

Bina Duvarlarındaki Isı Yalıtım Malzemelerinin Ses Yalıtımı Açısından Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

Ahmet FERTELLİ*

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Ekim 2019
Kabul: Aralık 2019
Online Yayınlanma: Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

Akustik sünger,
Ses yalıtımı,
Isı yalıtım malzemesi,
Gürültü

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı ısı ve ses yalıtım malzemelerinin ses yalıtımına olan etkisini tespit etmektir. Çeşitli akustik süngerlerin, EPS, XPS, cam yünü ve taş yünü malzemelerinin ses yalıtım özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. 0.05m kalınlığındaki yalıtım malzemeleri 0,5m × 0,5m × 0,5 m boyutlarındaki bir kutu içerisine yerleştirilmiştir. İç ortamda 80 dB,100 dB and 110 dB değerlerinde gürültü oluşturulmuştur. Deneyler sonucunda taş yünü ve cam yünü gibi lifli malzemelerin ses yalıtımı açısından diğer yalıtım malzemelerinden daha etkin olduğu görülmektedir.

Investigation of the Usability of Heat Insulation Materials in Building Walls for Sound Insulation

ARTICLE INFO

History:

Received: October 2019
Accept: December 2019
Available online: December 2019

Keywords:

Acoustic sponges,
Sound insulation,
Heat insulation material,
Noise

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effects of different heat and sound insulation materials on the sound insulation. The sound insulation properties of acoustic sponges, EPS, XPS, glass wool and rockwool insulation materials were investigated experimentally. A closed box with dimensions of 0.5m × 0.5m × 0.5 m is completely insulated with 0.05 m thick insulating materials. The noise levels generated in the indoor environment are 80 dB,100 dB and 110 dB. As a result of the experiments, fiber materials such as mineral wool and glass wool are much more effective than others in insulation materials in terms of sound insulation.

1. Giriş

Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 30082 sayılı “Binaların Gürültüye Karşı Korunması” hakkındaki yönetmeliğin 31 Mayıs 2017 tarihinde yayınlanmasıyla gürültünün rahatsız edici etkilerinin engellenmesi amaçlanmıştır [1]. Bu yönetmelikle beraber, bina iç ve dışından oluşan gürültülerin en az seviyeye indirilebilmesi için uyulacak kurallar, yalıtım malzemeleri ve tasarım değerleri belirlenmiştir[1]. Moretti ve ark.[2], hem iç hem de dış kaplamalarda kullanılan binalarda yüksek enerji verimliliği için yenilikçi bir sistem olarak

kullanılan bazalt lifini temel alan yalıtım panellerinin termal ve akustik özelliklerini incelemiştir. Panellerin termal iletkenlik değerlerinin yoğunluğa bağlı olarak, taş yünü veya ahşap panellerden birinden daha düşük olan 0.031-0.032 W/mK aralığında olduğu termal geçirgenliği % 20–40 azaltılabileceği tespit edilmiştir. Panellerin emme katsayısının yüksek olduğu, binalardaki dış mekan gürültüsünü diğer yalıtım malzemelerine göre azalttığını belirtmişlerdir. Kurra ve Sal [3], stratejik gürültü haritaları kullanarak binaların dış elemanları için gerekli yalıtım performanslarının belirlenmesi için bir model geliştirmişlerdir. Modelde bina içi

