

AÇIKLAMALI ve ÖRNEKLERLE

**TS 825** BİNALARDA  
ISI YALITIM KURALLARI  
STANDARDI



**AÇIKLAMALI ve ÖRNEKLERLE**  
**“TS 825 - BİNALARDA ISI YALITIM KURALLARI”**  
**STANDARDI**

**OCAK 2013**





## Önsöz

Yapılan çalışmalar, ülkemizdeki enerji tasarruf potansiyelinin en yüksek olduğu binalarda, ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan enerjinin %50-60'ının geri kazanılabileceğini göstermektedir. Bu tasarrufun geri kazanılması ile; enerjinin yaklaşık %75'ini ithal eden ülkemizde, binalarda kullanılan toplam enerji miktarında en az %60'lara varan tasarruf sağlanabileceği öngörülmektedir.

Kullandığı enerjinin büyük bir bölümünü ithal enerji ile karşılayan ülkemizde; enerji tasarruf potansiyelinin yüksek olması nedeniyle, binaların ısıtılması ve soğutulması amacıyla tüketilen enerjinin azaltılması yönünde yapılan çalışmaların öncelikli konular arasında yer alması gerekmektedir.

İstatistiki bilgilere göre; Fransa, Almanya, İngiltere, İsveç gibi enerjinin verimli kullanıldığı ülkelerle aynı iklim koşullarında ve aynı kullanım alanına sahip olan ülkemizdeki mevcut bir konutun ısıtma enerjisi ihtiyacı, söz konusu ülkelerdeki bir konutun 2 - 5 katı daha fazladır. Ülkemizdeki binalardan olan ısı kaybının bu derecede yüksek olmasının sebebi şüphesiz binalarımızın yetersiz yalıtımlı veya tamamen yalıtımsız olmasıdır.

Günümüze kadar, ısınma ihtiyacı için halkımız yeterince yönlendirilmediği için fiyat olarak en ucuz görülen düşük kalorili yakacaklar, aslında verimsiz ve pahalı yakacaklar olarak yalıtımsız binalarda bilinçsizce tüketilmekte, kış aylarında şehirler duman karanlığına gömülmekte, havadaki kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) oranı dünya standartlarının 9-10 katına çıkmakta, insanlarımız zehir solumakta ve toplum sağlığı gün geçtikçe bozulmaktadır. Önlem alınmadığı takdirde önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenen enerji tüketiminin, çevre ve insan sağlığı sorunları ve enerji ithalatında da artışa neden olacağı görülmektedir. Gelişmiş ülkeler enerji tasarrufunu, çevre ve enerji sorunlarının giderilmesinde en etkin önlem olarak değerlendirmektedir.

Önümüzdeki yıllarda Dünya'da daha da artması beklenen enerji tüketiminin çevre ve enerji temininde sorunlara neden olacağı kaçınılmaz görülmekte ve Gelişmiş ülkelerde etkin bir enerji tasarrufu için yalıtım öncelikli çare olarak ele alınarak, ısı yalıtımı ile ilgili yönetmelik ve standartlar sürekli geliştirilmektedir.

Dünyada gelişen teknolojiye paralel olarak ısı yalıtım malzemelerinde görülen çeşit ve kalite artışı ülkemize de yansımaya rağmen, gelişmiş ülkelere oranla yalıtım malzemelerinde yeterli kullanım izlenmemektedir. Bunun temel nedenlerinden bazıları; yönetmeliklerin etkin uygulanmaması, denetim ve gözetim mekanizmasının etkin çalışmaması, teşvik sistemlerinin henüz oluşturulamamış olması, kamuoyunun yeterince bilinçli olmaması ve yol gösterici nitelikte çalışmaların yaygınlaşmamasıdır.

Ülkemizdeki binaların yalıtılması ile ilgili standart, TS 825 numaralı "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardıdır. Bu standardın AB standartlarına uyarlanan ilk hali 29 Nisan 1998 tarihinde yürürlüğe konulmuştur. 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren tüm binalarda uygulanmak üzere zorunlu standart halini alan standardın en yeni hali **24 Mayıs 2008** tarihinde TSE teknik kurulunda kabul edilerek yürürlüğe girmiş ve 26 Ağustos 2008 tarihinde Resmi Gazete'de tebliğ olarak yayımlanmıştır. Tebliğ'de; "14/6/1999 tarihli ve 23725 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Mecburi Standard Tebliği" ile mecburi uygulamaya konulan TS 825/Nisan 1999 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardının Türk Standardları Enstitüsü Teknik Kurul'ca değiştirilmesi sebebiyle yürürlükten kaldırılmış olup, yerine revize edilen

ekli TS 825/Mayıs 2008 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardı mecburi olarak uygulanacaktır” denilmektedir. Burada özetle; günümüzde geçerli olan TS 825 Standardının da bir önceki gibi zorunlu standart kapsamında olduğu ve ilgili kişi/kurum/kuruluşların uymak ve uygulamakla yükümlü oldukları belirtilmektedir.

Özetle, TS 825 standardı, bir binanın tasarım aşamasından başlayarak enerjinin verimli kullanılması için gerekli yalıtımların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Bu amaçla mimar, mühendis ve ilgili tüm kesimler için ülkemizde enerjinin verimli kullanılmasına önemli katkı sağlayacağına inandığımız TS 825 standardını; tebliğ olarak yayımlanan orijinal metninde değişiklik yapmadan, daha iyi anlaşılmasını ve doğru yorumlanmasını sağlamak üzere açıklamalar ve örneklerle geliştirilerek kullanımınıza sunmayı görev edindik.

Bu kitap, aynı zamanda, ilk defa 05 Aralık 2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan ve 01 Nisan 2010, 19 Şubat 2011 ve 20 Nisan 2011 tarihlerinde revize edilen “Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği”ne aykırılık oluşturmayacak şekilde hazırlanmıştır. Bu yayının hazırlanmasında ayrıca, söz konusu yönetmeliğin doğrudan TS 825 standardına atıfta bulunduğu; “**Mimari uygulamalar**” başlıklı 8’inci, “**Bina ısı yalıtımı esasları**” başlıklı 9’uncu ve “**Isı yalıtım projesi zorunluluğu**” başlıklı 10’uncu maddeleri başta olmak üzere bu yönetmelikle getirilen kuralların da tamamı dikkate alınmıştır. TS 825 Standardı ile doğrudan bağlantılı olması nedeniyle, bahis konusu “Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği” de bu yayının sonuna eklenmiştir.

Bu yayının, bina tasarımından uygulamanın gerçekleştirilmesine kadar olan süreçte, yöneticisinden uygulayıcısına kadar her kademede görev alacak meslektaşlarımıza farklı bir bakış açısı getireceği ve yalıtım açısından daha bilinçli uygulamalar yapılmasına yönelik örnek bir çalışma olacağı düşünülmüştür.

Saygılarımızla

A. Nuri BULUT  
Genel Müdür

## İÇİNDEKİLER

<b>0. KONU, TARİF, KAPSAM, AMAÇ VE UYGULAMA ALANI</b> .....	7
0.1 Konu.....	7
0.2 Tarifler, semboller ve birimler .....	7
0.3 Kapsam .....	12
0.4 Amaç.....	12
0.5 Uygulama alanı .....	12
<b>1. GENEL AÇIKLAMALAR</b> .....	13
1.1 Binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörler .....	14
1.2 Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınır değerleri.....	14
1.3 Özel hükümler .....	16
<b>2. HESAP METODU</b> .....	18
2.1 Temel bilgiler .....	18
2.2 Genel bilgiler.....	23
<b>3. HESAP RAPORU</b> .....	31
3.1 Birimler.....	31
3.2 Hesap raporu .....	31
<b>Ek A</b> .....	46
<b>Ek B</b> .....	50
<b>Ek C</b> - Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınlamı şiddeti değerleri [ $W/m^2$ ].....	51
<b>Ek D</b> - İllere göre derece gün bölgeleri .....	52
<b>Ek E</b> - Yapı malzeme ve bileşenlerinin birim hacim kütlesi, ısıl iletkenlik hesap değeri ( $\lambda_p$ ) ve su buharı difüzyon direnç faktörü ( $\mu$ ) .....	54
<b>Ek F</b> - Yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki ve sınırlandırılması .....	70
<b>ÖRNEK ISI YALITIM PROJESİ</b> .....	89
Yapı malzemelerinin sıralanışı ve detaylar .....	90
Hesap metodu.....	96
Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınır değerinin hesaplanması .....	97
Özgül ısı kaybı hesabı .....	98
Örnek apartman projesinde ısı kaybeden yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki ve sınırlandırılması.....	105
<b>Ek G</b> - İllerin ve bazı ilçelerin aylık ortalama bağıl nem oranları (%).....	125
<b>Ek H</b> .....	128
<b>Ek I</b> - Binanın özgül ısı kaybı hesaplama çizelgesi.....	130
<b>Ek J</b> - Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama çizelgesi.....	131
<b>Ek K</b> - Derece gün bölgelerine göre illerimiz .....	132
<b>BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ</b> .....	133
<b>Kaynaklar</b> .....	153



# Binalarda Isı Yalıtım Kuralları

## 0. KONU, TARİF, KAPSAM, AMAÇ VE UYGULAMA ALANI

### 0.1 Konu

Bu standard, binalarda net ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını hesaplama kurallarına ve binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisi değerlerinin belirlenmesine dairdir.

### 0.2 Tarifler, semboller ve birimler

#### 0.2.1 Tarifler

##### 0.2.1.1 Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı ( $Q_{i,ay}$ )

Isıtma sisteminden ısıtılan ortama bir ay içinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarı. Birimi "Joule"dür.

##### 0.2.1.2 Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ( $Q_{i,yıl}$ )

Isıtma sisteminden ısıtılan ortama bir yıl içinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarı. Birimi "Joule"dür.

##### 0.2.1.3 Binanın özgül ısı kaybı (H)

İç ve dış ortamlar arasında 1 K sıcaklık farkı olması durumunda, binanın dış kabuğundan iletim ve havalandırma yolu ile birim zamanda kaybedilen ısı enerjisi miktarı. Birimi "Watt/Kelvin"dir.

##### 0.2.1.4 Aylık ortalama dış ortam sıcaklığı ( $\theta_e$ )

Dış sıcaklığın aylık ortalama değeri. Birimi "°C"tur.

##### 0.2.1.5 Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı ( $\theta_i$ )

İç sıcaklığın aylık ortalama değeri. Birimi "°C"tur.

##### 0.2.1.6 Binanın iç ısı kazançları ( $\phi_i$ )

Binanın ısıtma sisteminin dışında, ısıtılan ortam içinde bulunan ısı kaynaklarından, ısıtılan ortama birim zamanda yayılan ısı enerjisi miktarı. Birimi "Watt"tır.

##### 0.2.1.7 Güneş enerjisi kazançları ( $\phi_s$ )

Isıtılan ortama birim zamanda, doğrudan ulaşan güneş enerjisi miktarı. Birimi "Watt"tır.



### 0.2.1.8 Kazanç kullanım faktörü ( $\eta$ )

İç ısı kazançlarının ve güneş enerjisi kazancının toplamının ortamın ısıtılmasına olan katkı oranı. Birimsizdir.

### 0.2.1.9 Bina kullanım alanı ( $A_n$ )

Binanın net kullanım alanı. Birimi "m<sup>2</sup>"dir.

### 0.2.1.10 Binanın ısıtılan brüt hacmi ( $V_{brüt}$ )

Binanın ısı kaybeden yüzeylerini çevreleyen ve dış kabuğun ölçülerine göre hesaplanan hacim. Birimi "m<sup>3</sup>" tür.

### 0.2.1.11 Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı ( $A_{top}$ )

Dış duvar, tavan, taban/döşeme, pencere, kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının dış ölçülere göre bulunan toplamı. Birimi "m<sup>2</sup>"dir.

### 0.2.1.12 $A_{top} / V_{brüt}$ oranı

Isı kaybeden toplam yüzey alanının ( $A_{top}$ ), yapının ısıtılan brüt hacmine ( $V_{brüt}$ ) oranı. Birimi "m<sup>-1</sup>"dir.

### 0.2.1.13 Tek hacimli bina

Binanın tamamı için tek bir ortalama iç sıcaklık alınarak hesaplama yapılması hâlinde kullanılan bina tanımlanması.

### 0.2.1.14 Birden fazla hacimli bina

Binanın farklı amaçlarla kullanılan birden fazla bölümünün iç sıcaklık ortalamalarının ayrı ayrı bulunması ve her bir bina bölümü için ayrı ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplaması yapılması durumu için kullanılan binanın tanımlanması.

## 0.2.2 Semboller ve birimler

Sembol	Açıklama	Birim
$\rho$	Havanın yoğunluğu	kg/m <sup>3</sup>
$\beta$	Fanların çalıştığı, zaman oranı	-
$\mu$	Su buharı difüzyon direnç katsayısı	-
$\varphi$	Bağıl nem	-
$\eta$	Verim, kazanç kullanım faktörü	-
$\lambda_h$	Isıl iletkenlik hesap değeri	W/m.K
$\phi_{s,ay}$	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı	W
$\phi_{i,ay}$	Aylık ortalama iç ısı kazancı	W

Sembol	Açıklama	Birim
$\eta_v$	Havadan havaya ısı geri kazanım sisteminin verimi	-
$1/U$	Yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci	$m^2.K/W$
$R,1/\Lambda$	Isıl geçirgenlik direnci	$m^2.K/W$
$R_e$	Dış yüzey ısı iletim direnci (dış yüzeydeki ısı taşınım katsayısı)	$m^2.K/W$
$R_i$	İç yüzey ısı iletim direnci (iç yüzeydeki ısı taşınım katsayısı)	$m^2.K/W$
$A$	Yapı elemanlarının toplam alanı	$m^2$
$A_D$	Dış duvar alanı	$m^2$
$A_d$	Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı	$m^2$
$A_{dsic}$	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı	$m^2$
$A_i$	i yönündeki toplam pencere alanı	$m^2$
$A_n$	Bina kullanım alanı	$m^2$
$A_p$	Pencere alanı	$m^2$
$A_T$	Tavan alanı	$m^2$
$A_t$	Zemine oturan taban/döşeme alanı	$m^2$
$A_{top}$	Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı	$m^2$
$c$	Havanın özgül ısı	$J/kgK$
$d$	Yapı bileşeninin kalınlığı	$m$
$e$	Mekanik havalandırma hesabında kullanılacak olan bina durum katsayısı	-
$f$	Mekanik havalandırma hesabında kullanılacak olan yüzey katsayısı	-
$g_{\perp}$	Lâboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü	-
$g_{i,ay}$	i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü	-
$H$	Binanın özgül ısı kaybı	$W/K$
$H_v$	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı	$W/K$

<b>Sembol</b>	<b>Açıklama</b>	<b>Birim</b>
$H_T$	İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı	W/K
$i$	Difüzyon akış yoğunluğu	kg/m <sup>2</sup> h
$I_{i,ay}$	i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti	W/m <sup>2</sup>
$KKO_{ay}$	Kazanç / kayıp oranı	-
$n_{50}$	İç ve dış ortamlar arasında 50 Pa basınç farkı varken hava değişim oranı	-
$n_h$	Hava değişim oranı	h <sup>-1</sup>
$p$	Kısmî su buharı basıncı	Pa
$p_d$	Yapı bileşeninin dış yüzeyiyle temas hâlinde olan havanın su buharı kısmî basıncı	Pa
$p_i$	Yapı bileşeninin oda içindeki yüzeyiyle temas hâlinde olan havanın su buharı kısmî basıncı	Pa
$p_s$	T sıcaklığındaki, doymuş su buharı basıncı	Pa
$p_{sw}$	Doymuş su buharı basıncı	Pa
$q$	Isı akış yoğunluğu	W/m <sup>2</sup>
$Q_{ay}$	Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı	Joule
$Q_{yıl}$	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	Joule
$r_{i,ay}$	i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü	-
$t$	Zaman, (saniye olarak bir ay = 86400 x 30)	s
$\theta_e$	Aylık ortalama dış ortam sıcaklığı	°C
$\theta_i$	Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı	°C
$\theta_{yd}$	Dış yüzey sıcaklığı	°C
$\theta_{yi}$	İç yüzey sıcaklığı	°C
$\theta_{yi, en düşük}$	Kabul edilebilir en düşük iç yüzey sıcaklığı	°C
$U$	Yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> .K

Sembol	Açıklama	Birim
$U_d$	Dış hava ile temas eden tabanın ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> K
$U_D$	Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> K
$U_{dsic}$	Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> K
$U_p$	Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> K
$U_T$	Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> K
$U_t$	Zemine oturan tabanın/döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı	W/m <sup>2</sup> K
$V_0$	Vantilâtörlerin çalışmadığı durum için hacimce hava değişim debisi	m <sup>3</sup> /h
$V_{brüt}$	Binanın ısıtılan brüt hacmi	m <sup>3</sup>
$V_E$	Hava çıkış debisi	m <sup>3</sup> /h
$V_f$	Vantilâtörlerdeki ortalama hacimce hava değişim debisi	m <sup>3</sup> /h
$V_h$	Havalandırılan hacim	m <sup>3</sup>
$V'$	Hacimce toplam hava değişim debisi	m <sup>3</sup> /h
$V_s$	Taze hava giriş debisi	m <sup>3</sup> /h
$g$	Birim alandan geçen su buharı miktarı	kg/(m <sup>2</sup> .s)
$S_d$	Su buharı difüzyon-eşdeğer hava tabakası kalınlığı	-
$\delta_p$	Kısmî buhar basıncına bağlı malzemenin su buharı geçirgenliği	kg/(ms Pa)
$\delta_o$	Kısmî buhar basıncına bağlı havanın su buharı geçirgenliği	kg/(ms Pa)
$v$	Havanın birim hacmindeki nem miktarı	kg/m <sup>3</sup>
$\Delta_v$	İç ortamın nem fazlalığı, $v_i - v_e$	kg/m <sup>3</sup>
$\Delta p$	İç ortamın buhar basıncı fazlalığı, $p_i - p_d$	Pa

### 0.3 Kapsam

**Yeni yapılacak olan binalar :** Bu standard, yeni inşa edilecek binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplama kurallarını, izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ve hesaplama ile ilgili bilgilerin sunuş şeklini kapsar. Bu kurallar pasif güneş enerjisi sistemlerini ihtiva eden binalarda kullanılamaz.

**Mevcut binalar :** Mevcut binaların tamamına veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerdeki uygulama yapılacak olan bölümler için bu standardda verilen ısıl geçirgenlik kat sayılarına (Ek A.3) eşit ya da daha küçük değerlerin sağlanması bakımından uyulmalıdır.

**Açıklama:** Burada standart kapsamındaki mevcut binalar için, binanın iç ısı alışverişi dışında, ısıtılan bina hacminden dışarıya olan ısı kayıplarının gerçekleştiği tavan, taban, dış duvar, pencere vb. bölümlerinde gerçekleştirilecek olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerde uygulama yapılacak olan bölüm için Ek A - A.3'de verilen ısıl geçirgenlik katsayılarına uyulması gerektiği belirtilmektedir.

Standardda tanımlanan hesap metotunun kullanılması sırasında gerekli olan bazı bilgiler, (yoğuşma hesabı dâhil) ekler hâlinde (Ek A - Ek J) standardın sonuna eklenmiştir.

Bu standard, binalarda ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabına yönelik bir metot belirlemektedir. Diğer amaçlarla olan enerji ihtiyaçları bu standardın kapsamı dışındadır.

### 0.4 Amaç

Bu standardın amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standard hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir. Bu standard ayrıca aşağıdaki amaçlarla da kullanılabilir:

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standardda açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek,
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını millî seviyede tahmin etmek.

### 0.5 Uygulama alanı

Bu standard aşağıda belirtilen binalarda uygulanır:

- Konutlar,
- Yönetim binaları,
- İş ve hizmet binaları,
- Otel, motel ve lokantalar,
- Öğretim binaları,
- Tiyatro ve konser salonları,
- Kışlalar,
- Ceza ve tutuk evleri,
- Müze ve galeriler,

- Hava limanları,
- Hastaneler,
- Yüzme havuzları,
- İmalât ve atölye mahalleri,
- Genel kullanım amaçları dolayısıyla iç sıcaklıkları asgarî 15°C olacak şekilde ısıtılan iş yerleri ile endüstri ve sanayi binaları,
- Yukarıda belirtilen amaçların birkaçına yönelik olarak veya bunlara benzer amaçlar için kullanılan binalar.

**Not :** Bu standardda yıllık ısı ihtiyacı hesabında kullanılacak olan; binaların iç sıcaklık değerleri Madde B.1, dış sıcaklık değerleri Madde B.2, illerin bulunduğu derece gün bölgeleri ise Ek D'de verilmiştir.

## 1. GENEL AÇIKLAMALAR

İnsanların barındığı veya çalıştığı binalarda, sıcaklık etkilerinden korunma, insan sağlığı, onarım giderleri, yakıt ekonomisi ve ilk yapım giderleri yönlerinden önemlidir.

- Sıcaklık etkilerinden yeterli olarak korunma, sağlığa uygun, bir iç iklimsel çevrenin sağlanmasının temel şartıdır.
- Hacimlerin ısıtma enerjisi ihtiyacı ve bunu sağlamak için yapılan ısıtma giderleri hacmi çevreleyen bileşenlerin ısı yalıtım ve ısı depolama özelliklerine bağlıdır.
- Sıcaklık etkilerinden yeterince korunma hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzeylerinde su buharı yoğunlaşmasını önler. Bileşenlerde sıcaklık değişimlerinin oluşturduğu hareketleri küçültür ve böylece yapıda bu olaydan ileri gelebilecek zararları önleyerek, yakıt giderlerini azaltmakla birlikte, binanın bakım ve onarım giderlerini de azaltır.
- Binanın projelendirme döneminde alınacak önlemler (örneğin, bina yerinin doğru seçilmesi) ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyebilir. Rüzgâr etkisi altındaki bir binada ısı kaybı, komşu binalar, bitki ve ağaçlarla korunmuş olanlara oranla daha çoktur.
- Bina dış yüzeylerini büyütmenin ısı kaybını da o oranda artıracığı, projelendirme döneminde göz önünde tutulmalıdır.
- Ayrık bir binadaki ısı kaybı, aynı büyüklük ve inşaat biçiminde yapılan bitişik düzendeki başka bir binaya göre daha fazladır.
- Bir bina içindeki odaların birbiri ile olan ilişkisi (örneğin, ısıtılan hacimlerin yan yana veya üst üste yerleştirilmesi) büyük önem taşır.
- Isı kaybını önlemek için, bina girişlerinde rüzgârlık yapılmalıdır (dış kapıdan ayrı olarak kendiliğinden kapanan ikinci bir kapı düzeni).
- Büyük pencere yüzeyleri, (çift yüzeyli pencere, bitişik pencere, özel birleştirilmiş çok katlı camlı pencere bile olsa) ısı kaybını çoğaltır. Köşe odalarda, pencerelerin binanın dış duvarlarından yalnız birinde olması, ısı etkilerinden korunma yönünden daha doğrudur.
- Bacalar ve tesisat boruları dış duvarlar üzerinde bulunmamalıdır. Bu önlem yakıttan tam yararlanma, baca gazlarının soğumasını, bacanın kurum tutmasını, tesisat borularının donmasını önleme bakımlarından önemlidir.
- Duvar ve döşemelerin ısı depolama özelliği, kışın ısıtmanın durması hâlinde çabuk bir soğumayı, yazın da özellikle güneş etkisi altında bulunan hacimlerde, iç ortam hava sıcaklığının gündüz saatlerinde aşırı yükselmesini önlemek bakımından gereklidir. Isı depolama özelliği, yapı bileşeninin kütlesi ve yapıldığı malzemenin özgül ısı ile doğru orantılıdır.

## 1.1 Binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörler

Binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörler aşağıda açıklanmıştır:

- **Bina özellikleri:** İletim, taşınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları (varsa ısı geri kazanımı) ve ısı kapasite,
- **Isıtma sisteminin karakteristikleri:** Özellikle kontrol sistemleri ve ısıtma sisteminin, ısıtma enerjisi ihtiyacındaki değişmelere cevap verme süresi,
- **İç iklim şartları:** Binayı kullananların istediği sıcaklık değeri, binanın farklı bölümlerinde ve günün farklı zamanlarında bu sıcaklık değerlerindeki değişimler,
- **Dış iklim şartları:** Dış hava sıcaklığı, hakim rüzgârın yönü ve şiddeti,
- **İç ısı kazanç kaynakları:** Isıtma sistemi dışında, ısıtmaya katkısı olan iç ısı kaynakları, yemek pişirme, sıcak su elde etme, aydınlatma gibi amaçlarla kullanılan ve ortama ısı yayan çeşitli cihazlar ve insanlar,
- **Güneş enerjisi:** Pencere gibi saydam bina elemanlarından ısıtılan mekâna doğrudan ulaşan güneş enerjisi miktarı.

Bu standardda belirtilen hesap metotunda, iletim, taşınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ile iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları dikkate alınmıştır.

Bu standardda, yapı elemanını oluşturan malzemelerin su buharı geçişine gösterdikleri dirence ve malzemelerin sırasına bağlı olarak su buharının gaz hâlden sıvı hâle geçmesi, yani yoğuşması ihtimali olduğundan malzemelerin ısı iletkenlik değerlerindeki kötüleşme Ek F'de tanımlanan metotla tahkik edilmeli, yoğuşma varsa, Ek F ve Madde 2.5.7'de tanımlanan sınırların içerisinde kalmalıdır.

Isıtma enerjisi ihtiyacı ile, ısıtma sisteminin net çıktısı kastedilmektedir. Isıtma sisteminin dönüşüm verimi 1,00'den küçük olacağı ve dağıtım sırasında bir miktar ısı kayıpları meydana gelebileceği için, sistemin enerji girdisi bu değerden büyüktür.

Hesap metodunda net iç ısı kazançları ve net güneş enerjisi kazançları dikkate alınmıştır. Bu sebeple kazançların toplamı, "ısı kazancı kullanım faktörü" ile çarpılır.

## 1.2 Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınır değerleri

Bu standard, Madde 1.1'deki etkenlerin hesaba katılmasıyla binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplandığı bir metot belirlemektedir. Bu metotla hesaplanan binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı  $A_{top}/V_{brüt}$  oranına göre; Madde A.1 ve Madde A.2'de verilen değerleri aşmamalıdır.

Yeni binaların tasarımı aşamasında, bu standardda verilen hesap metodu kullanılarak, binanın enerji ihtiyacı bu standardda verilen sınırları aşmayacak şekilde hesaplanmalı ve malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve ayrıntılı çözümlerinin de belirtildiği bir ısı yalıtım projesi hazırlanmalıdır.

### Özel durum 1 :

Belediye ve mücavir alan sınırları dışında köy nüfusuna kayıtlı ve köyde sürekli oturanların dışında köy yerleşik alanları civarında ve mezralarda 2 kat'a kadar olan ve toplam döşeme alanı 100 m<sup>2</sup>'den küçük (dış havaya açık balkon, teras, merdiven, geçit, aydınlık vb. hariç) yeni binalardaki;

- a. Yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının (U), Madde A.3'te belirtilen yapı bileşenlerine ait U değerlerine eşit veya daha küçük olması,
- b. Toplam pencere alanının, ısı kaybeden dış duvar alanının %12'sine eşit veya daha küçük olması,
- c. Bu şartları sağlayan konstrüksiyonlar ve ayrıntıların mimarî projede gösterilmesi,

hâlinde "ısı yalıtım projesi" yapılması şartı aranmaz. Bu durumda yukarıdaki şartların sağladığını gösteren bir "ısı yalıtım raporu" düzenlenmesi yeterli olacaktır. Ancak, herhangi bir "U" değerinin Ek A.3'te verilen değerlerden daha büyük olması durumunda ise bu standardda verilen hesap metodu kullanılarak hesaplamalar yapılmalı,  $Q_{yıl}$  değerinin Madde A.1 ve Madde A.2'de verilen  $Q'$  değerinden daha küçük olduğu ispatlanmalı ve ısı yalıtım projesi hazırlanmalıdır.

**Açıklama:** "Özel durum 1'in birinci kısmı, köyde yaşayan yerli halkın yapacağı toplam döşeme alanı 100 m<sup>2</sup>'den küçük binalar için geçerlidir. Bu gibi durumlarda, Ek A - A.3'de belirtilen yapı bileşenlerine ait ısı geçirgenlik katsayıları ile toplam pencere alanının, ısı kaybeden dış duvar alanının %12'sine eşit veya daha küçük olması şartına uyulduğunun ve detayların mimari projede gösterildiğinin raporlanması yeterli görülmektedir. Burada belirtilen istisna sadece belediye ve mücavir alan sınırları dışında yaşayan yerli halk için geçerlidir. Bunun dışında yapılacak olan tatil köyleri, devremülkler vb. planlamalar bu kapsamın dışında kalmaktadır. Bu gibi yapılar için Madde 3.2'de belirtildiği şekilde ısı yalıtım projesi hazırlanması gerekmektedir.

Mevcut binalarda yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerde, bu standardda tavsiye edilen değer olarak verilen ısı geçirgenlik katsayıları (U), mevcut binada uygulama yapılacak olan bölümler için sınır değer olarak kabul edilmelidir. Yalıtım uygulaması ile ilgili malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve ayrıntılı çözümlerini içeren bir ısı yalıtım raporu hazırlanarak belirtilmelidir.

### **Özel durum 2 :**

Isı kaybeden düşey dış yüzeylerinin toplam alanının % 60'ı ve üzerindeki oranlarda camlama yapılan binalarda pencere sisteminin ısı geçirgenlik katsayısının ( $U_p$ ) 2,1 W/m<sup>2</sup>K olacak şekilde tasarlanması ve diğer ısı kaybeden bölümlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının Madde A.3'te verilen değerlerden % 25 daha küçük olmasının sağlanması durumunda bu binalar standarda uygun olarak kabul edilir.

Söz konusu binalar için ısı yalıtım projesi ve hesaplamalar aynen yapılacak olup, bu hesaplamalar içerisinde yukarıdaki belirtilen şartların yerine getirildiği ayrıca gösterilmelidir.

**Açıklama:** Günümüzde, özellikle yeni inşa edilen büyük iş ve alışveriş merkezlerinin dış yüzeylerinin büyük ölçüde camlama yapıldığı görülmektedir. Bu tip binaların 1998 tarihli TS 825 standardına uygun hale getirilmesi pek mümkün olamamakta ve bunun için projenin hesaplara yansıtılmasında uygun olmayan çözümler gerçekleştirilmekteydi.

Bu standartta "Özel durum 2" olarak verilen bu bölümün; uygulamanın gerçekleştirilmesinde karşılaşılan zorlukların aşılması ve projenin uygun olmayan çözümlere zorlanmaması yönünde olumlu olarak atılmış adımlardan biri olduğu düşünülmektedir.

Bu maddede belirtildiği üzere; düşey dış yüzeylerinin toplam alanının %60'ı ve üzerindeki oranlarda camlama yapılacak şekilde projelendirilen binalarda ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yine diğer binalarda



oluğu gibi aynen yapılacaktır. Bununla birlikte, bu binalarda camlama yapılan bölümlerin ısı geçirgenlik katsayısının (Up) en fazla 2,1 W/m<sup>2</sup>K olması ve bunun dışında kalan dış cephedeki kolon, giriş, dolgu duvar, vb bölümleri ile tavan ve taban/döşeme gibi diğer bütün ısı kaybeden bölümlerin ısı geçirgenlik katsayılarının Ek A - A.3'de tavsiye edilen değerlerden % 25 daha küçük olmasının sağlanması halinde bina için belirlenen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, A/V oranına göre bu standartta sınırlandırılan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerinden küçük olması şartına bakılmaksızın standarda uygun kabul edilmektedir.

Bununla birlikte, yaz aylarındaki istenmeyen güneş enerjisi kazançlarının da tasarım sırasında dikkate alınması uygun olur.

**Açıklama:** Bilindiği gibi, dış cephede cam oranının yüksek olması özellikle soğutma sistemi bulunan binalarda yaz aylarındaki istenmeyen ısı kazançlarının ve dolayısıyla soğutma enerjisi tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kullanılacak camların ısı kontrollü camlama sistemlerinden seçilmesi ve güneş ışınlarının doğrudan içeri girmesinin önlenmesi için gölgeleme yapacak sistemlerin tasarlanması, istenmeyen ısı kazançlarının en aza indirilmesine yardımcı olacak ve bu maddenin son paragrafında belirtilen tavsiyeye de uygun olacaktır.

### 1.3 Özel hükümler

- Çok katlı olarak inşa edilecek olan binaların bağımsız ara döşemeleri ile komşu duvarları ısıtılmayan iç hacimlere bitişik taban ve duvar gibi düşünülerek, R direnci en az 0,8 m<sup>2</sup>.K/W olacak şekilde hesaplanmalı ve yalıtılmalıdır. Bu hesaplama, binanın iç ısı alışverişi kapsamında değerlendirileceğinden ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarında dikkate alınmaz.

**Açıklama:** Bu hüküm özellikle bir binada bulunan bağımsız birimlerin bireysel ısıtma sistemleriyle (soba, kombi) ısıtıldığı durumlar için son derece önemlidir. Farklı bağımsız birimlerdeki kullanıcıların kullanım alışkanlıklarının, bilgi ve bilinç düzeyinin birbirinden farklı olması nedeniyle oluşabilecek ısı dengesizliklerinin bu şekilde en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Bu özel hüküm nedeniyle, bağımsız ara döşemeler ile komşu duvarlarının ısı yalıtımı yapılırken söz konusu malzemenin camyünü, taş yünü gibi aynı zamanda ses yalıtımı da yapabilen malzemeden seçilmesi son derece doğru bir davranış olacaktır. Bu seçim nedeniyle ısı ve ses yalıtımı tek malzeme ile sağlanmış olacaktır.

- Isı yalıtım hesabı yapılan yeni binalarda; ısıtılan hacimleri ayıran duvar, döşeme ve/veya taban ile tavan ve/veya çatılar için alınacak U değerlerinden herhangi biri veya birkaçının Ek A A.3 'de tavsiye edilen değerlerden % 25 daha büyük olması durumunda, diğer U değerlerinden biri ya da bir kaçı için seçilecek değer/değerler standardda tavsiye edilen değer/değerlerin % 25'inden daha düşük olmamalıdır. Bu durum tavsiye edilen değerlerin % 25'inden daha düşük değerlerin seçilerek uygulanması için bir engel değildir. Ancak bu paragrafta belirtilen özel durum nedeniyle, binanın ısı kaybeden söz konusu yapı bileşenlerinden herhangi birinin veya bir kaçının tavsiye edilen değer/değerlerin % 25'inden daha düşük olarak uygulanması durumunda bile, standardda verilen hesaplama metodu içerisinde kullanılacak olan değer için, tavsiye edilen değere göre % 25 oranında düşük olarak tasarımı yapıldığı varsayılarak hesaplama yapılmamalıdır.

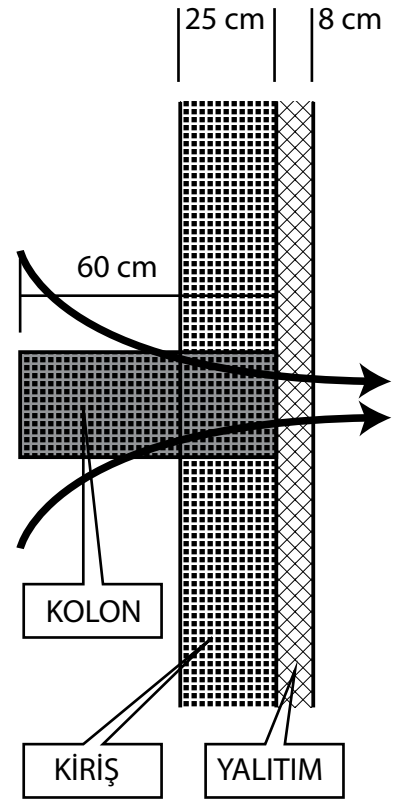
**Açıklama:** Bilindiği gibi TS 825 standardı binayı bir bütün olarak görmekte ve ortalama bir iç sıcaklığa göre bina hacimleri yalıtılmaktadır. Bu hüküm maddesi ile bina içerisindeki bağımsız bölümlerin ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının birbirinden çok farklı olmasının önlenmesi ve ısı performansının optimum seviyede tutulması amacıyla homojen ısı tasarımının sağlanması hedeflenmiştir. Örneğin; binanın tabanının,

tavsiye edilen ısıl geçirgenlik katsayısından üç-dört kat daha küçük olarak seçilmesi dış duvarların, çatı arasının veya teras döşemesinin tavsiye edilen ısıl geçirgenlik katsayısından üç-dört kat daha büyük seçilmesine avantaj sağlamamalıdır. Aksi halde en alt kattaki kat maliki istenilen konfor şartlarını sağlayabilir durumda iken daha az yalıtımlı bağımsız birimlerde ikamet eden kat maliki konforsuz şartlara mahkum edilmiş olacaktır. Buradaki sınırlamada esas, tavsiye edilen değerlerin %25'inden daha fazla seçilmesinin önlenmesidir. Bu standartta daha iyi "U" değerlerinin sağlanması teşvik edilmekte, bu değerlerin homojen bir şekilde tasarımı olarak %25'den daha küçük olmasının sağlanması yararlı görülmektedir. Bu şekilde yapılacak bir tasarımla aynı zamanda Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği gereğince hazırlanacak "Enerji Kimlik Belgesi"nde daha iyi enerji sınıfında yer alınması da sağlanabilmektedir.

- Merkezi sistemle ısıtılan binalardaki sıcak akışkanı ileten ana dağıtım (tesisat) boruları, ekonomik yalıtım kalınlığı hesaplanarak uygun şekilde yalıtılmalıdır.
- Kolon kalınlıklarının (d) hesaplanmasında kolonun bağlı bulunduğu kiriş ile birleştiği yerdeki betonarme kiriş kalınlığı aynı zamanda kolon kalınlığı olarak alınacak olup, kolon kalınlığının kiriş kalınlığından daha fazla olması dikkate alınmaz.

**Açıklama:** TS 825'e göre yapılan ısı kaybı hesabında yapı ve yalıtım malzemelerinin kalınlıkları ısı geçişi doğrultusunda alınmaktadır. Bununla birlikte yandaki şekilde de görüldüğü gibi binaların ısı kaybeden dış yüzeylerinde yer alan bazı kolonlar içe dönük olarak inşa edilebilmekte, bu durumda kolon kalınlığı dolgu duvar ve kiriş kalınlığından daha fazla olabilmektedir. Isı geçişinin direnci en düşük olan yerden daha fazla olacağı mutlaklıdır. Yandaki şekilde de görüldüğü gibi ısı akısının büyük kısmı kolonun toplam derinliği boyunca değil kiriş ve dolgu duvar kalınlığındaki kısımlarından gerçekleşmektedir. Buradaki hüküm maddesi ile daha emniyetli bir hesap yönteminin kullanılması sağlanırken aynı zamanda kolon ve kiriş gibi betonarme bölümlerden gerçekleşen ısı kayıplarının bulunmasında, söz konusu bölümlerin alanlarının toplanarak (tek kalemde) hesaplanmasının önü açılmış ve işlemler basitleştirilmiştir.

- Dış yüzeylerde yer alan bütün betonarme elemanlar (kolon, kiriş, hatil ve perde duvar vb.) mutlaka yalıtılmalıdır.



**ÜSTTEN KESİT GÖRÜNÜŞ**

## 2. HESAP METODU

### 2.1 Temel bilgiler

#### 2.1.1 Isıl geçirgenlik direncinin (R) hesaplanması

##### 2.1.1.1 Tek tabakalı yapı bileşenleri

Isıl geçirgenlik direnci (R) eşitlik 1'de belirtildiği gibi, yapı bileşeninin kalınlık (d) değerinin, ısıl iletkenlik hesap değerine ( $\lambda_h$ ) bölünmesi ile hesaplanır. " $\lambda_h$ " değerleri Ek E'de liste hâlinde verilmiştir

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \dots\dots\dots (1)$$

Burada;

- R : Isıl geçirgenlik direnci ( $m^2.K/W$ ),
- d :Yapı bileşeninin kalınlığı (m),
- $\lambda_h$  : Isıl iletkenlik hesap değeri ( $W/m.K$ )'dir.

##### 2.1.1.2 Çok tabakalı yapı bileşenleri

Çok tabakalı yapı bileşenlerinde ısıl geçirgenlik direnci (R), tek tek yapı elemanı kalınlıkları ( $d_1, d_2, \dots, d_n$ ) ve bu yapı elemanlarının, ısıl iletkenlik hesap değerleri ( $\lambda_{h1}, \lambda_{h2}, \dots, \lambda_{hn}$ ) kullanılarak eşitlik 2 ile hesaplanır.

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_h} \dots\dots\dots (2)$$

#### 2.1.2 Toplam ısıl geçirgenlik direncinin (1/U) hesaplanması

Bir yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci (1/U), yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik dirençlerine (R), yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri ( $R_i, R_e$ ) eklenerek eşitlik 3'e göre hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \dots\dots\dots (3)$$

Burada;

- 1/U :Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci ( $m^2.K/W$ ),
- $R_i$  : İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci ( $m^2.K/W$ ),
- $R_e$  : Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci ( $m^2.K/W$ )'dir.

#### 2.1.3 Toplam ısıl geçirgenlik katsayısının (U) hesaplanması

##### 2.1.3.1 Tek tabakalı ve çok tabakalı yapı bileşenleri

Bir yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı (U), eşitlik 3'teki denklemin aritmetik tersi alınarak eşitlik 4'e göre hesaplanır.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \dots\dots\dots (4)$$

Burada ;

U :Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı ( $W/m^2.K$ )'dir.

## 2.1.4 Yüzeysel ısı iletim direnci (taşınım)

Yapı elemanlarının iç ve dış yüzeylerindeki yüzeysel ısı iletim direnç değerleri için, Çizelge 1'de verilen  $R_i$  ve  $R_e$  değerleri kullanılmalıdır.

**Çizelge 1** - Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim (taşınım) direnç değerleri

Sıra no	Yapı bileşeni tipi <sup>3)</sup>	Yüzeysel ısı iletim direnci <sup>1) 2)</sup>	
		$R_i$ (m <sup>2</sup> K / W)	$R_e$ (m <sup>2</sup> K / W)
1	Dış duvar ( Sıra no 2 'de verilenin dışındaki dış duvarlar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe <sup>4)</sup> dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar		<sup>5)</sup>
4	Toprak temaslı dış duvar		0
5	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay veya eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan ( havalandırılan çatı kabuğu)		0,08
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde	0,13	
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde	0,17	<sup>5)</sup>
8	Bodrum tavanı	0,17	<sup>5)</sup>
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları		0,04
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0

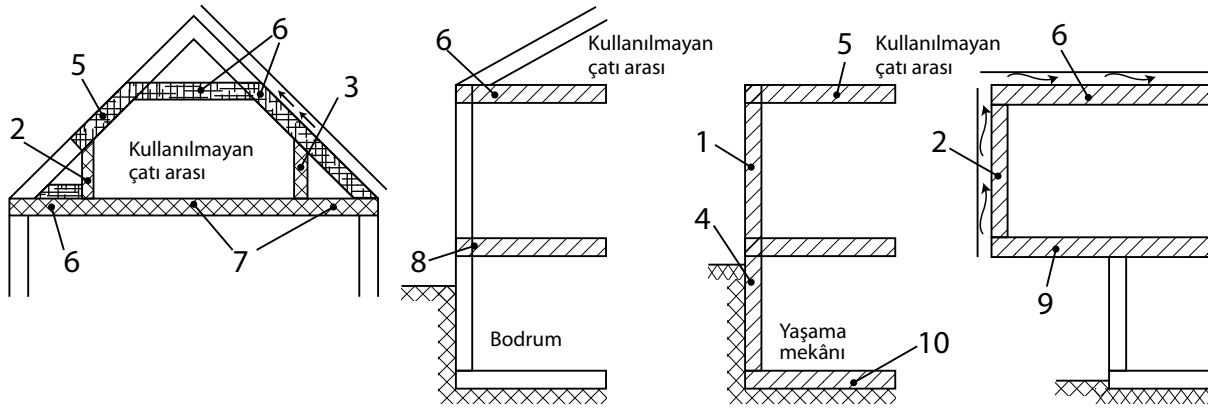
1) Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda  $R_i = 0,13$  m<sup>2</sup>K/W ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere  $R_e = 0,04$  m<sup>2</sup>K/W değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.

2) Yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki ve sınırlandırılması ile ilgili hesaplamalarda kullanılacak olan iç ve dış yüzeysel ısı iletim direnci için Madde 2.4.6'ya bakınız.

3) Yapı bileşenlerinin bina üzerindeki konumları için Şekil 1 'e bakınız.

4) Hava boşluklu sandviç duvarlarda Sıra no 1 'de verilen değerler kullanılır.

5) Yapı bileşeninin iç mekânda yer alması durumunda, hesaplamalarda iç ve dış yüzey ısı iletim direnç değerleri aynı kabul edilmelidir.



**Şekil 1** - Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi (numaralar Çizelge 1'deki sıra numaralarına göre verilmiştir)

### 2.1.5 Asmolen ve benzeri boşluklu bitişik yüzeyli yapı bileşenleri

Farklı ısı geçirgenlik dirençlerine sahip bir kaç bitişik tabakadan oluşan bir yapı bileşeni söz konusu olduğunda, daha kesin bir doğrulama gerçekleştirilmedikçe, ortalama ısı geçirgenlik direnci (R), yapı elemanlarının uzunluk oranlarına göre ( $L_{x1}/L$ ,  $L_{x2}/L, \dots, L_n/L$ ) eşitlik 5 kullanılarak hesaplanır.

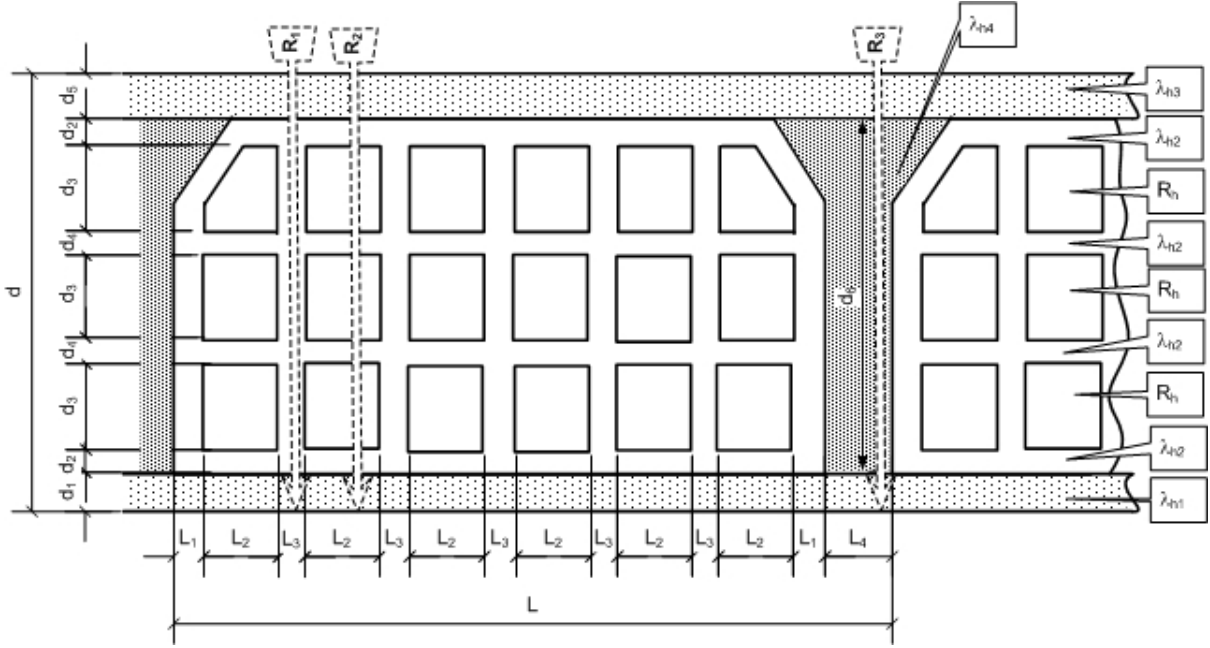
**Önemli Not** : Bu tür malzemeler için yoğuşma tahkiki hesaplamaları (Ek F) yapılırken, aşağıdaki 5 no'lu eşitliğe göre hesaplanan ortalama ısı geçirgenlik direnci kullanılamaz. Bu durumda 1 no'lu eşitliğe göre bulunan  $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$  dirençlerinden en küçük olanı dikkate alınmalı ve hesaba katılmalıdır.

$$R = R_1 \cdot \frac{L_{x1}}{L} + R_2 \cdot \frac{L_{x2}}{L} + \dots + R_n \cdot \frac{L_n}{L} \dots \dots \dots (5)$$

Burada ;

- R : Isıl geçirgenlik direnci ( $m^2.K/W$ ),
- L : Yapı elemanlarının toplam uzunluğu (m),
- $L_{x1} \dots L_n$  : 1'den n'ye kadar olan yapı elemanlarının uzunluğu (m),
- $(L_{x1} \dots L_n)/L$  : Uzunluk oranı (birimsiz)'dir.

## Örnek



Bu örnekte, malzemenin eğiminden kaynaklanan küçük sapmalar ihmal edilerek meydana gelen 3 farklı ısı geçirgenlik direnci aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_6}{\lambda_{h2}} + \frac{d_5}{\lambda_{h3}} \quad R_2 = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{2.d_2 + 2.d_4}{\lambda_{h2}} + 3.R_h + \frac{d_5}{\lambda_{h3}} \quad R_3 = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_6}{\lambda_{h4}} + \frac{d_5}{\lambda_{h3}}$$

Isıtma enerjisi hesabında kullanılacak olan yapı elemanının ortalama ısı geçirgenlik direnci,

$$R = R_1 \cdot \frac{2.L_1 + 5L_3}{L} + R_2 \cdot \frac{6.L_2}{L} + R_3 \cdot \frac{L_4}{L}$$

eşitliği ile eldirir. Yoğuşma tahkiki hesaplamalarında en küçük ısı geçirgenlik direnci (bu örnekte  $R_3$ ) kullanılmalıdır.

Birkaç bitişik tabakadan oluşan bir yapı bileşeninin ortalama ısı geçirgenlik direnci (R), 4 no'lu eşitlikten alınan toplam ısı geçirgenlik katsayısı (U) ile, eşitlik 6'ya göre hesaplanır.

$$R = \frac{1}{U} - (R_i + R_e) \dots \dots \dots (6)$$

**Asmolen hesabına örnek:** Yukarıda verilen örnekteki asmolen döşeme için örnek hesap:

d1: Tavan sıva	0,02 m	L1 :Dış perde	0,011 m	$\lambda_{h1} =$	1 m <sup>2</sup> K/W
d2: Malzeme dış perde	0,011 m	L2 :Hava boşluğu	0,056 m	$\lambda_{h2} =$	0,2 m <sup>2</sup> K/W
d3: Hava boşluğu	0,07 m	L3 :İç perde	0,009 m	$\lambda_{h3} =$	2,5 m <sup>2</sup> K/W
d4: Malzeme iç perde	0,009 m	L4 :Kiriş beton	0,1 m	$\lambda_{h4} =$	2,5 m <sup>2</sup> K/W
d5: Donatılı beton	0,05 m			$R_{hava} =$	0,16 m <sup>2</sup> K/W
d6: Donatılı beton 2	0,25 m				
$d_{top} =$	0,41 m	$L_{top} =$	0,503 m		

$$R_1 = \frac{0,02}{1} + \frac{0,25}{0,2} + \frac{0,05}{2,5}$$

$$R_2 = \frac{0,02}{1} + \frac{2 \cdot 0,011 + 2 \cdot 0,009}{0,2} + 3 \cdot 0,16 + \frac{0,05}{2,5}$$

$$R_3 = \frac{0,02}{1} + \frac{0,25}{2,5} + \frac{0,05}{2,5}$$

$$R_1 = 1,29 \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_2 = 0,72 \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_3 = 0,14 \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

$$R = R_1 \cdot \frac{2 \cdot L_1 + 5L_3}{L} + R_2 \cdot \frac{6 \cdot L_2}{L} + R_3 \cdot \frac{L_4}{L} = 1,29 \cdot \frac{2 \cdot 0,011 + 5 \cdot 0,009}{0,503} + 0,72 \cdot \frac{6 \cdot 0,056}{0,503} + 0,14 \cdot \frac{0,1}{0,503}$$

$$R = 0,68 \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_i = 0,13 \quad \text{m}^2\text{K/W},$$

$$R_e = 0,04 \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} = \frac{1}{0,13 + 0,68 + 0,04}$$

$$U = 1,176 \quad \text{W/m}^2\text{K}$$

**Çizelge 2 - Hava tabakalarının ısı geçirgenlik direnci hesap değerleri**

Hava tabakasının			
Sıra no	Durumu	Kalınlığı (d) mm	Isıl iletkenlik direnci (R) m <sup>2</sup> K/W
1	Düşey	≤ 10	0,14
		11 – 20	0,16
		21 – 50	0,18
		51 – 100	0,17
		100 >	0,16
2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya)	≤ 10	0,14
		11 – 20	0,15
		20 >	0,16
3	Yatay (ısı akışı yukarıdan aşağıya)	≤ 10	0,15
		11 – 20	0,18
		20 >	0,21

### 2.1.6 Yapı bileşeninin ısı kaybı hesabı

Kararlı durumdaki bir ısı akış yoğunluğu (q), eşitlik 7'ye göre hesaplanır.

$$q = U (\theta_i - \theta_e) \dots \dots \dots (7)$$

Burada ;

q : Isı akış yoğunluğu (W/m<sup>2</sup>),

$\theta_i$  : İç ortam sıcaklığı (°C),

$\theta_e$  : Dış ortam sıcaklığı (°C),

U : Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m<sup>2</sup>.K)'dir.

### 2.2 Genel bilgiler

Yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanmış bir binada, ısıtma periyodunda, iç ortamda belli bir iç sıcaklığı ( $\theta_i$ ) sağlamak için gereken ısı enerjisinin bir kısmı iç kaynaklardan ve güneş enerjisinden sağlanır. Kalan miktarın ısıtma sistemi tarafından iç ortama verilmesi gerekir. Aşağıda tanımlanan hesap metodu kullanılarak, ısıtma sisteminin iç ortama vermesi gereken ısı enerjisi miktarı belirlenir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olarak tanımlanan bu miktar, toplam kayıplardan güneş enerjisi kazançları ve iç ısı kazançları çıkartılarak hesaplanır.

Tanımlanan hesap metotunda, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ısıtma dönemini kapsayan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunur. Böylece binanın ısıl performansının gerçeğe daha yakın bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca, tasarımcıya, önerdiği tasarımın güneş enerjisinden faydalanma kapasitesini değerlendirme imkânı sağlayacaktır.

Hesap metotunda ısıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdaki ve eğer varsa ısıtılmayan ortamlardan ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencereden oluşur. Hesaplamalarda dıştan dışa ölçüler kullanılır. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılıyorsa veya ortamlar arasındaki sıcaklık farkı 4 K'den fazla değil ise, binanın tamamı için ortalama bir iç sıcaklık değeri hesaplanarak bina tek hacimli olarak ele alınır ve ısıtma enerjisi ihtiyacı Madde 2.2.1'de açıklanan metot uygulanarak hesaplanır. Aksi takdirde farklı ısıtma bölgelerinin sınırları belirlenmeli ve hesaplar Madde 2.2.2'ye göre yapılmalıdır. Bu standardda değişik bina tipleri için ısıtma enerjisi ihtiyacında kullanılacak olan ortalama iç sıcaklıklar Ek B, Madde B.1'de verilmiş olup, bina içindeki bölümler (banyo, mutfak, ofis, vb.) ortalama sıcaklık hesabında dikkate alınmaz.

**Açıklama notu:** Ek B, Madde B.1'de verilen iç sıcaklıklar; binanın iç ısı alışverişinden bağımsız olarak ve ısıtılan hacmin içerisinde kalan bütün bölümlerden elde edilen ortalama sıcaklık değerleri olarak kabul edilmiştir.

#### 2.2.1 Tek hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binalarda tek bina bölümü için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$Q_{yil} = \sum Q_{ay} \dots \dots \dots (8)$$

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \dots \dots \dots (9)$$



Burada;

- $Q_{\text{yil}}$  : Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ..... (Joule),  
 $Q_{\text{ay}}$  : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı ..... (Joule),  
 $H$  : Binanın özgül ısı kaybı ..... (W/K),  
 $\theta_i$  : Aylık ortalama iç sıcaklık ..... (°C),  
 $\theta_e$  : Aylık ortalama dış sıcaklık ..... (°C),  
 $\eta_{\text{ay}}$  : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü ..... (birimsiz),  
 $\phi_{i,\text{ay}}$  : Aylık ortalama iç kazançlar (sabit alınabilir) ..... (W),  
 $\phi_{s,\text{ay}}$  : Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ..... (W),  
 $t$  : Zaman, (saniye olarak bir ay = 86400 x 30) ..... (s)'dir.

**Not -** 9 no'lu eşitlikte köşeli parantez içindeki ifadenin pozitif olduğu aylar için toplama yapılacaktır. Negatif olan aylar dikkate alınmaz.

Hesaplamalar aşağıda verilen işlem sırasına göre yapılmalıdır:

- Isıtılan ortamın sınırları ve gerekli ise farklı sıcaklıktaki bölgelerin veya ısıtılmayan ortamların sınırları belirlenir.
- Tek hacimli bir binada, binanın özgül ısı kaybı (H) hesaplanmalıdır (Madde 2.2.1.1).
- Aylık ortalama iç sıcaklıklar ( $\theta_i$ ) Ek B, Madde B.1'den alınmalıdır.
- Aylık ortalama dış sıcaklıklar ( $\theta_e$ ) Ek B, Madde B.2'den alınmalıdır.
- Aylık iletim ve havalandırma ile ısı kaybı " $H(\theta_i - \theta_e)$ " eşitliği kullanılarak hesaplanmalıdır.
- Aylık ortalama iç kazançlar ( $\phi_{i,\text{ay}}$ ) hesaplanmalıdır (Madde 2.2.1.2).
- Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ( $\phi_{s,\text{ay}}$ ) hesaplanmalıdır (Madde 2.2.1.3). Hesap sırasında kullanılacak ( $I_{i,\text{ay}}$ ) değerleri Ek C'den alınmalıdır.
- Aylık ortalama dış sıcaklık değerleri kullanılarak aylık kazanç/kayıp oranı (KKO) ve ısı kazancı yararlanma faktörü ( $\eta_{\text{ay}}$ ) hesaplanmalıdır (Madde 2.2.1.4).
- Aylık ortalama değerler kullanılarak, " $[\eta_{\text{ay}} (\phi_{i,\text{ay}} + \phi_{s,\text{ay}})]$ " eşitliği ile faydalı kazançlar "W" cinsinden hesaplanmalıdır.
- Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı eşitlik (9) 'a göre hesaplanmalıdır.
- Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı eşitlik (8) 'e göre hesaplanmalıdır.

Isıtılan binanın bölümlerinde farklı sıcaklıklar isteniyorsa, hesap Madde 2.2.3'te verilen metotlardan birine göre yapılmalıdır.

### 2.2.1.1 Binanın özgül ısı kaybının hesabı

Binanın özgül ısı kaybı (H), iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ( $H_T$ ) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının ( $H_V$ ) toplanması ile bulunur.

$$H = H_T + H_V \text{ .....(10)}$$

#### 2.2.1.1.1 İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (11) no'lu eşitlikle hesaplanır. Bu eşitlikte yapı elemanlarının bünyesinden iletilen ısı kaybına, varsa ısı köprülerinden iletilen ısı kaybı eklenir. Isı köprüsü, bitişik yüzeye göre bileşimi değişik, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümdür.

$$H_T = \Sigma AU + I U_l \dots\dots\dots(11)$$

$$\Sigma AU = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0.8 U_T A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + 0.5 U_{ds} A_{ds} \dots\dots\dots(12)$$

Burada;

$U_D$ : Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$U_p$ : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$U_k$ : Dış kapının ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$U_T$ : Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$U_t$ : Zemine oturan tabanın /döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$U_d$ : Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$U_{ds}$ : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı.....	W/m <sup>2</sup> K,
$A_D$ : Dış duvarın alanı.....	m <sup>2</sup> ,
$A_p$ : Pencerenin alanı.....	m <sup>2</sup> ,
$A_k$ : Dış kapının alanı.....	m <sup>2</sup> ,
$A_T$ : Tavan alanı.....	m <sup>2</sup> ,
$A_t$ : Zemine oturan taban/döşeme alanı.....	m <sup>2</sup> ,
$A_d$ : Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı.....	m <sup>2</sup> ,
$A_{ds}$ : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı.....	m <sup>2</sup> 'dir.

**UYARI :** Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa, eşitlikte yer alan  $U_T$ 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır.

U değerinin hesaplanması Madde 2.1'de belirtilen hesap metodu ile yapılır. Hesap yapılırken kullanılması gereken ve malzemelerin ısı iletkenliğini gösteren  $\lambda_n$  değerleri Ek E'de millî veya milletler arası standartları olan malzemeler için verilmiştir.

(11) no'lu eşitlikde "I", ısı köprüsü uzunluğunu (m cinsinden) " $U_l$ ", ısı köprüsünün doğrusal geçirgenliğini (W/mK cinsinden) göstermektedir.

Isı köprüsü olması durumunda ilgili büyüklükler TS EN ISO 10211-1, TS EN ISO 10211-2 ve TS EN ISO 14683'e göre veya TS 8441'de verilen metot ile hesaplanmalıdır.

**Not -** Doğrudan ısı geçirgenlik katsayısının;  $\Psi_{i,e} < 0,1$  W/m.K olarak hesaplandığı ayrıntılı durumlarda, ısı köprülerinin etkisi ihmal edilebilir. Bu durumda 11 no'lu eşitlikte " $U_l$ " değeri "sıfır" olarak alınır.

### 2.2.1.1.2 Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (13) no'lu eşitlik ile hesaplanır.

$$H_v = \rho.c.V' \dots\dots\dots(13)$$

### Doğal havalandırma :

$$H_v = \rho \cdot c \cdot V' = \rho \cdot c \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h$$

Burada;

- $\rho$  : Havanın birim hacim kütlesi ..... (kg/m<sup>3</sup>),  
 $c$  : Havanın özgül ısı ..... (J/kgK),  
 $V'$  : Hacimce hava değişim debisi ..... (m<sup>3</sup>/h),  
 $n_h$  : Hava değişim oranı ..... (h<sup>-1</sup>),  
 $V_h$  : Havalandırılan hacim ( $V_h = 0,8 \times V_{brüt}$ ) ..... (m<sup>3</sup>)'dir.

" $\rho$ " ve " $c$ " sıcaklık ve basınca bağlı olarak az da olsa değişir, fakat aşağıdaki denklemde bu durum ihmal edilmiştir. Alınan değerler 20 °C ve 100 kPa içindir. Giren ve çıkan hava arasındaki entalpi artışı ihmal edilmiştir. 0,33 katsayısının hesabında kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$0,33 = (\rho \cdot c / 3600) = (1,184 \cdot 1006 / 3600) = 0,33 \text{ Jh/m}^3\text{Ks} = \text{Wh/m}^3\text{K}$$

Doğal havalandırma yapılan binalarda havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında havalandırma sayısı " $n_h$ " değeri 0,8 (h<sup>-1</sup>) olarak alınır.

### Mekanik havalandırma :

Binada mekanik havalandırma uygulanıyorsa, hacimce hava değişim debisi aşağıdaki eşitliklerden faydalanılarak hesaplanır ve 13 nolu eşitlikte yerine konularak havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesaplanır.

Hacimce toplam hava değişim debisi, sistem vantilâtörleri çalışırken vantilâtörlerdeki ortalama hacimce hava değişim debisi ile, hava sızıntısı ile oluşan ilâve hacimce hava değişim debisinin toplamına eşittir:

$$V' = V_f + V_x \text{ ..... (14)}$$

Burada;

- $V'$  : Hacimce toplam hava değişim debisi (m<sup>3</sup>/h),  
 $V_f$  : Sistem vantilâtörleri çalışırken vantilâtörlerdeki ortalama hacimce hava değişim debisi (m<sup>3</sup>/h),  
 $V_x$  : Hava sızıntısı ile oluşan ilâve hacimce hava değişim debisi (m<sup>3</sup>/h) 'dir.

**Sistem sürekli ve kararlı hâlde çalışıyorsa ;** hacimce hava değişim debisi ( $V_f$ ), taze hava giriş debisi ( $V_s$ ) ile çıkış debisinden ( $V_e$ )'den büyük olana eşit alınır. " $V_x$ " in yaklaşık olarak hesaplanması için aşağıdaki eşitlikten yararlanır:

$$V_x = \frac{V_h \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \cdot \left[ \frac{V_s - V_e}{V_h \cdot n_{50}} \right]^2} \text{ ..... (15)}$$

Burada;

- $V_h$  : Havalandırılan hacim (m<sup>3</sup>),  
 $n_{50}$  : İç ve dış ortamlar arasında 50 Pa basınç farkı varken hava değişim oranı (Çizelge 3'ten alınır),

f : Binada dış ortama açık bir yüzey varsa 15, birden fazla yüzey varsa 20 alınır,  
e : Çizelge 4'ten alınacak katsayı,  
 $V_s$  : Dış ortamdan alınan taze hava giriş debisi ( $m^3/h$ ),  
 $V_E$  : Hava çıkış debisi ( $m^3/h$ )'dir.

**Çizelge 3** - İç ve dış ortamlar arasında 50 Pascal basınç farkı varken, oluşan hava değişim oranı

Katta çok dairesel binalar	Katta tek dairesel binalar	Bina zarfının sızdırmazlık durumu
$n_{50} < 2$	$n_{50} < 2$	Yüksek
$2 \leq n_{50} \leq 5$	$4 \leq n_{50} \leq 10$	Orta
$5 < n_{50}$	$10 < n_{50}$	Düşük

**Çizelge 4** - Bina sınıfı ve "e" değerleri

Bina sınıfı	"e" değeri	
	Birden fazla dışa açık yüzey	Dışa açık bir yüzey
Açık alandaki binalar veya şehir içindeki 10 kattan daha yüksek binalar	0,10	0,03
Kırsal alandaki binalar	0,07	0,02
Şehir merkezlerindeki 10 kattan daha az katlı binalar	0,04	0,01

**Binadaki havalandırma sistemi zaman zaman kapatılıyorsa ;** hacimce hava değişim debisi için aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$V^l = V_0 (1-\beta) + (V_f + V_x) \cdot \beta$$

Burada;

$V_0$  : Ventilâtörlerin çalışmadığı durum için hacimce hava değişim debisi,

$\beta$  : Ventilâtörlerin çalıştığı zaman oranı'dır.

Mekanik sistem farklı " $V_f$ "'ler için tasarlanmışsa, " $V_f$ " olarak ortalama değer kullanılır.

Mekanik havalandırma sistemi dışarı atılan havadaki ısı enerjisi ortama gönderilen havanın ön ısıtmasını sağlamak amacıyla kullanılacak bir ısı değiştiricisine (eşanjörüne) ve geri kazanım sistemine sahip ise; mekanik havalandırma ile meydana gelecek ısı kayıplarının hesaplanmasında bir azaltma faktörünün kullanılması gerekir. Bu amaçla hacimce hava değişim debisinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$V^l = V_f (1-\eta_v) + V_x$$

Burada;

$\eta_v$  : Havadan havaya ısı geri kazanım sisteminin verimidir.

Yukarıdaki eşitlik, ısı geri kazanım sistemi dışarı atılan havadan alınan ısı enerjisini, sıcak su sistemine veya ısı pompası gibi bir başka sistem aracılığıyla ısıtma sistemine iletiyorsa kullanılmaz. Bu durumlarda azaltma, ilgili sistemin enerji tüketiminin hesaplanması sırasında dikkate alınmalıdır.

**Not** - Mekanik havalandırma tesisatı ve havalandırma ihtiyacı ile ilgili hesaplamalar yapılırken gerekli olan bina kabuğuna ait ısı geçirgenlik katsayıları için hesaplanmış kesin değerler olmadığında Madde A.3'te verilen U değerleri kullanılır.

### 2.2.1.2 Aylık ortalama iç kazançlar ( $\phi_{i,ay}$ )

İç kazançlar aşağıda verilenleri kapsar:

- İnsanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları,
- Sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları.

Ortalama değerler ile çalışılması hâlinde, aydınlatma dışındaki ortalama değerler yıl boyunca hemen hemen sabittir. Bu standardda aydınlatmadan kaynaklanan kazançlar da sabit kabul edilmiştir ve her bir kaynak için alınacak değerler aşağıda verilmiştir.

Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı (büro binaları vb.) binalarda iç kazançlar olarak birim kullanım alanı başına en fazla  $5 \text{ W/m}^2$  alınırken; yemek fabrikaları gibi pişirme işleminin ağırlıklı olduğu binalarda, normalin üstünde elektrikli cihaz çalıştırılan binalarda (aydınlatmanın sadece elektrikle sağlandığı binalar, tekstil atölyeleri, vb.) veya etrafa ısı veren sanayi cihazların kullanıldığı binalarda, iç kazançlar için birim döşeme alanı başına en fazla  $10 \text{ W/m}^2$  değeri alınır.

Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı binalarda  $\phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n \text{ (W)}$

Yüksek iç enerji kazançlı binalarda  $\phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n \text{ (W)}$

$A_n$  : Bina kullanım alanı ( $\text{m}^2$ )

$$A_n = 0,32 \times V_{\text{brüt}} \text{ .....(16)}$$

$V_{\text{brüt}}$  : Binanın ısıtılan brüt hacmi ( $\text{m}^3$ )

### 2.2.1.3 Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ( $\phi_{s,ay}$ )

Bu madde pencerelerden sağlanan doğrudan güneş ışınımının hesaplanmasını tarif etmektedir. Pasif güneş enerjisi sistemlerinden sağlanacak kazançlar ihmal edilmiştir.

Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ( $\phi_{s,ay}$ ); TS EN 832'de verilen ayrıntılı hesaplama metodu uygulanarak hesaplanabileceği gibi, binanın durumuna bağlı olarak Çizelge 5'te verilen gölgelenme faktörü ( $r_{i,ay}$ ) değerleri doğrudan alınıp 17 no'lu eşitlik kullanılarak da hesaplanabilir.

Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ( $\phi_{s,ay}$ ) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \dots\dots\dots(17)$$

Burada;

$r_{i,ay}$  : "i" yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü,

$g_{i,ay}$  : "i" yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü,

$I_{i,ay}$  : "i" yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti ( $W/m^2$ ),

$A_i$  : "i" yönündeki toplam pencere alanı ( $m^2$ )'dir.

$I_{i,ay}$  değerleri Ek C'den alınır.

**Çizelge 5 - Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ( $r_{i,ay}$ )**

	$r_{i,ay}$
Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

**Güneş enerjisi geçirme faktörü :**

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp} \dots\dots\dots(18)$$

Burada;

$F_w$  : Camlar için düzeltme faktörüdür.

$g_{\perp}$  : Lâboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür.

Ölçü değerlerinin olmaması durumunda " $g_{\perp}$ " için aşağıdaki değerler kullanılabilir.

**Çizelge 6 - Lâboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü**

Cam türü	$g_{\perp}$
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım camı birimi için	0,75
* Isıl geçirgenlik katsayısı $2 W/m^2K$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için	0,50

\* Isıl geçirgenlik katsayısı  $2 W/m^2K$ 'den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için imalâtçı firma tarafından belgelendirilmiş geçirme faktörü ( $g_{\perp}$ ) varsa, beyan edilen bu değer alınarak hesaba katılır.

#### 2.2.1.4 Kazanç kullanım faktörü ( $\eta$ )

İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmaz. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu sürelerde, kazançlar anlık kayıplardan fazla olabilir veya kazançlar ısıtmanın gerekmediği zamanlarda gelebilir. İç ortam sıcaklık kontrol sistemi mükemmel değildir ve yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanır. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılır; bu faktörün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağlı büyüklüğüne ve binanın ısı kütlesine bağlıdır.

Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü, aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \dots\dots\dots(19)$$

Burada;

$KKO_{ay}$  Kazanç / kayıp oranı olup, aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay}) \dots\dots\dots(20)$$

Burada;

$\theta_{i,ay}$  : Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı [Ek B, Madde B.1'den alınır(°C)],

$\theta_{e,ay}$  : Aylık ortalama dış hava sıcaklığı [ Ek B, Madde B.2'den alınır(°C)],

$\phi_{i,ay}$  : Aylık iç kazançlar [Madde 2.2.1.2'ye göre hesaplanır (W)],

$\phi_{s,ay}$  : Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı [Madde 2.2.1.3 'e göre hesaplanır (W)] 'dır.

$KKO_{ay}$  oranı 2,5 ve üzerinde olduğunda o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir.

#### 2.2.2 Birden fazla hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binadaki farklı amaçlar için kullanılan birimler içerisinde sıcaklık farkı 4 K'den büyük ortamlar mevcut ise, farklı ısıtma bölümlerinin sınırları belirlenerek tek hacimli bina için verilen hesap metodu, farklı sıcaklıktaki her bina bölümü için ayrı ayrı uygulanmalı ve her bina hacmi için hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı toplanmalıdır.

#### 2.2.3 Ortalama sıcaklık kullanılarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binadaki farklı amaçlar için kullanılan birimler içerisindeki sıcaklık farkı 4 K'e eşit ya da daha küçük ortamlar mevcut ise, farklı ısıtma bölümlerinin sınırları belirlenerek Madde 2.2.2'deki birden fazla hacimli bina için verilen hesap metodu uygulanabileceği gibi, bu binaların farklı amaçla kullanılan bölümlerinin iç sıcaklık değerleri ile özgül ısı kayıpları dikkate alınarak bulunacak ortalama iç sıcaklık değeri (eşitlik 20) tek hacimli bina için verilen hesap metotunda kullanılarak Madde 2.2.1'deki hesap metodu da uygulanabilir.

Farklı bina tipleri için ısıtma enerjisi ihtiyacında kullanılacak olan ortalama iç sıcaklıklar Madde B.1'de verilmiş olup, bina içindeki bölümler (banyo, mutfak, ofis, vb.) ortalama sıcaklık hesabında dikkate alınmaz.

Ortalama iç sıcaklık değeri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$\theta_{i,ortalama} = \frac{\sum H_z \cdot \theta_{iz}}{\sum H_z} = \frac{H_1 \cdot \theta_{i1} + H_2 \cdot \theta_{i2} + \dots + H_z \cdot \theta_{iz}}{H_1 + H_2 + \dots + H_z} \dots\dots\dots(21)$$

Burada;

$\theta_{i,ortalama}$ : Bina bölümlerinin tamamı için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama iç sıcaklığı (°C),  
 $\theta_{i1}, \theta_{i2}$ : Farklı sıcaklıktaki her bir bina hacminin iç sıcaklığı (°C),  
 $H_z$ : Binanın z hacmindeki bölümünün özgül ısı kaybı (W/K),  
 $H_1, H_2$ : Farklı sıcaklıktaki her bir bina hacminin özgül ısı kaybı (W/K)'dir.

### 3. HESAP RAPORU

#### 3.1 Birimler

Bu standarda göre yapılacak hesaplarda ve raporun hazırlanmasında SI birimleri kullanılır. Buna göre sıcaklık K veya °C, enerji Joule ve güç Watt olarak belirtilmelidir. Toplam ısıl geçirgenlik değeri olan U ise W/m<sup>2</sup>K birimi ile gösterilmelidir. Birimler arasındaki dönüşüm katsayıları aşağıda gösterilmiştir.

1 kCal	4,187	kJ
1 kCal	1,163 x 10 <sup>-3</sup>	kWh
1 kWh	860	kcal
1 kCal/m <sup>2</sup> h°C	1,163	W/m <sup>2</sup> K
1 m <sup>2</sup> h°C/kCal	0,86	m <sup>2</sup> K/W
1 kJ	0,278 x 10 <sup>-3</sup>	kWh

#### 3.2 Hesap raporu

Bu standardın amacı, Madde 0.4'te belirtildiği gibi, binaların enerji verimliliklerinin artırılması amacıyla uzun ömürlü ve sağladığı enerji tasarrufu kalıcı olacak şekilde, binalarda ısı yalıtımının sağlanmasıdır. Bu amaçla sektörde mevcut yalıtım malzemelerinin ve tekniklerinin karşılaştırılarak o proje için en uygununun seçilebileceği bir hesap metodu önerilmiştir ve sonuç olarak bir ısı yalıtım projesi hazırlanması gerekmektedir. Bu projede, standardda belirtilen hesap metoduyla binanın enerji ihtiyacının bu standardda verilen sınır değerlerin altında kalmasını sağlayacak şekilde malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve ayrıntılı çözümlerinin belirtilmesi gerekmektedir. Isıtılacak yapı hacmi ( $V_{brüt}$ ) ile ve binanın kullanım alanı ( $A_n$ ) ile ilişkili olarak azamî yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ( $A_{top}/V_{brüt}$ ) oranlarına bağlı olarak Ek A - A.2'de verilmiştir.

Binanın kullanım alanıyla ( $A_n$ ) ilişkili olarak verilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınır değeri (Q') sadece, temiz ölçüler verildiğinde oda yükseklikleri 2,60 m veya daha az olan binalarda kullanılabilir. Oda yüksekliklerinin 2,60 m'nin üzerinde olması durumunda ise ısıtılacak yapı hacmiyle ilişkili olarak verilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınır değeri (Q') göz önüne alınarak hesaplama yapılacaktır.



## Isı yalıtımı projesinde aşağıdaki verilen bilgiler bulunmalıdır:

- a) Isı kayıpları, ısı kazançları, kazanç/kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü, aylık ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının büyüklükleri, bu standardda verilen "binanın özgül ısı kaybı" ve "yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı" çizelgelerindeki örneklerde olduğu gibi çizelgeler hâlinde verilmeli ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının (Q), Ek A'da verilen yıllık ısıtma enerjisi (Q') sınır değerinden büyük olmadığı gösterilmelidir.

**Açıklama:** "a" maddesinde özetle "binanın özgül ısı kaybı" ve "yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı" çizelgelerinin verilmesi istenmektedir. Bu çizelgelerde yukarıda istenen her detay yer almaktadır.

- b) Konutlar dışında farklı amaçlarla kullanılan binalarda yapılacak hesaplamalarda, binadaki farklı bölümler arasındaki sıcaklık farkı 4 K'den daha fazla ise bu binada birden fazla bölüm için yapılacak olan ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabında, bina bölümlerin sınırları şematik olarak çizilmeli, sınırların ölçüleri ve bölümlerin sıcaklık değerleri üzerinde gösterilmelidir.

**Açıklama:** Burada; hesabı yapılan binada bulunan iki ayrı hacmin sıcaklıkları arasında 4 K'den daha fazla fark varsa, iki bölüm için ayrı ayrı yapılacak hesapların yanı sıra üzerinde uzunluk, alan, hacim, ve sıcaklık değerlerinin de gösterildiği bir çizimin de hesapların yanında istendiği anlaşılmaktadır..

- c) Binanın ısı kaybeden yüzeylerindeki dış duvar, tavan ve taban/döşemelerde kullanılan malzemeler, bu malzemelerin eleman içindeki sıralanışı ve kalınlıkları, duvar, tavan ve taban/döşeme elemanlarının alanları ve "U" değerleri belirtilmelidir.

**Açıklama:** Bu maddede istenenler aslında a) maddesi ile istenen "binanın özgül ısı kaybı" çizelgesinde yer almaktadır. Bu nedenle ayrıca verilmesine gerek olmamalıdır.

- d) Pencere sistemlerinde kullanılan cam ve çerçevenin tipi, bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanları ve "U" değerleri ile çerçeve sistemi için gerekli olan hava değişim oranı ( $n_p$ ) belirtilmelidir.

**Açıklama:** Hava değişim oranı ( $n_h$ ) bu standarda göre doğal havalandırma yapılan binalarda 0,8 alınacaktır..

- e) Duvar-pencere, duvar-tavan, taban/döşeme-duvar birleşim yerlerinin detayları çizimlerle gösterilmelidir.
- f) Havalandırma tipi belirtilmeli, mekanik havalandırma söz konusu ise, hesaplamalar ve sonuçları belirtilmelidir.
- g) Binanın ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşma, Ek F'de belirtildiği şekilde incelenerek gerekli çizim ve hesaplamalar yapılmalıdır.

## Örnek proje yapılması ve ısı yalıtım projesinin hazırlanması:

### HESAP ÖRNEKLERİ : (EKLERİN SONUNDA ISI YALITIM VE YOĞUŞMA HESAPLARININ TAMAMINI KAPSAYAN ÖRNEK ISI YALITIM PROJESİ VERİLMEKTEDİR)

#### Örnek 1

3 'üncü derece gün bölgesinde bulunan ve dıştan dışa 9 m eninde, 10 m boyunda ve 5,5 m yüksekliğinde olan iki katlı yığma olarak inşa edilmiş bir konut örnek alınarak Madde 2.2 'de belirtilen tek hacimli binaya örnek olarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Öncelikle binadaki dış duvar, pencere, tavan, taban/döşeme, dış ortamla temas eden döşeme alanı vb. alanlar hesaplanır. Örnek binamızda bu alanlar aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Pencere alanı,

$$A_p = 20 \text{ m}^2$$

Betonarme alanı,

$$A_{bet} = ((10 \times 2 + 9 \times 2) \times (0,12 \times 3)) = 13,7 \text{ m}^2$$

Dış duvar alanı,

$$A_D = (9 \times 5,5 \times 2 + 10 \times 5,5 \times 2) - A_p - A_{bet}$$

$$A_D = 173,3 \text{ m}^2$$

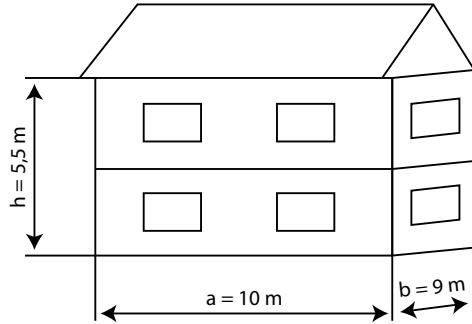
Tavan alanı,  $A_T = 9 \times 10 = 90 \text{ m}^2$

Döşeme alanı,  $A_t = 9 \times 10 = 90 \text{ m}^2$  dir.

Dış kapı alanı,  $A_k = 2 \text{ m}^2$

$$A_{top} = 389 \text{ m}^2, V_{brüt} = 9 \times 10 \times 5,5 = 495 \text{ m}^3$$

$$A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 0,32 \times 495 = 158,4 \text{ m}^2$$



Şekil 2

Daha sonra yapı elemanlarının ayrı ayrı U değerleri hesaplanır. Örnek binamızda yalıtımın standarda uygun olması hedeflenmiştir. Duvarlarda tuğla ve betonarme üzerine dış taraftan  $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$  olan yalıtım malzemesinin kalınlığı 5 cm'dir. Pencereler çok katlı camdır. Tavanda  $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$  olan yalıtım malzemesinin kalınlığı 12 cm'dir. Döşemede  $\lambda = 0,030 \text{ W/mK}$  olan yalıtım malzemesinin kalınlığı 6 cm'dir. Burada anlatılan hesaplamalar Çizelge 7 ve Çizelge 8'de örnek olarak gösterilmiştir. Ayrıca elemanlarda yoğuşma olmayacak ve ısı köprüsü meydana gelmeyecek şekilde tedbirlerin alındığı kabul edilmiş olup, kat arası betonarme Madde 1.3'te belirtildiği şekilde R direnci 0,8 olacak şekilde yalıtılmıştır. Dolayısıyla yapı elemanlarının "U" değerleri belirtilen klâsik hesap metoduna göre,

$$U_D = 0,471 \text{ W/m}^2\text{K}, U_{Dbet} = 0,575 \text{ W/m}^2\text{K}, U_p = 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}, U_T = 0,305 \text{ W/m}^2\text{K},$$

$$U_t = 0,432 \text{ W/m}^2\text{K}, U_k = 4 \text{ W/m}^2\text{K'dir.}$$

Binadan iletim ve taşınım yoluyla olan ısı kaybı " $H_T$ " ise 11 no'lu eşitliğe göre,

$$H_T = 173,3 \times 0,471 + 13,7 \times 0,575 + 20 \times 2,4 + 0,8 \times 90 \times 0,305 + 0,5 \times 90 \times 0,432 + 2 \times 4 = 186,9 \text{ W/K'dir.}$$

Yukarıdaki iletimle olan ısı kaybı hesabı yapılırken, örnek olarak seçilen binada yönetmelik gereği bütün betonarme bölümler ısı köprüsü meydana getirmeyecek şekilde yalıtıldığından 11 no'lu eşitlikteki  $l \times U_l$  katkısı ihmal edilmiştir.

Binadan havalandırma ile olan kayıplar için, mekanik havalandırma olmadığından  $0,33 \cdot n_h \cdot V_n$  eşitliği kullanılır. Doğal havalandırma olduğundan " $n_h$ " =  $0,8 \text{ h}^{-1}$  alınır. Binanın havalandırma hesabında kullanılacak olan hacmi ( $V_h$ ) ise  $0,8 \times V_{\text{brüt}} = 0,8 \times 495 = 396 \text{ m}^3$  bulunur.

Bu durumda;

$$H_v = 0,33 \times 0,8 \times 396 = 104,54 \text{ W/K'dir.}$$

Dolayısıyla binanın özgül ısı kaybı (H);

$$H = H_T + H_v = 186,9 + 104,53 = 291,43 \text{ W/K'dir.}$$

Bina konut olarak kullanılacağı için iç ısı kazançları  $5 \text{ W/m}^2$  olarak alınabilir (Madde 2.2.2). Bu durumda örnek bina için iç kazançlar;  $A_n \times 5 = 158,4 \times 5 = 792 \text{ W'tır.}$

Güneş enerjisi kazançlarının hesaplanması sırasında kullanılacak olan gölgelenme faktörü için, binanın 3 kattan daha az katlı ve etrafının açık olduğu kabul edilerek ve " $r_{i,ay}$ " =  $0,8$  değeri seçilir (Çizelge 5).

" $g_{i,ay}$ " değeri pencere sisteminde çok katlı cam kullanılmış olduğu için  $g_{\perp}$  değeri olarak  $0,75$  (Çizelge 6) alınır ve  $g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp}$  eşitliği kullanılarak hesaplanır. Bu örnekte  $g_{i,ay} = 0,80 \times 0,75 = 0,60$ 'dır.

