



## DENEY RAPORU (ÖZET)

**RAPOR NO.** : 2004.03.04.620/02  
**RAPOR TARİHİ** : 20.07.2004  
**HAZIRLAYAN** : Öğr. Gör. Dr. Cevdet ÖZTİN  
ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara  
**İSTEK SAHİBİ** : FORMFLOOR Zemin ve Yapı Malz. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.  
**TEST KONUSU** : Yükseltmiş Döşeme Panellerinin Yangına Dayanım Süresi  
**DENEY ÖRNEKLERİ**: Alt Galvaniz Sac – Üst PVC Kaplamalı Panel  
**DENEY YÖNTEMİ** : DIN 4102 Bölüm 2

### DENEY SONUÇLARI

Raporda ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere, galvaniz sac metal kaplamalı alt yüzeyi olan elemanlar üst yüzey kaplama türüne bağlı olmaksızın ve destek ayakları arasında U-profil kuşaklar kullanılmak kaydıyla **DIN 4102 uyarınca F-30B sınıfı** özellikleri taşımaktadır. Bu elemanların prEN 13501-2 standardı uyarınca denenmesi halinde REI-30 sınıfına uygun özelliğe sahip olmaları beklenmektedir.

Saygılarımla,

Öğr. Gör. Dr. Cevdet ÖZTİN  
ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü



## DENEY RAPORU

RAPOR NO. : 2004.03.04.620/02

RAPOR TARİHİ : 20.07.2004

HAZIRLAYAN : Öğr. Gör. Dr. Cevdet ÖZTİN  
ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü, 06531Ankara

### KONU

Bu rapor FORMFLOOR Zemin ve Yapı Malzemeleri İnşaat Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından Bölümümüze yapılan 28.06.2004 tarih ve 062004002 sayılı başvuru ekindeki galvaniz sac metalden alt kaplaması bulunan bir adet yükseltilmiş döşeme elemanı örneğinin DIN 4102 standardı uyarınca yangına dayanım süresi sınıfının belirlenmesi istemi üzerine hazırlanmıştır.

### ÖRNEK TANITIMI VE DENEY YÖNTEMİ

İncelenecek örnek orijinal boyutlarında ve kullanılmaya hazır olarak teslim edilmiştir. Malzemenin firma tanıtım bilgileri aşağıdadır.

Üst Kaplama : 2 mm kalınlıkta heterojen PVC  
Alt Kaplama : 0.5 mm kalınlıkta galvanize sac  
Yan Kenar Kaplama: 0.4 mm sert PVC şerit  
Çekirdek Gövde : 30 mm kalınlıkta yüksek yoğunluklu sunta  
Boyutlar : 600x600x32.5 mm (en/boy/kalınlık)

Firmanın ürün portföyünde alt kaplaması galvanize sac olmak kaydıyla, üst kaplama için PVC levha yanı sıra yine galvanize sac ve HPL laminat levhali modellerin de olduğu katalog bilgilerinden görülmektedir. Verilen bilgiye göre tamamı kompozit ürün karakterinde olan paneller çelik ayaklar üzerine yerleştirilmek suretiyle yükseltilmiş bir zemin oluşturulmakta, ve iki taban arasında kalan hacim çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Değişik boylarda ve ayarlanabilir nitelikte ayaklar kullanılarak tabanlar arası hacmin büyüklüğü değiştirilebilmektedir. Fiili uygulama sırasında döşeme panellerinin her köşesi bir çelik ayağın üzerine oturmakta ve böylece kesiksiz bir üst döşeme elde edilmektedir.

C.Ö.

Üst döşemenin altında kalan hacim istenilen (elektrik, elektronik, ısıtma, su, vb) tesisat elemanlarının kolay montaj ve bakımını sağlamakta olup firma kataloglarından da anlaşıldığı üzere ayak boyunun artması halinde bu ayaklar galvaniz saç metalden U-profil kuşaklar ile birleştirilmekte; panel döşemenin yük altındaki statik direncinin artırılması yanı sıra profiller ve ayakların üzerine yerleştirilen contalarla ile de ayrıca hava sızdırmazlığı sağlanmaktadır. Panellerle birlikte çelik ayaklar ve ayakları birbirine bağlayan çelik kuşaklar ile bunların üzerine yerleştirilen conta malzemeleri de deneylerde kullanılmak üzere ayrıca gönderilmiştir.

Yükseltilmiş döşeme panellerine ait kıstas ve özellikleri anlatan Ağustos 2001 tarihli EN 12825 standardı bu malzemelerin yangın karşısındaki davranışını panellerin altındaki hacimde oluşan ve/veya yayılan bir yangın dikkate alınarak belirlenmesini istemektedir. Benzer nitelikte bir kıstasa DIN 4102 standardının incelenmesi sonucu da ulaşılabilmektedir.