gürültü kriterleri ile ilgili olarak binalarda ve bina cephelelerinde kullanılacak yalıtım değerleri belirlenerek gürültü haritaları çıkarılmıştır. İki örnek bina için yapılan uygulama ile bina gürültüsü kontrolünün inşaat aşamasından önce bina şartnamelerinin hazırlanmasında ve yerel yönetimler tarafından yalıtım kodlarının geliştirilmesinde kullanılabilirliği gösterilmiştir. Zhank ve Poon [4] hafif agrega betonun ses yalıtım özelliklerini iyileştirmek için geri dönüştürülmüş kauçuk parçacıkları ile karıştırılarak etkili bir yüzey ön işleme yöntemi geliştirilmesi amaçlamışlardır. Elde edilen sonuçlarda, yüzey değiştirmek için ön işleme yöntemi geliştirilmiş ve geri dönüştürülmüş kauçuk parçacıkların kullanılması ile genel ses azaltma seviyesinin 32,5 dB (A) olduğu görülmüştür. Calleria ve ark. [5] iç kısmı yapısal eleman, dış kısmı ise ısı yalıtım katmanı olarak tasarlanan iki hafif beton katmanından oluşan yeni bir cephe sisteminin ses yalıtım özellikleri incelenmiştir. (SCWTIP) Ses yalıtım değeri analitik, deneysel ve simülasyon olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar, Avrupa düzeyinde birleştirilmiş standart ses yalıtımı değerleri önermeyi amaçlayan COST Action TU0901 tarafından belirlenen sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Hem simülasyonlarla hem de analitik hesaplamalar ile değerlendirilen üçüncü oktav bantlarındaki R indeksi, laboratuvar ölçümleri ile yakın değerler göstermiştir. Ou [6] sertleştirilmiş bir duvar yapısının ses aktarım kaybı, hem sınır koşulu ve sertleştiricinin etkilerini hesaba katılarak sonlu elemanlar metodu ile hem de deneysel olarak incelenmiştir. Uluslararası standartta verilenlere benzer (ASTM E413-10) ancak özellikle düşük frekans aralığında (20 Hz- 250 Hz) yapısal ses yalıtımını değerlendirmek için uygun yöntemi yapmak için yeni referans hatları tanımlanmıştır. Derecelendirme yönteminde sadece 20 Hz- 250 Hz frekans aralığı düşünülse de, bu aralık 12 üçte bir oktav bandını kapsar ve LFN sorunları için en önemli aralıktır. Sonuçlar, sertleştiricinin levhanın düşük frekanslı ses iletim sınıfı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve levhanın düşük frekanslı ses iletim sınıfının levhanın uygun pozisyonlarda sertleştirilmesiyle etkili bir şekilde arttırılabileceğini göstermektedir. D'Alessandro ve ark. [7], inşaat sektöründe mineral yün, poliüretan köpük, melamin köpüğü, kenaf ve mantar gibi farklı yalıtım malzemelerini seçerek ses emme katsayısı ve ısı iletkenlik katsayısı ölçümlerini yapmışlardır. Deney odasında sabit sıcaklık ve bağıl nem koşulları sağlanarak, bir empedans tüpü ile sıcak bir disk aparatı ile 190 adet ısı iletkenlik ve 370 ses emme katsayısı testi yapılmıştır. Elde

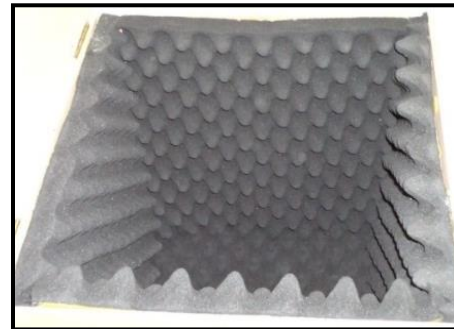
edilen sonuçlarda malzeme içerisindeki nem miktarının artışıyla ısı iletim katsayısının da arttığı, ses emme katsayısının ise çok az değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle melamin köpüğünün tüm nem oranlarında akustik ses emme katsayısının değişmediği ve havuzlar gibi yüksek nemli ortamlarda kullanılabilen bir malzeme olduğu öngörülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, binalarda ısı yalıtım amacıyla iç ve dış duvarlarda kullanılan karbonlu EPS, XPS, cam yünü ve taş yünü gibi çeşitli yalıtım malzemelerinin ses yalıtım özellikleri, sadece ses yalıtımı için kullanılan yumurta (bombeli), piramit ve düz akustik süngerlerin ses yalıtım özellikleri ile beraber incelenmiştir. Kullanılan ses yalıtım malzemeleri ve oluşturulan duvar yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir.



