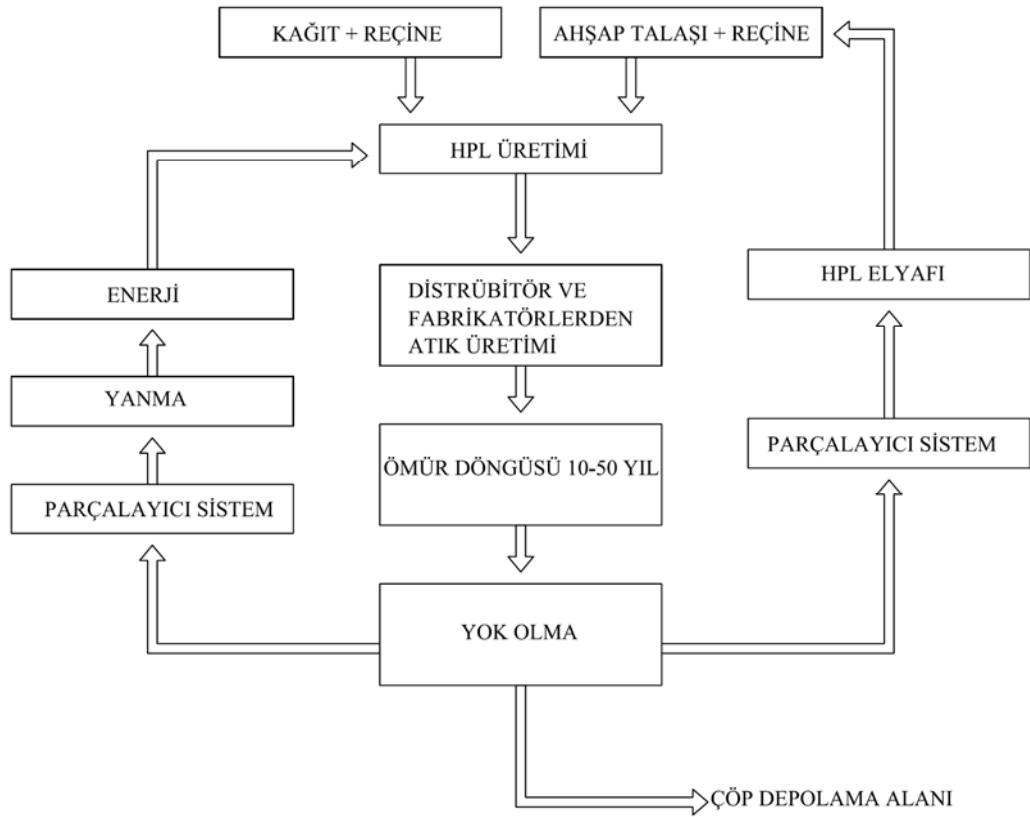


Şekil 3.2 : Kullanılmış HPL elemanın yeniden üretilmesi için gereken enerjilerin oranı.

3.1.6 Atıklar

Atıkların ağırlıkça oranı % 2,7'dir bunun da % 1,6'sı yakılarak enerji geri dönüşümü sağlanır ve %1,1'i ev atıkları gibidir (ICDLI, 1999).

Şekil 3.3'te HPL'nin geri dönüşüm ve yok etme seçenekleri gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : HPL geri dönüşüm ve yok etme seçenekleri.

4. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT LEVHANIN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

4.1 Fiziksel Özellikleri

HPL'nin fiziksel özelliklerinden yoğunluk tayini, ısı dayanımı, ısı geçirgenliği, su buharı difüzyon direnci, suya dayanıklılık tayinin standartlara göre nasıl yapılacağı anlatılmıştır.

4.1.1 Yoğunluk Tayini

TS 1818 standardına göre tayin edilir. Standartta yer alan A metoduna göre, deney numunesi çapı 0,125 mm veya daha az olan bir tele asılarak tartılır. Tele asılı numune üç ayak üzerine oturtulmuş beher içindeki daldırma sıvısına daldırılır. Daldırma sıvısının sıcaklığı 0,1°C doğrulukla 23°C veya 27°C'ye ayarlanır. Daldırma seviyesi telde yapılacak ince bir çizikle işaretlenir. Daldırılan numunenin kütlesi tartılır.

Sudan başka bir daldırma sıvısı kullanıldığında, piknometre önce boş olarak, sonra içi taze damıtılmış t sıcaklıkta su ile doldurularak tartılır. Boşaltılır, temizlenir ve kurutulduktan sonra t sıcaklıkta su ile doldurularak tartılır. Boşaltılır, temizlenir ve kurutulduktan sonra t sıcaklıktaki daldırma sıvısı ile doldurularak tekrar tartılır.

Daldırma sıvısının yoğunluğu aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$\rho_{IL} = \frac{m_{IL}}{m_W} \rho_{W,t}$$

Burada;

m_{IL} = Daldırma sıvısının kütlesi

m_W = Suyun kütlesi

$\rho_{W,t}$ = t sıcaklıkta suyun yoğunluğudur.

Numunenin t°C 'deki yoğunluğu (ρ_{st}) g/cm³ veya g/ml cinsinden aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\rho_s = \frac{m_{s,A} \rho_{IL}}{m_{s,A} - m_{s,IL}}$$

Burada;

$m_{s,A}$ = Numunenin havadaki kütlesi, g

$m_{s,IL}$ = Numunenin daldırma sıvısı içindeki düzeltilmiş kütlesi, g

ρ_{IL} = Daldırma sıvısının yoğunluğu, g/cm³ veya g/ml

4.1.2 Isı dayanımı

Kısa süreli olarak 180°C (356°F)'ye kadar yüzey renginde bir bozulmaya uğramaz (ancak bazı durumlarda parlaklığında ufak kayıplar gözlenebilir). Isının sürekli olarak aynı bölgeye gelmesinden kaçınılmalıdır.

4.1.3 Isı geçirgenliği

Numuneler bir her birinin ısıtılabilceği bir yüzeye dik olarak yerleştirilirler. Her plakta sıcaklık 10°C aralıklarla sırasıyla 20°C, 30°C, 40°C ve 50°C artırılır. Aşağıdaki denkleme göre, birim alanda harcanılan ısı; her derecede harcanılan enerji, her yarım saatte bir hesaplanır.

$$Q=(K \times E)/Z,$$

Q : birim alanda harcanılan ısı (kcal)

K : harcanılan enerji miktarı (kwh)

E : İki okuma arasındaki zaman farkı

Z : Sabit değer (2232 kcal/m²)

Ayrıca aşağıdaki denklem ile her numune için ısı iletkenliği sabiti hesaplanır:

$$T=(Q \times d)/((t-Q)W),$$

T : Isı iletkenlik katsayısı (kcal/mh°C)

Q : birim alanda harcanılan ısı (kcal)

d : Numune kalınlığı (m)

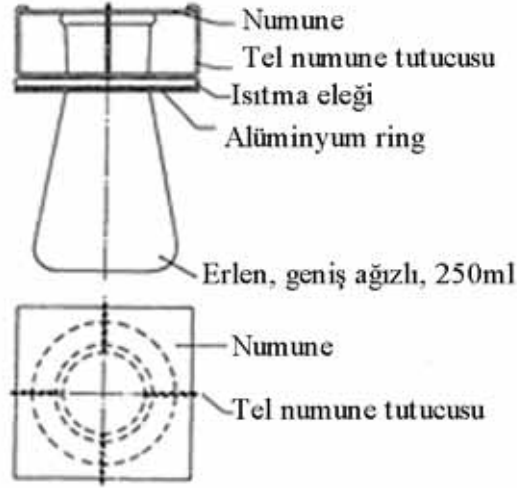
t : Numunelerin iki yüzeyi arasındaki derece farkı (°C)

W : Ekipman için sabit değer (0.0022) ($m^2 h ^\circ C/kcal$).

Testlerin sonuçları çok sayıda varyasyon analizi ve Duncan Testleri ile %95 güvenilir seviyede hesaplanır.

4.1.4 Su buharı difüzyon direnci

TS 10602 standardına göre tayin edilir. Numune dekoratif yüzü buhara maruz kalacak şekilde kaynar su ihtiva eden bir cam erlenin üzerine konur. Numune 1 saat buhara maruz bırakıldıktan sonra buradan alınır ve yüzeyindeki su bir süzgeç kağıdı ile silindikten sonra 24 saat normal çevre koşullarında bekletilir. Numune üzerinde bir değişiklik olup olmadığı kontrol edilir.



Şekil 4.1 : Buhara dayanıklılık tayin cihazı.

4.1.5 Suya dayanıklılık tayini

TS 10599 standardına göre deney yapılır. Bu standart, kalınlığı 2,0 mm'ye eşit veya daha büyük olan ve her iki yüzü boyanmış veya dekoratif şekillerle kaplanmış lamine levhalara (yoğun lamine levhalar) uygulanır.

Dekoratif lamine levhadan kesilen parçalar 65°C sıcaklıktaki su içine tam olarak daldırılır ve burada 48 saat süreyle bekletilir. Daha sonra soğutulur ve gözle muayene edilir. Deneyde; su banyosu (sıcaklığı 65°C $\pm$ 2°C'da tutulabilen), numune tutucusu (daldırma sırasında numunelerin birbiriyle temasını önleyen), su kabı (23°C $\pm$ 2°C sıcaklıkta damıtık suyu doldurmakta kullanılan) kullanılmaktadır.

TS 1947'ye uygun olarak alınan numuneden bir kenarı 150 mm $\pm$ 1 mm olan kare şeklinde ve orijinal levhayla aynı kalınlıkta üç parça deney numunesi olarak kesilir. Numunelerin kenarları düzgün olmalı, kırık ve çatlaklar bulunmamalıdır.

4.1.5.1 İşlem

Numuneler, tutucu içine yerleştirilir. Bu tutucu daha sonra sıcaklığı 65°C $\pm$ 2°C'da tutulan su banyosu içine tamamen daldırılır. Numuneler 48 saat sonra sudan çıkarılır ve 23°C $\pm$ 2°C'da damıtık su ihtiva eden kap içinde 15 min $\pm$ 5 min süreyle soğutulur. Numuneler sudan çıkarılır ve yüzeydeki sular bir süzgeç kağıdıyla silinerek uzaklaştırılır. Daha sonra çıplak gözle numune üzerinde kabarma, delaminasyon, renk kaybı gibi değişmelerin mevcut olup olmadığı kontrol edilir. Numunenin yüzünde gözlenen değişmeler aşağıda verilen sisteme uygun olarak ifade edilir.

5. Derece - Dekoratif lamine levhada hiçbir değişiklik yok
4. Derece - Renk ve parlaklıkta hafif değişme mevcut veya kenarlarda hafif şişme veya kenarlarda çok ince çatlama mevcut
3. Derece - Renk ve parlaklıkta orta derecede değişme mevcut veya kenarlarda orta derecede şişme veya çatlamlar mevcut
2. Derece - Renk ve parlaklıkta fazla oranda değişme mevcut veya kenarlarda şiddetli şişme veya çatlamlar mevcut
1. Derece - Numunede kabarma ve/veya delaminasyon meydana gelmiş

4.2 Kimyasal Özellikleri

HPL'nin kükürtdioksit (SO₂) dayanımı ve kimyasal bileşimi ve lekelenmeye dayanıklılık tayinin standartlara uygun bir şekilde nasıl yapılacağı aşağıda anlatılmıştır.

4.2.1 Kükürtdioksit (SO₂) dayanımı

DIN50018 ve BS EN ISO 3231 standartlarına göre tayin edilir.

BS EN ISO 3231'e göre deney numuneleri ısıtılan sıvı haldeki kükürtdioksit solüsyonu üzerinde dolu bir kabinin içine yerleştirilir.

Her deney döngüsü 8 saat numunelerin solüsyona maruz bırakılması ve 16 saatlik ısıtıcının kapatılması ve kabinin atmosfere açılması ile devam eder.

Solüsyonun konsantrasyonu 2 litre su içerisine 0,2 ya da 1 litre kükürtdioksit konularak elde edilir. Başka konsantrasyonlar bütün partilerin kabulü ile yapılabilir. Solüsyonun sıcaklığı 40°C, ve deneye maruz bırakılan panellerin toplam alanları 0,5m² olmalıdır. Yüzey alanını arttırmak, kükürtdioksitin deney numuneleri üzerindeki birim alan etkisini azaltmaktadır.

DIN 50018 standardına göre numunelere göre 24 saatlik 1, 2, 5, 10, 15 veya 20 deney döngüsü yapılmalıdır. Deney döngüsünün koşulları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Deney beklenmedik bir korozyon derecesine ulaşırsa ya da numunenin görünüşünde veya fonksiyonunda bir bozulma görülürse sona erdirilebilir.

DIN 50018’in BS EN ISO 3231’den farkı SO₂ konsantrasyonunun 1-2 litre olarak kısıtlanması ve kalibrasyon prosedürünün tanımlanmasıdır.

Çizelge 4.1 : Deney koşulları (DIN 50018).

Test Parametreleri			Her deney döngüsünün başındaki SO ₂ 'nin teorik konsantrasyonu (hacimsel yüzdesi)
			0,33 (1) 0,67 (1)
Standart Tayini			DIN 50018-1,0 S DIN 50018- 2,0 S
Deney döngüsü	1. deney fazı		8 saat, ön ısıtmayı kapsayan
	2. deney fazı		16 saat, deney odasının açılarak veya havalandırılarak soğutulmasını kapsayan
	Toplam		24 saat
Açıkta bırakma koşulları	1. deney fazı	Sıcaklık	(40 ± 3)°C
		Bağıl nem	Yaklaşık %100
	2. deney fazı	Sıcaklık	18 - 28°C
		Bağıl nem	Maksimum % 75
Deney odasının zeminindeki su			Maksimum 0,67% (2)
(1) 300 litre kapasiteye sahip deney odası, teorik SO ₂ konsantrasyonu deney döngüsü başına 1 - 2 litredir.			
(2) 300 litre kapasiteye ve 2 litre su hacmine sahip deney odası.			

4.2.2 Lekelenmeye dayanıklılık tayini

TS 10606 standardına göre yapılır. Numuneler günlük hayatta karşılaşılan türden kirletici maddelerle temas, ettirilir. Her bir maddenin temas şartları ve temas süresi belirtilir. Bu süre sonunda numune yıkanır ve yüzeyde kalan izler kontrol edilir. Numune Çizelge 4.2’de (*) işaretiyle gösterilen altı adet kirletici madde ile deneye tabi tutulduğunda, istenen özellikleri sağlıyorsa, bu numunenin lekelenmeye dayanıklılığının istenen ölçüde olduğuna karar verilir. Diğer kirletici maddeler sadece bilgi için verilmiştir. Belirli bir şikayet durumunda, problemlili madde (1, 2 veya 3. gruptan seçilmiş) dekoratif laminat levhanın kalitesini doğrulamak üzere kullanılmalıdır.

Deneyde cihaz ve malzeme olarak; cam kapaklar (saat camı gibi), termometre (0°C ile 100°C arasındaki sıcaklıkları $\pm 1^\circ\text{C}$ hassasiyetle ölçebilen), alüminyum kap (düz tabanlı kapaksız, tabanı parlatılmış, dış çapı 100 mm $\pm 1,5$ mm, boyu 70 mm $\pm 1,5$ mm, çeper kalınlığı 2,5 mm $\pm 0,5$ mm ve taban kalınlığı 2,5 +0’ mm ve silindir şeklinde olan), alüminyum kap (düz tabanlı kapaksız, tabanı parlatılmış, dış çapı 100 mm $\pm 1,5$ mm, boyu 70 mm $\pm 1,5$ mm, çeper kalınlığı 2,5 mm $\pm 0,5$ mm ve taban kalınlığı 2,5 +0’ mm ve silindir şeklinde olan), tablalı ısıtıcı veya uygun başka bir ısıtıcı (gözlem yapılan yatay yüzey, tepe gözle veya 800 lüks-1000 lüks şiddetinde floresan ışığıyla aydınlatılan), yumuşak bez (temizleme amacıyla kullanılan), sert fırça (naylon kıl) kullanılmalıdır. Deneyde reaktif olarak; ıslatıcı (yüzey gerilimini düşüren) madde (ticari deterjanlar gibi), kirletici olarak kullanılan kimyasal madde ve çözeltiler (Çizelge 4.2’de verilenler) kullanılmalıdır.

4.2.2.1 İşlemler

Metot A

Numuneler başlangıçta oda sıcaklığında olmalıdır. İki adet numune üzerine Çizelge 4.2’ de gösterilen maddelerden gösterilen sıcaklıkta 2-3 damla deney maddesi damlatılır. Numunelerden birisinin üzerine damlatılan maddenin üstü bir saat camıyla kapatılır.

Çizelge 4.2’ de gösterilen temas süresinden sonra, kirletici madde gerektiğinde uygun bir çözücü ile uzaklaştırılır. Numune yüzeyi ıslatıcı madde ihtiva eden su ile daha sonra etanol veya başka çözücülerle yıkanır. Tekstüre yüzeylerdeki kirleri çıkarmak için uygun bir fırça kullanılabilir. Yıkama işleminden bir saat sonra, numune gözlem yüzeyi üzerine yerleştirilerek, yüzey 400 mm mesafeden çeşitli açılardan çıplak gözle incelenir.



Şekil 4.2 : Lekelenmeye dayanıklılık deneyi uygulaması (Özgenç, 2006).

Metot B

Numune üzerine oda sıcaklığında olan, Çizelge 4.2’de gösterilen deney maddesinden 2-3 damla kirletici damlatılır. Alüminyum kap üstten 15 mm alt kısmına kadar suyla doldurulur ve su şiddetli bir şekilde kaynayınca kadar ısıtılır. Sonra ısıtmaya son verilir ve kaynar suyu ihtiva eden kap hemen numunenin yüzeyine konur. Çizelge 4.2’de gösterilen temas süresi sonunda, kap numune yüzeyinden uzaklaştırılır, numune yüzeyi uygun bir ıslatıcı madde ihtiva eden su ile veya başka çözücülerle temizlenir. Tekstüre yüzeylerdeki kirleri çıkarmak için uygun bir fırça kullanılabilir. Yıkama işleminden bir saat sonra, numune gözlem yüzeyi üzerine yerleştirilir. Yüzey daha sonra 400 mm mesafeden çeşitli açılardan çıplak gözle incelenir.

4.2.2.2 Sonuçların gösterilmesi

Altı adet deney maddesinin her biri için, numunenin yüzeyinde gözlenen değişimler aşağıda verilen sınıflandırma sistemine uygun olarak gösterilir;

5. Derece - Dekoratif lamine levhada hiçbir değişme gözlenmemiş,
4. Derece - Belirli açılardan bakıldığında parlaklık ve renkte çok az değişme mevcut.
3. Derece - Parlaklık ve renkte orta derecede değişme mevcut.
2. Derece - Parlaklık ve renkte hissedilir oranda değişme mevcut.
1. Derece - Yüzeyde kabarma ve bozulma mevcut.

Çizelge 4.2 : Kirletici maddeler ve deney şartları.