" $A_i$ " değerleri, yani her yön için toplam pencere alanları hesaplanır. Örnek olarak seçilen binada aşağıda verilen pencere alanları hesaplanmıştır.

$$A_{\text{güney}} = 8 \text{ m}^2, \quad A_{\text{kuzey}} = 4 \text{ m}^2, \quad A_{\text{doğu}} = 4 \text{ m}^2, \quad A_{\text{batı}} = 4 \text{ m}^2$$

" $I_{i,ay}$ " değerleri ise her ay için Ek C'den alınır. Ocak ayı için örnek olmak üzere Ek C'den alınan aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} I_{\text{güney,ocak}} &= 72 \text{ W/m}^2 \\ I_{\text{kuzey,ocak}} &= 26 \text{ W/m}^2 \\ I_{\text{batı/doğu,ocak}} &= 43 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

" $\phi_{s,ocak}$ " değeri 16 no'lu eşitliğe göre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\phi_{s,ocak} = 0,8 \times 0,6 \times 72 \times 8 + 0,8 \times 0,6 \times 26 \times 4 + 0,8 \times 0,6 \times 43 \times 4 + 0,8 \times 0,6 \times 43 \times 4 = 492 \text{ W'tır.}$$

Kazanç kullanım faktörünün hesaplanması için önce "KKO<sub>ocak</sub>" 20 nolu eşitliğe göre hesaplanır. Bu eşitlikte gerekli olan " $\phi_i$ " ve " $\phi_{s,ocak}$ " değerleri ile H değerleri daha önce hesaplanmış idi.

Bina konut olarak kullanılacağı için  $\theta_i$ , Ek B.1'den 19°C alınır.

" $\theta_{e,ocak}$ " ise Ek B.2'den alınır. Üçüncü derece gün bölgesi için bu değer -0,3 °C'tur.

$$KKO_{ocak} = (792+492) / 291,44 \times (19-(-0,3)) = 0,23$$

Kazanç kullanım faktörü " $\eta_{ocak}$ " ise eşitlik 18'e göre;

$$\eta_{ocak} = 1 - e^{-1/KKO_{ocak}} = 1 - e^{-0,23} = 0,99$$

olarak hesaplanır. Bu durumda ocak ayı için ısı kazançları

$$\eta_{ocak} (\phi_i + \phi_{s,ocak}) = 0,99 \times (792 + 492) = 0,99 \times 1284 = 1271,2 \text{ W}$$

olarak bulunur.

Bulunan değerler aşağıdaki eşitlikte yerlerine konulduğunda;

$$Q_{ay} = [H (\theta_i - \theta_e) - \eta (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$$

$$Q_{ay} = [291,44 \times (19 - (-0,3)) - 1271,2] \times 86400 \times 30 \times 10^{-3}$$

$$Q_{ay} = 11.284.510 \text{ kJ}$$

olarak bulunur.

Buraya kadar yapılan hesaplar her ay için tekrarlanarak toplam ısı kaybı bulunur ve karşılaştırma yapılarak standarda uygunluğu kontrol edilir. Bu hesaplamaların daha kolay takip edilebilmesi için Çizelge 7 (binanın özgül ısı kaybı) ve Çizelge 8 (yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı) örnek olarak verilmiştir.

**Not** - Hesap örneğinde dış ölçüleri verilen örnek binanın oda yüksekliği 2,60 m'den küçüktür.

**Çizelge 7 - Binanın özgül ısı kaybı**

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R, (m <sup>2</sup> K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı kaybedilen yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı kaybı A x U W/K
Duvar yüzeyleri	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,130			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	DD taşıyıcı tuğla <sup>3)</sup>	0,24	0,5	0,48			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,05	0,035	1,429			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,040			
Toplam				2,122	0,471	173,3	81,62
Duvar yüzeyleri (betonarme)	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,130			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,24	2,5	0,096			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,05	0,035	1,429			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,040			
Toplam				1,738	0,575	13,7	7,88
Tavan	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,130			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,12	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,12	0,04	3,000			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,080			
Toplam				3,278	0,305 x 0,8	90	21,96
Taban/ Döşeme	R <sub>i</sub> <sup>1)</sup>			0,170			
	PVC yer döşemesi <sup>6)</sup>	0,005	0,23	0,022			
	Şap <sup>7)</sup>	0,030	1,40	0,021			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,060	0,03	2			
	Tesviye şapı <sup>7)</sup>	0,020	1,40	0,014			
	Hafif beton <sup>8)</sup>	0,100	1,10	0,091			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0			
Toplam				2,318	0,432 x 0,5	90	19,44
Dış kapı					4	2	8
Pencere					2,4	20	48
Yapı elemanlarından iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							186,9
<p>1) Çizelge 1 'den alınacaktır.                  2) Ek E Sıra no 4'ten alınmıştır.                  3) Ek E Sıra no 7'den alınmıştır.                  4) Ek E Sıra no 10'dan alınmıştır.                  5) Ek E Sıra no 5'ten alınmıştır.                  6) Ek E Sıra no 9'dan alınmıştır.                  7) Ek E Sıra no 4'ten alınmıştır.                  8) Ek E Sıra no 5'ten alınmıştır.</p>		<p><math>\Sigma AU = U_d A_d + U_p A_p + 0,8 U_r A_r + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + \dots</math>  <math>\Sigma AU = 186,9 \text{ W/K}</math></p> <p>Özgül ısı kaybı ; <math>H = H_t + H_v</math></p> <p>İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; <math>H_t = \Sigma AU + I U_i</math></p> <p>Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı  <math>H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 \times 0,8 \times 396 = 104,54 \text{ W/K}</math>  <math>H = H_t + H_v = 186,9 + 104,54 = 291,44 \text{ W/K}</math></p>					

**Çizelge 8 - Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı**

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_V$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
Ocak	291,44	19,3	5.625	792	492	1.284	0,23	0,99	11.285.153
Şubat		19,1	5.567		612	1.404	0,25	0,98	10.863.279
Mart		14,9	4.342		760	1.552	0,36	0,94	7.473.047
Nisan		8,9	2.594		791	1.583	0,61	0,81	3.400.108
Mayıs		4,6	1.341		943	1.735	1,29	0,54	1.047.427
Haziran		0,5	146		993	1.785	12,23	0	0
Temmuz		$\theta_e$ yüksek	0		966	1.758	0,00	0	0
Ağustos		$\theta_e$ yüksek	0		904	1.696	0,00	0	0
Eylül		1,8	525		762	1.554	2,96	0	0
Ekim		7,4	2.157		618	1.410	0,65	0,79	2.703.715
Kasım		13,4	3.905		467	1.259	0,32	0,96	6.988.965
Aralık		17,7	5.158		430	1.222	0,24	0,98	10.265.460

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t \text{ (J) (1kJ} = 0,278 \times 10^{-3} \text{ kWh)}$$

$$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 54.027.154$$

Toplam ısı kaybı  $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 54.027.154 \text{ (kJ)} = 15.020 \text{ kWh}$

Konutlar için iç ısı kazancı  $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$

Güneş enerjisi kazancı  $\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı  $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü  $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

Örnek binadaki kullanım alanı  $A_n$  başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;

$$Q = Q_{yil} / A_n = 94,82 \text{ kWh/m}^2 \quad A_n = 0,32 V_{brüt} = 158,4 \text{ m}^2$$

$A_{top} / V_{brüt} = 0,785$  oranı 3. bölge için Ek A'dan alınan  $Q' = 76,3 \text{ A/V} + 36,4$  eşitliğinde yerine konulduğunda örnek bina için olması gereken en büyük ısı kaybı  $Q' = 96,30 \text{ kWh/m}^2$  bulunur ve hesaplanan  $Q$  ile karşılaştırılarak projenin ısı kaybı açısından uygunluğu tanımlanır.

Örnekte  $Q < Q'$  ( $94,82 < 96,30$ ) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değerinde olduğu görülmektedir. O halde bu proje, bu standardda verilen hesap metoduna göre uygundur.

## Örnek 2

Bu örnekte, birincisinde olduğu gibi ısı kaybeden bina zarfının ayrı ayrı alanları çıkarılarak benzer şekilde hesaplamalar yapılır. Bu örnekteki binanın 2'nci derece gün bölgesinde olduğu kabul edilmiştir.

### Döşeme alanları

$$A_{\text{taban}} = 326,21 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{d}} = 42,15 \text{ m}^2$$

Toprak temaslı taban alanı

Çıkma alanı

### Pencere alanları

$$A_{\text{P,Kuzey}} = 15,30 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{P,Güney}} = 70,78 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{P,Doğu}} = 46,17 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{P,Batı}} = 41,85 \text{ m}^2$$

$$\Sigma A_{\text{p}} = 174,10 \text{ m}^2$$

### Kapı alanları

$$A_{\text{kapı 1}} = 2 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{kapı 2}} = 7 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{kapı,iç 2}} = 2 \text{ m}^2$$

Bodrum kat kapısı alanı

Giriş kapısı alanı

Isıtılmayan iç hacime açılan kapı alanı

### Duvar + betonarme alanları

$$A_{\text{D,kol-kiriş}} = 305,45 \text{ m}^2 \quad (\text{Toplam kiriş - kolon alanı})$$

$$A_{\text{dsıc,kol-kiriş}} = 18,84 \text{ m}^2 \quad (\text{Düşük sıcaklıklı hacime bitişik toplam kiriş - kolon alanı})$$

$$A_{\text{D,dolgu}} = 442,60 \text{ m}^2 \quad (\text{Dolgu duvar alanı})$$

$$A_{\text{dsıc,dolgu}} = 28,24 \text{ m}^2 \quad (\text{Düşük sıcaklıklı hacime bitişik dolgu duvar alanı})$$

### Çatı alanları

$$A_{\text{tavan}} = 236,81 \text{ m}^2 \quad (\text{Çatı arası})$$

$$A_{\text{çatı}} = 130,16 \text{ m}^2 \quad (\text{Çatı alanı})$$

### Toplam alan

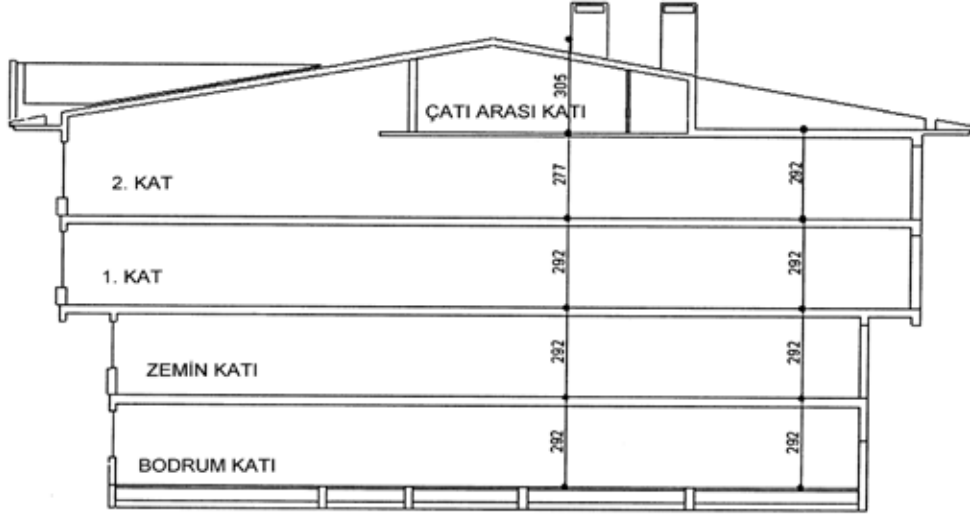
$$A_{\text{toplam}} = 1715,56 \text{ m}^2$$

### Brüt hacim

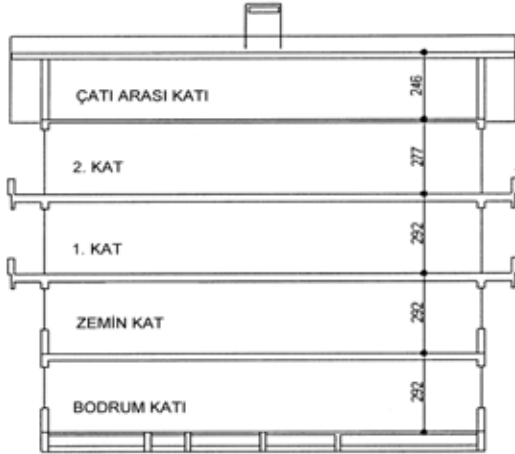
$$V_{\text{brüt}} = 4312 \text{ m}^3$$

### Net kullanım alanı

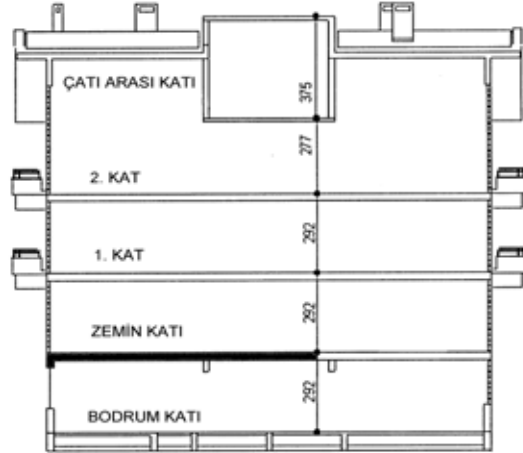
$$A_{\text{n}} = 1379,84 \text{ m}^2$$



**A - A KESİTİ**

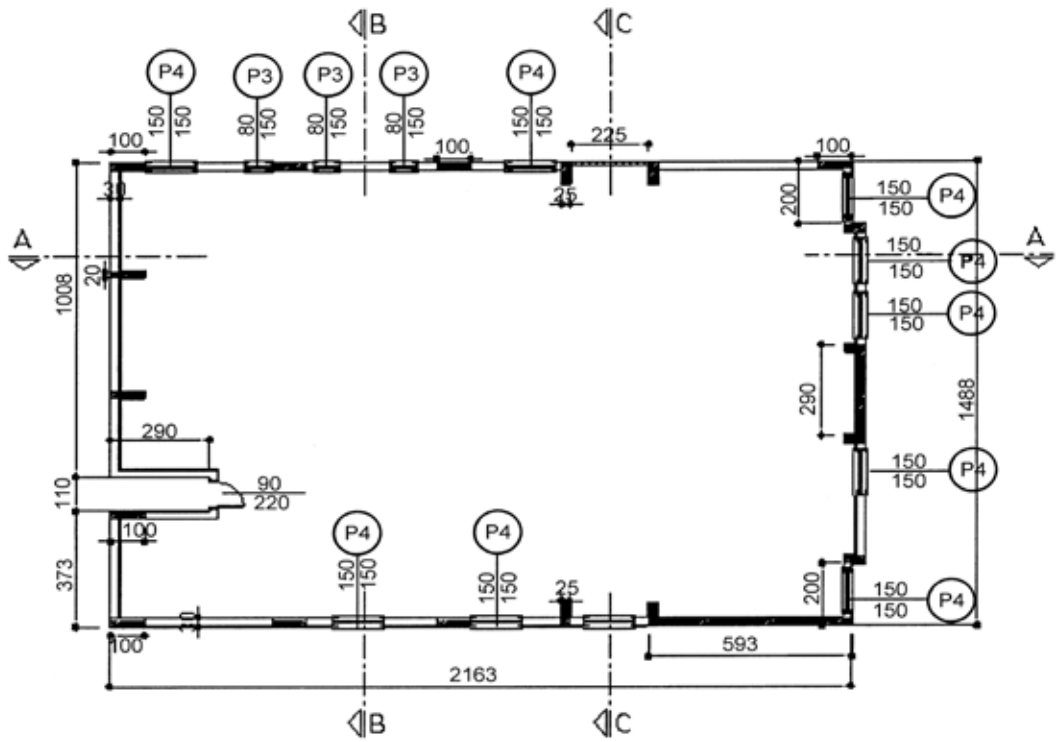


**B - B KESİTİ**

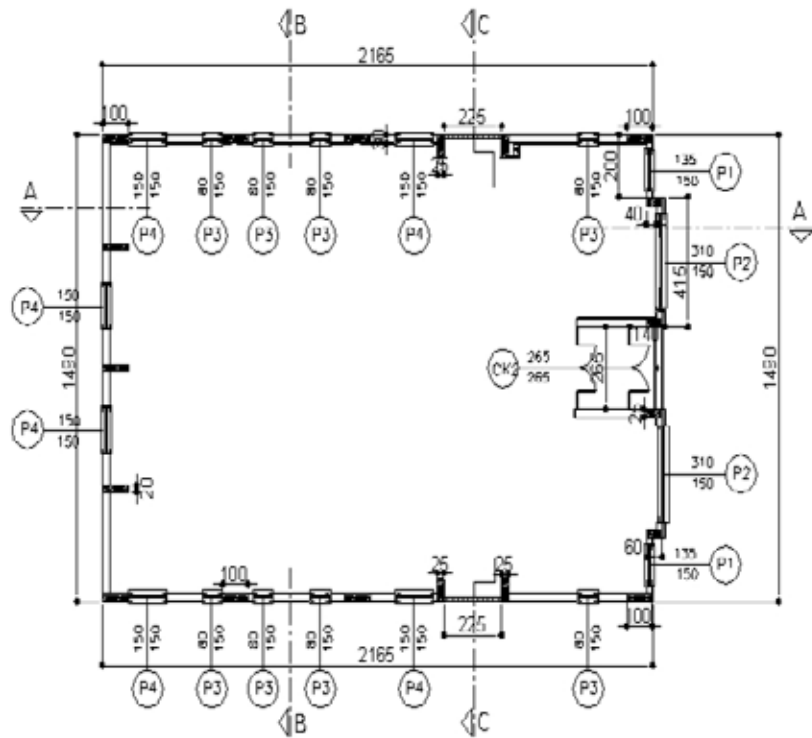


**C - C KESİTİ**

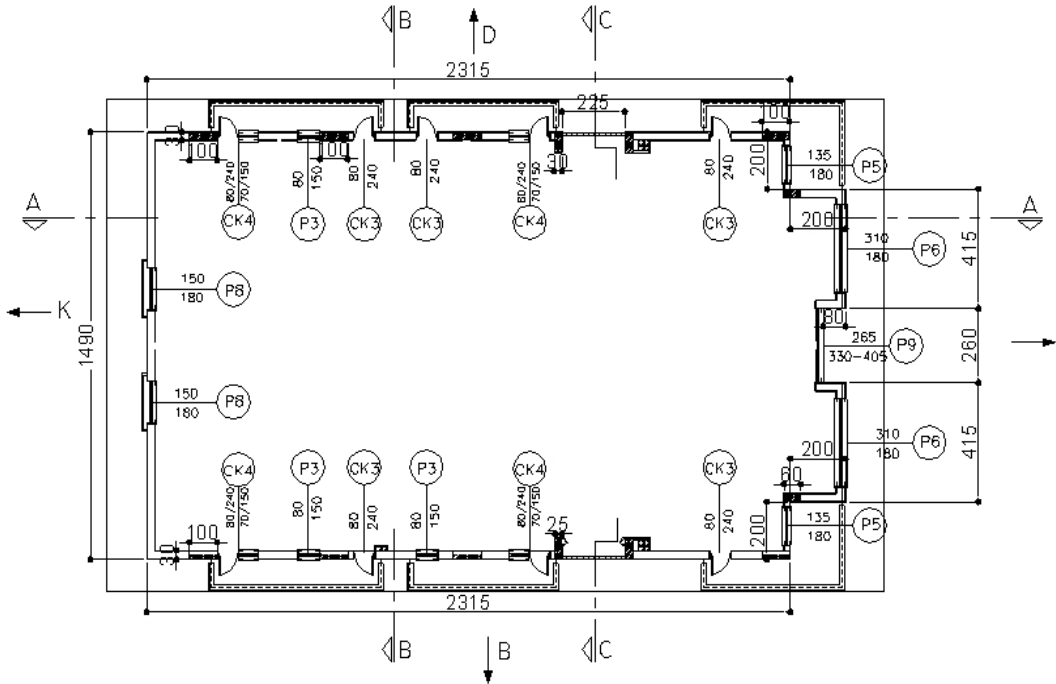
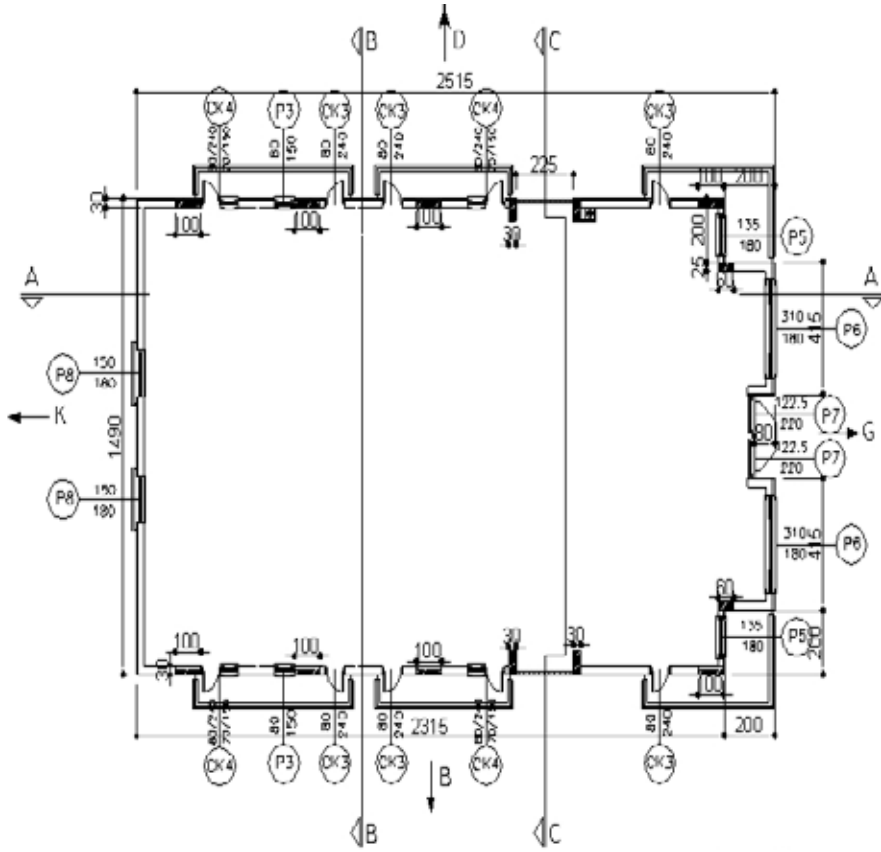


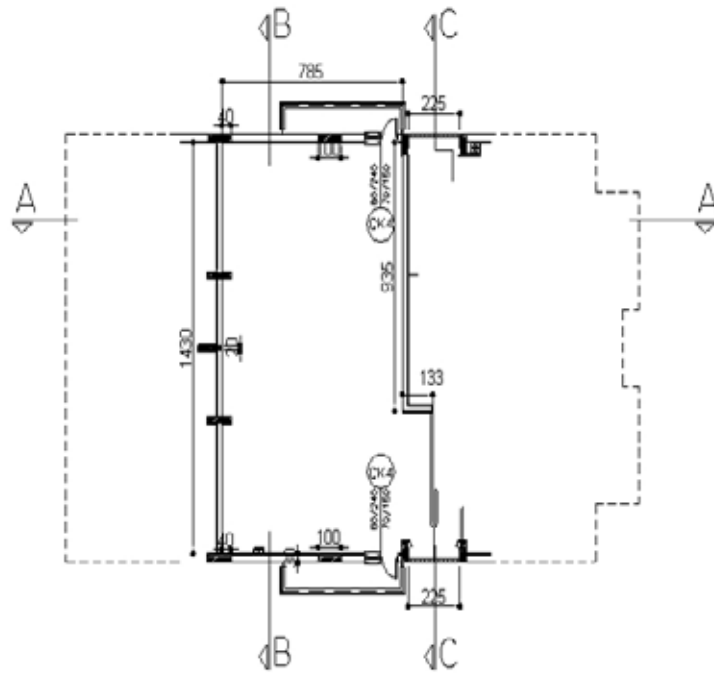


**BODRUM KAT PLANI**



**ZEMİN KAT PLANI**





**ÇATI KATI PLÂNI**

**Çizelge 9 - Binaların özgül ısı kaybı**

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R ( $m^2K/W$ )	Isı geçirgenlik katsayısı U ( $W/m^2K$ )	Isı kaybedilen yüzey A ( $m^2$ )	Isı kaybı A x U W/K
Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, dolgu)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Yatay delikli tuğla <sup>3)</sup>	0,19	0,36	0,528			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	$R_e$ <sup>1)</sup>				0,04		
Toplam				1,884	0,53	442,6	234,58
Duvar yüzeyleri (dış ortama açık, betonarme)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,25	2,5	0,1			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	$R_e$ <sup>1)</sup>				0,04		
Toplam				1,456	0,687	305,45	209,84
Duvar yüzeyleri (düşük sıcaklıklı, dolgu)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Yatay delikli tuğla <sup>3)</sup>	0,19	0,36	0,528			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	$R_e$ <sup>1)</sup>				0,13		
Toplam				1,974	0,5 x 0,507	28,24	7,16
Duvar yüzeyleri (düşük sıcaklıklı, betonarme)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,13			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,25	2,5	0,1			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,04	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	$R_e$ <sup>1)</sup>				0,13		
Toplam				1,54	0,5 x 0,649	18,84	1,546
Tavan (üzeri açık)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,130			
	Alçı sıva <sup>2)</sup>	0,002	0,70	0,003			
	Alçı karton plâka <sup>7)</sup>	0,008	0,21	0,038			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,12	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,06	0,03	2,000			
	Şap <sup>2)</sup>	0,02	1,4	0,014			
	Mozaik <sup>8)</sup>	0,010	3,5	0,003			
	$R_e$ <sup>1)</sup>				0,040		
Toplam				2,276	0,439	130,16	57,14
Tavan (çatılı)	$R_i$ <sup>1)</sup>			0,130			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,02	1	0,02			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,12	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,08	0,04	2,000			
	$R_e$ <sup>1)</sup>				0,080		
Toplam				2,278	0,8 x 0,439	236,81	83,17

1	2	3	4	5	6	7	8
Isı kaybeden yüzey	Binadaki yapı elemanları	Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı kaybedilen yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı kaybı A x U W/K
Taban (toprak temaslı)	R <sub>1</sub> <sup>1)</sup>			0,170			
	Sert Odun lifi levha <sup>6)</sup>	0,005	0,13	0,038			
	Şap <sup>2)</sup>	0,030	1,40	0,021			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,040	0,030	1,333			
	Tesviye şapı <sup>2)</sup>	0,020	1,40	0,014			
	Hafif beton <sup>5)</sup>	0,100	1,10	0,091			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0			
Toplam				1,667	0,5 x 0,6	326,21	97,86
Taban (açık geçit üzeri/ çıkma)	R <sub>1</sub> <sup>1)</sup>			0,170			
	İğne yapraklı ahşap <sup>6)</sup>	0,01	0,13	0,077			
	Şap <sup>2)</sup>	0,020	1,40	0,014			
	Betonarme <sup>5)</sup>	0,120	2,5	0,048			
	Isı yalıtım malzemesi <sup>4)</sup>	0,040	0,035	1,143			
	Sıva <sup>2)</sup>	0,008	0,35	0,023			
	R <sub>e</sub> <sup>1)</sup>			0,04			
Toplam				1,515	0,66	42,15	27,82
Dış kapı					4	7	28
Dış kapı					4	2	8
İç kapı					0,5 x 2	2	2
Pencere					2,4	174	417,6
Yapı elemanlarından iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							1179,26
1) EK F Çizelge 7'den alınacaktır. 2) EK E Sıra no 4'ten alınmıştır. 3) EK E Sıra no 7'den alınmıştır. 4) EK E Sıra no 10'dan alınmıştır. 5) EK E Sıra no 5'ten alınmıştır. 6) EK E Sıra no 8'den alınmıştır. 7) EK E Sıra no 6'dan alınmıştır. 8) EK E Sıra no 1'den alınmıştır.		$\Sigma AU = U_D A_D + U_p A_p + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU = 1179,26 \text{ W/K}$  Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$  İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I U_1$  Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot \eta_h \cdot V_h = 0,33 \times 0,8 \times (0,8 \times 4312) = 910,7 \text{ W/K}$ $H = H_T + H_v = 1179,26 + 910,7 = 2089,96 \text{ W/K}$					

**Çizelge 10 - Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı**

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H=H_T+H_v$ (W/K)	$\theta_i-\theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i-\theta_e)$ (W)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T=\phi_i+\phi_s$ (W)			
Ocak	2.089,96	16,1	33.648	6.899	4.454	11.353	0,34	0,95	59.259.989
Şubat		14,6	30.513		5.534	12.433	0,41	0,91	49.763.730
Mart		11,7	24.453		6.591	13.490	0,55	0,84	34.010.669
Nisan		6,2	12.958		7.345	14.244	1,10	0,60	11.434.867
Mayıs		1,0	2.090		8.522	15.421	7,38	0,13	0
Haziran		$\theta_e$ yüksek	0		8.992	15.891	0	0	0
Temmuz		$\theta_e$ yüksek	0		8.740	15.639	0	0	0
Ağustos		$\theta_e$ yüksek	0		8.174	15.073	0	0	0
Eylül		$\theta_e$ yüksek	0		6.865	13.764	0	0	0
Ekim		4,9	10.241		5.572	12.471	1,22	0,56	8.442.766
Kasım		10,5	21.945		4.207	11.106	0,51	0,86	32.124.833
Aralık		15,2	31.767		3.899	10.798	0,34	0,95	55.751.069

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \text{ (J)} \quad (1 \text{ kJ} = 0,278 \times 10^{-3} \text{ kWh})$$

$$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 250.787.923$$

Toplam ısı kaybı  $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 250.787.923 \text{ (kJ)} = 69.719 \text{ kWh}$

Konutlar için iç ısı kazancı  $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$

Güneş enerjisi kazancı  $\phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı  $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

$$A_{toplam} = 1715,56 \text{ m}^2$$

$$V_{brüt} = 4312 \text{ m}^3$$

Kazanç kullanım faktörü  $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

Örnek binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;

$$Q = Q_{yil} / V_{brüt} = 16,17 \text{ kWh/m}^3$$

$A_{top} / V_{brüt} = 0,4$  oranı 2. bölge için Madde A.2'den alınan  $Q' = 22,4 \times A/V + 7,8$  eşitliğinde yerine konulduğunda örnek bina için olması gereken en büyük ısı kaybı  $Q' = 16,69 \text{ kWh/m}^3$  bulunur ve hesaplanan  $Q$  ile karşılaştırılarak projenin ısı kaybı açısından uygunluğu tanımlanır.

Örnekte  $Q < Q'$  ( $16,17 < 16,69$ ) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değer altında olduğu görülmektedir. O halde bu proje, bu standardda verilen hesap metoduna göre uygundur.

## Ek - A

### A.1 En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjisi değerleri

		A/V < 0,2 için	A/V > 1,05 için	
1. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	19,2	56,7	kWh/m <sup>2</sup> ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	6,2	18,2	kWh/m <sup>3</sup> ,yıl
2. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	38,4	97,9	kWh/m <sup>2</sup> ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	12,3	31,3	kWh/m <sup>3</sup> ,yıl
3. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	51,7	116,5	kWh/m <sup>2</sup> ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	16,6	37,3	kWh/m <sup>3</sup> ,yıl
4. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	67,3	137,6	kWh/m <sup>2</sup> ,yıl
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	21,6	44,1	kWh/m <sup>3</sup> ,yıl

### A.2 Bölgelere ve ara değer $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak sınırlandırılan Q'nun hesaplanması

1. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	44,1 x	A/V + 10,4	[kWh/m <sup>2</sup> ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{1.DG} =$	14,1 x	A/V + 3,4	[kWh/m <sup>3</sup> ,yıl]
2. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	70 x	A/V + 24,4	[kWh/m <sup>2</sup> ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{2.DG} =$	22,4 x	A/V + 7,8	[kWh/m <sup>3</sup> ,yıl]
3. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	76,3 x	A/V + 36,4	[kWh/m <sup>2</sup> ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{3.DG} =$	24,4 x	A/V + 11,7	[kWh/m <sup>3</sup> ,yıl]
4. Bölge	$A_n$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	82,8 x	A/V + 50,7	[kWh/m <sup>2</sup> ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili $Q'_{4.DG} =$	26,5 x	A/V + 16,3	[kWh/m <sup>3</sup> ,yıl]

### A.3 Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri

	$U_D$ (W/m <sup>2</sup> K)	$U_T$ (W/m <sup>2</sup> K)	$U_t$ (W/m <sup>2</sup> K)	$U_p^*$ (W/m <sup>2</sup> K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

\* : Pencerelemlerin ısı geçirgenlik katsayıları(  $U_p$  ) Madde A.3'te ve Madde A.4'te verilmiş olup pencerelemlerden olan ısı kayıplarının en aza indirilmesi açısından  $U_p$  değerinin kaplamalı camlar kullanılarak 1,8 W/m<sup>2</sup>K'e kadar düşürülecek şekilde tasarımılanması tavsiye edilir. Diğer kapı ve pencere türleri için TS 2164'te verilen 11.05.2000 revizyon tarihli Çizelge 6a ve Çizelge 6b kullanılarak ısı geçirgenlik katsayıları bulunur ve hesaba katılır. Bazı pencere tipleri için TS 2164'ten faydalanılarak bulunan  $U_p$  değerleri Madde A.4'te verilmiştir.

#### A.4 Bazı pencere sistemlerinin Up değerleri

Türkiye'deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısı geçirgenlik ( $U_p$ ) katsayıları $W/m^2K$		TEK CAMLI PENCERE	ÇİFT CAMLI PENCERE (kaplamasız cam)				ÇİFT CAMLI LOW-E KAPLAMALI PENCERE			
			ARA BOŞLUK (mm)				ARA BOŞLUK (mm)			
			6	9	12	16	6	9	12	16
	DOĞRAMASIZ	5,7	3,3	3,0	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
D O Ğ R A M A  T i p i	AHŞAP DOĞRAMA (meşe, dişbudak/sert ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3,0	2,8	2,8	2,3	2,2	2,0
	AHŞAP DOĞRAMA (iğne yapraklı yumuşak ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2,0	1,8
	PLÂSTİK DOĞRAMA (2 odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
	PLÂSTİK DOĞRAMA (3 odacıklı)	5,0	3,2	3,0	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
	ALÜMİNYUM DOĞRAMA	5,9	4,0	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3,0	2,8
	ALÜMİNYUM DOĞRAMA (yalıtım köprülü)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

#### Açıklamalar

- Bu çizelge 11 Mayıs 2000 tarihinde revize edilen TS 2164 Çizelge 6a ve Çizelge 6b esas alınarak hazırlanmıştır.
- Bu çizelgede yer almayan diğer pencere sistemlerine ait ısı geçirgenlik katsayıları TS 2164'te verilen Çizelge 6a ve Çizelge 6b'den yararlanılarak bulunabilir.



**TS 2164 - ÇİZELGE 6.A - Ara Boşluk Dolgusuna Göre Çok Katlı Camların Isıl Geçirgenlik Kat Sayıları**

Cam				Ara boşluk dolgusu cinsi (Gaz konsantrasyonu > 90)			
Tip	Cam	Normal yayınım derecesi (Emissivite,e)	Ölçüler mm	Hava	Argon	Kripton	SF6
<b>Çift cam</b>	Kaplamasız cam (Normal cam)	0,89	4, 6, 4	3,3	3	2,8	3
			4, 9, 4	3	2,8	2,6	3,1
			4, 12, 4	2,9	2,7	2,6	3,1
			4, 15, 4	2,7	2,6	2,6	3,1
			4, 20, 4	2,7	2,6	2,6	3,1
	Tek kaplamalı cam	< 0,4	4, 6, 4	2,9	2,6	2,2	2,6
			4, 9, 4	2,6	2,3	2	2,7
			4, 12, 4	2,4	2,1	2	2,7
			4, 15, 4	2,2	2	2	2,7
			4, 20, 4	2,2	2	2	2,7
	Tek kaplamalı cam	< 0,2	4, 6, 4	2,7	2,3	1,9	2,3
			4, 9, 4	2,3	2	1,6	2,4
			4, 12, 4	1,9	1,7	1,5	2,4
			4, 15, 4	1,8	1,6	1,6	2,5
			4, 20, 4	1,8	1,7	1,6	2,5
	<b>Tek kaplamalı cam</b>	< 0,1	4, 6, 4	2,6	2,2	1,7	2,1
			4, 9, 4	2,1	1,7	1,3	2,2
			<b>4, 12, 4</b>	<b>1,8</b>	1,5	1,3	2,3
			4, 15, 4	1,6	1,4	1,3	2,3
			4, 20, 4	1,6	1,4	1,3	2,3
Tek kaplamalı cam	<0,05	4, 6, 4	2,5	2,1	1,5	2	
		4, 9, 4	2	1,6	1,3	2,1	
		4, 12, 4	1,7	1,3	1,1	2,2	
		4, 15, 4	1,5	1,2	1,1	2,2	
		4, 20, 4	1,5	1,2	1,2	2,2	
<b>Üçlü cam</b>	Kaplamasız cam (Normal cam)	0,89	4, 6, 4, 6, 4	2,3	2,1	1,8	2
			4, 9, 4, 9, 4	2	1,9	1,7	2
			4, 12, 4, 12,4	1,9	1,8	1,6	2
	İki kaplamalı cam	< 0,4	4, 6, 4, 6, 4	2	1,7	1,4	1,6
			4, 9, 4, 9, 4	1,7	1,5	1,2	1,6
			4, 12, 4, 12,4	1,5	1,3	1,1	1,6
	İki kaplamalı cam	< 0,2	4, 6, 4, 6, 4	1,8	1,5	1,1	1,3
			4, 9, 4, 9, 4	1,4	1,2	0,9	1,3
			4, 12, 4, 12,4	1,2	1	0,8	1,4
	İki kaplamalı cam	< 0,1	4, 6, 4, 6, 4	1,7	1,3	1	1,2
			4, 9, 4, 9, 4	1,3	1	0,8	1,2
			4, 12, 4, 12,4	1,1	0,9	0,6	1,2
İki kaplamalı cam	< 0,05	4, 6, 4, 6, 4	1,6	1,3	0,9	1,1	
		4, 9, 4, 9, 4	1,2	0,9	0,7	1,1	
		4, 12, 4, 12,4	1	0,8	0,5	1,1	

**TS 2164 - ÇİZELGE 6.B** - Cam ve Çerçevenin Tipine ve Isıl Geçirgenlik Kat Sayılarına Göre Pencere Sistemlerinin Isı Geçirgenlik Kat Sayıları

Cam tipi	W/ (m <sup>2</sup> .K)	Uf <sup>2)</sup>									
		W / (m <sup>2</sup> .K)									
		1	1,4	1,8	2,2	2,6	3	3,4	3,8	7	
Tek cam	5,7	4,8	4,8	4,9	5	5,1	5,2	5,2	5,3	5,9	
Çift cam	3,3	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	4	
	3,1	2,8	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9	
	2,9	2,6	2,7	2,8	2,8	3	3	3,1	3,2	3,7	
	2,7	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3	3,6	
	2,5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,4	
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,3	
	2,1	2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,8	3,1
	1,8	1,9	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	3
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2	2,1	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2	2,5
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	2,3
Üçlü cam	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	3,2	
	2,1	2	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,9	1,8	1,9	2	2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,9	
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,2	2,8	
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2	2,1	2,6	
	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,5	
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	2,2	
	0,7	0,9	1	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2	
0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,8		
1) Ug: Camın ısı geçirgenlik kat sayısı (W/m <sup>2</sup> .K)											
2) Uf: Çerçevenin ısı geçirgenlik kat sayısı (W/m <sup>2</sup> .K)											

## Ek B

### B.1 Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [ $\theta_i$ (°C)]

	Isıtılacak binanın adı	Sıcaklığı (°C)
1	Konutlar	19
2	Yönetim binaları	
3	İş ve hizmet binaları	
4	Otel, motel ve lokantalar	20
5	Öğretim binaları	
6	Tiyatro ve konser salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve tutuk evleri	
9	Müze ve galeriler	
10	Hava limanları	22
11	Hastaneler	
12	Yüzme havuzları	26
13	İmalât ve atölye mahalleri	16

### B.2 Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [ $\theta_e$ (°C)]

	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
OCAK	8,4	2,9	-0,3	-5,4
ŞUBAT	9,0	4,4	0,1	-4,7
MART	11,6	7,3	4,1	0,3
NİSAN	15,8	12,8	10,1	7,9
MAYIS	21,2	18,0	14,4	12,8
HAZİRAN	26,3	22,5	18,5	17,3
TEMMUZ	28,7	24,9	21,7	21,4
AĞUSTOS	27,6	24,3	21,2	21,1
EYLÜL	23,5	19,9	17,2	16,5
EKİM	18,5	14,1	11,6	10,3
KASIM	13,0	8,5	5,6	3,1
ARALIK	9,3	3,8	1,3	-2,8

**Ek C - Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri [W/m<sup>2</sup>]**

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
I güney =	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
I kuzey =	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
I batı/doğu =	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

**Not :** Ara yönlerin aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti değerleri olarak, hakim yönlerin değerleri, yatay camlamalarda ise Güney yönü için verilen değerler alınır.