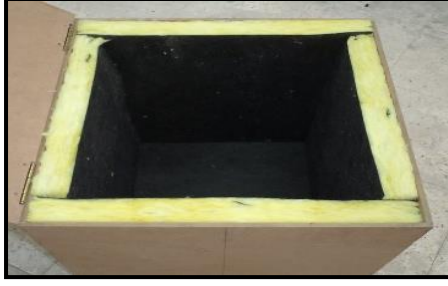
(a)



(b)



(c)



d)



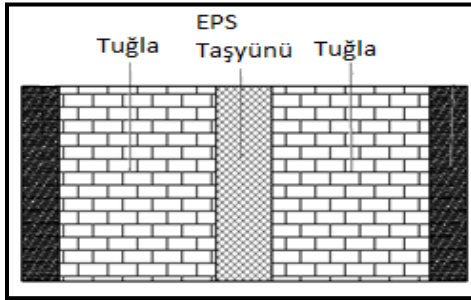
e)



f)



g)



h)

Şekil 1. Yalıtım malzemeleri a) Piramit akustik sünger
b) Bombeli akustik sünger c) XPS d) Cam yünü e)
Karbonlu EPS f) Düz levha akustik sünger g) Taş yünü
h) Çift tuğlalı duvar

Ayrıca 18cm kalınlığındaki iki tuğla arasına EPS ve taş yünü yerleştirilmesiyle oluşturulan bir duvar için de ses ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 5cm kalınlığındaki yalıtım malzemeleri, kaynak bölüm olarak kullanılan ahşaptan 50 cm x 50 cm x 50 cm ebatlarında yapılmış olan kapalı bir kutu içerisine yerleştirilerek, 3 farklı ses şiddetinde (80 dB, 100 dB ve 110 dB) gürültü oluşturulup, kutunun dışından ölçümler yapılmıştır.

Deneylerde Brüel&Kjaer Hand-Held ses ölçüm cihazı kullanılmış olup, kutu yüzeyinin tam orta noktasından ölçümler yapılmıştır. Kullanılan akustik süngerler, kauçuk veya poliüretan köpük malzemelerden imal edilmektedir. Isı yalıtım malzemesi olarak kullanılan termoplastik EPS pentanın buharlaştırılmasıyla elde edilmekte [8,9], XPS ise şişirme malzemesi ilave edilerek polistiren tanelerinin levha şekline dönüştürülmesi ile üretilmektedir [8,9]. Cam yünü doğal silis kumu ve camın karıştırılmasıyla, Taş yünü ise inorganik hammaddeler olan dolomit, bazalt ve diyabaz gibi taşların eritilip elyaf haline getirilmesi ile üretilmektedir [8,9].

3. Bulgular

Ölçüm yapılan tüm yüzeylerde yapılan gürültü seviyelerinin ortalaması birbirine oldukça yakındır. Tablo 1'de kapalı hacim içerisine yerleştirilen tüm yalıtım malzemeleri için gürültü değerlerinin 80 dB, 100 dB ve 110 dB oluşturulması durumunda dışarıdan ölçülen gürültü düzeyleri gösterilmektedir. Ses yalıtım malzemeleri kullanıldığında, 80 dB için kaynak gürültü değerinde bombeli, piramit ve düz akustik malzemeler için sırasıyla 41 dB, 44 dB ve 44,6 dB değerleri ölçülmüştür. 110 dB olduğunda ise 68,1 dB, 70,3 dB ve 73,3 dB'e kadar azalmıştır. En düşük ses geçirgenliği bombeli akustik malzemede elde edilmiştir. Tüm ölçümlerde EPS ile ses yalıtımı, XPS yalıtımına göre daha yetersiz gibi görünse de değerler arasındaki farklılıklar çok azdır. Isı yalıtım malzemeleri kullanıldığında ise 80 dB için cam yününde 40,3 dB, taş yününde 39,3 dB, XPS ve EPS'de ise 50,5 dB ve 43,8 dB değerleri elde edilmiştir. Kaynak tarafında gürültü seviyesinin 110 dB olması durumunda ise en az ölçülen ses şiddeti 59,2 dB ile taş yününde gerçekleşmiştir. Taş yünü ve EPS'nin tuğla arasına yerleştirilmesi durumunda ise EPS'de 80 dB ve 100 dB için sırasıyla 44,4 dB ve 56,4 dB değerleri elde edilirken, taş yünü kullanılması durumunda ise gürültü değerleri 41,1 dB ve 54,2 dB'e kadar azalmaktadır.

