

## Yapı Kabuğunda İşitsel Konforun Sağlanması Üzerine Bir Araştırma

İrem HACI<sup>1</sup>, Filiz ŞENKAL SEZER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Görükle, Bursa, Türkiye

Geliş Tarihi (Received) : 01.05.2015 - Kabul Tarihi (Accepted) : 06.07.2015

### Öz

Yapı kabuğunda işitsel konforun sağlanması zorunlu bir ihtiyaçtır. Zamanımızın büyük bir kısmını geçirdiğimiz konutlarda işitsel konfor koşullarının sağlanması hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan önemli bir gerekliliktir. Bu çalışmada konutlarda duvar malzemesi olarak kullanılan tuğla, gazbeton ve betonarme yapı kabuğu üzerinde ses geçiş kaybı hesapları yapılarak; yapı kabuğunu oluşturan farklı duvar malzemelerinin, işitsel konforun sağlanmasında ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, 12 farklı duvar kesitinin ses geçiş kaybı hesapları yapılmıştır. Belirlenen konunun araştırılmasında; literatür çalışması ardından, işitsel konfor analizi için INSUL ses geçiş kaybı hesaplama yazılımından yararlanılarak, elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Böylece günümüz konutlarında optimum konfor koşullarının sağlanmasına yönelik duvar kesiti ve duvar malzemesi önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İşitsel konfor, Yapı kabuğu, Tuğla duvar, Gazbeton duvar, Betonarme duvar

## A Study On Providing Acoustical Comfort In The Building Envelope

### Abstract

Providing acoustic comforts in building envelope is a compulsory need. In physiological and psychological aspects, providing acoustic comforts in dwellings where we spend most of our time is an essential requirement. The aim of this study is to determine the effects of different materials that constitute the building envelope, in the context of acoustic comforts. For that purpose, the audio transition loss in wall materials such as brick wall, autoclaved aerated concrete wall, concrete wall is analyzed and the audio transition loss of 12 different wall sections are calculated. In this process of research; after making a literature research, a computer programmed named INSUL is used in order to calculate the audio transition loss and the obtaining data is evaluated. As a result, this study tries to present suggestions about wall sections and materials that provide optimum comfort conditions in dwellings.

**Keywords:** Acoustic comforts, Building envelope, Brick wall, Autoclaved aerated concrete wall, Concrete wall

İletişim Yazarı(Correspondence): Ad Soyad: Filiz Şenkal Sezer e-posta (e-mail): filizss@gmail.com

ISSN : 2147-6683

©2015 Hasan Kalyoncu Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi

## GİRİŞ

"İşitsel konfor, insanların içinde bulunduğu eylem ya da eylemsizlik durumuna uygun akustik koşulların sağlanması olarak" tanımlanmaktadır [1]. Bu nedenle yaşadığımız ortama etki eden dış gürültü faktörlerini kontrol altına alabilmek ve insan üzerindeki olumsuz etkileri olan gürültü faktöründen kurtulmak için yapı kabuğunu oluşturan bileşenlerin doğru ölçülerde uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Ses düzeyinin yükselmesi, düzensiz sesler topluluğu ya da hacme dışarıdan veya bitişik hacimlerden gelen sesler; insan üzerinde fizyolojik ve psikolojik açıdan olumsuz etkiler yaratmaktadır. Uzun süre gürültülü ortamlarda bulunan kişilerde fizyolojik ve psikolojik açıdan olumsuz etkilenmeler görülmektedir [2]. İnsan hayatının büyük bir bölümünde rol oynayan konut yapı grubunda işitsel konforun sağlanması önemli bir gerekliliktir.

