

## DIŞ DUVARLARDA GÜRÜLTÜ KONTROLÜ İÇİN KULLANILABİLECEK BİR KATALOG

Ayça Sentop<sup>1</sup>  
Nurgün T. Beyazıt<sup>2</sup>  
M. Cem Altun<sup>3</sup>

**Konu Başlık No: 2 Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları**

### ÖZET

Ön proje aşamasında binanın gürültü altındaki davranışı genelde ihmal edilir. Ancak yapının akustik şartları, kullanıcı memnuniyetini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Özellikle gürültünün yoğun olduğu çevrelerde gürültü kontrolü, tasarım kararları ile desteklenmelidir. Mimar, doğru tasarım stratejileri ve uygun yapı elemanı seçimi ile gürültü kontrolü anlamında etkin çözümler elde edebilir. Bu çalışmada mimari tasarımın ilk aşamalarında dış duvarların akustik performanslarına göre seçimine yönelik hazırlanan bir katalog tanıtılmaktadır. Katalogun kullanımını tanıtmak amacıyla, öncelikle istenen ses yalıtım değerlerini sağlamaya yönelik dış duvar seçim kriterleri ve adımları sunulmuştur. Hazırlanan katalogda duvar katmanlaşmaları; yapıları ve katmanlaşmalarına göre alt guruplara ayrılmış ve ses yalıtım değerleri ayrı ayrı verilmiştir. Geliştirilen katalog yardımıyla istenen yalıtım düzeyine sahip duvarların tespit edilebileceğinin ve gürültü kontrolünün, bir tasarım stratejisi olarak belirlenmesi halinde, binanın yapım aşamasından önce, akustik uzmanının müdahalesi olmadan, mimar ya da uygulayıcı firma tarafından belli bir seviyede sağlanabileceğinin gösterilmesi amaçlanmaktadır.

### ANAHTAR KELİMELELER

Akustik, Gürültü Kontrolü, Cephe, Yapı elemanları, Tasarım

<sup>1</sup> Ayça Sentop: Çevre kontrolü ve Yapı Teknolojileri Yüksek Lisans Programı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, aycasentop@gmail.com

<sup>2</sup> Nurgün T. Beyazıt: Mimarlık Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

<sup>3</sup> M. Cem Altun: İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Taşkışla 34437, Tel: 0212 2931300, Faks: 0212 2514895, mcemaltun@gmail.com