Tablo 1. Tüm yalıtım malzemeleri için elde edilen gürültü değerleri

Malzeme	Üretilen Ses Şiddeti (dB)		
	80	100	110
Bombeli Akustik	41,2	59	68,1
Piramit Akustik	44	60,6	70,3
Düz Akustik	46,6	60,8	73,3
Cam Yünü	40,3	52,2	62,4
Taş yünü	39,3	47,7	59,2
XPS	50,5	73,4	80,3
EPS	43,8	63,7	74,8
Taşyünü Duvar	41,1	54,2	-
EPS Duvar	44,4	56,4	-

Tüm yalıtım malzemeleri için gürültü azalma oranları Tablo 2’de gösterilmektedir. Isı yalıtım malzemeleri arasında 80 dB’den 110 dB’e kadar değişen gürültü değerlerinde en fazla ses yalıtımı % 46,1 - % 52,3 arasında değişen oranlarda taş yününde, ikinci olarak %43,2 - %49,6 arasında cam yününde gerçekleşmiştir. Ses yalıtım malzemelerinde ise en fazla ses yalıtımı % 38,1- % 48,5 arasında değişen oranlarda bombeli akustik malzemede elde edilmiştir. Isı yalıtım malzemelerinin tuğla arasında duvarda kullanılmasında ise taş yünü arada olması durumunda EPS’ye göre % 3 - % 5 arasında daha etkin bir ses yalıtımı oluşturduğu görülmektedir.

Tablo 2. Tüm yalıtım malzemeleri için ses şiddetindeki % azalma oranları

Malzeme	Üretilen Ses Şiddeti (dB)		
	80	100	110
Bombeli Akustik	48,5	41	38,1
Piramit Akustik	45	39,4	36,1
Düz Akustik	41,7	39,2	33,3
Cam Yünü	49,6	47,8	43,2
Taş yünü	50,8	52,3	46,1
XPS	36,8	26,6	27
EPS	45,2	36,3	32
Taşyünü Duvar	45,8	48,8	-
EPS Duvar	41,25	43,6	-

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada, iç ve dış duvarlarda ısı yalıtımı amacıyla binalarda EPS, XPS, cam yünü ve taş yünü ısı yalıtım malzemelerinin ses yalıtımı için kullanılan bombeli, piramit ve düz akustik yalıtım levhaları ile karşılaştırması yapılmıştır. Isı yalıtım malzemeleri olan XPS ve EPS malzemelerinin ısı yalıtımında etkin bir role sahip olmasına rağmen, ses yalıtımı açısından ses yalıtımı malzemelerinden daha kötü olduğu görülmektedir. Taş yünü ve cam yünü gibi lifli malzemelerin ses yalıtımı malzemelerinden daha etkin olduğu görülmektedir.

Not: Bu çalışma, 25-27 Nisan 2019 tarihlerinde Alanya/Türkiye’de düzenlenen 4. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi’nde (IMSEC 2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/05/20170531-7.htm>
- [2] Morettia E., Bellonia E., Agostib F. Innovative mineral fiber insulation panels for buildings: Thermal and acoustic characterization, Applied Energy 2016; 169: 421-432.
- [3] Kurraa S., Dalb L. Sound insulation design by using noise maps, Building and Environment 2012; 49: 291-303.
- [4] Zhang B., Poon C.S. Sound insulation properties of rubberized lightweight aggregate concrete, Journal of Cleaner Production 2018; 172: 3176-3185.
- [5] Calleria C., Astolfib A., Shtrepib L., Prato A., Schiavic A., Zampinid D., Volpattie G. Characterization of the sound insulation properties of a two-layers lightweight concrete innovative façade, Applied Acoustics 2019; 145: 267-277.
- [6] D.Y.Ou Low frequency sound insulation analysis and evaluation of stiffened building structures, Building and Environment 2015; 94: 802-809 .
- [7] D’Alessandro F., Baldinelli G., Bianchi F., Sambuco S., Rufini A. Experimental assessment of the water content influence on thermo-acoustic performance of building insulation materials, Construction and Building Materials 2018; 158: 264-274.

- [8] Arslan M.A., Aktaş M. İnşaat sektöründe kullanılan yalıtım malzemelerinin ısı ve ses yalıtımı açısından değerlendirilmesi, Journal of Polytechnic 2018; 21(2): 299-320.
- [9] Figueiro R. Fibrous and composite materials for civil engineering applications. Woodhead Publishing Limited Cambridge, 2011.