Gerekli konfor koşulları sağlanmadığı ve gürültü kabul edilebilir düzeylerde tutulmadığı takdirde insan sağlığı üzerinde işitme kayıpları, solunum sisteminde oluşan değişiklikler, kan basıncının artması, cilt direncinde oluşan değişimler, istemli kasları kapsayan refleksler, göz bebeğinin büyümesi, hormonal dengenin bozulması, kan dolaşımının yavaşlaması, mide salgısının artması, renk algılamada değişiklikler gibi fizyolojik etkiler ve yorgunluk, gerginlik-sıkıntı, uykusuzluk, ani uyanmalar, saldırgan davranışlar, dikkatin dağılması, iş veriminde ve öğrenmede azalma, hafızada zayıflık, sosyal davranışlarda değişiklik gibi psikolojik etkiler görülebilmektedir [3,4].

Yapıda kendini çevreleyen bir dış duvar sistemi kurularak içinde yaşayan insanların konforunu sağlayıcı bir ortam oluşturulmaktadır. Koşulları birbirinden çok farklı olan bina içi ile dış ortamı birbirinden ayıran bina kabuğu, çok yönlü birçok faktörün etkisi altında kendisinden beklenen çeşitli fonksiyonları yeterli düzeyde yerine getirmesini arzu ettiğimiz önemli bir yapı bileşenidir [5].

Gürültü herkesi etkileyen bir sorundur. Yüksek gürültü seviyesi olan ortamlarda, uzun süre bulunan kişilerde, kalıcı işitme eşiği değişimleri olduğu birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır. Daha düşük seviyeler ya da kısa süreli etkilenmelerde, işitme duyusuna yönelik belirgin bir zararın saptanması çok kolay olmasa da, gürültünün insan sağlığı, davranış biçimi ve mutluluğu üzerindeki olumsuz etkileri belirlenebilmektedir.

Gürültülü ortamlarda kalan veya yaşayan insanlarda; konsantrasyon, dikkat ve reaksiyon kapasitesi zayıflar. Yorgunluk, uyku bozuklukları ve geç uyuma görülebilir. Merkezi sinir sistemi bozuklukları, baş ağrıları ve stresler olabilir. Metabolik ve hormonal bozukluklar da söz konusu olabilir. Birden bire, şiddetli bir gürültünün etkisinde kalındığında ise; kan basıncı (tansiyon) yükselmesi, kardiyovasküler (dolaşım) bozukluk, solunum hızı değişmesi ve terlemenin artması görülebilir. Gürültü ayrıca; konuşurken bağırma ihtiyacı, sinirli olma durumu, karşılıklı anlaşma zorluğu doğurabilir [6]. İnsanların kendilerini en rahat ve huzurlu hissetmek istedikleri mekanlar olan konutlarda da gürültü sorununun minimize edilmesi önemlidir.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından 1996 yılında yayımlanan raporda 55-60 dB gürültü rahatsız edici, 60-65 dB gürültü belirgin rahatsız edici ve 65 dB ve üzeri ise davranış biçiminde engellemeler ve gürültü kaynaklı zararlı semptomlara sebebiyet verici rahatsızlık şeklinde tanımlanmaktadır [7].

Tüm yapı dışı gürültü kaynaklarını göz önüne alarak, genel bir sınırlamayla WHO normal işlevlerin sürdürülmesinde belirgin girişimlerin önlenmesi açısından, 55 dB(A) ortalama yapı dışı kabul edilebilir gürültü değeri belirlemiştir [8]. Bu nedenle konutlarda uygulanan yapı kabuğunun en az bu ses seviyesini karşılayacak ölçüde işitsel konforu sağlar nitelikte olması kaçınılmazdır. Bu çalışmada, konutlarda işitsel konforun sağlanmasına yönelik duvar malzemesi seçimi ve duvar kesiti çözüm önerileri sunulmaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

**Amaç:** Bu çalışmada, yapı kabuğunu oluşturan farklı duvar malzemelerinin, işitsel konforun sağlanmasında ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, farklı duvar kesitlerinin ses geçiş kaybı hesapları yapılmıştır.

