



ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ – MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY
İnşaat Mühendisliği Bölümü Department of Civil Engineering
İnönü Bulvarı, 06531 Ankara, Türkiye • Tel : +(90) (312) 210 24 01 • Fax : +(90) (312) 210 12 62
E-mail : cedepe@metu.edu.tr • http://www.ce.metu.edu.tr

BLOK MALZEME KULLANILAN

DUVARLAR İÇİN

MALİYET ANALİZİ

4-Kasım-2014

Bu rapor

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

2014-03-03-1-00-112
kod nolu danışmanlık projesi
kapsamında hazırlanmıştır

GİRİŞ

Günümüzde enerji verimliliği kavramı, yüksek yalıtımlı binalar ve buna bağlı yapı malzemesi seçimi giderek önem kazanmaktadır.

Yapıların uygun şekilde yalıtılmasında birinci kural doğru malzeme kullanılmasıdır. Binalarda en fazla ısı kayıplarının yaşandığı dış duvarlar ve burada kullanılan malzemeler bu açıdan büyük önem arz etmektedir.

İnşaat sektöründe çeşitli duvar malzemeleri (Gazbeton, Tuğla, Bims vb.) kullanılmakta ve yürürlükteki standartlara göre bunların bazılarının ek olarak yalıtılması gerekmektedir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye'nin dört ayrı ısı bölgesi için; yürürlükteki TS825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları) standardına uygun olarak farklı duvar malzemeleri ile kesitler hazırlamış, bu kesitlerin maliyetlerini karşılaştırmıştır.

Çalışma Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden Doç. Dr. Rıfat Sönmez tarafından hazırlanarak ekte sunulmuştur.



ÖZET

Çalışma kapsamındaki karşılaştırma; gazbeton, yatay delikli tuğla, izo tuğla (W-sınıfı tuğla) ve bims blok arasında, dört ayrı ısı bölgesi için yapılmıştır.

Öncelikle TS825'e göre U değeri hesabı yapılmış ve her bölge için gereken ısı yalıtım kalınlıkları belirlenmiştir. Gazbetonun tüm bölgeler için tek kesitte yeterli yalıtımı sağladığı ancak diğer duvar malzemeleri için ilave yalıtım malzemesine ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Isı yalıtım hesaplarında dış cephede kireçsiz klasik sıva, iç cephede ise alçı sıva öngörülmüş; gazbeton duvarların düzgünlüğü sayesinde sağlanan sıva tasarrufu kalınlıklarda dikkate alınmıştır. Buna göre hesap için aşağıdaki kesitler oluşmuştur.

MALZEME	I. ISI BÖLGESİ	II. ISI BÖLGESİ	III. ISI BÖLGESİ	IV. ISI BÖLGESİ
	Tavsiye U=0,70 W/m ² K	Tavsiye U=0,60 W/m ² K	Tavsiye U=0,50 W/m ² K	Tavsiye U=0,40 W/m ² K
GAZBETON	15 cm U=0,637 51,81 TL/m²	20 cm U=0,494 57,98 TL/m²	22,5 cm U=0,444 61,07 TL/m²	25 cm U=0,403 64,16 TL/m²
SANDVIÇ TUĞLA DUVAR	8,5 cm + 3 cm + 8,5 cm U=0,690 65,73 TL/m²	8,5 cm + 4 cm + 8,5 cm U=0,588 66,62 TL/m²	8,5 cm + 5 cm + 8,5 cm U=0,513 67,51 TL/m²	8,5 cm + 7 cm + 8,5 cm U=0,408 69,30 TL/m²
TUĞLA+ YALITIM	19 cm + 3 cm U=0,667 67,87 TL/m²	19 cm + 4 cm U=0,572 68,98 TL/m²	19 cm + 5 cm U=0,500 70,08 TL/m²	19 cm + 7 cm U=0,400 72,28 TL/m²
BİMS BLOK +YALITIM	19 cm + 3 cm U=0,640 66,53 TL/m²	19 cm + 4 cm U=0,551 67,63 TL/m²	19 cm + 5 cm U=0,484 68,73 TL/m²	19 cm + 7 cm U=0,390 70,94 TL/m²
W SINIFI TUĞLA+ YALITIM	19 cm + 2 cm U=0,595 77,90 TL/m²	19 cm + 2 cm U=0,595 77,90 TL/m²	19 cm + 4 cm U=0,458 80,11 TL/m²	19 cm + 5 cm U=0,411 81,21 TL/m²

