

Sayı : 92685- 6977/32
Konu : Teknik Rapor
Tarih : 24.01.2017

Sn. Panetti İzolasyon Sistemleri

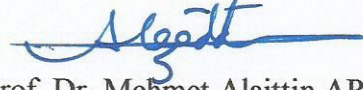
İLGİ: 24/01/2017 tarihli yazınız.

İlgide belirtilen müracaatınız üzerine Dekanlığımızca görevlendirilen Fakültemiz öğretim üyesi

Prof. Dr. Ahmet ARISOY

tarafından düzenlenen rapor ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.



Prof. Dr. Mehmet Alaittin ARPACI
Dekan

Raporu Alanın
Adı ve Soyadı:
Tarih:
İmza:

İTÜ Gümüşsuyu Yerleşkesi,
İnönü Cad. No. 65
Gümüşsuyu 34437 İstanbul
T: +9(0212) 252 10 35 - 245 60 73
F: +9(0212) 245 07 95

mknyazis@itu.edu.tr
www.mkn.itu.edu.tr

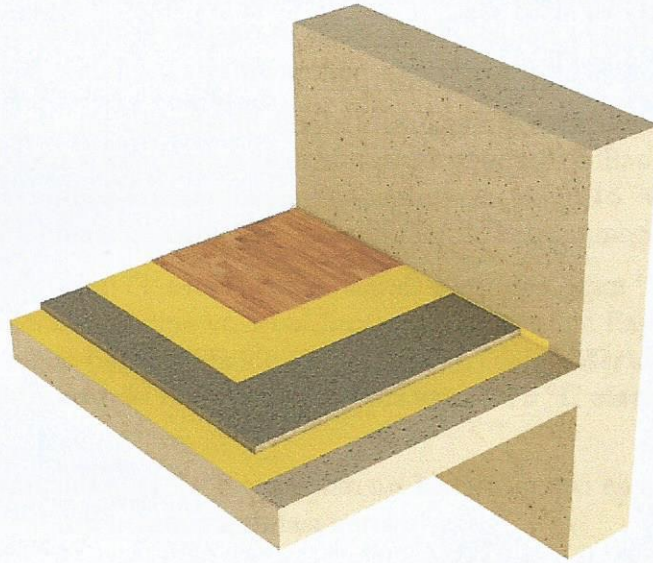
Tarih: 15.02.2017

PANETTİ SES ve ISI YALITIM ÜRÜNLERİNİN KATLAR ARASI DÖŞEME ALTI KULLANIMI ÇALIŞMASI

EKSPERTİZ RAPORU

Hazırlayan

Prof. Dr. Ahmet ARISOY
İTÜ Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü



1. GİRİŞ

Firma başvuru yazısında, üretmekte oldukları Panetti markalı Ses ve Isı yalıtım ürünlerinin, katlar arası döşeme altı kullanımında benzer ürünler ile ısı yalıtım performansını karşılaştırmak üzere bir çalışma yapılması istemiştir. Ayrıca bu malzemenin ısı performansının yeterliliği konusunda da bir mülahaza beklenmektedir.

Prensip olarak merkezi ısıtma sistemi olan binalarda ısıtılan katlar arasında bir ısı yalıtımı istenmez. Her iki kat da aynı şekilde ısıtıldığı için arada bir ısı yalıtımı gereksizdir. Katlar aynı sıcaklıkta olduğu için arada bir ısı geçişi olmaz. Bu nedenle ısı tasarrufunu düzenleyen standart ve yönetmelikler dış duvarlarda ve ısıtılmayan ve ısıtılan iç hacimler arasında ısı yalıtımı öngörürken, katlar arasında bir ısı yalıtımı öngörmez.

Ancak ısı pay ölçerlerin kullanılmaya başlaması ve bundan da daha önemlisi merkezi ısıtmadan kombi esaslı bireysel ısıtmaya geçilmesi sonucu, katlar arasındaki ısı yalıtımı önem kazanmaya başlamıştır. Bu durumda kullandığı kadar ısıнын bedelini ödeyen daire sakinleri kullanmadıkları durumda ısıtmayı kapatmak yolunu seçmektedir. Bir kattaki ısıtma kapatıldığında arada ısı yalıtımı yoksa ısıtılan alt veya üst komşu katlardan ısı geçişi olmakta ve onların enerjisi kullanılmaktadır. Bu haksız bir durumdur. Bunun önüne geçilmesi için öncelikle kaloriferin tamamen kapatılması yasaktır, oda sıcaklığı ancak 15 °C'ye kadar düşürülebilir. İkincisi katlar arasında bir ısı yalıtımı yapılmalıdır. Buradaki ısı yalıtımının dış duvardaki ısı yalıtımı kadar kalın (fazla) olmasına gerek yoktur.