**Kapsam:** Yapı kabuğunda işitsel konforun sağlanması üzerine yapılan bu çalışmada yapı grubu olarak konutlar ele alınmıştır. Yapı kabuğunun ve işitsel konforun tanımlanmasının ardından, konutlarda duvar malzemesi olarak kullanılan tuğla, gazbeton ve betonarme yapı kabuğu üzerinde işitsel konfor analizi yapılmıştır.

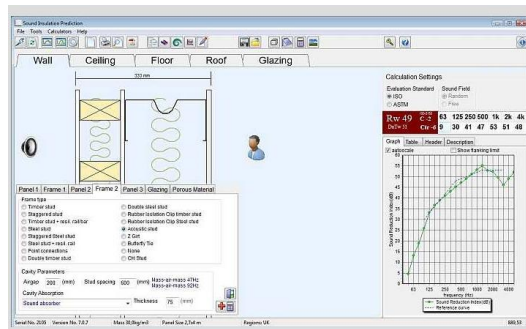
**Yöntem:** Belirlenen konunun araştırılmasında yapılan literatür çalışması ardından, işitsel konfor analizi için INSUL ses geçiş kaybı hesap programından yararlanılarak elde edilen veriler değerlendirilmiştir [9]. Ses yalıtımı için özel olarak hazırlanmış INSUL adlı yazılım ile uygun malzeme seçimi, malzeme kombinasyonlarının tayini ve uygun malzeme kalınlığını saptanmasına yönelik çalışmalar yaparak, optimum çözüme ulaşmak mümkün olmaktadır.

## YAPI KABUĞUNDA İŞİTSEL KONFOR ANALİZİ

Yapı kabuğu üzerinde işitsel konfor analizi yapılırken, INSUL yazılımını incelemek için geliştirilen demo versiyonu kullanılmıştır (Şekil 1). Bu sebeple  $R_w$  değerlerinde belli miktarda oynamalar görülmektedir. Ses yalıtım malzemelerinin, yazılımın veri tabanında bulunması ile kısa sürede ses geçiş kaybı değerinin hesaplanmasını sağlamaktadır. Amaç, farklı duvar kesitlerinin karşılaştırılmasıdır.