## Ek D - İllere göre derece gün bölgeleri

### 1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

ADANA	AYDIN	MERSİN	OSMANİYE	ANTALYA
HATAY	İZMİR			

#### İli 2. Bölgede olupda kendisi 1.Bölgede olan belediyeler

AYVALIK (Balıkesir)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	MARMARİS(Muğla)	DATÇA (Muğla)
KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)	GÖKOVA (Muğla)	BODRUM (Muğla)	

### 2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

SAKARYA	ÇANAKKALE	KAHRAMAN MARAŞ	RİZE	TRABZON
ADİYAMAN	DENİZLİ	KİLİS	SAMSUN	YALOVA
AMASYA	DİYARBAKIR	KOCAELİ	SİİRT	ZONGULDAK
BALIKESİR	EDİRNE	MANİSA	SİNOP	DÜZCE
BARTIN	GAZİ ANTEP	MARDİN	ŞANLI URFA	
BATMAN	GİRESUN	MUĞLA	ŞIRNAK	
BURSA	İSTANBUL	ORDU	TEKİRDAĞ	

#### İli 3. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler

HOPA (Artvin)	ARHAVİ (Artvin)
---------------	-----------------

#### İli 4. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler

ABANA (Kastamonu)	BOZKURT (Kastamonu)	ÇATALZEYTİN (Kastamonu)	İNEBOLU (Kastamonu)	CİDE (Kastamonu)
DOĞANYURT (Kastamonu)				

### 3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

AFYON	BOLU	IĞDIR	KIRŞEHİR	TOKAT
AKSARAY	BURDUR	ISPARTA	KONYA	TUNCELİ
ANKARA	ÇANKIRI	KARABÜK	KÜTAHYA	UŞAK
ARTVİN	ÇORUM	KARAMAN	MALATYA	
BİLECİK	ELAZIĞ	KIRIKKALE	NEVŞEHİR	
BİNGÖL	ESKİŞEHİR	KIRKLARELİ	NİĞDE	

#### İli 1. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler

POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)
-----------------	---------------------

#### İli 2. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler

MERZİFON (Amasya)	DURSUNBEY (Balıkesir)	ULUS (Bartın)
-------------------	-----------------------	---------------

#### İli 4. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler

TOSYA (Kastamonu)
-------------------

#### 4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ

AĞRI	BİTLİS	GÜMÜŞHANE	KASTAMONU	SİVAS
ARDAHAN	ERZİNCAN	HAKKÂRİ	KAYSERİ	VAN
BAYBURT	ERZURUM	KARS	MUŞ	YOZGAT

#### İli 2. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler

KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)	ELBİSTAN (K.Maraş)	MESUDİYE (Ordu)	ULUDAĞ (Bursa)
AFŞİN (K.Maraş)	GÖKSUN (K.Maraş)			

#### İli 3. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler

KIĞI (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)
---------------	----------------------	-----------------

**Not** - Ek'te adı bulunmayan yerleşim birimleri, bağlı buldukları belediyenin bölgesinde sayılır.

**Ek E** - Yapı malzeme ve bileşenlerinin birim hacim kütlesi, ısı iletkenlik hesap değeri ( $\lambda_h$ ) ve su buharı difüzyon direnç faktörü ( $\mu$ )

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>1</b>	<b>DOĞAL TAŞLAR</b>			
1,1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	> 2800	3,5	10000
		2600	2,3	200 / 250
1,2	Tortul, sedimente taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	2600	2,3	200 / 250
1,3	Gözenekli püskürük taşlar	< 1600	0,55	15 / 20
1,4	Granit	2500-2700	2,8	10000
1,5	Bazalt	2700-3000	3,5	10000
1,6	Mermer	2800	3,5	10000
1,7	Alçı taşı	< 2600	2,3	200 / 250
1,8	Yapay taşlar	1750	1,3	40 / 50
1,9	Arduvaz	2000-2800	2,2	800 / 1000
<b>2</b>	<b>DOĞAL ZEMİNLER (doğal nemlilikte)</b>			
2,1	Kum, kum-çakıl	1700-2200	2	50
2,2	Kil, alüvyon	1200-1800	1,5	50
<b>3</b>	<b>DÖKME MALZEMELER</b> (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)			
3,1	Kum, çakıl, kırma taş (mıcır)	1800	0,7	3
3,2	Bims çakılı (TS 3234)	< 1000	0,19	3
3,3	Yüksek fırın cürufu	< 600	0,13	3
3,4	Kömür cürufu	< 1000	0,23	3
3,5	Gözenekli doğal taş mıcırları	< 1200	0,22	3
3,6	Genleştirilmiş perlit agregası (TS 3681)	< 100	0,06	3
3,7	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	< 200	0,055	3
3,8	Polistiren, sert köpük parçacıkları	15	0,05	3
3,9	Testere ve plânya talaşı	200	0,07	2
3,1	Saman	150	0,058	3
<b>4</b>	<b>SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI</b>			
4,1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	1	15 / 35
4,2	Çimento harcı	2000	1,6	15 / 35
4,3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4,4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,51	10
4,5	Alçı harçlı şap	2100	1,2	15 / 35
4,6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15 / 35
4,7	Dökme asfalt kaplama	2100	0,7	50000

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
4,8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800 900 1000	0,3 0,35 0,38	
4,9	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	400 500 600 700 800	0,14 0,16 0,2 0,24 0,29	
<b>5</b>	<b>BETON YAPI ELEMANI</b> <b>(Bu bölümde yer alan elemanlar tek başına bir yapı elemanını ifade etmektedir. Yapı elemanının bir örgü harcı kullanılarak uygulanması durumunda <math>\lambda_h</math> değerleri Sıra no: 7'den alınmalıdır.)</b>			
5,1	Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar			
	Donatılı	2400	2,5	80 - 130
	Donatısız	2200	1,65	70 / 120
5,2	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız			
5,2,1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1800 2000	0,39 0,44 0,49 0,55 0,62 0,7 0,79 0,89 1 1,3 1,6	70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150
5,2,2	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	300 400 500 600 700 800 900 1000 1200 1400 1600	0,1 0,13 0,15 0,19 0,21 0,24 0,27 0,3 0,35 0,42 0,49	70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150 70 / 150



Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>5,3</b>	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)			
<b>5,3,1</b>	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	3 / 10
		1800	1,1	3 / 10
		2000	1,4	5 / 10
<b>5,3,2</b>	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	600	0,22	5 / 15
		700	0,26	5 / 15
		800	0,28	5 / 15
		1000	0,36	5 / 15
		1200	0,46	5 / 15
		1400	0,57	5 / 15
		1600	0,75	5 / 15
		1800	0,92	5 / 15
		2000	1,2	5 / 15
<b>5,3,3</b>	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	400	0,12	5 / 15
		450	0,13	5 / 15
		500	0,15	5 / 15
		550	0,16	5 / 15
		600	0,18	5 / 15
		650	0,19	5 / 15
		700	0,2	5 / 15
		750	0,22	5 / 15
		800	0,24	5 / 15
		900	0,27	5 / 15
		1000	0,32	5 / 15
		1100	0,37	5 / 15
		1200	0,41	5 / 15
		1300	0,47	5 / 15
<b>5,4</b>	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar			
<b>5,4,1</b>	Ahşap testere veya plânya talaşı betonu	400	0,14	5 / 15
		600	0,19	5 / 15
		800	0,25	5 / 15
		1000	0,35	5 / 15
		1200	0,44	5 / 15
<b>5,4,2</b>	Çeltik kapçığı betonu	600	0,14	5 / 15
		700	0,17	5 / 15

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
5,5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	350	0,11	5 / 10
		400	0,13	5 / 10
		450	0,15	5 / 10
		500	0,15	5 / 10
		550	0,18	5 / 10
		600	0,19	5 / 10
		650	0,21	5 / 10
		700	0,22	5 / 10
		750	0,24	5 / 10
		800	0,25	5 / 10
		900	0,29	5 / 10
1000	0,31	5 / 10		
<b>6</b>	<b>YAPI PLÂKALARI VE LEVHALAR</b>			
<b>6,1</b>	Gaz beton yapı levhaları (TS EN 771-4'e uygun plâkalar)			
<b>6,1,1</b>	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	400	0,2	5 / 10
		500	0,22	5 / 10
		600	0,24	5 / 10
		700	0,27	5 / 10
		800	0,29	5 / 10
<b>6,1,2</b>	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	350	0,11	5 / 10
		400	0,13	5 / 10
		450	0,15	5 / 10
		500	0,16	5 / 10
		550	0,18	5 / 10
		600	0,19	5 / 10
		650	0,21	5 / 10
		700	0,22	5 / 10
		750	0,24	5 / 10
		800	0,25	5 / 10
<b>6,2</b>	Hafif betondan duvar plâkaları	800	0,29	5 / 10
		900	0,32	5 / 10
		1000	0,37	5 / 10
		1200	0,47	5 / 10
		1400	0,58	5 / 10

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>6,3</b>	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451, EN 12859, TS 452, TS 1474'e uygun)	750	0,35	5 / 10
		900	0,41	5 / 10
		1000	0,47	5 / 10
		1200	0,58	5 / 10
<b>6,4</b>	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS EN 13169'a uygun)	600	0,29	5 / 10
		750	0,35	5 / 10
		900	0,41	5 / 10
<b>6,5</b>	Alçı karton plâkalar (TS 452'ye uygun)	800	0,25	8 / 25
<b>7</b>	<b>KÂGİR DUVARLAR</b> (harç fugaları- derzleri dâhil)			
<b>7,1</b>	Tuğla duvarlar			
<b>7,1,1</b>	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, (TS 4562) seramik klinker (TS 2902)	1800	0,81	5 / 10
		2000	0,96	5 / 10
		2200	1,2	5 / 10
		2400	1,4	5 / 10
<b>7,1,2</b>	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1200	0,5	5 / 10
		1400	0,58	5 / 10
		1600	0,68	5 / 10
		1800	0,81	5 / 10
		2000	0,96	5 / 10
		2200	1,2	5 / 10
		2400	1,4	5 / 10
<b>7,1,3</b>	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)			
<b>7.1.3.1</b>	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,32	5 / 10
		600	0,33	5 / 10
		650	0,35	5 / 10
		700	0,36	5 / 10
		750	0,38	5 / 10
		800	0,39	5 / 10
		850	0,41	5 / 10
		900	0,42	5 / 10
		950	0,44	5 / 10
		1000	0,45	5 / 10

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
7.1.3.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> 'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,27	5 / 10
		600	0,28	5 / 10
		650	0,3	5 / 10
		700	0,31	5 / 10
		750	0,33	5 / 10
		800	0,34	5 / 10
		850	0,36	5 / 10
		900	0,37	5 / 10
		950	0,38	5 / 10
		1000	0,4	5 / 10
7.1.4	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun W sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)			
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,22	5 / 10
		600	0,23	5 / 10
		650	0,23	5 / 10
		700	0,24	5 / 10
		750	0,25	5 / 10
		800	0,26	5 / 10
		850	0,26	5 / 10
		900	0,27	5 / 10
		950	0,28	5 / 10
		1000	0,29	5 / 10
7.1.4.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> 'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,19	5 / 10
		600	0,2	5 / 10
		650	0,2	5 / 10
		700	0,21	5 / 10
		750	0,22	5 / 10
		800	0,23	5 / 10
		850	0,23	5 / 10
		900	0,24	5 / 10
		950	0,25	5 / 10
		1000	0,26	5 / 10
7.1.5	Düşey delikli hafif tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1'e uygun W sınıfı lâmba zıvanalı tuğlalarla)			

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>7.1.5.1</b>	Normal harç kullanılarak W sınıfı lâmba zıvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,19	5 / 10
		600	0,2	5 / 10
		650	0,2	5 / 10
		700	0,21	5 / 10
		750	0,22	5 / 10
		800	0,23	5 / 10
		850	0,23	5 / 10
		900	0,24	5 / 10
		950	0,25	5 / 10
		1000	0,27	5 / 10
<b>7.1.5.2</b>	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> 'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı lâmba zıvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,16	5 / 10
		600	0,17	5 / 10
		650	0,17	5 / 10
		700	0,18	5 / 10
		750	0,19	5 / 10
		800	0,2	5 / 10
		850	0,2	5 / 10
		900	0,21	5 / 10
		950	0,22	5 / 10
		1000	0,24	5 / 10
<b>7.1,6</b>	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	600	0,33	5 / 10
		700	0,36	5 / 10
		800	0,39	5 / 10
		900	0,42	5 / 10
		1000	0,45	5 / 10
<b>7,2</b>	Kireç kum taşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	700	0,35	5 / 10
		800	0,4	5 / 10
		900	0,44	5 / 10
		1000	0,5	5 / 10
		1200	0,56	5 / 10
		1400	0,7	5 / 10
		1600	0,79	15 / 25
		1800	0,99	15 / 25
		2000	1,1	15 / 25
2200	1,3	15 / 25		
<b>7,3</b>	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar (TS EN 771-4'e uygun)			

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>7,3,1</b>	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	400	0,2	5 / 10
		450	0,21	5 / 10
		500	0,22	5 / 10
		550	0,23	5 / 10
		600	0,24	5 / 10
		650	0,25	5 / 10
		700	0,27	5 / 10
		800	0,29	5 / 10
<b>7,3,2</b>	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> 'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	350	0,11	5 / 10
		400	0,13	5 / 10
		450	0,15	5 / 10
		500	0,16	5 / 10
		550	0,18	5 / 10
		600	0,19	5 / 10
		650	0,21	5 / 10
		700	0,22	5 / 10
750	0,24	5 / 10		
800	0,25	5 / 10		
<b>7,4</b>	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar			
<b>7,4,1</b>	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	450	0,31	5 / 10
		500	0,32	5 / 10
		550	0,33	5 / 10
		600	0,34	5 / 10
		650	0,35	5 / 10
		700	0,37	5 / 10
		800	0,4	5 / 10
		900	0,43	5 / 10
		1000	0,46	5 / 10
		1200	0,54	5 / 10
		1400	0,63	5 / 10
		1600	0,74	10 / 15
1800	0,87	10 / 15		
2000	0,99	10 / 15		

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>7,4,2</b>	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	450	0,28	5 / 10
		500	0,29	5 / 10
		550	0,3	5 / 10
		600	0,31	5 / 10
		650	0,32	5 / 10
		700	0,33	5 / 10
		800	0,36	5 / 10
		900	0,39	5 / 10
		1000	0,42	5 / 10
		1200	0,49	5 / 10
		1400	0,57	5 / 10
		1600	0,62	10 / 15
		1800	0,68	10 / 15
		2000	0,74	10 / 15
<b>7,4,3</b>	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> 'ün altında olan harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	450	0,23	5 / 10
		500	0,24	5 / 10
		550	0,25	5 / 10
		600	0,26	5 / 10
		650	0,27	5 / 10
		700	0,28	5 / 10
		800	0,3	5 / 10
		900	0,32	5 / 10
		1000	0,35	5 / 10
		<b>7,4,4</b>	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	450
500	0,2			5 / 10
550	0,21			5 / 10
600	0,22			5 / 10
650	0,23			5 / 10
700	0,25			5 / 10
800	0,27			5 / 10
900	0,3			5 / 10
1000	0,32			5 / 10

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>7,4,5</b>	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> 'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	450	0,16	5 / 10
		500	0,17	5 / 10
		550	0,18	5 / 10
		600	0,19	5 / 10
		650	0,2	5 / 10
		700	0,21	5 / 10
		800	0,23	5 / 10
		900	0,26	5 / 10
<b>7,4,6</b>	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla 6)	500	0,26	5 / 10
		600	0,29	5 / 10
		700	0,32	5 / 10
		800	0,35	5 / 10
<b>7,5</b>	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar			
<b>7,5,1</b>	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)			
<b>7.5.1.1</b>	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	450	0,28	5 / 10
		500	0,29	5 / 10
		550	0,31	5 / 10
		600	0,32	5 / 10
		650	0,34	5 / 10
		700	0,36	5 / 10
		800	0,41	5 / 10
		900	0,46	5 / 10
		1000	0,52	5 / 10
		1200	0,6	5 / 10
		1400	0,72	5 / 10
1600	0,76	5 / 10		
	1 sıra boşluklu; genişlik 115 mm, 1 sıra boşluklu; genişlik 150 mm, 1 sıra boşluklu; genişlik 175 mm, < 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm, < 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm, < 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm, < 5 sıra boşluklu; genişlik < 425 mm, 6 sıra boşluklu; genişlik < 490 mm olan bloklarda			



Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>7.5.1.2</b>	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m <sup>3</sup> ün altında olan harç kullanılarak hafif beton- dan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)			
		450	0,23	5 / 10
	< 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm ,	500	0,25	5 / 10
	< 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm,	550	0,27	5 / 10
	< 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm,	600	0,28	5 / 10
	< 5 sıra boşluklu genişlik < 490 mm,	650	0,3	5 / 10
	6 sıra boşluklu; genişlik < 490 mm olan bloklarda	700	0,32	5 / 10
		800	0,36	5 / 10
		900	0,4	5 / 10
		1000	0,52	5 / 10
		1200	0,6	5 / 10
		1400	0,72	5 / 10
		1600	0,75	5 / 10
<b>7,5,2</b>	Normal betondan boşluklu briket ve bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun)			
<b>7.5.2.1</b>	2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm, 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm, olan bloklarda	<1800	0,92	20 - 30
<b>7.5.2.2</b>	2 sıra boşluklu; genişlik = 300 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm, olan bloklarda	<1800	1,3	20 - 30
<b>7,6</b>	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar Taşın birim hacim kütlesi ;			
	< 1600 kg/m <sup>3</sup>		0,81	
	> 1600,< 2000 kg/m <sup>3</sup>		1,16	
	> 2000,< 2600 kg/m <sup>3</sup>		1,74	
	> 2600 kg/m <sup>3</sup>		2,56	
<b>8</b>	<b>AHŞAP VE AHŞAP MAMULLERİ</b>			
<b>8,1</b>	Ahşap			
<b>8,1,1</b>	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	600	0,13	40
<b>8,1,2</b>	Kayın, meşe, dişbudak	800	0,2	40
<b>8,2</b>	Ahşap mamulleri			
<b>8,2,1</b>	Kontrplâk (TS 46), kontrtabla (TS 1047)	800	0,13	50 - 400
<b>8,2,2</b>	Ahşap yonga levhalar			
<b>8.2.2.1</b>	Yatık yongalı levhalar (TS 180, TS 1617)	700	0,13	50 / 100

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
8.2.2.2	Dik yongalı levhalar (TS 3482)	700	0,17	20
8,2,3	Odun lifi levhalar			
8.2.3.1	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	600	0,13	70
		800	0,15	70
		1000	0,17	70
8.2.3.2	Hafif odun lifi levhalar	< 200	0,046	5
		< 300	0,058	5
<b>9</b>	<b>KAPLAMALAR</b>			
9,1	Döşeme kaplamaları			
9,1,1	Linolyum	1200	0,17	800-1000
9,1,2	Mantarlı linolyum	700	0,08	
9,1,3	Sentetik malzemeden kaplamalar (örneğin PVC)	1500	0,23	
9,1,4	Halı vb. kaplamalar	200	0,06	
9,2	Suya karşı yalıtım kaplamaları			
9,2,1	Mastik asfalt kaplama > 7 mm	2000	0,7	
9,2,2	Bitüm ve bitüm emdirilmiş kaplamalar			
9.2.2.1	Armatürlü bitümlü pestiller (membranlar)			
	Bitümlü karton	1100	0,19	2000
	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	1200	0,19	14000
	0,01 mm Alüminyum folyolu bitümlü pestil	900	0,19	100000
	Cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran	2000	0,19	14000
	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	2000-5000	0,19	20000
9,2,3	Armatürlü veya armatürsüz plâstik pestil ve folyolar			
	Poliyeten folyo	1000	0,19	80000
	PVC örtü	1200	0,19	42000
	PIB polyisobütülen örtü	1600	0,26	300000
	ECB etilen kopolimer örtü	1000	0,19	80000
	EPDM etilen propilen kauçuk örtü	1200	0,3	100000

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>10</b>	<b>ISI YALITIM MALZEMELERİ</b>			
<b>10,1</b>	Ahşap yünü levhalar TS EN 1317116) Kalınlık d < 25 mm Kalınlık d ≥ 25 mm Isıl iletkenlik grupları 65 70 75 80 85 90	460-650      360-460	0,15      0,065 0,07 0,075 0,08 0,085 0,09	2 / 5      2 / 5
<b>10,2</b>	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler			
<b>10,2,1</b>	Poliüretan (PUR) - (DIN 18159-1'e uygun) Isıl iletkenlik grupları 35 40	    (>45)	    0,035 0,04	    30-100
<b>10,2,2</b>	Reçine - formaldehit köpüğü (UF) – (DIN 18159-2'ye uygun) Isıl iletkenlik grupları 35 40	    (≥10)	    0,035 0,04	    1 - 3
<b>10,3</b>	Sentetik köpük malzemeler			
<b>10,3,1</b>	Ekspande polistiren köpük (PS) levhalar			
<b>10,3.1.1</b>	Polistiren – Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun Isıl iletkenlik grupları 35 40 İZOCAM İZOPOR	   ≥ 15 ≥ 20 ≥ 30	   0,035 0,04	   20-50 30-70 40-100
<b>10,3,2</b>	Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar			
<b>10,3.2.1</b>	Ekstrüde polistiren köpüğü – TS 11989 EN 13164'e uygun Isıl iletkenlik grupları 30 35 40 İZOCAM FOAMBOARD	    (≥ 25)	    0,03 0,035 0,04	    80-250

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
<b>10.3.2.2</b>	Ekstrüde polistiren köpüğü -TS 11989 EN 13164'e uygun - Bina su yalıtımının dış tarafında 8) örneğin çatı örtüsünün 9) Isıl iletkenlik grupları 30 35 40 İZOCAM FOAMBOARD	(≥ 30)	0,03 0,035 0,04	80-250
<b>10.3,3</b>	Poliüretan sert köpük (PUR) levhalar			
<b>10.3.3.1</b>	Poliüretan sert köpük TS 2193, TS 10981 ve TS EN 13165'e uygun Isıl iletkenlik grupları 25 30 35 40	(≥ 30)	0,02515) 0,03 0,035 0,04	30-100
<b>10,4</b>	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar			
<b>10,4,1</b>	Fenolik sert köpük - TS EN 13166'ya uygun Isıl iletkenlik grupları 30 35 40 45	(≥ 30)	0,03 0,035 0,04 0,045	10-50
<b>10,5</b>	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun Isıl iletkenlik grupları 35 40 45 50 İZOCAM CAMYÜNÜ, İZOCAM TAŞYÜNÜ	(8-500)	0,035 0,04 0,045 0,05	1
<b>10,6</b>	Cam köpüğü			
<b>10,6,1</b>	Cam köpüğü TS EN 13167'ye uygun Isıl iletkenlik grupları 45 50 55 60	(100-150)	0,045 0,05 0,055 0,06	11)

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi <sup>1,2)</sup> kg/m <sup>3</sup>	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ <sup>3)</sup> W/mK	Su buharı difüzyon direnç faktörü $\mu$ <sup>4)</sup>
10,6,2	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında Isıl iletkenlik grupları 45 50 55	(110-150)	0,045 0,05 0,055	11)
10,7	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun Isıl iletkenlik grupları 35 40 45 50 55 60 65 70	(110-450)	0,035 0,04 0,045 0,05 0,055 0,06 0,065 0,07	5
10,8	Mantar yalıtım malzemeleri Mantar levhalar - TS 304 EN 13170'e uygun Isıl iletkenlik grupları 45 50 55	(80-500)	0,045 0,05 0,055	5-10

**Not:** Bu Ek'te; TS 825 standardında tanımlanan hesaplamalarda kullanılmak üzere; ısı iletkenlik grupları ve/veya birim hacim kütlesine bağlı olarak yapı ve yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri ile su buharı difüzyon direnç faktörleri yer almakta olup, birim hacim kütlesine göre ısı iletkenlik hesap değerleri ortalama değerlerdir. Ancak, yapıda kullanılacak malzemelerin TSE tarafından ürün belgelendirmesi yapılmış ürünlerin belgelenmiş tasarım ısı değeri beyanı, ilgili yapıya ilişkin başka bir temel gerek ile öngörülen şartları etkilemediği ve mal sahibinin tâbi olduğu, İhale Kanunu veya özel sözleşmeler gibi hukuki gereklere zarar getirmedeği müddetçe sorumluluğu ürün imalatçısı tarafından üstlenilmesi halinde yapı projesinde kullanılabilir.

- 1) Bu Ek'te verilen birim hacim kütleleri, bir yapı malzeme veya bileşenin gerçek birim hacim kütlelerinden farklı olabilir. Bu gibi durumlarda göz önünde bulundurulacak ısı iletkenlik hesap değeri, esas malzemenin (meselâ, tuğla duvarda tuğlanın) kuru durumdaki birim hacim kütlelerine (varsa içindeki boşluk ve delikler dâhil birim hacim kütleleri) en yakın, ancak ondan daha büyük olan birim hacim kütleleri için verilen değerdir. Bir malzeme veya bileşen için sadece bir birim hacim kütlelerine bağlı olarak daha düşük veya aynı ısı iletkenlik hesap değeri verilmişse, malzeme veya bileşenin gerçek birim hacim kütleleri farklı da olsa bu ek'teki daha düşük olmayan değer geçerlidir. Gerektiğinde, yapı malzeme veya bileşenlerinin birim alan kütlelerinin hesabında da bu ek'teki birim hacim kütleleri yukarıdaki esaslara göre göz önünde bulundurulur.
- 2) 10 sıra numaralı "Isı yalıtım malzemeleri" bölümünde parantez içinde verilen yoğunluk değerleri sadece birim alana tekabül eden kütlelerin belirlenmesi amacıyla verilmiştir (meselâ, yaz şartlarında yapılan ısı korumanın doğrulanması durumunda). Buraya ayrıca açıklama yazmak terinde olacaktır.
- 3) Bazı gevşek dokulu malzemeler kullanıldığı yerlerde, üzerine gelen yükler sonucu sıkışabilirler (meselâ döşeme kaplaması altındaki gevşek dokulu yalıtım tabakaları gibi). Bu gibi durumlarda malzemenin sıkışmış olarak birim hacim kütleleri, bu malzeme için bu ek'te verilen birim hacim kütleleri değerinden daha büyük değilse, verilen ısı iletkenlik hesap değerleri aynen geçerlidir. Ancak yapılacak ısı geçirgenlik direnci hesaplarında, malzemenin sıkışmış durumdaki kalınlığının göz önünde bulundurulması gerekir. Ayrıca, gevşek dokulu veya sıkışabilir malzemeler üzerine yapılacak kaplamaların, üzerlerine gelecek sabit ve hareketli yükleri, zarar görmeden taşıyacak şekilde seçilmesine ve uygulanmasına özen gösterilmelidir.
- 4) Mü ( $\mu$ ) değerlerinin kullanımı ile ilgili olarak malzeme imalatçısının TSE belgeli tek değer olarak beyanı yok ise, yapı bileşenleri için her durumda verilen aralık değerlerinden küçük olanı alınır ve hesaba katılır. İlâve olarak, bina kabuğunun dış tarafında yer alan malzemeler için " $\mu$ "nün değeri olarak verilen büyük değer alınabilir. Yapı konstrüksiyonu için uygun olmayan değerler her defasında göz ardı edilir.
- 5) TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m<sup>3</sup>'ün altında olan hafif örgü harcı kullanılması durumunda, bu ek'te; TS 406 kapsamında yer alan briket ve bloklarla yapılan duvarlar için verilen ısı iletkenlik hesap değerleri 0,06 W/mK kadar azaltılabilir.
- 6) Kuvartz kumu katılmadan yapılmış beton elemanlar için verilen ısı iletkenlik hesap değerleri, kuvartz kumu katılması durumunda % 20 arttırılarak uygulanır.
- 7) Bir yapı bileşeni veya elemanı birden fazla, değişik ısı iletkenlik hesap değerine sahip malzemedan meydana geliyorsa, o yapı bileşeni veya elemanın ısı iletkenliği hesap değeri; her bir malzemenin kalınlıkları ve alan/uzunlukları dikkate alınarak ısı geçirgenlik dirençleri hesaplanır, böylece yüzey yüzde (%) veya uzunluk yüzde (%) oranlarına göre ortalama ısı iletkenlik değerleri bulunur ve bileşen veya elemanın boyutlarına göre derz durumları da göz önünde bulundurularak hesaplanır.
- 8) TS 11989 EN 13164'te belirtilen özelliklere ilâveten, toprak temaslı perde duvar yalıtımında, WD12) veya WS13) tipi uygulamalarda aşağıdaki özellikler gereklidir:
  - Isı yalıtım plakalarının her iki yüzünde zırlı olmalıdır.
  - Basma mukavemeti %10 şekil bozukluğunda > 0,30 N/mm<sup>2</sup> (300 kPa) olmalıdır.
  - TS EN 12088'e göre difüzyonla su emme oranı 50°C ilâ 1°C arasında % 3'ten az olmalıdır.
- 9) TS 11989 EN 13164'te belirtilen özelliklere ilâveten, ters teras çatı yalıtımında, WD12) veya WS13) tipi uygulamalarda aşağıdaki özellikler gereklidir:
  - Basma mukavemeti %10 şekil bozukluğunda > 0,30 N/mm<sup>2</sup> (300 kPa) olmalıdır.
  - TS EN 12088'e göre difüzyonla su emme oranı 50°C ilâ 1°C arasında % 3'ten az olmalıdır.
  - Isı yalıtım levhalarının kenar profili binili (lâmbalı) olmalıdır.
- 10) Ses yalıtım malzemelerinin ambalajlarının üzerinde ısı iletkenlik grup değerleri verilmelidir.
- 11) Pratik buhar geçirmezliği değeri Sd 1500 m'dir (TS EN 12086 veya TS EN ISO 12572).
- 12) WD: Darbe ses yalıtımının aranmadığı yüke maruz kalan döşemelerde veya sıcak çatılarda nefes alan su yalıtım membranı altında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri.
- 13) WS: Özel uygulamalar için yüke maruz kaldığında daha büyük dayanım değerlerine sahip olan ısı yalıtım malzemeleri (örneğin otopark katlarında).
- 14) Bu Ek'in 10'uncu maddesinde verilen ısı iletkenlik grubu tayini ile belirlenecek olan malzemelerin ısı iletkenlik hesap değerinin ara değerlerde olması halinde, kendisinden büyük olan ilk grupta olduğu varsayılır ve hesaba katılır.
- 15) Sadece iki tabaka arasına püskürtme metoduyla yapılan uygulamalar için kullanılır.
- 16) Kalınlığı 15 mm'den küçük olan ahşap yünü levhalar, ısı iletkenlik hesaplamalarında dikkate alınmaz.

## Ek F - Yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki ve sınırlandırılması

**Açıklama:** Bu bölümde, yapı malzemeleri üzerinde ısı geçişi süresince gerçekleşebilecek yoğuşmanın ve yoğuşan suyun buharlaşma durumunun irdelenmesi ve yoğuşma varsa yapıya zarar vermeyecek şekilde sınırlandırılmasına yönelik esaslar yer almaktadır. Bu standardın bir önceki versiyonunda yıllık bazda ve basit kabuller göre yapılan hesaplar, 2008 versiyonu olan bu standartta aylık bazda yapılmaktadır. Kullanıcılara kolaylık olması bakımından, hazırlanan ilave örnek hesaplar ve gerekli açıklamalar ilgili bölümlere eklenmiştir.

### F.1 Giriş

Bir yapı elemanının iki yüzü arasında, sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olması dolayısıyla farklı kısmî buhar basınçları meydana gelir. Bu basınç farkı nedeniyle havadaki buhar molekülleri ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanı gözeneklerinden geçer ve dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharı bu geçişi sırasında yapı elemanı içerisinde, doyma sıcaklığında veya daha düşük sıcaklıkta bir yüzeyle temas ederse, bir kısmı yoğuşarak su hâline geçer ve yapı elemanı içerisinde veya yüzeyinde birikerek yapıya zarar verir.

Yapı elemanı yüzeyindeki yoğuşma kendisini siyah lekeler, küf, mantar vb. organizma oluşumu ile göstererek, insan sağlığı ve ortamın konfor şartlarını olumsuz etkiler ve yapı malzemesinde hasarların oluşmasına neden olur. Yapı elemanları arasında meydana gelen yoğuşma ise; özellikle yapıların taşıyıcı kısımlarındaki donatıların paslanarak işlev ve dayanımlarının zamanla azalması neticesinde yapı ömrü ve deprem dayanımının olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca yoğuşma; yapı elemanlarının çürümesi, bütünlüklerinin bozulması ve ısı kayıplarının artmasına da neden olur.

Yukarıda bahsedilen olumsuz sonuçların ortadan kaldırılması için, bu standardda tarif edilen hesap metoduna göre yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki, sınırlandırılması ve neticelerin raporlanması gerekmektedir. Böylece sağlıklı ve konforlu bir yaşam ile uzun ömürlü binaların yanısıra önemli oranda enerji tasarrufu da elde edilmiş olacaktır.

### F.2 Hesap metodu

Bu bölümde kullanılan hesap metodu su buharı difüzyonundan dolayı yapı elemanları arasındaki yoğuşma riskinin değerlendirilmesi ile ilgili metot belirlemektedir.

Kullanılan metot, yapım aşamasındaki suyun kurduğunu kabul eder ve aşağıda verilen bir grup fiziksel olguyu göz önüne almaz:

- Isıl iletkenliğin, nem miktarı ile bağımlılığı,
- Serbest kalan ve emilen gizli ısı,
- Nem miktarına bağlı olarak malzeme özelliklerinin değişimi,
- Kapiler emme ve malzeme içerisinde sıvı nem (su) geçişi,
- Çatlaklar veya hava bölümleri arasındaki hava hareketleri,
- Malzemelerin higroskopik nem kapasiteleri.

Yapı malzemelerinin kalınlıkları, ısı geçişi ve su buharı difüzyonuna gösterdikleri direnç ve malzemelerin diziliş sırası, yapı malzemeleri içerisindeki oluşan sıcaklık dağılımı, yapının kullanım amacı ve yapının bulunduğu bölgenin iklim şartları yoğuşma oluşumuna etki eden temel faktörlerdir. Hesaplamalarda kullanılan giriş verileri aşağıda tanımlanmıştır.

### F.2.1 Malzeme ve mamul özellikleri

Isıl iletkenlik hesap değeri " $\lambda_h$ " ve su buharı difüzyon direnç faktörü " $\mu$ " homojen malzemeler için kullanılabilirken, ısı direnç " $R$ " ve su buharı difüzyonu – eş değer hava tabakası kalınlığı " $S_d$ ", öncelikle kompozit mamul veya sistemlerde kullanılır. Bütün yapı malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri ve su buharı difüzyon direnç faktörleri Ek E'den alınmalıdır.

Hava tabakaları için  $R$ , Çizelge 2'den alınır. Hava tabakasının  $S_d$  değeri kalınlık ve eğimden bağımsız olarak 0,01 m olarak kabul edilir.

### F.2.2 İç ve dış ortam şartları

Hesaplamalar için aşağıdaki sıcaklık ve bağıl nem değerleri kullanılmalıdır.

- Dış hava sıcaklıkları:** Dış hava sıcaklıkları Madde B.2'de verilmiştir.
- Yapı bileşenlerine temas eden toprak sıcaklığı:** Madde B.2'de verilen ortalama sıcaklık değerleri kullanılır.
- İç hava sıcaklığı:** Binanın kullanım amacına uygun olarak Madde B.1'de verilen iç sıcaklık değerleri 1°C arttırılarak kullanılır. Örneğin; konut, ofis veya benzer şartlara sahip diğer binalarda iç ortam havasının sıcaklığı 20°C (19+1) alınacaktır.
- Bağıl Nem:**
  - İç ortamın bağıl nemi; doğal havalandırma yapılan binalarda % 65, mekanik havalandırma yapılan binalarda % 55 olarak alınır.
  - Dış ortamın bağıl nemi; il ve ilçelere ait değerler Ek G'de verilmiştir (ek'te yer almayan belediyeler, bağlı oldukları ilçe veya illere ait bağıl nem değerlerini kullanacaktır).
  - Toprak temaslı yapı bölümlerinde yapılan yoğuşma tahkiklerinde toprağın (dış ortamın) bağıl nemi  $\varphi_i = \%100$  olarak alınacaktır.

### F.2.3 Özel durumlar

Binanın kullanım amacı ve işletme şartlarına uygun olarak özel şartlar gerektiren yapılarda (yüzme havuzları, tekstil fabrikalarının imalât bölümleri, vb. yapılar) iç ortam şartları için yukarıda verilen kabuller kullanılmamalıdır. Bu durumda, yapıya uygun olarak belirlenen tasarım değerleri kullanılmalıdır.

### F.2.4 Tarifler

#### F.2.4.1 Kabul edilebilir en düşük sıcaklık değeri

Küf oluşumunun başlamaması ve konfor şartlarının bozulmaması için iç yüzey sıcaklığı  $\theta_{yi, en düşük}$  Ek F'de verilen 2.2.c) maddesine göre kabul edilen iç ortam sıcaklık değerlerinden (çatı, duvar vb. bütün yüzeyler için) en fazla 3 °C, düşük olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu şartın sağlandığı, örnekte verildiği şekilde yapı elemanının sıcaklık tablosunda gösterilmelidir.

#### F.2.4.2 Su buharı difüzyonu – eş değer hava tabakası kalınlığı

Bir yapı elemanı katmanının su buharının geçişine gösterdiği direnç eşdeğer direnci gösteren hareketsiz hava tabakasının kalınlığı olarak tanımlanır ve aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.



$$s_d = \mu \cdot d \dots \dots \dots (1)$$

Burada;

$S_d$  : Su buharı difüzyonu eş değer hava tabakası kalınlığı (m),

$\mu$  : Su buharı difüzyon direnci katsayısı (birimsiz),

$d$  : Yapı malzemesi tabakasının kalınlığı (m) 'dır.

### F.2.4.3 Bağlı nem

Hava içindeki, aynı sıcaklıktaki kısmî su buharı basıncının, doymuş durumdaki su buharı kısmî basıncına oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$\varphi = \frac{p}{p_s} \dots \dots \dots (2)$$

Burada;

$p$  : Kısmî su buharı basıncı (Pa),

$\varphi$  : Bağlı nem (birimsiz),

$p_s$  : "θ" sıcaklığındaki, doymuş su buharı basıncı (Pa), (Çizelge F.1') 'dır.

Bağlı nem ( $\varphi$ ), bir ondalık kesir hâlinde denklemde yer almalıdır.

### F.2.4.4 Yüzeyin kritik nemi

Yüzeyin bozulmasına, özellikle küf oluşumuna neden olan yüzeydeki bağlı nem olarak tanımlanır. Bağlı nem değerinin, kısa süreler için bile % 80 ve üstündeki bir oranda yüksek olması durumunda, yüzeylerde küf oluşma riski vardır.

### F.2.4.5 Doymuş buhar basıncı ve sıcaklığı

Doymuş buhar basıncının bir fonksiyonu olarak sıcaklık, aşağıda verilen denklemler ile bulunabilir.

$$\theta = \frac{237,3 \log_e \left( \frac{p_s}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left( \frac{p_s}{610,5} \right)} \quad p_s \geq 610,5 \text{ Pa} \quad \text{için} \dots \dots \dots (3)$$

$$\theta = \frac{265,5 \log_e \left( \frac{p_s}{610,5} \right)}{21,875 - \log_e \left( \frac{p_s}{610,5} \right)} \quad p_s < 610,5 \text{ Pa} \quad \text{için} \dots \dots \dots (4)$$

Bir diğer seçenek ise eşitlik 5 ve eşitlik 6'ya göre doymuş buhar basıncı değerinden sıcaklığı bulmak için  $p_s$  (doyma basıncı) ile  $\theta$  (sıcaklık) arasındaki ilişkiyi gösteren bir tablo veya bir grafik hazırlanmasıdır.

$$p_s = 610,5 e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}} \quad \theta \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{için} \dots \dots \dots (5)$$

$$p_s = 610,5 e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}} \quad \theta < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{için} \dots \dots \dots (6)$$

---

1 Doymuş su buharı basıncı ( $p_s$ ) aynı zamanda eşitlik 5 ve eşitlik 6 kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir.

eşitlik 5 ve eşitlik 6; sıcaklığın fonksiyonu olarak suyun doymuş buhar basıncını veren ampirik eşitliklerdir. Bu eşitliklerin yerine doymuş su buharı tabloları da kullanılabilir. Çizelge 1'de 30,9 °C ilâ (-20,9°C) arasındaki sıcaklıklarda doymuş su buharı basıncı değerleri tablo hâlinde verilmiştir.

#### F.2.4.6 Yüzeysel ısı iletim direnci

Yoğuşma tahkiki hesaplamalarında yapı elemanları iç ve dış yüzeylerindeki yüzeysel ısı iletim direnç değerleri için  $R_i = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  ve  $R_e = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  değerleri kullanılmalıdır.

**Çizelge F.1 - (30,9 °C) ilâ (- 20,9 °C) arasındaki sıcaklıklarda doymuş su buharı basıncı**

Doymuş su buharı basıncı (Pa)										
Sıcaklık °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
30	4193	4217	4241	4265	4290	4314	4339	4363	4388	4413
29	3960	3983	4006	4029	4052	4075	4098	4122	4146	4169
28	3738	3760	3782	3803	3825	3848	3870	3892	3915	3937
27	3527	3548	3568	3589	3610	3631	3652	3674	3695	3716
26	3326	3346	3366	3386	3405	3425	3446	3466	3486	3506
25	3136	3155	3173	3192	3211	3230	3249	3268	3288	3307
24	2955	2973	2990	3008	3026	3044	3062	3081	3099	3117
23	2783	2800	2817	2834	2851	2868	2885	2902	2920	2937
22	2620	2636	2652	2668	2684	2701	2717	2733	2750	2766
21	2465	2481	2496	2511	2526	2542	2557	2573	2588	2604
20	2319	2333	2348	2362	2377	2391	2406	2421	2436	2450
19	2180	2193	2207	2221	2235	2248	2262	2276	2290	2305
18	2048	2061	2074	2087	2100	2113	2126	2140	2153	2166
17	1924	1936	1948	1960	1973	1985	1998	2010	2023	2036
16	1806	1817	1829	1841	1852	1864	1876	1888	1900	1912
15	1694	1705	1716	1727	1738	1749	1760	1772	1783	1794
14	1589	1599	1609	1620	1630	1641	1651	1662	1673	1683
13	1489	1499	1509	1519	1528	1538	1548	1558	1568	1579
12	1395	1404	1413	1423	1432	1441	1451	1460	1470	1480
11	1306	1315	1324	1332	1341	1350	1359	1368	1377	1386
10	1222	1231	1239	1247	1255	1264	1272	1281	1289	1298
9	1143	1151	1159	1167	1174	1182	1190	1198	1206	1214
8	1069	1076	1083	1091	1098	1105	1113	1120	1128	1136
7	998	1005	1012	1019	1026	1033	1040	1047	1054	1062
6	932	939	945	952	958	965	972	978	985	992
5	870	876	882	888	895	901	907	913	920	926
4	812	817	823	829	834	840	846	852	858	864
3	756	762	767	773	778	784	789	795	800	806
2	705	710	715	720	725	730	735	741	746	751
1	656	661	666	670	675	680	685	690	695	700
0	611	615	619	624	628	633	638	642	647	651

Doymuş su buharı basıncı (Pa)										
Sıcaklık °C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0	611	606	602	597	593	589	585	580	576	572
-1	562	564	559	555	551	547	543	539	535	531
-2	517	524	520	516	512	509	505	501	497	494
-3	475	486	483	479	476	472	469	465	462	458
-4	437	451	448	445	441	438	435	432	428	425
-5	401	419	416	412	409	406	403	400	397	394
-6	368	388	385	382	379	376	374	371	368	365
-7	338	360	357	354	351	349	346	343	341	338
-8	309	333	330	328	325	323	320	318	315	313
-9	283	308	305	303	301	298	296	294	291	289
-10	259	285	282	280	278	276	274	271	269	267
-11	237	263	261	259	257	255	253	251	249	247
-12	217	243	241	239	237	235	233	231	229	228
-13	198	224	222	220	218	217	215	213	211	210
-14	181	206	205	203	201	200	198	196	195	193
-15	165	190	189	187	185	184	182	181	179	178
-16	150	175	174	172	171	169	168	166	165	164
-17	137	161	160	158	157	156	154	153	152	150
-18	124	148	147	145	144	143	142	141	139	138
-19	113	136	135	134	132	131	130	129	128	127
-20	103	125	124	123	121	120	119	118	117	116

## F.2.5 Yapı elemanları içindeki yoğuşmanın hesaplanması

### F.2.5.1 Genel

Bir yapı elemanının iki yüzü arasında, sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olmasından kaynaklanan farklı buhar basınçları meydana gelir. Isıtma periyodu olan kış mevsimini dikkate aldığımızda, genellikle iç tarafta yüksek buhar basıncı vardır ve iç ortamda gaz hâlinde bulunan su buharı ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharının dış ortama gaz olarak ulaşması hâlinde yapı elemanının gerek kullanım ömrü ve gerekse ısı performansını açısından bir problem yoktur. Ancak yapı elemanını oluşturan malzemelerin su buharı geçişine gösterdikleri direnç ve malzemelerin sırasına bağlı olarak, yapı elemanından geçerken, su buharının gaz hâlinde sıvı hâle geçmesi, yani yoğuşması ihtimali mevcuttur. Bu hesaplama metodları genellikle "Glaser Metodları" olarak anılır.

İstenmeyen bir durum olan yoğuşmanın meydana gelme riski, aşağıda tanımlanan metotla tahkik edilmeli ve yoğuşma olması hâlinde Madde F.2.5.7'de verilen şartlar sağlanmalıdır.

### F.2.5.2 Prensiptir

Yoğuşmanın, tahmin edildiği ilk aydan başlayarak, ortalama aylık dış şartlar, yılın her bir ayı için yoğuşma veya buharlaşma miktarının hesaplanmasında kullanılır. Yoğuşmanın meydana geldiği bu ayların sonunda biriken yoğuşma suyu miktarı ile yılın geri kalan bölümündeki buharlaşma miktarı karşılaştırılır. Tek boyutlu, kararlı rejim şartları kabul edilir. Yapı elemanları içerisinde olan hava hareketleri ele alınmaz.

