

ÜLKEMİZDE KULLANILABİLECEK DIŞ DUVAR ELEMANLARININ SES YALITIM PERFORMANSI/ ISI GEÇİRGENLİK KATSAYISI/ MALİYET AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özgül YILMAZ KARAMAN
Araştırma Görevlisi, Y. Mimar
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

ÖZET

Makro ya da mikro ölçekte olsun, bir sorun ya da problem ortaya çıktığında öncelikle çözüm alternatifleri değerlendirilir. Değerlendirme, alternatiflerin birbirine göre fayda ve zararlarını araştırma sürecidir. Bunun yanında verilecek kararı etkileyen bir diğer olgu da farklı çözüm alternatiflerinin getirdiği farklı maliyetlerdir. Bu durumda ortaya bir fayda/maliyet analizi yapma gereği ortaya çıkmaktadır. Fayda/maliyet analizini mimarlıkta kullanmak istediğimizde, malzeme, teknoloji, iklim gibi somut verilerin yanında kültür, estetik, zevk gibi soyut verilerle de karşılaşmaktayız ki bu da değerlendirme yapmayı biraz daha güçleştirmektedir.

Ancak özellikle yapı elemanları açısından bakıldığında tasarım sürecinde başlayan fayda/maliyet analizleri ile tasarıma ve işleve en uygun malzeme ve yapım yöntemiyle üretilmiş yapı elemanının en uygun maliyetle uygulanması sağlanabilmektedir. Bu noktadan hareketle, bu çalışma kapsamında yapı elemanı tasarımında en önemli kriterlerden biri olan “ses yalıtımı” ve ısı yalıtım hesaplarında kullanılan “ısı geçirgenlik katsayısı” dikkate alınarak, ülkemiz koşullarında kullanılan/kullanılabilecek olan kagir dış duvar örneklerinin fayda/maliyet analizi yapılmaya çalışılacaktır.

1. Yapı Elemanı Seçimini Etkileyen Faktörler

1.1. Ses Yalıtımı:

Günlük yaşamımızda çoğu zaman maruz kaldığımız gürültü kirliliği, bir yandan toplumun en geniş kesimini etkileyen, öte yandan da – özellikle ülkemizde – en az önem verilen çevre kirliliği etkenidir. Gürültü ile ilgili bu çelişkinin nedeni ise, birey ya da toplum üzerindeki etkilerinin uzun süreli birikimler sonucu ortaya çıkması ve/veya dolaylı belirtiler göstermesi nedeniyle kolay tanımlanamamasıdır. Kentlerde her geçen gün artan gürültü düzeyine karşın, gürültü ile savaşım çalışmalarında ortaya çıkan yetersizlikler ise gürültü açısından konforlu mekanlar oluşturabilmek için yapı kabuğunda alınacak önlemleri daha da önemli hale getirmektedir.

Bir yapı elemanının sahip olması istenen ses geçirimsizlik değerlerine/ses geçişine direncine, yalıtım ölçütü denir. Yalıtımı tasarlarken insanların yapıların içinde günlük yaşamlarını sağlıklı ve konforlu olarak sürdürmeleri için dış çevrede ve yapı içinde kullanılan hacimlerde kabul edilebilecek en yüksek gürültü düzeyleri belirlenerek, belirli yapı elemanları için, mekan için belirlenen konfor şartını sağlayacak yalıtım değerleri oluşturulur.

Yapı kabuğunun yani, dış yapı elemanlarının ses yalıtım performansı, doğrudan dış gürültü seviyesiyle ilgilidir. Ancak unutulmaması gereken bir nokta olarak, konut birimleri (daireler) arası bölücü işlevi olan yapı elemanlarından farklı olarak, yapı dış kabuğu genellikle farklı elemanlardan

oluşmaktadır. Pencere ve çatı kabuğun ses geçişine karşı en zayıf noktaları olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla, dış kabuğun yalıtım değeri, kabuğun dolu-boş oranına bağlı olarak değişecektir. Ancak böyle geniş bir değerlendirme çalışması bu ödevin kapsamını aşacağından ve yapı kabuğunun en önemli elemanlarından biri olan duvar yüzeyleri değerlendirmeye alınacaktır.

