



T.C.
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİM ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ

AHŞAP-POLİMER KOMPOZİT LEVHALARIN
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ HAKKINDA

TEKNİK RAPOR

Rapor No: 2015-539

Bu rapor İTÜ Döner Sermaye İşletmesi Yönetmeliği'ne göre hazırlanmıştır.

İ.T.Ü. DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİM ENSTİTÜSÜ	
Tarih	: 28.05.2015
Kayıt No:	539

Hazırlayanlar

Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU
Dr. M. Serkan YATAĞAN

İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469 Maslak, İstanbul



İ.T.Ü.

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ**

**AHŞAP-POLİMER KOMPOZİT LEVHALARIN
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
HAKKINDA**

TEKNİK RAPOR

Rapor Tarihi: 22.05.2015

Rapor No: 2015/539

(Bu rapor İstanbul Teknik Üniversitesi Döner Sermaye İşletmeleri Yönetmeliği kapsamında hazırlanmıştır.)

I. GİRİŞ

Hasoğlu Kompozit Yapı Malz.ve Makina San. Tic. Ltd. Şti. tarafından İTÜ Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü Müdürlüğüne yapılan 02.04.2015 tarihli başvuruyla üretmiş oldukları Ahşap-Polimer Kompozit Levhaların Özelliklerinin belirlenerek değerlendirilmesi istenmektedir. Enstitü Yönetim Kurulunun konuya ilişkin kararı uyarınca istenen çalışma gerçekleştirilmiştir



İ.T.Ü.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ

II. YAPILAN DENEYLER VE TESPİTLER

Hasoğlu Kompozit Yapı Malz.ve Makina San. Tic. Ltd. Şti. tarafından laboratuvarımıza getirilen kompozit levha numuneleri üzerinde fiziksel, mekanik, termal, elektriksel özellikleri belirleme deneyleri yapılmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellikler kapsamında dinamik sürtünme katsayısı, lineer kütle, boyut toleransı, doğrulukta sapma deneyleri yapılmıştır.

1.1 Dinamik Sürtünme Katsayısı

TS EN 13893 standardına (Dinamik Sürtünme Katsayısı $\geq 0,43$ olmalıdır) göre; yapılan deneyde ahşap-polimer kompozit numunelerin üzerine yaklaşık ağırlığı bilinen cisim konularak cisme kuvvet uygulanmaktadır, Şekil 1. Yüğü hareket ettiren kuvvet sürtünme kuvveti olarak ölçülmektedir. Ölçümler standartta belirtildiği gibi numunenin her iki yüzünde yapılmaktadır. Ölçüm sonucunda dinamik sürtünme katsayısı $F_s = \mu \cdot N$ (F_s : Sürtünme Kuvveti, μ : Dinamik Sürtünme Katsayısı, N: Normal Kuvvet) formülünden **0,48** olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda, **0,48 \geq 0,43** olduğu için standardın istediği koşul sağlamaktadır.



Şekil 1. Dinamik Sürtünme Deneyi

1.2 Lineer Kütle

TS EN 15534-1 ve TS EN 15534-4 standartlarına (lineer kütle $\geq \% 95$ olmalıdır) göre; 3 adet ahşap-polimer kompozit numunelerin uzunluğu mm cinsinden ve ağırlıkları gr cinsinden

Luca JF



İ.T.Ü.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ

ölçülmüştür. Uzunluk ve ağırlıkların ortalamaları alınarak $P = M / L$ formülü [P: Lineer kütle (gr/m), M: Numunenin ağırlığı (gr), L: Uzunluk (m)] ile lineer kütle hesaplanmıştır. Standart lineer kütle değerine göre toleransı yüzde olarak belirlenmiştir.

Ahşap-polimer kompozit numunenin ortalama lineer kütlesi 0,281 gr/m olarak ölçülmüştür ve tolerans değeri % 99,6 olarak belirlenmiştir.