Isı yalıtımı kalınlığının belirlenmesi standart konusudur. Burada ekonomik olarak optimum ısı yalıtım kalınlığı hesaplarda esas alınır. Farklı iklim bölgeleri için optimum ısı yalıtım kalınlığı farklıdır. Daha soğuk iklimlerde (dış/iç sıcaklık farkının daha büyük olduğu yerlerde) optimum yalıtım kalınlığı daha fazladır. Aynı mantık iç hacimler arasındaki sıcaklık farklılıkları için de geçerlidir. Aradaki sıcaklık farkı küçükse yalıtım kalınlığı da küçük olacaktır. Bu fark 5 °C altında ise yalıtım yapılması gereksizdir.

Katlar arası ısı yalıtımında da, ülkemizde binaların ısı kaybını düzenleyen TSE 825 Standardı uygulanmaktadır. Merkezi sistem ısıtma olan binalarda ve kombi kullanılan binalarda, ısıtılmayan (Oturulmayan-boş-kullanılmayan) hacimlerin sıcaklığı 15 °C olacak şekilde ısıtma sisteminin tasarlanması gerekliliği Yönetmelikler ile belirlenmiştir.

26847(Mükerrer) sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren "Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelikte Uygulamalar başlıklı Madde (5) paragraf (6) da; " **Merkezî sistemlerle ısıtma yapılan bağımsız bölümlerdeki mahal sıcaklıkları asgari 15 °C olacak şekilde ayarlanır**" denilmektedir.

Bu durumda ısıtılmayan alt kat (15°C) ile ısıtılan üst kat arasındaki en az sıcaklık farkı (20 – 15 °C = 5 °C) için ısı yalıtım hesabı yapılması gerekir.

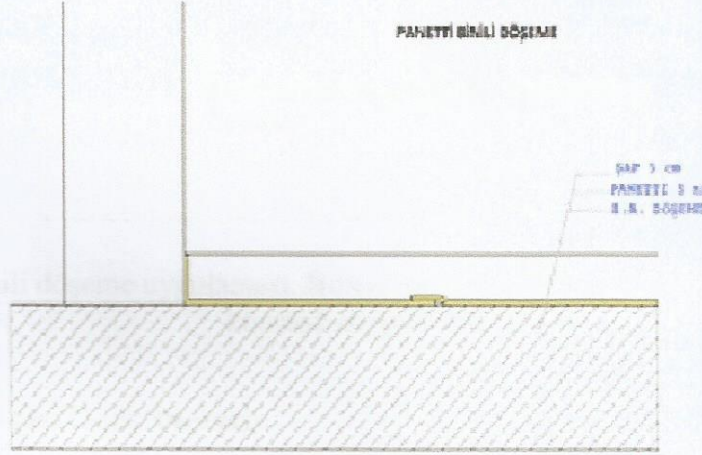
Yüzer Döşeme Altı (Şap Altı) ısı yalıtımı için TS 825 Standardında (4.3 Özel hükümler) yapılan tanımlama şöyledir:

"Çok katlı olarak inşa edilecek olan binaların bağımsız ara döşemeleri, ısıtılmayan iç hacimlere bitişik taban ve duvar gibi düşünülerek, **R** direnci en az **0,7 m².K/W** olacak şekilde hesaplanmalı ve yalıtılmalıdır. Bu hesaplama, binanın iç ısı alışverişi kapsamında değerlendirileceğinden ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarında dikkate alınmaz." Aynı maddenin bir sonraki paragrafında, hesaplamalarda **%25** daha tolerans verilebilir ibaresi de yer almaktadır.

4

Katlar Arası Döşemede Kullanılan Malzemenin Tanımı

Panetti katlar arası döşemede şap altında kullanılan ısı ve ses yalıtım malzemesidir. Birincil görevi katlar arasında ses yalıtımıdır. Bu görevi bu raporda irdelenmeyecektir. İkincil görevi ise katlar arasında döşemede ısı yalıtımıdır. Malzemenin uygulanması **Şekil 1.** dedir. **Şekil 2.** de ise alternatif malzeme XPE binili döşeme uygulaması görülmektedir.