Maliyet hesaplarında nakliye ve KDV' hariç piyasa fiyatları kullanılmış, Bayındırlık Bakanlığı analizlerinden faydalanılmıştır. Toplam birim fiyatlara Müteahhitlik karı dahil edilmemiştir.

Sonuçlar incelendiğinde; duvarların TS825/Mayıs 2008'e uygun olarak yapılması halinde, sıva avantajları da dikkate alınarak gazbetonun piyasadaki bazı üreticiler üreticileri tarafından iddia edildiği gibi yüksek maliyetli bir malzeme olmadığı açıkça görülmektedir.

Raporda ayrıca, bazı üreticiler tarafından kullanıcılara tavsiye edilen tek kesitli yalıtımsız kullanım seçenekleri (TS825/Mayıs 2008'e uygun olmayan) için de ısı maliyetleri hesaplanmıştır.

Hesaplamalarda yine gazbeton blok duvar sistemi ile yalıtımsız tuğla, bimsblok ve W-sınıfı tuğla duvarların birim maliyetleri ve 3. ısı bölgesi için doğalgaz ısıtım örnek bir bina çözümü yapılmıştır.

MALZEME	GAZBETON	TUĞLA	BİMS BLOK	W-TUĞLA
	25 cm	24 cm	25 cm	24 cm
Toplam Maliyet (TL/m ²)	64,16 TL/m ²	50,18 TL/m ²	49,72 TL/m ²	60,35 TL/m ²
Gazbetonla Maliyet Farkları (%)	-	22%	23%	6%
Sağlanan Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m ² K)	0,40	1,12	0,99	0,84
Birim Bina Kullanım Alanı, Yıllık Yakıt Sarfıyatı (TL/m ² .yıl)	9,73	16,11	14,78	13,69
Gazbeton ile Yıllık Yakıt Sarfıyat Farkları (%)	-	66%	52%	41%

Buna göre, hiç yalıtım yapılmaksızın gazbeton yapım maliyetlerinin diğer kesitlere göre % 23'e ulaşan oranlarda fazla olduğu ancak yıllık ısı maliyetlerinde %41 - %66 arasında tasarruf sağladığı görülmektedir.



BLOK MALZEME KULLANILAN DUVARLAR İÇİN MALİYET ANALİZİ

1) AMAÇ:

Gazbeton, tuğla, sandviç tuğla, bimsblok ve W sınıfı tuğla duvarların yapım maliyetlerinin ve bu malzemelerle yapılmış konutların ısı maliyetlerinin kıyaslanması.

2) ISI YALITIMI BAKIMINDAN DENK SİSTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde TS 825/Mayıs 2008’de duvar sistemleri için 1., 2., 3. ve 4. ısı bölgesi için önerilen 0.7, 0.6, 0.5 ve 0.4 U değerlerini sağlayacak, ısı yalıtımı bakımından birbirlerine denk gazbeton blok duvar sistemleri ile sandviç tuğla duvar, mantolama yapılmış; yatay delikli tuğla duvar, bims blok duvar ve W-sınıfı tuğla duvar sistemleri belirlenmiştir. Bütün sistemlerin ısı geçirgenlik kat sayıları TS 825/Mayıs 2008’e göre hesaplanmıştır.

a) Gazbeton Duvar Sistemleri

Gazbeton duvar sistemlerinde d kalınlığında gazbeton blok duvar (350 kg/m^3), iç duvarlarda 1.2 cm. kalınlığında alçı sıva, dış duvarlarda ise 2 cm. kalınlığında düz dış sıvadan oluşmaktadır.