Bu durumda, % 99,6 \geq % 95 olduğu için standardın istediği koşul sağlamaktadır

1.3 Boyut Toleransı

TS EN 15534-1 ve TS EN 15534-4 standartlarına göre; 3 adet ahşap-polimer kompozit numunelerin uzunlukları, kalınlıkları ve genişlikleri ölçülerek her bir boyut için ortalama değerler elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Boyut Toleransı

Boyutlar	Tolerans
Uzunluk	$\pm 0,05$ cm
Kalınlık	$\pm 0,23$ cm
Genişlik	$\pm 0,02$ cm

1.4 Doğrulukta Sapma

TS EN 15534-1 ve TS EN 15534-4 standartlarına (doğrulukta sapma değeri $\leq 0,50$ olmalıdır) göre; 3 ahşap-polimer kompozit numunelerin doğruluklarında sapma ölçümlerinde numuneler düz bir düzlem üzerine yerleştirilerek numune ile düzlem arasındaki boşluk boyutu ölçülmüştür. Ahşap-polimer kompozitlerin doğruluklarında sapma değeri $\pm 0,40$ % bulunmuştur.

Bu durumda, % 0,40 \leq 0,50 olduğu için standardın istediği koşul sağlamaktadır

2. Mekanik Özellikler

Mekanik özellikler kapsamında, darbe ve eğilme dayanımları ile sünme miktarı belirlenmiştir

Handwritten signatures

2.1 Darbe Dayanımı

TS EN 15534-1 standardında (ezilme derinliği $0,5 \geq$ mm ise hasarlı) belirtildiği gibi; ahşap-polimer kompozitlerin üzerine belirli yükseklikten ağırlık düşürülerek deney yapılmıştır, şekil 2. Deney sonunda, numune üzerinde hasar olup olmadığı görsel olarak incelenmiştir. Deney için 10 adet numune kullanılmıştır. Darbe dayanımı ölçümü her iki yüzeyde de yapılmıştır. Düşürülen ağırlık miktarı standartta $1\ 000 \pm 5$ gr, yükseklik ise 700 ± 5 mm olarak belirtilmiştir. Görsel inceleme sonucunda numune üzerinde çatlak veya ezilme olup olmadığı incelenmiştir. İnceleme sonunda çatlak oluşmadığı ancak hafif ezilme olduğu görülmüştür. Ezilme derinliği 0,01 mm olarak ölçülmüştür. Numunelerde ölçülen ezilme derinliği 0,5 mm'den çok küçüktür. Bu durumda numunelerin darbe dayanımının yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Darbe Dayanımı (Bilye Testi)

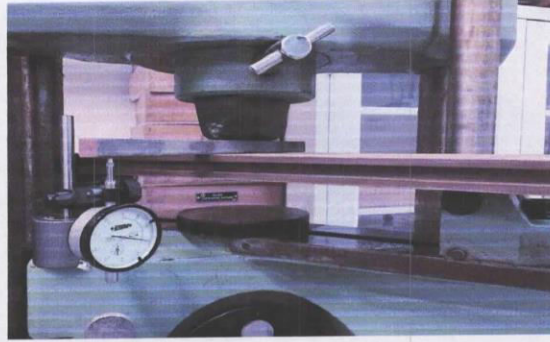
2.2 Eğilme Özellikleri

TS EN 15534-1 standardına (500 N kuvvete denk gelen ortalama deformasyon $500\ N \leq 2,0$ mm olmalıdır) göre; yapılan deneyde öncelikle 8 adet numunenin kalınlığı ve genişlikleri ölçülmüştür. Mesnet açıklığı (en az 10 cm olacak şekilde) 40 cm olarak seçilmiştir. Numune mesnetler üzerine yerleştirilip yük uygulanarak 3 noktalı eğilme deneyi yapılmıştır. Komparyetre ile yüklere denk gelen şekil değiştirmeler ölçülmüştür, (maksimum yük kayıt edilir), (Şekil 1). Standartta göre eğilme özellikleri için numunede 500 N kuvvete denk gelen ortalama deformasyonun 2 mm'ye eşit ve ufak olması istenmektedir. Ahşap-polimer kompozit numunede 500 N'a denk gelen deformasyon değeri 1,77 mm olarak ölçülmüştür ve bu değer standarda uygundur. Elastisite modülü ve eğilme dayanımı aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.