Bir elemanın ses geçişine direnci pek çok etkene bağlıdır ve bir çok hesap yönteminde tüm etkenler dikkate alınamamaktadır. Örneğin bir duvarın ses yalıtım değeri yapım koşullarına bağlı olarak hesaplanandan farklı sonuçlar sağlayabilir. Bu nedenle gerçekte yapı elemanlarının ses yalıtım performanslarını belirlemenin en iyi yolu gerçeğe en yakın koşullarda ölçüm yapma yöntemini kullanmaktır. Ancak bu yöntem pahalı ve uygulaması sınırlı olduğu için, genellikle malzemelerin yüzeysel kütleleri dikkate alınarak yapılan hesap yöntemleri kullanılmaktadır.

Bir yandan da dış duvar elemanı olarak kullanılabilir neredeyse sayısız örnek oluşturmak mümkündür. Örneklere bir sınır getirmek açısından, yalnızca birim yüzeysel kütleleri dikkate alınarak değerlendirilebilen tek tabakalı ve iki rijit kabuk arasında hava boşluğu bırakılarak oluşturulan iki tabakalı kagir duvar örnekleri seçilmiştir. Bu duvar tipleri için, ülkemizde üretilen, standartlarda özellikleri belirlenen ve yaygın olarak kullanılan farklı malzeme alternatifleri seçilmiştir.

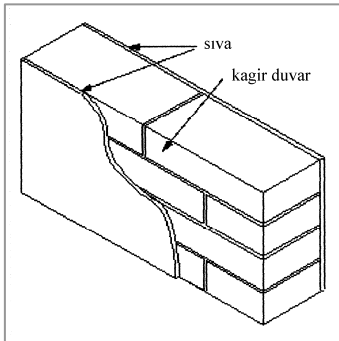
1.2. Isı Yalıtımı:

Enerji sıkıntısı çektiğimiz ve fosil yakıtların azaldığı günümüzde, enerji kullanımında önemli bir payı olan binaların, ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının ve dolayısıyla da ısıtma giderlerinin azaltılabilmesine yönelik eleman seçimi de en önemli konulardan biridir. Tıpkı ses yalıtımında olduğu gibi tasarım aşamasından başlayarak doğru yapı elemanı seçimi hem maliyetten hem de zamandan kazanç sağlayacak, böylece kullanıcı gereksinimlerini sağlayacak optimum çözüm sağlanmış olacaktır.

Bu bağlamda, çalışma kapsamında seçilen duvar örneklerinin TS 825’de belirtilen formüllere göre ısı iletkenlik katsayısı (U) (W/m^2K) değerleri de hesaplanarak, aynı elemanın ses ve ısı yalıtım performanslarının da karşılaştırması yapılmaktadır. Ses yalıtımı değerlendirilmesi yapılırken, ses geçirimsizlik değerinin (R) (dB) mümkün olduğunca büyük olması istenirken, ısı yalıtımı açısından U değerinin mümkün olduğunca küçük olması istenir. Mayıs 2000’de yayınlanan yeni Isı Yalıtım Yönetmeliğine göre, 1. Bölgede duvarlar için kabul edilebilecek maksimum U değeri 0,80’dir. Bu değer 4. Bölgedeki illerimiz için 0,40’a düşmektedir.

2. Seçilen Dış Duvar Örneklerinin İncelenmesi:

2.1. Tek Tabakalı Duvarlar:



Tek Tabakalı Duvarlardan Ses Geçişi

Ses geçirimsizlik değerinin (R) (dB) genel anlamda malzemenin m^2 ağırlığı (m), tespit şekli (k), yüzeyi (F), kalınlığı (d)-(D), homojenlik (h) ve titreşim (v) faktörleri gibi elemana bağlı faktörlerin yanında gelen sesin basınç düzeyi, frekansı, elemanın yüzeyine gelmesi gibi ses dalgası özellikleri ile ilişkisi vardır. Ancak bu değeri (R), daha basit olarak sadece malzeme kitlesinin ağırlığına göre hesaplamak da mümkündür. Burada etkili olan *faktör*, ses dalgalarının malzemedan geçebilme yeteneğidir.

$$R = 15.4 \times \log m + 10$$

m: Yüzeysel kütle, (kg/m²)

formülü kullanılarak tek tabakalı bir elemanın ortalama ses yalıtım değeri hesaplanabilir. Isı geçirgenlik katsayısı hesabı için “TS 825-Isı İhtiyacı Hesabı” Programı Kullanılmış ve değerler Birinci Bölge için hesaplatılmıştır.