DIN 4102 standardında malzemelerin yangına karşı davranış sınıfı ve yangına dayanım süresi sınıflarının belirlenmesi için gereken deney koşulları ayrı ayrı verilmiştir. 20.07.2004 tarih ve 2004.03.04.620/01 sayılı raporumuzda anlatıldığı üzere firma ürünlerinin tamamı B1 (zor yanan malzeme) sınıfı özellikleri taşımaktadır. Bu raporda alt yüzeyi galvaniz saç metal levha kaplanmış olan türlerin yangına dayanım süresinin saptanmasına yönelik deneysel gözlemler ve sonuçlar verilmekte olup ayrıca konuya ilişkin EN standartları açısından da irdeleme yapılmıştır.

#### **DENEYLER VE İRDELEMELER**

Malzemelerin yangına dayanım süreleri DIN 4102 standardı Kısım 2 koşullarında yapılmaktadır. Bu standartta malzemelerin yangına dayanım sınıfları belirli kıstasların sağlanmasını sağlayan dakika birimiyle süreler olup F30, F60, F90, F120, ve F180 isimlerini almakta; buna ek olarak malzemenin yangına karşı davranışı da A (yanmayan malzeme) veya B (yanan malzeme) sınıfı olarak belirtilmektedir. Bu durumda Formfloor markalı yükseltilmiş döşeme elemanları için DIN 4102 standardında mevcut sınıflamaya göre örneğin F30-B kategorisi malzemenin asgari 30 dakika süreyle istenen kıstaslara uygun davrandığını gösterecektir.

Kompozit malzemenin esasını ahşap oluşturduğundan 60 dakikalık bir dayanım süresi gerçekçi bir beklenti değildir. Zira deneysel koşullarda 30 dakikalık bir deney sonucunda deney sıcaklığı ortalama 830 °C; 60 dakikalık bir deney sonucunda ise yine ortalama 950 °C olarak öngörülmektedir.

DIN 4102 standardı kapsamındaki bir malzemenin yangına dayanım sınıfını belirlenmeyen sürenin saptanmasında üç temel unsur dikkate alınmaktadır:

a) **Yük taşıma kapasitesi** : Malzemenin uygulamada taşıyacağı yük veya bizzat kendi ağırlığı altında işlev göremez hale geldiği ve/veya parçalandığı süre

b) **Sızdırmazlık** : Malzemenin bütünlüğünün bozularak çatlakların oluşması, büyümesi, alev görmeyen tarafa gaz sızması, bu gazların yanıcı karakterde olmaları, ve/veya diğer tarafta sürekli alevlerin oluşması durumlarının belirlendiği süre(ler)

c) **Isı yalıtkanlığı** : Malzemenin alev görmeyen tarafındaki yüzeyinin herhangi bir noktada 180 °C'den daha yüksek sıcaklığa ulaştığı; veya başlangıç sıcaklığına göre ortalama 140 °C sıcaklık farkından fazla ısındığı süre.

### **YANGINA DAYANIM SÜRESİ DENEY DÜZENEGİ**

DIN 4102 – Bölüm 2 deneylerinin levha halindeki ürünlere uygulanması için Bölümümüzde bir fırın tasarlanıp üretilmiştir. Bu fırın esas itibarıyla üstü açık bir kutu biçiminde olup bu açıklık 1200x3000 mm boyutlarındaki deney örneği ile kapatılmaktadır. Deney örneği bir metal kasaya (uygulamadaki usullerine göre) monte edildikten sonra elde edilen bu "fırın kapağı" kutunun üstüne yerleştirildiğinde örneğin "asma tavan biçiminde ve dolayısıyla kendi ağırlığıyla yangına dayanım koşulu" sağlanmaktadır. Fırının tabanında mevcut bir dizi boru üzerindeki deliklerden yukarıya doğru LPG alevi verilerek fırın ısıtılmaktadır.

Formfloor döşeme elemanlarının deneyleri için önce bu elemanların üzerine monte edildikleri ayaklar fırın tabanına oturtulmuş, daha sonra yükseklikleri fırın üst hizasına getirilip ara kuşaklar ile bağlanmıştır. Bu durumda döşeme elemanları yerleştirildiği zaman önceki uygulamalarda yapıldığı gibi fırın kapağı kapatılmış olmaktadır.