Deney Maddesi (Kirletici madde)	Deney şartı	Temas Süresi
1. Grup "Aseton Trikloretan Diğer sıvı organik maddeler Diş Macunu El Kremi İdrar Alkollü İçecekler Tabii meyva ve sebze öz suları Limonata Etler ve soslar Hayvansal ve bitkisel yağlar Su Su içinde süspansiyon halinde mayalar Tuz (NaCl) çözeltileri Hardal Sabun Çözeltileri Temizleme çözeltisi %23 dodesilbenzen sülfonat %1Q alkil aril poliglikol eter %67 su Fenol ve kloromin esaslı dezenfektan Organik esaslı leke veya boya çıkarıcılar Sitrik asit (%10'luk çözeltisi)	Metot A'ya göre kirletici madde oda sıcaklığında uygulanır.	16-24 saat
2. Grup "Kahve (1 litre suda 120 g kahve) Siyah çay (1 litre suda 9 g çay) Süt {her nevi) Kolalı içecekler Sirke Suyla X 10 konsantrasyona seyreltilmiş alkali esaslı temizlik maddeleri Hidrojen peroksit (% 3'lük) Amonyak (X 10'luk ticari konsantrasyonda) Tırmak cilası Tırmak cilası temizleyicisi Ruj Kumaş boyası Tükenmez kalem mürekkebi Sulu boya	Metot A'ya göre kirletici madde yaklaşık 80°C'da uygulanır. Metot A'ya göre kirletici madde oda sıcaklığında uygulanır.	16 saat
3. Grup "Sodyum hidroksit çözeltisi (% 25'lik) Hidrojen peroksit çözeltisi(%30'luk) Konsantre sirke (% 3D'luk) Ağartma maddeleri ve dezenfektanlar Hidroklorik asit esaslı temizlik maddeleri (HCl < % 3) Asit esaslı metal temizleyiciler 2-7-dibrom-4-hidroksiciva fluoressan-di-sodyum tuzu ağartıcılar "Ayakkabı cilaları Saç boyaları ve saç ağartıcıları İyot Borik asit Laklar ve yapıştırıcılar (hızlı kürleme malzemeleri dışındakiler Amidosülfonik asit temizleme reaktifleri (< % 10'luk çözeltiler)	Metot A'ya göre kirletici madde oda sıcaklığında uygulanır.	10 dakika
4. Grup "Sitrik Asit Çözeltisi { % 10'luk) Asetik asit çözeltisi (% 5'lik)	Metot B uygulanır.	20 dakika

4.3 Mekanik Özellikleri

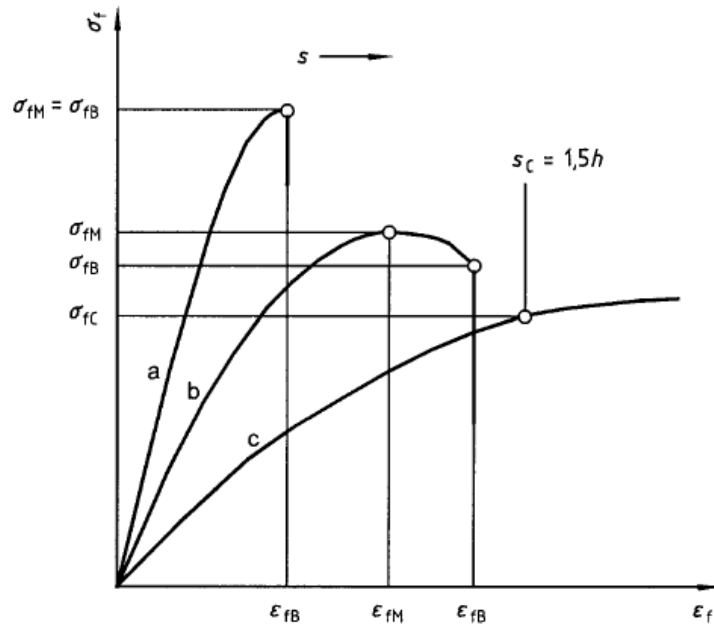
Aşağıdaki bölümlerde HPL'nin eğilme, çekme, darbe dayanımının nasıl tayin edileceği anlatılmıştır.

4.3.1 Eğilme dayanımı

TS 985 EN ISO 178 standardına göre tayin edilir. Birimi kgf/cm^2 dir. Aşağıdaki bölümlerde klasik bükülme, eğilme gerilmesi, eğilme boyut değişiminin nasıl tayin edileceği anlatılmıştır.

4.3.1.1 Klasik bükülme

TS 985 EN ISO 178 'e göre deney numunesinin mesnetler arasındaki uzunluğu $L=16h$ olması durumunda, klâsik bükülme, % 3,5' luk bir eğilme boyut değişimine karşılık gelir.



Şekil 4.3 : Eğilme boyut değişimi (ϵ_f) ve bükülmeye (s) karşılık eğilme gerilmesi eğrileri.

a eğrisi: Akmadan önce kopan deney numunesi,

b eğrisi: Azamî gerilme değeri verdikten sonra klâsik bükülme göstermeden önce (s_C) kopan deney numunesi,

c eğrisi: Azamî gerilme değeri vermeyen ve klâsik bükülmeden önce (s_C) kopmayan deney numunesi.

Deney numunesi, iki mesnet arasında kırılıncaya veya deformasyon önceden belirlenmiş bir değere ulaşıncaya kadar mesnetler arasındaki mesafenin orta noktasından sabit hızla eğilir. Bu işlem sırasında deney numunesine uygulanan kuvvet ölçülür.

İki mesnet ve yük uygulama ucu, Şekil 4.4’de gösterildiği gibi yerleştirilir. Mesnetler ve yük uygulama ucunun merkezleri, deney numunesinin genişliğinin orta noktasından geçen merkez hattı üzerinde olmalı ve bu hat üzerindeki sapması en fazla ± 2 mm olmalıdır. Yük uygulama ucunun yarıçapı R_1 ve mesnetlerin yarı çapı, R_2 , aşağıdaki gibi olmalıdır:

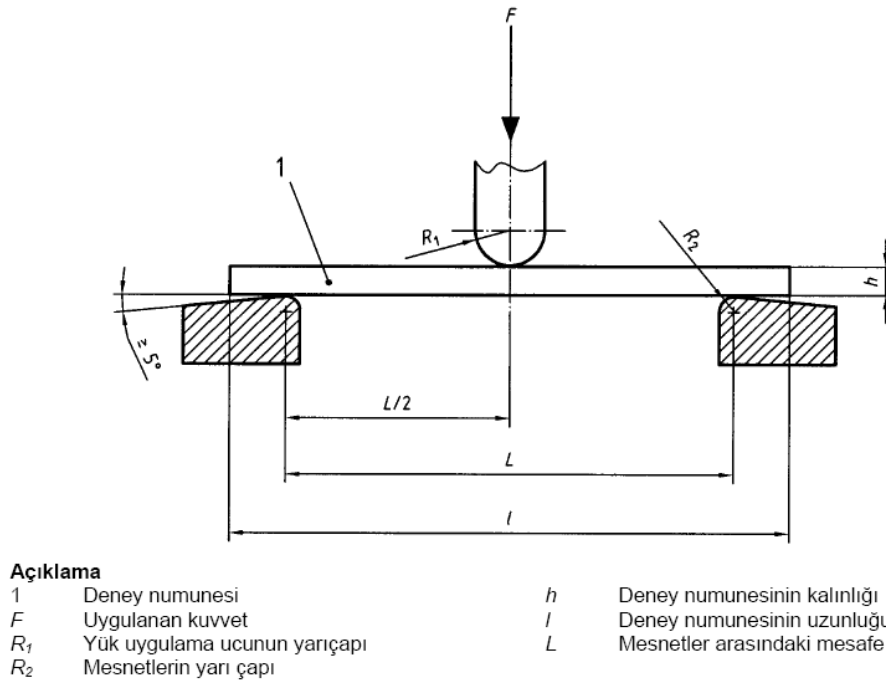
$$R_1 = 5,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm},$$

$$R_2 = 2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm} \text{ (deney numunesinin kalınlığı 3 mm'ye eşit veya küçükse),}$$

$$R_2 = 5,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm} \text{ (deney numunesinin kalınlığı 3 mm'den büyükse).}$$

Mesnetler arası mesafe, L , ayarlanabilmelidir.

Not - Düzgün bir hizalama elde etmek ve deney numunesini mesnetler üzerine düzgün bir şekilde yerleştirmek ve gerilme / boyut değişimi eğrisinin başlangıcında eğri bir kısmın oluşumundan kaçınmak için deney numunesine bir ön gerilim uygulamak gerekebilir.



Şekil 4.4 : Deney başlangıcında deney numunesinin konumu.

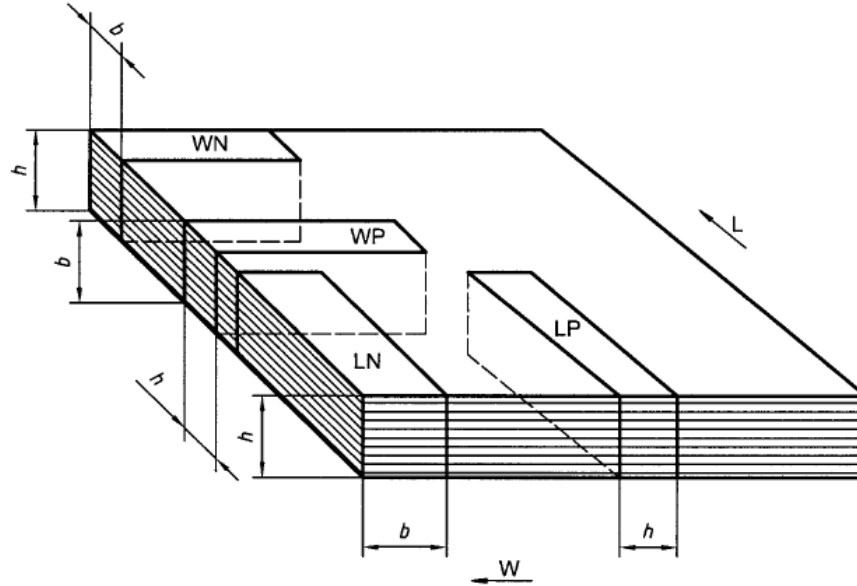
Tercih edilen deney numunesinin boyutları, mm cinsinden aşağıdaki gibi olmalıdır:

$$\text{Uzunluk, } l \ 80 \pm 2$$

$$\text{Genişlik, } b \ 10,0 \pm 0,2$$

$$\text{Kalınlık, } h \ 4,0 \pm 0,2$$

Herhangi bir deney numunesi, uzunluğu boyunca 3 eşit parçaya bölündüğünde, ortadaki parçanın kalınlığı ortalama kalınlıktan % 2' den daha fazla sapmamalıdır. Genişlik, deney numunesinin bu kısımdaki ortalama değerinden % 3' den daha fazla sapmamalıdır. Deney numunesinin kesiti dikdörtgen şeklinde olmalı ve uçları yuvarlatılmamalıdır.



Açıklama

L Mamülün uzunluk yn
W Mamülün genişlik yn

Deney numunesinin konumu	Mamülün yn	Kuvvetin yönü
LN	Uzunluk	Dik
WN	Genişlik	
LP	Uzunluk	Paralel
WP	Genişlik	

şekil 4.5 : Mamülün ve kuvvetin yönüne göre deney numunesinin konumu.

4.3.1.2 İşlem

Deney numunesi, simetrik olarak iki mesnetin üzerine yerleştirilir ve tam ortasına kuvvet uygulanır (şekil 4.4).

4.3.1.3 Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi

Eğilme gerilmesinin, eğilme boyut değişiminin ve eğilme modülünün bulunma metotları aşağıdaki gibidir:

Eğilme gerilmesi

$$\sigma_f = \frac{3FL}{2bh^2}$$

Burada;

σ_f Eğilme-gerilme parametresi,

F Uygulanan kuvvet, Newton,

L Mesnetler arasındaki mesafe, mm,

b Deney numunesinin genişliği, mm,

h Deney numunesinin kalınlığı, mm' dir.

Eğilme boyut değişimi

$$\epsilon_f = \frac{6sh}{L^2}$$

$$\% \epsilon_f = \frac{600sh}{L^2}$$

ϵ_f Eğilme boyut değişimi parametresi, yüzde veya boyutsuz bir oran olarak,

s Bükülme, mm,

h Deney numunesinin kalınlığı, mm,

L Destekler arasındaki mesafe, mm' dir.

Eğilme modülü

Eğilme modülünü tayin etmek için, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak eğilme boyut değişiminin $\epsilon_{f1}=0,0005$ ve $\epsilon_{f2} =0,0025$ olduğu değerlere karşılık gelen s_1 ve s_2 bükülme değerleri hesaplanır:

$$s_i = \frac{\epsilon_{fi} L^2}{6h} \quad (i = 1; 2)$$

Burada;

s_i Bükülmelerden herhangi biri, mm,

ϵ_{f1} Yukarıda verilen ϵ_{f1} ve ϵ_{f2} değerlerine karşılık gelen eğilme boyut değişimi,

L Mesnetler arasındaki mesafe, mm,

h Deney numunesinin kalınlığı, mm' dir.

Eğilme modülü E_f , megapaskal cinsinden aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$E_f = \frac{\sigma_{f2} - \sigma_{f1}}{\epsilon_{f2} - \epsilon_{f1}}$$

Burada;

σ_{f1} s_1 bükülme değerinde ölçülen eğilme gerilmesi, MPa,

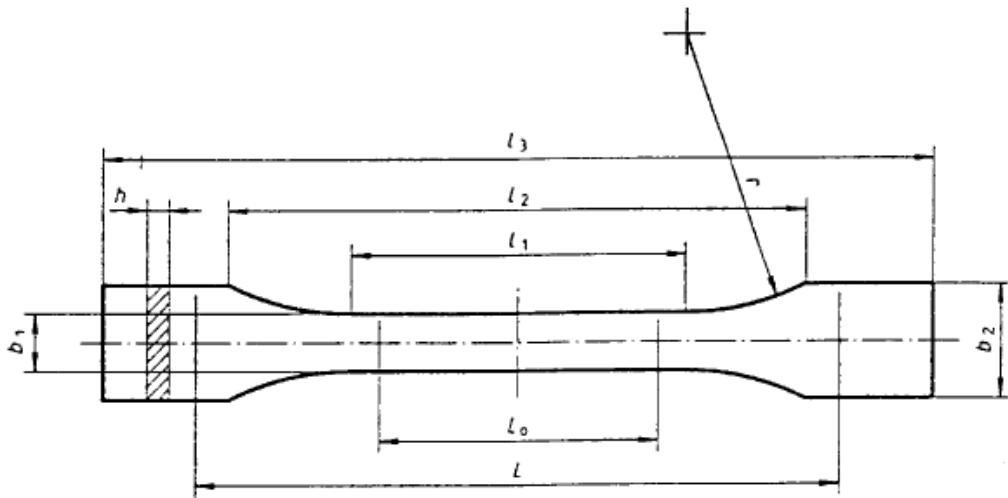
σ_{f2} s_2 bükülme değerinde ölçülen eğilme gerilmesi, MPa' dır.

Eğilme özellikleri ile ilgili bütün eşitlikler, sadece doğrusal gerilme/boyut değişimi özelliği için geçerlidir, bundan dolayı, birçok plâstikler için sadece küçük bükülme ile doğru sonuç verirler. Ancak verilen bu eşitlikler mukayese amacıyla kullanılabilir.

4.3.2 Çekme dayanımı

ISO 527-1 ve ISO 527-2 standartlarına göre tayin edilir. Birimi N/mm^2 dir.

Deney, mümkün olduğunca Şekil4.6' de gösterilen kaşık şeklindeki parçalarla yapılır. Deney parçası, sabit hızda, uzunlamasına eksenini boyunca kopana kadar veya gerilme (yük) veya zaman (boyut değişimi) değeri önceden belirlenmiş bir değere ulaşana kadar çekilir. Bu işlem sırasında, deney parçasının dayanabildiği yük ve uzama değerleri ölçülür.



Şekil 4.6 : Deneyde kullanılacak parça şekli.

4.3.3 Çarpmaya dayanıklılık tayini

TS 10609'a göre tayin edilir. Bu standard, yüksek basınçta sıkıştırılarak hazırlanmış dekoratif lamine levhaların küçük ve büyük çaplı bilyalarla çarpmaya dayanıklılığının tayinine dairdir.

4.3.3.1 Küçük çaplı bilyayla çarpmaya dayanıklılık tayini

Deney numunesi, kullanma şartlarına benzemesi amacıyla iki adet suntaya yapıştırılır. Lamine levhanın dekoratif yüzüne yaylı bir mekanizmanın ucuna takılmış 5 mm çapında çelik bilya çarptırılır. Levha yüzünde görünür bir hasar meydana getiren minimum yay kuvveti çarpma dayanıklılığı olarak alınır.

4.3.3.2 Büyük çaplı bilyayla çarpmaya dayanıklılık tayini

Lamine levhadan alınan numune (gerektiğinde suntaya yapıştırılmış halde) bir karbon kağıdı ile kaplanır ve numune üzerine belli yükseklikten bir çelik bilya düşürülür. Yüzeyde görünür bir çatlama veya belli çaptan daha büyük çaplı bir hasar meydana getirmeyen maksimum düşme yüksekliği çarpmaya dayanıklılığın ölçüsü olarak ifade edilir.

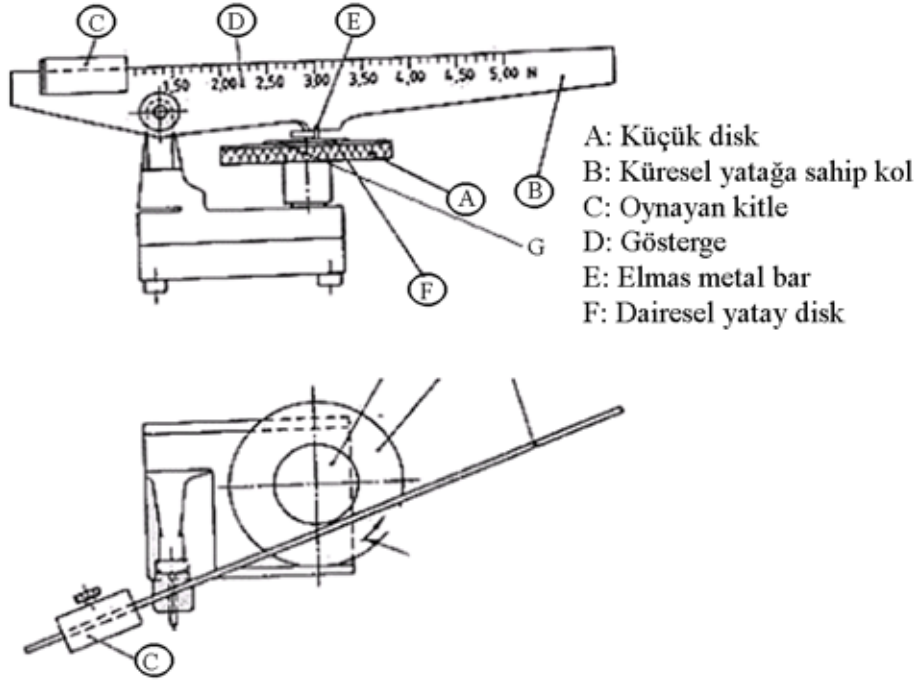
4.4 Teknolojik Özellikleri

HPL'nin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi için aşağıda çizilme dayanımı, yüzey aşınmasına dayanıklılık, Ksenon ark lambası ve kapalı karbon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini, şekil değiştirme ve kırılma deneyleri anlatılmıştır.

4.4.1 Çizilme dayanımı

TS 10607 esas alınarak test edilir.

Her bir numune bir sabit yüzeye sabitlenir ve elmas uçlu bir kalem 5N kuvvetle yüzeyde hareket ettirilir. Eğer numunede elmas uçlu bir kalemin neden olduğu sürekli bir çizgi gözlenmezse ucun kuvveti 0,5N arayla sürekli bir çizgi gözlenen kadar arttırılır. Numunelerin yüzeyindeki çizgiler gözle analiz edilir ve güç seviyesine göre ilişkilendirilir. Şekil 4.7'de çizilme dayanımı ekipmanı şematik olarak göstermektedir (Nemli ve diğ., 2003).



Şekil 4.7 : Şematik çizilme dayanımı ekipmanı.

4.4.2 Yüzey aşınmasına dayanıklılık

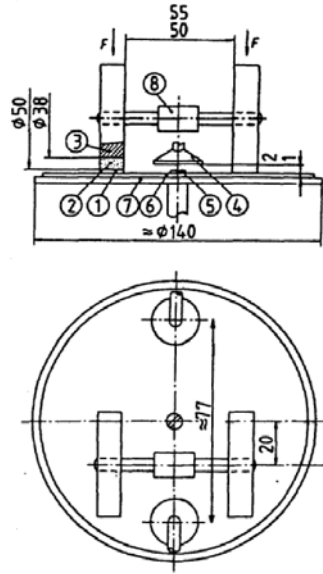
TS 10610 baz alınarak deney yapılır. Tayinler en az 3 numune ile paralel olarak yapılır. Hata sınırları içinde birbirine yakın sonuç veren üç paralel tayinin aritmetik ortalaması sonuç olarak verilmelidir.