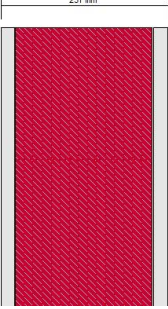
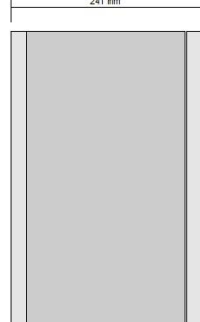
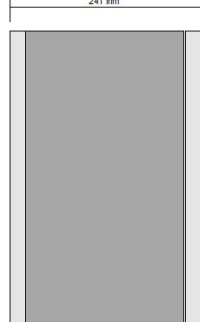
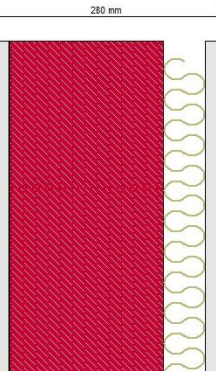
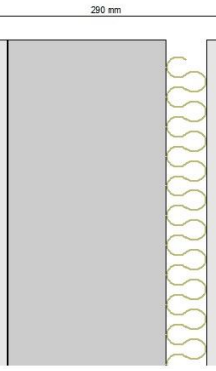
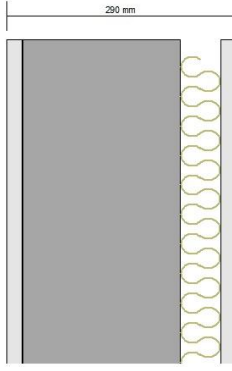
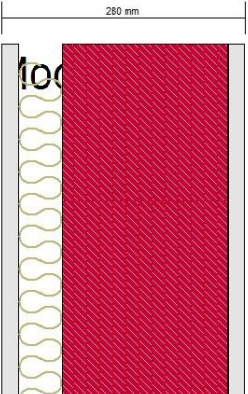
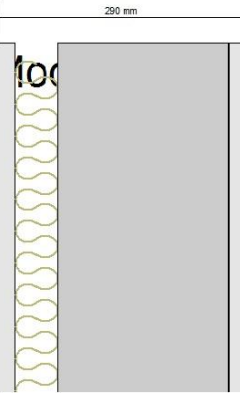
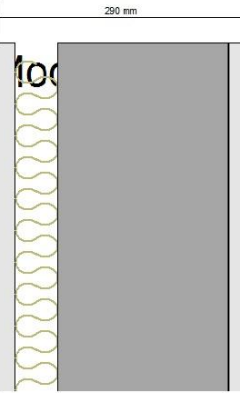
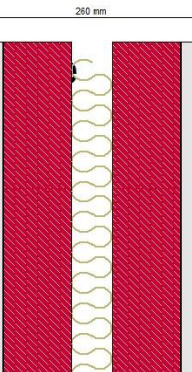
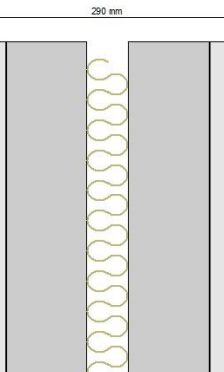
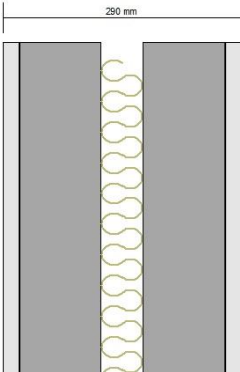
Duvar kesitleri seçilirken konutlarda genel olarak karşılaştığımız yapı malzemeleri olan, tuğla duvar, betonarme ve gaz beton kesitleri kullanılmıştır. Her bir duvar kesiti yalıtımsız, içten yalıtımlı, dıştan yalıtımlı ve çift duvar arası yalıtımlı olmak üzere 4 farklı özellikte, toplam 12 kesit analiz edilmiştir. Tüm duvar kesitlerinde kullanılan iç ve dış sıva çeşidi aynıdır. İçeride 2 cm alçı sıva, dış yüzeyde 2 cm çimento sıva kullanılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak 5 cm cam yünü malzeme seçilmiştir.

Kesit 1'de 19 cm yalıtımsız tuğla duvar, Kesit 2'de 19 cm içten yalıtımlı tuğla duvar, Kesit 3'de 19 cm dıştan yalıtımlı tuğla duvar, Kesit 4'te 8,5 cm'lik çift duvar arası yalıtımlı tuğla duvar, Kesit 5'de 20 cm yalıtımsız gaz beton duvar, Kesit 6'de 20 cm içten yalıtımlı gaz beton duvar, Kesit 7'de 20 cm dıştan yalıtımlı gaz beton duvar, Kesit 8'da 10 cm'lik çift duvar arası yalıtımlı gaz beton duvar, Kesit 9'da 20 cm yalıtımsız betonarme duvar, Kesit10'da 20 cm içten yalıtımlı betonarme duvar, Kesit 11'de 20 cm dıştan yalıtımlı betonarme duvar ve Kesit 12'de 10 cm'lik çift duvar arası yalıtımlı betonarme duvar kesiti incelenmiştir (Tablo 1).



Şekil 1. Ses geçiş kaybı hesabı yazılım menüsü

Tablo 1. Analizi yapılan duvar kesitlerinin özellikleri

|                           | Tuğla duvar   | Gazbeton duvar  | Betonarme duvar   |
|---------------------------|---|---|---|
| Yalıtımsız                |    |    |    |
| İçeriden yalıtımlı        |   |   |   |
| Dışarıdan yalıtımlı       |  |  |  |
| Çiftduvar arası yalıtımlı |  |  |  |

Tablo 2'de analizi yapılan duvar kesitlerinin ses geçirimsizlik değerlerinin ölçüm sonuçları grafik olarak verilmektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de toplu halde özetlenmektedir.