Şekil 1. Panetti binili döşeme uygulaması

Panetti malzemenin ısı, akustik ve mekanik özellikleri **Tablo 1.** de verilmiştir. Aynı tabloda döşemede alternatif şap altı ses ve ısı yalıtım malzemesi XPE özellikleri de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Burada malzemelerin ısı iletim katsayıları yaklaşık aynı olmakla birlikte uygulamada kullanılan malzeme kalınlıkları çok farklıdır. XPE yaklaşık 4 misli daha kalın uygulanmaktadır. Bu kalınlıkta hesap yapıldığında XPE malzemenin ısı yalıtım direnci daha yüksek olmaktadır. XPE malzemenin **Tablo 1**'e göre Panetti malzemeye göre üstün bir özelliği bulunmamaktadır. Panetti malzemenin bütün ısı, mekanik ve akustik özellikleri bu tabloda daha üstündür. Sadece çok daha (dört misli) ince uygulanması nedeniyle ısı geçiş direnci daha azdır.

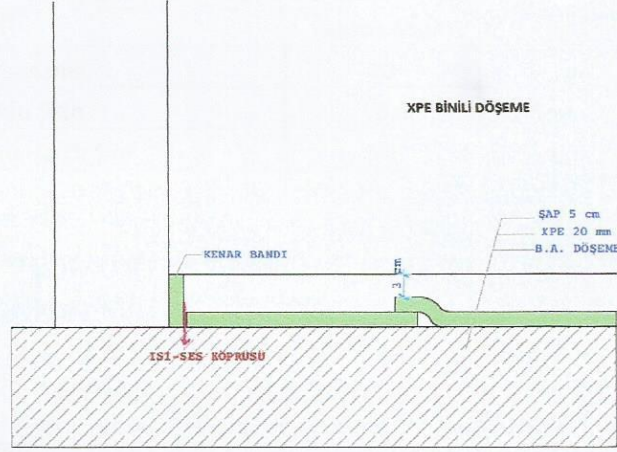
Tablo 1. Panetti ve XPE malzeme özellikleri karşılaştırma tablosu

	PANETTİ PN5	XPE
Yoğunluk	90-100 kg/m ³	25-30 kg/m ³
Kalınlık	5 mm	20 mm
Yüzey Basma Sertliği	36 Shore	10 Shore
Uzama	140%	80%
Bindirme Yeri Kalınlığı	10 mm	40 mm
Köşe Noktası Uygulama	Eksiz Kırımlararak	Köşelere Ek Şerit Yapıştırma
Darbe Sesi Yalıtım Değeri (L _w)	21 dB	--
Hava Kaynaklı Ses Yalıtım Değeri	31 dB	26 dB
Basınç Dayanım %10 Deformasyon	90,3 kPa	15 kPa
10 Yıl Sabit Yük Yaşlandırmada Kalıcı Sünme	2%	--
Isıl İletim Katsayısı	0,032 W/mk	0,035 W/mk
Özgül Isısı	0,317 kcal/kg°C	--
Kılcal (kapiler) Su Emme	0%	3%
Buhar Difüzyon Direnci	5950 µ	2000 µ
Mikro Biyoloji Sonucu	Anti Bakteriyel	--
İnsan Sağlığına Zararlı Bileşen İçerme	İçermez	--
Çalışma Sıcaklığı	-20°C - +110°C	--
Hücre Yapısı	Çapraz Bağlı (*Amorf)	Çapraz Bağlı (**Geometrik)

*Amorf: Belirli bir formu olmayan, doğal yapıda karışık (çapraz) şekilde birbirine bağlanmış hücre yapısıdır. Çözülmesi zor, ısı, ses ve su geçişine izin vermeyen formdur

**Geometrik: Belirli bir formda sıralanmış, petek şekilde birbirine bağlanmış hücre yapısıdır. Çözülmesi kolay, ısı, ses ve su geçişine izin verebilen formdur.

A



Şekil 2. XPE binili döşeme uygulaması. Binide şap kalınlığı azalmakta ve köşede ısı ve ses köprüsü oluşmaktadır.