Deney ile dekoratif lamine levha yüzeyinin sürtünme ile alt tabakalara doğru aşınmasına dayanıklılığı tespit edilir. Numune olarak alınan parça döndürülürken üzerinde aşındırıcı zımpara kağıdı bulunan yüklü silindirik tekerlerle temas ettirilir. Dönme sırasında tekerlerin silindirik yüzeyleri, numunenin dönme eksenine eşit uzaklıkta bulunmalı fakat bu eksenle temas etmemelidir.

Numunenin dönmesine bağlı olarak hareket eden tekerler, numunenin yüzeyini aşındırarak halka şeklinde bir iz bırakır.

Belirtilen aşınma derecesine ulaşıncaya kadar yapılan devir (dönme) sayısı, lamine levhanın yüzey aşınmasına dayanıklılığının ölçüsü olarak verilir.

Şekil 4.8 ve 4.9’da deney cihazı gösterilmiştir.



Şekil 4.8 : Deney cihazı.



Şekil 4.9 : Yüzey aşınma dayanımı test aleti (Özgenç, 2006).

Yüzey aşınmasına dayanıklılık deneyinde kullanılacak olan 3 adet numune cihaza uygun biçimde şekillendirilir. Numuneler genellikle yaklaşık 130 mm çapında bir disk veya kenar uzunluğu yaklaşık 120 mm olan, köşeleri köşegen uzunluğu 130 mm dolayında olacak şekilde yuvarlatılmış bir kare şeklindedir. Numunenin merkezinde 6 mm çapında bir delik mevcuttur.

Şekillendirilen numunelerin yüzeyleri suyla karışmayan ve toksik olmayan organik çözücü ile temizlenir. Deney numuneleri ve zımpara kağıdı şeritleri deneyden önce sıcaklığı $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, bağıl nemi $\%50 \pm \%5$ olan kondisyonlama odasında 72 saat süreyle kondisyonlanır.

Aşındırma deneyi numunenin ve zımpara kağıdının kondisyonlanmasından hemen sonra yapılmalıdır. Yeterli sayıda aşındırıcı tekerler hazırlanır. Tekerler cihaza yerleştirilir ve devir sayacı sıfıra ayarlanır. Deney numunesi, tutucu üzerine yüzeyi düz olacak şekilde yerleştirilir. Aşındırıcı tekerler numune üzerine indirilir, emme cihazı çalıştırılır ve numune döndürülmeye başlanır. Her 25 dönüşten sonra numunenin aşınıp aşınmadığı ve zımpara kağıdı yüzeyinin aşındırılan parçacıklarla tıkanıp tıkanmadığı kontrol edilir.

Zımpara kağıdı üzerinde parçacıklar birikmişse yeni kağıt takılır. Böyle bir birikme olmamışsa 500 devirden sonra zımpara kağıdı yine değiştirilmelidir. Deneye bu şekilde ilk aşınma (IP) gözleninceye kadar devam edilir. Devir sayısı kaydedilir ve son aşınma (FP) gözleninceye kadar deneye devam edilir. Bu ana kadar olan devir sayısı tekrar kaydedilir. İlk aşınma noktası (IP) olarak, dekoratif lamine levhanın yüzeyinde fark edilir ilk aşınmanın, meydana geldiği baskı, desen düz renk kaplamanın zarar gördüğü, veya çember şeklindeki levhanın her çeyrek kısmında desenli kısmın aşınarak alt tabakaların ortaya çıktığı ana kadar yapılan devir sayısı alınır. Numunenin yüzünde baskı ile yapılmış şekiller varsa, bu şeklin kaybolduğu an alt tabaka olarak kabul edilir. Düz renkli lamine levhalarda ise, aşınma ile farklı bir renge ulaşıldığı an ilk alt tabakaya ulaşılmış demektir. Üzerinde baskı ile şekil verilmiş lamine levhaların aşınmaya uğrayan kısmındaki şekillerin %95'inin kaybolduğu ana kadar yapılan devir sayısı son aşınma noktası (FP) olarak alınır. Düz renkli lamine levhalarda aşınma sonucunda aşınan yüzeyin %95'inin farklı bir renge ulaştığı ana kadar yapılan devir sayısı son aşınma noktası (FP) olarak kabul edilir.

Kullanılan her deney numunesinin aşınmaya dayanıklılığı devir sayısı olarak aşağıdaki bağıntıyla verilir:

$$\text{Aşınmaya dayanıklılık} = \frac{\text{IP} + \text{FP}}{2}$$

Bu bağıntıdaki IP değeri kullanılan üç deney numunesine ait IP değerlerinin ortalamasıdır. Lamine levhanın bu bağıntıyla bulunan aşınma dayanıklılığı kullanılan üç deney numunesinin ortalama değeri olup sonuç en yakın 50 devir değerine yuvarlatılarak verilir.

4.4.3 Ksenon ark lambası ve kapalı karbon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini

TS 10605'e göre deneyler yapılır. TS 10605 aşağıda detaylıca anlatılmıştır.

4.4.3.1 Ksenon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini

TS 10605'te anlatıldığı üzere deney TS 8106 standardına göre yapılır ve 6 numaralı standart mavi yün numunesinin ışık görmüş ve görmemiş yüzeyleri arasında gri skalada 4 numaralı kontrasta tekabül eden bir farklılık gözlemlendiğinde ışık gönderilmesine son verilir.

Numunenin ışığa maruz bırakılan ve bırakılmayan kısımları arasında gözlenen zıtlık, gri skaladaki zıtlığa göre değerlendirilerek kaydedilir. Bu sonuç, 6 numaralı standart mavi yünün renk değişimine dayanıklılığı ile karşılaştırılarak aşağıda verildiği gibi ifade edilir.

Dekoratif Lamine Levha Numunesinin
Kontrastı (K)
(Gri skaladaki numara)

Renk değişimine dayanıklılık (D)
(Mavi standard numarası)

>4
4
<4

>6
6
<6



Şekil 4.10 : Ksenon ark lambası altında renk değişimi tespit cihazı (Özgenç, 2006).

4.4.3.2 Kapalı karbon ark lambası ışığı altında renk değişimine dayanıklılık tayini

Deney TS 8106' ya uygun yapılır. Dekoratif Lamine levhadan numune olarak alınan parçanın bir kısmı 5 numaralı standart mavi yün numunelerle birlikte kapalı karbon ark lambası ışığına maruz bırakılır.

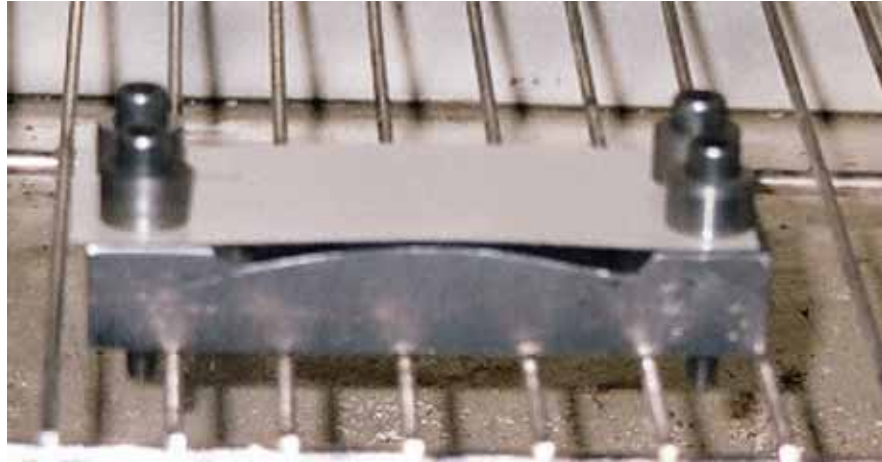
Işığın dozu, yün numuneler yardımıyla tespit edilir. Belirli dozdaki ışığa maruz bırakılan numunenin ışık görmüş ve görmemiş kısımları karşılaştırılarak gri skalada 4 numaralı kontrasta denk gelen bir farklılık gözlemlendiğinde ışık verilmesine son verilir.

Numunenin ışığa maruz bırakılan ve bırakılmayan kısımları arasında gözlenen zıtlık, gri skaladaki zıtlığa göre değerlendirilerek kaydedilir. Bu sonuç, 5 numaralı standart mavi yünün renk değişimine dayanıklılığı ile karşılaştırılarak aşağıda verildiği gibi ifade edilir.

Dekoratif Lamine Levha Numunesinin Kontrastı (K) (Gri skaladaki numara)	Renk değişimine dayanıklılık (D) (Mavi standard numarası)
>4	>5
4	5
<4	<5

4.4.4 Şekil değiştirme ve kırılma

Farklı katman yapılı laminatların kırılma dayanımlarının belirlenmesinde TS 1947 EN 482 -2 standardında belirtilen genel ilkelere uyulmuştur.



Şekil 4.11 : Kırılmaya karşı dayanıklılık deney tertibatı (Özgenç, 2006).

Her farklı katman yapısı için ikişer adet olmak üzere 120 x 50 mm ebadında numuneler alınır. Numuneler, testlerden önce, $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% 50 \pm 5$ bağıl nem şartlarında 48 saat süre ile şartlandırılır. Dekoratif yüzleri yukarı gelecek şekilde, $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa sahip bir ortamda numuneler, sıkıştırma tertibatına yerleştirilir (Şekil 4.11).

Numunelerin yerleştirildiği sıkıştırma tertibatı etüve konup 80 ± 2 °C sıcaklıkta 20 ± 1 saat süre ile bekletilir. Etüvden çıkarılan numuneler, yine tertibat içinde sıkıştırılmış vaziyette oda sıcaklığına kadar soğutulur. Numuneler üzerinde kırılmaların meydana gelip gelmediği çıplak gözle incelenir. Herhangi bir çatlak varsa büyüteç kullanılır. İnceleme sırasındaki ışık şiddeti 800 -1000 lüks aralığında tutulur.

Deney parçalarının yüzeyindeki etki aşağıdaki skalaya göre sınıflandırılır.

Derece 5 – Laminat yüzeyinde hiçbir değişme yok ve saç kılı inceliğinde çatlaklar mevcut değil

Derece 4 - Yüzey üzerinde düzensiz yayılmış ve sadece büyüteçle görülen ince çizikler mevcut

Derece 3 – 4.derecedeki hasarlara ilave olarak, çıplak gözle gözlenebilen çatlaklar (normal olarak deney parçasının kısa kenarına paralel) mevcut

Derece 2 - Deney parçasının tamamı boyunca yayılabilen ayrılmış kırılmalar mevcut

Derece 1 - Deney parçası kırılarak parçalara ayrılmış

4.5 Akustik Özellikleri

TS EN ISO 354 standardı esas alınarak tayin edilir.

Bu standardda duvar veya tavan iyileştirmeleri olarak kullanılan akustik malzemelerin ses absorpsiyon kat sayılarının veya örneğin mobilya, insan veya mekan absorplayıcı gibi nesnelerin eş değer ses absorplama alanının bir çınlama odasında ölçülmesi ile ilgili bir metot anlatılmaktadır. Bu metodun zayıf sönülmemiş rezonatörlerin absorpsiyon karakteristiklerinin ölçülmesi için kullanılması amaçlanmamıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırma amaçlı olarak ve oda akustiği ve gürültü kontrolü ile ilgili tasarım hesaplamaları için kullanılabilir.

4.6 Termik Özellikleri

TS 10613 standardına göre tayin edilir. Bu standartta yüksek sıcaklıklarda boyut kararlılığı tayininin, kuru ısı deneyinin, yüksek nem altında deneyin, 20°C sıcaklıkta boyut kararlılığı tayininin nasıl yapılacağı anlatılmıştır.

4.6.1 Yüksek sıcaklıklarda boyut kararlılığı tayini

TS 10613 standardına göre, 250 mm uzunluğunda ve 50 mm genişliğinde ve orijinal levhayla aynı kalınlıkta deney numunelerinin dekoratif yüzüne birbirinden yaklaşık 200 mm uzaklıkta ve her uçtan 25 mm mesafede işaretler konur.

Deneyde 12 adet numune kullanılır. Bunlardan 6 tanesi elyafların uzandığı yönde diğer altı tanesi de buna dik yönde deneye tabi tutulur. Her bir yöndeki numunelerin üç tanesi nemsiz ortamda diğer 3 tanesi de yüksek nemli ortamda deneye tabi tutulur.

Deney numunesinin alt kısmı yatak levhası, üst kısmı ise kumpasın ayağına temas ettirilerek, deney numunesi bağlama sistemi içinde düşey durumda iken bütün ölçmeler 0,02 mm hassasiyetle yapılır. Ölçmeler kondisyonlama atmosferinden çıkarıldıktan sonraki 5 dakika içinde ölçülmelidir.

Herhangi bir numune ikinci defa ölçüldüğünde numunenin bağlama sistemi içine ilk ölçmedeki gibi yerleştirilmesi gerekir.

4.6.1.1 Kuru ısı deneyi

TS 10613 standardına göre, her yönden üç adet numune alınır, işaretler arasındaki mesafe 0,02 mm hassasiyetle numune yatay durumdayken ölçülür. Sonra numune $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'deki etüv içine konur. 24 saat sonra buradan çıkarılır, desikatör içinde çevre sıcaklığına ulaşması için 1 saat süreyle beklenir. Daha sonra işaretler arasındaki mesafe yeniden ölçülür.

4.6.1.2 Yüksek nem altında deney

Her bir elyaf yönünde elden kalan üç numune alınarak işaretler arasındaki mesafe ölçülür. Numuneler daha sonra kondisyonlama odasına konur ve %90-95 bağıl nemde $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 96 ± 4 saat süreyle burada bekletilir. Daha sonra her bir numune buradan alınır, yüzeyindeki su temiz bir bezle silinir ve işaretler arasındaki mesafe yeniden ölçülür. Hesaplama, numunenin başlangıç değerine göre boyundaki yüzde değişiklik ile yapılır. Her biri üç numuneden ibaret dört numune setinin her biri için toplam değişme miktarı %0,05 hassasiyetle hesaplanır. Aynı yöndeki levhalar için kombine boyut değişimleri hesaplanır.

Bu değer, nemsiz ortam ve yüksek nem deneylerindeki ortalama mutlak boyut değişimlerinin toplamıdır. Numuneler aynı yönde ise, en büyük iki tane ortalama mutlak boyut değişiminin toplamı kümülatif boyut değişimi olarak alınır.

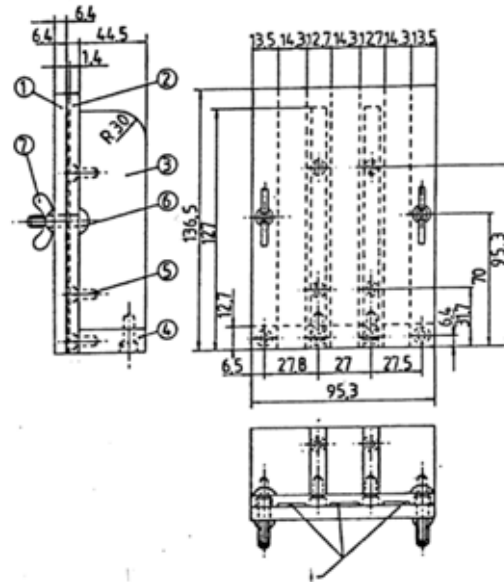
4.6.2 20°C sıcaklıkta boyut kararlılığı tayini

TS 10613 ve EN 438-2 standartlarına göre , 250 mm x 50 mm boyutlarındaki sekiz adet dekoratif lamine levha numunesi deneyde kullanılır. Bu numunelerden dört tanesi makine ile aynı yönde ve elyafların yönüne dik olan yönde deney yapılır. Lamine levhaların dekoratif yüzüne birbirinden yaklaşık 200 mm uzaklıkta ve her iki uçtan 25 mm mesafede lęme işaretleri konur.

Deney numuneleri $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% (50 \pm 5)$ bağıl nem altında 4 gün süreyle n kondisyonlama işlemine tabi tutulur. Numuneler (8 adet) yatay durumdayken işaretler arasındaki mesafeler 0,02 mm hassasiyetle lęlr. Elyaf boyunca ve buna dik yönde kesilmiş numunelerin her birinden ikişer adet alınıp $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%32 \pm 3$ bağıl neme sahip odada 7 gün süreyle bekletilir.

Kalan 4 numune $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% 90 \pm 3$ bağıl nemdeki kondisyonların odasında 7 gün süreyle bekletilir. Numuneler kondisyonlama odasından ęıkarıldıktan sonra en fazla 5 dakika içinde numunelerin arasındaki mesafeler lęlr.

Numunenin başlangıçta lęlen değerine göre boyundaki yüzde değişme miktarı hesaplanır. Dört numuneden ibaret her numune seti için boydaki yüzde ortalama değişme miktarı $\% 0,05$ hassasiyetle hesaplanır. Aynı yöndeki lamine levhalar için kümülatif boyut değişimi hesaplanır. Bu değer, nemsiz ve yüksek nemli ortamlarda yapılan deneylerdeki ortalama mutlak boyut değişimlerinin toplamına eşittir. Mutlak değer kaydedilir.



Şekil 4.12 : Boyut kararlılığı tayininde kullanılan bağlama sistemi.

Deney Numuneleri için Oyuklar

Not: Ölçüler mm cinsindendir.

No.	Malzeme	Adı	Boyutlar (mm)	Gerekli Sayı
1	Paslanmaz Çelik	Ön Levha	6,4 x 95,3 x 135,5	1
2	Paslanmaz Çelik	Arka Levha	6,4 x 95,3 x 135,5	1
3	Paslanmaz Çelik	Bağlama Paneli	6,4 x 44,5 x 114,3	2
4	Paslanmaz Çelik	Kaide	12,7 x 44,5 x 95,3	1
5	Pirinç	Yassı Başlı Vida		10
6	Pirinç	Yuvarlak Başlı Vida		2
7	Pirinç	Kelebekli Somun		2

5. YÜKSEK BASINÇTA SIKIŞTIRILMIŞ DEKORATİF LAMİNAT LEVHANIN DURABİLİTESİ

5.1 Durabilitenin tanımı

Durabilite, bir yapının ya da herhangi bir bileşeninin tasarlanan ömrü boyunca ihtiyaç duyulan performansını yerine getirmesidir (Url-8). Durabilite, bir bileşenin belirlenen sürede ömrünü sürdürebilmesinin yanı sıra bileşenlerden oluşan sistemlerin de dayanıklı olması ve istenilen performansları yerine getirebilmesi demektir (Tortu, 2006).

Durabilite, yapı malzemesinde ya da yapı elemanında kendiliğinden oluşan bir özellik değildir. Malzemenin ya da bileşenin belli bir çevrede kullanımına bağlıdır. Bir malzemenin ya da bileşenin belli bir çevrede dayanımı iyi olduğu halde farklı bir çevrede ya da aynı çevrede olup da farklı bir amaçla kullanılmasıyla dayanımı yetersiz olabilmektedir (Url-8). Yapı bileşeninin durabilitesini, ömrünü teknolojik gelişmelerle uzatabilmek mümkündür. Ancak yapı sistemlerinin durabilitesi söz konusu olunca sistemin içindeki tüm bileşenlerin istenilen performansı karşılayacak şekilde durabilitesinin artırılmasıyla yapı sisteminin durabilitesi artacaktır (Tortu, 2006).

5.2 Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Dekoratif Laminatın Durabilitesini Etkileyen Faktörler

5.2.1 Malzeme kusurları

Cephede kullanılacak olan HPL laminatlar ulaşım sırasında, montajdan önce de hasar görebilirler. Bu hasar veya hasarlar, cephe kaplama işlemi tamamlandıktan hemen sonra ya da yıllar sonra ortaya çıkabilir. Malzeme kusurları, malzeme ve malzeme montajı ile ilgili standartlara ve prosedürlere uyulduğu takdirde büyük ölçüde önlenabilir (Tortu, 2006).

5.2.2 Tasarım hataları

Yüksek basınçta sıkıştırılmış laminat ile ilgili tasarım hataları diğer cephe giydirme malzemeleri ve sistemlerinde de yapılan hatalardır. Farklı cepheler yaratma amacıyla tasarlanan girintili çıkıntılı, karmaşık ve hareketli cepheler, malzeme ve sistemin montajını zorlaştırmaktadır. Birbiriyle uyuşmayan malzemelerin bir arada kullanılacak şekilde tasarlanması da diğer bir tasarım hatasıdır (Tortu, 2006).

5.2.3 Montaj hataları

Cephenin hızlıca tamamlanması için yapılan dikkatsiz montajlar ile cephe sisteminde kusurlar ve hatalar olmaktadır. Malzeme ve sistemin gerektirdiği elemanlar yerine daha düşük kalitede elemanların kullanılması ya da sistemin gerektirdiği eleman sayısından daha az eleman kullanmak da montaj sırasında görülen hatalardandır.

5.2.4 Çevresel faktörler

Dış mekanda kullanılacak olan malzemelerin servis ömürleri çevreleri ile etkileşimlerine bağlıdır. Çevre mikro-çevre ve makro-çevre olarak incelenmelidir.

Makro-çevre yapı sistemini tamamıyla çevreler. Örnek olarak yapı içerisindeki ısıtma, soğutma, havalandırma ve yapı dışında da iklim makro-çevredir. Mikro-çevre ise yapı yüzeyinde oluşan ve yapıya hasar veren durumdur (Url-8).

Dış cephe elemanlarının maruz kaldığı bir takım iklimsel faktörler vardır ve bunların etkileri ile bu elemanların dayanımı azalmaktadır.

5.2.4.1 Su ve nem

Su ve nem yapıya yağmurun ve karın erimesi ile oluşan kondensasyon ile girer. Su yapıda bir takım hasarlara sebep olmaktadır.

Suyun malzeme tarafından emilmesi ile boyutsal değişimler olmaktadır. Donma çözünme tekrarları ile malzemede parçalanmalar gerçekleşebilmektedir (Url-8).

5.2.4.2 Güneş radyasyonu

Güneş ışınlarından gelen ultraviyole (UV) radyasyonu polimer gibi organik malzemelerin durabilitelerini etkilemektedirler. Bu malzemeleri UV radyasyonundan korumak için gölgelendirmek etkili olabilir (Url-8).

5.2.4.3 Sıcaklık

Yapı malzemeleri sıcaklık değişimiyle hacim değiştirirler. Hareket kontrol bağlantılarında hacimsel değişime izin verilmediğinde durabiliteyi etkileyen çatlamlar oluşur (Url-8).

5.2.4.4 Havadaki kirleticiler

Havada bulunan sülfürdioksit, karbondioksit yapı malzemelerinin durabilitelerini etkilerler. En önemli kaynakları fosil yakıtlar, motorlu taşıtlar ve endüstriyel fabrikalardır. Klorür de atmosferik korozyona sebep olur. Havadaki en önemli klorür kaynağı deniz suyu ve buz çözücü tuzlardır (Url-8).

5.2.4.5 Zemindeki kirleticiler

Zemin ile teması olan herhangi bir malzeme zemindeki kimyasal kirleticilerden etkilenebilir. En çok görülen zemin kirleticisi sülfattır (Url-8).

5.2.4.6 Kimyasal uyumsuzluk

Uyumsuz yapı malzemeleri bir araya geldiklerinde yıkıcı kimyasal reaksiyona girebilirler (Url-8).

5.2.5 Durabiliteyi etkileyen diğer önemli faktörler

Temeldeki farklı oturmalar, taşıyıcı strüktürde aşırı yön değiştirme, kusurlu malzemeler, kötü işçilik, kalite kontrol yetersizliği, bakım yetersizliği de malzemelerdeki durabiliteyi etkileyen önemli diğer faktörlerdendir (Url-8).

Ayrıca cepheye yapılan saldırılar, cephe elemanlarını çizme, cephe üzerine değişik malzemeler yapıştırma veya boyama cephe elemanlarının durabilitesini etkiler (Tortu, 2006).

5.3 HPL Kullanımında Kirlenme Ve Temizleme, Durabiliteye Etkileri Ve Çeşitli Tipteki Panellerin Değerlerinin Kullanılması

HPL'nin geliştirildiği ilk zamanlarda HPL tabakaları hafiflikleri, kimyasal dayanım özelliklerinden dolayı laboratuvar, hastane ve ıslak hacim gibi iç mekanlarda duvarların parçası olarak kullanılmıştır (Wisse ve diğ., 1998).

Neme dayanımı, strüktürel durabilitesi, darbelere dayanımı, ani yüklemelere dayanımı ve kimyasal korozyona karşı dayanımından dolayı HPL en iyi tercih sebebi olmuştur. Dış mekanlarda uygulandığında ise bu kalitedeki HPL tabakalarının hava koşullarına dayanımının zayıf olduğu görülmüştür (Wisse ve diğ., 1998).

(Sentetik tabaka malzemesi Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış Laminat teknolojisi yardımıyla üretildi. 70'lerin başından beri kullanılmaktadır. Bu malzeme balkon ve cephe kaplamalarında, dükkan vitrinlerinde, büfelerde ve talebe göre çatılarda kullanılmasıyla mimari uygulamalarda popüler olmuştur.) (Wisse ve diğ., 1998).

Laminat tabakanın dayanımını arttırmak için yapılması gereken çözüm koruyucu yüzey tabakaları (melamin kaplama tasarımları ve filmler ile korumak) eklemektir (Wisse ve diğ., 1998).

Bu son gelişmeden sonra dekoratif görünüm ve koruyucu yüzey tamamen bütünleşmiştir (Wisse ve diğ., 1998).

5.3.1 Yüzey bitişinde değişim

Melamin reçinesi fenol reçinesine göre hava koşullarına daha dayanıklı olmasına rağmen uzun süre sonunda melamin reçinesi de dış hava koşullarından etkilenmektedir. Yıllar sonra güneş ışığı, sıcaklık derecesinin ve nemin değişmesi ile melamin hidrolize uğrar. Bu, gözle görülür bir şekilde melamin yüzeyin solmasına neden olmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Mikroskobik testlerde kağıt elyafları ile melamin reçinesi bağının parçalandığı ve reçine katmanının gözenekleşerek ışığın dağılmasına neden olduğu gözlenmiştir.

Dış hava koşullarına maruz kalan HPL'nin yüzeyi çeşitli sebeplerden dolayı değişime uğramaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Aslında yüzeydeki görsel renk etkisi aşağıdaki derecelerle belirlenmektedir:

- a) Melamin reçine tabakasının opak olduğu derece
- b) Pigmentin rengini kaybettiği derece
- c) Yukarıdakilerin kombinasyonu

Melamin tabakanın dış koşullar ile bozulmasından dolayı oluşan görsel renk etkisinin saptanması kolaydır. Etkilenmiş tabakanın nemlendirilmesi ile şeffaflık geri kazanılmakta ve kısa süreliğine tabaka orijinal rengine dönmektedir (Wisse ve diğ., 1998).

Şekil 5.3'teki fotoğrafta, HPL'nin melamin reçinesinin opasitesinin bozulmasından dolayı renginin bozulduğu görülmektedir. Pigmentlerin yetersiz renk sabitliği ve dış hava koşullarından dolayı melamin tabakasının görünüşü hızla değişmektedir (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 5.1 : Okul kompleksinde HPL cephenin renginin ağarması.

HPL'nin dış hava koşullarına dayanımını arttırmak için son tabakası koruyucu akrilat film tabakası (UV radyasyonuna ve su buharına karşı koruyucu katman) ile kaplanmalıdır (Wisse ve diğ., 1998).

Akrilik filmler hakkında bilinmesi gereken hassas nokta bu filmlerin çizilmeye, solventlere dayanımsız olmasıdır. Bunun için depolanma, taşınma, bakımı sırasında dikkatli olunmalıdır (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 5.2 : Yanlış temizleme ile akrilik kaplı son katmana sahip tabakanın hasarı.

Akrilat poliüretan kopolimer baz alınarak yeni bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde yüzey kaplaması ve dekoratif katman entegre edilmiş tek bir katman olarak üretilerek fenol reçinesi ile çam ağacı elyafı kompres edilmektedir (Wisse ve diğ., 1998).

Entegre edilmiş katman 2 tabakadan oluşmaktadır: pigmentli poliüretan akrilat katman ve şeffaf poliüretan akrilat(en üst kaplama). Polimer strüktürün iki katmanı da tanımlıdır: iki akrilat bileşen ve daha komplike ve akrilik grupları da içeren bir üçüncü bileşen. EBC teknikleri kullanılarak bu katmanın network formasyonu gerçekleştirilmiştir. EBC (Electron Beam Curing), yoğun elektronradyasyonunun kullanılarak network formasyonuna ve polimer fikstüründeki reaktif grupların kurlenmesine sebep olan radikal polimerizasyon tekniğidir. Teknik nedenlerden dolayı EB radyasyonu ile network formasyonun oluşturduğu değer çok yüksek olmayabilir. Network formasyonun optimum değeri HPL tabakalarının final kompresyonu sırasında elde edilmektedir (Wisse ve diğ., 1998).

Melamin bazlı HPL kağıtları ile karşılaştırıldığında akrilat yüzeylerin avantajı yüzeyin hidroliz edilebilir bileşikler içermemesidir. Bu şekilde UV radyasyonuna dayanımı yüksek olan tüm son katman kalınlığı boyunca yüksek dereceli network oluşumu başarılmış olmaktadır. Ayrıca kimyasallara ve zararlı çevresel faktörlere dayanımın yanı sıra çizilmeye dayanım da geliştirilmiş olmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 5.3 : Apartman bloğu cephesinde kir birikmesi.



Şekil 5.4 : Aışveriş mağazasının cephesinde kir birikmesi.

5.3.2 HPL'nin uzun dönemde davranış ve kullanım değeri

Dış cephede kullanılan HPL'nin dayanıklı ve yüksek kalitede olması istendiğinde yüzey özelliklerinin geliştirilmesi hayati önem taşımakta böylece malzemenin durabilitesi yıllar boyunca garantilenmektedir (Wisse ve diğ., 1998).

Kullanıcı HPL'nin renk, mekanik, estetik özelliklerini bilmek ister ve bunun yanı sıra HPL ömrünü de bilmek ister.

Son görünüşünün nasıl olacağı kaygısının yanı sıra malzemenin kirlenmeye eğilimi (ne kadar sürede bir temizlik gerektirdiği) de önemlidir. Genelde HPL'nin dış koşullara dayanımı vurgulanmakta; hızlandırılmış dış hava testlerinin UV'ye ve ışığa dayanımının uzun zamanlı kullanımlarda tüm yüzeylerin davranış özelliklerine gereken önem verilmemektedir. Hatırlanması gereken HPL'nin dış havadan etkilenmesinin önemli olduğu ancak gerçek değeri doğal dış koşullarda gerçek kullanımı ile oluşacak kirlenme, kirin yüzeye nüfuz etmesi, nüfuz etme derecesi ve yüzey katmanının bozulmamış olması ile ortaya çıkmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Şimdiye kadar kabul edilmiş kirlenme, kirlenme dereceleri ve uzun kullanımlardan sonra temizlenebilirliği üzerine bir değerlendirme metodunun olmayışı zorluk yaratmaktaydı. Böyle bir metodun gerekliliği ile TNO Plastics ve Rubber Research Enstitüsü melamin reçineli HPL dekoratif katman malzemesinin, akrilik film tabakası ile kaplanmış HPL dekoratif katman malzemesine ve EBC ile kürlenmiş poliüretan akrilat yüzeylere mevcut testleri uygulamış ve değerlendirme yapmıştır (Wisse ve diğ., 1998).

Malzeme numuneleri öncelikle yapay dış etkenlere maruz bırakılmakta ve yapay olarak kirletilerek temizlenebilirliği kontrol edilmektedir. Bu durumda dış hava koşulları ile oluşmuş bozulma ve dış etkenlerle yüzey temizlenebilirliği test edilmektedir. Aynı zamanda aynı malzemelerden bir seri TNO Delft istasyonunda doğal dış hava koşullarına maruz bırakılarak test edilmektedir (Wisse ve diğ., 1998).

Araştırma test sonuçları ile hipotezin yaklaşık değerlerini göstermektedir: HPL dış hava koşullarına maruz bırakıldığı zaman yüzeyinde erozyon olmakta, bozulmalar görülmektedir. Yüzey temizlenmesi aşamalı olarak gitgide zorlaşmakta, işlem sayısı artmakta ve ek ücretlerin çıkmasına neden olmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Hava koşullarına dayanıklı kaplama fark edilir şekilde etkilenmez ve düzgün kalmaktadır. Atmosferik kir birikebilmekte ancak yapışmamaktadır. Temizlenmesi daha kolay olmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

5.3.3 Yapay kirlenme metodu

Bozulmayı derecelendirebilmek için atmosferik kir gerekmektedir. Bu tanımlanması zor bir olaydır. Atmosferik kir yerine tek çeşit "is (Degussa Printex G)" kullanılmaktadır. Yapay kirlenme metodu için aşağıdaki prosedür uygulanmaktadır.

Yapay kirlenme süreci:

Numuneler kuru mendil ile temizlenmelidir.

Numuneler 3 kez is ile yıkanmalıdır.

Yapışmış is kuru pamuktan toparla silinmektedir. İsin eşit bir şekilde temizlenmiş olması için ekstra önem verilmelidir.

Numuneler 10 saniyeliğine su buharı ile ıslatılmalıdır.

Test numuneleri 1 saatliğine doğal havalandırılmış fırında 70°C'de bekletilmelidir (Wisse ve diğ., 1998).

Açıkçası yapay kirlenme testinin bu şekilde yapılması gerekmekte ve 2. kez tekrar edilebilmektedir. İs(yapay bozulma) miktarının Helman Tebeşirleme(Chalking) Tester (tip H100) yardımı ile ölçülmekte ve test gerçekleşmiş olmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Tebeşirleme testleri yüzey kaplamalarında dış havaya maruz bırakılan elemandaki tebeşirlenmeyi tespit etmek için yapılmaktadır. Şeffaf yapıştırıcı bir bant sürekli bir hareketle yapıştırılıp çıkarılmaktadır. Belli miktar tebeşir malzemesi yapışkan banta yapışmaktadır. Banttaki şeffaflığın azalma oranı ile tebeşirleşme kontrol edilmektedir. Oran 0 ise bant temiz, oran 100 ise bant opaktır (Wisse ve diğ., 1998).

Testlerin sonuçları bu metodun is tabakasının eşit bir şekilde ölçümüne uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca isli ve is olmayan malzemelerdeki kirlenme renk değişimi ile ölçülebilmektedir. İs malzemede renk değişimine neden olmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

5.3.4 Bozulma metodunun sonuçları

Test 20 değişik malzeme katmanı ile yapılmıştır. Çeşitli malzemelerden 4'er adet numune ile yukarıdaki prosedür izlenerek yüzeyleri kirletilmiştir. İs oranı renk değişimi ve tebeşirlenme oranı ile ölçülmüştür (Wisse ve diğ., 1998).

Bu testler makul derecedeki kirlenmelerin ölçülebildiğini göstermiştir. İsli kirlenme oranını yüzde olarak gerçeğe yakın olarak tespit edebilmek için fazla numune ile testler yapılmalıdır. Renk değişimi genişlik oranı, kirlenme oranına göre daha azdır. Her numunenin renk özelliklerinin ve yüzey koşullarının önemli olmasının yanında renk değişimi derecesi is tabakasının tespitinde önemli bir rol oynamamaktadır. Önemli olan tek bir malzeme örneğinin test numunelerinin benzer yüzey kirlenmelerine sahip olmasıdır (Wisse ve diğ., 1998).

En uygun yapay kirlenme prosedürü görsel değişim baz alınarak yapılmıştır. Yapılan birçok test ile yukarıdaki metodun uzun sürede doğal kirlenmeye maruz bırakılan numunelere en yakın sonuçları verdiği görülmüştür (Wisse ve diğ., 1998).

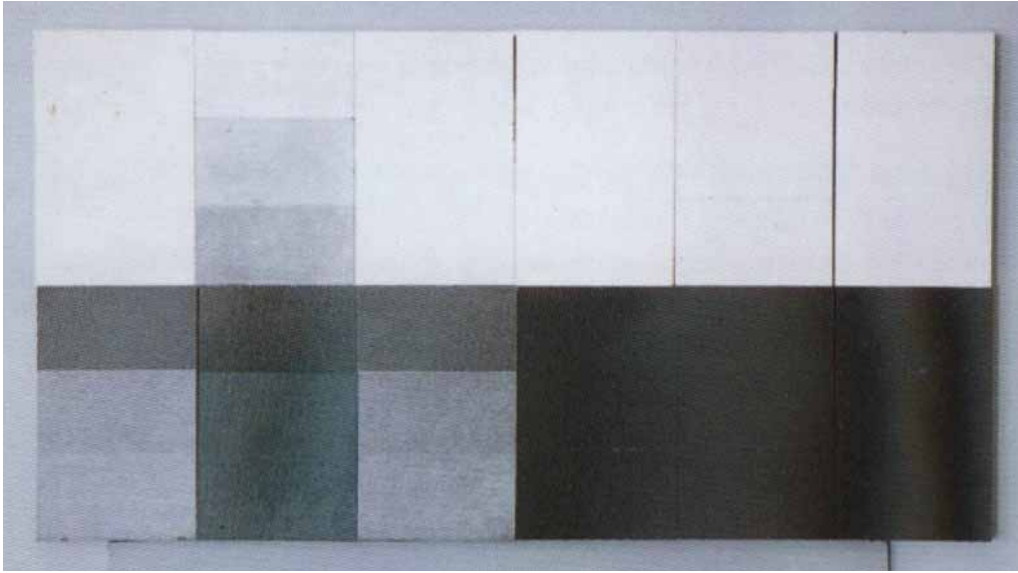
Bu metotla yani tebeşirlenme testi ile parçaların renk değişimi malzemenin orijinal renk ve yüzeyi ile kontrol edilebilmekte ve derecelendirme yapılabilir (Wisse ve diğ., 1998).

5.3.5 Yapay dış hava koşulları ve kirlenme birikmesi arasındaki ilişki

Testin bu bölümünde biri melamin reçineli son katman biri de EBC PUR-akrilat son katman 2 tip kaplama elemanı ile deneyler yapılmıştır. Her iki elemandan biri kahverengi biri beyaz olmak üzere 2'şer renkten numuneler alınarak yapay dış hava koşullarına maruz bırakılmıştır. Yapay dış havalandırma Xenotest 1200 U'da 1000, 2000 ve 3000 saat bırakılmıştır. Her deney numunelerinden bir 3. Grup 1000 saatten sonra kaplanmıştır. Her deney numunelerinden bir 2. Grup 2000 saatten sonra kaplanmıştır. Deney 3000 saate kadar devam ettirilmiştir (Wisse ve diğ., 1998).

3000 saatlik deneyden sonra 2 örnekten de 1'er tanesi yapay kirle kaplanmış ve sonra temizlenmiştir. Temizleme sentetik deterjanla yapılmıştır. Test numuneleri tırnak fırçası ile fırçalanmış, musluk suyu ile hafifçe yıkanmış ve havada kurulanmıştır (Wisse ve diğ., 1998).

Sonuçlar Şekil 5.5 (solda melamin reçineli yüzeyli altı deney numunesi, sağda EBC PUR akrilat yüzeyli 6 deney numunesi) numaralı fotoğrafta gösterilmiştir. Her bir numune soldan sağa fotoğrafla çekilmiştir. Numuneler 3 basamakta hava tesirine uğratılmış, isle kirletilmiş ve temizlenmiştir. Soldaki 3 kolon melamin reçineli son katmanı gösterirken sağdaki 3 kolon EBC PUR-akrilatlı son katmanı göstermektedir (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 5.5 : Dış hava koşullarına maruz bırakma ve kir birikmesi arasındaki ilişki.