Tablo 2. Analizi yapılan duvar kesitlerinin ses geçirimsizlik değerleri grafik ölçüm sonuçları

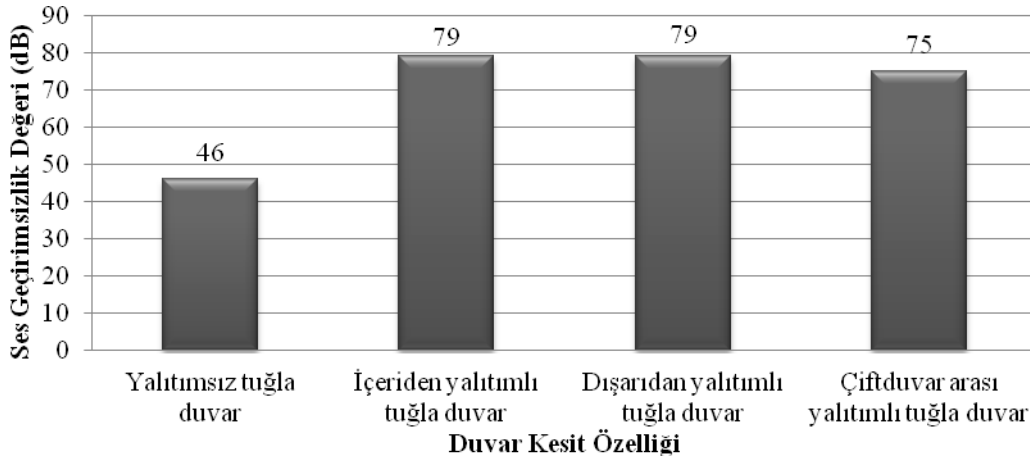
|                           | Tuğla duvar | Gazbeton duvar | Betonarme duvar |
|---------------------------|-------------|----------------|-----------------|
| Yalıtımsız                |             |                |                 |
| İçeriden yalıtımlı        |             |                |                 |
| Dışarıdan yalıtımlı       |             |                |                 |
| Çiftduvar arası yalıtımlı |             |                |                 |

Tablo 3. Duvar kesitlerinin hesaplanan ses geçirimsizlik değerleri

|                 |          | Kesit özelliği:                           | 500 Hz'deki ses geçirimsizlik değeri: (dB) |
|-----------------|----------|---|--|
| Duvar Kesitleri | Kesit 1  | Yalıtımsız tuğla duvar                    | 46   |
|                 | Kesit 2  | İçeriden yalıtımlı tuğla duvar            | 79   |
|                 | Kesit 3  | Dışarıdan yalıtımlı tuğla duvar           | 79   |
|                 | Kesit 4  | Çiftduvar arası yalıtımlı tuğla duvar     | 75   |
|                 | Kesit 5  | Yalıtımsız gazbeton duvar                 | 34   |
|                 | Kesit 6  | İçeriden yalıtımlı gazbeton duvar         | 69   |
|                 | Kesit 7  | Dışarıdan yalıtımlı gazbeton duvar        | 69   |
|                 | Kesit 8  | Çiftduvar arası yalıtımlı gazbeton duvar  | 64   |
|                 | Kesit 9  | Yalıtımsız betonarme duvar                | 54   |
|                 | Kesit 10 | İçeriden yalıtımlı betonarme duvar        | 84   |
|                 | Kesit 11 | Dışarıdan yalıtımlı betonarme duvar       | 84   |
|                 | Kesit 12 | Çiftduvar arası yalıtımlı betonarme duvar | 89   |

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi grafikler üzerinden yapılmıştır. Tuğla duvar (Grafik 1), gaz beton duvar (Grafik 2) ve betonarme duvar (Grafik 3) öncelikle kendi aralarında, daha sonra hep birlikte değerlendirilmiştir (Grafik 4).