Aşağıda verilen eşitlikle, nem geçişinin sadece su buharı difüzyonundan olduğu kabul edilir.

$$g = \frac{\delta_0}{\mu} \frac{\Delta p}{\Delta x} = \delta_0 \frac{\Delta p}{s_d} \dots\dots\dots(7)$$

$\delta_0 = 2 \times 10^{-10}$  kg/(m.s.Pa) dır.

Burada  $\delta_0$ , su buharı difüzyon direnci olup sıcaklık ve barometrik basınca bağlı olarak çok küçük değişiklikler göstermektedir. Bu standardda bu değişkenlerin etkileri ihmal edilmiştir.

Birim alandaki ısı akış miktarı aşağıdaki eşitlikle verilmiştir

$$q = \lambda \frac{\Delta \theta}{d} = \frac{\Delta \theta}{R} \dots\dots\dots(8)$$

Burada  $\Delta \theta$  sıcaklık farkı olup, ısı iletkenlik " $\lambda$ " ve ısı direnç " $R$ " değerlerinin sabit olduğu kabul edilmektedir. Paralel yerleştirilmiş homojen malzemeler için,  $R = d/\lambda$ 'dir.

### F.2.5.3 Hesaplamalar

#### F.2.5.3.1 Malzeme özellikleri

Metal levhalar gibi bazı malzemeler, etkili bir şekilde su buharı geçişini önlerler ve bu sebeple sonsuz  $\mu$  değerine sahiptirler. Bununla birlikte hesaplama işlemi için malzemenin sonlu bir  $\mu$  değerinin olması gerektiğinden bu tür malzemeler için  $\mu$  değeri 100.000 olarak alınacaktır.

Dıştan içe doğru "n" adet ara yüzeyin toplanmış su buharı difüzyon – eş değer hava tabakası kalınlığı hesaplanır.

$$R_n^1 = R_e + \sum_{j=1}^n R_j \dots\dots\dots(9)$$

$$s_{d,n}^1 = \sum_{j=1}^n s_{d,j} \dots\dots\dots(10)$$

Toplam ısı direnç ve su buharı difüzyon – eşdeğer hava tabakası kalınlığı eşitlik (11) ve eşitlik (12) ile verilmiştir.

$$R_T^1 = R_i + \sum_{j=1}^N R_j + R_e \dots\dots\dots(11)$$

$$s_{d,T}^1 = \sum_{j=1}^N s_{d,j} \dots\dots\dots(12)$$

#### F.2.5.3.2 Isı akış yoğunluğu, sıcaklık ve doymuş buhar basıncı dağılımı

##### Isı akış yoğunluğu

Bir yapı elemanının ısı akış yoğunluğu (q), eşitlik 13'e göre hesaplanır.

$$q = U \cdot (\theta_i - \theta_e) \dots\dots\dots(13)$$

Burada ;

- $U$  : Isıl geçirgenlik kat sayısı ( $W/m^2K$ ),  
 $\theta_i$  : İç ortam sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ),  
 $\theta_e$  : Dış ortam sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )'dir.

### İç yüzey sıcaklığı

Bir yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı ( $\theta_{yi}$ ), eşitlik 14'e göre hesaplanır.

$$\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q \dots\dots\dots (14)$$

Burada ;

- $\theta_{yi}$  : İç yüzey sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ),  
 $R_i$  : İç yüzeyin yüzeyel ısıl geçirgenlik direnci,  
 $q$  : Isı akış yoğunluğu ( $W/m^2$ )'dur.

### Dış yüzey sıcaklığı

Bir yapı bileşeninin, dış yüzey sıcaklığı ( $\theta_{yd}$ ), eşitlik 14'e göre hesaplanır.

$$\theta_{yd} = \theta_e - R_e \cdot q \dots\dots\dots (15)$$

Burada ;

- $\theta_{yd}$  : Dış yüzey sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ),  
 $R_e$  : Dış yüzeyin yüzeyel ısıl geçirgenlik direnci 'dir.

### Ara yüzey sıcaklıkları

Malzemeler arasındaki her bir ara yüzey için sıcaklık değeri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$\theta_n = \theta_e + \frac{R'_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

veya

$$\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$$

$$\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$$

: : :  
: : :  
: : :

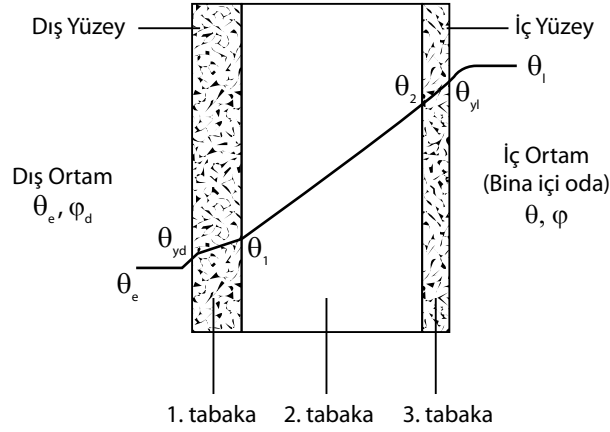
$$\theta_n = \theta_{n-1} - R_n \cdot q \dots\dots\dots (16)$$

$$R = \frac{1}{\Lambda} = \frac{d}{\lambda_h} \dots\dots\dots (17)$$

Burada;

- $R$  :Yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik direnci ( $m^2.K/W$ ),  
 $d$  :Yapı bileşeninin kalınlığı (m),  
 $\lambda_h$  :Yapı bileşeninin ısıl iletkenlik hesap değeri ( $W/m.K$ )'dir.

Sürekli rejim şartlarının kabulünden dolayı her bir katman için sıcaklık dağılımı doğrusal olarak verilmiştir (Şekil F.1).



**Şekil F.1** – Çok katmanlı bir yapı elemanındaki sıcaklık dağılımı

Her bir malzeme katmanları arasındaki ara yüzlerdeki sıcaklığa göre su buharı doyma basıncı hesaplanır.

**Not** - Sıcaklığın fonksiyonu olarak, su buharının doyma basıncı denklem 5 ve/veya eşitlik 6'ya göre hesaplanır.

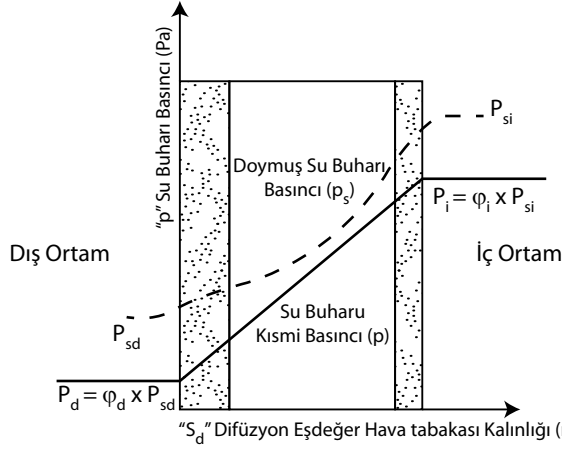
### F.2.5.3.3 Başlangıç ayı

Başlangıç ayı, yapı bileşeninin herhangi bir yerinde yıl içerisinde yoğuşma gerçekleşmesi hâlinde, yoğuşmanın başladığı ilk aydır. Hesaplamalara başlangıç ayından başlanarak, sıcaklık, su buharı doyma basıncı ve bileşen içerisindeki buhar dağılımları bulunarak başlanır. Hesabı yapılan yapı bileşeninde yoğuşma tespit edilmesi hâlinde Madde 2.5.7'de belirtilen kriterlere uygun olacak şekilde ve bu maddede belirtilen metotlara göre yoğuşan suyun kütlesi hesaplanır. Başlangıç ayının tespiti ve hesaplamalar aşağıdaki verilenlerden uygun olana göre yapılır.

- 12 aydan herhangi bir tanesinde yoğuşma bulunmamışsa, bileşende yoğuşma oluşmadığı raporlanır.
- 12 aydan herhangi biri veya bir kaçında yoğuşma bulunursa yıl içerisindeki yoğuşmanın görüldüğü ilk ay başlangıç ayı olarak alınır ve bu aydan sonraki her ay için hesaplamalar yapılarak yoğuşan suyun kütlesi bulunur.
- 12 ayın tamamında yoğuşma belirlenmişse, herhangi bir aydan başlanarak, yapı bileşeni içerisindeki yoğuşan suyun kütlesi hesaplanır.

### F.2.5.3.4 Buhar basıncı dağılımı

Her bir katmanın buhar difüzyon – eş değer hava tabakası kalınlığı  $S_d$ 'ye göre yapı elemanının kesiti çizilir (Şekil F.2). Malzemeler arasındaki her bir ara yüzeydeki doymuş buhar basınçları düz çizgiler ile birleştirilerek çizilir.



Şekil F.2 – Çok katmanlı bir yapı elemanındaki buhar basıncı dağılımı

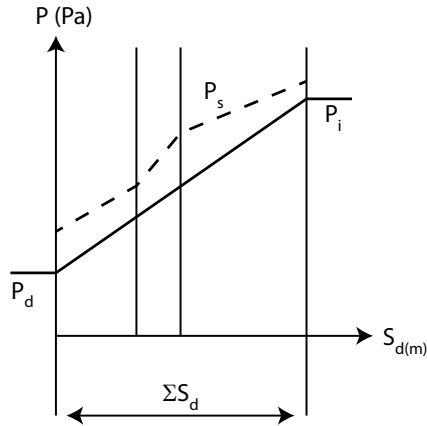
### F.2.5.4 Yoğuşma hesabı

Bir önceki ayda yoğuşma birikmesi yoksa, iç ve dış buhar basıncı ( $p_i$  ve  $p_d$ ) arasında düz bir çizgi şeklinde buhar basıncı profili çizilir. Bu çizgi herhangi bir ara yüzeyde doyma basıncını aşmıyorsa yoğuşma meydana gelmez.

Yapı bileşeni içerisindeki su buharı doyma basıncının, bileşen içerisindeki her noktada, buhar doyma basıncı değerinden küçük olduğu durum (Şekil F3).

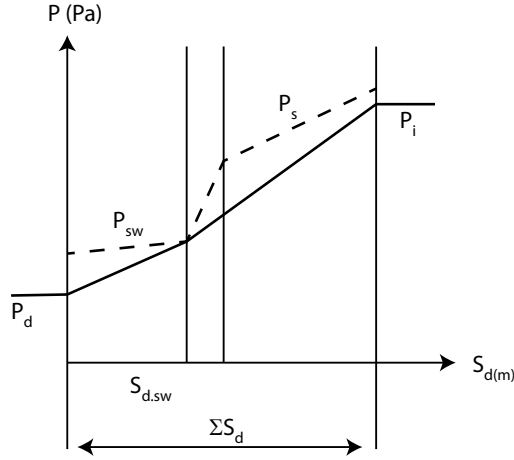
Yapı bileşeni içerisindeki buhar akış miktarı (debi) eşitlik 18 ile hesaplanır.

$$g = \delta_o \times \frac{p_i - p_d}{S_{d,T}} \dots\dots\dots (18)$$



Şekil F.3 – İçerisinde herhangi bir yoğuşmanın olmadığı çok katmanlı bir yapı elemanında buhar difüzyonu

Buhar basıncı herhangi bir ara yüzeyde doyma basıncını aşıyorsa, buhar basıncı çizgileri seri (dizi) olarak, su buharı doyma basıncı profilinde mümkün olduğunca bir kaç noktada teğet olacak, fakat geçmeyecek şekilde tekrar çizilir (Şekil F.4 ve Şekil F.5). Bu noktalar, yoğuşma ara yüzeyleridir.

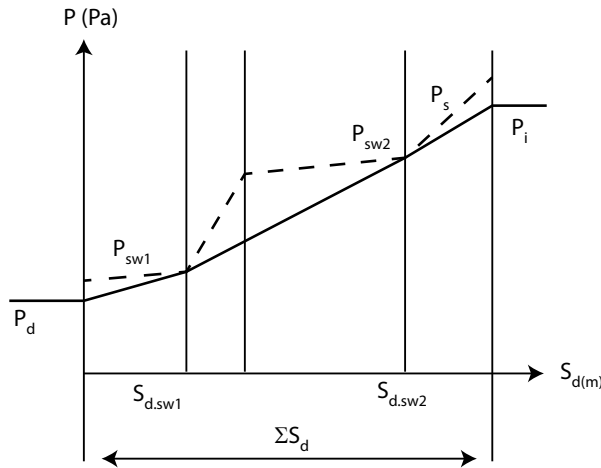


**Şekil F.4** - Yapı elemanı içerisindeki bir ara yüzey düzleminde yoğuşmanın olduğu durumdaki su buharı difüzyonu.

Yoğuşma miktarı, taşınan nem miktarı ile yoğuşmanın olduğu ara yüzeyden taşınan nem miktarı arasındaki farktır:

$$g_{sw} = \delta_v \left( \frac{p_i - p_{sw}}{S_{d,T} - S_{d,sw}} - \frac{p_{sw} - p_d}{S_{d,sw}} \right) \dots\dots\dots (19)$$

Birden fazla yoğuşma ara yüzeyine sahip bir yapı bileşeninde, her bir ara yüzey için yoğuşma miktarının kaydı (değeri) tutulur.



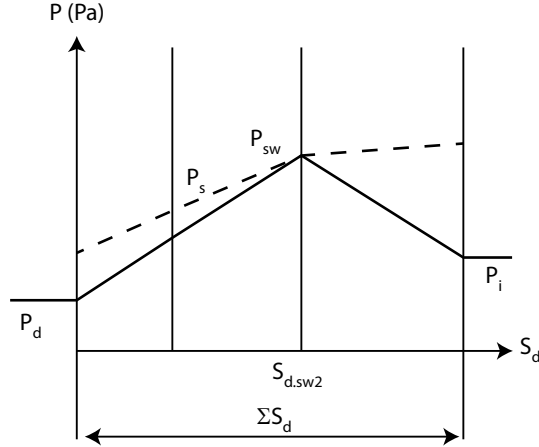
**Şekil F.5** - Yapı elemanı içerisindeki iki ara yüzeyde yoğuşmanın olduğu durumdaki su buharı difüzyonu





### F.2.5.5 Buharlaşma

Bir veya daha fazla ara yüzeyde, önceki aylardan biriken yoğuşma olduğunda, su buharı basıncı, doyma basıncına eşit olmalı ve buhar basıncı profili, yoğuşma ara yüzeyleri, dış buhar basıncı ve iç buhar basıncını temsil eden değerler arasında düz doğru olarak çizilmelidir (Şekil F.7). Buhar basınç değerleri, doyma değerlerini herhangi bir ara yüzeyde aşıyorsa, Madde F.2.5.4'e göre buhar basınç eğrileri tekrar çizilir.



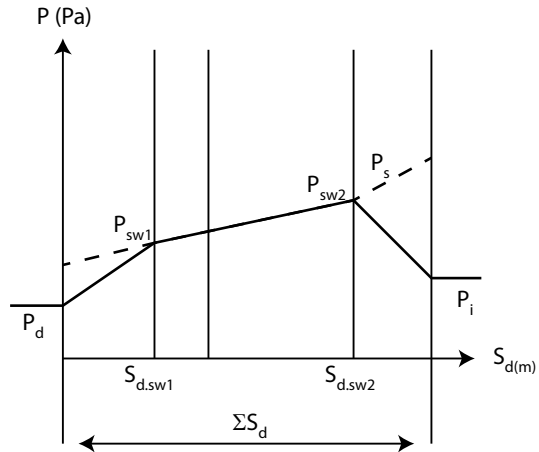
**Şekil F.7** – Yapı bileşeninin bir ara yüzeyindeki buharlaşma

Buharlaşma miktarı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$g_{ev} = \delta_o \left( \frac{p_i - p_{sw}}{S_{dT} - S_{d,sw}} - \frac{p_{sw} - p_d}{S_{d,sw}} \right) \dots \dots \dots (24)$$

**Not** - Buharlaşma ve yoğuşma miktarları için ifadeler aynıdır. İfade pozitif (+) ise yoğuşma, negatif ise (-) buharlaşma oluşur.

Bir yapı bileşeni içerisinde birden fazla yoğuşma ara yüzeyi oluşması durumunda buharlaşma miktarı; her bir ara yüzey için ayrı ayrı hesaplanır (Şekil 8).



**Şekil F.8** – Bir yapı bileşeni içerisinde 2 ara yüzeyde yoğuşma olduğunda buharlaşma

İki buharlaşma ara yüzeyi için buharlaşma miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır (Şekil 8).

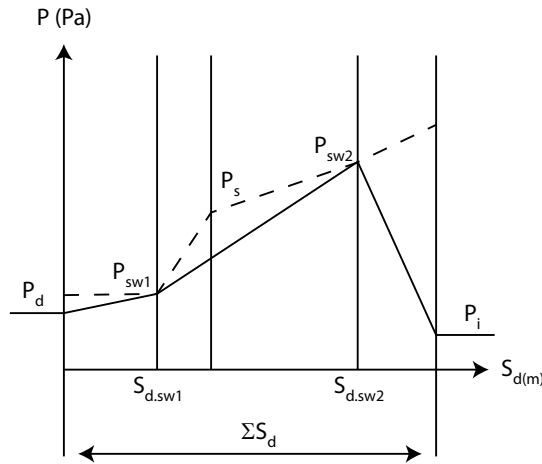
$$\text{Ara yüzey 1'de: } g_{ev1} = \delta_o \left( \frac{p_{sw2} - p_{sw1}}{S_{d,sw2} - S_{d,sw1}} - \frac{p_{sw1} - p_d}{S_{d,sw1}} \right) \dots \dots \dots (25)$$

$$\text{Ara yüzey 2'de: } g_{ev2} = \delta_o \left( \frac{p_i - p_{sw2}}{S_{d,T} - S_{d,sw2}} - \frac{p_{sw2} - p_{sw1}}{S_{d,sw2} - S_{d,sw1}} \right) \dots \dots \dots (26)$$

Hesaplanan ay sonudaki bir ara yüzeydeki biriken yoğuşma miktarı negatif ise bu değer 0 "sıfır" olarak alınır.

### F.2.5.6 Buharlaşma ve yoğuşma

Birden fazla yoğuşma ara yüzeyinin olduğu bir yapı bileşeni içerisinde, bir ara yüzeyde yoğuşma, diğer ara yüzeyde buharlaşmanın olduğu aylar olabilir (Şekil 9).



**Şekil F.9** – Bir ara yüzde buharlaşma ve iki ara yüzde yoğuşmanın olduğu durum

Yoğuşma miktarı  $g_{sw}$  veya buharlaşma miktarı  $g_{ev}$  her ara yüzey için ayrı olarak hesaplanır :

$$\text{Katman 1 ve Katman 2 arasındaki yoğuşma : } g_{sw} = \delta_o \left( \frac{p_{sw2} - p_{sw1}}{S_{d,sw2} - S_{d,sw1}} - \frac{p_{sw1} - p_d}{S_{d,sw1}} \right) \dots \dots \dots (27)$$

$$\text{Katman 3 ve Katman 4 arasındaki buharlaşma : } g_{ev} = \delta_o \left( \frac{p_i - p_{sw2}}{S_{d,T} - S_{d,sw2}} - \frac{p_{sw2} - p_{sw1}}{S_{d,sw2} - S_{d,sw1}} \right) \dots \dots \dots (28)$$

### F.2.5.7 Yapıların değerlendirilmesinde kullanılan kriterler

a), b), c), d) ve e) maddelerine göre hesaplama sonuçları rapor edilir.

#### a) Herhangi ayda herhangi ara yüzeyde yoğuşma olmaması durumu

Bu durumda yapının, yapı elemanları arasındaki yoğuşmanın olmadığı rapor edilir.

#### b) Bir veya daha çok ara yüzeyde yoğuşma olması durumu

Yapı bileşenlerinin kararlılığı ve bu yapı bileşeni içerisinde kullanılmış olan ısı yalıtım malzemesinin, bünyelerindeki nem muhtevastaki artış nedeniyle zayıflamaları veya bozulmamaları için aşağıdaki şartlar yerine getirilmelidir.

- b.1** Yoğuşma esnasında ilgili yapı bileşeninin içinde toplanan su miktarının, buharlaşma süresi boyunca buharlaşarak tekrar çevredeki atmosfere verilebilmesi sağlanmalıdır. Yoğuşan su miktarının tamamının buharlaşma süresi boyunca sistemden uzaklaşmaması durumunda yapı bileşeni yeniden tasarlanmalı ve uygunluk sağlanana kadar yoğuşma tahkiki tekrarlanmalıdır.
- b.2** Tavan, duvar ve yapı bileşenlerinde oluşan yoğuşma suyu kütlesinin miktarı toplam olarak 1,0 kg/m<sup>2</sup>'yi aşmamalıdır. Bu şart aşağıdaki b.3) ve b.4) maddeleri için geçerli değildir.
- b.3** Betonarme duvarlara içeriden yalıtım yapılması durumunda, müsaade edilen yoğuşma suyu kütlesinin miktarı 0,5 kg/m<sup>2</sup>'yi aşmamalıdır.
- b.4** Ahşap malzemelerdeki nem muhtevasının kütle cinsinden ifade edildiği durumda, ahşap malzemenin kütlesinin nem nedeniyle %5'ten daha fazla artmasına izin verilmez. İşlenmiş ahşap mamullerinde (sunta vb.) ise %3'ten daha fazla artmamalıdır.

### c) Yapı elemanının iç yüzeyinde yoğuşma meydana gelmesi durumu

Bu durumdaki yapı elemanı standarda uygun değildir ve yeniden tasarlanarak uygunluk sağlanana kadar yoğuşma tahkiki tekrarlanmalıdır.

### d) Grafiklerin rapor edilmesi

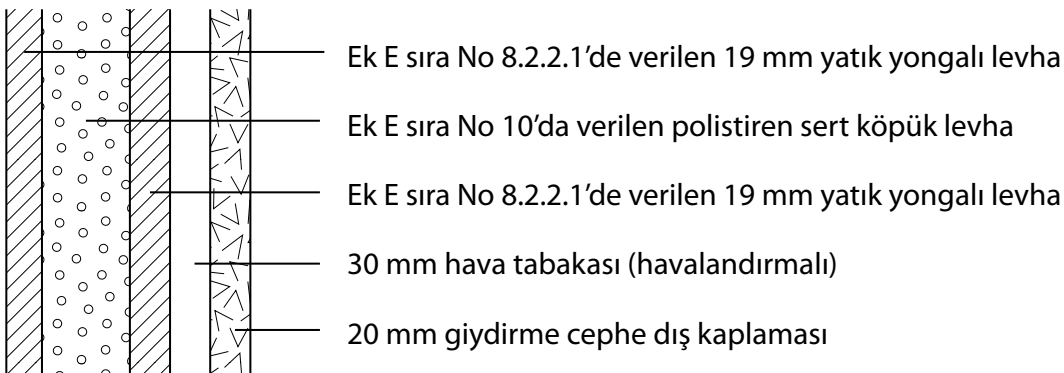
Yoğuşma hesabı yapılan yapı bileşeninde hiçbir ayda yoğuşma gerçekleşmemiş olsa bile en azından Aralık ve Ocak ayları için difüzyon akış grafikleri raporda yer almalıdır. Yılın bir veya birden fazla ayında yoğuşma gerçekleşmişse bu durumda yoğuşmanın başladığı ayın bir önceki ayından başlanıp yoğuşmanın en son gerçekleştiği aydan bir sonraki ay'da dâhil olmak üzere difüzyon akış grafiklerine yer verilmelidir (örneğin bir yapı elemanında Kasım, Aralık ve Ocak aylarında yoğuşma gerçekleşmişse Ekim ve Şubat ayını da kapsayacak şekilde söz konusu yapı elemanı için toplam 5 adet grafik verilecektir).

### e) Çizelgelerin rapor edilmesi

Hesaplanan her bir yapı elemanı için Ek H'de verilen bütün çizelgeler, yapılan projeye uygun olarak düzenlenerek rapor edilmelidir.

### Yoğuşma örneği

Özellikle ahşaptan mamul malzemelerdeki kısıtlamanın da hesaplamalarda gösterilmesi amacıyla, örnek bina duvarı prefabrik bir yapıdan seçilmiştir. Diğer bütün hesaplamalarda benzer şekilde yapılacaktır. Örnek bina duvarının, 3'ncü derece-gün bölgesinde bulunan Ankara ilinde inşa edildiği varsayılmış, yoğuşma hesaplamaları için Ankara'nın bağıl nem değerleri ve 3. Bölge için yoğuşma hesaplamalarında kullanılmak üzere Madde B.2'de verilen dış sıcaklık değerleri kullanılmıştır.



3'üncü bölge için Ek 2 B'de verilen dış sıcaklık değerleri, Ek 7'de verilen Ankara iline ait dış ortamın bağıl nem değerleri ile tüm hesaplamalarda bütün aylar için alınacak olan iç ortam sıcaklığı ve iç ortamın bağıl nem değerleri aşağıdaki gibidir.

	Dış ortam sıcaklığı (°C)	Dış ortam bağıl nemi (%)	İç ortam sıcaklığı (°C)	İç ortam bağıl nemi (%)
Ocak	-0,3	0,76	20	65
Şubat	0,1	0,71		
Mart	4,1	0,65		
Nisan	10,1	0,62		
Mayıs	14,4	0,59		
Haziran	18,5	0,55		
Temmuz	21,7	0,49		
Ağustos	21,2	0,48		
Eylül	17,2	0,52		
Ekim	11,6	0,62		
Kasım	5,6	0,72		
Aralık	1,3	0,78		

**Çizelge F.2 - Yapı bileşeninin termofiziksel özellikleri çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı $d$	Su buharı difüzyon direnci katsayısı $\mu$	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı $S_d$	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif) $S_{dt}$	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci $R$	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif) $R_T$
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
1	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
2	Ek E sıra no 8.2.2.1 'de verilen 19 mm yatık yonga levha	0,019	50	0,95	0,95	0,13	0,15	0,186
3	Ek E sıra no 10.3.3.1 de verilen polistiren sert köpük levha	0,10	20	2,00	2,95	0,04	2,50	2,686
4	Ek E sıra no 8.2.2.1 'de verilen 19 mm yatık yonga levha	0,019	50	0,95	3,9	0,13	0,15	2,832
5	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,082
$S_{dt} = 3,9 \text{ m}$							$1/U = 3,082$	

**$U = 1/3,082 = 0,324 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Madde B.2 ve ilgili eşitliklerden faydalanarak bu yapı bileşeninin sıcaklık ve basınç dağılımları, yoğuşma ve buharlaşma miktarları her ay için ayrı ayrı çıkarılır. Ayrıca bu ek'te belirtildiği şekilde gereken grafiklerde çizilecektir.

$q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$  eşitliğinden her ay için değişen ısı akış yoğunluğu,

$\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$  ve  $\theta_{yd} = \theta_a + R_e \cdot q$  eşitliklerinden iç ve dış yüzey sıcaklıkları,

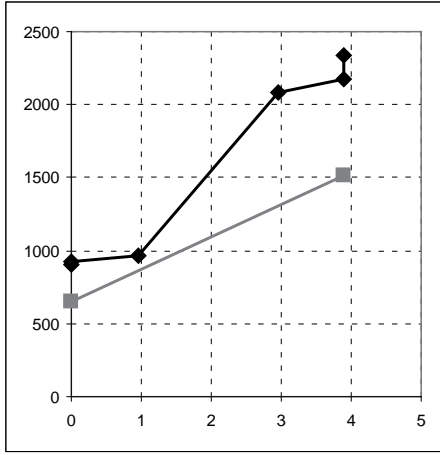
$\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$  ve  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$  eşitliklerinden ise ara sıcaklıklar hesaplanır ve sıcaklıklara karşılık

gelen doymuş buhar basınçları Çizelge1'den okunarak grafikler çizilir.

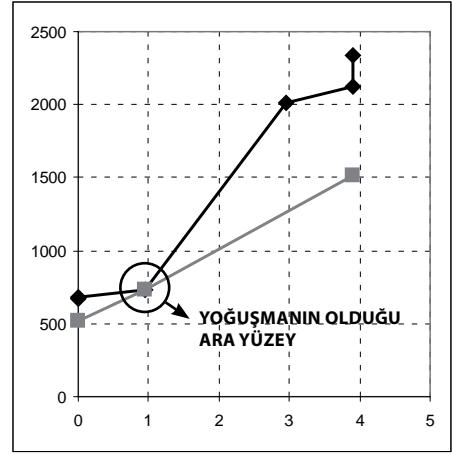
### ÖRNEK Çizelge 2 - Yapı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart	
	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)
Dış ortam	5,6	909	1,3	671	-0,3	596	0,1	615	4,1	819
Dış yüzey	5,8	921	1,5	683	0,0	609	0,4	627	4,3	831
1. Ara yüzey	6,5	965	2,4	727	0,9	653	1,3	671	5,1	876
2. Ara yüzey	18,1	2082	17,6	2011	17,4	1985	17,4	1992	18,0	2057
İç yüzey	18,8	2173	18,5	2126	18,4	2109	18,4	2113	18,7	2157
İç ortam	20,0	2337	20,0	2337	20,0	2337	20,0	2337	20,0	2337

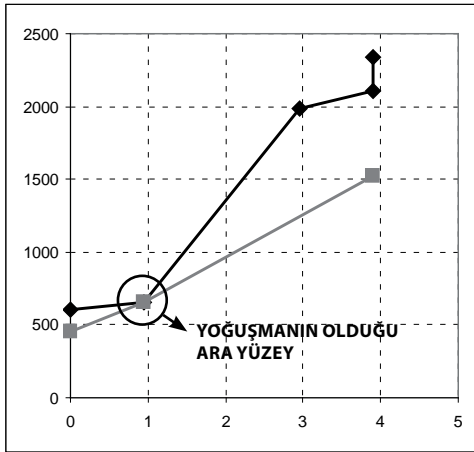
Ele alınan yapı bileşeninde tek noktada yoğuşma gerçekleşmiştir. Aralık, ocak ve şubat aylarında yoğuşma gerçekleşmiş olup bu standardda belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle bu aylarla birlikte bir ay öncesi olan kasım ayı ve bir ay sonrası olan mart ayları için de grafikler verilmelidir.



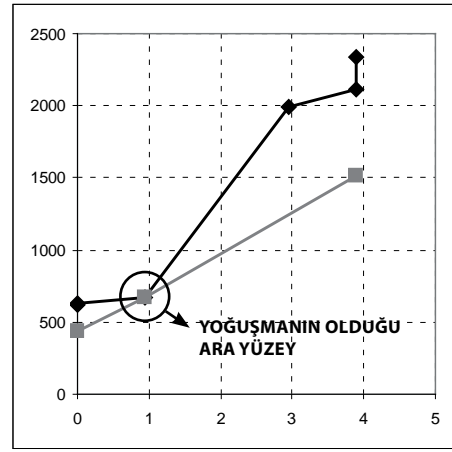
Kasım ayı difüzyon grafiği



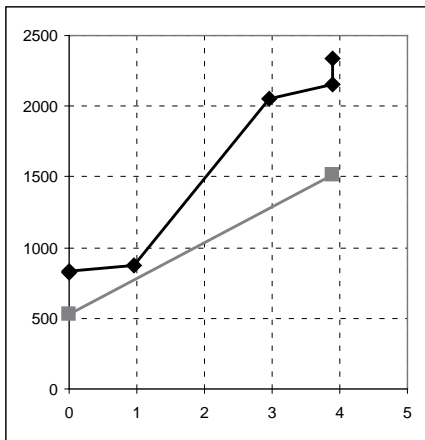
Aralık ayı difüzyon grafiği



Ocak ayı difüzyon grafiği



Şubat ayı difüzyon grafiği



Mart ayı difüzyon grafiği

Aşağıda verilen eşitlik ile yoğuşma ve buharlaşma hesaplanarak aşağıda verilmiştir. Pozitif olan değerler yoğuşma, negatif değerler ise buharlaşmayı göstermektedir.

$$g = \delta_o \left( \frac{p_i - p_{sw}}{s_{d,T} - s_{d,sw}} - \frac{p_{sw} - p_d}{s_{d,sw}} \right)$$

$$p_i = \varphi_i \cdot p_{si} = 0,65 \times 2337 = 1519,0 \text{ Pa}$$

Ocak ayı için örnek bir hesaplama yapılırsa yoğuşan suyun kütlesi ;

$$p_{d,ocak} = \varphi_d \cdot p_{sd} = 0,76 \times 596 = 452,6 \text{ Pa}$$

$$p_{sw} = 653 \text{ Pa}$$

$$g_{sw,ocak} = 2 \times 10^{-10} \left( \frac{1519 - 653}{3,9 - 0,95} - \frac{653 - 452,6}{0,95} \right)$$

$$g_{sw,ocak} = 1,656 \times 10^{-8}$$

$$m_y = g \times t \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad t = 86400 \times 30 \text{ (saniye olarak 1 ay)}$$

$$m_y = 1,656 \times 10^{-8} \times (86400 \times 30) = 0,0429 \text{ kg/m}^2$$

bulunur. Benzer hesap diğer aylara da uygulandığında Çizelge F.4'te verilen sonuçlar elde edilir.

**Çizelge F.4** - Yapı bileşenindeki yoğuşma ve buharlaşma miktarı çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Aralık	1,3	0,78	0,0278	0,0278
Ocak	-0,3	0,76	0,0429	0,0707
Şubat	0,1	0,71	0,0213	0,0920
Mart	4,1	0,65	-0,0743	0,0176
Nisan	10,1	0,62	-0,2427	0,000
Mayıs	14,4	0,59	-0,4142	0,000
Haziran	18,5	0,55	-0,6385	0,000
Temmuz	21,7	0,49	-0,8993	0,000
Ağustos	21,2	0,48	-0,8812	0,000
Eylül	17,2	0,52	-0,6067	0,000
Ekim	11,6	0,62	-0,2896	0,000
Kasım	5,6	0,72	-0,0724	0,000

Yoğuşmanın gerçekleştiği 3 aydaki yoğuşan suyun toplam kütlesi 0,092 kg/m<sup>2</sup>'dir. Yapı elemanında biriken su, mart ayından itibaren buharlaşmaya başlamakta ve ağustos ayından sonra sistemde su kalmamaktadır.



## Sonuç :

1. İç yüzey sıcaklıkları  $\theta_{yi} > 17^{\circ}\text{C}$  olduğundan küf oluşma riski yoktur.
2. Aralık, ocak ve şubat aylarında toplam  $0,092 \text{ kg/m}^2$  yoğuşma gerçekleşmiştir. Ancak bu miktardaki su miktarı sınır değer olan  $1 \text{ kg/m}^2$ 'den daha küçük olduğundan kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır.
3. Yoğuşan suyun tamamı yaz aylarında buharlaşmaktadır.
4. Madde 2.5.7'de yoğuşan suyun kütlelerinin ahşap işlenmiş ahşaptan mamul malzemenin kütlelerini % 3'ten daha fazla artmamalıdır denilmektedir. Ahşaptan mamul malzemenin kütlelerinin % 3'ü  $m = 0,03 \times 0,019 \times 700 = 0,399 \text{ kg/m}^2$ 'dir. Aralık, ocak ve şubat aylarında yoğuşan toplam su miktarı  $0,092 \text{ kg/m}^2$  olduğundan, ahşap mamulün kütlelerini % 3 oranında artırmamaktadır.

Yoğuşma tahkiki yapılan yapı bileşeni standardda verilen bütün kriterleri sağladığından standarda uygundur.

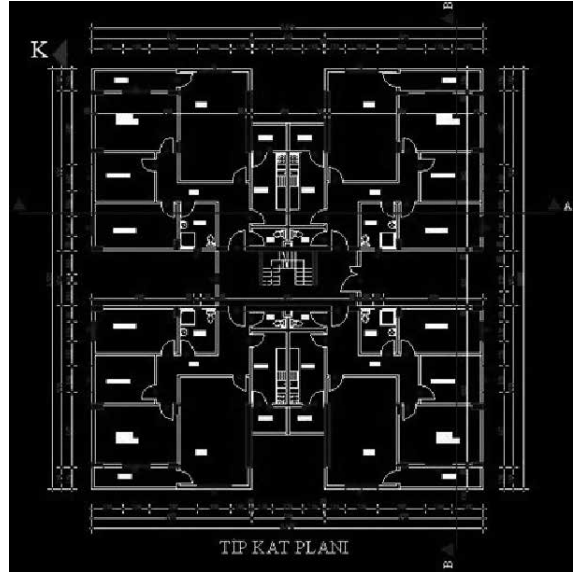
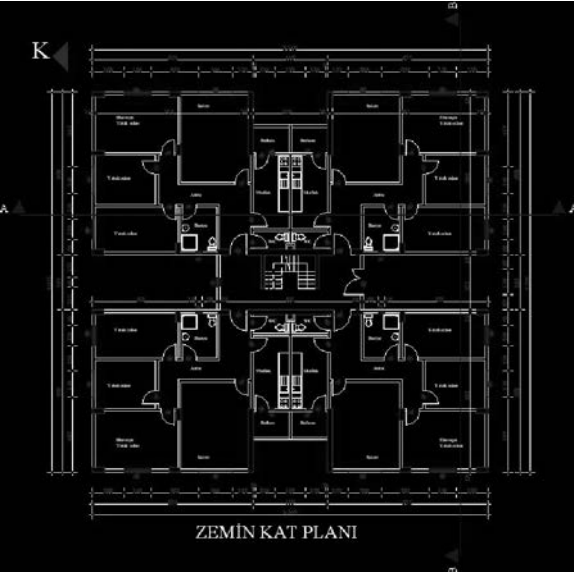
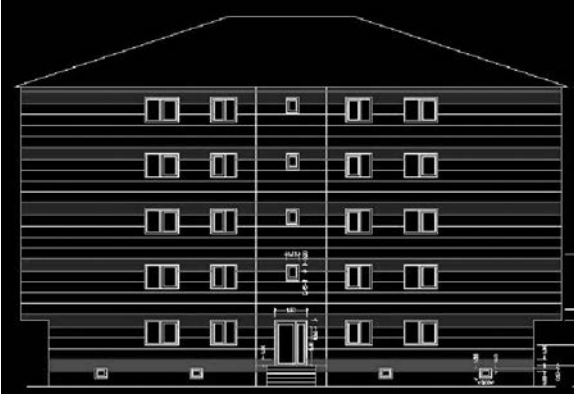
**Not -** Yukarıda örnek olarak verilen hesaplama, sadece bir duvar örneği için verilmiş olup, yapının dış hava temaslı diğer bölümleri ve toprak temaslı duvarlar için tekrarlanır.

## ÖRNEK ISI YALITIM PROJESİ

Bu bölümde, zemin kat dahil beş katlı bir apartman bir projesinin standarda ve yönetmeliğe uygun şekilde tasarımının yapılması ve bu çerçevede ısı yalıtım projesi hazırlanması konusuna yer verilmiştir.

### Örnek

apartmanın 3 'üncü derece gün bölgesinde inşa edileceği varsayılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak polistren esaslı malzemelerin yanı sıra yangın emniyeti dikkate alınarak her kat arasında bir sıra taş yünü yalıtım malzemesi de kullanılmıştır. Bu uygulama ile bir katta çıkabilecek yangının diğer katlara ulaşması kısmen engellenmiştir.



## YAPI MALZEMELERİNİN SIRALANIŞI VE DETAYLAR

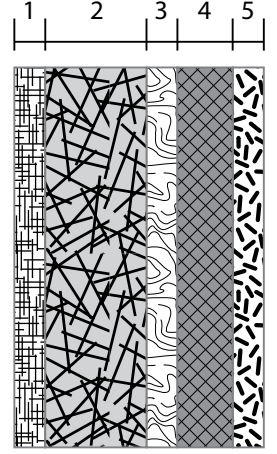
### Duvarlar

Bina betonarme karkas yapıdadır. Dolgu duvarlar yatay delikli tuğlalarla örülmüştür.

#### Dış Duvar 1 :

##### Duvar yapı bileşenleri

- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Donatılı beton (TS 825 Ek E – 5.1.1), 30 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : **İZOCAM Manto Taşyünü Yalıtım Levhası** (TS 825 Ek E – 10.5.2), 7 cm
- 5 : Anorganik esaslı dış sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6 cm



#### İzocam Manto Taşyünü



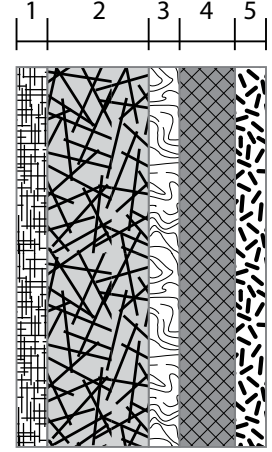
#### Ürün ile ilgili çok kısa bilgi

TS EN 13500'e uygun, özel olarak üretilen kaplamasız taşyünü levha olup sıvalı dış cephe yalıtım sistemlerinde ısı, ses yalıtımı ve yangın güvenliği amacıyla kullanılır

## Dış Duvar 2 :

### Duvar yapı bileşenleri

- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Donatılı beton (TS 825 Ek E – 5.1.1), 30 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : **İZOCAM Manto İzopor (EPS) Isı Yalıtım Levhası**  
(TS 825 Ek E – 10.3.1.1.4), 7 cm
- 5 : Anorganik esaslı dış sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6 cm



### İzocam Manto İzopor (EPS)



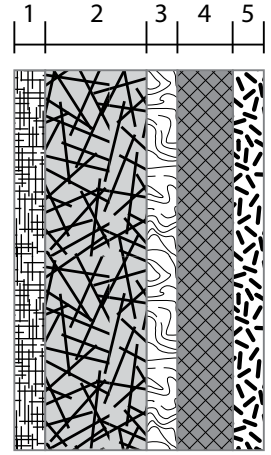
### Ürün ile ilgili çok kısa bilgi

Sıvalı dış cephe yalıtım sistemleri için TS EN 13499'a uygun şekilde, özel olarak üretilen ekspande polistiren levhadır. Blok halinde üretilir ve dinlendirilir.

### Dış Duvar 3 :

#### Duvar yapı bileşenleri

- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Donatılı beton (TS 825 Ek E – 5.1.1), 30 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : **İZOCAM Manto Foamboard (XPS) Levha**  
(TS 825 Ek E – 10.3.2.1.2), 7 cm
- 5 : Anorganik esaslı dış sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6 cm



#### İzocam Manto Foamboard (XPS)



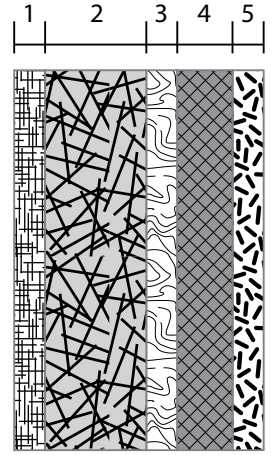
#### Ürün ile ilgili çok kısa bilgi

Sıvalı dış cephe ısı yalıtım sistemlerinde kullanılmak üzere özel olarak üretilen, yüksek ısı yalıtım özelliğine ve buhar difüzyon direncine sahip, ekstrüde polistiren levhalarıdır.