İki tür de aynı renklere (beyaz ve kahverengi) sahiptirler. Serilerin her bir üçü Xenotest 1200 U'da 1000, 2000, 3000 saate(3 bölge), aynı şekilde is ile kaplanmış ve sonra temizlenmiştir (Wisse ve diğ., 1998).

Yapay dış hava koşullarına maruz bırakılan melamin reçineli son katmana sahip beyaz ve kahverengi numuneler (2. Kolon) EBC PUR-akrilatlı son katmana sahip numunelere (5. Kolon) göre kir toplama oranında ve renk değişiminde çok belirgin farklar göstermişlerdir (Wisse ve diğ., 1998).

Melamin reçineli son katmana sahip numunenin büyütülmüş fotoğrafında dış havaya maruz bırakılma derecesi ve kir biriktirme oranı arasındaki ilişki ispatlanmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 5.6 : Melamin reçineli son katmanlı beyaz numunenin 3000 saatlik yapay yaşlandırma ve kirlenme testinden sonra büyütülmüş fotoğrafı.

Tabakaların temizlenebilirliği arasındaki fark azdır. Temizlenmiş numuneler 6 kat büyütülerek numunelerde oluşabilecek yapışkan is partikülleri, çatlamlar, liflerin etkilenmesi ve daha başka dış hava koşullarından etkilenme semptomları incelenmiştir. Melamin reçineli HPL tabakalarının aksine EBC PUR- akrilat yüzeyli HPL tabakalarında is kalıntıları veya izleri bulunamamıştır (Şekil 5.6, ve Şekil 5.7, büyütülmüş fotoğraf).

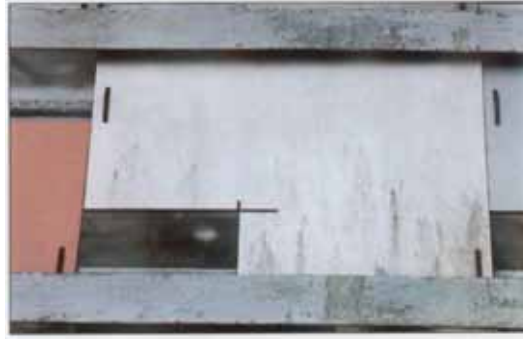


Şekil 5.7 : Melamin reçineli son katmanlı melamin numunenin 3000 saatlik yapay yaşlandırma ve kirlenme testinden sonra temizlenmiş yüzeyinin büyütülmüş fotoğrafı.

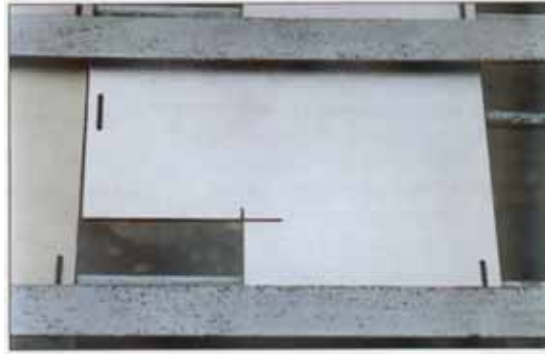
Kir biriktirme davranışlarının farkı Delft TNO istasyonunda değişik tipteki HPL tabakalarının doğal dış hava koşullarına 10 yıl maruz bırakılmasıyla test edilmiştir (Şekil 5.8). Melamin reçineli son katmana sahip HPL yüzeylerinde açıkça yapışkan is izlerine rastlanmaktadır (Şekil 5.9). Akrilatla kaplanmış HPL yüzeyinde ise rastlanmamaktadır (Şekil 5.10) (Wisse ve diğ., 1998).



Şekil 5.8 : HPL tabakalarının Delft'teki TNO istasyonunda dış hava etkilerine maruz bırakılması.



Şekil 5.9 : Dış ortam koşullarına maruz bırakılan melamin reçineli son katmana sahip HPL tabakalarının yakından görünüşü.



Şekil 5.10 : Dış ortam koşullarına maruz bırakılan akrilat ile kaplanmış HPL tabakalarının yakından görünüşü.

5.3.6 Çalışmanın sonuçları

Çalışmanın baz olarak alındığı hipotez, aşağıdaki sonuçlarla kanıtlanmış olmaktadır. Melamin reçinenin zamanla dış hava koşullarında opaklaşmasıyla renk zıtlığı oluşmaktadır. Özellikle koyu renkli tabakalarda etkilenme daha çok olmaktadır. Açık renkli tabakalarda renk değişimi makul limitler altında kalmaktadır. Malzeme yüzeyindeki değişikliklerin yanında kir toplama eğilimi artmamaktadır. Kirlilik özellikle açık renklerde daha kolay görülmektedir (Wisse ve diğ., 1998).

HPL tabakaları dış havaya bir kez maruz kaldı mı hiç dış hava etkilerine maruz kalmamış tabakalara göre kir biriktirme eğilimi artmaktadır. Zamanla ikisi arasındaki fark sürpriz bir şekilde daha da çok artmaktadır. Ayrıca temizleme de gittikçe zorlaşmaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Dış hava koşullarına maruz bırakılan ya da yıllarca dış ortamda kullanılan dış cephe kaplama malzemesinin temizlenebilirliği kullanıcı için önemli bir faktör olmaktadır. Zamanla ve kirlenme birikmesi yinelenirken kullanıcılar memnuniyetsiz bir şekilde karşılanamayan temizleme ücretleri ile karşılaşmaktadırlar. Umulan genellikle minimum bakım iken zamanla periyodik bakım gerekmekte olduğu görülmüştür (Wisse ve diğ., 1998).

Temizleme olduğu zaman ve zorlaştığında sert ve zararlı temizleme ajanları genellikle temizliği yapanlara ve çevreye zarar vermektedir. Ayrıca bazı kaçınılmaz durumlar temizlemeyi gerekli kılmaktadır (grafiti). Akrilat film kaplı HPL tabakaları solventlere dayanıklı değildirler. Uzmanların tavsiyeleri dikkate alınmadığı takdirde her zaman zarar görme riski taşımaktadırlar. Uygulamalar genelde üreticilerin ürünlerini çoğu zaman nerede ve hangi koşullarda kullanıldıklarını bilmediklerini kanıtlamaktadır (Wisse ve diğ., 1998).

Çeşitli çözümler yüzey özelliklerini geliştirmekte kullanılabilmektedir. Cepheye kullanılan HPL tabakaları kullanım değerlerine göre karşılaştırıldığında UV dayanımı, rengini koruma özelliği artık tek başına önemli değildir. Kir biriktirme özelliği davranışı ve temizlenmesi uzun dönemde açıkça çok önemli faktörler olmuştur (Wisse ve diğ., 1998).

Günümüze kadar HPL malzemelerinde bu özellikleri olası yöntemlerle test etme gelişmemiştir. Bu makale, kaplamanın kullanım değerini değerlendirmek için bir yöntem önermiştir. Bu yöntemin yardımıyla kullanıcılar malzemenin beklenen tüm performansını değerlendirerek seçim yapabileceklerdir (Wisse ve diğ., 1998).

6. DENEYSEL ÇALIŞMA

Çalışmanın deneysel kısmında özellikle yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatın cephede kullanılmasıyla maruz kalacağı etkiler ve bunların sonuçları incelenmiştir.

6.1 Deneysel Çalışmanın Programlanması

Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve tezin amacı doğrultusunda yapılacak deneyler belirlenmiştir.

6.2 Deneyler

Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatın durabilitesinin tayini için aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

1. Suya dayanıklılık tayini
2. Çatlamaya dayanıklılık tayini
3. Buhara dayanıklılık tayini
4. Boyutsal kararlılık tayinleri
5. UV dayanımı tayini
6. Klimatik şok
7. Eğilmede çekme dayanımı

6.2.1 Suya dayanıklılık tayini

Deney TS 10599 ve EN 438-2 standartlarına göre yapılmıştır. Deneyde bir kenarı 150 mm olan kare şeklinde, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 3 adet deney numunesi kullanılmıştır.

72 saat kondisyonlanan 3 adet numunenin ağırlığı tartılmıştır. Numuneler 48 saat boyunca 65°C sıcaklıkta su içinde birbirleri ile teması önlenerek bekletildikten sonra (23 ± 2) °C sıcaklığında damıtılmış suda 15 dakika süre ile soğumaya bırakılmıştır. Numuneler bir kuru bez ile silindikten sonra tekrar tartılmış ve böylece numunelerin su emme oranları bulunmuştur. 3 numunenin su emme ortalaması alınmıştır.

Numunelerde su emme yüzdesini bulabilmek için;

$$\frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

Burada;

m_1 = malzemenin tartılan ilk ağırlığı

m_2 = malzemenin deneyden sonraki ağırlığıdır.

Bu formüle göre deney numunelerinin su emme yüzdeleri Çizelge 6.1'deki gibidir.

Çizelge 6.1 : Ağırlık değişimi ve numunelerin su emme yüzdeleri.

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Su emme yüzdeleri	1,35%	1,41%	1,21%
Ortalama su emme yüzdesi	1,32%		

Daha sonra çıplak gözle numune üzerinde kabarma, delaminasyon, renk kaybı gibi değişmelerin mevcut olup olmadığı kontrol edilmiştir. Numunelerin yüzeyinde meydana gelen etki aşağıdaki skalaya göre değerlendirilmiştir.

5. derece - Dekoratif lamine levhada hiçbir değişiklik yok.
4. derece - Renk ve parlaklıkta hafif değişme mevcut veya kenarlarda hafif şişme veya kenarlarda çok ince çatlama mevcut.
3. derece - Renk ve parlaklıkta orta derecede değişme mevcut veya kenarlarda orta derecede şişme veya çatlamlar mevcut.
2. derece - Renk ve parlaklıkta fazla oranda değişme mevcut veya kenarlarda şiddetli şişme veya çatlamlar mevcut.
1. derece - Numunede kabarma ve/veya delaminasyon meydana gelmiş.

Çıplak gözle yapılan kontrolde numunelerde renk değişiminin olmadığı ancak kenarlarda hafif şişmelerin olduğu gözlenmiştir. Deney sonucu TS 10599'a göre aşağıdaki gibidir.

4. Derece - Renk ve parlaklıkta hafif değişme mevcut veya kenarlarda hafif şişme veya kenarlarda çok ince çatlama mevcut.

6.2.2 Çatlamaya dayanıklılık tayini

Deney TS 10600 standardına göre yapılmıştır. Deneyde bir kenarı 250 mm olan kare şeklinde, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 2 adet deney numunesi kullanılmıştır.

72 saat kondisyonlanan 2 adet numune, 20 saat süre ile 80°C sıcaklığında etüve konulmuştur. Numuneler etüvden çıkarıldıktan sonra 3 saat laboratuvar koşullarında (25°C sıcaklık ve %50 relatif nem) bırakılmıştır. Soğutma işlemi sonunda numuneler çıplak gözle ve mikroskop ile kontrol edilmiştir. Numunelerin yüzeyinde meydana gelen etki aşağıdaki skalaya göre değerlendirilmiştir.

5. derece - Hiçbir çatlama yok, dekoratif yüzey ve kenarlar orijinaliyle aynı.

4. derece - Yüzey ve/veya kenar üzerinde rasgele dağılmış çok ince çatlaklar mevcut. Yüzeydeki çatlaklar sadece 6 defa büyüten bir büyüteçle görülebiliyor.

3. derece - Yüzeyde çıplak gözle görülebilen çatlaklar ve/veya kenarlarda orta derecede çatlaklar mevcut.

2. derece - Numune yüzeyinde boydan boya uzanan bir çatlak ve/veya köşelerde şiddetli çatlama ve kırılma mevcut.

1. derece - Numune kırılarak parçalara ayrılmış.

Çıplak gözle ve mikroskop ile yapılan kontrolde numunelerde renk değişiminin olmadığı ve yüzeyde herhangi bir değişikliğin olmadığı gözlenmiştir. Deney sonucu TS 10600'e göre aşağıdaki gibidir.

5. derece - Hiçbir çatlama yok, dekoratif yüzey ve kenarlar orijinaliyle aynı.

6.2.3 Buhara dayanıklılık tayini

Deney TS 10601 standardına göre yapılmıştır. Bir kenarı 100 mm olan kare şeklinde, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 1 adet deney numunesi kullanılmıştır.

Laminat levha, dekoratif yüzü buhara maruz kalacak şekilde kaynar su ihtiva eden bir alüminyum kabın üzerine konulmuştur. Numune 1 saat sonra buradan alınmış ve normal çevre şartları altında 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra numune üzerinde değişiklik olup olmadığı kontrol edilmiştir. Numunelerin yüzeyinde meydana gelen etki aşağıdaki skalaya göre değerlendirilmiştir.

5. derece - Dekoratif lamine levhada hiçbir görünür değişme yok.

4. derece - Belirli açılardan bakıldığında parlaklık ve renkte çok az değişme mevcut.

3. derece - Parlaklık ve renkte orta derecede değişme mevcut.

2. derece - Parlaklık ve renkte görülebilir oranda değişme mevcut.

1. derece - Yüzeyde kabarma ve/veya delaminasyon mevcut.

Çıplak gözle ve mikroskop ile yapılan kontrolde numunelerde renk değişiminin olmadığı ve yüzeyde herhangi bir değişikliğin olmadığı gözlenmiştir. Deney sonucu TS 10601'e göre aşağıdaki gibidir.

5. Derece - Dekoratif laminat levhada hiçbir görünür değişme yok.



Şekil 6.1 : Buhara dayanıklılık tayini deneyi.

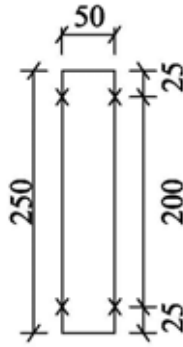
6.2.4 Boyutsal kararlılık deneyleri

6.2.4.1 Yüksek sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini

Kuru sıcaklık deneyi

Deney EN 438-2 standardına göre yapılmıştır. Deneyde uzun kenarı 250 mm, kısa kenarı 50 mm olan, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 2 adet deney numunesi kullanılmıştır.

72 saat kondisyonlandıktan sonra 2 adet numune standarda uygun şekilde, numunelerin dekoratif yüzeyi, birbirlerinden 200 mm uzaklıkta ve numunelerin her iki bitişinden de 25 mm uzaklıkta olacak şekilde işaretlenmiştir (Şekil 6.2). İşaretlenen noktalardaki kenar uzunlukları ölçülmüş ve numunelerin ağırlıkları tartılmıştır.



Şekil 6.2 : Yüksek sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayininde numunelerin işaretlenmesi ve kenar uzunluklarının ölçülmesi.

Numuneler 24 saat boyunca 70°C sıcaklıkta olan etüvde bırakılmıştır. Etüvden alınan numuneler 1 saat süre ile desikatörde bırakılmıştır. Desikatörden alınan numunelerde işaretlenen noktalardaki kenar uzunlukları ölçülmüş ve numunelerin ağırlıkları yeniden tartılarak değişiklikler incelenmiştir.

Deney, standardın belirttiği şekilde yeniden kondisyonlanarak yeniden yapılmıştır. Deneylere göre boy ve ağırlık değişimleri aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 6.2 : Kuru sıcaklık deneyinde numunelerde gözlenen değişiklikler.

1. Kuru Sıcaklık Deneyi				
Numune Adı	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
KSD-1	-0,12%	-0,39%	-0,01%	-0,47%
KSD-2	-0,25%	-0,15%	-0,09%	-0,52%

Çizelge 6.3 : 2. kuru sıcaklık deneyinde numunelerde gözlenen değişiklikler.

2. Kez Tekrarlanan Kuru Sıcaklık Deneyi				
Numune Adı	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
KSD-1	-0,12%	-0,08%	-0,04%	-0,35%
KSD-2	-0,25%	0,00%	-0,11%	-0,37%

Yüksek nem deneyi

Deney EN 438-2 standardına göre yapılmıştır. Deneyde uzun kenarı 250 mm, kısa kenarı 50 mm olan, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 2 adet deney numunesi kullanılmıştır. 72 saat kondisyonlandıktan sonra 2 adet numune standardın belirttiği şekilde işaretlenmiş, işaretlendiği noktalardaki kenar uzunlukları ölçülmüş ve ağırlıkları tartılmıştır. Numuneler 96 saat boyunca 40°C sıcaklıkta ve % 90 veya 95 relatif neme sahip deney ortamına bırakılmıştır. Numuneler kurulandıktan sonra yeniden ağırlıkları tartılmış ve kenar uzunlukları ölçülmüştür. Deneye göre boy ve ağırlık değişimleri aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 6.4 : Yüksek nem deneyinde numunelerde gözlenen değişiklikler.

Yüksek Nem Deneyi				
Numune Adı	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
YND-1	1,89%	0,14%	0,05%	0,74%
YND-2	2,54%	-0,21%	0,10%	0,74%

6.2.4.2 20°C sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini

Deney TS 10613 ve EN 438-2 standartlarına göre yapılmıştır. Deneyde uzun kenarı 250 mm, kısa kenarı 50 mm olan, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 2'şer adet olmak üzere 6 adet deney numunesi kullanılmıştır.

72 saat kondisyonlanan 6 adet numune standardın belirttiği şekilde işaretlenmiş, işaretlendiği noktalardaki kenar uzunlukları ölçülmüş ve ağırlıkları tartılmıştır. Numuneler 7 gün boyunca 23°C sıcaklıkta olan (32 ±3)%, (50 ±5)% ve (90 ±3)% neme sahip desikatörlerde bekletilmiştir . Desikatörden alınan numunelerin ölçüleri ve ağırlıkları hemen kontrol edilmiştir.

Deney, standarda uygun şekilde 4 kez tekrar edilmiştir.

Aşağıdaki çizelgelerde deney numunelerinde tespit edilen değişiklikler gösterilmiştir (%50 relatif nemli ortamda bekletilen numunelerin boyutlarında değişiklik olmamıştır). Her çevrim, deney numunelerinin deneye maruz bırakılmadığı ilk değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.5 : Sabit sıcaklıkta 90% relatif nemde tutulan numunelerde gözlenen boyutsal değişiklikler.

90% Relatif Nemli Ortam Deneyi (1. Numune)				
	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
1.Çevrim	0,88%	0,04%	0,14%	0,36%
2.Çevrim	1,88%	0,10%	0,15%	0,62%
3.Çevrim	2,55%	0,04%	0,14%	0,86%
4.Çevrim	2,79%	0,09%	0,16%	1,03%
90% Relatif Nemli Ortam Deneyi (2. Numune)				
	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
1.Çevrim	1,14%	0,12%	0,06%	0,36%
2.Çevrim	1,90%	0,15%	0,09%	0,63%
3.Çevrim	2,67%	0,15%	0,12%	0,87%
4.Çevrim	2,93%	0,20%	0,14%	1,01%

Çizelge 6.6 : Sabit sıcaklıkta 30% relatif nemde tutulan numunelerde gözlenen boyutsal değişiklikler.

30% Relatif Nemli Ortam Deneyi (1. Numune)				
	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
1.Çevrim	0,25%	-0,03%	-0,01%	-0,13%
2.Çevrim	0,25%	-0,09%	-0,12%	-0,20%
3.Çevrim	0,25%	-0,09%	-0,12%	-0,03%
4.Çevrim	0,21%	0,03%	-0,09%	-0,30%
30% Relatif Nemli Ortam Deneyi (2. Numune)				
	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
1.Çevrim	0,12%	-0,02%	0,00%	-0,11%
2.Çevrim	0,38%	0,00%	-0,05%	-0,18%
3.Çevrim	0,13%	-0,10%	-0,08%	-0,24%
4.Çevrim	0,06%	-0,08%	-0,01%	-0,26%

6.2.5 UV dayanımı tayini

Çıplak gözle görülebilen en uzun dalga boyuna sahip ışınlar kırmızı, en kısa dalga boyuna sahip ışınlar ise mor renktedir. Görebildiğimiz ışınlardan daha kısa dalga boyuna sahip olanlara morötesi veya ultraviyole (UV) ışınları denir. Güneşten gelen bu ışınlar görünür ışınlardan daha farklı özelliklere sahip oldukları için yapı malzemeleri üzerinde de daha farklı etkileri vardır. Ultraviyole ışınları kısa dalgaboylu oldukları için kinetik enerjileri ve girişimleri fazladır. Özellikle organik yapı malzemeler üzerinde önemli ayrışma ve çözümlerine neden olmalarının yanı sıra pigmentlerin renk değiştirmesine ve rengin solmasına sebep olabilmektedirler (Terzi, 2004).

Deney için 28 adet farklı renk ve desenlerde numune temin edilmiştir. Bunların 9 tanesi tek renkli, desensiz numuneler olup geri kalanlar ise ahşap desenlidir. Numunelerin yarı yüzeyleri alüminyum folyo ile kaplanarak 75 cm yarıçap ile 400 Watt enerjiye sahip UV lambasının ışınlarına 28 gün bırakılmıştır. Deney 28 günlük periyodun 4 kez tekrar edilmesiyle yapılmıştır.

Her 28 günlük periyodun tamamlanması ile numunelerdeki alüminyum folyolar açılmış ve renk karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 6.3 : UV dayanımı tayini deneyi.



Şekil 6.4 : UV dayanımı tayini deneyi.

6.2.6 Klimatik şok

Deney EN 438-2 standardının belirttiği çizelgeye (Çizelge 6.7) göre yapılmıştır. Deneyde 200 mm kenar uzunluğuna sahip kare şeklinde, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 4 adet deney numunesi deneye maruz bırakılmıştır. Dört adet deney numunesi de kontrol numuneleri olarak bırakılmıştır. Deney standardın belirttiği şekilde 5 günlük döngünün 4 kez tekrarlanması ile bitmiştir.

Çizelge 6.7 : EN 438- 2 standardının belirttiği iklimik şok deneyi döngüsü.

	İklim Koşulları			
	Süre	Sıcaklık	Relatif Nem	Koşul
1.Gün	8 saat	+80 °C	90 %	Sıcak-nemli
	16 saat	+80 °C		Sıcak-kuru
2.Gün	8 saat	+80 °C	90 %	Sıcak-nemli
	16 saat1)	-20 °C		Soğuk-kuru
3.Gün	8 saat	+80 °C	90 %	Sıcak-nemli
	16 saat	+80 °C		Sıcak-kuru
4.Gün	8 saat1)	-20 °C		Soğuk-kuru
	16 saat	+80 °C		Sıcak-kuru
5.Gün	8 saat	+80 °C	90 %	Sıcak-nemli
	16 saat1)	-20 °C		Soğuk-kuru
1) Çalışılmayan günlerde soğuk- kuru koşulunda daha uzun süreler kalabilecektir.				

Ayrıca boy değişimi kontrolü için uzun kenarı 250 mm, kısa kenarı 50 mm, orijinal levhayla aynı kalınlıkta olan 2 adet numune de iklimik şok deneyine maruz bırakılmıştır.

Çizelge 6.8 : İklimik şok deneyine 20 gün maruz bırakılan 250 mm x 50 mm boyutundaki numunelerde gözlenen boyutsal değişimler.

İklimik Şok Deneyinden Sonra Numunelerde Oluşan Değişimler				
Numune Adı	Kalınlık Değişimi %	En Değişimi %	Boy Değişimi %	Ağırlık Değişimi %
20 gün -KŞ-1	0,00%	-0,24%	-0,24%	-0,96%
20 gün -KŞ-2	-0,37%	-0,20%	-0,20%	-1,10%

Deneye tabi tutulan numuneler ile kontrol numunelerinin dekoratif yüzünde fark tespit edilmemiştir. Ancak HPL'nin iç (orta) tabakasında sararma gözlenmiştir (Şekil 6.5).

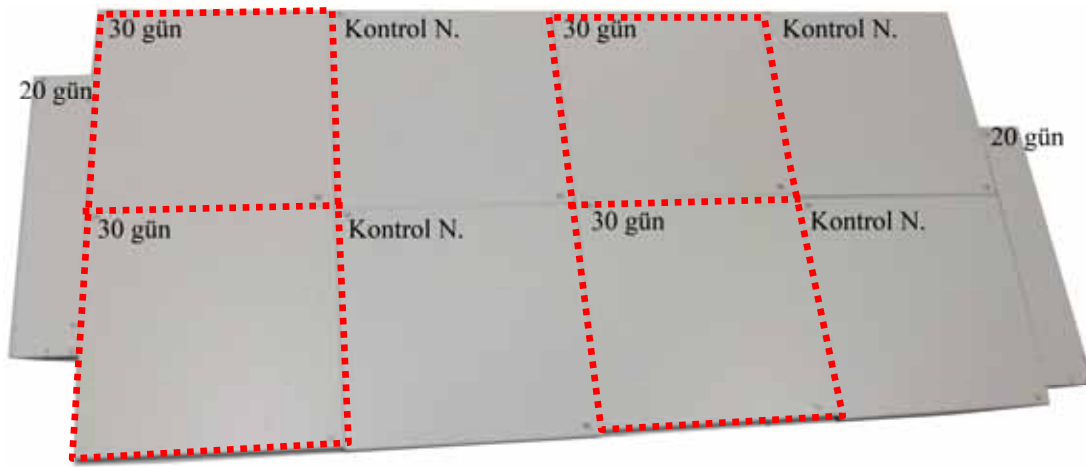
Gözlemler sonucunda boy değişiminin kontrol edildiği 250 mm x 50 mm boyutlarındaki numuneler hariç, deneyin (5 günlük döngünün 2 kez daha, 30 gün olacak şekilde) tekrarı için karar verilmiştir.



Şekil 6.5 : Klimatik şok deneyinden sonra HPL'nin iç tabakasında görülen sarıma.

Deneyin devam ettirilmesiyle, yani 5 günlük döngünün 6 kez tekrar edilmesi (30 günlük klimatik şok deneyi) ile deneye maruz bırakılan numuneler ve kontrol numuneleri arasında farklar tespit edilmiştir. Deneye maruz bırakılan numunelerin iç tabakalarının yanı sıra dekoratif yüzeyinde de çok hafif sarıma olduğu gözlenmiştir.

Deneyin sonucunda, 30 gün deneye maruz bırakılan numunelerden 50 mm genişliğinde parçalar kesilmiştir. 150 mm x 200 mm boyutlarındaki 4 adet numune 5 günlük döngüye sahip olan deneyin 2 kez daha tekrarı için deneye maruz bırakılmıştır.



Şekil 6.6 : Klimatik şok deneyinden sonra yüzeyde görülen sarıma.

40 gün deneye maruz bırakılan numunelerden 50 mm genişliğinde parçalar kesilerek numuneler alınarak ortam koşullarına bırakılmıştır. 150 mm x 200 mm boyutlarındaki 4 adet numune 5 günlük döngüye sahip olan deneyin 2 kez daha tekrarı için deneye maruz bırakılmıştır. Böylece 50 mm x 200 mm boyutlarında 8 adet numune 50 gün, 50 mm x 200 mm boyutlarında 4 adet numune 40 gün, 50 mm x 200 mm boyutlarında 4 adet numune 30 gün ve 50 mm x 250 mm boyutlarında 2 adet numune ise 20 gün deneye maruz bırakılmıştır (Çizelge 6.9).

Çizelge 6.9 : Klimatik şok deneyinde kullanılan numune sayısı ve boyutları.

Deney Süresi	Kontrol Numuneleri	20 GÜN	30 GÜN	40 GÜN	50 GÜN
Numune Sayısı (adet)	4	2	4	4	8
Numune Boyutları (mmxmm)	50x200	50x250	50x200	50x200	50x200

6.2.7 Eğilmede çekme dayanımı

Deney TS 985 EN ISO 178 standardı baz alınan deneyde, kontrol numuneleri ve önceden sabit sıcaklıkta (%30 ve %90 relatif nemli ortamlarda) 68 gün bekletilen ile iklimatik şok deneyine 20, 30, 40 ve 50 gün maruz bırakılan numuneler test edilmiştir.

Deney sonuçları aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır ve deney sonuçları aşağıda Çizelge 6.10'da yer almaktadır:

$$\sigma_{\text{eğilme}} = \frac{3}{2} \times \left(\frac{P \times l}{b \times h^2} \right)$$

$\sigma_{\text{eğilme}}$: Eğilme Dayanımı (N/mm²)

P: Deney Presinden Deney Anında Okunan Yük (N)

l : Yükleme Tablası Mesnetleri Arası Açıklık (mm)

b:Kırılma Kesitinin Genişliği (mm)

h: Kırılma Kesitinin Yüksekliği (mm)



Şekil 6.7 : Eğilmede çekme dayanımı deneyi düzeneği.

Çizelge 6.10 : Eğilmede çekme dayanımı deneyi sonuçları.

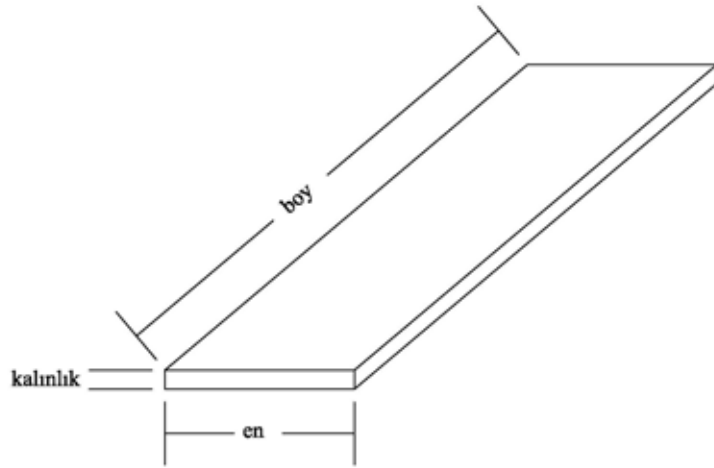
Örnek Adı	l	P	b	h	Eğilme Dayanımı	Ortalama E.D.
	mm	N	mm	mm	N/mm ²	N/mm ²
Kontrol-1	185,2	1470	47,16	7,87	139,8	139,7
Kontrol-2	185,2	1530	47,16	7,89	144,8	
Kontrol-3	185,2	1480	47,28	7,89	139,7	
Kontrol-4	185,2	1440	49,64	7,89	129,5	
Kontrol-5	185,2	1550	50,02	7,9	137,9	
Kontrol-6	185,2	1650	50,01	7,91	146,5	
20 gün KŞ-1	185,2	1820	49,88	7,92	161,6	155,5
20 gün KŞ-2	185,2	1700	49,99	7,95	149,5	
30 gün KŞ-1	185,2	1440	46,72	7,89	137,5	147,3
30 gün KŞ-2	185,2	1630	46,89	7,91	154,3	
30 gün KŞ-3	185,2	1610	47,32	7,94	149,9	
40 gün K.Ş.-1	185,2	1500	46,78	7,86	144,2	147,6
40 gün KŞ-2	185,2	1560	46,84	7,91	147,9	
40 gün KŞ-3	185,2	1610	46,87	7,96	150,6	
50 gün KŞ-1	185,2	1520	48,32	7,88	140,7	149,5
50 gün KŞ-2	185,2	1680	48,33	7,92	153,9	
50 gün K.Ş.-3	185,2	1635	46,74	7,95	153,8	
30% Nem-1	185,2	1500	50,05	7,9	133,4	138,5
30% Nem-2	185,2	1590	49,69	7,87	143,5	
90% Nem-1	185,2	1400	50,13	8,08	118,8	117,0
90% Nem-2	185,2	1370	50,15	8,12	115,1	

7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE İRDELENMESİ

Yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ve bu sonuçlardan elde edilen veriler değerlendirilmek üzere grafikler haline getirilmiştir.

7.1 Deneylerin Değerlendirilmesi

Yapılan deneysel çalışmalarda kullanılmış olan kalınlık, en, boy Şekil 7.1' e göre tanımlanmıştır.



Şekil 7.1 : Numunelerde kalınlık, en, boy.

7.1.1 Suya dayanıklılık tayini

TS 10599 ve EN 438-2 standartlarına göre yapılan deneyde HPL'nin su emme oranı %1,32'dir ve numunelerin kenarlarında hafif şişme mevcuttur. Numunelerin yüzeyinde meydana gelen etki TS 10599 ve EN 438-2 standartlarındaki skalaya göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme skalası aşağıdaki gibidir.

5. derece - Dekoratif lamine levhada hiçbir değişiklik yok.

4. derece - Renk ve parlaklıkta hafif değişme mevcut veya kenarlarda hafif şişme veya kenarlarda çok ince çatlama mevcut.

3. derece - Renk ve parlaklıkta orta derecede değişme mevcut veya kenarlarda orta derecede şişme veya çatlamlar mevcut.

2. derece - Renk ve parlaklıkta fazla oranda değişme mevcut veya kenarlarda şiddetli şişme veya çatlamlar mevcut.

1. derece - Numunede kabarma ve/veya delaminasyon meydana gelmiş.

Standarta göre suya dayanıklılık değeri 4. derecedir.

7.1.2 Çatlamaya dayanıklılık tayini

Numunelerin yüzeyinde meydana gelen etki TS 10600 standardındaki skalaya göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme skalası aşağıdaki gibidir

5. derece - Hiçbir çatlama yok, dekoratif yüzey ve kenarlar orijinaliyle aynı.

4. derece - Yüzey ve/veya kenar üzerinde rasgele dağılmış çok ince çatlaklar mevcut. Yüzeydeki çatlaklar sadece 6 defa büyüten bir büyüteçle görülebiliyor.

3. derece - Yüzeyde çıplak gözle görülebilen çatlaklar ve/veya kenarlarda orta derecede çatlaklar mevcut.

2. derece - Numune yüzeyinde boydan boya uzanan bir çatlak ve/veya köşelerde şiddetli çatlama ve kırılma mevcut.

1. derece - Numune kôrôlarak parçalara ayrılmış.

TS 10600 standardına göre yapılan deneyde numunelerde renk değişimi ve yüzeylerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediğinden çatlamaya dayanıklılık değeri 5. derecedir.

7.1.3 Buhara dayanıklılık tayini

Numunelerin yüzeyinde meydana gelen etki TS 10601 standardındaki skalaya göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme skalası aşağıdaki gibidir

5. derece - Dekoratif lamine levhada hiçbir görünür değişme yok.

4. derece - Belirli açılardan bakıldığında parlaklık ve renkte çok az değişme mevcut.

3. derece - Parlaklık ve renkte orta derecede değişme mevcut.

2. derece - Parlaklık ve renkte görülebilir oranda değişme mevcut.

1. derece - Yüzeyde kabarma ve/veya delaminasyon mevcut.

TS 10601 standardına göre yapılan deneyde numunelerde renk değişimi ve yüzeylerinde herhangi bir değişiklik gözlenmediğinden buhara dayanıklılık değeri 5. derecedir.

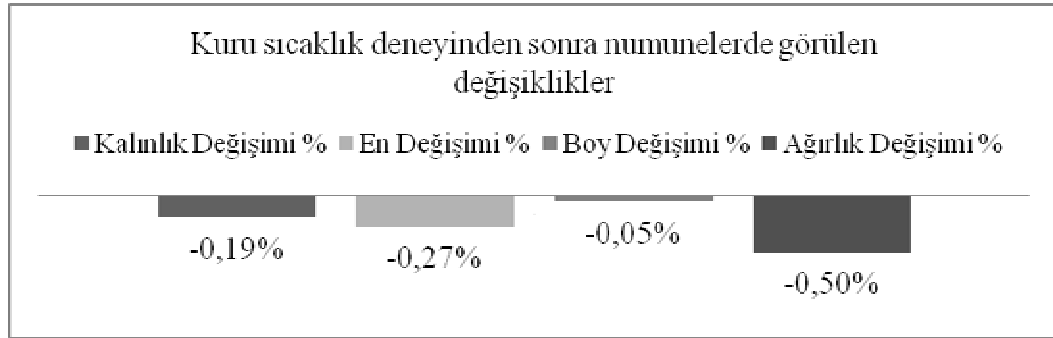
7.1.4 Boyutsal kararlılık deneyleri

7.1.4.1 Yüksek sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini

Kuru sıcaklık deneyi

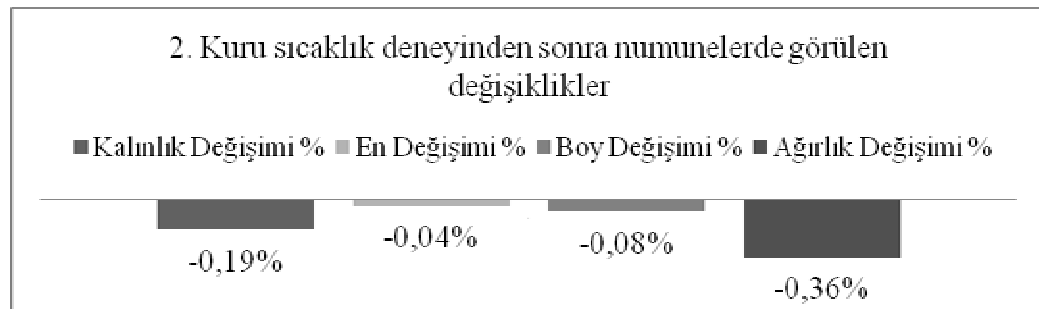
TS 10613 standardına göre yapılan deneyde Şekil 7.2’de numunelerin kalınlıklarında, enlerinde ve boylarında görülen ortalama değişiklikler gösterilmiştir.

Şekil 7.2’ye göre deney sonucunda en fazla kayıp ağırlıkta görülmüş ve en az kayıp da boyda görülmüştür.



Şekil 7.2 : Kuru sıcaklık deneyinden sonra numunelerde görülen değişiklikler.

Şekil 7.3’te deneyin 2. çevriminin sonucunda numunelerin kalınlık, en, boy ve ağırlıklarında görülen değişimler gösterilmiştir.

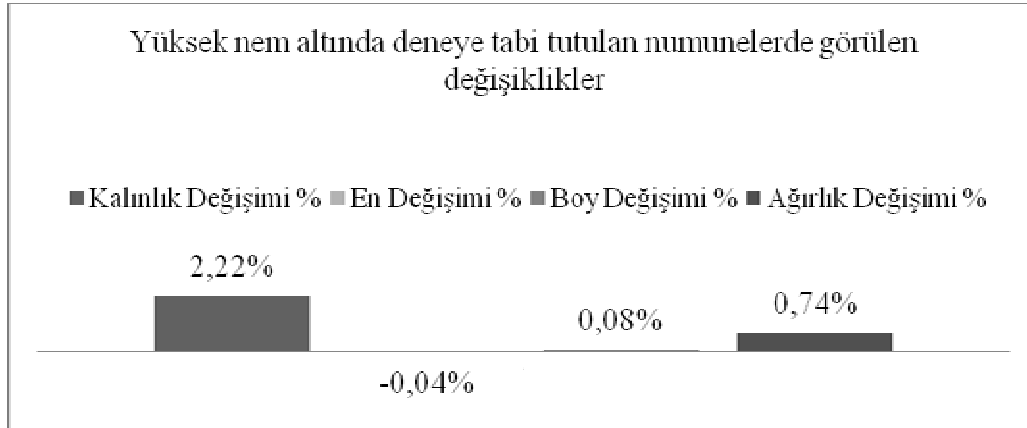


Şekil 7.3 : 2.Kuru sıcaklık deneyinden sonra numunelerde görülen değişiklikler.

Şekil 7.3’te görüldüğü üzere 2. kez tekrar edilen deneyde numunelerin enlerinde ve ağırlıklarında görülen azalmalar 1. deneye göre azalmıştır.

Yüksek nem altında deney

Yüksek nem altında deneyeye tabi tutulan numunelerin kalınlıklarında, enlerinde ve boylarında görülen ortalama değişimler Şekil 7.4'te gösterilmiştir.