Tek Tabakalı Duvarlar için ödev kapsamında incelenecek yapı bileşeni örnekleri;

- Tuğla
- Beton briket
- Gaz beton
- Beton olarak belirlenmiştir.

D 01. Yatay delikli tuğla duvar:

Tanımı: 19x13.5x19 boyutlarında yatay delikli fabrika tuğlası (TS 4563) ile duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 02. Yatay delikli tuğla duvar:

Tanımı: 19x8.5x19 boyutlarında yatay delikli fabrika tuğlası (TS 4563) ile duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 03. Dolu Fabrika tuğlası kullanılmış duvar:

Tanımı: 9x5x19 boyutlarında dolu fabrika tuğlası (TS 705) ile 19 cm duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 04. Düşey Az Delikli Fabrika tuğlası kullanılmış duvar:

Tanımı: 19x29x13.5 boyutlarında düşey az delikli (max. %35) fabrika tuğlası (TS 705) ile 19 cm duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 05. Düşey Delikli Fabrika tuğlası kullanılmış duvar:

Tanımı: 19x29x13.5 boyutlarında düşey delikli fabrika tuğlası (TS 705) ile 19 cm kalınlığında duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 06. Düşey Delikli Fabrika tuğlası kullanılmış duvar:

Tanımı: 19x19x13.5 boyutlarında düşey delikli fabrika tuğlası (TS 705) ile 19 cm duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 07. Hafif Betondan Dolu Briket İle Yapılmış Duvar:

Tanımı: 20x13.5x39 cm boyutlarında hafif betondan dolu briket (TS 406) ile 20 cm kalınlığında duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 08. Hafif Betondan Boşluklu Briket İle Yapılmış Duvar:

Tanımı: 20x19x39 cm boyutlarında hafif betondan boşluklu briket (TS 406) ile 20 cm kalınlığında duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 09. Doğal Bims Betondan Boşluklu Blok İle Yapılmış Duvar:

Tanımı: 19x39x19 cm boyutlarında bims betondan boşluklu blok (TS 2823) ile 19 cm kalınlığında duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında, kireç-çimento karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 2,8 cm kalınlığında çimento harçlı düz sıva uygulanması.

D 10. Gaz beton Duvar Bloğu İle Yapılmış Duvar:

Tanımı: 60x20x25 cm boyutlarında gaz beton bloklar ile (TS 453) ile 20 cm kalınlığında duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 1,8 cm kalınlığında, kireç-alçı karışımı harçlı düz sıva, dış yüzeyde yaklaşık 1 cm kalınlığında çimento-kireç esaslı hazır beyaz sıva uygulanması.

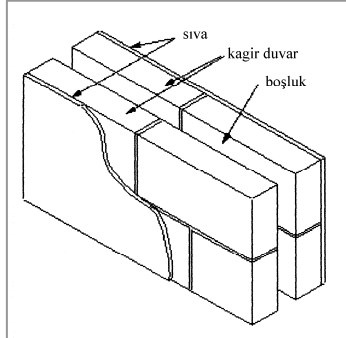
D 11. Beton Duvar:

Tanımı: BS 18 (B 225) betonu ile 20 cm kalınlığında donatısız duvar yapılması ve iç yüzeyde yaklaşık 1,2 cm kalınlığında, 350 kg. Çimento dozlu harçla tek kat serpmeye düz sıva dış yüzeyde yaklaşık 1,2 cm kalınlığında çimento-kireç karışımı harçla düz sıva uygulanması.

Tablo 1 – Tek Tabakalı Kargir Duvarlar

Malzeme	Boyutlar (cm)	Duvar kalınlığı (sıva hariç) (cm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Ses Geçiş Kaybı (dB)	Isı Geçirgenlik Katsayısı-U (W/m ² K)	2003 Birim Fiyatı (TL/m ²)
Yatay delikli tuğla duvar	19x13.5x19	19	650	47	1,551	18,849,703
Yatay delikli tuğla duvar	19x8.5x19	19	650	47	1,551	22,112,201
Dolu fabrika Tuğla duvar	9x5x19	19	1800	51	2,189	34,548,357
Düşey delikli fabrika Tuğla duvar	19x29x13.5	19	1600	50	1,993	21,397,515
Düşey delikli fabrika Tuğla duvar	19x29x13.5	19	1200	49	1,66	18,620,475
Düşey delikli fabrika Tuğla duvar	19x19x13.5	19	1200	49	1,66	19,144,480
Dolu briket duvar	20x13.5x39	20	800	47	1,384	23,764,298
Boşluklu briket duvar	20x19x39	20	500	46	1,096	20,716,106
Bimsbeton blok	19x39x19	19	800	47	1,152	23,203,829
Gazbeton blok duvar	60x20x25	20	800	46	1,069	37,631,620
Beton duvar	-	20	2200	51	3,31	39,947,537

2.2. Çift Tabakalı Duvarlar:



Boşluklu Kagir Duvarlar:

Hava doğuşlu ses geçişi, duvarı oluşturan katmanların yüzey yoğunluklarına bağlıdır. Aynı zamanda kullanılan bağlantı elemanları ve boşluk genişliği ses yalıtım değerini etkileyen faktörlerdir.

$$R_w = 20 \log m + 13 \log D - 4$$

m: Yüzeysel kütle, (kg/m²) **D:** Boşluk genişliği, (cm)
formülü kullanılarak çift tabakalı elemanın ortalama ses yalıtım değeri hesaplanabilir.

Aşağıdaki tabloda (Tablo14) belirtilen blok malzemelerle iki rijit tabaka arasında 5 cm. Boşluk bırakılarak oluşturulmuş, iki yüzü sıvalı çift tabakalı duvar örnekleri oluşturulmuştur. Uygulanan sıva, tuğla ve briket yüzeyler için iç yüzeyde kireç-çimento; dış yüzeyde çimento harçlı ve yaklaşık 2,8 cm. kalınlığında düz sıva ve gaz beton için ise iç yüzeyde alçı-kireç; dış yüzeyde ise kireç-çimento harçlı hazır sıva olarak seçilmiştir. Ancak dış tabakası cephe tuğlasından yapılan duvar örneği için dış yüzeyde sıva yapılmamıştır.

Isı geçirgenlik katsayısı hesabı için “TS 825-Isı İhtiyacı Hesabı” Programı Kullanılmış ve değerler Birinci Bölge için hesaplatılmıştır.

Tablo2 - Çift tabakalı kargir Duvarlar

Malzeme		Boyutlar (cm)		Duvar kalınlığı (sıva hariç) (cm)	Yoğunluk (kg/m ³)		Ses Geçiş Kaybı (dB)	Isı Geçirgenlik Katsayısı-U (W/m ² K)	2003 Birim Fiyatı (TL/m ²)
1. tabaka	2. tabaka	1. tabaka	2. tabaka		1.tabaka	2.tabaka			
Yatay delikli tuğla (TS 4563)	Yatay delikli tuğla (TS 4563)	19x8.5x19	19x8.5x19	22	650	650	52	1,044	24,358,238
Yatay delikli tuğla (TS 4563)	Yatay delikli tuğla (TS 4563)	19x13.5x19	19x8.5x19	27	600	600	53	0,936	25,179,974
Dolu Fabrika Tuğlası (TS 705)	Dolu Fabrika Tuğlası (TS 705)	9x19x5	9x19x5	23	1800	1800	58	1,247	38,830,210
Hafif Betondan boşluklu briket (TS 406)	Hafif Betondan boşluklu briket (TS 406)	10x19x39	10x19x39	25	500	500	51	0,788	23,304,721
Hafif Betondan boşluklu briket (TS 406)	Cephe Tuğlası (TS 705)	10x19x39	9x19x5	24	500	2000	54	0,98	32,623,691
G4 sınıfı duvar bloğu (TS 453)	G4 sınıfı duvar bloğu (TS 453)	60x10x25	60x10x25	25	800	800	51	0,776	38,957,820
G4 sınıfı duvar bloğu (TS 453)	G4 sınıfı duvar bloğu (TS 453)	60x12.5x25	60x10x25	27,5	800	800	52	0,678	42,062,120

3.Değerlendirme ve Sonuç

Tablo 3 - Değerlendirme

Duvar Tipleri	Duvar kalınlığı (cm)	Ses Geçiş Kaybı (dB)	Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/m ² K)	2003 Birim Fiyatı (TL/m ²)	
tek tabakalı duvarlar					
D01	Yatay delikli tuğla (19x19x13.5)	24.6	47	1,551	18,849,703
D02	Yatay delikli tuğla (19x19x8.5)	24.6	47	1,551	22,112,201
D03	Dolu Fabrika Tuğlası (9x19x5)	24.6	51	2,189	34,548,357
D04	Düşey Az Delikli Fabrika tuğlası (29x19x13.5)	24.6	50	1,993	21,397,515
D05	Düşey Delikli Fabrika tuğlası (29x19x13.5)	24.6	49	1,66	18,620,475
D06	Düşey Delikli Fabrika tuğlası (19x19x13.5)	24.6	49	1,66	19,144,480
D06-1	Düşey Delikli Hafif Tuğla (17.5x24x23.5)	29.6	48	1,053	23,860,496
D07	Dolu briket (13.5x20x39)	25.6	47	1,384	23,764,298
D08	Boşluklu briket (19x20x39)	25.6	46	1,096	20,716,106
D09	Boşluklu Bims beton blok (39x19x19)	24.6	47	1,152	23,203,829
D10	Gazbeton blok (60x20x25)	22.8	46	1,069	37,631,620
D10-1	Gaz beton blok (60x25x25)	27.8	47	0,892	43,841,120
D11	Beton (donatısız)	22.4	51	3,31	39,947,537
çift tabakalı duvarlar					
D12	Yatay delikli tuğla (19x8.5x19) + Yatay delikli tuğla (19x8.5x19)	27.6	52	1,044	24,358,238
D13	Yatay delikli tuğla (19x13.5x19) + Yatay delikli tuğla (19x13.5x19)	32.6	53	0,936	25,179,974
D14	Dolu Fabrika Tuğlası (5x9x19) + Dolu Fabrika Tuğlası (5x9x19)	28.6	58	1,247	38,830,210
D15	Boşluklu briket (19x10x39) + Boşluklu briket (19x10x39)	30.6	51	0,788	23,304,721
D16	Boşluklu briket (19x10x39) + cephe tuğlası (19x9x5)	26.8	54	0,98	32,623,691
D17	Gaz beton blok (60x10x25) + Gaz beton blok (60x10x25)	29.4	51	0,776	38,957,820
D18	Gaz beton blok (60x10x25) + Gaz beton blok (60x12.5x25)	30	52	0,678	42,062,120

Sonuç olarak yukarıdaki tablo incelendiğinde;

Yatay delikli tuğla, boşluklu briket ve boşluklu bims beton blok malzemelerle oluşturulan iki tarafı sıvalı duvarların ses yalıtımı açısından Avrupa Birliği ülkelerince minimum değer olarak kabul edilen **48 dB** hava sesi direncini sağlayamadığı görülmektedir.

Isı yalıtım açısından bakıldığında; çift tabakalı olan D15-D17 ve D18 dışındaki tüm duvar tipleri ısı yalıtım yönetmeliğince istenen (1.bölge) 0.8 değerinin üzerinde ısı geçirgenlik katsayısına sahiptir ki bu da ülkemizde uygulanan bir çok dış duvarın ısı yalıtımı açısından istenen performansı sağlayamadığını açıkça ortaya koymaktadır.

Öte yandan tek tabakalı duvarlar için en yüksek ses yalıtım değerini birim yüzey ağırlığı ile dolu fabrika tuğlası ile oluşturulan duvar konstrüksiyonu sağlamaktadır. Ancak karşıt olarak bu konstrüksiyonunun ısı yalıtım performansı oldukça düşüktür. Ayrıca birim yüzey ağırlığının fazla olması sisteme ek bir yük getirmektedir.