Fırın kapağının oluşturulması için iki sıra halinde (her sırada beşer tane) toplam 10 adet 600x600 mm boyutlu döşeme elemanı kullanılmıştır. Elemanlar kenarlarının tamamı boyunca ayaklar ve ara kuşaklar üzerinde olup uygulamadaki gibi plastik contalarının üzerine basmaktadır. Oluşturulan bu kapak ile fırının duvarları arasında kalan boşluklar uygun biçimde kapatılıp fırın içi dış ortamdan izole edilmiştir. Döşeme elemanından oluşturulan bu kapağın üzerine metal bir kasa ve tasarım yüküne eşdeğer yük uygulaması yapılmıştır.

### **FORMFLOOR PANELLERİNE YÖNELİK DENEYSEL GÖZLEMLER**

Alt yüzeyi galvaniz sac ve üst yüzeyi PVC levha kaplı olan döşeme elemanları ile 30 dakikadan fazla sürdürülen deneylerdeki önemli gözlemler aşağıdadır.

- Deney başlangıcından itibaren ortalama 5 dakika süre içinde (muhtemelen) contalık malzemeler ve PVC yan kaplama şeritlerinin yanmaya başlaması sonucu bazı elemanların birleşim yerlerinden dışarıya havadan yoğun olduğu için elemanların dış yüzeyi boyunca yatay yönde yayılan bir duman sızıntısı görülmüştür. Sızıntının kendisinin yanıcı olmadığı, ve standarttaki pamuk yanma deneyinde pamuğu yakacak sıcaklıkta da olmayıp bir süre sonra esas itibarıyla kesilmiştir.
- Fırın içi ve dış yüzey sıcaklıklarındaki ölçümler deneyin standarttaki sıcaklık-zaman ilişkisi içinde ve istenen kıstaslarda olduğunu göstermiştir.
- Deneyin yaklaşık 18 dakikası dolduğunda fırın bacasından çıkan gazlarda yoğun duman artışı başlamıştır. Bu durum ahşap malzemenin bozunma hızının artması olarak yorumlanmalıdır.
- Deneyde 28 dakika dolduğunda paneller arasındaki açılmalara bağlı olarak yer yer yoğun gaz sızıntısı tekrar başlamış, ancak dışarıya çıkan gazların yanıcı olmadığı gözlenmiştir.
- Deneyde 30 dakika dolduğunda panellerden bir tanesi üzerine standarttaki darbe deneyi uygulanmış ve önemli oranda deformasyon veya göçme görülmemiştir.
- Deneyin 31. dakikasında bazı elemanlardan iç kaplamaya rağmen fırın içine yanan parçalar dökülmeye başlamış ve esnada sıcaklıklar fırın içinde ortalama 786 °C; alev görmeyen eleman yüzeyinde ise yine ortalama 114 °C olarak ölçülmüştür.

- Deneyin 38. dakikasına gelindiğinde döşeme elemanlarının statik dirençlerinin de zayıflamış olduğu anlaşılmış; gaz sızıntısının panellerin bir çoğunun birleşme kenarlarından yoğun biçimde çıkmaya başladığı görülmüş; ve bu nedenle ortalama fırın içi sıcaklığı 812 °C; dış yüzey sıcaklığı da 132 °C iken yakıt besleme kesilmiştir. Deneyin sona erdirildiği sırada elemanların iç kaplamaları destek ayaklarını yardımıyla "bütünlüklerini" korurken dış PVC kaplaması esas itibariyle hiç etkilenmemiş durumdadır.
- Yakıt kesilmesine rağmen ahşap malzemelerin yanmaya devam etmesi nedeniyle önce döşeme elemanlarının dış yüzeylerine ve sonra da fırın içine doğrudan su uygulaması yapılarak yanma tümüyle sonlandırılmıştır.

Deney fırını soğuduktan sonraki gözlemler aşağıda verilmektedir.

1. Döşeme elemanlarının tümünde metal kaplama ile ahşap malzeme arasındaki yapıştırıcı kaybolmuştur.
2. Gerek metal kaplamalar, ve gerekse metal ayak ve kuşakların hepsi deneyden (yüzeysel etki dışında) etkilenmemiş durumda ve sağlamdır.
3. Ahşap elemanların tümüne yakını yer yer %80 oranlara kadar kömürleşmiş durumda; ve statik dirençleri zayıflamakla birlikte bütünlüklerini korumaktadır.
4. Döşeme elemanlarının yan kenarlarındaki PVC kaplamaları tümüne yakın oranda yanmış ve/veya kömürleşmiş; ancak dış yüzey kaplaması esas itibariyle sağlam durumdadır.