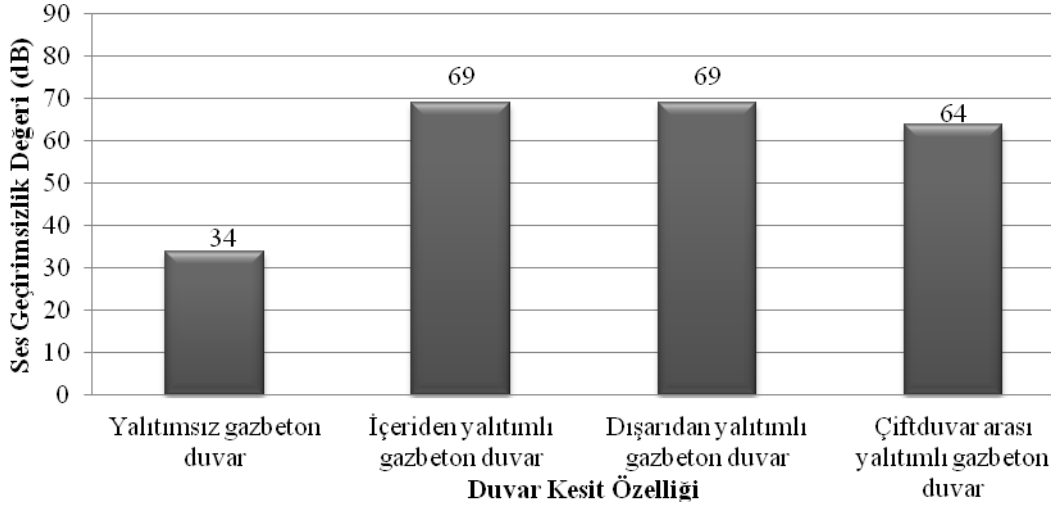
Yapılan analizler sonucu tuğla duvar yalıtımında en iyi sonuçlar içten ve dıştan yalıtımlı duvarlarda alınmıştır. İçten yalıtımlı ve dıştan yalıtımlı duvar kesitlerinde aynı değerler elde edilmiştir. Duvar kesitine yalıtım malzemesi girdiğinde değerlerde ciddi farklılıklar gözlemlenmiştir (Grafik 1).



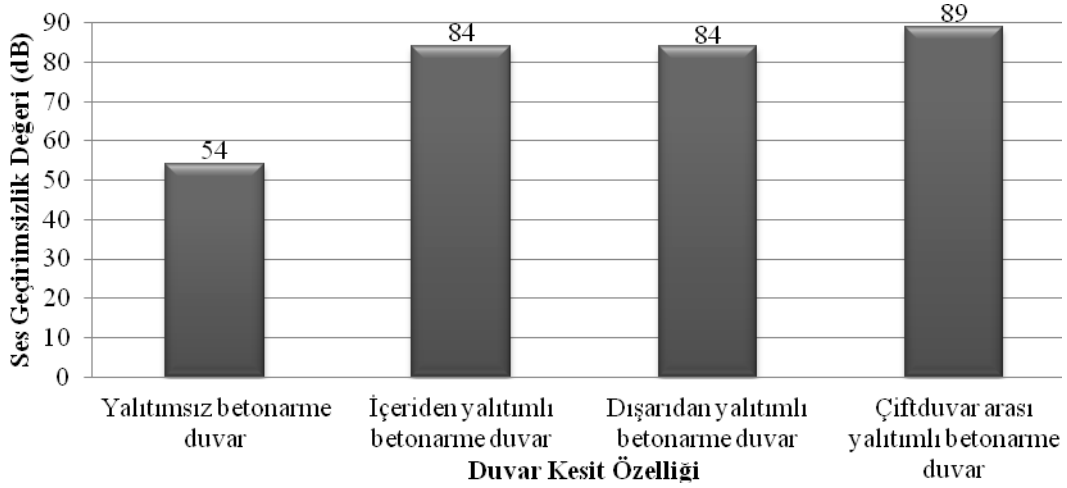
Grafik 1. Tuğla Duvar Ses Geçirimsizlik Değerlerinin Karşılaştırılması