İ.T.Ü.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ



Şekil 3. Eğilme dayanımı ölçümü

Eğilmede elastisite modülü hesabı:

$$E_m = \frac{l_1^3 \cdot (F_2 - F_1)}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot (a_2 - a_1)}$$

E_m : Eğilmede elastisite modülü

l_1 : Mesnet açıklığı (mm)

$F_2 - F_1$: Gerilme-şekil değiştirme grafiğinde linear kısımda yükler arasındaki sabit fark (N).

F_2 , maksimum kuvvetin % 20'si, F_1 , maksimum kuvvetin % 10'u olarak kabul edilir.

b : Numunenin genişliği (mm)

h : Numunenin kalınlığı (mm)

$a_2 - a_1$: F_2 ve F_1 kuvvetlerine denk gelen şekil değiştirme değerleri (mm)

Eğilme Dayanımı hesabı:

$$\sigma_m = \frac{M_B}{W_x} = \frac{F_{\max} \cdot l_1}{4 \cdot W_x}$$

σ_m : Eğilme Dayanımı

F_{\max} : Maksimum kuvvet (N)

l_1 : Mesnet açıklığı (mm)

W_x : Kesit momenti (mm³)

Ahşap-polimer kompozitlerin elastisite modülü 3,8 GPa ve eğilme dayanımı 796 MPa olarak hesaplanmıştır. Literatürden, ahşap miktarı arttıkça elastisite modülünün arttığı bilinmektedir. Hesaplanan sonuca göre numunelerin ahşap oranının yüksek olduğu düşünülmektedir.

2.3 Sünme

TS EN 15534-1 standardına (standart değerleri Tablo 2’de verilmiştir) göre; yapılan 3 noktalı eğilme deneyinde ahşap-polimer kompozit numuneye sabit yük uygulanarak sünme davranışı incelenmiştir. Mesnetler arasındaki mesafe 90 cm olarak belirlenmiş ve 3 numunenin boyu (mesnetler arasındaki mesafesi) eşit olarak alınmıştır. Her bir numune mesnet üzerine oturtulmuş ve ortasına kuvvet uygulanmıştır. 3 hafta boyunca sabit yüklemeye bırakılmıştır. Numunelerin alt kısmına yerleştirilen komparametre ile şekil değiştirmeler mm cinsinden Standardın belirlediği sürelerle göre şekil değiştirme miktarları ölçülmüştür, (Şekil 2). Elde edilen bu değerlere göre sünme miktarları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.



Şekil 4. Sünme Deneyi

Sünme hesabı:

$$\Delta_s = a_3 - a_2$$

Δ_s : Sünme miktarı (mm)

a_2 : Yükleme yapıldıktan sonra 1.dakikadaki şekil değiştirme (mm)

a_3 : Yükleme sonunda yük kaldırılmadan önceki şekil değiştirme (mm)

$$\Delta_{sr} = a_4 - a_1$$

Δ_{sr} : Kalıcı sünme miktarı (mm)

a_1 : Yükleme yapılmadan önceki şekil değiştirme (mm)

a_4 : 24 saatlik yükleme sonunda yük kaldırıldıktan sonraki şekil değiştirme (mm)



İ.T.Ü.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ

$$C_f = \frac{a_3 - a_2}{a_2 - a_1}$$

- C_f : Sünme faktörü
 a_1 : Yükleme yapılmadan önceki şekil değişirme (mm)
 a_2 : Yükleme yapıldıktan sonra 1.dakikadaki şekil değişirme (mm)
 a_3 : Yükleme sonunda yük kaldırılmadan önceki şekil değişirme (mm)

$$E_{rc} = 100 \times \frac{a_3 - a_5}{a_3 - a_1}$$

- E_{rc} : Sünme geri dönüş miktarı (%)
 a_1 : Yükleme yapılmadan önceki şekil değişirme (mm)
 a_3 : Yükleme sonunda yük kaldırılmadan önceki şekil değişirme (mm)
 a_5 : Yükleme sonunda yük kaldırıldıktan sonraki şekil değişirme (mm)

Hesaplanan sünme değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Sünme değerleri

Sünme	Hesaplanan Değerler (mm)	Standart Değerler (mm)
Sünme miktarı (Δ_s)	6,13	≤ 10
Kalıcı sünme miktarı (Δ_{sr})	4,88	≤ 5
Sünme faktörü (C_f)	2,03	≤ 6
Sünme geri dönüş miktarı (E_{rc})	47	≥ 30

* Numunelerin tek başına Δ_s değeri de standardın belirlediği ≤ 13 koşulunu sağlamaktadır.