Isı Yalıtım Değeri (Isı Geçiş Direnci)

Çok katmanlı bir yapının ısı geçiş direnci; katmanlardan her birinin ısı iletim dirençleri toplamıyla ve iç ve dış yüzeylerdeki ısı taşınım dirençleri toplamından bulunur. Buna göre,

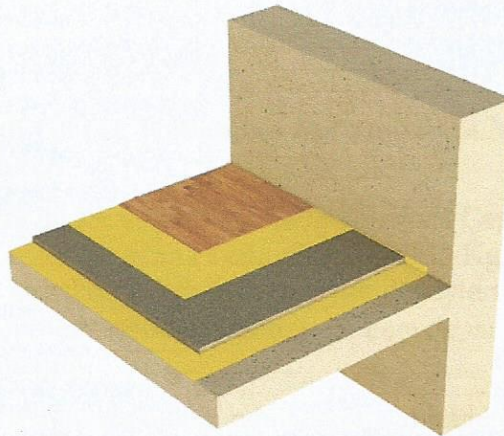
$$R = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$$

Döşeme halinde TS 825 de $R_{si} = 0,13$ ve $R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ olarak verilmiştir.

Döşemeyi oluşturan katmanların görüldüğü tipik Panetti uygulaması **Şekil 3.**de verilmiştir. Bu şekilde görülen her bir elemanın kalınlığı ve ısı iletim katsayısı **Tablo 2.**de verilmiştir. Buna göre her bir tabakanın iletim direnci,

$$R_i = L_i / k_i$$

Şeklinde hesaplanır. L_i tabaka kalınlığı (m) ve k_i ısı iletim katsayısı (W/mK) şeklindedir.



Şekil 3. Döşemeyi oluşturan katmanların görüldüğü tipik uygulama. Parke kaplama, parke altı Panetti veya şilte, şap, Panetti, beton döşeme, sıva.

A

Tablo 2. Panetti kullanılan döşeme kesiti

	Kalınlık (mm)	Isıl İletkenlik (W/mK)
Parke Kaplama	10	0,210
Parke Altı Şilte	3	0,050
Çimento Harçlı Şap	50	1,400
PANETTİ PN	5	0,032
Betonarme Döşeme	180	2,200
Alçı Sıva	15	0,510

Buradan değerler yerine konulacak olursa, Panetti tipik döşeme için ısı geçiş direnci,
 $R = 0,13 + 0,010/0,210 + 0,003/0,050 + 0,05/1,4 + 0,005/0,032 + 0,180/2,2 + 0,015/0,51 + 0,17$
 $= 0,71 \text{ m}^2\text{K/W}$ bulunur.

Buna göre tipik Panetti döşeme uygulaması TS 825 tarafından katlara arası döşemede öngörülen ısı geçiş direnci 0,70 değerinden büyüktür ve standardı sağlamaktadır. Ayrıca bu standarda göre tanınan %25 toleransa gerek kalmamaktadır.

XPE uygulaması halinde her bir elemanın kalınlığı ve ısı iletim katsayısı **Tablo 3.** de verilmiştir. Buradan değerler formülde yerine konulacak olursa, XPE tipik döşeme için ısı geçiş direnci,

$R = 0,13 + 0,010/0,210 + 0,003/0,050 + 0,05/1,4 + 0,020/0,035 + 0,180/2,2 + 0,015/0,51 + 0,17$
 $= 1,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ bulunur. XPE halinde döşemenin ısı geçiş direnci daha yüksektir.

Tablo 3. XPE kullanılan döşeme kesiti

	Kalınlık (mm)	Isıl İletkenlik (W/mK)
Parke Kaplama	10	0,210
Parke Altı Şilte	3	0,050
Çimento Harçlı Şap	50	1,400
XPE	20	0,035
Betonarme Döşeme	180	2,200
Alçı Sıva	15	0,510

Tesviye Şapı Altında Kalın Olarak Kullanılan Malzemelerin Mevcut Uygulamalarda Neden Olduğu Olumsuzluklar

Şap altında 20 mm kalınlıkta düşük yoğunluklu XPE (Fiziksel Çapraz Bağlı PE) kullanılması halinde, düşük yoğunluklu olduklarından (Yoğunlukları 25-30 Kg/m³) şap altında ezilme oranları ve uzun süreli yük altındaki kalıcı deformasyon düzeyleri çok yüksek olmaktadır. Bu durumda ezilen malzemenin (hem kalınlığı azaldığı ve hem de ısı iletim katsayısı arttığı için) ısı iletim direnci de azalmaktadır.