#### Dış Duvar 4 :

##### Duvar yapı bileşenleri

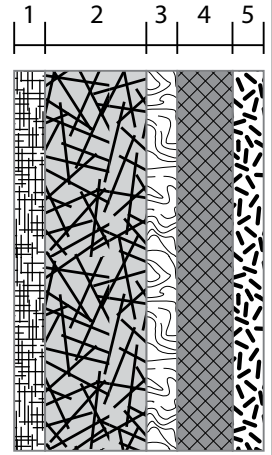
- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Yatay delikli tuğla (TS 825 Ek E – 7.1.6.4), 19 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : İZOCAM Manto Taşyünü Yalıtım Levhası (TS 825 Ek E – 10.5.2), 7 cm
- 5 : Anorganik esaslı dış sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6 cm



#### Dış Duvar 5 :

##### Duvar yapı bileşenleri

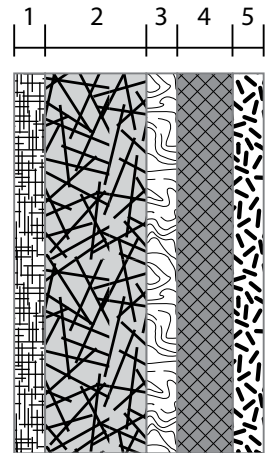
- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Yatay delikli tuğla (TS 825 Ek E – 7.1.6.4), 19 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : İZOCAM Manto İzopor (EPS) Isı Yalıtım Levhası (TS 825 Ek E – 10.3.1.1.4), 7 cm
- 5 : Anorganik esaslı dış sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6 cm



#### Dış Duvar 6 :

##### Duvar yapı bileşenleri

- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Yatay delikli tuğla (TS 825 Ek E – 7.1.6.4), 19 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : İZOCAM Manto Foamboard (XPS) Isı Yalıtım Levhası (TS 825 Ek E – 10.3.2.1.2), 7 cm
- 5 : Anorganik Esaslı Dış Sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6cm



## Taban/Döşeme

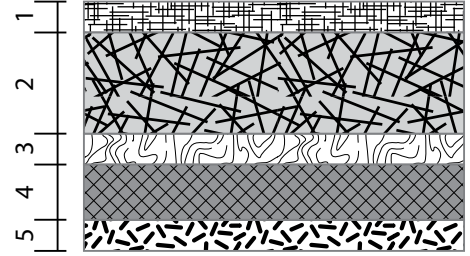
Kat döşemeleri beton-plak döşemedir. Bina tabanının bir kısmından ısıtılmayan iç hacme, bir kısmından da dış ortama ısı kaybetmektedir.

### Taban 1 (Isıtılmayan iç ortama bitişik) :

#### Taban 1 yapı bileşenleri

(zemin kaplama malzemeleri ıslak ve kuru zeminlerde her zaman farklıdır. Bu nedenle hesapların kaplama altındaki şaptan başlaması daha uygun olacaktır.

- 1 : Çimento harçlı şap (TS 825 Ek E – 4.6), 3 cm
- 2 : Donatılı beton (TS 825 Ek E – 5.1.1), 12 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : **İZOCAM Camyünü (Optimum) Tavan**  
(TS 825 Ek E – 10.5.2), 8 cm
- 5 : Kartonlu Alçı Levha (TS 825 Ek E – 6.5) 1,25 cm



### İzocam Camyünü Optimum



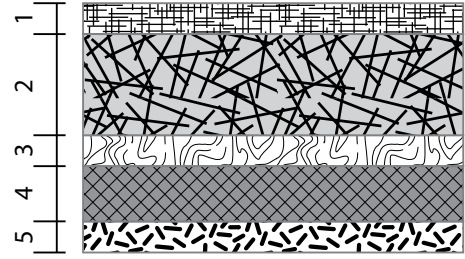
### Ürün ile ilgili çok kısa bilgi

Tavanlarda ısı ve ses yalıtımı amacıyla uygulanan, bir yüzü kraft kağıdı kaplı, açıldığında levha formunu alan camyünü şilte, tavan montajını sağlayan özel profilleri, bağlantı elemanları ve pencere aksesuarından oluşan yalıtım sistemidir.

## Taban 2 (Açık geçit üzeri/Çıkma) :

### Taban 2 yapı bileşenleri

- 1 : Çimento harçlı şap (TS 825 Ek E – 4.6), 3 cm
- 2 : Donatılı beton (TS 825 Ek E – 5.1.1), 12 cm
- 3 : Çimento harçlı sıva (TS 825 Ek E – 4.2), 2 cm
- 4 : İZOCAM Manto İzopor (EPS) Isı Yalıtım Levhası (TS 825 Ek E – 10.3.1.1.4), 8 cm
- 5 : Anorganik esaslı dış sıva (TS 825 Ek E – 4.8.2), 0,6 cm



### İzocam Manto İzopor (EPS)



### Ürün ile ilgili çok kısa bilgi

Sıvalı dış cephe yalıtım sistemleri için TS EN 13499'a uygun şekilde, özel olarak üretilen ekspande polistiren levhadır. Blok halinde üretilir ve dinlendirilir.

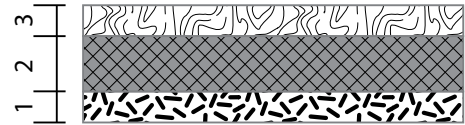
## Tavan

Tavan döşemesi beton-plak döşemedir. Çatı arası gezilmeyen kırma çatı olarak inşa edilecektir.

## Tavan (Çatılı) :

### Tavan yapı bileşenleri

- 1 : İç sıva (TS 825 Ek E – 4.1), 2 cm
- 2 : Donatılı Beton (TS 825 Ek E – 5.1.1), 12 cm
- 3 : İZOCAM Camyünü Şilte (TS 825 Ek E – 10.5.2), 14 cm



### İzocam Çatı Şiltesi



### Ürün ile ilgili çok kısa bilgi

Kullanılmayan çatı aralarında döşeme üzerinde, kullanılan çatı aralarında mertek aralarında kullanılabilen Tip 350 camyünü çatı şiltesidir. Uygulama sonrasında üzerinde yürünmemelidir.



## Pencereler

Pencereler çift camlı ve low-e kaplamalı camlardan imal edilmiştir.

## Dış Kapı

Dış kapı ısı yalıtımlı alüminyumdan imal edilmiştir.

## HESAP METODU

3 'üncü derece gün bölgesinde bulunan ve beş katlı betonarme karkas yapıda inşa edilen apartmanın tamamı konut olarak kullanılacak olup TS 825 - Madde 2.2 'de belirtilen tek hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanacaktır.

Detaylı hesaplara geçilmeden önce ilk olarak yapılması gereken proje üzerinde her farklı malzeme grubu için ısı kaybeden alanların bulunması ve bu alanların çevrelediği brüt bina hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Bu şekilde hem sonraki hesaplarda kullanılacak alanlar ayrı ayrı bulunmuş olacak, hem de A/V oranı tespit edilerek hesabı yapılacak bina için sınırlandırılan ısıtma enerjisi ihtiyacı belirlenmiş olacaktır.

Detayları verilen örnek apartmanın; dış duvar, tavan, taban/döşeme, dış ortamla temas eden döşeme alanı ve yönlerine göre pencere alanları aşağıda verilmiştir.

### Dış Duvar Alanları :

1. Betonarme Dış Duvar Alanı (Taşyünü)	= 242,82 m <sup>2</sup>
2. Betonarme Dış Duvar Alanı (İzopor (EPS))	= 395,56 m <sup>2</sup>
3. Betonarme Dış Duvar Alanı (Foamboard (XPS))	= 46,62 m <sup>2</sup>
4. Tuğla Dış Duvar Alanı (Taşyünü)	= 124,20 m <sup>2</sup>
5. Tuğla Dış Duvar Alanı (İzopor (EPS))	= 808,47 m <sup>2</sup>
6. Tuğla Dış Duvar Alanı (Foamboard(XPS))	= 32,87 m <sup>2</sup>

### Döşeme alanları

1. Taban Alanı (Isıtılmayan iç ortama bitişik)	= 451,90 m <sup>2</sup>
2. Taban Alanı (Açık geçit üzeri/Çıkma)	= 23,35 m <sup>2</sup>

### Tavan Alanı

Tavan (Çatılı)	= 501,56 m <sup>2</sup>
----------------	-------------------------

### Pencere alanları

Güney cephesi	= 54,84 m <sup>2</sup>
Kuzey cephesi	= 54,84 m <sup>2</sup>
Doğu cephesi	= 63,80 m <sup>2</sup>
Batı cephesi	= 63,80 m <sup>2</sup>
Toplam pencere alanı	= 237,28 m <sup>2</sup>

### Kapı alanları

Dış kapı alanı	= 3,15 m <sup>2</sup>
----------------	-----------------------

### Isı kaybeden toplam alan

$$A_{\text{toplam}} = 242,82 \text{ (Dış duvar 1)} + 395,56 \text{ (Dış duvar 2)} + 46,62 \text{ (Dış duvar 3)} + 124,2 \text{ (Dış duvar 4)} + 808,47 \text{ (Dış duvar 5)} + 32,87 \text{ (Dış duvar 6)} + 451,9 \text{ (Tavan)} + 23,35 \text{ (Taban1)} + 501,56 \text{ (Taban2)} + 237,28 \text{ (Pencere)} + 3,15 \text{ (Dış kapı)}$$

$$A_{\text{toplam}} = 2867,78 \text{ m}^2$$

### Isıtılan brüt hacim

$$V_{\text{brüt}} = 6.115,36 \text{ m}^3$$

### Net kullanım alanı

$$A_n = 2867,78 \text{ m}^2$$

$$A/V = 0,468 \text{ m}^{-1}$$

## YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI SINIR DEĞERİNİN HESAPLANMASI

Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınır değerinin bulunması EK A-A1 veya A2'ye göre hesaplanacaktır. EK A'daki hangi çizelgedeki hangi verinin sınır olarak kabul edileceği; binanın A/V oranına, inşa edileceği derecenin bölgesine ve temiz kat yüksekliğine bağlıdır.

### Örnek binada;

1. A/V oranı (0,468) 0,2'den büyük, 1,05'den küçük olduğundan EK A-A2 kullanılmalıdır.
2. 3'üncü derecenin bölgesinde inşa edileceğinden bu bölgeye ait sınır değer dikkate alınmalıdır.
3. Temiz kat yüksekliği 2,6'dan büyük olduğundan EK A-A2'de hacimle ilişkili olarak verilen formül kullanılmalıdır.

$$Q'_{3,DG} = 16,6 \times A/V + 37,3 \text{ kWh/m}^3, \text{yıl}$$

$$Q'_{3,DG} = 16,6 \times 0,468 + 37,3 \text{ kWh/m}^3, \text{yıl}$$

$$Q'_{3,DG} = 23,14 \text{ kWh/m}^3, \text{yıl}$$

Örnek bina için yapılacak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, 23,14 olan sınır değerden küçük olması gerekliliği nedeniyle binada kullanılacak yalıtım malzemesi kalınlıkları bu durum dikkate alınarak belirlenmelidir.

Bu hesaplamada malzemelerin ısıl geçirgenlik katsayıları hesaplanırken, TS 825 EK A-A3'de tavsiye edilen ısıl geçirgenlik katsayılarına yakın değerlerin elde edilmesine dikkat edilmiş ve detaylar ölçeklendirilmiştir.

## ÖZGÜL ISI KAYBI HESABI

Binanın özgül ısı kaybı (H), iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ( $H_T$ ) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının ( $H_V$ ) toplanması ile bulunur ( $H = H_T + H_V$ ).

### Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı:

Binadan havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kayıpları için (doğal havalandırmada);

$H_V = 0,33 \cdot n_h \cdot V_n$  eşitliği kullanılır.

" $n_h$ " havalandırma sayısı olarak; standartta doğal havalandırma durumu için verilen  $0,8 \text{ h}^{-1}$  değeri alınır.

Binanın havalandırma hesabında kullanılacak olan hacim için " $V_h = 0,8 \times V_{\text{brüt}}$ " formülü kullanılarak;

$V_h = 0,8 \times 6115,36 = 4892,29 \text{ m}^3$  bulunur.

Bu durumda havalandırma yolu ile olan ısı kayıpları;

$H_V = 0,33 \times 0,8 \times 4892,29$

$H_V = 1291,56 \text{ W/K}$

olarak elde edilir.

### İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı:

İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları " $H_T = \Sigma A \cdot U + I \cdot U_i$ " formülü ile hesaplanır. Örnek binada ısı köprüleri bütünüyle engellenmiş olduğundan  $I \cdot U_i = 0$  alınacaktır. Bu durumda İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı;

$H_T = \Sigma A \cdot U$

$\Sigma A \cdot U = U_{D1} \cdot A_{D1} + U_{D2} \cdot A_{D2} + U_{D3} \cdot A_{D3} + U_{D4} \cdot A_{D4} + U_{D5} \cdot A_{D5} + U_{D6} \cdot A_{D6} + 0,8 U_T \cdot A_T + U_d \cdot A_d + 0,5 U_{ds} \cdot A_{ds} + U_p \cdot A_p + U_k \cdot A_k$  formülü ile bulunacaktır.

Binanın iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının bulunabilmesi için öncelikle ısı kaybeden her bir farklı yapı bileşeni için ayrı ayrı ısıl geçirgenlik katsayıları (U) hesaplanır.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e}$$

Örnek binada yalıtımın standarda uygun olması hedeflenmiştir. Ayrıca ısı köprülerinin önlenmesinde en etkin yol olan mantolama sistemi ile yalıtım yapılması planlanmıştır.

Duvarlarda; tuğla ve betonarme üzerine dış taraftan ısıl iletkenlik hesap değeri ( $\lambda$ )  $0,040 \text{ W/mK}$  olan taş yünü ve ekspande polistren köpük ile ısıl iletkenlik hesap değeri ( $\lambda$ )  $0,035 \text{ W/mK}$  olan ekstrüde polistren köpük yalıtım malzemeleri kullanılmıştır. Yalıtımda süreklilik ve uygulama kolaylığı bakımından bu malzemelerin her birinin kalınlığı  $6 \text{ cm}$  olarak belirlenmiştir.

Tavanda ısı iletkenlik hesap değeri ( $\lambda$ ) 0,040 W/mK ve kalınlığı 14 cm olan cam yünü şilte yalıtım malzemesi kullanılmıştır.

Isıtılmayan iç ortamdan bina tabanını ayıran döşemede kullanılan "Optimum" serisi cam yünü yalıtım malzemesi 8 cm, standartta açık geçit olarak belirtilen ıkmalar "İzopor" ekspande polistren köpük yalıtım malzemesi ise 6 cm kalınlıklarda seçilmiştir. Her iki malzemenin de ısı iletkenlik hesap değeri ( $\lambda$ ) 0,04 W/mK'dir.

Pencereler ift camlı 9 mm hava boşluklu ve üçüncü yüzeyde kaplamalı olarak seçilmiştir.

Kat araları ve komşu duvarları standardın 1,3'üncü maddesinde belirtildiği şekilde R direnci 0,8 olacak şekilde hem ısı hem de ses yalıtımı sağlaması nedeniyle taş yünü yalıtım malzemesi ile yalıtılmıştır.

Yapılan bu kabuller doğrultusunda formüllerden yararlanılarak hesaplanan iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları standarda uygun olarak hazırlanan aşağıdaki izelge'de verilmiştir.

## BİNANIN ÖZGÜL ISI KAYBI ÇİZELGESİ

Binadaki yapı elemanları		Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı kaybedilen yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı kaybı A x U W/K
DUVAR: Dış Havaya Açık Duvar 1.1 - B. A + Taşyünü	1/ $\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,07	0,04	1,750			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017			
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
Toplam				2,090	0,479	242,82	116,20
DUVAR: Dış Havaya Açık Duvar 1.2 - B. A + İzopor	1/ $\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,07	0,04	1,750			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017			
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
Toplam				2,090	0,479	395,56	189,30
DUVAR: Dış Havaya Açık Duvar 1.3 - B. A + Foamboard	1/ $\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	5.1.1 Donatılı	0,3	2,5	0,120			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,07	0,035	2,000			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017			
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
Toplam				2,340	0,427	46,62	19,93
DUVAR:Dış Hava- ya Açık Duvar1.4- Tuğla+Taşyünü	1/ $\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	7.1.5.4 Yatay delikli tuğlalarla yapılan	0,19	0,42	0,452			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,07	0,04	1,750			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017			
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
Toplam				2,422	0,413	124,20	51,28
DUVAR:Dış Hava- ya Açık Duvar1.5- Tuğla+İzopor	1/ $\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020			
	7.1.5.4 Yatay delikli tuğlalarla yapılan	0,19	0,42	0,452			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013			
	10.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,07	0,04	1,750			
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017			
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,040			
Toplam				2,422	0,413	808,47	333,80

Binadaki yapı elemanları		Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/mK)	Isıl iletkenlik direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı geçirgenlik katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı kaybedilen yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı kaybı A x U W/K	
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.6 - Tuğla + Foamboard	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020				
	7.1.5.4 Yatay delikli tuğlalarla yapılan	0,19	0,42	0,452				
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013				
	10.3.2.1.2 Ekstrüde polistren köpüğü-TS	0,07	0,35	2,000				
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017				
1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)				0,040				
Toplam				2,672	0,374	32,87	12,30	
TAVAN:Çatılı Tavan1.1-Çatı arası	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130				
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,14	0,04	3,500				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020				
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)				0,080			
Toplam				0,8 x A x U	3,778	0,265	501,56	106,21
TABAN: Isıtılmayan İç Taban1.1 - Isıtılmayan İç	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013				
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,08	0,04	2,000				
	6.5 Alçı karton plakalar (TS 452 ye uygun)	0,0125	0,25	0,050				
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)				0,170			
Toplam				0,5 x A x U	2,472	0,405	451,90	91,41
TABAN: Açık Geçit Üzeri Taban1.1 - Açık Geçit Üzeri	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,013				
	10.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS	0,08	0,04	2,000				
	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan	0,006	0,35	0,017				
	1/ $\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)				0,040			
Toplam				2,309	0,433	23,35	10,11	
Dış Pencere1					2,4	237,28	569,472	
Dış Kapı1					4	3,15	12,6	
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						1.513,2		
$\Sigma AU = U_d A_d + U_p A_p + 0.8 U_{T_1} A_{T_1} + 0.5 U_{L_1} A_{L_1} + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU = 1.513,2$				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I U_i$				
Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_v$				Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = 1.291,56 \text{ W/K}$				
$H = H_T + H_v = 2.804,76 \text{ W/K}$								

İletim ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları toplanarak binanın özgül ısı kaybı bulunduğu bu çizelgenin hazırlanmasından sonra yıllık ısıtma enerjisi hesabının yapılacağı ikinci çizelgenin hazırlanmasına geçilir.

Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplandığı  $Q_{ay} = [ H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) ] \cdot t$  formülünde yer alan iç ve dış ortam sıcaklıkları EK B - B1 ve B2'den alınır.

İç ısı ve güneş enerjisi kazançları ve kazanç kullanım faktörü aşağıda verildiği şekilde her ay için ayrı ayrı hesaplanarak çizelgeye işlenir.

### İç ısı kazancı:

Standartta göre bina konut olarak kullanılıyorsa iç ısı kazançları kullanım alanı başına en fazla 5 W/m<sup>2</sup> olarak alınmalıdır.

Binanın iç ısı kazancı;

$$\phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n = 5 \times 1956,9$$

$$\phi_{i,ay} = 9785 \text{ (W)}$$

Net kullanım alanı ( $A_n$ );

$$A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 0,32 \times 6115,36 = 1956,9 \text{ m}^2,$$

bulunur.

Güneş enerjisi kazancı:

Güneş enerjisi kazancı;

$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$  formülü ile bulunacaktır.

Güneş enerjisi kazançlarının hesaplanması sırasında kullanılacak olan gölgelenme faktörü ( $r_{i,ay}$ ); binanın güney, kuzey ve doğu yönlerinde, müstakil binaların bulunduğu kabulüyle 0,8, batı yönünde ise ağaçlardan kaynaklı gölgelenmeye maruz kaldığı kabulüyle 0,6 alınmıştır.

Saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü, ( $g_{i,ay}$ )  $g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp}$  formülü ile bulunur. Burada;  $F_w = 0,8$  sabit değere sahip olup,  $g_{\perp}$  değeri pencere sisteminde kullanılan camlama durumuna göre değişmektedir. Örnek binada çok katlı cam kullanılmış olduğu için  $g_{\perp}$  değeri 0,75 (TS 825-Çizelge 6) alınmıştır.

" $I_{i,ay}$ " değerleri her ay için Ek C'den alınır.

Mart ayı için Ek C'den alınan aylık güneş ışınımı şiddeti değerleri aşağıdaki gibidir.

$$I_{güney,mart} = 87 \text{ W/m}^2$$

$$I_{kuzey,mart} = 52 \text{ W/m}^2$$

$$I_{batı/doğu,mart} = 77 \text{ W/m}^2$$

" $A_i$ " değerleri, yönler göre toplam pencere alanlarıdır. Örnek olarak seçilen binada aşağıda verilen pencere alanları hesaplanmıştır.

$$A_{güney} = 54,84 \text{ m}^2,$$

$$A_{kuzey} = 54,84 \text{ m}^2,$$

$$A_{doğu} = 63,8 \text{ m}^2, A_{batı} = 63,8 \text{ m}^2$$

Bu veriler doğrultusunda mart ayı için anlık güneş enerjisi kazancı " $\phi_{s,mart}$ " aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\phi_{s,mart} = (0,8 \times (0,8 \times 0,75) \times 87 \times 54,84)_{güney} + (0,8 \times (0,8 \times 0,75) \times 52 \times 54,84)_{kuzey} + (0,8 \times (0,8 \times 0,75) \times 77 \times 63,8)_{dogu} + (0,6 \times (0,8 \times 0,75) \times 77 \times 63,8)_{batı}$$

$$\phi_{s,mart} = 7.785 \text{ W}$$

### Kazanç kullanım faktörü

Kazanç kullanım faktörü " $\eta_{ocak} = 1 - e^{-1/KKO}$ " formülü ile hesaplanır

Mart ayındaki kazanç kullanım faktörünün hesaplanması için önce " $KKO_{mart}$ " ın hesaplanması gerekmektedir.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$$

$$KKO_{ay} = (9785 + 7785) / 2895,96 \times (19 - 4, 1)$$

$$KKO_{ay} = 0,41$$

Buradan;

$$\eta_{ocak} = 1 - e^{-1/0,41}$$

$$\eta_{ocak} = 0,91 \text{ bulunur.}$$

Bulunan değerler aşağıdaki eşitlikte yerlerine konulduğunda;

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$$

$$Q_{mart} = [2895,96 \times (19 - 4,1) - 0,91 \times (9785 + 7785)] \times 86400 \times 30 \times 10^{-3}$$

$$Q_{mart} = 70.402.618 \text{ kJ}$$

olarak bulunur.

Buraya kadar yapılan hesaplar her ay için tekrarlanarak toplam ısı kaybı bulunur ve karşılaştırma yapılarak standarda uygunluğu kontrol edilir.

Bu veriler doğrultusunda hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çizelgesi aşağıdaki gibi oluşturulur.



## YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI ÇİZELGESİ

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı		Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$\phi_i$ (W)		$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
Ocak	2.804,76	19,3	54.132	9.785	5.908	15.693	0,29	0,97	100.854.896
Şubat		18,9	53.010		7.566	17.351	0,33	0,95	94.677.631
Mart		14,9	41.791		9.492	19.277	0,46	0,89	63.853.205
Nisan		8,9	24.962		10.901	20.686	0,83	0,70	27.170.547
Mayıs		4,6	12.902		13.015	22.800	1,77	0,43	8.030.265
Haziran		0,5	1.402		13.779	23.564	16,80	0	0
Temmuz		0,0	0		13.382	23.167	0,00	0	0
Ağustos		0,0	0		12.310	22.095	0,00	0	0
Eylül		1,8	5.049		9.978	19.763	3,91	0	0
Ekim		7,4	20.755		7.735	17.520	0,84	0,70	22.010.030
Kasım		13,4	37.584		5.650	15.435	0,41	0,91	61.011.232
Aralık		17,7	49.644		5.134	14.919	0,30	0,96	91.555.796

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t \text{ (J)} \quad (1 \text{ kJ} = 0.278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh})$$

$$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 469.163.994$$

Toplam ısı kaybı  $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 469.163.994 \text{ (kJ)} = 130.428 \text{ kWh}$

İç ısı kazancı  $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$

Güneş enerjisi kazancı  $\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı  $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü  $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

$A_{toplam} = 2.867,78 \text{ m}^2$

$V_{brüt} = 6.115,36 \text{ m}^3$

**Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi;**

$$Q = Q_{yil} / V_{brüt} = 21,33 \text{ kWh/m}^3$$

$A_{top} / V_{brüt} = 0,47$  oranı 3. bölge için Ek A-A2'den alınan  $Q' = 24,4 \text{ A/V} + 11,7$  eşitliğinde yerine konulduğunda

**$Q = 23,14 \text{ kWh/m}^3$**  bulunur. Bu değer hesaplanan  $Q$  ile karşılaştırılarak projenin standarda uygunluğu tanımlanır.

**$Q < Q' (21,33 < 23,14)$  olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, sınır değerinin altındadır.**

**Proje, bu standartta verilen hesap metoduna göre standarda uygundur.**

## ÖRNEK APARTMAN PROJESİNDE ISI KAYBEDEN YAPI ELEMANLARINDAN BUHAR GEÇİŞİNİN TAHKİKİ VE SINIRLANDIRILMASI

Örnek projede mantolama yalıtım uygulaması yapılması nedeniyle yoğuşma beklenmemektedir. Herhangi ayda herhangi ara yüzeyde yoğuşma olmaması durumunda;

- a) F.2.5.3.3 Başlangıç ayı maddesinde belirtilen “12 aydan herhangi bir tanesinde yoğuşma bulunmamışsa, bileşende yoğuşma oluşmadığı raporlanır” ifadesine dayanılarak yoğuşma olmadığı belirtilecek,
- b) F.2.5.7 Yapıların değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin;
  1. “a” maddesine göre yapının, yapı elemanları arasındaki yoğuşmanın olmadığı rapor edilecek,
  2. “d” maddesine göre (Yoğuşma hesabı yapılan yapı bileşeninde hiçbir ayda yoğuşma gerçekleşmemiş olsa bile en azından Aralık ve Ocak ayları için difüzyon akış grafikleri raporda yer almalıdır.) grafikler raporlanacak,
  3. “e” maddesine göre (Hesaplanan her bir yapı elemanı için Ek H’de verilen bütün çizelgeler, yapılan projeye uygun olarak düzenlenerek rapor edilmelidir.) çizelgeler raporlanacaktır.

Yoğuşma hesabında apartman projesinin üçüncü derecedün bölgesinde bulunan Ankara ilinde uygulanacağı varsayılmıştır.

3’üncü bölge için Ek B2’de verilen dış sıcaklık değerleri, Ek G’de verilen Ankara iline ait dış ortamın bağıl nem değerleri ile hesaplamalarda kullanılacak iç ortam sıcaklığı ve iç ortamın bağıl nem değeri aşağıdaki gibidir.

### Sıcaklık-Bağıl nem çizelgesi

	Dış ortam sıcaklığı (°C)	Dış ortam bağıl nemi (%)	İç ortam sıcaklığı (°C)	İç ortam bağıl nemi (%)
Ocak	-0,3	0,76	20	65
Şubat	0,1	0,71		
Mart	4,1	0,65		
Nisan	10,1	0,62		
Mayıs	14,4	0,59		
Haziran	18,5	0,55		
Temmuz	21,7	0,49		
Ağustos	21,2	0,48		
Eylül	17,2	0,52		
Ekim	11,6	0,62		
Kasım	5,6	0,72		
Aralık	1,3	0,78		

Örnek projede mantolama yalıtım uygulaması yapılması nedeniyle yoğuşma beklenmemektedir.

Hiçbir ayda yoğuşma gerçekleşmemesi durumunda;

- 1- Başlangıç ayının bulunması ile ilgili F.2.5.3.3 (a) 12 aydan herhangi bir tanesinde yoğuşma bulunmamışsa, bileşende yoğuşma oluşmadığı raporlanır) ve yapıların değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin belirtildiği F.2.5.7 (a) Herhangi ayda herhangi ara yüzeyde yoğuşma olmaması durumu) maddelerine göre, yapı elemanları arasında yoğuşmanın olmadığı rapor edilecektir.
- 2- Grafiklerin rapor edilmesi ile ilgili F.2.5.7 "d" maddesine göre Aralık ve Ocak ayları için difüzyon akış grafikleri hazırlanacaktır.
- 3- Çizelgelerin rapor edilmesi ile ilgili F.2.5.7 "e" maddesine göre hesaplanan her bir yapı elemanı için Ek H'de verilen "Yapı bileşeninin termofiziksel özellikleri", "Yapı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı" ve "Yapı bileşenindeki yoğuşma ve buharlaşma miktarı" çizelgeleri hazırlanacaktır.

### DIŞ DUVAR - 1

Bu projede yer alan dış duvar 1 "kireç harçlı sıva", "betonarme (donatılı)", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto Taşyünü" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EKE sıra no 10.5'de verilen "Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun) malzemelerden oluşmaktadır.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 1) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

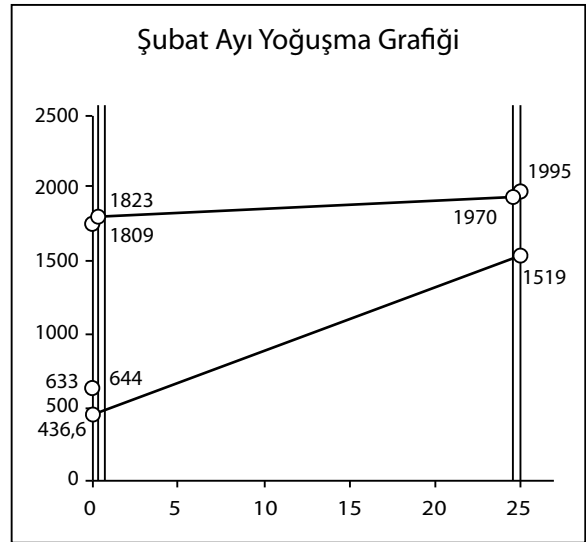
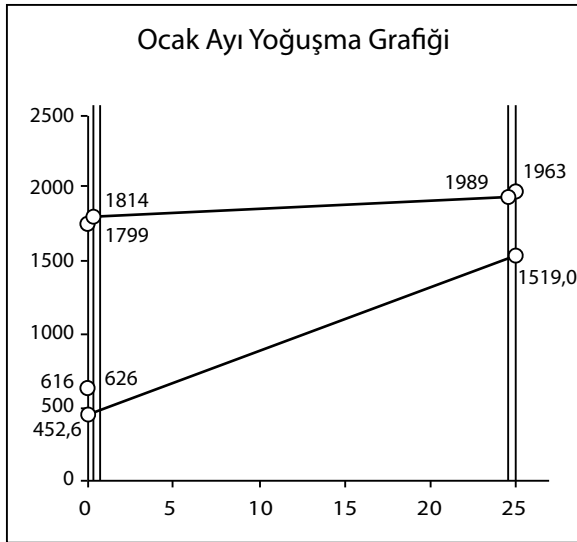
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d	Su buharı difüzyon direnci katsayısı $\mu$	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı $S_d$	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif) $S_{dT}$	Isıl iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci R	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif) $R_T$
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10e uygun ısı iletkenlik	0,07	1	0,07	0,1600	0,04	1,75	1,807
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	0,4600	1,6	0,013	1,82
4	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	24,4600	2,5	0,12	1,94
5	4.1. Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	15	0,3	24,7600	1	0,02	1,96
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,09
$S_{dT} = 24,7600$						$1/U = 2,09$		

**U= 0,478 W/m<sup>2</sup>K**

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akış yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır. Bulunan sıcaklıklara karşılık gelen doymuş buhar basınçları Çizelge F1' den (**Sayfa 73**) okunarak yapı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi hazırlanır ve grafikler çizilir.

### Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 1) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	616	0,5	633
1.Yüzey	0,3	626	0,7	644
2.Yüzey	15,8	1799	15,9	1808
3.Yüzey	15,9	1814	16,0	1823
4.Yüzey	17,2	1963	17,2	1970
İç Yüzey	17,4	1989	17,4	1995
İç Ortam	20	2337	20	2337



\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

**Dış Duvar 1 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi**

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

**SONUÇ :**

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## DIŞ DUVAR - 2

Bu projede yer alan dış duvar 1 "kireç harçlı sıva", "betonarme (donatılı)", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto İzopor (EPS) Yalıtım Levhası" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EK E sıra no 10.3.1'de verilen "Ekspande polistiren köpük (PS)-levhalar") malzemelerden oluşmaktadır.

Bir önceki yapı bileşenine benzer şekilde diğer çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 2) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

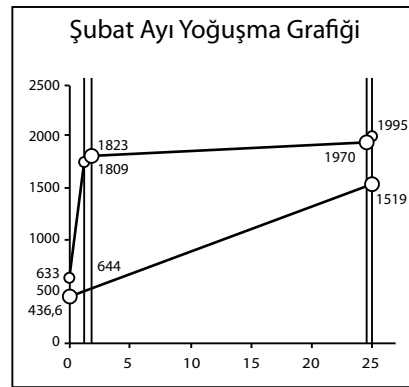
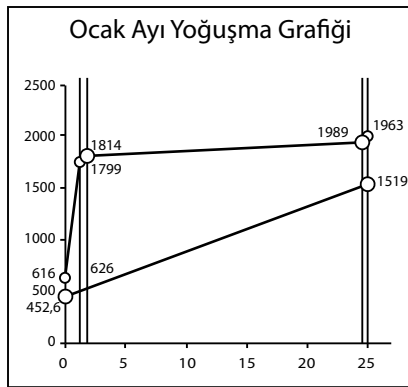
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif)
-	-	d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	$R_T$
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun ısı iletkenlik grupları 040	0,07	20	1,4	1,4900	0,04	1,75	1,807
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	1,7900	1,6	0,013	1,82
4	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	25,7900	2,5	0,12	1,94
5	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	15	0,3	26,0900	1	0,02	1,96
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,09
$S_{dT} = 26,0900$							$1/U = 2,09$	

$$U = 0,478 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akışı yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır.

## Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 2) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	616	0,5	633
1.Yüzey	0,3	626	0,7	644
2.Yüzey	15,8	1799	15,9	1808
3.Yüzey	15,9	1814	16,0	1823
4.Yüzey	17,2	1963	17,2	1970
İç Yüzey	17,4	1989	17,4	1995
İç Ortam	20	2337	20	2337



\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

## Dış Duvar 2 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

## SONUÇ :

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

### DIŞ DUVAR - 3

Bu projede yer alan dış duvar 1 "kireç harçlı sıva", "betonarme (donatılı)", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto Foamboard (XPS) Yalıtım Levhası" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EK E sıra no 10.3.2'de verilen "Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar") malzemelerden oluşmaktadır.

Bir önceki yapı bileşenine benzer şekilde diğer çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

#### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 3) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci R	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif) R <sub>T</sub>
-	-	d	μ	S <sub>d</sub>	S <sub>dt</sub>	λ <sub>h</sub>	R	R <sub>T</sub>
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.3.2.1.2 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun ısı iletkenlik grupları 035	0,07	80	5,6	5,6900	0,035	2	2,057
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	5,9900	1,6	0,013	2,07
4	5.1.1 Donatılı	0,3	80	24	29,9900	2,5	0,12	2,19
5	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	15	0,3	30,2900	1	0,02	2,21
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,34
S <sub>dt</sub> = 30,2900							1/U = 2,34	

$$U = 0,427 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akış yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır.



### Yapı Bileşenin (Dış Duvar 3) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	614	0,5	631
1.Yüzey	0,3	623	0,7	641
2.Yüzey	15,8	1847	15,9	1855
3.Yüzey	15,9	1860	16,0	1869
4.Yüzey	17,2	1997	17,2	2003
İç Yüzey	17,4	2021	17,4	2026
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşenin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Dış Duvar 3 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşenin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşenin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## DIŞ DUVAR - 4

Bu projede yer alan dış duvar 1 "kireç harçlı sıva", "yatay delikli tuğla", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto Taşyünü" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EK E sıra no 10.5'de verilen "Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun)malzemelerden oluşmaktadır.

Bir önceki yapı bileşenine benzer Şekilde diğerk çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşenin (Dış Duvar 4) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci	Yüzeysel ısı iletk. direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif)
-	-	d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	$R_T$
-	-	m	-	M	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10e uygun ısı iletkenlik	0,07	1	0,07	0,1600	0,04	1,75	1,807
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	0,4600	1,6	0,013	1,82
4	7.1.5.4 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,19	5	0,95	1,4100	0,42	0,452	2,272
5	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	15	0,3	1,7100	1	0,02	2,292
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,422
$S_{dT} = 1,7100$							$1/U = 2,422$	

$$U = 0,412 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerkleri alınarak ısı akış yoğunluğuk  $[q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)]$ , iç yüzey  $(\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q)$ , dış yüzey  $(\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q)$  ve ara sıcaklıklar  $(\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q, \theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q)$  hesaplanır.

### Yapı Bileşenin (Dış Duvar 4) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	613	0,5	631
1.Yüzey	0,3	622	0,7	640
2.Yüzey	15,8	1547	15,9	1560
3.Yüzey	15,9	1559	16,0	1571
4.Yüzey	17,2	2013	17,2	2019
İç Yüzey	17,4	2036	17,4	2042
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşenin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Dış Duvar 4 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\phi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşenin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşenin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## DIŞ DUVAR - 5

Bu projede yer alan dış duvar 1 "kireç harçlı sıva", "yatay delikli tuğla", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto İzopor (EPS) Yalıtım Levhası" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EK E sıra no 10.3.1'de verilen "Ekspande polistiren köpük (PS) levhalar") malzemelerden oluşmaktadır.

Çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 5) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısıl iletkenlik direnci, malzemenin ısıl direnci	Yüzeysel ısıl iletk. direnci, malzemenin ısıl direnci (kümülatif)
		d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	$R_T$
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 16163e uygun Isıl iletkenlik grupları 040	0,07	20	1,4	1,4900	0,04	1,75	1,807
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	1,7900	1,6	0,013	1,82
4	7.1.5.4 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,19	5	0,95	2,7400	0,42	0,452	2,272
5	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	15	0,3	3,0400	1	0,02	2,292
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,422
						$S_{dT} = 3,0400$	$1/U = 2,422$	

$$U = 0,412 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akış yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır.

### Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 5) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	613	0,5	631
1.Yüzey	0,3	622	0,7	640
2.Yüzey	15,8	1547	15,9	1560
3.Yüzey	15,9	1559	16,0	1571
4.Yüzey	17,2	2013	17,2	2019
İç Yüzey	17,4	2036	17,4	2042
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Dış Duvar 5 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## DIŞ DUVAR - 6

Bu projede yer alan dış duvar 1 "kireç harçlı sıva", "yatay delikli tuğla", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto Foamboard (XPS) Yalıtım Levhası" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EKE sıra no 10.3.1'de verilen "Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar") malzemelerden oluşmaktadır.

Çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 6) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci	Yüzeysel ısı iletk. direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif)
-	-	d	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	$R_T$
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,040
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.3.2.1.2 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun ısı iletkenlik grupları 035	0,07	80	5,6	5,6900	0,035	2	2,057
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	5,9900	1,6	0,013	2,07
4	7.1.5.4 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,19	5	0,95	6,9400	0,42	0,452	2,522
5	4.1 Kireç harcı, kire.-çimento harcı	0,02	15	0,3	7,2400	1	0,02	2,542
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,672
$S_{dT} = 7,2400$							$1/U = 2,672$	

$$U = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akışı yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır.

### Yapı Bileşeninin (Dış Duvar 6) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	612	0,5	629
1.Yüzey	0,3	620	0,7	638
2.Yüzey	15,8	1604	15,9	1616
3.Yüzey	15,9	1615	16,0	1627
4.Yüzey	17,2	2039	17,2	2045
İç Yüzey	17,4	2060	17,4	2065
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Dış Duvar 6 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## TAVAN

Bu projede yer alan tavan, kullanılmayan çatı arasını ayırmaktadır. Yapı bileşenleri; "kireç harçlı sıva", "betonarme döşeme" ve "İzocam Camyünü Şilte" (TS 825-EK E sıra no 10.5.2'de verilen "Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (camyünü, taşyünü vb.)") malzemelerden oluşmaktadır.

Çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Tavan) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci	Yüzeysel ısı iletk. direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif)
		d	$\mu$	$S_d$	$S_{dt}$	$\lambda_h$	R	$R_T$
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	15	0,3	0,3000	1	0,02	0,06
2	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	9,9000	2,5	0,048	0,108
3	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EB 13162 10 e uygun ısı iletkenlik	0,14	1	0,14	10,0400	0,04	3,5	3,608
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	3,738
				$S_{dt} = 10,0400$			$1/U = 3,738$	

$$U = 0,267 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akış yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_i \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır.



### Yapı Bileşeninin (Tavan) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	606	0,5	624
1.Yüzey	0,3	2106	0,7	2110
2.Yüzey	15,8	2139	15,9	2143
İç Yüzey	17,4	2153	17,4	2157
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Tavan - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

### TABAN 1 (Isıtılmayan iç ortama bitişik)

Bu projede yer alan taban, ısıtılmayan iç ortama ve dış ortama açık olmak üzere iki farklı yapıdan oluşmaktadır. İlk olarak ısıtılmayan iç ortama bitişik taban bölümü hesaplanacaktır. Yapı bileşenleri; "çimento harçlı şap", "betonarme (donatılı)", "çimento harçlı sıva", "İzocam Optimum Tavan Şiltesi ve Alçı Karton Levha" (TS 825-EKE sıra no 10.5'de verilen "Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun) malzemelerden oluşmaktadır.

Çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Taban 1) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif)
		d	$\mu$	Sd	Sd <sub>T</sub>	$\lambda_h$	R	R <sub>T</sub>
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	6.5 Alçı karton plakalar (TS 452'ye uygun)	0,0125	8	0,1	0,1000	0,25	0,05	0,09
2	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) e uygun ısı iletkenlik	0,08	1	0,08	0,1800	0,04	2	2,09
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	1,4800	1,6	0,013	2,103
4	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	10,0800	2,5	0,048	2,151
5	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	15	0,45	10,5300	1,4	0,021	2,172
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,302
				Sd <sub>T</sub> = 10,5300		1/U = 2,302		

$$U = 0,434 \text{ W/m}^2$$

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akış yoğunluğu  $[q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)]$ , iç yüzey  $(\theta_{yi} = \theta_i - R_1 \cdot q)$ , dış yüzey  $(\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q)$  ve ara sıcaklıklar  $(\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q, \theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q)$  hesaplanır. Bulunan sıcaklıklara karşılık gelen doymuş buhar basınçları Çizelge F1'den (**Sayfa 73**) okunarak yapı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi hazırlanır ve grafikler çizilir.

### Yapı Bileşeninin (Taban 1) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	612	0,5	630
1.Yüzey	0,3	615	0,7	633
2.Yüzey	15,8	1951	15,9	1958
3.Yüzey	15,9	1972	16,0	1978
4.Yüzey	17,2	2023	17,2	2029
İç Yüzey	17,4	2046	17,4	2052
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Taban 1 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## TABAN 2 (Açık geçit üzeri)

Yapı bileşenleri; "kireç harçlı sıva", "betonarme (donatılı)", "çimento harçlı sıva", "İzocam Manto İzopor Yalıtım Levhası" ve "anorganik esaslı dış cephe sıvası" (TS 825-EK E sıra no 10.3.1.1.4'de verilen "Polistren-Partiküler Köpük" malzemelerden oluşmaktadır.

Çizelge ve grafikler aşağıdaki gibi oluşturulur.