Gazbeton duvar yalıtımında en iyi sonuçlar içten yalıtımlı ve dıştan yalıtımlı duvar kesitlerinde alınmıştır. İçten yalıtımlı ve dıştan yalıtımlı duvar kesitlerinde diğer iki örnekte olduğu gibi gaz beton duvarda da aynı değerler elde edilmiştir. Duvar kesitine yalıtım malzemesi eklendiğinde değerlerde fark edilir bir iyileşme görülmüştür (Grafik 2).

Yapılan analizler sonucu betonarme duvar yalıtımında en iyi sonuç çift duvar arası yalıtımlı duvar kesitinde alınmıştır. İçten yalıtımlı ve dıştan yalıtımlı duvar kesitlerinde tuğla duvar ve gazbeton duvarda olduğu gibi betonarme duvarda da aynı değerler elde edilmiştir. (Grafik 3).



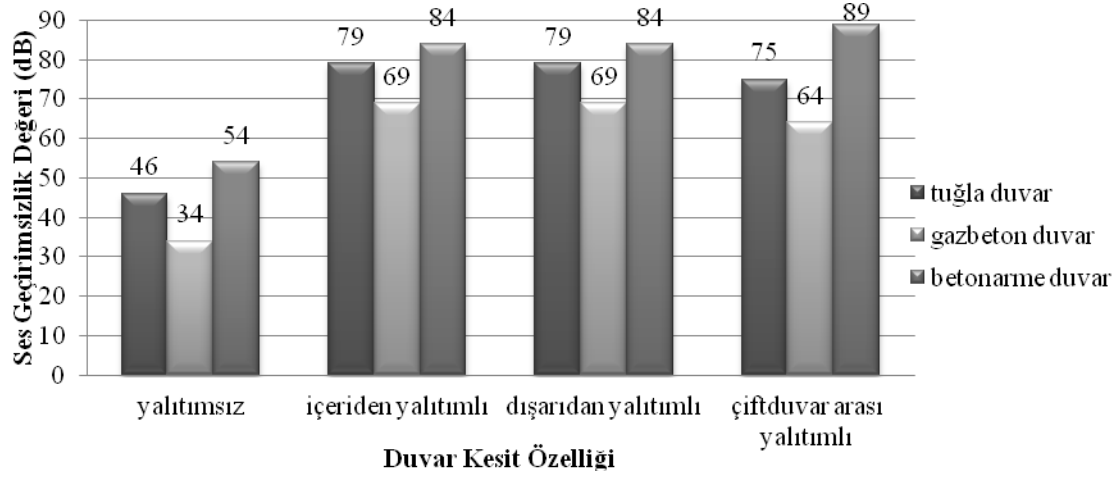
Grafik 2. Gaz Beton Duvar Ses Geçirimsizlik Değerlerinin Karşılaştırılması



Grafik 3. Betonarme Duvar Ses Geçirimsizlik Değerlerinin Karşılaştırılması

Tüm duvar kesitleri değerleri karşılaştırıldığında yalıtımsız, içten yalıtımlı, dıştan yalıtımlı, çift duvar arası yalıtımlı seçenekleri arasında betonarme duvar en iyi sonuçları vermiştir. Betonarme duvardan sonra en iyi değerleri veren ise tuğla duvar olmuştur. Gazbetonda elde edilen ses geçirimsizlik değerleri betonarme ve tuğla duvara nazaran daha düşük çıkmıştır. Gazbeton, betonarme ve tuğla duvar kesitlerine oranla daha geçirendir. Yalıtım malzemesi dB değerinde fark edilir bir avantaj sağlamaktadır.