Sünme miktarları standartlara göre uygundur.

3. Durabilite Deneyleri

Durabilite deneyleri kapsamında yapay iklimlendirme, şişme ve su emme, donma –çözülme, kaynatma ile su emme ve ıslanma-kuruma deneyleri yapılmıştır.

Her 7

3.1 Yapay İklimlendirme

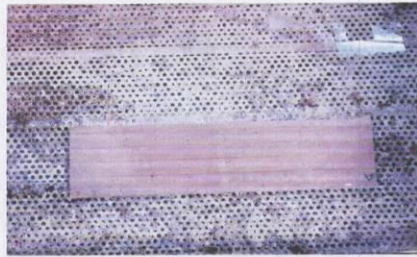
Ahşap-polimer kompozit numuneler TS EN 927-6 standardına göre; belirli süre UV lambasının altında tutulmuştur. Deney sonunda görsel inceleme sonunda renk değişimi olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 5. Yapay iklimlendirme (UV deneyi)

3.2 Şişme ve su emme

TS EN 15534-1 standardına (standart değerleri Tablo 3’de verilmiştir) göre; 5 adet numune; kalınlığı, genişliği, uzunluğu ve ağırlığı ölçülerek oda sıcaklığında suya konulmuştur. 24 saat sonra, 2, 4, 7, 14 ve 28. günde numunelerin kalınlığı, genişliği, uzunluğu ve ağırlığı tekrar ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar ve istenilen sınır değerler tablo-3’de toplu olarak verilmiştir. Kalınlık dışında diğer boyutlardaki değişimler standart değerlerini karşılamaktadır.



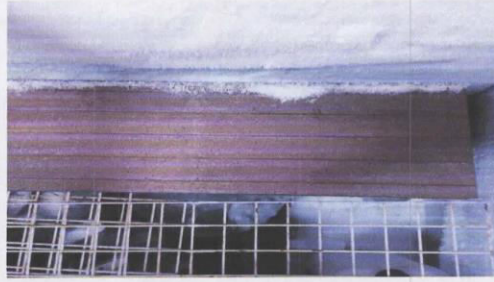
Şekil 6. Su Emme Deneyi

Tablo 3. Şişme ve su emme deneylerinde ölçülen boyut değişimleri

Boyut	Şişme (%)	Su Emme	Standart Değerleri
Kalınlık	5,6	-	≤ 4
Genişlik	0,77	-	$\leq 0,8$
Uzunluk	0,31	-	$\leq 0,4$
Ağırlık	-	1	≤ 7

3.3 Donma-çözülme

TS EN 321 standardına (standart değerleri Tablo 4’de verilmiştir) göre; yapılan donma-çözülme çevrimlerinde su emme deneyine girmiş ahşap-polimer kompozit numuneler birinci çevrimde 24 saat dondurulduktan 3 gün boyunca kurutma ile çözülme yapılmıştır. İkinci ve üçüncü çevrimlerde numuneler tekrar suya doyurularak 24 saat dondurulduktan 3 gün boyunca kurutma ile çözülme yapılmıştır. Çevrimler bittikten sonra etüvde kurutulmuştur. Kurutulan numunelerde eğilme dayanımı ve elastisite modülü tekrar ölçülerek azalma miktarı yüzde ile belirlenip standartlara uygunluğu incelenmiştir. Tablo 4’te ortam ve donma-çözülme koşullarında ölçülen eğilme dayanımı ve elastisite modülü değerlerinin değişimi verilmiştir.



Şekil 7. Donma-Çözülme

Tablo 4. Ortam ve donma-çözülme koşullarında eğilme dayanımı ve elastisite modülü

Mekanik Özellik	Ortam (MPa)	Donma-Çözülme (MPa)	Azalma (%)	Standart Değer (%)
Eğilme Dayanımı	796	713	10	≤ 20
Elastisite Modülü	3,8	3,53	7	≤ 20

Eğilme dayanımı ve elastisite modülü azalma miktarları standart değerlerini karşılamaktadır.