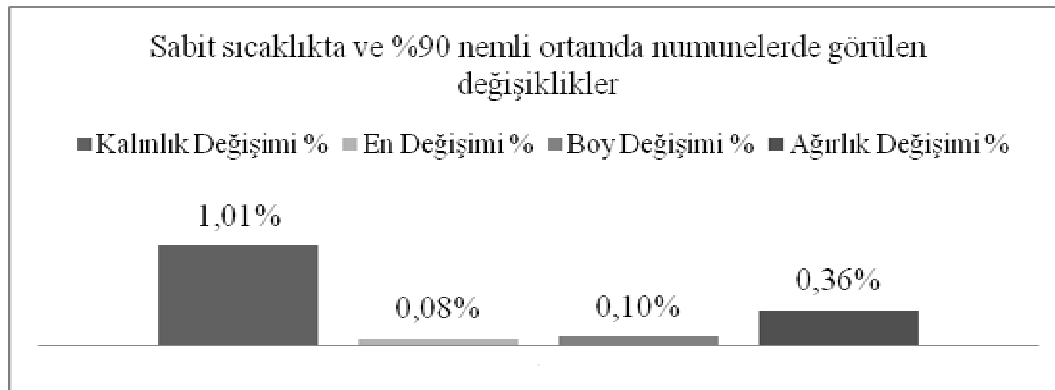


Şekil 7.4 : Yüksek nem altında deneyeye tabi tutulan numunelerde görülen değişiklikler.

Şekil 7.4'te görüldüğü üzere yüksek neme tabi tutulan numunelerde en fazla değişiklik kalınlıkta olmuştur.

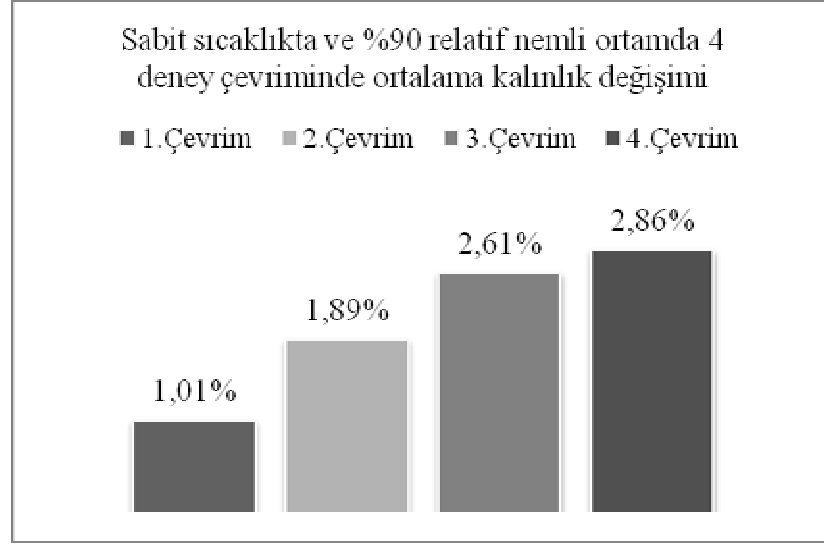
7.1.4.2 20°C sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini

Sabit sıcaklık ve %90 relatif nemli ortamda yapılan deneyde numunelerin kalınlıklarında, enlerinde ve boylarında görülen ortalama değişiklikler Şekil 7.5'te gösterilmiştir.

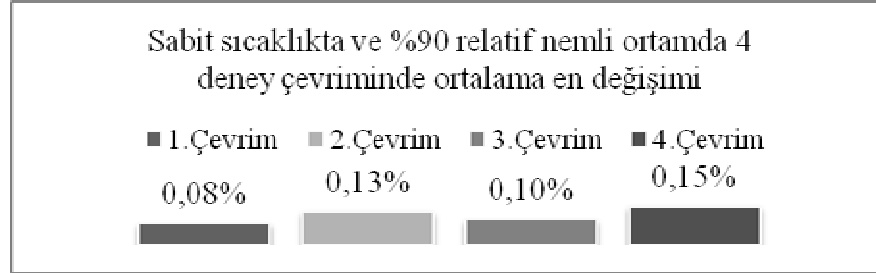


Şekil 7.5 : Sabit sıcaklıkta ve %90 relatif nemli ortamda numunelerde görülen değişiklikler.

Şekil 7.5'te görüldüğü üzere deney sonucunda en fazla değişiklik kalınlıkta, en az değişiklik de eninde gösterilmiştir. Şekil 7.6'da 4 kez tekrar edilen deneyde numunelerin kalınlıklarında görülen değişimler kıyaslanmıştır.

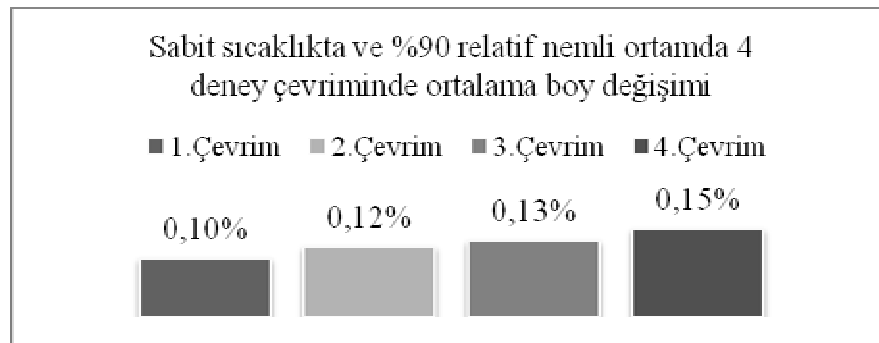


Şekil 7.6 : Sabit sıcaklıkta ve relatif %90 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin kalınlıklarında görülen değişiklikler.

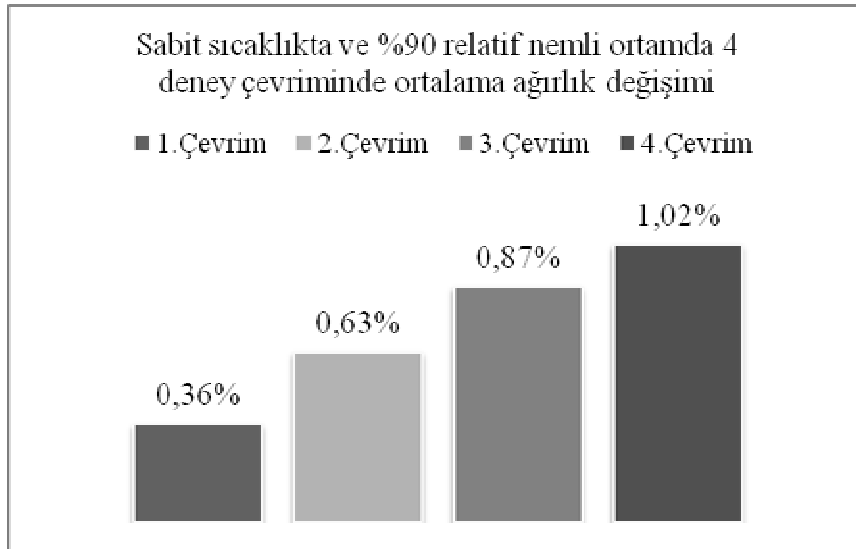


Şekil 7.7 : Sabit sıcaklıkta ve %90 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin enlerinde görülen değişiklikler.

Şekil 7.7’de 4 kez tekrar edilen deneyde numunelerin enlerinde görülen değişimler, Şekil 7.8’de 4 kez tekrar edilen deneyde numunelerin boylarında görülen değişimler, Şekil 7.9’da ise 4 kez tekrar edilen deneyde numunelerin ağırlıklarında görülen değişimler kıyaslanmıştır.



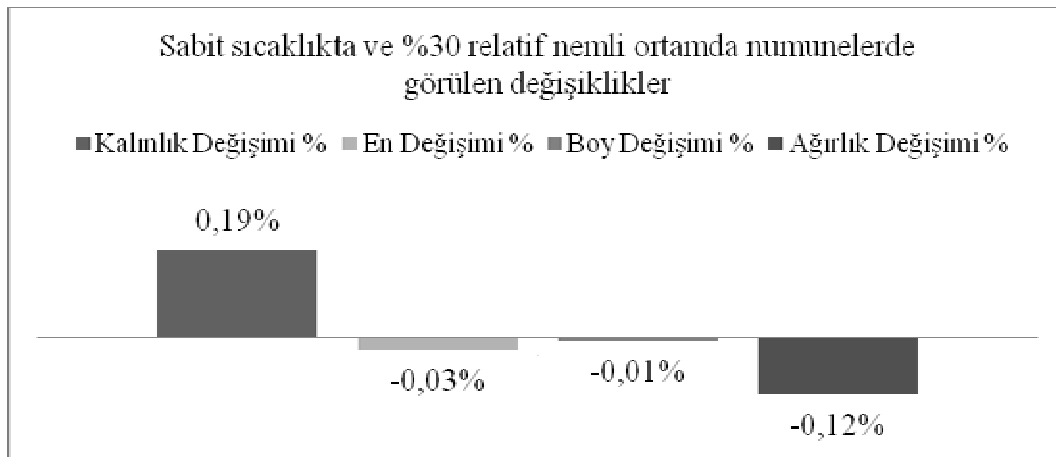
Şekil 7.8 : Sabit sıcaklıkta ve %90 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin boylarında görülen değişiklikler.



Şekil 7.9 : Sabit sıcaklıkta ve %90 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin ağırlıklarında görülen değişiklikler.

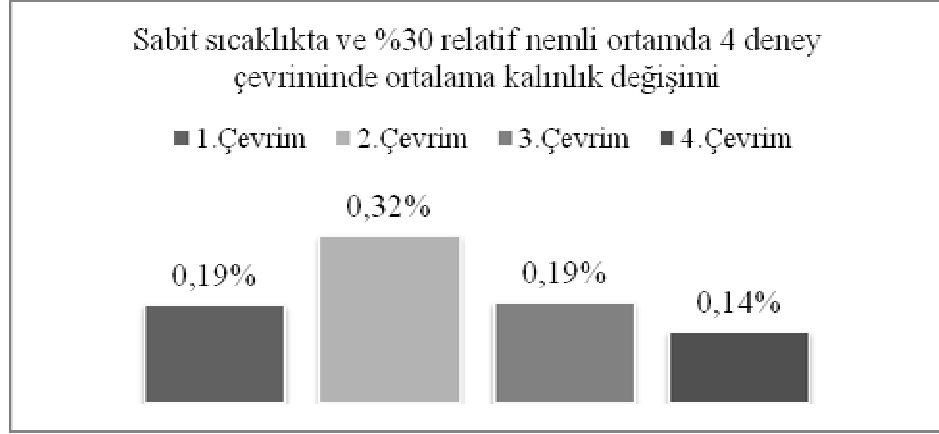
Sabit sıcaklık ve %30 nemli ortamda yapılan deneyde numunelerin kalınlıklarında, enlerinde ve boylarında görülen ortalama değişiklikler Şekil 7.10’da gösterilmiştir.

Şekil 7.10’da görüldüğü üzere en fazla değişim kalınlıkta olmuş ve artmıştır. Aynı zamanda kalınlıktan sonra görülen diğer değişim ağırlıkta olmuş ancak ağırlık azalmıştır.

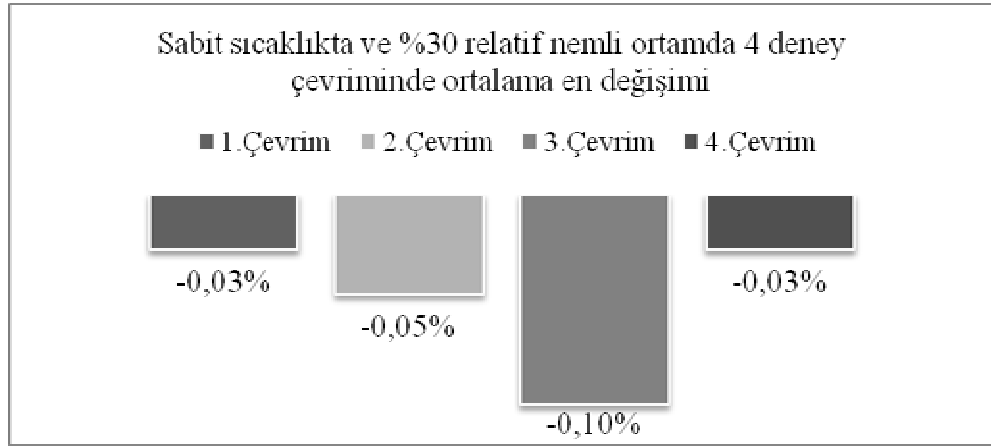


Şekil 7.10 : Sabit sıcaklıkta ve %30 relatif nemli ortamda numunelerde görülen değişiklikler.

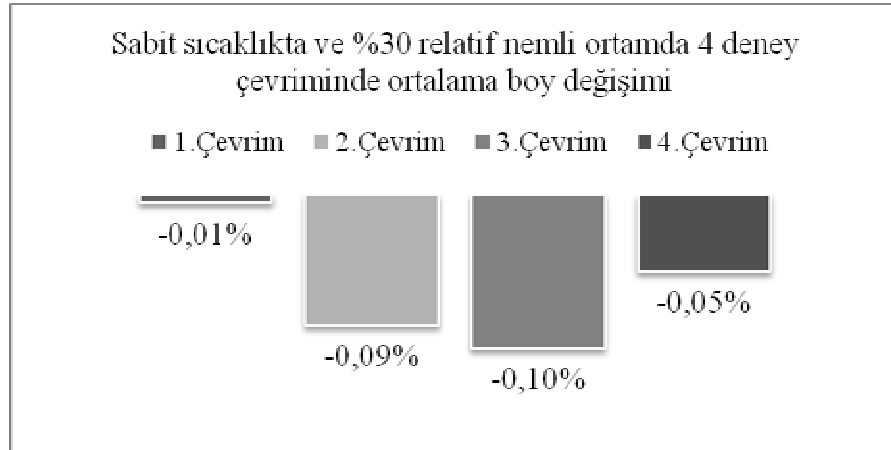
Şekil 7.11’de 4 kez tekrar edilen deneyde numunelerin kalınlıklarında görülen değişimler, Şekil 7.12’de 4 kez tekrar edilen deneyde numunelerin enlerinde görülen değişimler kıyaslanmıştır.



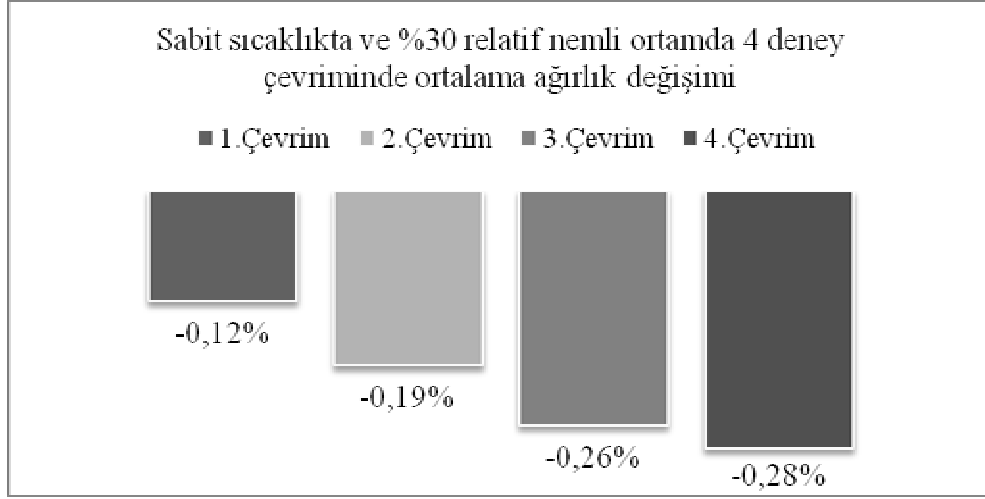
Şekil 7.11 : Sabit sıcaklıkta ve %30 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin kalınlıklarında görülen değişiklikler.



Şekil 7.12 : Sabit sıcaklıkta ve %30 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin enlerinde görülen değişiklikler.



Şekil 7.13 : Sabit sıcaklıkta ve %30 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin boylarında görülen değişiklikler.



Şekil 7.14 : Sabit sıcaklıkta ve %30 relatif nemli ortamda 4 çevrimde numunelerin ağırlıklarında görülen değişiklikler.

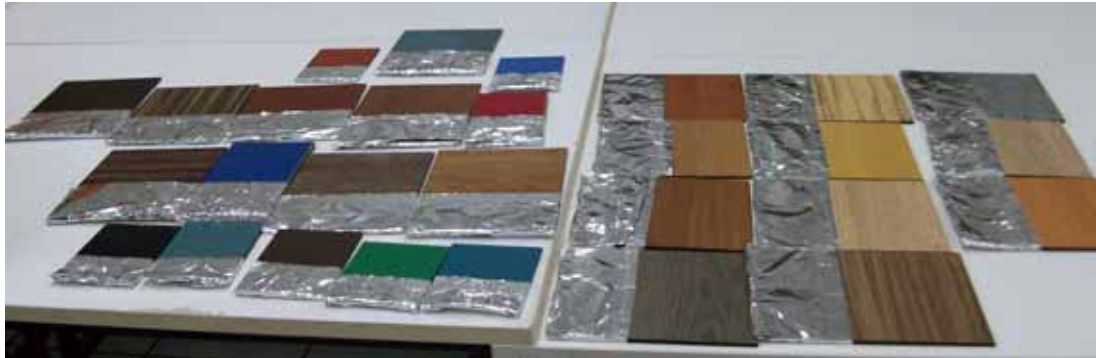
Şekil 7.14’te 4 kez tekrar edilen çevrimde numunelerin ağırlıklarında görülen değişimler kıyaslanmıştır. Dört defa tekrar edilen çevrime göre çevrimin tekrarlanması ile numunelerin ağırlıklarında olan değişim her deneyde azalmaktadır.

7.1.5 UV dayanım tayini

UV dayanımı deneyinin 4 kez tekrar edilmesine rağmen gerek ahşap desenli gerekse tek renkli numunelerde herhangi bir renk değişimi tespit edilmemiştir.



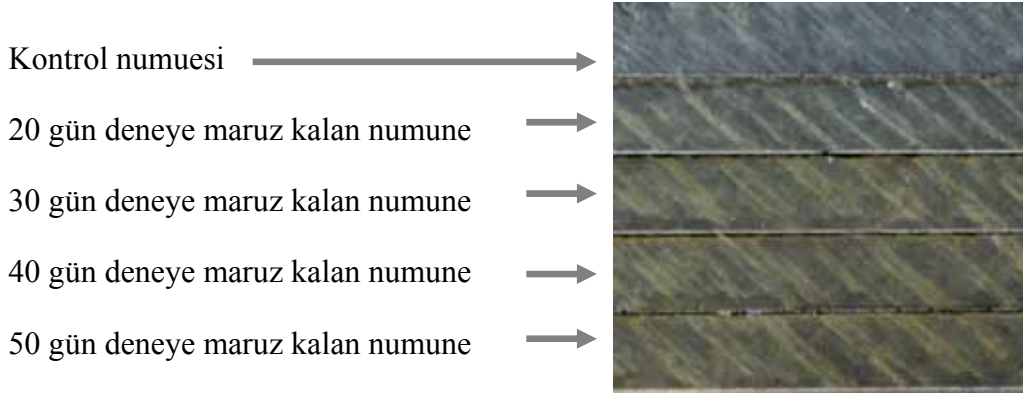
Şekil 7.15 : UV deneyi için yarı yüzeyi alüminyum folyo ile kaplanan numune.



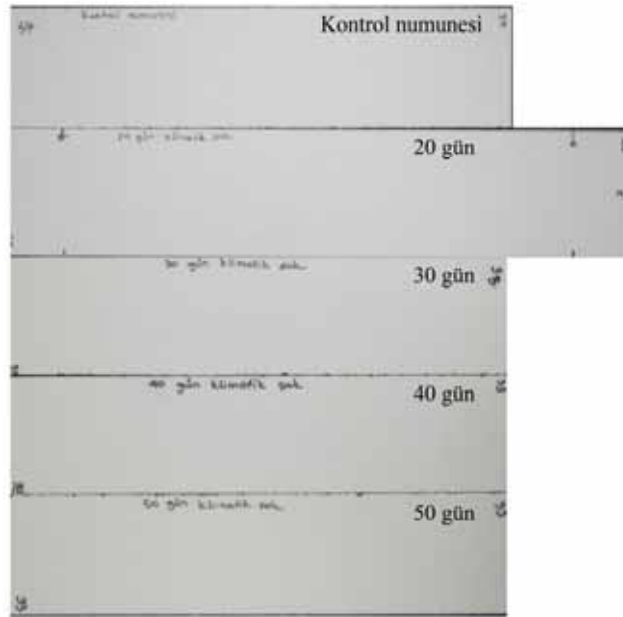
Şekil 7.16 : UV deneyinde kullanılan numuneler.

7.1.6 Klimatik şok

50 gün yapılan deneyde numuneler 20, 30, 40, 50 günlük deneylere maruz bırakılmışlardır. Deney sonucu çıplak gözle yapılan kontrolde numunelerin deneyin devam ettirilmesiyle yüzeylerinin ve malzemenin iç kısmının giderek sarardığı görülmüştür.



Şekil 7.17 : Klimatik şok deneyinden sonra malzemenin iç kısmında görülen sararma.



Şekil 7.18 : Klimatik şok deneyinden sonra yüzeyde görülen sararma.

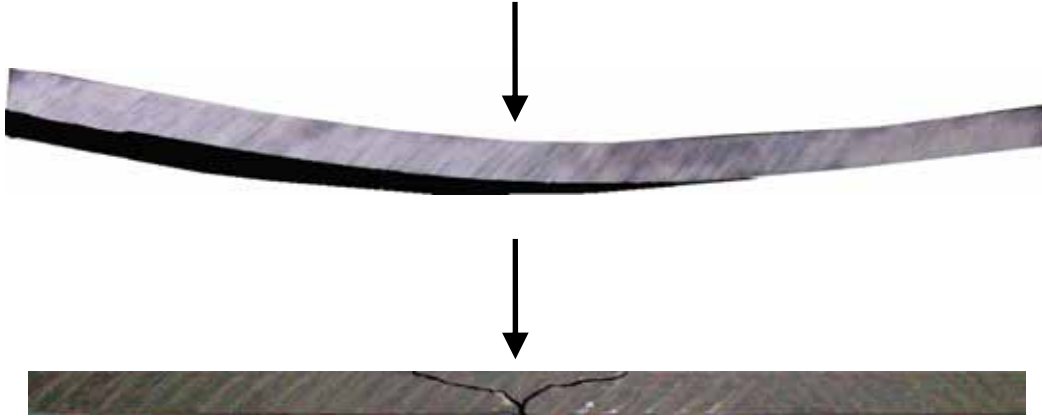
7.1.7 Eğilmede çekme dayanımı

Deneyisel çalışmada eğilmede çekme dayanımı deneyleri kontrol numuneleri ile önceden boyutsal kararlılık ve iklimatik şok deneyleri uygulanmış numunelerde yapılmıştır.



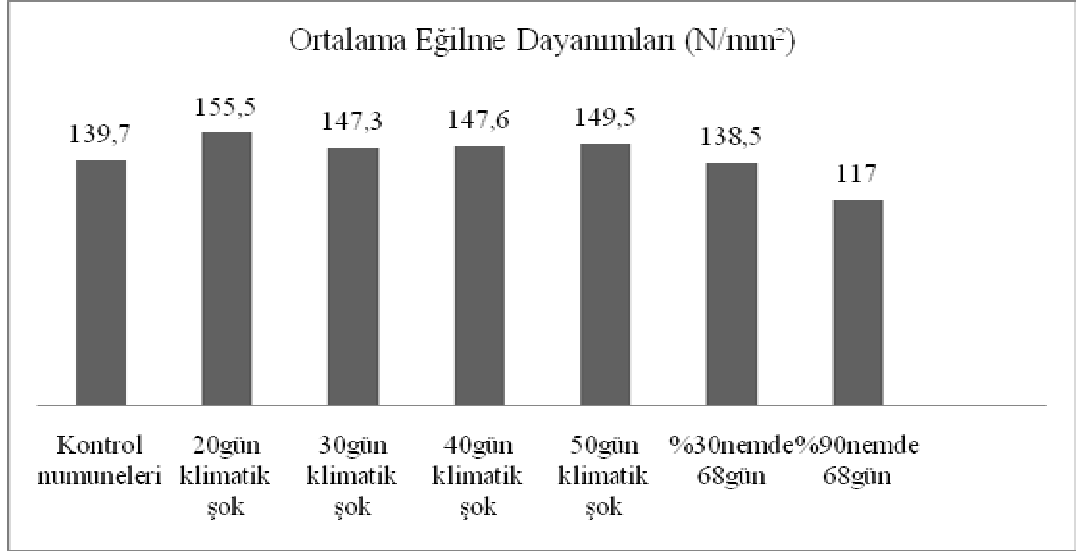
Şekil 7.19 : Eğilmede çekme dayanımı deneyi.

Deneyde numunelerin kırılma şekli Şekil 7.20'deki fotoğraftaki gibidir. Yani numunenin dekoratif yüzeyine yüklenen yük ile numunenin arka yüzeyinde (yükün geldiği yerde) kırılma olmaktadır.



Şekil 7.20 : Eğilmede çekme dayanımı deneyinde numunenin kırılma şekli.

Şekil 7.21'de deneyin yapıldığı numunelerin (kontrol numuneleri, 20 gün iklimik şok, 30 gün iklimik şok, 40 gün iklimik şok, 50 gün iklimik şok'a maruz bırakılan numuneler ile sabit sıcaklıkta %30 ve %90 nemli ortamlarda 68 gün bekletilen numunelerin) eğilmede çekme dayanımları karşılaştırılmıştır.



Şekil 7.21 : Eğilmede çekme dayanımı deneylerinin değerlendirilmesi.

Eğilmede çekme dayanımı deneylerinde iklimik şok uygulanmış numuneler kontrol numunelerine göre daha yüksek değerler vermişlerdir. En yüksek değer 20 gün (4 döngü) uygulanmış numunelerde görülmüş ve deneyin devam ettirildiği numunelerde değerler birbirine yakın çıkmıştır.

Boyutsal kararlılık deneylerinde 68 gün %90 relatif nem bulunan ortamda bekletilen numunelerde dayanımın deney yapılmamış numunelere göre azaldığı görülmektedir.

Numunelerin deney sırasında 10-13 cm arasında sehim yaptığı ve kırıldığı gözlenmiştir.

8. SONUÇLAR

Yapılan deneysel çalışmalar ile elde edilen veriler literatür araştırması ile karşılaştırmalı değerlendirilmiştir. Elde edilen başlıca sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- TS 10599 ve EN 438-2 standartlarına göre yapılan suya dayanıklılık tayini deneyinde HPL'nin ortalama su emme yüzdesi %1,32'dir. Numunelerin renginde herhangi bir değişiklik gözlenmemiş fakat kenarlarında hafif şişme gözlenmiştir. Standartların belirlediği 5 dereceli olan değerlendirme skalasına göre deney sonucu "4. Derece"dir. Kenarlardaki hafif şişmenin sebebi HPL numunesi kesilirken oluşabilecek kılcal çatlaklardır.
- TS 10600'e göre yapılan çatlamaya dayanıklılık tayini deneyinde HPL numunelerinde renk değişimi ve yüzeylerinde herhangi bir değişiklik saptanmamıştır. Standardın belirlediği 5 dereceli olan değerlendirme skalasına göre deney sonucu "5. Derece"dir.
- TS 10601'e göre yapılan buhara dayanıklılık tayini deneyinin sonucunda HPL numunelerinde hiçbir değişiklik görülmemiştir. Standardın belirlediği 5 dereceli olan değerlendirme skalasına göre deney sonucu "5. Derece"dir.
- Boyutsal kararlılık deneylerinden kuru sıcaklık deneyine göre numunelerdeki ortalama değişimler "%"lerde kalmış ve kalınlık, en, boy, ağırlık değişimlerinden en fazla değişimi -%0,50 olarak ağırlık göstermiştir. Deneyin 2. çevriminde yine en fazla değişim ağırlık değişiminde gözlenmiştir.
- Yüksek nem altında tutulan numunelerde en fazla değişim %2,22 olarak kalınlıkta görülmüş, en, boy ve ağırlık değişimleri "%"lerle sınırlı kalmıştır.

- 20°C sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini deneyinde %90 relatif nemli ortamda bekletilen numunelerde en fazla değişim %1,01 olarak kalınlıkta görülmüş ve en, boy ve ağırlık değişimleri “%”lerle sınırlı kalmıştır. Deney standardın belirlediği bir çevrimin 4 tekrarı olarak yapılmıştır. Kalınlık ve ağırlık değişim yüzdelerinin her çevrimde bir öncekine göre azaldığı görülmüştür.
- 20°C sıcaklıkta boyutsal kararlılık tayini deneyinde %30 relatif nemli ortamda bekletilen numunelerde kalınlık, en, boylarındaki değişimlerin azalma şeklinde olduğu görülürken kalınlığındaki değişimin ise artma şeklinde olduğu tespit edilmiştir.
- UV dayanımı deneyi ile 28x4 (4 çevrim, 112 gün) gün sonunda 28 deney numunesinden herhangi birinde renk değişimi tespit edilmemiştir.
- Klimatik şok ile malzemelerin iç tabaka malzemesinde olan reçinelerin yüksek ısı ile bir takım kimyasal değişikliklere uğradığı ve zamanla bunun da malzemenin iç tabaka yapısını ve yüzeyini sararttığı söylenebilir.
- Mekanik deney sonuçları incelendiğinde iklimatik şok deneyi ile eğilmede çekme dayanımı değerinin arttığı tespit edilmiştir. 20 gün iklimatik şoka maruz bırakılan deney numunelerinin dayanımlarının kontrol numunelerinin dayanımlarından fazla olduğu gözlenmiştir. Deneyin devam ettirilmesiyle ise durabilitenin 20 gün iklimatik şok deneyine maruz bırakılan numunelerin durabilitesinden daha az olduğu ancak kontrol numunelerinden fazla olduğu ve 30, 40, 50 gün iklimatik şoka maruz bırakılan deney numunelerinin eğilmede çekme dayanımlarının birbirlerine yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir. 20°C sıcaklıkta, %90-95 relatif neme sahip ortamda bekletilen numunelerin ise eğilme dayanımlarının azaldığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhaların durabilitesinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma sürecinde elde edilen tecrübeler ve deney sonuçlarına dayanılarak aşağıdaki bazı tespitler ve öneriler yapılabilir:

- Deneysel çalışmalardan çıkarılan sonuçlar doğrultusunda, dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhaların durabilitesinin iyi olduğu söylenebilmektedir. Ayrıca kompakt laminat malzemedeki renk ve doku çeşitliliği, malzemenin hafifliği ve montajının kolaylığı diğer cephe giydirme sistemlerine alternatif bir malzeme ve sistem olmasına olanak sağlamaktadır.
- Kompakt laminat korozyona ve oksidasyona dayanıklı olduğu için kullanım süresince bakımı kolaydır. Kompakt laminatın üretiminden itibaren olmak üzere ömrü boyunca çevreye ve sağlığa karşı zararlı etkileri minimuma indirgenmiştir. Kompakt laminatın ömür döngüsünün sona ermesi ile laminat yakılarak %95 enerji dönüşümü sağlanmaktadır. Ayrıca kullanılmış kompakt laminat ile yeni kompakt laminat üretiminde sadece %5 enerji gerekmektedir. Kompakt laminatın sürdürülebilir, çevreci bir malzeme olduğu söylenebilir.
- Dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhaların durabilite ve diğer özelliklerinin iyi olmasının yanı sıra uygulandığı sistem, maruz kaldığı evre faktörleri de onun özelliklerini etkilemektedir. Kompakt laminatın sisteminin montajında dikkate alınması gereken sistemin nefes almasıdır. Ayrıca sistemden ısısız genleşmeler ve bzlmeler, rüzgar yükleri, hareketli yükler, yerçekimi gibi yükler karşısında cephe bütünlüğünü bozmadan bu yüklere karşı dayanıklı olması beklenmektedir.
- Çalışmada yapılan deneylerde kullanılan numuneler, i tabakaları ahşap tozundan ve son katmanları EBC-PUR akrilat olan HPL'dir. Bu tür HPL'nin iç tabakası, sıkıştırılmış kraft kağıdından i tabakası olan HPL'ye göre daha homojendir. Ayrıca literatür araştırmasına göre deney yapılan numunelerin dekoratif son katmanlarının dayanımları, EBC-PUR akrilat nedeniyle melamin reçineli son katmana sahip kompakt laminatlara göre daha iyidir. Bu nedenle durabilite deneylerinin i tabakası sıkıştırılmış kraft kağıdından olan ve melamin reçineli son katmana sahip numunelerle de yapılması önerilmektedir.

- Çalışmada yapılmış olan UV dayanımı deneyinde HPL numunelerinde herhangi bir renk değişimi gözlenmemiştir ancak literatür araştırmasında dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhaların yüzey özelliklerinin kirlenme ile bozulabileceği anlatılmıştır. Bu nedenle UV etkisinin kirlenme ile beraber HPL üzerindeki etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.
- Çalışmada dış cephede kullanılan HPL'nin durabilitesi incelenmiştir. Malzemenin sistem olarak kullanılması halinde davranışının ve durabilitesinin ne yönde olacağına ilişkin çalışmaların yapılmasının da çok yararlı olacağı açıktır. Sistem bazında da deney ve gözlemlere dayalı çalışmaların yapılması önerilmektedir.
- Dış cephede kullanılan yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminat levhaların ve diğer yapı eleman ve malzemelerinin tasarlanan ömürleri boyunca onlardan beklenen performansları yerine getirebilmeleri için alınması gereken tedbirlerin yapının tasarımı ile başladığı unutulmamalıdır. Yapı eleman ve malzemelerinden sadece estetik olmaları beklenmemeli aynı zamanda çevreye, doğaya, insana saygılı olmaları da beklenmelidir.

KAYNAKLAR

- BS EN ISO 3231**, 1998. Paints and Varnishes – Determination of Resistance to Humid Atmospheres Containing Sulfur Dioxide, *British Standard*, Londra.
- EN 438-2**, 1993. High Pressure Decorative Laminates (HPL) – Sheets based on Thermosetting Resins (Usually Called Laminates) – Part 2: Determination of Properties, *European Standard*, Brüksel.
- DIN 50018**, 1997. Sulfur Dioxide Corrosion Testing In A Saturated Atmosphere, *Deutsches Institut Für Normung E. V.*, Berlin.
- Düşüt, G.**, 2006. Kompakt Laminat Giydirmce Cephe Sistemleri Performans Özellikleri in 3. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, Mimarlar Odası İstanbul BK Şubesi Yayınları, İstanbul.
- Ersoy, H. Y.**, 2001. Tabakalı Kompozitler in *Kompozit Malzeme*, p. 175-219, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Ersoy, M. S.**, 2005. Lif Takviyeli Polimerik Kompozit Malzeme Tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Holt, S.**, 1991. The Formica History: It isn't What You Think in *Formica & Design: From the Countertop to High Art*, p. 17-23, Ed. Lewin, G.L., Rizzoli International Publications, New York.
- ICDLI**, 1999. Technical Information Environmental Declaration for High Pressure Laminate HPL and Its Elements
- Meikle, J. L.**, 1991. Plastics in *Formica & Design: From the Countertop to High Art*, p. 39-59, Ed. Lewin, G.L., Rizzoli International Publications, New York.
- Nemli, G., Gezer, E. D., Hızıroğlu, S.**, 2003. The Changes In Important Quality Properties of Continuous Pressed Laminates (CPL) With Some Changes In Thickness and press Parameters, *Science Direct*, **38**, 913-917.
- Özgenç, Ö.**, 2006. Yüksek Basınçla Preslenmiş Kağıt Esaslı Reçine Kaplaması (HPL Laminat) Üretiminde Farklı Özellikte Astar ve Üst Katman Kullanımının Malzeme Kalitesine Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Peters, S. T.**, 1996. Advanced Composite Materials and Processes in *Handbook of Plastics, Elastomers and Composites*, p. 3.1-3.73, Ed. Harper, C.A., McGrawHill Companies, Inc., U.S.A.

- Terzi, F.,** 2004. Mimari Betonda Renk ve Doku, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tortu, Ş. Ş.,** 2006. Alüminyum Giydirmeye Cephelerde Isıl Performans Durabilite İlişkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Trespa,** 2004: Trespa Meteon: Design a la Carte. , Netherland (CD-ROM).
- TS10599,** 1993. Dekoratif Lamine Levhalar - Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış - Suya Dayanıklılık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS10602,** 1993. Dekoratif Lamine Levhalar - Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış - Kabarmaya Dayanıklılık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS10605,** 1993. Dekoratif Lamine Levhalar - Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış -Ksenon Ark Lambası Işığı ve Kapalı Karbon Ark Lambası Işığı Altında Renk Değişimine Dayanıklılık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS10606,** 1993. Dekoratif Lamine Levhalar - Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış, Lekelenmeye Dayanıklılık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS10610,** 1993. Dekoratif Lamine Levhalar - Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış - Yüzey Aşınmasına Dayanıklılık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS10613,** 1993. Dekoratif Lamine Levhalar - Yüksek Basınçta Sıkıştırılmış - Yüksek Sıcaklıklarda ve 20°C Sıcaklıkta Boyut Kararlılığı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 1818,** 1993, Plastikler-Yoğunluk ve Bağlı Yoğunluk Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 985 EN ISO 178,** 2004. Plastikler – Eğilme Özelliklerinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN ISO 354,** 2007. Akustik- Çınlama Odasında Ses Absorpsiyonunun Ölçülmesi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 1398-2 EN ISO 527-2,** 1997. Plastikler – Çekme Özelliklerinin Tayini- Bölüm 2: Kalıplama ve ekstrüzyon plastikleri için deney şartları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Url-1** <www.enotes.com/how-products-encyclopedia/decorative-plastic-laminate >, alındığı tarih 30.10.2007.
- Url-2** <<http://www.argeportal.com/haberler/38-makale-ve-raporlar/36-polimeresaslmpozit-malzemeler-ve-tasarda-kullanr.html> >, alındığı tarih 15.06.2006.
- Url-3** <http://www.mdacomposites.org/mda/psgbridge_CB_Materials2_Resins.html >, alındığı tarih 15.06.2006.
- Url-4** <<http://en.wikipedia.org/wiki/Melamine> >, alındığı tarih 15.06.2009.
- Url-5** <<http://en.wikipedia.org/wiki/Urea-formaldehyde> >, alındığı tarih 15.06.2009.
- Url-6** <<http://www.eskabin.com> >, alındığı tarih 20.09.2007.
- Url-7** <<http://www.arkitera.com/u309-meridyen-yapi---kompakt-laminat-giydirmecephe-sistemleri.html> >, alındığı tarih 25.05.2008.

Url-8 <<http://ftp.tech-env.com/pub/Durabil/wallenvelopes.pdf>>, alındığı tarih 23.06.2009.

Walker, A. J. T., 1995. Decorative Plastic Laminates in *Twentieth Century Building Materials, History and Conservation*, p. 127-131, Ed. Jester, T. C., National Park Service, USA.

Wisse, J. D. M., Fontijn H. F. N. and Broos C. J. M., 1998. Schmutzanhafung und Beständigkeit von HPL-Fassadenelementen, *Fassadentechnik*, **2**, 32-37.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Adlen Ayla Hilmioğlu

Doğum Yeri ve Tarihi: Tolbuhin, 1984

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2006