Ayrıca yüzey basma sertlikleri düşük olduğundan üzerine dökülen 5cm kalınlıktaki şap tabakasında çatlamaya neden olmaktadır.

Döşeme esnasında düşük yoğunluklu ve kalın olmalarından dolayı duvar birleşim noktalarında harici XPE yalıtım bantları kullanılır. Bu bantlar ile zemine döşenen XPE arasında her zaman boşluk kalır ve şap sonrasında köşe kısımlarda Isı-Ses Köprüleri oluşur.

Yine döşeme esnasında yan yana birleşim noktalarında bini yapılamaz. Bini yapıldığında 20mm+20mm toplamda 40mm bir kalınlık oluşur. Üzerine uygulanan 50mm şap tabakasında birleşim yerlerinde 30mm kalınlığa şap incelir. Bu bölgelerin tamamı çatladığı ve son katmandaki döşemeyi de çatlattığı için bu bini uygulaması yapılamaz. Birleşim noktaları sadece uç uca birleştirilir. Şap dökümü esnasında ise düşük yoğunluk ve yumuşaklıktan dolayı araları açılır ve birleşim noktalarında Isı-Ses Köprüleri oluşur.

Panetti Malzemesinin Uygulama Avantajları

Panetti, kauçuk üretim tekniği ile PE hammadde de kullanılarak imal edilir. Çapraz bağlı ve amorf formda kapalı hücre yapısına sahiptir. Ortalama 100 kg/m³ yoğunlukta bir malzemedir. Yüksek yoğunluklu olmasından ve kapalı hücre yapısından dolayı yük altında ezilmez (%10 Deformasyon için yük dayanımı 90,3 kPa değerindedir). 10 yıl sabit yük altında yaşlandırma deneylerinde PN serisi ürünlerde sadece %2 kalıcı deformasyon (sünme) olduğu raporlanmıştır.

Isı iletkenliği çok düşüktür. PN serisi ürünlerin Isıl İletkenlik Katsayısı (λ) 0,032 W/m.K değerindedir.

Şap altı uygulamalarda betonarme üzerine serbest şekilde serilmesi, duvar birleşim yerlerinde şap yüksekliği kadar yukarı kıvrılması ve birleşim yerlerinde 2-3cm uzunlukta üst üste bini yapılması uygulama için yeterlidir. İnce, Yüksek Yoğunluklu ve Mekanik Dayanımı güçlü olduğu için şapta çatlamaya neden olmaz.

5mm kalınlıktaki Panetti PN5 31dB Ses Yalıtımı özelliğinin yanında 21dB de Darbe Sesi Yalıtımı sağlamaktadır. Bu malzeme alternatifine göre daha düşük kalınlıkta, daha iyi ses ve darbe yalıtımı sağlamaktadır.

Sonuç

Panetti markalı Ses ve Isı yalıtım ürünlerinin, katlar arası döşeme altı kullanımında benzer ürünler ile ısı yalıtım performansını karşılaştırmak üzere bir çalışma yapılması istenmiştir. Bu ürünün teknik kataloğu incelenerek ve burada verilen değerlere dayanılarak bir görüş oluşturulmuştur. Aynı zamanda TS 825 esaslarına göre çok katlı binalarda katlar arası ısı yalıtımı özelliği irdelenmiştir.

Buna göre Panetti PN-5 ürün kat arası tipik döşeme uygulamasında, TS 825 tarafından istenen ısı geçiş direncini sağlamaktadır. Üstün ısı özelliklere sahiptir.

Ayrıca mekanik özellikleri de bu malzemenin uygulanması ve uzun ömürlü olarak özelliklerini koruması açısından benzer malzemelere göre avantaj sağlamaktadır. Firma tarafından sunulan alternatif XPE malzemenin özellikleri dikkate alındığında, bu malzemenin uygulamada bazı sakıncaları olduğu görülmektedir.

Ses yalıtımı açısından da her iki malzeme karşılaştırma tablosunda verilen değerler dikkate alındığında Panetti daha üstün özelliklere sahiptir. Gürültü geçişi ve darbe sesi geçişi çok daha düşüktür.

Prof. Dr. Ahmet ARISOY

Yukarıdaki imzanın Prof. Dr. Ahmet Arısoy'a ait olduğu tasdik olunur.