3.4 Kaynatma ile su emme deneyi

TS EN 15534-1 standardına (ortalama ağırlıkça su emme \leq % 7 olmalıdır) göre; yapılan deneyde numunelerin önce ağırlıkları ölçülmüş ve numuneler suyun içine konularak kaynama noktasına kadar su kaynatılmıştır. Numuneler kaynamış suyun içinde 5 saat bekletildikten sonra sudan çıkartılarak 15 dakika soğuk suda bekletilmiştir. 15 dakika sonra sudan çıkartılan numunelerde 2 saat sonra tekrar ağırlık ölçümü yapılmıştır.



İ.T.Ü.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ

Yapılan hesaplamalar sonucunda kaynatmada ölçülen ortalama ağırlıkça su emme değeri % 3,3 olarak bulunmuştur. Bu durumda, $\%3,3 \leq \%7$ olduğu için standardın istediği koşul sağlamaktadır

3.5. Islanma-kuruma

TS EN 15534-1 standardına (ortalama ağırlıkça su emme $\leq \% 7$ olmalıdır) göre; Ahşap-polimer kompozit 3 adet numune yaklaşık bir hafta boyunca 18 saat suda 6 saat ortamda kuruma ile ıslanma-kuruma çevrimi yapılmıştır. Deney yapılmadan önce numunelerin ağırlığı ölçülmüş ve çevrimler sonucu tekrar ölçüldüğünde ağırlık miktarı değişimi % 1 olarak bulunmuştur. Bu değer standardın belirttiği $\leq \% 7$ koşulunu sağlamaktadır.

4. Termal Özellikler

Termal özellikler kapsamında lineer termal genleşme katsayısı, gerilme ısısı ve ısı kütleme deneyleri yapılmıştır.

4.1 Lineer Termal Genleşme Katsayısı

TS 1065-2 ISO 11359-2 standardına (Lineer ısı genleşme katsayısı $\leq 50 \times 10^{-6} K^{-1}$ olmalıdır) göre; deney numunesi olarak 5 mm uzunlukta 5 mm genişlikte 3 adet dikdörtgen prizma numuneler hazırlanmış ve Termo Mekanik Analiz (TMA) cihazının propları arasına yerleştirilerek $4 \pm 0,1$ kPa yük uygulanarak sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Sıcaklık ölçümü sırasında 50 mL/dak akış hızı aralığında kuru hava akımı oluşturulmuştur. Deney numunesinin sıcaklığı $5^{\circ}C/dak$ olacak şekilde sabit bir hızla arttırılmış ve numunenin uzunluk değişimi artan sıcaklıklarda ölçülmüştür.

T sıcaklıktaki doğrusal ısı genleşme katsayısı (α), K^{-1} cinsinden aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$\alpha = (dL/dT) \times 1/L_0$$

L_0 : Deney numunesinin oda sıcaklığındaki uzunluğu (μm)

L: Deney numunesinin T sıcaklığındaki uzunluğu (μm)

T: Sıcaklık (K)



İ.T.Ü.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ

Ahşap-polimer kompozit numunenin doğrusal ısı genleşme katsayısı $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır ve standartta belirtilen $\leq 50 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ koşulunu sağlamaktadır.

4.2. Gerilme Isısı Ölçümü

TS 15534 standardına (gerilme ısısı değer aralığı $35-45^\circ\text{C}$ arasında olmalıdır) göre; 3 adet ahşap-polimer kompozit numune 75 cm uzaklıkta 400 W UV lambası altında tutulmuşlardır. Numune yüzey sıcaklığı ve ortam sıcaklığı dijital termometre ile ölçülmüştür. Aralarındaki fark gerilme ısını vermektedir ve yaklaşık olarak 38°C olarak bulunmuştur. Ahşap-polimer kompozit numunelerin gerilme ısısı standart değerleri aralığında kalmaktadır.