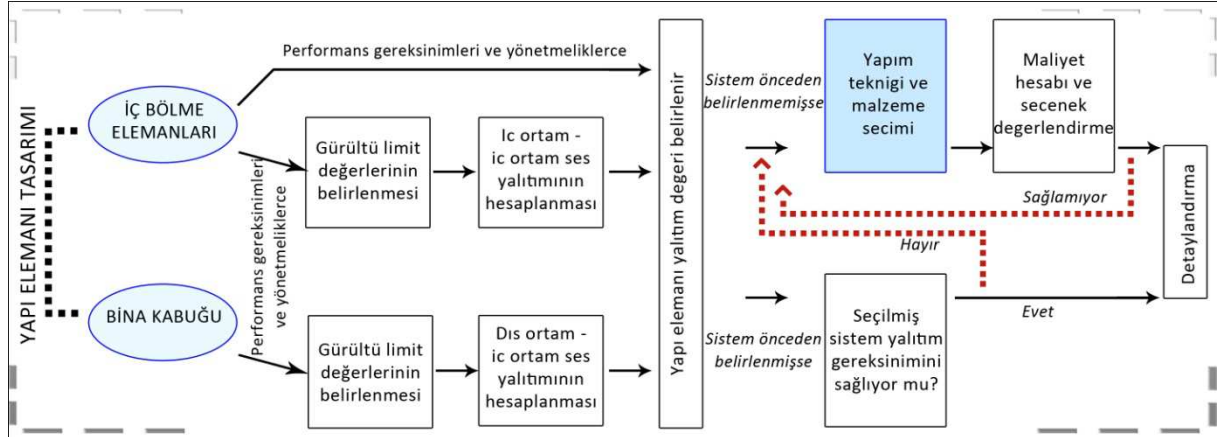
# 1. GİRİŞ

Günümüzde kullanılan pek çok binanın kullanıcı ihtiyaçlarını ya da fonksiyonel gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalmasının en önemli sebebi çözüm üretmek için yeterli sürenin ayrılmaması, farklı disiplinler arası iletişimin sağlanamaması ya da performans gereksinimlerinin doğru belirlenmemiş olmasıdır [1].Tasarım aşamasında akustik koşulları hesaba katmak bir mekanın konfor seviyesini büyük ölçüde artırabilirken, bunları göz ardı etmek, tehlikeli ve sağlıksız mekanlara yol açmaktadır. Özellikle yoğun gürültü bölgelerinde performans ihtiyaçları anlamında da durum kritikleştiğinden ses yalıtımının er ya da geç projeye dahil edilmesi gerekmektedir. Erken aşamalarda alınacak tasarım kararları ile çok daha etkin çözümler üretilebilecekken projenin ilerleyen evrelerinde, beklenen performansı karşılamadığı anlaşılan yapı elemanlarını iyileştirmek daha maliyetli ve zor olmaktadır. Geç alınan akustik önlemler geniş kesitlere yol açarak tasarım kararlarını etkiler hale geldiğinde, çoğu zaman mimarlar ile akustik uzmanı ve yapımcı firma arasında anlaşmazlık yaratmakta, değişen malzeme ve artan önlemler sebebiyle başta hesaplanan maliyetin üzerine çıkılabilmekte, dahası; uygulamada doğru detaylandırma yapılmadığında yapı elemanı yüksek ses yalıtımına sahip olsa da performansı çok büyük kayıplara uğramaktadır. Bu ve bunun gibi sebeplerle gürültü kontrolü tasarımın ilk aşamalardan itibaren mimari projeye dahil edilmelidir. Bu amaçla basit yöntemler oluşturulması ihtiyacı bu çalışmanın çıkış sebebidir.

Gürültü sorununun çözümü ve akustik konforu sağlamak için sırasıyla (1) sorunu doğru analiz etmek, (2) en ekonomik ve işlevsel çözümü belirlemek, (3) bu çözümü gürültü azaltım prensiplerine göre uygulamak gerekmektedir. Yapı elemanından beklenen ses azaltım miktarının tespiti karmaşık hesaplamalar ve uzmanlık gerektirmektedir, ancak sürece daha hızlı gelişen ön proje aşamasında da gürültü kontrolünün prensip edinilmesi ve yapı elemanı seçiminde kriter alınması daha efektif çözümler üretilmesini mümkün kılacaktır. Bu anlamda yapı elemanı seçimine destek olacak bir katalog geliştirilmiştir. Yapı elemanlarının akustik davranışı malzemeleri, kütleleri, yapıları ve sistem detayları ile ilişkili olarak farklılık gösterir. Geleneksel mimarideki ahşap iskelet sistemlerin yanı sıra, günümüz mimarisinde hızla artan yüksek yapılar ve yeni teknolojinin getirdiği hafif yapı elemanları ve yapım teknikleri ile prefabrik strüktür sistemleri, çözümü oldukça karmaşık akustik sorunlar yaratmaktadır. Tasarımın başından itibaren yapı elemanlarının akustik özelliklerinin değerlendirilerek farkındalık sağlanması iç ortamda beklenen akustik konfora ulaşılması anlamında önem kazanmaktadır. Bu bağlamda oluşturulan katalog yapı elemanlarının ses yalıtım özelliklerine pratik erişim olanağını ve kolayca sistemleri değerlendirme, kıyaslama yapabilme imkanını sunacaktır. Yapı elemanları arasında sistematik bir gruplandırmaya gidilerek, amaca yönelik kullanım için kolaylık hedeflenmiştir. Akustik verilerden oluşan formatın, katmanlaşmaların çizimler ile desteklenmesi yoluyla, algısı daha basit olan grafiksel anlatıma yakınlaştırılması hedeflenmiştir.

## 2. YAPI ELEMANLARINDA GÜRÜLTÜ KONTROLÜ İÇİN BİR YAKLAŞIM

Gürültü kontrolüne yönelik tasarımda yerleşim aşamasında başlayarak, mekan organizasyonu, yapı eleman ve bileşenlerinin tasarımı, yapı malzemesi seçimi ve uygun montaj işlemleri ile gürültünün yarattığı olumsuz etkiler minimize edilebilir. Yapı elemanlarının gürültü etkin tasarımı öncelikle bitişik hacimdeki ya da dış ortamdaki ses kaynaklarının ve seviyelerinin tespitini gerektirmektedir. Cephe elemanlarının ses yalıtımı için binanın yerleşeceği bölgedeki gürültü koşulları analizini edilmelidir. Bu değerler, yerinde yapılacak gerçek zamanlı ölçümlerle veya mevcut ve gelecekteki durumu belirlemek üzere hazırlanmış gürültü haritaları yardımıyla elde edilebilir. İkincil olarak yapı içi çevrede işleve bağlı limit değerler tespit edilmelidir. İşitme konforunun sağlanabilmesi amacıyla kabul edilebilecek arka plan gürültüsü değerlerinin bir kısmı “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nde bulunabilir [2].İstenen arka plan seviyesini sağlamaya yönelik, yapı elemanından beklenen en düşük ses yalıtım düzeyini tanımlayan ölçütler ise ses yalıtım kriterleridir. Bir yapı elemanının ses iletim özellikleri ses iletim kaybı (Transmission Loss, TL) ile ifade edilir ve yapı elemanına gelen sesin, elemanın diğer tarafına iletimi sırasındaki azaltımı olarak tanımlanır. Bu ölçütlere bağlı olarak yapı elemanı seçimi ve detaylandırılmasında izlenecek yol Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Yapı elemanı seçimi sürecinde gürültü kontrolü

Yapım tekniği ve malzeme seçimine yönelik farklı katmanlaşmaların akustik performanslarını içeren bir katalog hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında sadece dış duvar katmanlaşmaları ele alınırken katalogun tüm yapı elemanlarını kapsaması ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

### 3. GÜRÜLTÜ KONTROLÜNE YÖNELİK DIŞ DUVAR SEÇİMİ İÇİN KATALOGUN HAZIRLANMASI

Farklı duvar katmanlaşmalarının laboratuvar ortamlarında ölçümlenmiş ses geçiş kaybı değerleri ve STC ve  $R_w$  cinsinden tek sayılı değerleri çeşitli kaynaklardan derlenmiş ve katalog haline getirilmiştir. Bu katalogun dış duvar seçiminde tasarıma destek olması ve katalog yardımıyla farklı dış duvar modellerinin gürültüye karşı performanslarının bir arada gözlemlenebilmesi amaçlanmıştır. Bu tip çalışmaları bazı kitaplarda birer bölüm halinde ya da yayınlanmış benzer bir katalog içerisinde bulmak mümkündür. Bunlardan bir kısmı katmanlaşmaların liste formatında sıralanan sözel ve sayısal verilerini içerir, bazıları ise grafiksel anlatım ve tek sayılı değerleri içeren pratik kullanıma yönelik çalışmalardır. Yeni bir katalog çalışması için var olan format ve sınıflandırma sistemleri incelenmiş ve bunlardan yola çıkarak, hem daha kapsamlı ve pek çok katmanlaşma çeşidini barındıran, hem de iki tip anlatımı da içeren; güncel verilerden oluşan bir çalışma hedeflenmiştir. Yerel kullanımdaki malzeme ve duvar tiplerinin de çalışmaya dahil edilmesi, hedeflenen diğer bir özellik olmuştur.

#### 3.1. Katalog için yararlanılan kaynaklar

Farklı katmanlaşma ve malzemelere ait akustik ölçüm sonuçları ağırlıklı olarak 1994-2011 yılları arasından seçilen kitap, çevrimiçi kaynaklar ve çeşitli laboratuvar ölçüm raporlarından derlenmiş, teknik çizimleri ile birlikte bir katalog haline getirilmiştir. Şimdiye kadar incelenen kaynakların 9 tanesi kitaptır, bunların bir kısmı bina akustiğini bütün halinde ele alırken [3], [4], [5], [6], [7], [8] bir kısmı gürültü kontrolüne odaklanmıştır [9], [10] ve bir tanesi yapı elemanlarının akustik performansına yönelik benzer bir katalog şeklindedir. [11]. İncelenen kaynakların 5 tanesi internet üzerinden ulaşılan çeşitli bakanlıklara ait kitapçıklardır. Bunlardan 3 tanesi yönetmelik ve standartlardır [12], [13], [14]; 1 tanesi bilgilendirme kitapçığıdır [15] ve 1 tanesi diğer bir katalog çalışmasıdır [16]. Diğer 3 kaynak derneklere ait yine internetten ulaşılabilen araştırma raporları [17], [18], [19] şeklindedir.

#### 3.2. Derlenen bilgilerin güvenilirlik ve güncelliğinin değerlendirilmesi

Kaynaklarda genel olarak, verilen montaj detaylarına ve malzeme özelliklerine ait bilgi miktarı arttıkça ses yalıtımını gösteren sayısal verilerin kesinliği de artmaktadır. Yoğunluk bilgisi, dolgu

malzemesi ya da yalıtım malzemesinin tanımı, varsa dikme aralıkları, tespit noktalarının yatayda ve dikeyde birbirine olan uzaklığı bunlardan bazılarıdır.

Verilerin bir kısmı alındığı kaynakta sadece sözel ve sayısal ifadeli anlatım ile verilmiştir. Bir kısmı ise bunların yanında katmanlaşma modelini gösteren çizimlere sahiptir. Ulaşılan kaynakta rehber bir çizimin oluşu da verilerin kesinliğini artırmaktadır.

Belli firma ürünlerine ait ölçümleri ve bir markaya ait ürün adı içeren katmanlaşmaları ya da katmanlaşmaların laboratuvar ölçümü olmaksızın hesap yoluyla tahmin edilen değerlerini yayınlayan kaynaklar yeterince güvenilir olmadığı ya da yanılığa yol açabileceği gerekçesi ile çalışmanın dışında bırakılmıştır. Verilerin yeterli olmadığı durumlarda sonuçlar başka bir kaynak ile desteklenemez ise elemenden geçirilmiştir. Yetersiz veriye sahip olduğu düşünülen katmanlaşmalara ait ölçüm değerlerine daha güvenilir bir kaynakta da rastlanırsa ve sonuçlar uyuşmaktaysa kaynak listesine alınmıştır. Bilgilerin çelişmesi durumunda ise kaynaklardan varsa yetersiz ve güvenilir olmayana elenmiştir. Bazı kaynaklarda ölçümleri yapılan bir duvar katmanlaşmasına belli bir malzeme eklenmesi ya da çıkarılması yoluyla varyasyonları oluşturulmuş ve bunlara ait ölçüm değerleri de ayrıca verilmiştir. Bu varyasyonların uygulanabilirlik ve kullanılabilirliğinin düşük olduğu durumlarda yeni bir katmanlaşma şeklinde betimlemek yerine ana katmanlaşmanın bir alt durumu olarak tanıtılmıştır.

### **3.3. Dış duvar sınıflandırma sistemi**

Sınıflandırma, sistem numarası atama ve hiyerarşiyi kurmada California Department of Health Services tarafından yayınlanan katalog [16] çalışmasından yararlanılmıştır. Bu kaynakta duvar ve döşeme örnekleri çeşitli kaynaklardan toplanmış, STC cinsinden tek sayılı değerleri ve çizimleri ile birlikte yayınlanmıştır. Duvarlar yapısal özelliklerine sınıflandırılmıştır ve alt gruplandırma sistemi ile aralarında hiyerarşi kurulmuştur. Her katmanlaşma modeli ait olduğu sınıfı ve üst gruplarını belirten bir etikete sahiptir. Bu ifade sistemi hazırlanan kataloga da uyarlanmıştır. Katmanlaşmaları sınıflandırmada ise daha önce kullanılan sistem farklılaştırılmış, duvarlar akustik ve yapı özelliklerine göre yeniden gruplara ayrılmıştır.

Farklı katmanlaşmaları sınıflandırmada duvarların yapılarından, malzemelerinden ve strüktürel devamlılıklarından yararlanılmıştır. Tüm bunlar duvarın akustik davranışını belirleyen öğelerdir ve benzer davranış gösteren duvarlar bu yöntemle aynı grup altına toplanmıştır. Duvar kesitinde sürekli elemanlar ses köprüsü şeklinde çalıştığından bunlar azaldıkça ses yalıtımı da artar. Buna göre çift cidarlı duvarlar tek cidarlılara göre daha gelişmiştir. Cidarlar arası boşlukta yalıtım malzemesi kullanılması da ses yalıtımını artırır. Malzeme özellikleri ses yalıtımıyla doğrudan ilişkilidir ve esneklik ve kütle artışı olumludur.

Katalog içerisinde duvarlar öncelikle işlevlerine göre iç duvarlar ve dış duvarlar olarak sınıflandırılmıştır. İki duruma da müsait görülen duvar katmanlaşmaları ise 3. bir sınıfa dahil edilmiştir. Bu sınıflandırmanın amacı tasarım aşamasında gerekli olan verilere kolay erişimi sağlamak ve ihtiyaca yönelik duvar tiplerini bir arada gözlemleyerek aralarında karşılaştırma yapılmasını kolaylaştırmaktır. Sınıflandırma yapılırken duvarların farklı gürültü etkenlerine maruz kaldıkları dikkate alınmıştır. Dış duvar elemanları, düşük frekans bileşeni daha yüksek olan çevresel gürültüye maruz kalmaktadır ve performans ihtiyacı göreceli olarak daha fazladır.

İşleve dayalı sınıflandırmayı takiben, yapılarına göre sınıflandırma yapılmıştır. Buna göre duvarlar örme duvarlar, iskelet duvarlar, kompozit duvarlar ve paneller olarak gruplanmıştır. Örme duvarlar malzeme özelliklerine göre tuğla ve beton blok olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunlarda kendi içlerinde tek gövdeli duvarlar ve çift gövdeli duvarlar olarak gruplanmaktadır. İskelet duvarlar ahşap iskelet ve metal iskelet olarak ikiye ayrılmıştır. Bunların her ikisi de tek dikmeli konstrüksiyon ve çift dikmeli konstrüksiyon olarak alt gruplara bölünmektedir. Çift dikmeli konstrüksiyonları da ses köprüsü oluşturması bakımından ortak alt ve üst başlığı paylaşımları ya da farklı başlıklara sahip olmaları durumuna göre özelleştirmek mümkündür. Daha sonra esnek bağlantılı olup olmayışlarına göre ve ses yalıtım malzemesi içerme durumlarına göre sınıflandırılırlar. Bunun ardından kaplama malzemesinin

tek katlı ya da çok katlı oluşuna göre özelleşmektedirler. Son olarak da akustik davranışı etkileyeceğinden dolayı iki tarafta eşit sayıda ve kalınlıkta kaplama malzemesi içerip içermeyişlerine göre simetrik ya da asimetrik olarak ayrılmaktadırlar. Kompozit duvarlar hem örme tekniği yapı malzemelerini içeren hem de iskelet strüktüre sahip katmanlaşma biçimleridir. Panel duvarlar beton panel ve sandviç panelleri içermektedir.

### **3.4.Yazılı, çizili ve birimsel ifade teknikleri**

Hazırlanan katalogda katmanlaşmaların Türkçe açıklamalarının yanı sıra alındığı kaynaktan betimlendiği şekliyle İngilizce tanımlarına da yer verilmiştir. Orjinal tanımlardaki ölçü birimleri de bu alanda aynen korunurken Türkçe açıklama kısmında metrik sisteme dönüştürülmüştür. Orjinal kaynaktan hem inç hem mm cinsinden ifadelerin yer alması durumunda birim çevirisi yapılmaksızın Türkçe açıklama bölümünde mm cinsinden değer, İngilizce kısmında ise kaynağa uygun olarak her iki birimdeki hazır verilmiş değerler kullanılmıştır.

Duvarların ses geçiş kaybı değerleri frekanslara göre farklılık göstermektedir. Ancak uygulama kolaylığı açısından genel performansı değerlendirmeye yarayan ağırlıklı yalıtım değerlendirme birimleri geliştirilmiştir (STC,  $R_w$ ,  $R'_{w}$ ,  $D_{n,T}$ ,  $D_w$  vb.) Bu tek sayılı birimler değişik ülkelerin kendi şartlarına göre özelleştirdikleri çalışmalar olup, ana konular benzer olmakla birlikte, ölçütleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Katalog içerisinde duvarların hem STC hem  $R_w$  cinsinden rapor edilmiş ölçüm sonuçlarına ulaşılmaya çalışılmıştır. İlk etapta ulaşılan kaynakların ağırlıklı olarak Amerikan oluşu nedeniyle, STC sonuçları daha fazladır. Bunların  $R_w$  cinsine dönüşümleri ve kaynakların çeşitlendirilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bu değerler ve duvarın ses yalıtım performansı ile ilgili dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, laboratuvar ölçümleri esnasında bina ölçeğinde sürekli elemanlardan veya birleşim detaylarından kaynaklanabilecek endirekt ses köprülerinin etkisinin ayrıca belirtilmemesidir. Gerçekte ise laboratuvar ortamındaki kadar sızdırmaz uygulanamayan duvarlar veya detaylandırmada oluşabilecek hatalar ses yalıtım düzeyini düşürecektir. Gerçek durumu gösteren ses geçiş sınıfı değerleri FSTC (Field Sound Transmission Class) değeri ile gösterilmekte ve laboratuvar ölçümleri ile aralarında 5 dB'e varan farklılıklar görülmektedir [5]

Katalog için oluşturulan teknik çizimler sözel anlatımlara uygun olarak detaylandırılmıştır ve var ise alınan kaynaktaki hazır çizimler tekrar formatlanmıştır.

### **3.5. Katalog formatı**

Katalog iki farklı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde duvarların katmanlaşmalarına ait açıklamalar Türkçe ve İngilizce olarak, frekanslara bağlı akustik verileri, STC ve  $R_w$  cinsinden tek sayılı değerler ve -mevcut ise- laboratuvar bilgileri tablolar halinde derlenmiştir. Bu bölüm sözel anlatımlar ve veriler üzerinedir. İkinci bölümde ise ilk bölümde daha detaylı tanımlanan duvarların teknik çizimleri, tek sayılı değerleri ve kısaca katmanlaşma bilgileri ile çizimli bir katalog oluşturulmuştur. Çizimlerin bulunduğu bu ikinci bölümün kullanımı algıyı kolaylaştırdığı için daha pratiktir. Çizimlendirilmiş bu duvar katmanlaşmalarının farklı frekanslardaki akustik davranışı içinse ilk bölümdeki tabloda karşılığına bakılmalıdır. Çizim ile ifade edilemeyen daha detaylı açıklama gurubu için de yine ilk bölüm incelenmelidir. Her farklı katmanlaşmanın bir etiket numarası vardır. Bu etiketlerden yararlanarak iki bölüm arasında hareket etmek mümkündür.

Katalogun ilk bölümünde yer alan, duvar katmanlaşmalarının detaylı açıklamaları ile frekanslara bağlı akustik verilerini içeren tablodan bir kısım Tablo 1'de verilmiştir. Orjinal tablo 63 Hz'ten başlayarak 8000 Hz'e kadar olan frekansları içermektedir ve bu frekansların kaynaktan verilen kısmına karşılık gelen değerler tabloya girilmiştir. Tablo 1'de bu frekans aralığının sadece bir kısmı görülmektedir.

1.1.1.2 Çok katlı Kaplama		STC	Rw	Dnt	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
1.1.1.2.3	40x90mm ahşap dikmeler, bir tarafta 2 katman diğer tarafta tek katman 19mm alçı panel, dikmeler 400mm oc	37						16	17
1.1.1.2.4	40x90mm ahşap dikmelerin her iki yanında 2 katman 19mm alçı panel, dikmeler 600mm oc	59						20	22
1.1.1.2.5	40x90mm ahşap dikmelerin her iki yanında 2 katman 19mm alçı panel + yalıtım örtüsü	44							

Tablo 1: Akustik verilerin bulunduğu tablo bölümünden örnek bir kısım

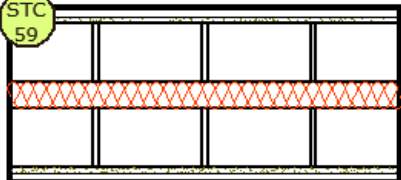
Katalogun 2. bölümü için hazırlanan çizimlerden bazı örnekler ve yapılarına göre ait oldukları sınıflar Şekil 2-7'de verilmiştir. Şekil 2,3 ve 4 örme duvar, Şekil 5, 6 ve 7 iskelet sistem ve Şekil 8 kompozit sistemdir. Çift gövdeli örme duvar ( Şekil 4) ve çift gövdeli ve yalıtımlı, kaplama malzemesi simetrik olmayan iskelet duvar (Şekil 7) örneği diğerlerine göre daha yüksek ses yalıtımı sağlamaktadır. Şekil 5'teki duvar örneğine esnek bağlantı profillerinin eklenmesiyle Şekil 6'da duvar 8 dB iyileştirilmiştir.

1.1.1.8		9 mm alçı panel 25 mm polistren Taşıyıcı araştırma tuğlası 140 x 57 x 292 mm 281.72 kg/m <sup>2</sup>	3/8" gypsum board 1" styrofoam Structural Clay Research brick 5 1/2 x 2 1/4 x 11 1/2" 57.7 psf
---------	---	---	--

Şekil 2: Örme duvar > Tuğla > Tek gövdeli duvar sınıfından bir örnek

1.2.1.3		2 kat yağlı boya 3 hücreli hafif beton 200 x 200 x 400 mm 12.7 kg/birim harç dolgu 16mm çaplı çubuk donatı 2 kat yağlı boya	2 coats oil base paint 3 cell light weight concrete 8 x 8 x 16" 28 lbs/block grout #5 rebar 2 coats oil base paint
---------	---	---	--

Şekil 3: Örme duvar > Beton blok > Tek gövdeli duvar sınıfından bir örnek

1.1.2.8		Sıva 110 mm tuğla 50 mm boşluk ve cam yünü 110 mm tuğla Sıva	Plaster 110 mm brick 50 mm airspace with glassfiber 110 mm brick Plaster
---------	---	--	--

Şekil 4: Örme duvar > Tuğla > İki gövdeli duvar sınıfından bir örnek

1.1.1.1.10		16 mm kızılâğaç kaplama 20mm yalıtım levhası 40x90mm ahşap dikme R11 Yalıtım örtüsü 16 mm alçıpan levha	5/8" redwood siding 3/4" insulation board sheathing 2x4" wood studs R11 batt insulation 5/8" drywall
------------	---	---	--

Şekil 5: İskelet Duvar > Ahşap konstrüksiyon > Tek dikmeli > Esnek bağlantısız > Tek katlı kaplama sınıfından bir örnek

1.1.2.1.8		16 mm kızılağaç kaplama 20mm yalıtım levhası 40x90mm ahşap dikme R11 yalıtım örtüsü Esnek bağlantı profili 16 mm alçıpan levha	5/8" redwood siding 3/4" insulation board sheathing 2x4" wood studs R11 batt insulation resilient channels 5/8" drywall
-----------	--	---	--

Şekil 6: İskelet Duvar > Ahşap konstrüksiyon > Tek dikmeli > Esnek bağlantı ile > Tek katlı kaplama sınıfından bir örnek

1.3.2.1		16 mm alçı panel 40x90mm ahşap dikme, R11 yalıtım örtüsü 25 mm boşluk R11 yalıtım örtüsü 40x90mm ahşap dikme, 2 katman 16 mm alçı panel	5/8" gypsum board 2 x 4" studs R11 batt insulation 1" gap R11 batt insulation 2 x 4" studs 2 layers 5/8" gypsum board
---------	--	---	---

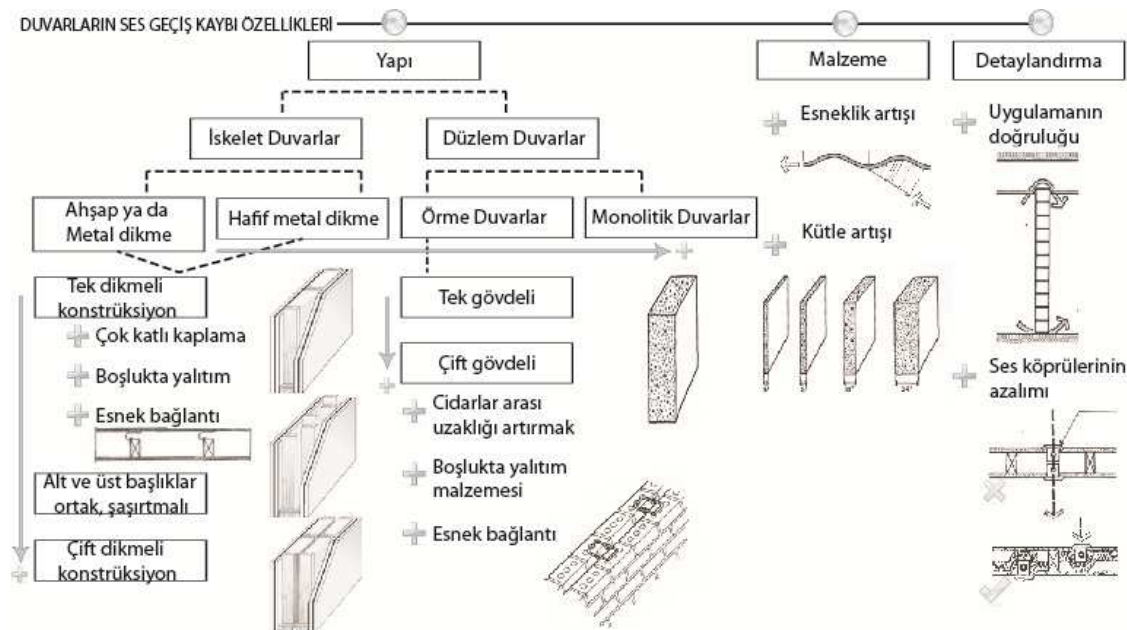
Şekil 7: İskelet Duvar > Ahşap konstrüksiyon > Çift dikmeli > Esnek bağlantısız > Çift katlı kaplama sınıfından bir örnek