### Apartman Projesi Yapı Bileşeninin (Taban 2) Termofiziksel Özellikleri Çizelgesi

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci R	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif) R <sub>T</sub>
-	-	d	μ	S <sub>d</sub>	S <sub>dt</sub>	λ <sub>h</sub>	R	R <sub>T</sub>
-	-	m	-	m	M	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,006	15	0,09	0,0900	0,35	0,017	0,057
2	10.3.1.1.4 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun ısı iletkenlik grupları 040	0,08	20	1,6	1,6900	0,04	2	2,057
3	4.2 Çimento harcı	0,02	15	0,3	1,9900	1,6	0,013	2,07
4	5.1.1 Donatılı	0,12	80	9,6	11,5900	2,5	0,048	2,118
5	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	15	0,45	12,0400	1,4	0,021	2,139
-	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	2,269
S <sub>dt</sub> = 12,0400							1/U = 2,269	

**U= 0,440 W/m<sup>2</sup>K**

Ek B/B.1'den 1°C artırarak iç sıcaklık (19+1=20°C) ve Ek B/B.2'den aylık ortalama dış sıcaklık değerleri alınarak ısı akış yoğunluğu [ $q = U \cdot (\theta_i - \theta_e)$ ], iç yüzey ( $\theta_{yi} = \theta_i - R_1 \cdot q$ ), dış yüzey ( $\theta_{yd} = \theta_d + R_e \cdot q$ ) ve ara sıcaklıklar ( $\theta_1 = \theta_{yi} - R_1 \cdot q$ ,  $\theta_2 = \theta_1 - R_2 \cdot q$ ) hesaplanır. Bulunan sıcaklıklara karşılık gelen doymuş buhar basınçları Çizelge F1'den (**Sayfa 73**) okunarak yapı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi hazırlanır ve grafikler çizilir.

### Yapı Bileşeninin (Taban 2) Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Ocak		Şubat	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	-0,3	596	0,1	615
Dış Yüzey	0,1	616	0,5	634
1.Yüzey	0,3	627	0,7	645
2.Yüzey	15,8	1863	15,9	1871
3.Yüzey	15,9	1887	16,0	1895
4.Yüzey	17,2	1950	17,2	1956
İç Yüzey	17,4	1978	17,4	1984
İç Ortam	20	2337	20	2337

\*12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir. Bu standartta belirtilen bir gereklilik olması nedeniyle basınç ve sıcaklık dağılımı çizelgesi ve grafikler aralık ve ocak ayları için raporlanmıştır.

### Taban 2 - Yapı Bileşenindeki Yoğuşma Miktarı Çizelgesi

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Ocak	-0,3	0,76	0	0
Şubat	0,1	0,71	0	0
Mart	4,1	0,65	0	0
Nisan	10,1	0,62	0	0
Mayıs	14,4	0,59	0	0
Haziran	18,5	0,55	0	0
Temmuz	21,7	0,49	0	0
Ağustos	21,2	0,48	0	0
Eylül	17,2	0,52	0	0
Ekim	11,6	0,62	0	0
Kasım	5,6	0,72	0	0
Aralık	1,3	0,78	0	0

### SONUÇ :

- 1) Yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı 17 C'nin üzerinde olduğundan küf oluşma riski yoktur.
- 2) 12 ay boyunca, ele alınan yapı bileşeninin hiçbir noktasında yoğuşma gerçekleşmemiştir.
- 3) Buhar geçişinin tahkiki yapılan yapı bileşeni standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından standarda uygundur.

## Ek G - İllerin ve bazı ilçelerin aylık ortalama bağıl nem oranları (%)

İL/İLÇE ADI	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
ABANA	77	76	77	79	80	77	76	76	78	80	77	77
ADANA	66	64	65	68	67	68	71	71	65	62	66	68
ADİYAMAN	69	66	62	59	50	35	31	34	36	50	64	72
AFŞİN	79	75	69	61	59	52	46	48	53	64	74	79
AFYON	78	73	67	63	61	57	54	54	56	65	73	79
AĞRI	82	82	81	75	70	64	59	57	59	70	79	83
AKSARAY	70	66	61	58	56	51	47	46	49	58	66	71
AMASYA	68	62	58	58	57	55	54	55	57	62	67	70
ANKARA	76	71	65	62	59	55	49	48	52	62	72	78
ANTALYA	65	64	67	70	67	60	58	61	62	60	66	68
ARDAHAN	77	76	75	70	70	71	69	67	65	71	75	79
ARHAVİ	72	70	71	74	77	79	82	82	82	81	78	74
ARTVİN	64	63	61	60	63	66	70	71	67	66	64	65
AYDIN	70	67	65	63	57	49	51	56	57	62	68	73
AYVALIK	77	76	75	74	69	64	63	65	68	74	79	79
BALIKESİR	81	78	75	71	68	61	61	63	64	72	79	82
BARTIN	84	81	79	79	78	77	78	80	82	84	84	85
BATMAN	78	71	67	64	57	42	35	36	41	58	72	79
BAYBURT	72	71	67	61	60	58	54	54	53	62	69	73
BİLECİK	78	75	71	68	67	65	65	66	66	72	75	78
BİNGÖL	71	69	65	60	54	43	37	37	42	59	68	73
BİTLİS	77	77	75	70	64	55	51	53	55	67	75	79
BODRUM	64	63	63	63	59	52	50	54	56	61	65	67
BOLU	80	76	73	71	72	73	72	72	72	77	78	82
BOZKURT	80	80	80	80	81	80	79	79	80	82	79	80
BURDUR	74	69	65	62	58	51	46	46	51	59	70	77
BURSA	71	70	69	68	64	60	58	61	65	71	73	73
CİDE	74	72	72	75	76	74	75	76	77	77	74	72
ÇANAKKALE	84	81	81	81	78	73	69	70	74	78	83	84
ÇANKIRI	80	74	67	67	66	62	58	59	62	69	77	80
ÇATALZEYİN	77	76	77	79	80	77	76	76	78	80	77	77
ÇORUM	78	73	68	67	67	64	61	62	63	69	75	79
DALAMAN	73	72	75	76	73	65	66	69	69	71	75	76
DATCA	65	63	64	63	60	54	52	53	54	61	66	68
DENİZLİ	73	70	67	63	57	49	48	50	54	63	70	76
DİYARBAKIR	75	70	67	65	56	38	29	30	35	52	68	76
DOĞANYURT	71	72	72	66	74	71	75	73	74	77	72	69
DURSUNBEY	74	72	69	66	64	60	59	61	61	68	73	76
DUZCE	81	75	72	71	71	70	72	73	74	78	79	81
EDİRNE	82	75	73	69	65	61	57	58	63	73	80	83
ELAZIĞ	75	72	66	60	55	43	36	36	41	59	72	76

**Ek G'nin devamı**

<b>İL/İLÇE ADI</b>	<b>Oca</b>	<b>Şub</b>	<b>Mar</b>	<b>Nis</b>	<b>May</b>	<b>Haz</b>	<b>Tem</b>	<b>Ağu</b>	<b>Eyl</b>	<b>Eki</b>	<b>Kas</b>	<b>Ara</b>
ELBİSTAN	74	70	66	63	61	58	55	55	57	65	72	74
ERZİNCAN	75	72	66	60	59	54	50	51	54	68	75	77
ERZURUM	78	77	75	67	63	59	54	51	54	66	75	79
ESKİŞEHİR	79	75	69	66	64	61	57	58	61	68	74	80
FETHİYE	66	63	64	65	62	57	57	59	60	63	67	68
GAZİ ANTEP	75	72	68	66	59	50	47	50	53	62	73	77
GİRESUN	71	71	74	79	80	79	79	77	78	77	72	70
GÖKOVA	73	71	73	73	68	59	57	60	62	68	74	76
GÖKSUN	79	76	73	69	66	59	54	56	61	69	76	81
GÜMÜŞHANE	71	68	65	63	64	64	64	64	63	68	71	72
HAKKARİ	71	71	67	60	54	44	39	37	38	54	64	72
HATAY	75	71	70	71	70	71	73	73	69	66	71	76
HOPA	66	67	72	75	79	78	80	80	78	76	69	63
IĞDIR	66	59	50	48	49	45	43	45	50	62	65	68
İNEBOLU	77	76	77	79	80	77	76	76	78	80	77	77
ISPARTA	71	68	65	63	59	53	49	51	56	62	69	75
İSTANBUL	79	76	75	74	74	70	71	74	75	80	79	80
İZMİR	71	69	67	64	60	53	51	54	58	64	70	73
K.MARAŞ	70	66	62	60	56	53	54	55	53	58	68	73
KARABÜK	73	68	64	64	59	58	59	61	61	65	71	75
KARAMAN	76	73	67	59	57	51	46	47	51	61	71	77
KARS	82	81	81	74	73	72	72	69	67	73	80	83
KASTAMONU	75	71	66	66	65	64	60	61	65	71	76	78
KAYSERİ	77	74	68	63	63	58	52	52	55	64	72	77
KELEŞ	69	67	64	63	59	57	55	54	56	62	66	71
KIĞI	66	64	62	59	54	49	45	44	46	57	65	68
KİLİS	68	64	61	57	49	46	50	51	48	49	60	70
KIRIKKALE	79	74	67	65	62	58	54	53	56	65	75	80
KIRKLARELİ	79	75	73	69	66	64	60	63	66	73	78	80
KIRŞEHİR	79	75	69	67	63	58	53	53	56	65	75	80
KOCAELİ	78	75	74	72	71	69	71	73	73	78	78	78
KONYA	76	71	63	58	56	48	42	43	46	58	71	78
KORKUTELİ	68	66	63	61	58	50	46	48	51	58	67	71
KÖYCEĞİZ	68	66	66	65	59	50	50	54	56	62	69	72
KÜTAHYA	71	68	63	60	58	57	56	57	58	63	68	73
MALATYA	73	68	61	55	51	41	35	35	40	56	70	75
MANİSA	75	70	67	64	56	47	45	48	53	63	73	78
MARDİN	66	63	60	54	43	34	29	30	33	47	58	68
MARMARİS	73	71	73	73	68	59	57	60	62	68	74	76
MERSİN	68	68	70	73	75	77	78	76	69	65	66	68
MERZİFON	77	73	69	66	67	67	64	65	65	69	74	77
MESUDİYE	77	74	72	69	70	70	68	71	71	73	76	78
MİLAS	70	67	67	66	61	52	51	56	60	64	70	73
MUĞLA	76	73	71	69	63	53	49	51	56	65	75	80

**Ek G'nin devamı**

İL/İLÇE ADI	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
MUŞ	80	79	77	69	62	51	42	40	45	64	77	82
NEVŞEHİR	70	69	63	60	58	54	52	51	51	59	66	71
NİĞDE	75	71	65	60	59	54	48	49	51	62	70	75
ORDU	68	69	72	75	75	72	72	72	72	74	71	69
OSMANİYE	64	61	62	63	62	61	65	63	58	59	63	68
POZANTI	66	63	64	64	60	59	59	57	56	61	66	68
PÜLÜMÜR	75	74	71	64	59	54	49	49	51	65	75	76
RİZE	75	74	76	76	77	77	79	79	80	81	78	76
SAKARYA	76	75	73	73	73	71	74	75	75	79	78	77
SAMSUN	68	70	74	80	80	77	74	74	75	76	71	68
ŞANLI URFA	72	67	63	60	48	38	35	38	41	51	65	74
Ş.KARAHİSAR	71	68	64	60	61	60	57	56	56	63	69	73
SİİRT	73	67	64	59	51	37	30	29	34	51	65	74
SİNOP	72	72	75	78	78	76	77	76	75	75	75	73
ŞIRNAK	69	69	65	59	56	52	52	48	50	54	59	66
SİVAS	77	74	69	64	63	61	59	58	59	66	74	78
SOLHAN	75	74	71	64	57	47	40	40	43	59	70	77
TEKİRDAĞ	82	79	79	79	77	74	71	73	75	79	82	82
TOKAT	69	65	59	60	61	60	58	59	60	66	70	72
TOSYA	74	68	61	60	61	59	54	55	56	62	70	77
TRABZON	69	68	72	76	78	76	76	76	75	75	71	68
TUNCELİ	75	72	66	61	57	48	40	39	44	62	73	76
ULUDAĞ	72	73	71	69	63	62	59	59	61	65	71	77
ULUS	80	75	71	72	70	70	68	68	74	78	78	82
UŞAK	74	71	68	66	62	56	52	52	56	63	71	78
VAN	65	65	65	59	54	47	44	42	45	57	64	66
YALOVA	73	72	73	73	73	71	72	73	73	77	75	73
YOZGAT	80	78	74	70	68	65	61	60	61	69	77	81
ZONGULDAK	70	69	69	70	72	71	74	74	72	74	69	70

**Not -** Ek'te adı bulunmayan yerleşim birimleri için, ek'te verilen bağlı buldukları belediyenin bağıl nem değeri alınır.



## Ek H

**Çizelge H.1 - Yapı bileşeninin termofiziksel özellikleri**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı (kümülatif)	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci	Yüzeysel ısı iletkenlik direnci, malzemenin ısı direnci (kümülatif)
		D	$\mu$	$S_d$	$S_{dT}$	$\lambda_h$	R	$R_T$
-	-	M	-	m	m	W/(m.K)	m <sup>2</sup> .K/W	m <sup>2</sup> .K/W
1	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	
..								
..								
..								
..	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,13	
$S_{dT} = \dots m$						$1/U = \dots$		

**Çizelge H.2 - Yapı bileşeninin basınç ve sıcaklık dağılımı**

	Buharlaşmanın bitiş ayı		Başlangıç ayı		...		...		Buharlaşmanın başlangıç ayı	
	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)	Sıcaklık dağılımı (°C)	Basınç dağılımı (Pa)
Dış ortam										
Dış yüzey										
Ara yüzey										
...										
İç yüzey										
İç ortam										

**Çizelge H.3** - Yapı bileşenindeki yoğuşma ve buharlaşma miktarı

Aylar	$\theta_e$ (°C)	$\varphi_d$ (%)	$m_y$ (kg/m <sup>2</sup> )	$\Sigma m_y$ (kg/m <sup>2</sup> ) (kümülatif)
Başlangıç ayı	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		
	Ek 2 B	Ek G		

## Ek I - Binanın özgül ısı kaybı hesaplama çizelgesi (Bilgi için)

Binadaki yapı elemanları	Yapı elemanı kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Isıl iletkenlik direnci	Isı geçirgenlik katsayısı	Isı kaybedilen yüzey	Isı kaybı
	d (m)	$\lambda_h$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	A x U W/K
Duvar yüzeyleri						
Toplam						
Betonarme yüzeyler						
Toplam						
Taban/döşeme						
Toplam						
Tavan						
Toplam						
Dış kapı						
Pencere						
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						
$\Sigma AU = U_D A_D + U_p A_p + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + \dots$ $\Sigma AU =$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $H_T = \Sigma AU + I U_I$			
Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_V$			Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_V = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = \dots\dots\dots W/K$			
$H = H_T + H_V = \dots\dots\dots W/K$						

**Ek J - Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama çizelgesi**  
(Bilgi için)

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H=H_T+H_v$ (W/K)	$\theta_i-\theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i-\theta_e)$ (W)	$\phi_i$ (W)	$\phi_s$ (W)	$\phi_T=\phi_i+\phi_s$ (W)			
Ocak									
Şubat									
Mart									
Nisan									
Mayıs									
Haziran									
Temmuz									
Ağustos									
Eylül									
Ekim									
Kasım									
Aralık									

$$Q_{ay} = [H (\theta_i - \theta_e) - \eta (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \text{ (Joule)}$$

$$Q_{yil} = \sum Q_{ay} =$$

Toplam ısı kaybı  $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times \dots$  (kj) = .....kWh

Konutlar için iç ısı kazancı  $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$  (W)

Güneş enerjisi kazancı  $\phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı  $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü  $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

Örnek binadaki kullanım alanı  $A_n$  başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;

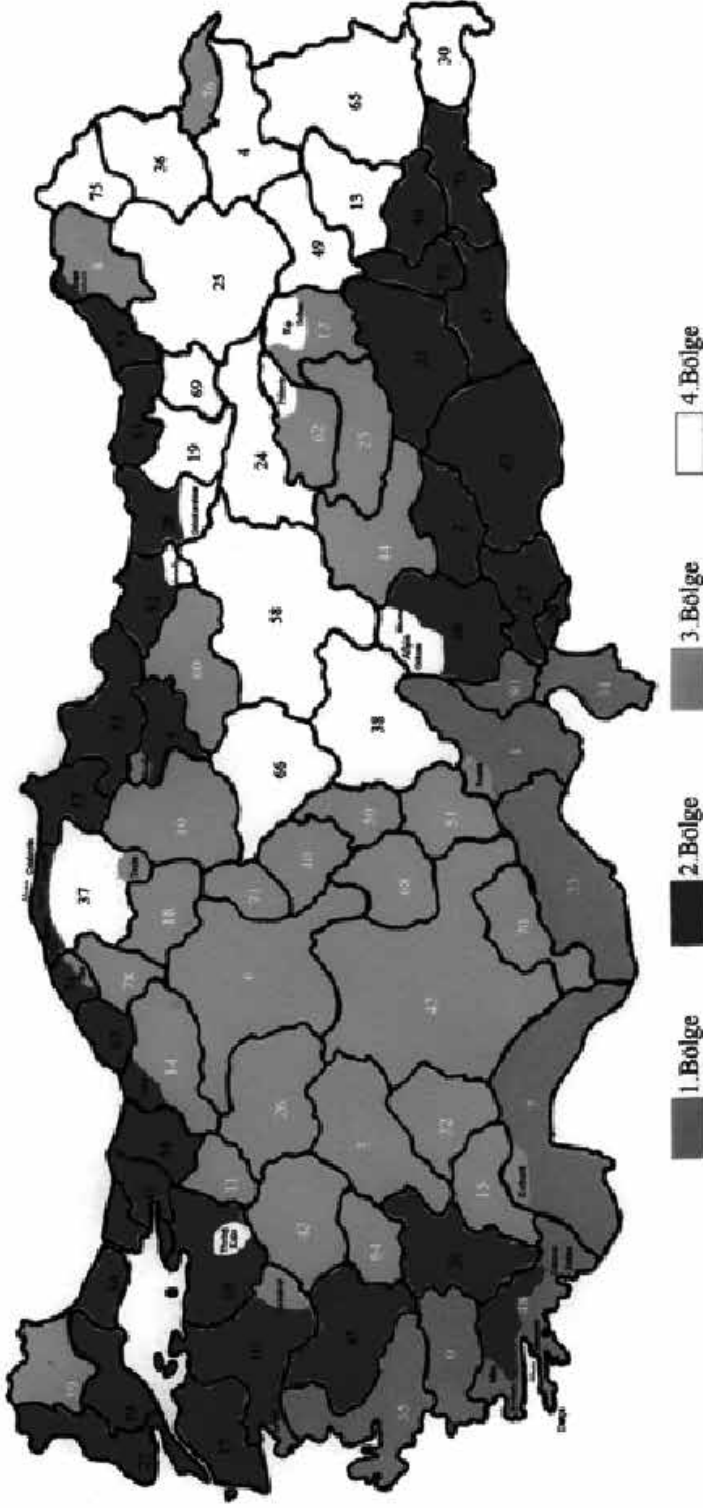
$$Q = Q_{yil} / A_n = \dots \text{ kWh/m}^2 \quad A_n = 0,32 V_{brüt} = \dots \text{ m}^2$$

Örnek binadaki ısıtılan yapı hacmi ( $V_{brüt}$ ) başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı  $Q = Q_{yil} / V_{brüt}$

$A_{top} / V_{brüt} = \dots$  oranı ..... bölge için Ek A'dan alınan  $Q' = \dots$  eşitliğinde yerine konulduğunda örnek bina için olması gereken en büyük ısı kaybı  $Q' = \dots$  kWh/m<sup>2</sup> veya  $Q = \dots$  kwh/m<sup>3</sup> bulunur ve hesaplanan Q ile karşılaştırılarak projenin ısı kaybı açısından uygunluğu tanımlanır.

Yapılan hesaplamada .....< ..... yani  $Q < Q'$  olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değerinin altında olduğu görülmektedir. O halde bu proje, bu standardda verilen hesap metoduna uygundur.

**Ek K - Derece gün bölgelerine göre illerimiz  
(Bilgi için)**



01.ADANA	10.BALIKESİR	19.ÇORUM	28.GİRESUN	37.KASTAMONU	46.K.MARAŞ	55.SAMSUN	64.UŞAK	73.ŞIRNAK
02.ADIYAMAN	11.BİLECİK	20.DENİZLİ	29.GÜMÜŞHANE	38.KAYSERİ	47.MARDİN	56.SİRT	65.VAN	74.BARTIN
03.AFYON	12.BİNGÖL	21.DİYARBAKIR	30.HAKKARI	39.KIRKLARELİ	48.MUĞLA	57.SINOP	66.YOZGAT	75.ARDAHAN
04.AĞRI	13.BİTLİS	22.EDİRNE	31.HATAY	40.KİRŞEHİR	49.MUŞ	58.SIVAS	67.ZONGULDAK	76.İĞDIR
05.AMASYA	14.BOLU	23.ELAZIĞ	32.ISPARTA	41.KOCAELİ	50.NEVSEHİR	59.TEKİRDAĞ	68.AKSARAY	77.YALOVA
06.ANKARA	15.BURDUR	24.ERZİNCAN	33.İÇEL	42.KONYA	51.NİĞDE	60.TOKAT	69.BAYBURT	78.KARABÜK
07.ANTALYA	16.BURSA	25.ERZURUM	34.İSTANBUL	43.KÜTAHYA	52.ORDU	61.TRABZON	70.KARAMAN	79.KİLİS
08.ARTVİN	17.ÇANAKKALE	26.ESKİŞEHİR	35.İZMİR	44.MALATYA	53.RİZE	62.TUNCELİ	71.KIRIKKALE	80.OSMANIYE
09.AYDIN	18.ÇANKIRI	27.GAZİANTEP	36.KARS	45.MANİSA	54.SAKARYA	63.ŞANLIURFA	72.BATMAN	81.DÜZCE

# BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ

## BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSI YÖNETMELİĞİ

Bayındırlık ve İskan Bakanlığından:

**Resmi Gazete Sayısı:** 27075

**Resmi Gazete Tarihi:** 05/12/2008

### BİRİNCİ BÖLÜM: Amaç, Kapsam, Dayanak, Tanımlar ve Kısaltmalar

#### Amaç

**Madde 1** - (Değişik madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\1.mad)

1. Bu Yönetmeliğin amacı, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

#### Kapsam

**Madde 2** - (Değişik madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\2.mad)

1. Bu Yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak binalarda;
  - a) Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,
  - b) Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,
  - c) Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,
  - ç) Ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine,
  - d) Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini arttırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsar.
2. Sanayi alanlarında üretim faaliyetleri yürütülen binalar, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan binalar, toplam kullanım alanı 50 m<sup>2</sup>'nin altında olan binalar, seralar, atölyeler ve münferit olarak inşa edilen ve ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl gibi binalar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

#### Dayanak

**Madde 3** - (Değişik madde : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\3.mad)

1. Bu Yönetmelik, 18/4/2007 tarihli ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununun 7 nci maddesinin birinci fıkrasının (ç) ve (d) bentleri ile 13/12/1983 tarihli ve 180 sayılı Bayındırlık ve İskân Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 30/A numaralı maddesine dayanılarak hazırlanmıştır.

## Tanımlar ve kısaltmalar

### Madde 4 -

1. Bu Yönetmelikte geçen;
  - a) Aydınlatma enerji tüketimi: Binanın aydınlatılması için harcanan toplam enerjiyi,
  - b) Aydınlatma yükü: Aydınlatma için kullanılan toplam kurulu gücü,
  - c) Bağımsız bölüm: Anagayrimenkulün ayrı ayrı ve başlı başına kullanılmaya elverişli olup, 2/7/1965 tarihli ve 634 sayılı Kat Mülkiyeti Kanunu hükümlerine göre bağımsız mülkiyete konu olan bölümlerini,
  - ç) Bakanlık: Bayındırlık ve İskan Bakanlığını,
  - d) Bina: Kendi başına kullanılabilen, üstü örtülü olan insanların içine girebilecekleri ve insanların oturma, çalışma, eğlenme veya dinlenmelerine veya ibadet etmelerine yarayan ve hayvanların ve eşyaların korunmasına uygun yapıyı,
  - e) Bina sahibi: Bina üzerinde mülkiyet hakkına sahip olan gerçek veya tüzel kişiyi veya varsa intifa hakkı sahibini, eğer her ikisi de yoksa binaya malik gibi tasarruf edeni,
  - f) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Bina yöneticisi: Kat Mülkiyeti Kanununa göre atanmış veya seçilmiş veya belirlenmiş olan ve bina yönetimini sağlayan kişiyi,
  - g) Bireysel ısıtma: Bağımsız bölüm içerisine yerleştirilen bir ısı üretim kaynağından elde edilen ısıtma enerjisi ile bağımsız bölümün ısıtılmasını,
  - ğ) Bölgesel ısıtma sistemi: Bir merkezden elde edilen ısıtma enerjisinin, mahalle ve daha büyük ölçekteki yerleşimlerde yer alan binalara dağıtılmasını ve bağımsız bölümlerin ısıtılmasını sağlayan sistemi,
  - h) Bölgesel sıhhi sıcak su sistemi: Bir merkezden elde edilen sıhhi sıcak suyun bölge içerisindeki binalara ve bağımsız bölümlere dağıtılması ve kullanılmasını sağlayan sistemi,
  - ı) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
  - i) Enerji kimlik belgesi: Asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgeyi,
  - j) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluşlar: Yeni tasarlanan binalar için; binanın tasarımında görev alan yetkili mimar ve mühendisleri, mevcut binalar için enerji verimliliği danışmanlık şirketlerini,
  - k) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
  - l) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
  - m) Enerji yöneticisi: Binalarda enerji yönetimi ile ilgili faaliyetleri yerine getirmekle sorumlu ve enerji yöneticisi sertifikasına sahip kişiyi,
  - n) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
  - o) Halojen lamba: İçinde halojen gaz bulunan tungsten halojen ve metal halojen olmak üzere iki çeşidi bulunan lambaları,
  - ö) Hizmet amaçlı binalar: Kamu binaları, okullar, ibadethaneler, hastaneler, sağlık merkezleri ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binaları, sığınma veya yaşlı veya çocukların bakımı için tahsis edilmiş sosyal hizmet binalar ve benzeri amaçlar için tahsis edilmiş binaları, sinema ve tiyatro, toplantı salonları, sergiler, müzeler, kütüphaneler, kültürel binalar ve sportif faaliyetlere tahsis edilen binalar ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binaları,
  - p) Isı pompası: Toprakta, havada ve suda düşük sıcaklıkta mevcut olan enerjinin, ısıtma ve/veya soğutma yapmak amacıyla bina içine iletilmesini sağlayan düzeneği,
  - r) İlgili idare: Yapı ruhsatı ve yapı kullanma izin belgesi verme yetkisine sahip belediye ve mücavir alan sınırları içindeki uygulamalar için büyükşehir belediyeleri ile diğer belediyeleri, bu alanlar dışında kalan alanlarda valilikler ile diğer idareleri,

- s) İklimlendirme sistemi: Ortam havasının, neminin, temizliğinin ve sıcaklığının bir arada kontrol edildiği ve taze hava ihtiyacının karşılandığı sistemi,
- ş) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) İşletmeci kuruluş: Mekanik ve elektrik sistemlerinin çalışmasından sorumlu kuruluşu,
- t) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
- u) Kaskad kazan sistemi: Birbirleri ile mekanik ve elektronik olarak haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre sıralı devreye girerek yakıt tasarrufu sağlayan, kazan yedekleme sıkıntısının olmadığı kazan sistemlerini,
- ü) Kazan: Yakıtın yakılması sonucu açığa çıkan enerjinin ısı taşıyıcı akışkana aktarılmasını sağlayan basınçlı kabı,
- v) Kojenerasyon: Isı ve elektrik ve/veya mekanik enerjinin aynı tesiste eş zamanlı olarak üretimini,
- y) Mekanik tesisat: İnşaat işlerinde makine mühendisliği etkinlik alanına giren ısıtma, soğutma, havalandırma, temiz ve pis su, sıhhi sıcak su ve yangın söndürme sistemleri işlerinin tümünü,
- z) Merkezi ısıtma sistemi: Bir merkezden elde edilen ısıtma enerjisi ile birden fazla bağımsız bölümün ısıtılmasını sağlayan sistemi,
- aa) Merkezi sıhhi sıcak su sistemi: Bir merkezden elde edilen sıhhi sıcak suyun binalara ve bağımsız bölümlere dağıtılması ve kullanılmasını sağlayan sistemi,
- bb) Merkezi soğutma sistemi: Bir merkezden elde edilen soğutma enerjisi ile birden fazla bağımsız bölümün soğutulmasını sağlayan sistemi,
- cc) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
- çç) Mevcut bina: Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden önce yapı ruhsatı alınıp yapımı devam eden veya yapımı tamamlanan binayı,
- dd) Nihai enerji tüketimi: Son kullanıcı tarafından binasında veya bağımsız bölümünde katı, sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerjinin ve elektrik enerjisinin toplam tüketimini,
- ee) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
- ff) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad)
- gg) Ticari amaçlı binalar: İş merkezleri, ofis ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binalar ve eğlence ve alışveriş merkezleri ve benzeri amaçlara tahsis edilmiş binalar ile otel, motel, pansiyon ve benzer amaçlara tahsis edilmiş binaları,
- ğğ) TSE: Türk Standardları Enstitüsünü,
- hh) Yenilenebilir enerji: Hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı ve gelgit gibi fosil olmayan enerji kaynaklarından elde edilebilen enerjiyi,
- ıı) Yıllık enerji ihtiyacı: Binanın ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma, elektrik ve aydınlatma sistemleri için birincil enerji cinsinden ortama bir yıl içerisinde verilmesi gereken ısı enerjisi miktarını,
- ii) Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı: Isıtma sisteminden ısıtılan ortama bir yıl içerisinde verilmesi gereken net ısı enerjisi miktarını,
- jj) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Yıllık sıhhi sıcak su enerjisi ihtiyacı: Sıcak su temini için bir yıl içerisinde harcanan net ısı enerjisi miktarını,
- kk) Yıllık soğutma enerjisi ihtiyacı: Soğutma sisteminin soğutulan ortamdan bir yıl içerisinde atması veya çekmesi gereken net ısı enerjisi miktarını
- ll) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) BEP-TR: Enerji kimlik belgelerinin düzenlenmesi için kullanılan ve Bakanlık internet adresinden erişim sağlanan yazılım programını,
- mm) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Binalarda enerji verimliliği: Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin düşmesine sebebiyet vermeksizin enerji tüketiminin azaltılmasını,
- nn) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Birincil enerji tüketimi: Son kullanıcı tarafından binasında veya bağımsız bölümünde katı, sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerji ile



tüketilen elektrik enerjisinin üretilmesi ve dağıtılması safhalarında tüketilen enerjilerle birlikte toplam tüketimlerini,

oo) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Denetim yapacak kurum ve kuruluşlar: Enerji kimlik belgesine göre binanın enerji tüketen ekipmanlarının, ilgili raporlarda belirtilen periyotlarda ilgili standartlarda belirtilen ve sistemin gerektirdiği periyodik kontrole, teste ve bakıma tabi tutulup tutulmadığının denetlenmesini yapacak olan ve Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş kurum veya kuruluşları,

öö) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Genel aydınlatma: Bir hacmin tamamında belirli kriterler kapsamında, aydınlatmada vurgu, yönlendirme ve farklı aydınlık seviyesine gerek olan kısmi bölge gibi özel ihtiyaçlar dikkate alınmaksızın talepleri karşılamak amacıyla yapılan aydınlatmayı,

pp) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Güvenlik aydınlatması: Gece şartlarında bina çevresinin güvenlik açısından kontrolün ve gözetimin daha kolay yapılmasını sağlamak amacıyla yapılan çevre aydınlatmasını,

rr) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Kullanım alanı: Binanın inşa edilen ve kullanılabilen tüm bölümlerinin; duvarlar, kolonlar, ışıklıklar, giriş holleri, açık çıkmalar, hava bacaları, saçaklar, tesisat galerileri ve katları, ticari amaçlı olmayan ve binanın kendi ihtiyacı için otopark olarak kullanılan bölüm ve katlar, yangın merdivenleri, asansörler, tabii zemin terasları, kalorifer dairesi, kömürlük, sığınak, su deposu ve hidrofor dairesi çıktıktan sonraki alanı,

ss) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Önemli tadilat: Binada cephe, mekanik ve elektrik tesisatı gibi enerji tüketimini etkileyen konularla ilgili toplam tadilat maliyetinin, binanın emlak vergisine esas değerinin % 25'ini aştığı tadilatları,

şş) (Ek bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\4.mad) Yapı inşaat alanı: Işıklıklar hariç olmak üzere, bodrum kat, asma kat ve çatı arasında yer alan mekanlar ve ortak alanlar dahil yapının inşa edilen bütün katlarının alanını ifade eder.

## **İKİNCİ BÖLÜM: İlkeler, Görevler, Yetkiler ve Sorumluluklar**

### **İlkeler**

#### **Madde 5 -**

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\5.mad) Yeni bina tasarımında, mevcut binaların proje değişikliği gerektiren önemli tadilat projelerinde, mekanik ve elektrik tesisat değişikliklerinde binanın özelliklerine göre bu Yönetmelikte öngörülen esaslar göz önüne alınır.
2. Binanın mimari, mekanik ve elektrik projeleri, diğer yasal düzenlemeler yanında, enerji ekonomisi bakımından bu Yönetmelikte öngörülen şartlara uygun değil ise, ilgili idare tarafından yapı ruhsatı verilmez.
3. Bu Yönetmelik esaslarına uygun projesine göre uygulama yapılmadığının tespiti halinde, tesbit edilen eksiklikler giderilinceye kadar binaya, ilgili idare tarafından yapı kullanım izin belgesi verilmez.
4. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\5.mad) Bu Yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında, Ek-8a'da verilen Türk Standartlarının güncel halleri, bu standartların olmaması halinde ise, Ek-8b'de verilen Avrupa Standartlarının güncel halleri esas alınır.
5. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\5.mad) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında proje, yapım, denetim ve diğer konularda tereddüde düşülen hususlar hakkında Bakanlığın görüşü alınır.
6. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\5.mad) Mevcut binaların, dış cephe duvarlarında ısı yalıtımı, ısıtma sisteminde kazan değişikliği, ferdi ve merkezi ısıtma sistemleri arasında dönüşüm

yapılması, merkezi soğutma sistemi kurulması, kojenerasyon sistemi kurulması veya yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretilmesi ile ilgili konularda tadilat yapılması halinde, bu Yönetmelik hükümleri doğrultusunda uygulama projesi hazırlanır ve yapı kullanım izni veren ilgili idare tarafından onaylanır ve uygulanması sağlanır.

7. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\5.mad) Bu Yönetmeliğin uygulanmasında, Avrupa Birliği mevzuatına uyum ile birlikte bu uyum kapsamında Avrupa Birliği ülkelerindeki binalarda asgari enerji performansı uygulamalarının bu Yönetmeliğe yansıtılması doğrultusunda gerekli değişikliklerin yapılması esastır.

## **Görev, yetki ve sorumluluk**

### **Madde 6 -**

1. Bu Yönetmelik hükümlerinin uygulanmasından;
  - a) İlgili idareler,
  - b) Enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar,
  - c) Yatırımcı kuruluşlar,
  - ç) Bina sahipleri, bina yöneticileri veya enerji yöneticileri,
  - d) İşletmeciler kuruluşlar,
  - e) İşveren veya temsilcileri,
  - f) Tasarım ve uygulamada görevli mimar ve mühendisler,
  - g) Uygulayıcı yükleniciler ve üreticiler,
  - ğ) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\6.mad) Binanın yapılmasında, kullanılmasında ve enerji kimlik belgesi düzenlenmesinde görev alan müşavir, danışman, proje kontrolü yapan gerçek veya tüzel kişiler, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar, denetleme kuruluşları ve işletme yetkilileri, görevli, yetkili ve sorumludur.
2. Yönetmelik hükümlerine göre inşa edilmemiş binalardan;
  - a) Projenin eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması halinde, proje müellifleri; yapımın eksik veya hatalı olması veyahut standartlara uygun olmaması halinde ise, varsa yapı denetim kuruluşu ve yüklenici veya yapımcı firma, yetkileri oranında sorumludur.
  - b) Sistemin uygun çalışmaması işletmeden kaynaklanıyor ise, bina sahibi, yöneticisi veya varsa enerji yöneticisi veya işletmeciler kuruluş doğrudan sorumlu olur.
  - c) İlgili idareler, sorumluluğun takip, tespit ve gereğinin yerine getirilmesi hususunda görevli ve yetkilidir.
3. İlgili idareler ve enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar, projelerin ve uygulamaların bu Yönetmelik hükümlerine uygun olup olmadığını denetler.
4. Bu Yönetmeliğe uygun tasarım ve uygulaması yapılmayan binalara yapı ruhsatı veya yapı kullanım izin belgesi verilmesi durumunda, ilgili idareler, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar ve varsa yapı denetim kuruluşları sorumlu olur.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: Bina Enerji Performansı Açısından Mimari Proje Tasarımı ve Mimari Uygulamaları

### Bina enerji performansı açısından mimari proje tasarımı

#### Madde 7 -

1. Binaların mimari tasarımında, imar ve ada/parsel durumu dikkate alınarak ısıtma, soğutma, doğal havalandırma, aydınlatma ihtiyacı asgari seviyede tutulur, güneş, nem ve rüzgar etkisi de dikkate alınarak, doğal ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma imkanlarından azami derecede yararlanılır.
2. Mimari tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir.
  - a) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\7.mad) Binaların ve iç mekânların yönlendirilmesinde, güneş, rüzgâr, nem, yağmur, kar ve benzeri meteorolojik veriler dikkate alınarak oluşturulan mimari çözümler aracılığı ile istenmeyen ısı kazanç ve kayıpları asgari düzeyde tutulur.
  - b) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\7.mad) Bina içerisinde sürekli kullanılacak yaşam alanları, güneş ısı ve ışığı ile doğal havalandırmadan en uygun derecede faydalanacak şekilde yerleştirilir.
  - c) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\7.mad) Mimari uygulama projesi ve sistem detaylarının, ısı yalıtım projesindeki bütün malzemeler ve nokta detayları ile bütünlük sağlaması, ısı yalıtımında sürekliliği sağlayacak şekilde, çatı-duvar, duvar-pencere, duvar-taban ve taban-döşeme-duvar bileşim detaylarını ihtiva etmesi gerekir.
  - ç) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\7.mad) Binanın yapılacağı yere ilişkin olarak yenilenebilir enerji kaynak kullanılması imkânlarının araştırılması ile oluşturulacak raporlar, mimari çözümlerde öncelikle dikkate alınır.

### Mimari uygulamalar

#### Madde 8 -

1. Mevcut binaların dış kabuğu, binanın enerji performansını olumsuz etkileyecek şekilde değiştirilemez.
2. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\8.mad) Isı kaybeden düşey dış yüzeylerinin toplam alanının % 60'ı ve üzerindeki oranlarda camlama yapılan binalarda pencere sisteminin ısı geçirgenlik katsayısının ( $U_p$ )  $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'den büyük olmayacak şekilde tasarlanması ve diğer ısı kaybeden bölümlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının TS 825 Standardında tavsiye edilen değerlerden % 25 daha küçük olmasının sağlanması durumunda, bu binalar TS 825 Standardına uygun olarak kabul edilir. Söz konusu binalar için ısı yalıtım projesi ve hesaplamalar TS 825 Standardında tanımlanan usul ve esaslara göre yapılır. Bu hesaplamalar içerisinde bu fıkrada belirtilen şartların yerine getirildiğinin ayrıca gösterilmesi gerekir. Ayrıca, yaz aylarındaki istenmeyen güneş enerjisi kazançları için tasarım sırasında tedbirler alınır.
3. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\8.mad)
4. Yeni yapılacak binalar için ısı yalıtım raporu hazırlanmasının gerektiği durumlarda ve mevcut binalara yapılan uygulamalarda, iç yüzeyden dış yüzeye doğru oluşturulan katmandaki yapı ve ısı yalıtım malzemeleri, giydirme cam cephenin iç yüzeyindeki cama yapıştırılan film tabakasının ısı geçirgenlik katsayısı, giydirme cam cepheli binanın bulunduğu iklim bölgesindeki TS 825 standardında tavsiye edilmiş olan ısı geçirgenlik katsayısından büyük olamaz.
5. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\8.mad)
6. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\8.mad)

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: Isı Yalıtımı Esasları, Asgari Hava Sirkülasyonu ve Sızdırmazlık

### Bina ısı yalıtımı esasları

#### Madde 9 -

1. Binaların ısı yalıtımı hesaplamalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur.
  - a) Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının TS 825 standardında belirtilen sınır değerden küçük olması gerekir.
  - b) Bitişik nizam olarak yapılacak olan binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yapılırken, bitişik nizam tarafında kalan duvarlar da dış duvar gibi değerlendirilir.
2. Binaları dış havadan, topraktan veya düşük iç hava sıcaklığına sahip ortamlardan ayıran yapı bileşenlerinin yüzeyleri, TS 825 standardında belirtilen asgari ısı yalıtım şartlarına uygun şekilde yalıtılır.
3. Bina kabuğunu oluşturan, duvar, döşeme, balkon, konsol, taban, tavan, çatı ve pencere/duvar birleşimleri ısı köprüsü oluşmayacak şekilde yalıtılır. Mevcut binalarda ısı köprülerinin önlenememesi durumunda, ısıyı nakleden kaplama yüzeylerinde oluşan ısı köprüleri sebebiyle gerçekleşen ısı kaybı hesabı TS EN ISO 10211-1, TS EN ISO 10211-2, TS EN ISO 14683 veya TS EN ISO 6946 standardına göre yapılır ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanmasında dikkate alınır.
4. Belediye hudutları ve mücavir alan sınırları dışında, köy nüfusuna kayıtlı ve köyde sürekli oturanların, köy yerleşik alanları civarında ve mezralarda 2 kata kadar olan ve toplam döşeme alanı 100 m<sup>2</sup>'den küçük (dış havaya açık balkon, teras, merdiven, geçit, aydınlık ve benzeri yerler hariç) yeni binalar ile bu alanlardaki;
  - a) Yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının, TS 825 standardında belirtilen yapı bileşenleri değerlerine eşit veya daha küçük olması,
  - b) Toplam pencere alanının, ısı kaybeden dış duvar alanının %12'sine, eşit veya daha küçük olması hallerinde konstrüksiyonların ve ayrıntıların mimari projede gösterilmesi şartıyla, "ısı yalıtım projesi" yapılması gerekmez. Bu durumda yukarıdaki şartların sağlandığını gösteren bir "ısı yalıtım raporu" düzenlenmesi yeterlidir.
5. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\9.mad) Binanın bağımsız bölümleri arasındaki duvar, taban ve tavan gibi yapı elemanlarında, R direnci en az 0,80 m<sup>2</sup>K/W olacak şekilde yalıtım uygulanır.
6. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\9.mad)
7. Bu Yönetmelikte belirtilmeyen hususlarda TS 825 standardına uyulur.
8. Yapı ve yalıtım malzemelerinin standarda uygunluğu;
  - a) Yapı ve yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri TS 825 Ek-E'de verilmiş olup, ısı yalıtım projesi burada verilen değerlere göre hesaplanır. Bina yapımında kullanılacak yapı ve yalıtım malzemeleri için 8/9/2002 tarihli ve 24870 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği çerçevesinde, Yapı ve Yalıtım Malzemelerinin CE veya G uygunluk işareti ve uygunluk beyanı veya belgesi alması zorunludur.
  - b) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\9.mad) Birinci fıkra hükümleri çerçevesinde beyan edilen ısı iletkenlik hesap değerlerinin TS 825 Ek-E'deki değerlerden daha küçük olması ve bu değerlerin hesaplamalarda kullanılmak istenilmesi halinde, beyan edilen ısı iletkenlik hesap değerlerinin hesaplamalarda kullanılabilmesi için, Bakanlıkça bu amaç için özel olarak görevlendirilmiş bir kuruluş tarafından, malzemenin beyan edilen ısı iletkenlik hesap değerlerinin belgelendirilmesi şarttır. Eğer bu belgelendirme yapılmamış ise, hesaplamalarda, söz konusu malzemenin beyan edilen ısı iletkenlik hesap değeri yerine TS 825 Ek-E'deki değerleri alınır. Görevlendirilmiş kuruluşun çalışma usul ve esasları Bakanlıkça belirlenir.