Elde edilmesi gereken minimum ses geçirimsizlik değeri 55 dB olması gerekliliği göz önüne alındığında, her üç duvar malzemesinin de yalıtımsız halde kullanımının yetersiz olacağı görülmüştür (Grafik 4).



Grafik 4. Tüm Duvar Kesitlerinde Ses Geçirimsizlik Değerlerinin Karşılaştırılması

## DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

İşitsel konfor, bir mekânda kullanıcılar bakımından en uygun çevreyi sağlamak için, ısısal ve görsel konfor gibi dikkate alınması gereken kriterlerdendir. Yapılan tüm analiz ve değerlendirmeler sonucu en olumlu sonuçlar, yalıtımlı duvarlarda elde edilmiştir. Yalıtımsız olarak yapı kabuğunu malzemeleri ele alındığında en yüksek ses geçirimsizlik değerini betonarme duvar verirken, gaz beton son sırada yer almıştır. Tuğla duvarın ve gaz betonun kendi içinde yapılan değerlendirmelerinde içten yalıtımlı ve dıştan yalıtımlı duvar kesitlerinde en iyi sonuçlar elde edilirken, betonarme duvarda en yüksek sonuç çift duvar arası yalıtımlı duvar kesitinden alınmıştır.

İçinde yaşadığımız binalarda optimum konfor koşullarının sağlanması önemli bir gerekliliktir. Günümüz sürdürülebilirlik çalışmalarında enerji verimliliği ve bağlantılı olarak ısısal konfora verilen önem ne yazık ki işitsel konfor koşullarında aynı önem derecesinde ele alınmamaktadır. Ses sorunlarının olumsuz etkilerinden korunmak işitsel konforun sağlanması açısından çok önemlidir. Görsel, iklimsel ve işitsel konfor koşulları bir bütün içerisinde ele alınmalıdır. Yapı kabuğu belirlenirken duvar kesitleri analiz edilmeli ve uygulanacak binanın özellikleri doğrultusunda tüm bu koşulları optimum düzeyde sağlayacak kesitler tercih edilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Yüğrük, N. (1994). "Konuşma amaçlı hacimlerde işitsel duyarlılık ayırımlarının anlaşılabilirlik üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak hacim akustiği koşullarının belirlenmesinde yeni bir yaklaşım", Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
2. Acar, B. (2007). "Açık Planlı Büro Yapılarında İşitsel Konforun Sağlanmasına Yönelik Yaklaşım Örnekleri". Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
3. Özçevik, A. (2005). "Mimari Tasarım Stüdyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek". Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi.
4. Şerefhanoglu S., M. (2001). "Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Konfor İlişkisi". Tesisat Mühendisliği, Ocak/Şubat 2001
5. Külahçı, M. Kazu, İ. Y. (1994). "Bina Kabuğunun Doğal İklimlendirmedeki Rolü"



6. Çandır, M., (2013). "Gürültünün Teknik Özellikleri ve Etkileri" [http://www. Risk medakademi.com.tr/?option=content&pcontent=1&task=view&id= 46&Itemid=52](http://www.riskmedakademi.com.tr/?option=content&pcontent=1&task=view&id=46&Itemid=52)
7. Çevre Şehircilik Bakanlığı (2015). "Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri" <http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/AnaSayfa/gurultu/sagliketkileri.aspx?sflang=tr> (Erişim Tarihi: 16.04.2015)
8. Anonim. (2015) "Gürültü Kaynakları" <http://gurultu.cevreorman.gov.tr/gurultu/AnaSayfa/gurultu/GurultuKaynaklari.aspx?sflang=tr> (Erişim Tarihi: 12.04.2015)
9. SUBERA Akustik Yazılımlar (2015). [www.subera.com](http://www.subera.com), (Erişim Tarihi: 16.03.2015)