1.1.		90mm tuğla örgü 40x90mm ahşap dikme 75mm cam yünü örtü 20mm levha 16mm alçı panel	4" brick veneer 2x4" wood studs 3" Fiberglass 3/4" sheathing 5/8" gypsum board
------	--	---	--

Şekil 8: Kompozit duvar > Tuğla ve iskelet konstrüksiyon sınıfından bir örnek

#### 4. DIŞ DUVAR SEÇİMİNDE KATALOG KULLANIMINA DESTEKLEYİCİ BİLGİLER

Katalog kullanımı esnasında istenilen performansı sağlayacak katmanlaşmanın tespiti için rehber olabilecek bazı bilgiler Şekil 9’da verilmiştir. Bu bilgiler ışığında farklı duvar katmanlaşmalarının ses yalıtım davranışlarını ve akustik performanslarını etkileyen özellikleri incelemek mümkündür. Genel prensip olarak duvar kesitindeki sürekli elemanlar azaldıkça ve kütle arttıkça ses geçiş kaybı da artar.



Şekil 9: Duvarların ses geçiş kaybı değerine etki eden nitelikler. [5], [20], [3], [21], [15]

#### 4.1.Dış duvarlarda akustik özelliklerin iyileştirilmesi

Dış duvarlar tasarlanırken örnek alınabilecek bazı pratik bilgiler aşağıda derlenmiştir:

- Hafif metal konstrüksiyonlar ahşap ve ağır metal olanlara göre daha esnek olacağından daha yüksek ses kaybı değerlerine sahiptirler. Daha geniş metal kesitler düşük frekanslarda daha iyi performans gösterirler [3].
- İskelet duvarlarda iki tarafa birer katman alçı panel eklemek ses yalıtımını 5 dB ya da daha fazla artırır [3].
- Farklı kalınlıklarda panellerin ya da farklı malzemelerin bir arada kullanımı yapı elemanının değişik frekanslara cevap vermesini sağlayacağından olumludur [8].
- Boşluğun ses yalıtım malzemesi ile doldurulması tek dikmeli ahşap konstrüksiyonlarda 2 - 8 dB, hafif metal konstrüksiyonlarda 4-8 dB arası iyileşme sağlar. Daha ağır metal konstrüksiyonlarda iyileşme esnekliğin azalması nedeniyle daha azdır [3].
- Katmanlar arasında bırakılan boşlukta kullanılacak malzemenin kapalı gözenekli oluşu (köpük polistren gibi) ses yalıtımını azaltır [9].
- Yapı elemanlarının trafik gürültüsü gibi düşük frekanslardaki seslere karşı performansında daha çok kütle etkilidir [3].

### 5. SONUÇ

Gürültü belli bir düzeyin üzerinde rahatsız edici olarak algılanır ve insanların günlük eylemlerini etkiler. Kullanıcı konfor şartları ve sağlığı için yoğun dış ortam gürültüsü olan bölgelerde gürültü kontrolünün sağlanması önemlidir. Tasarımın ilk aşamalarından itibaren yapı elemanı seçimi esnasında katmanlaşmaların akustik performanslarını görmeye, farklı yapı elemanları arasında karşılaştırma yapmaya ve hesaplamada kullanmak üzere frekanslara bağlı ses geçiş kaybı değerlerine erişime yarayacak bir katalog geliştirilmiştir. Bu katalogda çeşitli kaynaklardan temin edilen akustik ölçüm sonuçları ve tek sayılı değerler düzenlenmiş ve yapı elemanlarının teknik çizimleri hazırlanmıştır. Bu çalışmada ele alınan dış duvar sistemleri katalogda yapısal ve akustik özelliklerinin benzerliğine göre sınıflandırılmıştır ve yapı katmanlaşmalarına göre alt gruplara bölünmektedir. Sınıflandırma sistemi ile hem akustik davranışı benzer katmanlaşma modellerinin bir arada bulunması, hem de amaca yönelik kullanım için pratik erişim imkanının sağlanması amaçlanmaktadır. Oluşturulan katalog iki bölümden oluşmaktadır: duvarların frekanslara bağlı ses geçiş kaybı değerlerini içeren tablo sistemindeki birinci bölüm ve çizimli gösterimlerden oluşan ikinci bölüm. İkinci bölüm görsel ve daha sade oluşu nedeniyle pratik kullanıma izin verirken, katmanlaşma hakkında daha detaylı açıklama ve akustik verilere ilk bölümden ulaşılmaktadır.