4.3 Isı Kürleme Deneyi

ASTM 610 standardına (150°C de bozulma olmamalıdır), göre; 3 adet ahşap-polimer kompozit numuneler yaklaşık 150 derecelik bir etüvde kalınlığa göre standardın belirttiği süre olan 30 dakika tutularak, herhangi bir bozulma olup olmadığı incelenmiştir. Süre sonunda numunelerde hafif bir bozulma olduğu görülmüştür.

5. Elektriksel Direnç Tayini

Ahşap-polimer kompozit numunelerin elektriksel direnci ohmmetre ile ölçülmüştür. 3adet numuneye en düşükten başlayarak en yükseğe kadar olan ohm değerleri verilerek elektriksel direncin sayısal analizi yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda ahşap-polimer kompozit numunelerin elektriksel direncinin sonsuz olduğu ve elektriksel iletkenliği sıfır (0) ölçülmüştür.

6. Yangın Dayanımı

Yangın dayanımı kapsamında tek alev kaynağı ile tutuşabilirlik ve alev yayılması deneyleri yapılmıştır.

6.1 Tek alev kaynağı ile tutuşabilirlik deneyi

TS EN ISO 11925-2 standardına göre 3 ahşap-polimer kompozit numune 20 saniye süreyle köşesinden çakmak büyüklüğündeki ateş kaynağına tutulmuştur. Deney sonucunda tutuşma olmuş, duman çıkmış ve alev yüksekliği 5-6 cm yüksekliğine kadar çıkmıştır. Ancak herhangi

Ali Ş

bir damlama olmamıştır. Elde edilen alev yüksekliği 15 cm'den küçük olduğu için TS EN 13501-1'e göre "döşemeler için" ahşap-polimer kompozit malzemesinin yangın sınıfı C_{fl} s1 olarak belirlenmiştir.



(a)Deney başlangıcı



(b)Deney sonu

Şekil 8. Yangın deneyi; tek alev kaynağı

6.2 Alev yayılması deneyi

EN ISO 9239-1 standardına (ısı akı değeri $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$ olmalıdır) göre yapılan deneyde 20 saniye süreyle numune altından yaklaşık 300°C alev tutulmuştur. Numune yüzeyinde yanma, duman oluşumu ve damlama olup olmadığı incelenmiştir. Numunenin yandığı ve üstten itibaren yanmanın içe doğru nüfus ettiği bu esnada duman oluşturduğu ancak herhangi bir damlamanın olmadığı görülmüştür. (Şekil). Fourier kanuna göre hesaplanan ısı akısı $4,8 \text{ kW/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. TS EN 13501-1'e göre "döşemeler için" ahşap-polimer kompozit malzemesinin yangın sınıfı C_{fl} s1 olarak belirlenmiştir.



(a) Alev yayılması



(b) Duman oluşumu

Şekil 9. Alev yayılması



İ.T.Ü.

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DEPREM MÜHENDİSLİĞİ VE AFET YÖNETİMİ ENSTİTÜSÜ**

III. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ahşap-polimer kompozit numunelerde yapılan deneyler ve görsel tespitler ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Numunelerin dinamik sürtünme katsayısı, lineer kütle, boyut toleransı, doğrulukta sapma gibi fiziksel özelliklere yönelik büyüklüklerinin,
- Darbe ve eğilme dayanımları ile sünme miktarı gibi mekanik özelliklerinin,
- Yapay iklimlendirme (UV dayanımı), şişme ve su emme (kalınlık hariç), donma – çözülme, kaynatma ile su emme ve ıslanma-kuruma gibi durabiliteye yönelik özelliklerinin,
- Lineer termal genleşme katsayısı, gerilme ısısı ve ısı kütleme gibi termal özellik değerlerinin standartlara uygun olduğu ,
- elektriksel direncinin sonsuz, diğer bir anlatımla yalıtkan olduğu
- yangın sınıfının C_{fl} s1 olduğu

belirlenmiştir. Su emme değerindeki minimal kalınlık değişiminin, kompozitin ahşap bileşenin cinsinin değiştirilmesi veya iyileştirilmesi ile giderilebileceği düşünülmektedir.

Prof.Dr. Nihal ARIOĞLU

Yapı Malzemesi Laboratuvar Sorumlusu

Dr. Müh. M. Serkan YATAĞAN

İTÜ.Mim.Fak. Öğrt.Gör.