Dolu tuğla ile aynı ses yalıtım performansını sağlamakla birlikte ısı yalıtımı açısından en kötü seçenek beton duvar olarak görünmektedir. Ses yalıtım performansının olumlu olmasına karşın maliyeti oldukça yüksektir.

Tablodaki en yüksek maliyetli duvar konstrüksiyonu olan, 25 cm kalınlığındaki gaz beton duvar, 1'den küçük ısı iletkenlik katsayısı değerine karşın, ses yalıtımı açısından standardın altında bir performans göstermektedir.

Ayrıca D01 ve D02 duvar tipleri, kullanılan malzeme boyutunun maliyete etkisini göstermesi açısından ilginç bir örnek oluşturdukları için değerlendirmeye katılmıştır. Daha başka bir deyişle, 8,5 ve 13,5 cm. yüksekliğindeki yatay delikli tuğladan 19 cm. kalınlığında duvar oluşturulduğunda, yalıtım performansları açısından iki ayrı örnek olmasalar da, maliyetleri arasında kayda değer bir fark görülmektedir.

Genel olarak çift tabakalı duvar konstrüksiyonlarının ısı ve ses yalıtım değerlerinin daha iyi olduğu ve performanstaki artışa rağmen birim fiyatlar açısından tek tabakalı duvarlara kıyasla çok büyük farklılık olmadığı görülmektedir. Bunun en belirgin örneği boşluklu briket duvarda görülmektedir. Standardın altında kalan tek tabakalı 20 cm'lik duvar, iki 10 cm'lik tabaka arasında 5 cm hava boşluğu bırakılan duvar konstrüksiyonu ile karşılaştırıldığında, ikinci duvar ile hem iyi bir ses hem de ısı yalıtımı elde edilirken getirdiği ek maliyet de oldukça düşüktür.

Genel olarak bakıldığında, birim hacim ağırlığının artması birim yüzey ağırlığını arttırarak duvarın ses yalıtım performansını olumlu etkilemekte birlikte, bu ağırlık artışının bina strüktürüne getireceği yükler de göz önünde bulundurulmalıdır. Diğer yandan da gözenekli ve hafif malzemeler ısı yalıtım performansları açısından tercih edilmekle birlikte, duvar elemanı seçiminde ses yalıtımı kriteri de hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. Bu çalışma ile seçim yapma aşamasında en azından bir ön fikir vermesi açısından, birbirine yakın kalınlıklarda, farklı kagir malzemelerle oluşturulmuş duvarlar karşılaştırılmıştır. Yukarıdaki tabloda yer alan sonuçlar aşağıdaki grafiklere (grafik 1-2) yansıtılmıştır.

KAYNAKLAR:

Aknesil, A.E. (2001). Bileşik Cidar Ses Geçirmezliğinde Cam Elemanların Önemi ve Konut Dış Cephe Malzemelerinden Örnekler. Tesisat Mühendisliği. 62, 21-27

Demirkale, Y.S. (2002). Ses Yalıtımı ve Denetimi Semineri. Ocak 2002, Gebze. İyem. Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımı

Karabiber, Z. (2000). I. Çevre ve Teknoloji Sempozyumu, 17-18 Nisan 2000, İstanbul. Gürültü Kirliliği ve Denetim Politikaları.

Türkçü, H.Ç. (2000). Yapım. İstanbul: Yem Yayın.

Standart ve Yönetmelikler:

Department of the Environment, Transport and the Regions. Proposals for Amending Part E of the Building Regulations 2000. Resistance to the Passage of the Sound. London.

Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, Bayındırlık Bakanlığından. 8 Mayıs 2000

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları

TS 705 Fabrika Tuğlaları-Duvarlar için dolu ve düşey delikli. Mart 1985

TS 406 Beton Bloklar – Briketler – Duvarlar İçin. Nisan 1988

TS 453 Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları. Ocak 1988

İnternet:

www.birimfiyat.com

www.birimfiyat.net