1. Bölge için 15 cm.’lik gazbeton duvar sisteminin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.15/0.11 + 0.012/0.51 = 1.400 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.400 + 0.04) = 0.637 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$



2. Bölge için 20 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.20/0.11 + 0.012/0.51 = 1.854 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.854 + 0.04) = 0.494 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

3. Bölge için 22.5 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.225/0.11 + 0.012/0.51 = 2.081 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.081 + 0.04) = 0.444 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

4. Bölge için 25 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.25/0.11 + 0.012/0.51 = 2.309 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.309 + 0.04) = 0.403 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

b) Sandviç Tuğla Duvar Sistemleri

Sandviç tuğla sistemi 8.5 cm. kalınlığında yatay delikli iki yarım tuğla duvar (normal harç) arasında d kalınlığındaki stropor ($16 \text{ kg} / \text{m}^3$) ile iç duvarlarda 2 cm alçı sıva, dış duvarlarda ise 3 cm. kalınlığında düz dış sıvadan oluşmaktadır.

1. Bölge için 3 cm.'lik stropor yalıtımlı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.085/0.36 + 0.03/0.04 + 0.085/0.36 + 0.02/0.51 = 1.280 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.280 + 0.04) = 0.690 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$



2. Bölge için 4 cm.'lik stropor yalıtımlı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.085/0.36 + 0.04/0.04 + 0.085/0.36 + 0.02/0.51 = 1.530 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.530 + 0.04) = 0.588 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

3. Bölge için 5 cm.'lik stropor yalıtımlı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.085/0.36 + 0.05/0.04 + 0.085/0.36 + 0.02/0.51 = 1.780 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.780 + 0.04) = 0.513 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

4. Bölge için 7 cm.'lik stropor yalıtımlı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.085/0.36 + 0.07/0.04 + 0.085/0.36 + 0.02/0.51 = 2.280 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.280 + 0.04) = 0.408 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

c) Tuğla Duvar + Mantolama Sistemleri

Bu sistem 19 cm. kalınlığında tuğla duvar (700 kg/m^3), d kalınlığında ekspande polistren ısı yalıtım levhası ($16 \text{ kg} / \text{m}^3$), iç duvarlarda 2 cm alçı sıva, dış duvarlarda ise 2 cm. kalınlığında dış sıva ve milimetrik ısı yalıtım sıvasından oluşmaktadır.

1. Bölge için 3 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.03/0.04 + 0.19/0.36 + 0.02/0.51 = 1.329 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.329 + 0.04) = 0.667 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$



2. Bölge için 4 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.04/0.04 + 0.19/0.36 + 0.02/0.51 = 1.579 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.595 + 0.04) = 0.572 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

3. Bölge için 5 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.05/0.04 + 0.19/0.36 + 0.02/0.51 = 1.830 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.830 + 0.04) = 0.500 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

4. Bölge için 7 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.07/0.04 + 0.19/0.36 + 0.02/0.51 = 2.329 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.329 + 0.04) = 0.400 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

d) Bims Blok + Mantolama Sistemleri

Bu sistem 19 cm. kalınlığında bims blok ($600 \text{ kg} / \text{m}^3$) duvar, d kalınlığında ekspande polistren ısı yalıtım levhası ($16 \text{ kg} / \text{m}^3$), iç duvarlarda 2 cm alçı sıva, dış duvarlarda ise 2 cm. kalınlığında dış sıva ve milimetrik ısı yalıtım sıvasından oluşmaktadır.

1. Bölge için 3 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.03/0.04 + 0.19/0.32 + 0.02/0.51 = 1.380 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.380 + 0.04) = 0.64 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$



2. Bölge için 4 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.04/0.04 + 0.19/0.32 + 0.02/0.51 = 1.645 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.645 + 0.04) = 0.551 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

3. Bölge için 5 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.05/0.04 + 0.19/0.32 + 0.02/0.51 = 1.895 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.895 + 0.04) = 0.484 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

4. Bölge için 7 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.07/0.04 + 0.19/0.32 + 0.02/0.51 = 2.395 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.395 + 0.04) = 0.390 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

e) W sınıfı Tuğla + Mantolama Sistemleri

Bu sistem 24 cm. kalınlığında W sınıfı tuğla ($750 \text{ kg} / \text{m}^3$) duvar, d kalınlığında expande polistren ısı yalıtım levhası ($16 \text{ kg} / \text{m}^3$), iç duvarlarda 2 cm alçı sıva, dış duvarlarda ise 2 cm. kalınlığında dış sıva ve milimetrik ısı yalıtım sıvasından oluşmaktadır.

1. Bölge için 2 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.02/0.04 + 0.24/0.25 + 0.02/0.51 = 1.512 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.512 + 0.04) = 0.595 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$



2. Bölge için 2 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.02/0.04 + 0.24/0.25 + 0.02/0.51 = 1.512 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.512 + 0.04) = 0.595 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

3. Bölge için 4 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.04/0.04 + 0.24/0.25 + 0.02/0.51 = 2.012 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.012 + 0.04) = 0.458 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

4. Bölge için 5 cm.'lik ısı yalıtım levhalı sistemin U değeri:

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.05/0.04 + 0.24/0.25 + 0.02/0.51 = 2.262 \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.262 + 0.04) = 0.411 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$$

3) DENK SİSTEMLERİN BİRİM FİYATLARININ KIYASLANMASI:

Bu raporda esas alınan ve Tablo-1'de verilen fiyatlar 27-31 Ekim 2014 tarihleri arasındaki piyasa araştırması sonucu elde edilmiş olup nakliye ve K.D.V. hariç fiyatlardır. Gazbeton ve gazbeton tutkalı fiyatı AKG Yalıtım ve İnşaat Malzemeleri San. ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir.

Bütün sistemlerin malzeme analizlerinde 2013 yılı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat analizleri baz alınmıştır. Bu analizlerde 20 cm.'lik gazbeton blokla yapılan 1 m² duvar için kullanılan tutkal miktarı 6 kg.'dır.



a) Gazbeton Duvar Sistemleri

1. Bölge için 15 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin maliyeti:

15cm kalınlıkta gazbeton blok	16.95
Gazbeton Örgü tutkalı	1.58
Duvar işçiliği	7.60
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç sıva (1,2 cm için malzeme)	3.48
İç sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	51.81 TL/m²

2. Bölge için 20 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin maliyeti:

20cm kalınlıkta gazbeton blok	22.60
Gazbeton Örgü tutkalı	2.10
Duvar işçiliği	7.60
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç sıva (1,2 cm için malzeme)	3.48
İç sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	57.98 TL/m²

3. Bölge için 22.5 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin maliyeti:

22.5cm kalınlıkta gazbeton blok	25.43
Gazbeton Örgü tutkalı	2.36
Duvar işçiliği	7.60
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç sıva (1,2 cm için malzeme)	3.48
İç sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	61.07 TL/m²



4. Bölge için 25 cm.'lik gazbeton duvar sisteminin maliyeti:

25cm kalınlıkta gazbeton blok	28.25
Gazbeton Örgü tutkalı	2.63
Duvar işçiliği	7.60
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç sıva (1,2 cm için malzeme)	3.48
İç sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	64.16 TL/m²

b) Sandviç Tuğla Duvar Sistemleri

1. Bölge için 3 cm lik izolasyon köpüklü sistem:

2x(19x19x8.5) Tuğla (2x26 adet)	16.12
Harç-250 (0,04 m ³ /m ²)	2.15
Duvar işçiliği	15.20
Bağlantı Demiri (0,4 kg + işçilik)	0.54
Polistren izolasyon köpüğü (0,03*1,05)	2.68
Isı Yalıtımı işçiliği	0.50
Dış sıva 3 cm için mlz	1.94
Dış sıva (işçilik + iskele)	12.40
İç sıva (2,0 cm için malzeme)	5.80
İç sıva işçilik	8.40
TOPLAM:	65.73 TL/m²



2. Bölge için 4 cm lik izolasyon köpüklü sistem:

2x(19x19x8.5) Tuğla (2x26 adet)	16.12
Harç-250 (0,04 m ³ /m ²)	2.15
Duvar işçiliği	15.20
Bağlantı Demiri (0,4 kg + işçilik)	0.54
Polistren izolasyon köpüğü (0,04*1,05)	3.57
Isı Yalıtımı işçiliği	0.50
Dış sıva 3 cm için mlz	1.94
Dış sıva (işçilik + iskele)	12.40
İç sıva (2,0 cm için malzeme)	5.80
İç sıva işçilik	8.40
TOPLAM:	66.62 TL/m²

3. Bölge için 5 cm lik izolasyon köpüklü sistem:

2x(19x19x8.5) Tuğla (2x26 adet)	16.12
Harç-250 (0,04 m ³ /m ²)	2.15
Duvar işçiliği	15.20
Bağlantı Demiri (0,4 kg + işçilik)	0.54
Polistren izolasyon köpüğü (0,05*1,05)	4.46
Isı Yalıtımı işçiliği	0.50
Dış sıva 3 cm için mlz	1.94
Dış sıva (işçilik + iskele)	12.40
İç sıva (2,0 cm için malzeme)	5.80
İç sıva işçilik	8.40
TOPLAM:	67.51 TL/m²



4. Bölge için 7 cm lik izolasyon köpüklü sistem:

2x(19x19x8.5) Tuğla (2x26 adet)	16.12
Harç-250 (0,04 m ³ /m ²)	2.15
Duvar işçiliği	15.20
Bağlantı Demiri (0,4 kg + işçilik)	0.54
Polistren izolasyon köpüğü (0,07*1,05)	6.25
Isı Yalıtımı işçiliği	0.50
Dış sıva 3 cm için mlz	1.94
Dış sıva (işçilik + iskele)	12.40
İç sıva (2,0 cm için malzeme)	5.80
İç sıva işçilik	8.40
TOPLAM:	69.30 TL/m²

c) Tuğla Duvar + Mantolama Sistemleri

1. Bölge için 3 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

13,5x19x19 Tuğla (36 Adet)	11.88
Harç 200 (0,025 m ³ /m ²)	1.20
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon Levhası (0,03x1,05)	3.31
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	67.87 TL/m²



2. Bölge için 4 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

13,5x19x19 Tuğla (36 Adet)	11.88
Harç 200 (0,025 m ³ /m ²)	1.20
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon Levhası (0,04x1,05)	4.41
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	68.98 TL/m²

3. Bölge için 5 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

13,5x19x19 Tuğla (36 Adet)	11.88
Harç 200 (0,025 m ³ /m ²)	1.20
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon Levhası (0,05x1,05)	5.51
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	70.08 TL/m²



4. Bölge için 7 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

13,5x19x19 Tuğla (36 Adet)	11.88
Harç 200 (0,025 m ³ /m ²)	1.20
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon Levhası (0,07x1,05)	7.72
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	72.28 TL/m²

d) Bims Blok + Mantolama Sistemleri

1. Bölge için 3 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

19x39x18,5 Bimsblok	10.88
Bimsblok Harcı (0,016 m ³ /m ²)	0.86
Duvar işçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,03x1,05)	3.31
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	66.53 TL/m²



2. Bölge için 4 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

19x39x18,5 Bimsblok	10.88
Bimsblok Harcı (0,016 m ³ /m ²)	0.86
Duvar işçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,04x1,05)	4.41
Sıva Filesi	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	67.63 TL/m²

3. Bölge için 5 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

19x39x18,5 Bimsblok	10.88
Bimsblok Harcı (0,016 m ³ /m ²)	0.86
Duvar işçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,05x1,05)	5.51
Sıva Filesi	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	68.73 TL/m²



4. Bölge için 7 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

19x39x18,5 Bimsblok	10.88
Bimsblok Harcı (0,016 m ³ /m ²)	0.86
Duvar işçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,07x1,05)	7.72
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış sıva (2 cm. için malzeme)	1.40
Dış sıva (işçilik)	8.40
İç Sıva (2,0 cm. için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	70.94 TL/m²

e) W sınıfı Tuğla + Mantolama (Gerektiğinde) Sistemleri

1. ve 2. Bölge için 2 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

24x24,5x23,5 w sınıfı tuğla	22.77
Harç-200 (0,03m ³ /m ²)	1.44
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,02x1,05)	2.21
Sıva Filesı	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış Sıva (2cm mlz)	1.40
Dış Sıva (işçilik + iskele)	8.40
İç sıva (2,0 cm malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	77.90 TL/m²



3. Bölge için 4 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

24x24,5x23,5 w sınıfı tuğla	22.77
Harç-200 (0,03m ³ /m ²)	1.44
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,04x1,05)	4.41
Sıva Filesi	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış Sıva (2cm mlz)	1.40
Dış Sıva (işçilik + iskele)	8.40
İç sıva (2,0 cm malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	80.11 TL/m²

4. Bölge için 5 cm lik ısı yalıtım levhalı sistem:

24x24,5x23,5 w sınıfı tuğla	22.77
Harç-200 (0,03m ³ /m ²)	1.44
Duvar İşçiliği	7.60
İzolasyon levhası (0,05x1,05)	5.51
Sıva Filesi	1.30
Isı Yalıtım Yapıştırıcısı (4kg/m ²)	1.20
Isı Yalıtım Sıvası (5kg/m ²)	4.50
Dübel (6 adet/m ²)	0.48
Mantolama işçiliği	8.40
İskele (malzeme ve işçilik)	4.00
Dış Sıva (2cm mlz)	1.40
Dış Sıva (işçilik + iskele)	8.40
İç sıva (2,0 cm malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	81.21 TL/m²



Değerlendirilen bütün sistemlerin 1. 2. 3. ve 4. bölge için birim maliyetleri Tablo 2 de kıyaslanmıştır.

4) YALITIMSIZ DUVARLARIN BİRİM MALİYET ve ISITMA GİDERLERİNİN KIYASLANMASI

Bu bölümde; gazbeton blok duvar sistemi ile yalıtımsız tuğla, bimsblok ve W sınıfı tuğla duvarların birim maliyetleri ve 3. bölge için ısıtma giderleri kıyaslanmıştır. Gazbeton sistemi 25 cm kalınlığında gazbeton duvar, iç duvarlarda 1.2 cm. kalınlığında alçı sıva, dış duvarlarda ise 2 cm. kalınlığında düz dış sıvadan oluşmaktadır. Bimsblok sistemi ise 25 cm. kalınlığında duvar (600 kg/m^3 bims blok) , iç duvarlarda 2 cm. kalınlığında alçı sıva, dış duvarlarda ise 3 cm. kalınlığında düz dış sıvadan oluşmaktadır. Diğer sistemler, 24 cm. kalınlığında duvar, iç duvarlarda 2 cm. kalınlığında alçı sıva, dış duvarlarda ise 3 cm. kalınlığında düz dış sıvadan oluşmaktadır. Isıl geçirgenlik kat sayıları (U) TS 825/Mayıs 2008' e göre hesaplanmıştır. Isıtma maliyeti analizinde TS 825/Mayıs 2008'de verilen örnek bina (örnek-1) esas alınmış sadece dış duvarların U değerleri değiştirilerek gazbeton, tuğla, bimsblok ve W sınıfı tuğla duvarlar için yıllık ısıtma masrafları 1 m^2 bina kullanım alanı için hesaplanmıştır. Maliyet hesabında ısıtma sistemi olarak %90 verimli doğalgazlı kombi alınmıştır.



i) Sistemlerin 1 m² bina kullanım alanı ısıtma maliyetinin hesaplanması:

a) 25 cm. Gazbeton Duvar ($\lambda= 0.11 \text{ W / m K}$)

$$1/\Delta = 0.02/1.60 + 0.25/0.11 + 0.012/0.51 = 2.309 \text{ m}^2 \text{ K / W}$$

$$U = 1/(0.13 + 2.309 + 0.04) = 0.403 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Yıllık ısı maliyeti: } 9.73 \text{ TL/m}^2$$

b) 24 cm. Yatay Delikli Tuğla Duvar ($\lambda= 0.36 \text{ W / m K}$)

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.24/0.36 + 0.02/0.51 = 0.725 \text{ K / W}$$

$$U = 1/(0.13 + 0.725 + 0.04) = 1.118 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Yıllık ısı maliyeti: } 16.11 \text{ TL/m}^2$$

c) 25 cm. Bimsblok Duvar ($\lambda= 0.32 \text{ W / m K}$)

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.25/0.32 + 0.02/0.51 = 0.839 \text{ m}^2 \text{ K / W}$$

$$U = 1/(0.13 + 0.839 + 0.04) = 0.991 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Yıllık ısı maliyeti: } 14.78 \text{ TL/m}^2$$

d) 24 cm. W-Sınıfı Tuğla Duvar ($\lambda= 0.25 \text{ W / m K}$)

$$1/\Delta = 0.03/1.60 + 0.24/0.25 + 0.02/0.51 = 1.018 \text{ m}^2 \text{ K / W}$$

$$U = 1/(0.13 + 1.018 + 0.04) = 0.842 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$\text{Yıllık ısı maliyeti: } 13.69 \text{ TL/m}^2$$



ii) Sistemlerin 1 m² duvar alanı için inşaat maliyetlerinin hesaplanması:

a) 25 cm. Gazbeton Duvar : 64.16 TL/m² (3. Bölümden)

b) 24 cm. Tuğla Duvar:

24x23,5x18.5 Tuğla (18 adet)	12.60
Harç-200 (0.03 m ³ /m ²)	1.44
Duvar İşçiliği	7.60
Dış Sıva (2.8 cm. için malzeme)	1.94
Dış Sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç Sıva (2.0 cm için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	50.18 TL/m²

c) 25 cm. Bimsblok Duvar:

25x39x24 Bimsblok	12.50
Bimsblok Harcı (0.02 m ³ /m ²)	1.08
Duvar İşçiliği	7.60
Dış Sıva (2.8 cm. için malzeme)	1.94
Dış Sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç Sıva (2.0 cm için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	49.72 TL/m²

d) 24 cm. W-Sınıfı Tuğla Duvar :

24x24.5x23.5 W Sınıfı Tuğla	22.77
Harç-200 (0.03 m ³ /m ²)	1.44
Duvar İşçiliği	7.60
Dış Sıva (2.8 cm. için malzeme)	1.94
Dış Sıva (işçilik ve iskele)	12.40
İç Sıva (2.0 cm için malzeme)	5.80
İç Sıva (işçilik)	8.40
TOPLAM:	60.35 TL/m²

Sistemlerin ısıtma ve inşaat maliyetleri Tablo 3 de kıyaslanmıştır.



TABLO-1 ANALİZLERDE KULLANILACAK FİYATLAR

MALZEME BEDELLERİ		
BLOK GAZBETON	TL/M ³	113
GAZBETON TUTKALI	TL/Kg	0.35
TUĞLA-YATAY DELİKLİ (19x19x8.5)	TL/AD	0.31
TUĞLA-YATAY DELİKLİ (19x19x13.5)	TL/AD	0.33
TUĞLA –YATAY DELİKLİ (24x23.5x18.5)	TL/AD	0.7
BİMSBLOK (19x39x18.5)	TL/M ²	10.875
BİMSBLOK (25*39*18.5)	TL/M ²	12.5
W SINIFI TUĞLA (24x24x23.5)	TL/M ²	22.77
DEMİR	TL/Ton	1208
POLİSTREN İZOLASYON KÖPÜĞÜ	TL/M ³	85
EXSPANDE POLİSTREN LEVHA	TL/M ³	105
SIVA FİLESİ	TL/M ²	1.3
ISI YALITIM DÜBELİ	TL/AD	0.08
ISI YALITIM YAPIŞTIRICISI	TL/Kg.	0.3
ISI YALITIM SIVASI	TL/Kg.	0.9
DOĞALGAZ	TL/M ³	0.997
İŞ İSKELESİ	TL/M ²	4
2.8 CM'LİK DIŞ SIVA	TL/M ²	1.939
1.2 CM'LİK ALÇI İÇ SIVA	TL/M ²	3.48
2.0 CM'LİK ALÇI İÇ SIVA	TL/M ²	5.80
200 kg. ÇİMENTO DOZLU HARÇ	TL/M ³	48.16
250 kg. ÇİMENTO DOZLU HARÇ	TL/M ³	53.73
BİMSBLOK DUVAR HARCİ	TL/M ³	54.06
İŞÇİLİK BEDELLERİ		
DUVAR İŞÇİLİĞİ	TL/M ²	7.6
DIŞ SIVA İŞÇİLİĞİ	TL/M ²	8.4
İÇ SIVA İŞÇİLİĞİ	TL/M ²	8.4
İZOLASYON (DUVAR ARASI)	TL/M ²	0.5
MANTOLAMA (ISI YALITIM SIVASI DAHİL)	TL/M ²	8.4



TABLO-2 DENK SİSTEMLERİN BİRİM MALİYETLERİNİN KIYASLANMASI

Sistemler	Maliyet (TL/m ²)			
	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
Gazbeton (15,20,22.5, 25 cm. kalınlığında)	51.81	57.98	61.07	64.16
Sandviç Tuğla Duvar (d = 3,4,5,7 cm.)	65.73	66.62	67.51	69.30
Tuğla Duvar + Mantolama (d = 3,4,5,7 cm.)	67.87	68.98	70.08	72.28
Bims Blok + Mantolama (d = 3,4,5,7 cm.)	66.53	67.63	68.73	70.94
W Sınıfı + Mantolama (d = 2,2,4,5 cm.)	77.90	77.90	80.11	81.21



TABLO-3 BLOK MALZEME KULLANILAN SİSTEMLERİN MALİYET ANALİZİ

<i>Uygulama Kalınlıkları (cm)</i>	<i>GAZBETON</i>	<i>TUĞLA</i>	<i>BİMSBLOK</i>	<i>W-TUĞLA</i>
<i>Duvar</i>	25	24	25	24
<i>Dış Sıva</i>	2	3	3	3
<i>İç Sıva</i>	1	2	2	2
<i>Toplam Duvar Kalınlığı (cm)</i>	28	29	30	29
<i>Malzeme Maliyetleri (TL/m²)</i>				
<i>Duvar</i>	28.25	12.60	12.50	22.77
<i>Harç ve Tutkal</i>	2.63	1.44	1.08	1.44
<i>Dış Sıva</i>	1.40	1.94	1.94	1.94
<i>İş İskelesi(Dış Sıva)</i>	4.00	4.00	4.00	4.00
<i>İç Sıva</i>	3.48	5.80	5.80	5.80
<i>Toplam Malzeme Maliyeti (TL/m²)</i>	39.76	25.78	25.32	35.95
<i>İşçilik</i>				
<i>Duvar</i>	7.60	7.60	7.60	7.60
<i>Sıva</i>	16.80	16.80	16.80	16.80
<i>Toplam İşçilik Maliyeti (TL/m²)</i>	24.40	24.40	24.40	24.40
Toplam Maliyet (TL/m²)	64.16	50.18	49.72	60.35
Gazbetonla Maliyet Farkları (%)	-	22%	23%	6%
Sağlanan Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	0.40	1.12	0.97	0.84
Birim Bina Kullanım Alanından Yıllık Yakıt Sarfiyatı (TL/m².yıl)	9.73	16.11	14.78	13.69
Gazbetonla Yıllık Yakıt Sarfiyat Farkları (%)	-	66%	52%	41%