Böyle bir katalog oluşumu ile getirilmesi amaçlanan kolaylıklar ve faydalar şunlardır:

- ✓ Ön tasarım aşamasından itibaren dış duvarların akustik performansının, tasarım sürecine dahil edilmesini destekleyen bir kaynak oluşumu
- ✓ Dış duvar seçim sürecinde farklı örneklerin ses yalıtım performanslarının birbirleriyle karşılaştırılmasında pratiklik sağlanması
- ✓ Hazırlanan teknik çizimler sayesinde sözel anlatımlı katmanlaşma modellerinin algısının görsel olarak desteklenmesi
- ✓ Çevre gürültüsünün kritik olduğu durumlarda ihtiyaç duyulan duvar yapısının yaklaşık tespiti ile muhtemel büyük çaplı değişikliklerin ve ek maliyetin önüne geçilmesi

Kısmen tamamlanmış katalogun tüm yapı elemanlarını kapsayacak şekilde genişletilmesi konusunda çalışmalar devam etmektedir. Akustik ölçüm verilerine ulaşılan yapı elemanlarının tek sayılı değerleri farklı kaynaklarda farklı tek sayılı değerlendirme birimleri ile verilmiştir. Katalogun kullanılabilirliği ve akustik performansı farklı birimlerle temsil edilen katmanlaşmaların birbirleriyle kıyaslanabilirliği için bu birimlerin çevirisinin ya da tek tipleştirilmesinin yapılması gerekmektedir. Avrupa'da, çeşitli ülkelerin kullandığı farklı birimler ve konfor sınıfları arasında uzlaşma çalışmaları devam etmektedir.



## KAYNAKÇA:

1. **Croome, D. J.** *Noise, Buildings and People*. Oxford : Pergamon, 1977.
2. **Çevre ve Orman Bakanlığı.** Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. 2010.
3. **Egan, M. D.** *Architectural Acoustics*. New York : McGraw-Hill, 1988.
4. **Long, M.** *Architectural Acoustics*. Burlington : Elsevier Academic, 2006.
5. **Mehta, M., Johnson, J. ve Rocafort, J.** *Architectural Acoustics: Principles and Design*. New Jersey : Prentice Hall, 1999.
6. **Maekawa, Z ve Lord, P.** *Environmental and Architectural Acoustics*. Londra : E@FN Spon, 1994.
7. **Hassan, O.** *Building Acoustics and Vibration: Theory and Practice*. Singapur : World Scientific Publishing, 2009.
8. **Demirkale, S. Y.** *Çevre ve Yapı Akustiği*. İstanbul : Birsen Yayınevi, 2007.
9. **Harris, C. M.** *Noise Control in Buildings*. New York : R. R. Donnelley&Sons, 1994.
10. **Reynolds, D.** *Engineering Principles of Acoustics*. Boston : Allyn and Bacon, 1981.
11. **Lord, P ve Templeton, D.** *Detailing for Acoustics*. 3. Baskı. Londra : E@FN Spon, 1996.
12. **Department of Building and Housing.** Clause G6 Airborne and Impact Sound. *New Zealand Building Code*. Wellington : s.n., 2006.
13. **British Standards Institution.** Sound Insulation and Noise Reduction for Buildings. *Code of Practice*. Londra : s.n., 1999. BS 8233.
14. **Department for Education and Skills.** Building Bulletin 93. *Acoustic Design of Schools: A Design Guide*. Londra : The Stationery Office, 2004.
15. **US Department of Housing and Urban Developments.** The Noise Guidebook. *HUD.GOV*. [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 30 Aralık 2011.] [http://portal.hud.gov/hudportal/HUD?src=/program\\_offices/comm\\_planning/environment/training/guidebooks/noise](http://portal.hud.gov/hudportal/HUD?src=/program_offices/comm_planning/environment/training/guidebooks/noise).
16. **California Department of Health Services.** *Catalog of STC and IIC Ratings for Wall and Floor/Ceiling Assemblies*. California : s.n., 1980.
17. **The Brick Industry Association.** *Technical Notes 5A: Sound Insulation, Clay Masonry Walls*. Virjinya : s.n., 2000.
18. **American Iron and Steel Institute; Steel Framing Alliance.** *Estimation of Sound Transmission Class and Impact Insulation Class Rating for Steel Framed Assemblies*. Northwestern : s.n., 2008. RP-08-07.
19. **National Research Council Canada.** *Gypsum Board Walls: Transmission Loss Data*. s.l. : Institute for Research in Construction, 1998. IRC-IR-76.
20. **Green Glue Company.** Wall Types. *Green Glue Company Web sitesi*. [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 9 Ocak 2012.] <http://www.greengluecompany.com/wallTypes.php>.
21. **Everest, F. A. ve Pohlmann, K. C.** *Master Handbook of Acoustics*. 5. Basım. New York : McGraw-Hill, 2009.