Yapılan deney koşullarında malzemenin 30 dakikadan daha uzun süre için yük taşıma kapasitesini koruyacağı açıkça görülmektedir. Benzer biçimde, laboratuvar ortamının 22 °C olduğu deneyde döşeme elemanlarının dış yüzey sıcaklık değerleri 30 dakikada ortalama  $114-22=92$  °C ile üst sınır değerinden oldukça altında kalmıştır. Sızdırmazlık kavramı ise (toplam 10 tane döşeme elemanı birleştirilerek kapak yapıldığı için) temelde sağlanamayacak bir özelliktir; ancak dışarıya gaz sızıntısı ve bunun yanıcılığı/yakıcılığı deneysel kıstaslar altındadır.

Formfloor döşeme elemanının 30 dakikadan fazla süreyle yangına dayanım göstermesinin temelinde malzemenin metal kaplamalı olmasının payı yadsınamaz; bu suretle ahşabın yanmaya başlama süresi ötelenmektedir.

Döşeme elemanlarının montajında kullanılan ayaklar arasındaki ara kuşaklar ve PVC yan kaplamaların da önemli rol sahibi olduğu düşünülmektedir. Ara kuşaklar hem statik direnci arttırmış ve hem de plaka kenarlarından dışarıya gaz sızıntısının önlenmesine katkıda bulunmuştur. Dış yüzey PVC kaplaması hemen hiç etkilenmediğinden bu yüzeyde galvaniz saç metal veya HPL laminat kaplama olmasının sonucu değiştirmeyeceği kanaatinden hareketle alt yüzeyi galvaniz saç metal kaplı tüm döşeme elemanlarının DIN 4102-Kısım2 uyarınca F-30B sınıfına uygun bir yangına dayanım davranışı göstermekte olduğuna karar verilmiştir.

### **EN STANDARTLARI AÇISINDAN YANGINA DAYANIM DENEYLERİ**

Yükseltilmiş döşeme elemanlarına yönelik EN 12825 standardı bu malzemelerin yangına dayanım davranışının prEN 13501-2 standardı doğrultusunda belirlenmesini öngörmektedir. Gerek prEN 13501-1 ve gerekse prEN 13501-2 standardı esas itibariyle DIN 4102 standardının yeniden, daha ayrıntılı ve kategorik biçimde hazırlanmış halidir. Standartta yangına davranış kıstasları olarak yine yük taşıma kapasitesi, bütünlük (sızdırmazlık), ve ısı yalıtımı kabul edilmekte; bütünlük için çatlakların oluşması, gaz sızıntısı, ve dışarıya geçen alevler için ayrı ayrı kıstaslar eklenmektedir. Bütün bunlara ek olarak DIN 4102'de uygulanan sıcaklık-zaman ilişkisinin yanısıra değişik ilişkilerle kapsam genişletilmektedir.

Avrupa standardı prEN 13501-2'deki 7.5.5 maddesi yükseltilmiş döşeme elemanlarının yangına dayanım davranışında EN 1366 standardı esas alınarak EN 1363 uyarınca deney yapılmasını istemektedir. Ancak EN 1366 standardı uyarınca deney yapılması için burada anlatılan bir deney düzeneğinin hazırlanması zorunludur. İlgili standart taraflar arasında aksi kararlaştırılmadığı takdirde yangın deneyinin (DIN 4102'de de olan) sıcaklık-zaman eğrisi kullanılarak, veya 500 °C sabit sıcaklık uygulanarak yangına dayanımı sınıfının belirlenmesi öngörülmüştür. Birinci sıcaklık rejiminde başarılı davranış gösteren malzemenin daha düşük olan ikinci sıcaklık rejiminden de başarılı olacağı açıktır ve standartta da vurgulanmaktadır. EN ve DIN standartları arasındaki ilişki ve deneysel gözlemlerin ışığında alt yüzeyi galvaniz saç kaplamalı Formfloor döşeme elemanlarının RE 30 sınıfına girmesi çok büyük olasılık olup REI 30 sınıfı özelliği taşıması beklenebilir.

## SONUÇ

FORMFLOOR Zemin ve Yapı Malzemeleri İnşaat Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından üretilmekte olan yükseltilmiş döşeme elemanları üzerinde DIN 4102 Bölüm 2 uyarınca yapılan yangına dayanım süresi belirlenmesi deneylerinin sonuçlarına göre,

- a) **Alt yüzeyi galvanizli sac metal kaplamalı döşeme elemanları** üst yüzey kaplaması türünden bağımsız olarak yangına asgari 30 dakika dayanım anlamı veren **F30-B sınıfı özellikleri taşımaktadır**;
- b) Bu eleman türlerinin prEN 13501-2 standardı çerçevesinde incelenmesi halinde REI-30 sınıfı özelliğine uygun davranış göstermeleri olasılığı yüksektir.

Saygılarımla,



Öğr. Gör. Cevdet ÖZTİN  
ODTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü