

# Yapı Fiziği

## 1. Genel

Günümüzün ve geleceğin inşaatları, enerji tasarrufu ile gürültü ve çevre bilincinin getirdiği gereklilikler doğrultusunda şekilleniyor. Bu bilinçten kaynaklanan ve büyük ölçüde yeni yapı malzemeleri ile yapılan inşaatlar artık inşaat planlamacılarının tecrübeleri ile çözüme ulaşmıyor. Günümüzün yapı konstrüksiyonlarının tasarımı ve ölçülendirmesi yapı fiziğine uygun bilgi ve dikkat gerektiriyor.

Yapı fiziği konusundaki hatalar inşaat hasarlarına, çevre kirliliğine ve enerji kaybına neden olmaktadır.

Yapı Fiziği'nin kapsadığı alanlar:

- Isı yalıtımı
- Nem yalıtımı
- Ses yalıtımı
- Yangına karşı koruma
- İklimsel etkiler

## 2. Isı Yalıtımı

### 2.1. Yapılarda Isı Yalıtımının amacı

Dış cephe elemanlarının ısı yalıtımı, yaşanan evlerde yıllar içerisinde oluşan ısınma giderleri ile yaz aylarındaki soğutma giderlerini belirlemektedir. Uygun bir ısı yalıtımı ile ısınma giderlerinde önemli ölçüde azalma sağlanabiliyor. Bu nedenle planlama, hesaplama ve uygulama aşamalarında ısı yalıtımının optimuma getirilmesi için yeterli zamanın ayrılması önemlidir.

Ancak optimal ısı yalıtımı için bir genelleme yapmak mümkün değildir. Isı yalıtımı seçilen yapı malzemelerine, ısıtma türüne, kullanım şekline ve iklime bağlıdır ve bu nedenle de her planlanan bina için özel olarak tespit edilmelidir.

Optimal bir ısı yalıtımı ile aşağıdaki avantajlar hedeflenmelidir:

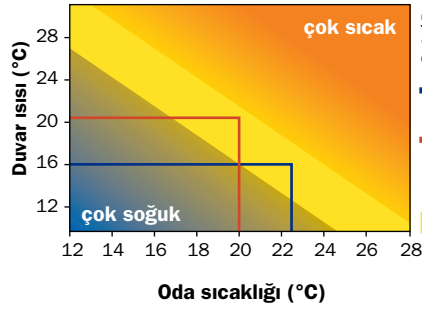
- Ev içinde konforlu ve sağlıklı bir yaşam alanı yaratmak
- Fosil enerji kaynaklarının korunması
- Hava kirliliğinin azaltılması
- Taşıyıcı iskeletin korunması
- İşletme giderlerinin düşürülmesi

Bir ev; içinde yaşayanlara huzur, rahatlık ve yaşam kalitesi sunmalıdır. Konforlu bir ev ortamının başlıca kriterleri ev içindeki ısı ve havadaki nem oranıdır. 19 - 22 °C arasındaki bir oda sıcaklığında havadaki nem oranı % 40 - 60 arasında olmalıdır.

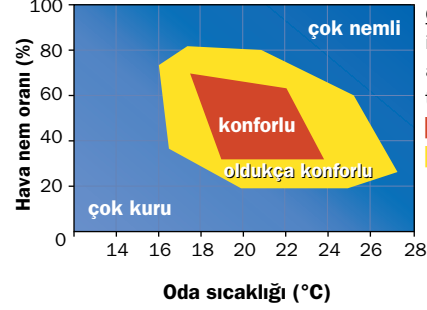
“Isı” duvarları da büyük önem taşımaktadır. Duvarın yüzey sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, iç mekanın iklimi de o kadar konforlu olur. İç mekan ile duvar yüzeyinin ısıları arasındaki fark 3 °C'yi geçmemeli (19 - 22 °C arasında). Oda sıcaklığı optimal olsa

bile, iç mekanda duvar yüzeyi derecesi çok düşük olduğunda insan “donar”. Konforlu bir iç mekan ortamı sadece oda sıcaklığının yükseltilmesi ile sağlanabilir. Bu da ancak iktisadi olmayan ısıtma giderleri ile mümkündür.

### Konfor koşulları:



Grafik 1: Duvar ısı arttıkça oda sıcaklığı o kadar düşük olabilir. Grafik, duvar sıcaklığı (°C) ile oda sıcaklığı (°C) arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Duvar sıcaklığı 12°C'den 28°C'ye arttıkça, oda sıcaklığı 12°C'den 28°C'ye düşmektedir. Grafik, 'çok soğuk', 'konforlu alan' ve 'çok sıcak' bölgelerini göstermektedir.



Grafik 2: Oda sıcaklığı ile havadaki nem oranı arasındaki ilişki önem taşımaktadır. Grafik, oda sıcaklığı (°C) ile hava nem oranı (%) arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Grafik, 'çok kuru', 'konforlu alan', 'oldukça konforlu' ve 'çok nemli' bölgelerini göstermektedir.

İç mekandaki hava ile duvar yüzeyi arasındaki ısı farklılığı az olduğunda odadaki havanın hareketi de azalır. Bu durumda hava akımı oluşmadığından, mekanda yaşayanlar atmosferi konforlu olarak algırlar.

İyi bir dış cephe ısı yalıtımı sayesinde yaz aylarında bina içinin fazla ısınması da engellenmiş olur.

## 2.2. Isı Transferi ve Fiziksel Temeller

Isı transferi; ısı iletimi (sert, sıvı ve gaz şeklindeki malzemelerde), ısı taşınımı = konveksiyon (sıvı ve gaz şeklindeki malzemelerde) ve ışınım (geçirgen malzemelerde) şeklinde gerçekleşebilir. Dış cepheler için kullanılan yapı malzemelerinde ısı transferi “Isı İletim Katsayısı” ile ifade edilir.

Bir yapı malzemesinin ısı yalıtımı (örneğin tuğla, beton) **Isı İletim Katsayısı**  $\lambda$  (W/mK olarak belirtilir) tarafından belirlenir. Isı İletim Katsayısı ne kadar küçülürse, ısı yalıtımı o kadar iyi olur.

Bir yapı elemanının ısı yalıtımı: (örneğin duvar, çatı veya pencere) **Isı Geçiş Değeri U-değeri** (W/m<sup>2</sup>K olarak belirtilir, yani duvar yüzeyi birimi ve 1° ısı farklılığı başına düşen ısı enerjisi) tarafından belirlenir. Isı geçişinin ihmal edildiği durumlarda ise bir duvarın ısı yalıtımı **Isı Geçiş Direnci R-değeri** (m<sup>2</sup>K/W olarak belirtilir) tarafından belirlenir. Isı Geçiş Değeri ne kadar küçükse veya Isı Geçiş Direnci ne kadar büyükse, ısı yalıtımı da o kadar iyi yapılmış demektir. Dış yapı kabuğunun ısı yalıtımı mümkün olduğunca boşluksuz olmalıdır.

$$\text{Isı Geçiş Direnci } R = \text{Toplam} \frac{\text{Katman Kalınlığı}}{\text{Yapı Malzemesinin Isı İletim Katsayısı}} = \sum \frac{d}{\lambda}$$

$$\text{Isı Geçiş Direnci } R \text{ veya } \frac{1}{k} = \text{Toplam } R + \text{Isı Geçışı (Dış duvarlar için 0,17)}$$

$$\text{Isı Geçiş Değeri } U = \frac{1}{\text{Isı Geçiş Direnci } R}$$

### Isı Yalıtımı'nın Normları:

Isı yalıtımı için belirlenen şartlar ÖNORM B 8110-1 maddesi altında belirtilmiştir.

## 3. Nem Yalıtımı

### 3.1. Yapılarda Nem Yalıtımı'nın Amacı

Bir yapının fonksiyonelliğini ve varlığını en çok tehdit eden unsurlardan biri değişik şekillerde ortaya çıkan nemdir. Dışardan, içerden, yukarıdan ve alttan oluşabilecek neme karşı gerekli koruma, inşaat planlamacısı tarafından en ince ayrıntısına kadar dikkate alınmalıdır. Nem yalıtımı konusu; iç mekan ve dış mekan arasındaki ısı farklılıkları ve buna bağlı olarak havada oluşan nem oranı sonucunda ortaya çıkan su buharı difüzyonu ile ilgilenmektedir. Burada ortaya çıkan sorun, duvarın iç cephesinde veya yapı elemanlarının iç tarafında meydana gelebilecek yoğuşmadır.

Nem yalıtımı için alınacak yapısal önlemlerin başlıca amaçları aşağıdaki gibidir:

- Yapı bileşenlerinin buhar geçişine izin verecek şekilde oluşturulması
- Yapı dış kabuğunun iklim zararlarına karşı korunması
- Konforlu bir ev ortamı

### 3.2. Ortam Nem Artışının Etkileri

- Yüksek nem oranları sonucunda ev içersindeki konfor derecesi önemli ölçüde zarar görür. Nem hastalıklara neden olabilir. Nemli yapı elemanları aynı zamanda mantar ve küf oluşumu için uygun ortam hazırlarlar ki bu da sağlığı tehdit edici bir unsurdur.
- Nemli yapı ve yalıtım malzemeleri kısmen daha yüksek bir ısı iletkenliğine sahiptirler. Çünkü suyun hareketsiz havaya oranla 25 kat daha yüksek bir iletkenliği vardır.
- Uzun zamandır süregelen bir nemlilik, değişik yapı malzemelerinin ömrünün büyük oranda kılmasına neden olabilir. Yapı malzemesinin çeşidine göre yaşlanma ve korozyon etkileri görülebilir. Don etkisi altında çatlama meydana gelebilir.

Dışardan gelen nem etkileri: Yağmur, kar, sis, çığ, zemin ıslaklığı, sızan sular, zemin suyu, v.b.

İçeriden gelen nem etkileri: Yeni yapının nemi, ıslak mekanların nemi, oturma ve yatak odalarından gelen su buharı, hasar görmüş borulardaki sular, dış cephenin iç yüzeyindeki yoğuşma, v.b.

### 3.3. Nem Yalıtımı Konusunda Yapı Fiziği'nin Sınırları

Yapı elemanlarının dışardan gelecek neme karşı yalıtılmasına yönelik tedbirler yapı konstrüksiyonunun bir parçasıdır. Buna karşılık yapı fiziği havadaki nem oranının ısı ile bağlantılı olarak yarattığı etkiler ile ilgilenmektedir. İçeride ve dışarıda oluşan iklim farklılıklarından kaynaklanan fiziksel olaylar ve buna bağlı olarak oluşan yoğuşma zararlarını engellemek için alınması gereken önlemler yapı fiziğinin araştırma alanlarından biridir.

### 3.4. Su Buharı Geçişi ve Yapı Malzemesi Tanım Değerleri

Su buharı geçişi: su moleküllerinin ısı hareketleri sonucunda su buharı konsantrasyonunun yüksek olduğu ortamdaki, düşük olduğu ortama doğru denge sağlamak için hareket etmesidir. Bu durumda konsantrasyon farkları ve buna bağlı olan nisbi nem farkı, su buharı geçişinin sebebinin oluşturur.

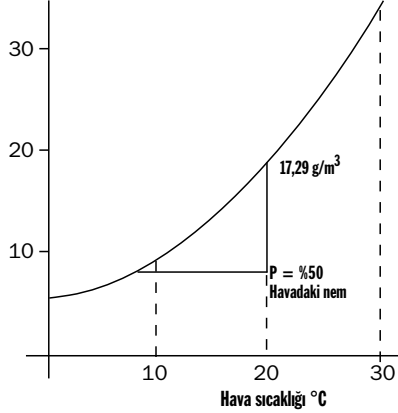
- Düşük hava sıcaklığında (kışın) su buharı sıcak taraftan soğuk tarafa doğru, yani dışarıya doğru geçiş yapar. Bu esnada su buharının bir kısmı yapı elemanlarının içinde yoğuşur.
- Yazın ise hava sıcaklığının ters akışından dolayı içeriye doğru bir buhar difüzyonu meydana gelir.
- Su buharı geçişi, havadaki nem oranının farklılık gösterdiği durumlarda, eşit hava sıcaklıklarında da meydana gelebilir. Bu durumda genel olarak bir yoğuşma meydana gelmez.

Bu durumda neticeyi etkileyen faktörler hava sıcaklığı ve havadaki nem oranıdır.

Difüzyon hesaplamalarında hava ile ilgili oranlar kullanılır. Böylelikle **Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı  $\mu$**  bir malzemenin difüzyon direncinin eşit kalınlık ve sıcaklıktaki hareketsiz bir hava tabakasına göre kaç kez daha büyük olduğunu belirtir. Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı  $\mu$ , yapı malzemesinin tabaka kalınlığını dikkate almaz. Ancak yapı malzemesinin kalınlığı  $d$  (m) ile yapılan hesaplama sonucunda bu malzemenin difüzyon direncine yönelik bilgi edinebiliriz. Bu değer ise **Su Buharı Geçiş Eşdeğer Hava Tabaka Kalınlığı  $\mu * d = s_d$  - değeri (m)** olarak belirtilir.

Dış cephenin iç yüzeyindeki veya binanın içindeki hava soğuyup, havadaki nem oranına bağlı olan yoğuşma noktasından daha düşük bir ısıya ulaştığı zaman yoğuşma oluşur. Bu nedenle yoğuşma yüzeyinin kontrolü dış ve iç ısıların karşılaştırılması ile gerçekleşir.

Havadaki maksimum nem oranı =  
Doyma Değeri  $g/m^3$



Sıcaklığa bağlı olarak havadaki maksimum nem oranı:

Sıcaklık t °C	1m <sup>3</sup> doymuş havada bulunan nem oranı g/m <sup>3</sup>	Sıcaklık t °C	1m <sup>3</sup> doymuş havada bulunan nem oranı g/m <sup>3</sup>	Sıcaklık t °C	1m <sup>3</sup> doymuş havada bulunan nem oranı g/m <sup>3</sup>
-20	0,89	- 2	4,15	+16	13,66
-19	0,97	- 1	4,48	+17	14,49
-18	1,06	0	4,86	+18	15,36
-17	1,16	+ 1	5,18	+19	16,29
-16	1,27	+ 2	5,57	+20	17,30
-15	1,39	+ 3	5,96	+21	18,35
-14	1,52	+ 4	6,37	+22	19,40
-13	1,66	+ 5	6,79	+23	20,55
-12	1,81	+ 6	7,26	+24	21,80
-11	1,97	+ 7	7,74	+25	23,05
-10	2,15	+ 8	8,27	+26	24,35
- 9	2,34	+ 9	8,83	+27	25,75
- 8	2,54	+10	9,40	+28	27,20
- 7	2,76	+11	10,03	+29	28,70
- 6	3,00	+12	10,67	+30	30,35
- 5	3,26	+13	11,38	+31	32,05
- 4	3,53	+14	12,05	+32	33,85
- 3	3,83	+15	12,83		

Su buharı geçişinin ve yoğuşma miktarının hesaplanması grafik ortamda Glaser-Diagramı ile yapılır. Yapı içindeki ısı akışından, su buharı doyma basıncı elde edilir. Su buharı kısmi basınçlarının karşılaştırılmasından ise yoğuşmanın olup oluşmadığı ve nerelerde oluştuğu belirlenir.

## Nem Yalıtımı'nın Normları:

Su buharı difüzyonu ve yoğuşmaya karşı korunma ile ilgili belirlenen şartlar ÖNORM B 8110-2 maddesi altında belirtilmiştir.

## 4. Ses Yalıtımı

### 4.1. Yapılardaki Ses Yalıtımının Amacı

Gürültü, içinde bulunduğumuz teknoloji çağında giderek rahatsız edici bir hal almaya başladı. Uzun süre gürültüye maruz kalanlarda sağlık problemlerinin başgösterme ihtimalide giderek yükselmekte. Ses yalıtımı, binaların içerisinde oluşan gürültülere karşı olduğu kadar dışarıdan gelen gürültülere karşı da gereklidir. İnşaat planlamacıları planlama aşamasında basit ses yalıtımı önlemlerini dikkate alarak uygulama aşamasında da bunları gerçekleştirecek kapasitede olmak durumundadırlar. Daha karmaşık ses problemlerinde ise bir akustik uzmanına danışılmalıdır.

Ses, aşağıdaki nedenlerden dolayı oluşabilir:

- Kendi evimizden veya komşu evlerden gelen gürültüler
- Trafik gürültüsü
- Sosyal aktivite alanlarından kaynaklanan gürültüler
- Endüstri ve sanayilerden gelen gürültüler

Yapılardaki ses yalıtımının amacı, insanı bu gibi etkilerden korumaktır. Bu durumda da yaşanan yapılardaki ses yalıtımı büyük bir anlam kazanır. Aynı şekilde ofis ve hastaneler gibi içerisinde uzun süreler geçirdiğimiz yapılarda da ses yalıtımının önemi büyüktür. Ancak ses yalıtımını, ısı ve nem yalıtımından farklı olarak, yapılara sonradan ilave etmek mümkün değildir. Bu nedenle ses yalıtımı tasarım ve planlama aşamalarında özel dikkat gerektirmektedir.

### 4.2. Ses Yalıtımına dair Fiziksel Kavramlar

İnsan kulağı tarafından algılanabilen havadaki ses dalgalarını “duyulabilen ses” olarak niteleyebiliriz. Bu dalgaların frekansı yaklaşık 16.000 - 20.000 Hz arasında yer alır. Frekans, titreşim sayısının zamana bölümünden elde edilen sonuçtur ve birimi Hertz olarak belirtilir. Yapı akustiğinde 100 - 3150 Hz arasında bulunan frekans bölgesi dikkate alınır.

Sesin; içinde yayıldığı ortamları, hava, vücut ve sıvı olarak 3'e ayırabiliriz. Yapı fiziği genel olarak havada yayılan ses (ör. trafik gürültüsü) ve vücutta yayılan ses (ör. yürüme gürültüsü) ile ilgilenir.

Havadaki titreşimlerin oluşturduğu değişken basınç, havadaki basınç ile üst üste biner. Algılanabilen titreşim alanının genişliğinden dolayı, titreşim basıncını logaritmik bir ölçü olarak belirtmek için, **Ses Derinlik Ölçeği L** belirlenmiştir. Ses Derinlik Ölçeğinin birimi Desibel'dir (dB). İşitme eşiği = 0 dB, Ağrı sınırı = 120 dB.

İnsan kulağı, aynı ses derinlik ölçeğinde olduğu halde farklı frekanslardaki sesleri eşit olarak algılamaz: Çok düşük ve çok yüksek frekanslarda işitme organı daha az duyarlıdır. Ses basıncı, frekans ve insan tarafından algılanan ses yüksekliği arasındaki karmaşık bağlantı dikkate alınarak **Ses Derinlik Ölçeği ( $L_A$ )** belirlenmiştir.

Bu ölçek ile farklı frekanslardaki ses basınçları değerlendirilerek, ses yüksekliği için objektif bir ölçü elde edilmiş olur.

Bununla bağlantılı olan ses yalıtımının ölçeği ise **Isı Yalıtım Ölçeği ( $R_w$ )**'dir.

#### **Ses Yalıtımı'nın Normları:**

Ses Yalıtımı ile ilgili belirlenen şartlar ÖNORM B 8115 maddesi altında belirtilmiştir.

## 5. Yangın Yalıtımı

### 5.1. Yapılardaki Yangın Yalıtımının Amacı

Yapılardaki yangın yalıtımı; yangın hasarlarından korunma, yangının yayılmasını önleme, kişilerin kurtarılması ve yangın söndürme operasyonunun kolaylaştırılmasına yönelik alınan tüm yapısal önlemleri kapsamaktadır.

Yangının başlıca riski, yapı elemanlarının yangın sırasında dayanıklılıklarını kaybederek zararlı gazların ve yangının yayılmasına sebep olmalarıdır.

### 5.2. Yapı Malzemelerinin Yangın Reaksiyonlarına Göre Sınıflandırılması

Avrupa Birliği'ne üye her ülke yangınlara karşı korunmak için kendi felsefesini geliştirerek, buna uygun normlar ve kanunlar çıkartmıştır. Uyumluluk sürecinde Avrupa için sınıflandırmalar belirlenip, yazılı olarak tespit edilmiştir. Bu sınıflandırmalar her üye ülke tarafından ulusal kanuna dahil edilmektedir.

Yapı malzemelerinin yangın reaksiyonlarına göre sınıflandırılması ÖNORM EN 13501-1 maddesine göre belirlenmiş olup, Avusturya'da bugüne kadar kullanılan B 3800 tanımlamalarıyla tam olarak karşılaştırılamamaktadır. Her ülkede test metodları ve sınıflandırmalar farklılık gösterdiğinden, yapı malzemelerinin Avusturya sınıflandırmasına göre dağılımları Avrupa Birliği sınıflandırmasına uyarlanması şu an için kısmen mümkündür. Avusturya'nın B 3800 tanımlamalarının ne zaman geri çekileceği, durumun karmaşıklığından ve EN-Normları paketinin halen hazırlık aşamasında olmasından dolayı şu an için kesin değildir. B 3800 tanımlamalarının kaldırılması ancak EN-Normlarının tüm bölümleri yayımlandıktan sonra mümkün olacaktır.

**Yangın reaksiyonuna göre sınıflandırmalar:** - A1 ve A2 Sınıfı  
(EN 13501-1 uyarınca) - B, C ve D Sınıfı  
- E Sınıfı  
- F Sınıfı

Avusturya'nın A'dan B3'e kadar olan sınıflandırmasının dağılımı şimdi aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

ÖNORM uyarınca yanarlık sınıflandırması	EN-Normları uyarınca yangın reaksiyonuna göre sınıflandırma
A (yanmaz)	A1'den B'ye kadar
B1 (zor yanar)	B'den E'ye kadar
B2 (normal yanar)	C'den E'ye kadar
B3 (kolay yanar)	F

**Duman oluşumuna göre sınıflandırmalar:** - s1 Sınıfı  
(EN 13501-1 uyarınca) - s2 Sınıfı  
- s3 Sınıfı

Avusturya'nın Q1'den Q3'e kadar olan sınıflandırmasının dağılımı şimdi aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

ÖNORM uyarınca duman oluşumu sınıflandırması	EN-Normları uyarınca duman oluşumu sınıflandırılması
Q1 (hafif tüter)	S1'den S2'ye kadar
Q2 (normal tüter)	S1'den S3'ye kadar
Q3 (kuvvetli tüter)	S2'den S3'ye kadar

**Yanarak damlama/kopmaya göre sınıflandırmalar:** - d0 Sınıfı  
(EN 13501-1 uyarınca) - d1 Sınıfı  
- d2 Sınıfı

Avusturya'nın Tr1'den Tr3'e kadar olan sınıflandırmasının dağılımı şimdi aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

ÖNORM uyarınca damlama oluşumu sınıflandırması	EN-Normları uyarınca yanarak damlama/kopma oluşumu sınıflandırılması
Tr1 (damlamaz)	d0'dan d1'e kadar
Tr2 (damlar)	d0'dan d2'e kadar
Tr3 (tutuşarak damlar)	d2

**Eski binalar için Isı Yalıtım Tablosu**

Mevcut duvar yapısı (15 mm iç sıva dahil)					Baumit Isı Yalıtım Sistemi ile yalıtılmış duvar yapısı		
Duvar Şekli	Kalınlık d [cm]	Özkütle $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Isı İletim Katsayısı $\lambda$ [W/mK]	Yalıtımsız U-değeri	Yalıtım Malzemesinin Kalınlığı [cm]	U-değeri Isı İletim Katsayısı $\lambda=0,040$ W/mK	U-değeri Isı İletim Katsayısı $\lambda=0,034$ W/mK
<b>Eski dolu tuğladan</b> yapılmış duvar	38	1.700	0,76	<b>1,45</b>	6	0,45	0,41
					8	0,37	0,33
					10	0,31	0,27
					12	0,27	0,24
					14	0,24	0,21
					16	0,21	0,18
					18	0,19	0,17
20	0,18	0,15					
<b>Karma duvar</b> %30 doğal taş %70 dolu tuğla	50	1.900	1,18	<b>1,63</b>	6	0,47	0,42
					8	0,38	0,34
					10	0,32	0,28
					12	0,28	0,24
					14	0,24	0,21
					16	0,22	0,19
					18	0,20	0,17
20	0,18	0,15					
<b>Karma duvar</b> %50 doğal taş %50 dolu tuğla	50	2.100	1,50	<b>1,92</b>	6	0,49	0,43
					8	0,39	0,35
					10	0,33	0,29
					12	0,28	0,25
					14	0,25	0,21
					16	0,22	0,19
					18	0,20	0,17
20	0,18	0,16					
<b>Karma duvar</b> %70 doğal taş %30 dolu tuğla	50	2.300	1,82	<b>2,16</b>	6	0,51	0,45
					8	0,40	0,35
					10	0,34	0,29
					12	0,29	0,25
					14	0,25	0,22
					16	0,22	0,19
					18	0,20	0,17
20	0,18	0,16					
<b>Eski delikli tuğladan</b> yapılmış duvar	25	1.040	0,48	<b>1,41</b>	6	0,45	0,40
					8	0,37	0,33
					10	0,31	0,27
					12	0,27	0,24
					14	0,24	0,21
					16	0,21	0,18
					18	0,19	0,17
20	0,17	0,15					
<b>Eski delikli tuğladan</b> yapılmış duvar	38	711	0,22	<b>0,52</b>	6	0,29	0,27
					8	0,25	0,23
					10	0,23	0,21
					12	0,20	0,18
					14	0,18	0,17
					16	0,17	0,15
					18	0,16	0,14
20	0,14	0,13					

Yeni binalar için Isı Yalıtım Tablosu							
Mevcut duvar yapısı (15 mm iç sıva dahil)					Baumit Isı Yalıtım Sistemi ile yalıtılmış duvar yapısı		
Duvar Şekli	Kalınlık d [cm]	Özkütle $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Isı İletim Katsayısı $\lambda$ [W/mK]	Yalıtımsız U-değeri	Yalıtım Malzemesinin Kalınlığı [cm]	U-değeri Isı İletim Katsayısı $\lambda=0,040$ W/mK	U-değeri Isı İletim Katsayısı $\lambda=0,034$ W/mK
<b>Delikli tuğladan</b> yapılmış duvar	25	836	0,27	<b>0,90</b>	6	0,38	0,35
					8	0,32	0,29
					10	0,28	0,25
					12	0,24	0,21
					14	0,22	0,19
					16	0,20	0,17
					18	0,18	0,16
20	0,16	0,14					
<b>Delikli tuğladan</b> yapılmış duvar	30	990	0,22	<b>0,63</b>	6	0,32	0,30
					8	0,28	0,25
					10	0,24	0,22
					12	0,22	0,20
					14	0,20	0,18
					16	0,18	0,16
					18	0,16	0,15
20	0,15	0,13					
<b>Gözenekli delikli tuğladan</b> yapılmış duvar	38	673	0,14	<b>0,35</b>	6	0,23	0,22
					8	0,21	0,19
					10	0,19	0,17
					12	0,17	0,16
					14	0,16	0,14
					16	0,15	0,13
					18	0,14	0,12
20	0,13	0,11					
<b>Gözenekli delikli tuğladan</b> yapılmış duvar	38	642	0,13	<b>0,33</b>	6	0,22	0,21
					8	0,20	0,18
					10	0,18	0,17
					12	0,17	0,15
					14	0,15	0,14
					16	0,14	0,13
					18	0,13	0,12
20	0,12	0,11					
<b>Normal beton</b>	25	2.000	1,6	<b>2,90</b>	6	0,54	0,47
					8	0,42	0,37
					10	0,35	0,30
					12	0,30	0,26
					14	0,26	0,22
					16	0,23	0,20
					18	0,21	0,18
20	0,19	0,16					
<b>Hafif beton</b>	24	400	0,11	<b>0,42</b>	6	0,26	0,24
					8	0,23	0,21
					10	0,20	0,19
					12	0,19	0,17
					14	0,17	0,15
					16	0,16	0,14
					18	0,15	0,13
20	0,14	0,12					