## Isı yalıtım projesi zorunluluğu

### Madde 10 -

1. (1) Bu Yönetmelik hükümleri uyarınca TS 825 standardında belirtilen hesap metoduna göre, yetkili makina mühendisi tarafından hazırlanan "ısı yalıtımı projesi" imara ilişkin mevzuat gereğince yapı ruhsatı verilmesi safhasında tesisat projesi ile birlikte ilgili idarelerce istenir.
2. (2) Isı yalıtım projesinde;
  - a) Isı kayıpları, ısı kazançları, kazanç/kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü ve aylık ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının büyüklüklerinin, TS 825 standardında verilen "Binanın Özgül Isı Kaybı" ve "Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı" çizelgelerindeki örneklerde olduğu gibi çizelgeler halinde verilmesi ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının (Q), TS 825 standardında verilen yıllık ısıtma enerjisi (Q<sub>i</sub>) formülünden elde edilecek olan sınır değerden büyük olmadığı gösterilmesi,
  - b) Konutlar dışında farklı amaçlarla kullanılan binalarda yapılacak hesaplamalarda, binadaki farklı bölümler arasındaki sıcaklık farkı 4 C'den daha fazla ise ve bu binada birden fazla bölüm için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanacaksa, bu bölümlerin sınırlarının şematik olarak çizilmesi, sınırların ölçüleri ve bölümlerin sıcaklık değerleri üzerinde gösterilmesi,
  - c) Binanın ısı kaybeden yüzeylerindeki dış duvar, tavan ve taban/döşemelerde kullanılan malzemeler, bu malzemelerin eleman içindeki sıralanışı ve kalınlıkları, duvar, tavan ve taban/döşeme elemanlarının alanları ve "U" değerlerinin belirtilmesi,
  - ç) Pencere sistemlerinde kullanılan cam ve çerçevenin tipinin, bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanlarının ve "U" değerlerinin belirtilmesi,
  - d) Havalandırma tipinin belirtilmesi, mekanik havalandırma söz konusu ise, hesaplamalar ve sonuçlarının proje raporunda belirtilmesi,
  - e) Isı yalıtım projesinde, binanın ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşmanın TS 825 standardında belirtildiği şekilde tahkik edilmesi, gerekli çizim ve hesaplamaların proje raporunda verilmesi,
  - f) Mevcut binaların tamamında veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerdeki uygulama yapılacak olan bölümler için, TS 825 standardında ısıtma derece gün bölgelerine göre tanımlanmış tavsiye edilen ısı geçirgenlik katsayılarına eşit veya daha küçük olduğunun gösterilmesi,
  - g) Mevcut binalarda yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerde, uygulamanın yapılacağı yüzeylerde oluşabilecek yoğuşmanın TS 825 standardında belirtildiği şekilde tahkik edilmesi, gerekli çizim ve hesaplamaların raporlanması hususunda bilgiler bulunmalıdır.

## Mekanik tesisat yalıtımı esasları

### Madde 11 -

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\10.mad) Binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve klima gibi enerji kullanımını etkileyen tesisatlarında kullanılan borular, kollektörler ve bağlantı malzemeleri, vanalar, havalandırma ve iklimlendirme kanalları, sıhhi sıcak su üreticileri ve depolama üniteleri, yakıt depoları ve diğer mekanik tesisat ekipmanları, ısı köprüsüne yol açmayacak şekilde ve yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasında 5C'den fazla fark ve yüzeyde yoğuşma olmayacak şekilde yalıtılır.
2. Mekanik tesisat yalıtım hesaplamaları ve uygulamalarında aşağıda belirtilen hususlara uyulur.
  - a) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\10.mad)
  - b) Mekanik tesisatta meydana gelen ısı kayıp ve kazançları prEN ISO 12241:2008 standardına göre hesaplanır.

c) (Mülga bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\10.mad)

ç) Şartlandırılan mekanların içerisinde yer alan kanallar, ısı direnci 0,6 m<sup>2</sup>K/W'dan küçük olmayacak şekilde yalıtılır. Diğer mekanlarda yer alan ve yalıtılması gereken kanalların ısı direnci 1,2 m<sup>2</sup>K/W'dan küçük olmayacak şekilde yalıtılır.

d) Mekanik tesisat boru ve klima kanalı montajları, boruların ve kanalların birbirleri arasındaki mesafeler ile tavan, taban ve duvarlar arasındaki mesafeleri, hesaplamaları yapılan yalıtım kalınlıklarının uygulanmasına engel olmayacak şekilde yapılır. Boruların ve klima kanallarının askıya alınmaları ile kalıcı veya sabit mesnetle desteklemelerinde ısı kayıplarının ve ısı köprülerinin oluşmasına izin verilmez.

3. Soğuk su ve soğutma tesisatlarındaki borular ve soğuk akışkan taşıyan klima kanalları, ısı kazançları ve yoğuşma riskini önlemeye yönelik olarak iki ayrı hesaplama yöntemi sonucunda elde edilen en büyük kalınlık değeri esas alınarak dıştan yalıtılır. Yoğuşmanın ve korozyonun önlenmesi için yapılan hesaplamalarda, borunun ve kanalın yüzey sıcaklığının, çığ noktası sıcaklığının altına düşmemesini sağlayan yalıtım kalınlığı gözönünde bulundurulur. Soğuk su ve soğutma tesisatlarındaki borular ve soğuk akışkan taşıyan klima kanalları açık gözenekli ısı yalıtım malzemeleri kullanılması durumunda, yoğuşmanın engellenmesi için dıştan buhar kesici bir malzeme ile kaplanır.
4. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\10.mad)
5. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\10.mad)
6. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\10.mad)

### **Asgari hava sirkülasyonu ve sızdırmazlık**

**Madde 12** - (Değişik madde : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\11.mad)

1. Binalarda, derzler de dâhil olmak üzere, ısı geçişinin olabileceği yüzeylerde, kesitlerde ve/veya şaftlarda sürekli hava geçirmeyecek şekilde sızdırmazlık sağlayacak ve hava geçişine engel olacak uygun malzemeler kullanılır. Binalarda iç hava kalitesini bozmayacak şekilde gerekli kontrollü temiz hava girişi sağlanır.
2. Bina sızdırmazlık hesaplarında bina kat sayısına bağlı olarak; dış pencerelerden, balkon kapılarından ve çatı pencerelerinden kaynaklanan sızıntılar için TS EN 12207 Standardında verilen derz geçirgenlik değerleri kullanılır. Mekanik havalandırma sistemi bulunan yalıtımlı binalarda, iç ve dış ortamlar arasında 50 Pascal basınç farkı için hesaplarda kullanılacak hava değişim sayıları TS EN 13465 Standardından alınır.

## **BEŞİNCİ BÖLÜM: Isıtma ve Soğutma Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları**

### **Isıtma sistemleri tasarım esasları**

**Madde 13** -

1. Isıtma sistemleri tasarımında kullanılacak olan ısıl geçirgenlik katsayıları 9 uncu maddede belirtilen şartlara göre hesaplanarak belirlenir.
2. Isıtma sistemi tasarım hesapları TS 2164 standardına göre yapılır.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) Yeni binalarda; yapı ruhsatına esas olan toplam kullanım alanının 2.000 m<sup>2</sup> ve üstünde olması halinde merkezi ısıtma sistemi yapılır.
4. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) Kullanım alanı 250 m<sup>2</sup> ve üstünde olan bireysel ısıtma sistemine sahip gaz yakıt kullanılan binalarda bağımsız bölümlerde veya müstakil binalarda; yoğuşmalı tip ısıtıcı cihazlar veya entegre ekonomizerli cihazlar kullanılır.
5. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) Merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılan binaların

bağımsız bölümlerindeki hacimlerinde sıcaklık kontrol ekipmanları ile ısı merkezinde iç ve/veya dış hava sıcaklığına bağlı kontrol ekipmanları kullanılır.

6. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) Merkezi ısıtma sistemli binaların bağımsız bölümlerinde sıcaklık kontrol ekipmanlarının kullanılması durumunda, ısıtma tesisatı pompa grupları zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.
7. Merkezi ısıtma sistemine sahip binalarda, merkezi veya lokal ısı veya sıcaklık kontrol cihazları ile ısınma maliyetlerinin ısı kullanım miktarına bağlı olarak paylaşımını sağlayan sistemler kullanılır.
8. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki ısıtma sistemi bacası kesit alanı ve yüksekliği; atık gaz kütlesi, atık gaz sıcaklığı ve gerekli atık gaz basıncına göre TS 11389 EN 13384-1, TS 11388 EN 13384-2 standartlarındaki metotlara uygun olarak hesaplanarak bulunur. Hermetik veya yarı hermetik doğalgazlı cihazlarda, üretici firma sistem sertifikasyonlarındaki değerler esas alınır.
9. Merkezi ısıtma sistemine sahip binalardaki kazan verimleri; katı yakıtlı kazanlarda %75'den, sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nca 5/6/2008 tarihli ve 26897 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Sıvı ve Gaz Yakıtlı Yeni Sıcak Su Kazanlarının Verimlilik Gereklilerine Dair Yönetmeliğin 7 nci maddesinde belirtilen 2 yıldız (\*\*) verim sınıfından daha düşük olamaz.
10. Merkezi ısıtma sistemlerinin yerleşimleri TS 2192 standardına; gaz yakıt kullanan sistemlerin yerleşimi de TS 3818 standardına göre yapılır.
11. Merkezi ısıtma sistemlerinde, kazana geri dönüş su sıcaklığı ile dış hava sıcaklık kontrolünü yaparak sistem ekonomisi sağlayacak sistemlerin seçilmesi gerekir.
12. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılacak sıvı veya gaz yakıtlı cebri üflemlerli brülörlü yakma sistemlerinde;
  - a) Sıvı yakıtlı cebri üflemlerli brülörler kullanılması halinde;
    - 1) 100 kW'a kadar ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde tek kademeli ancak hava emiş damperi servo motor kontrollü, iki kademeli veya oransal kontrollü,
    - 2) 100 kW-1200 kW ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü, 1200 kW ve üstü kapasiteye sahip sistemlerde sadece oransal kontrollü,
    - 3) 3000 kW üstü sistemlerde baca gazı oksijen kontrol sistemine sahip brülörler kullanılır.
  - b) Gaz yakıtlı cebri üflemlerli brülörler kullanılması halinde;
    - 1) 100 kW'a kadar ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde tek kademeli ancak hava emiş damperi servo motor kontrollü, iki kademeli veya oransal kontrollü,
    - 2) 100 kW-600 kW ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü 600 kW ve üstü kapasiteye sahip sistemlerde sadece oransal kontrollü,
    - 3) 3000 kW üstü sistemlerde baca gazı oksijen kontrol sistemine sahip brülörler kullanılır.
13. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\12.mad) 500 kW ve üstü kapasiteye sahip kazanların kullanıldığı sistemlerde su yumuşatma veya şartlandırma veya her iki sistem birlikte kurulur.
14. Isıtma kapasitesi 100 kW ve üzerindeki katı yakıtlı kazanlarda verimlilik araştırılarak otomatik yakıt besleme sistemi kullanılır.
15. Isıtma kapasitesinin 100 kW ve üzerinde olması halinde, ilk yatırım ve işletme maliyetleri ile birlikte enerji ekonomisi analizleri sonucunda daha ekonomik olduğu raporlanan, mekanik ve elektronik olarak birbirleri ile haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre kaskad kazan sistemleri kullanılabilir.

## **Isıtma sistemleri uygulama esasları**

### **Madde 14 -**

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad) Isıtma merkezinde yakıt türüne göre gerekli olan temiz havanın sağlanması ve egzost havasının atılması için gerekli havalandırmanın sağlanması gerekir.
2. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad) Sıvı, gaz ve katı yakıtlı merkezi ısıtma sistemlerinde her işletme döneminin başlangıcında ve yılda en az bir kez olmak üzere baca gazı analizi ve sistem bakımı yaptırılır. Sistem performansını da ihtiva eden bir rapor hazırlanarak gerektiğinde ilgili mercilere sunulmak üzere saklanır.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad) Merkezi ısıtma sistemlerinde, baca gazı sıcaklığının işletmeci veya yönetici tarafından izlenebilmesi için kalibrasyonu yapılmış baca gazı termometresi kullanılır.
4. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad)
5. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad)
6. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad)
7. Mevcut merkezi ısıtma sistemli binaların bağımsız bölümlerinde sıcaklık kontrol ekipmanlarının kullanılması durumunda, ısıtma tesisatı pompa grupları zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilir.
8. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad) Atık gaz ile ısı kaybı sınır değerleri, 13/1/2005 tarihli ve 25699 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen sınır değerleri aşamaz.
9. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\13.mad) Merkezi ısıtma sistemine sahip binalarda ısıtılan mahallerin iç ortam sıcaklığı 15 C'nin altına düşmeyecek şekilde tedbir alınır.

## **Soğutma sistemleri tasarım esasları**

### **Madde 15 -**

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\14.mad) Soğutma ihtiyacı 250 kW'dan büyük olan konut dışı binalarda merkezi soğutma sistemi tasarımları yapılır.
2. Soğutma sistemlerin tasarımında seçilecek olan soğutucu akışkanların TS EN 378 serisi standartlarına uygun olması gerekir.
3. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\14.mad)
4. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\14.mad)

## **Soğutma sistemleri uygulama esasları**

### **Madde 16 -**

1. Soğutma sistemlerinin işletme karakteristiklerine ve enerji ekonomisine göre ayarlarının doğru yapılması gerekir.
2. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\15.mad)
3. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\15.mad)
4. (Mülga fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\15.mad)



## **ALTINCI BÖLÜM: Havalandırma ve İklimlendirme Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları**

### **Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarım esasları**

#### **Madde 17 -**

1. Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri tasarımında TS 3419 ve ilgili Avrupa Standartlarına uyulur.
2. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad) İçerisinde insan bulunan ve ısıtma döneminde içeri üflenen havanın nemlendirilmesi öngörülmüş binalarda, üflenen havanın mutlak nemini 1 kilogram kuru hava için 10 gram veya daha az düzeyde ayarlayabilen kalibrasyonu akredite edilmiş bir kuruluş tarafından yapılmış kontrol cihazı kullanılır.
3. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad)
4. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad) Konut dışı amaçlı kullanılan binalarda;
  - a) Bir mekânındaki özel mekanik havalandırma sistemi, mekânda insanların bulunmadığı zamanlarda mekânın minimum iç hava kalitesini sağlayacak şekilde otomatik sistem ile donatılır.
  - b) İklimlendirme sistemlerinde oda sıcaklığı ayar düzenekleri kullanılır.
  - c) Mahal bazında değişken hava debisi kontrolü yapılan iklimlendirme sistemlerinde, sisteme bağlı fanların değişken debili olması sağlanır.
5. İklimlendirme sistemleri değişken insan yüküne bağlı olarak değişken hava debili çalışacak şekilde iç hava kontrolü sağlayacak mekanik tesisatla donatılır.
6. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad)
7. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad)
8. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad)
9. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\16.mad)
10. Yeni yapılacak binaların 500 m<sup>3</sup>/h ve üzeri hava debili havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinde, ısı geri kazanım sistemlerinin tasarımları yapılarak, yaz ve kış çalışma şartlarında minimum %50 verimliliğe sahip olması, ilk yatırım ve işletme masrafları ile birlikte enerji ekonomisi göz önüne alındığında avantajlı olması durumunda ısı geri kazanım sistemleri yapılması zorunludur. Bu sistemler geçiş mevsimleri için by-pass düzeneğine sahip olmalıdır.
11. Yeni yapılacak binalar için onuncu fıkrada belirtilen çalışmanın tasarım aşamasında rapor halinde proje müellifi tarafından ilgili idarelere sunulması zorunludur.
12. Binalardaki ısı konfor memnuniyetinin ve enerji performansının artırılması için gerekli kriterler EN 7730 ve TS 2164 standartlarına göre belirlenir.
13. Klima santrallerinin sızıntı, ısı köprüsü ve ısı transfer katsayısının EN 1886 standardına uygun olması gerekir.

### **Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri uygulama esasları**

#### **Madde 18 -**

1. Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin işletme ve bakımında TS 5895'e uyulur.
2. Havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin yerleşimlerinde TS 3420 ve ilgili Avrupa Standartlarına uyulur.
3. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\17.mad)
4. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\17.mad)
5. Hava kanalları sızıntı limitleri TS EN 1507 ve TS EN 12237'ye göre belirlenir ve raporlanır.
6. Klima santrallerinde kullanılan filtre sistemleri üreticisi tarafından belirtilen sürelerde temizletilir veya değiştirilir ve bu durum raporlanır.

## YEDİNCİ BÖLÜM: Sıhhi Sıcak Su Hazırlama ve Dağıtım Sistemleri

### Sıhhi sıcak su hazırlama ve dağıtım sistemleri

#### Madde 19 -

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad) Binalarda sıhhi sıcak su sistemlerinin düzenlenmesi hususunda TS EN 14336'ya uyulur.
2. Sıhhi sıcak su sistemlerinin yıllık enerji ihtiyacının belirlenmesi için gerekli hesaplamalar prEN 15316-3-1'de verildiği şekilde yapılır.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad) Yapı ruhsatına esas olan kullanım alanı 2000 m<sup>2</sup>'nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde merkezi sıhhi sıcak su sisteminin planlanması şarttır.
4. Bağımsız bölümlerde kullanılan bireysel sıhhi sıcak su hazırlama ekipmanlarının TS EN 26 standardında, merkezi sıhhi sıcak su hazırlama ekipmanlarının da TS EN 89 standardında belirtilen ısı performansına sahip olması gerekir.
5. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad) Merkezi kullanım sıhhi sıcak su hazırlama amaçlı planlanan ve sıcak su depolanan sistemlerde, sıhhi sıcak suyun sıcaklığı 60 C geçmeyecek tasarımlar yapılır. Ancak lejyonella etkisi olmaması için depolanan sıhhi sıcak su sistemlerinde en az haftada 1 saat boyunca su sıcaklığı en az 60 C sıcaklıkta tutulur.
6. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad)
7. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad)
8. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad) Merkezi sıhhi sıcak su hazırlama sistemlerinde merkezi plakalı eşanjör kullanılması durumunda, depolama sistemi olarak akümülyasyon tankı kullanılır.
9. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad) Merkezi sıhhi sıcak su sistemlerinde, duvar içinde kalan tesisat da dahil olmak üzere cihaz, depo ve dağıtım hatları yüzey sıcaklığı ortam sıcaklığının 5 C üzerine çıkmayacak şekilde yalıtılır ve her yıl bina işletmecisi tarafından kontrol ettirilerek raporlanır.
10. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\18.mad) Sıhhi sıcak suyun ısı kapasitesi minimum kazan modülyasyon çalışma alt sınırının altında kalması halinde yaz kullanımına yönelik ayrı bir sıcak su kazanı tesis edilir.
11. Konaklama amaçlı binalarda ısıtma sisteminde buhar kullanıyor ise, sıcak su üretiminde ani çabuk ve kolay sıcak su üreten sıcak su depolama ihtiyacı olmayan sistemler kullanılır.

## SEKİZİNCİ BÖLÜM: Otomatik Kontrol

### Otomatik kontrol

#### Madde 20 -

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\19.mad) Sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda yanma kontrolü için otomatik kontrol sistemleri tesis edilir.
2. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\19.mad) Merkezi ısıtma, iklimlendirme ve/veya soğutma sistemine sahip binalar, her odanın sıcaklığını ayrı ayrı düzenleyecek otomatik cihazlarla donatılır. Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, birbirinden ayrı mekânların farklı iç sıcaklıklara ayarlanabilmesine imkân sağlayacak merkezi otomatik kontrol sistemi kurulur.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\19.mad) Merkezi ısıtma sistemine sahip konut olarak kullanılan binalarda cihazlar, en az gidiş suyu kontrolü ve dış hava kompanzasyonu yapacak oto-

matik kontrol sistemleri ile donatılır.

4. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\19.mad) Merkezi iklimlendirme sistemi olan binalarda, ayarlanan değerleri kontrol edecek otomatik kontrol sistemi bulunması şarttır. Ticari binalarda bu cihazların, ayar değerlerine çekilmesinin yanında zamana göre de kontrol edebilmesi gerekir.
5. Konut olarak kullanılan binalar hariç olmak üzere binalarda, aydınlatma kontrolü zamana, gün ışığına ve kullanıma göre yapılır.
6. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\19.mad) 10.000 m<sup>2</sup>'nin üzerinde olan ve merkezi ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemi ve aydınlatma sistemleri birlikte bulunan binalarda bilgisayar kontrollü bina otomasyon sistemi tesis edilir."
7. Sıhhi sıcak su tesislerinde kullanılacak olan sirkülasyon pompaları, otomatik çalışmayı sağlayacak ekipmanlarla donatılır.
8. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\19.mad) Yeni yapılacak binalarda aydınlatma, ısıtma, soğutma ve sıhhi sıcak su ihtiyacı için kullanılan enerjilerin ayrı ayrı ölçülmesine imkân sağlayacak tasarımlar yapılır ve buna uygun ölçüm ve izleme sistemleri tesis edilir.

## **DOKUZUNCU BÖLÜM: Elektrik Tesisatı ve Aydınlatma Sistemleri**

### **Elektrik tesisatı ve aydınlatma sistemleri**

#### **Madde 21 -**

1. Binanın toplam enerji tüketimi içerisindeki aydınlatma enerjisi payının hesaplanmasında EN 15193 standardında verilen hesap yöntemi kullanılır.
2. Binalarda gün ışığından azami derecede faydalanmak ve gereksiz yapay aydınlatmadan kaçınmak için;
  - a) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Erişimi kolay el ile kontrol edilen anahtarlardan,
  - b) Gün ışığından faydalanma imkanı olan yerlerde, gün ışığı ile bağlantılı foto elektrikli anahtarlar ile telefon, kızıl ötesi, sonik ve ultrasonik kontrollü uzaktan kumandalı anahtarlardan,
  - c) Mahalde kimse olmadığında mekanın boş olduğunu algılayabilen ve yapay aydınlatmayı kapatan otomatik anahtar ve sistemlerden,
  - ç) Zaman ayarlı anahtarlardan biri veya bir kaç kullanılır.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Çalışma saatleri boyunca devamlı aydınlatma gerektiren binalarda zaman ayarlı veya gün ışığı ile bağlantılı foto elektrikli anahtarlar kullanılır.
4. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Binalarda kullanılan genel aydınlatma lambalarının özellikleri EK-2'de verilen tabloya göre olur.
5. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Konut amaçlı kullanılan binalar dışındaki diğer binalarda, içerisinde insan bulunduğu zamanlarda dâhi; idari personelin yetkisinde olan her türlü mahallin, aydınlatmanın açılmasına ve kapatılmasına imkân veren bir cihaza sahip olması gerekir. Bu cihaz, söz konusu mekân içerisinde yer almıyor ise, mekândaki aydınlatma durumunun kumanda noktasından görülmesine imkân vermesi gerekir. Sportif amaçlı ve çok amaçlı salonlar gibi farklı aydınlatma seviyelerinin söz konusu olduğu, en az iki ve daha çok farklı kullanım mahallerinin bulunduğu binalarda, temel aydınlatma seviyesini yalnızca yetkili personelin artırmasına imkân verecek biçimde tedbirler alınır.
6. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Aynı mekân içerisinde, bir pencere boşluğu-

- na 5 metreden daha yakın olan yapay aydınlatmalı noktalarının her birindeki toplam kurulu güç 200 W'ı aştığında, bu noktalar diğer aydınlatma noktalarından bağımsız olarak kumanda edilir.
7. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Doğal aydınlatma yeterli olduğunda, zaman ayarlı veya insan mevcudiyetini algılayan cihaz ile yapay aydınlatmanın otomatik olarak devreye girmemesi gerekir.
  8. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Binalarda elektrik enerjisinin verimli kullanılması amacıyla;
    - a) Özel durumlar olmadıkça akkor flamanlı lambaların kullanılmaması, renk sıcaklığının önemli olmadığı durumlarda A ve B sınıfı elektronik balastlı tüp biçimli floresan, kompakt tip floresan veya sodyum buharlı lambaların tercih edilmesi,
    - b) Enerji tüketimi yüksek olan dekoratif aydınlatma gereçlerinin genel aydınlatma amaçlı kullanılmaması,
    - c) Çalışma alanlarında yeterli aydınlık seviyesini sağlayacak armatür seçiminin ve dağılımının yapılması,
    - ç) Yapılabilirliği uygun olan mekânlarda, hareket, ısı veya ışık duyarlı ekipmanların kullanılması, özellikle merdiven boşluklarında ve çalışma ortamlarında bulunan tuvalet, lavabo, koridor gibi mekânlarda sensörlü lambaların kullanılması ve gereksiz kullanımların önüne geçilmesi,
    - d) Daha az sayıda armatür ve dolayısıyla daha az elektrik tüketimiyle istenen aydınlık seviyelerine ulaşmayı sağlayacağı için, açık renk mobilya ve duvar renkleri tercih edilmesi,
    - e) Armatürlerin verimlerini ve odalardaki aydınlık seviyesini artırmak için aydınlatma gereçlerinin periyodik olarak temizlenmesi gerekir.
  9. (Değişik fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Konut harici binaların aydınlatma enerjisi ihtiyacı belirlenirken binanın iç aydınlatma yüküne ilaveten, güvenlik aydınlatması hariç olmak üzere, binanın dış aydınlatma yükü de dikkate alınır.
  10. (Ek fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Farklı aydınlatma seviyelerinin söz konusu olduğu mahallerin bulunduğu konut amaçlı kullanılan binalar dışındaki binalarda, asgari aydınlatma seviyesini yalnızca yetkili personelin artırmasına imkân verecek sistemler tesis edilir.
  11. (Ek fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Binaların elektrik tesisatı, 4/11/1984 tarihli ve 18565 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine ve ilgili mevzuat hükümlerine göre projelendirilir ve uygulanır.
  12. (Ek fıkra : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\20.mad) Konut harici binaların elektrik sistemlerinde; konu ile ilgili yönetmeliklere uygun olarak merkezi ve/veya lokal düzeyde güç kompanzasyonu yapılır.

## ONUNCU BÖLÜM:

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, Isı Pompası Ve Kojenerasyon Sistemleri (Değişik başlık: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\21.mad)

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, ısı pompası, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon sistemlerinin kullanımı (Değişik başlık: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\22.mad)

### Madde 22 -

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\21.mad) Yeni yapılacak olan ve yapı ruhsatına esas kullanım alanı yirmibin metrekarenin üzerinde olan binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamen veya kısmen karşılanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, hava, toprak veya su kaynaklı ısı pompası, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon gibi sistem çözümleri tasarımcılar tarafından projelendirme aşamasında analiz edilir. Bu uygulamalardan biri veya birkaçı, Bakanlık tarafından yayımlanan birim fiyatlar esas alınmak suretiyle hesaplanan, binanın toplam maliyetinin en az yüzde onuna karşılık gelecek şekilde yapılır.
2. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\22.mad)
3. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\22.mad)
4. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\22.mad)
5. Güneş enerjisi toplayıcıları kullanımında TS EN 12975-1 ve TS 3817'e uyulur.
6. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\22.mad)
7. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\22.mad)

### Kojenerasyon sistemleri

**Madde 23** - (Mülga madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\32.mad)

## ONBİRİNCİ BÖLÜM:

İşletme, Periyodik Bakım ve Denetim (Değişik başlık : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\23.mad)

İşletme ve periyodik bakım (Değişik başlık: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\24.mad)

### Madde 24 -

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\24.mad) Binanın enerji kullanan sistemlerinin işletmecisi, Bakanlık tarafından belirlenecek usûl ve esaslara göre ilgili meslek odaları tarafından düzenlenecek olan eğitimlere katılarak belge alır.
2. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\24.mad) Bu Yönetmelik kapsamında binanın enerji performansını etkileyen mimari, mekanik, elektrik ve aydınlatma gibi sistemlerin verimlilikleri ile ilgili konularda yapılması gerekli bakımlar, testler ve bunların periyotları, ilgili idare tarafından onaylanmak üzere tasarım aşamasında hazırlanan raporda tanımlanır. Bu testlerin zamanında ve uygun şekilde yapılmasından ve binanın tasarım aşamasındaki enerji performansının altına inmeyecek şekilde işletilmesi için gerekli bakım ve onarım ve tadilatların yapılmasından bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisi sorumludur.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\24.mad) Periyodik bakımlar kapsamında gerekli tedbirlerin alınmasıyla sistem veya ekipman verimlerinin tasarım değerinden daha düşük bir değerde olmaması sağlanır.
4. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\24.mad) Periyodik bakım ve testlere ilişkin diğer usûl ve esaslar Bakanlık tarafından yürürlüğe konulacak tebliğ ile belirlenir.

## **Denetim yapacak kurum ve kuruluşlar**

**Madde 24/A** - (Ek madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\25.mad)

1. Bu Yönetmelik kapsamında, binanın enerji tüketen ekipmanlarının, ilgili raporlarda belirtilen periyodik bakımlarının yapılması ile ilgili denetimler Bakanlık veya Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlar tarafından yapılır.
2. Denetim yapacak kurum ve kuruluşlara bu Yönetmeliğin uygulaması ile ilgili olarak Bakanlıkça tebliğle belirlenen eğitim kriterlerine göre eğitim verilir.
3. Denetim yapacak kurum ve kuruluşlar, bu Yönetmelik kapsamındaki faaliyetleri bakımından Bakanlığa karşı sorumludur. Bakanlık, bu kuruluşların Yönetmelik kapsamındaki faaliyetlerini izler ve gerektiğinde denetler.
4. Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden sonra yapı ruhsatı alınan binalara yönelik olarak, yapı kullanma izin belgesi verilmesinden sonra Bakanlık tarafından yapılan veya yaptırılan denetimlerde enerji kimlik belgesinin gerçeğe aykırı düzenlendiğinin veya binanın enerji tüketimi bakımından düzenlenen belgeye uygun olmadığı tespit edilmesi halinde, bina, en geç bir yıl içinde projesine ve yapı kullanma izin belgesi verilmesine esas olan enerji kimlik belgesindeki özellikleri sağlayacak hale getirilir. Bu konuda, binayı inşaa eden veya ettiren gerçek veya tüzel kişi sorumludur.

## **ONİKİNCİ BÖLÜM:**

Enerji Kimlik Belgesi, Enerji Kimlik Belgesinde Bulunması Gereken Bilgiler ve Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluşlar (Değişik başlık : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\26.mad)

Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi (Değişik başlık: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad)

### **Madde 25 -**

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji Kimlik Belgesi düzenlenirken Bakanlık tarafından tebliğ ile yayımlanan hesaplama yöntemi kullanılır.
2. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl süre ile geçerlidir.
3. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji kimlik belgesi, Ek-3'deki formatta ve muhtevatta düzenlenir.
4. (Değişik fıkra: 20/04/2011 - 27911 S. R.G. Yön./1. md.) Enerji Kimlik Belgesi, Enerji Kimlik Belgesi vermeye yetkili kuruluş tarafından hazırlanır. Bu belge, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesi alınması aşamasında ilgili idarelere sunulur. Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmeyen binalara ilgili idarelerce yapı kullanma izin belgesi verilmez. Enerji Kimlik Belgesinde yer alan bilgilerden ve bu bilgilerin doğruluğundan Enerji Kimlik Belgesi düzenlemeye yetkili kuruluş
5. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji Kimlik Belgesi, yeni ve mevcut binalar için 26 ncı maddede belirtilen bilgileri ihtiva edecek şekilde düzenlenir.
6. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji Kimlik Belgesinin bir nüshası bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisince muhafaza edilir, bir nüshası da bina girişinde rahatlıkla görülebilecek bir yerde asılı bulundurulur.
7. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji Kimlik Belgesi, binanın yıllık birincil enerji ihtiyacının değişmesine yönelik herhangi bir uygulama yapılması halinde, bu Yönetmeliğe uygun olacak şekilde bir yıl içinde yenilenir.
8. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji Kimlik Belgesinin, binanın tamamı için hazırlanması şarttır. Ayrıca, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetini haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilir.

9. Türk Silahlı Kuvvetleri, Milli Savunma Bakanlığı ve bağlı kuruluşları, Milli İstihbarat Teşkilatı Müsteşarlığı binaları ile mücavir alan dışında kalan ve toplam inşaat alanı 1.000 m<sup>2</sup>'den az olan binalar için Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi zorunlu değildir.
10. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad)
11. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad)
12. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad)
13. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji kimlik belgesi BEP-TR kullanılmak suretiyle düzenlenir. BEP-TR'ye erişim yetkisi, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlara verilir. Ancak, bu yetki, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluş adına, düzenlenen eğitimlere katılmak suretiyle enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere Bakanlık tarafından sertifikalandırılan gerçek kişiler tarafından kullanılır. Bu kişilerin çalışmakta olduğu kuruluşlardan ayrılmalari ve enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili bir başka kuruluşta çalışmaları halinde, ayrıca eğitim ve sertifikalandırma programına katılmalarına gerek olmaksızın, çalışmakta olduğu kuruluşun yazılı isteği üzerine BEP-TR'ye erişim hakkı tanınır.
14. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Enerji kimlik belgelerinin düzenlenmesinden, yetkili kuruluşun ilgili personeli ve yetkili kuruluş adına kuruluşun sahibi veya yöneticisi müteselsilen sorumludur.
15. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\27.mad) Binalar veya bağımsız bölümlere ilişkin alım, satım ve kiraya verme ile ilgili iş ve işlemlerde enerji kimlik belgesi düzenlenmiş olması şartı aranır. Binanın veya bağımsız bölümün satılması veya kiraya verilmesi safhasında, mal sahibi enerji kimlik belgesinin bir suretini alıcıya veya kiracıya verir.

### **Enerji kimlik belgesinde bulunması gereken bilgiler**

#### **Madde 26 -**

1. Enerji Kimlik Belgesinde, binanın enerji ihtiyacı, yalıtım özellikleri, ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi/etkenliği ve binanın enerji tüketim sınıflandırması ile ilgili bilgilerle birlikte;
  - a) Bina ile ilgili genel bilgiler,
  - b) Düzenleme ve düzenleyen bilgileri,
  - c) Binanın kullanım alanı (m<sup>2</sup>),
  - ç) Binanın kullanım amacı,
  - d) Binanın ısıtılması, soğutulması, iklimlendirmesi, havalandırması ve sıhhi sıcak su temini için kullanılan enerjinin miktarı (kWh/yıl),
  - e) Tüketilen her bir enerji türüne göre yıllık birincil enerji miktarı (kWh/yıl),
  - f) Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık birincil enerji tüketiminin, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması,
  - g) Nihai enerji tüketiminin oluşturduğu sera gazlarının kullanım alanı başına yıllık miktarı (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl),
  - ğ) Binaların kullanım alanı başına düşen yıllık sera gazı salımının, A ile G arasında değişen bir referans ölçeğine göre sınıflandırılması (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-yıl),
  - h) Binanın aydınlatma enerjisi tüketim değeri,
  - ı) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\28.mad) Birincil enerji tüketimine göre, enerji sınıfı,
  - i) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\28.mad) Nihai enerji tüketimine göre, CO<sub>2</sub> salımı sınıfı,
  - j) (Değişik bent: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\28.mad) Binanın yenilenebilir enerji kullanım oranı gösterilir.

## **Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluşlar**

**Madde 26/A** - (Ek madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\29.mad)

1. (Değişik fıkra: 20/04/2011 - 27911 S. R.G.Yön./2. md.) Bakanlık, Enerji Kimlik Belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlarda görevli olan mühendis ve mimarların bu Yönetmeliğin uygulaması ile ilgili eğitim ve eğitim sonunda yapılacak sınav kriterlerini tebliğ ile yayımlar. Eğitimler, üniversitelerin mimarlık, inşaat mühendisliği, makine mühendisliği, elektrik mühendisliği, elektrik-elektronik mühendisliği bölümleri ile Mimarlar Odası, İnşaat Mühendisleri Odası, Makina Mühendisleri Odası, Elektrik Mühendisleri Odası ve 5627 sayılı Kanun kapsamında bina sektöründe yetkilendirilmiş enerji verimliliği danışmanlık şirketleri ile yapılacak protokole göre bu kurum ve kuruluşlar tarafından yapılır. Yapılan eğitimler sonunda Bakanlık tarafından yapılacak veya yaptırılacak sınavda yüz üzerinden en az yetmiş puan alanlara Enerji Kimlik Belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi verilir.
2. Enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşların, enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetkilendirilmiş personele sahip olması şarttır.
3. (Değişik fıkra: 19/02/2011 - 27851 S.Yön./1. md.) Enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi almış olan ve meslek odalarından alınmış Serbest Müşavir Mühendis belgesine sahip bulunan mühendisler veya mimarlar veyahut bünyesinde bu vasıfları haiz mühendis veya mimar bulunduran tüzel kişiler, yeni yapılacak olan binalara Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluş sayılır.
4. Bünyesinde enerji kimlik belgesi düzenlemek üzere yetki belgesi almış mühendis veya mimar bulunduran Enerji Verimlilik Danışmanlık Şirketleri, mevcut binalara Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluş sayılır.
5. Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluşlar, meslekî sorumluluk sigortası yaptırır.
6. Enerji Kimlik Belgesi Vermeye Yetkili Kuruluşlar dışındaki diğer kurum ve kuruluşlarca verilecek olan Enerji Kimlik Belgesi ve ilgili raporlar geçersiz sayılır. Bu belge ve raporlar ilgili idarelerce onaylanmaz.
7. Enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşların bu belgelerin düzenlenmesi ile ilgili faaliyetlerinin denetimi Bakanlık tarafından yapılır veya yaptırılır. Enerji kimlik belgesi vermeye yetkili olanların yetkilerini kötüye kullandıklarının veya gerçeğe aykırı belge düzenlediklerinin tespit edilmesi halinde, durum, Bakanlık tarafından Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğüne ve ilgili meslek odasına bildirilir ve haklarında yapılacak inceleme ve soruşturma sonuçlanana kadar bunların enerji kimlik belgesi düzenleme yetkileri askıya alınır. Bakanlık tarafından yapılan bildirimler neticesinde, Serbest Müşavir ve Mühendis belgesi veya Enerji Verimliliği Kanunu kapsamında yetki belgeleri iptal edilenlerin veya belgeleri bir yıl içinde üç defa askıya alınanların enerji kimlik belgesi düzenleme yetkileri, bir daha verilmemek üzere Bakanlık tarafından iptal edilir.

## **ONÜÇÜNCÜ BÖLÜM: Yıllık Enerji İhtiyacı**

### **Yıllık enerji ihtiyacı**

**Madde 27** -

1. (Değişik fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\30.mad) Binanın ısıtma, soğutma, aydınlatma ve sıhhi sıcak su konularındaki enerji ihtiyaçları öncelikli olmak üzere, yıllık enerji ihtiyacının hesaplanması ile ilgili usûl ve esaslar Bakanlık tarafından Resmî Gazete'de yayımlanan tebliğ ile belirlenir.
2. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\30.mad)
3. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\30.mad)
4. (Mülga fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\30.mad)



5. (Ek fıkra: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\30.mad) BEP-TR yöntemine göre enerji kimlik belgesi alacak olan yeni binalar D sınıfı ve daha fazla enerji tüketimine ve CO2 salımına sahip olamaz.

## **ONDÖRDÜNCÜ BÖLÜM: Geçici ve Son Hükümler**

### **Yürürlükten kaldırılan yönetmelik**

#### **Madde 28 -**

1. 9/10/2008 tarihli ve 27019 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlükten kaldırılmıştır.

#### **Ek Madde 1 - (Ek madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\31.mad)**

1. Bu Yönetmelik kapsamında ihtiyaç duyulan binanın soğutma enerjisi ve aydınlatma enerjisi ihtiyacı hesabı ile ilgili standartlar, TSE tarafından çıkarılır.

### **Standardların belirlenmesi**

#### **Geçici Madde 1 - (Mülga madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\32.mad)**

### **Tebliğlerin çıkarılması**

#### **Geçici Madde 2 - (Değişik geçici madde : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\33.mad;Değişik madde: 30/06/2010 - 27627 S.R.G Yön\1.mad)**

1. Bu Yönetmelik kapsamında ihtiyaç duyulan enerji performansı hesaplama yöntemleri ile ilgili konulardaki tebliğler, Bakanlık tarafından, 1/1/2011 tarihine kadar çıkartılır.

Mevcut binalara enerji kimlik belgesi verilmesi (Değişik başlık : 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\34.mad)

#### **Geçici Madde 3 -**

1. Mevcut binalar ve inşaatı devam edip henüz yapı kullanım izni almamış binalar için Enerji Verimliliği Kanununun yayımı tarihinden itibaren on yıl içinde Enerji Kimlik Belgesi düzenlenir.

### **Enerji Kimlik Belgesi Verilmesi**

#### **Geçici Madde 4 - (Ek madde: 01/04/2010 - 27539 S.R.G Yön\35.mad; Değişik madde: 30/06/2010 - 27627 S.R.G Yön\2.mad)**

1. Bu Yönetmeliğin 25 inci maddesi 1/1/2011 tarihine kadar uygulanmaz.

### **Yürürlük**

#### **Madde 29 -**

1. Bu Yönetmelik yayımlandığı tarihten bir yıl sonra yürürlüğe girer.

### **Yürütme**

#### **Madde 30 -**

1. Bu Yönetmelik hükümlerini Bayındırlık ve İskan Bakanı yürütür.

## KAYNAKLAR

EN 832:1998 - Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating - Residential buildings

TS EN ISO 10456:2002 - Building materials and products - Procedures for determining declared and design thermal values

TS EN ISO 10211-1:2000 - Bina İnşaatlarında Isıl Köprüler - Isı Akışları ve Yüzey Sıcaklıkları - Bölüm 1: Genel Hesaplama Metotları

TS EN ISO 10211-2:2001 - Bina Yapımında Isıl Köprüler- Isı Akışlarının ve Yüzey Sıcaklıklarının Hesaplanması- Bölüm 2: Doğrusal Isıl Köprüler

EN ISO 14683:1999 - Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values

TS EN 12524:2000 - Bina malzemeleri ve mamulleri - hidroisıl özellikler - çizelgeleştirilmiş tasarım değerler

TS EN ISO 6946:2007 - Yapı bileşenleri ve yapı elemanları - Isıl direnç ve ısı geçirgenlik hesaplama metodu

TS EN ISO 13788:2004 - Bina bileşenlerinin ve bina elemanlarının nemli ortamda ısı performansı - Kritik yüzey nemini ve bina bileşenlerinin içindeki yoğuşmayı önlemek için iç yüzey sıcaklığı - Hesaplama metotları

TS EN ISO 7345:1996 - Isıl Yalıtım - Fiziksel Büyüklükler ve Tarifler

DIN 4108-2:2003 - Thermal protection and energy economy in buildings - Part 2: Minimum requirements to thermal insulation

TS EN ISO 13788:2004 - Bina bileşenlerinin ve bina elemanlarının nemli ortamda ısı performansı - Kritik yüzey nemini ve bina bileşenlerinin içindeki yoğuşmayı önlemek için iç yüzey sıcaklığı - Hesaplama metotları

DIN 4108-4:2007 - Thermal insulation and energy economy in buildings - Part 4: Hygrothermal design values

DIN 4108-7:1996 - Thermal insulation and energy economy of buildings - Part 7: Airtightness of building, requirements, recommendations and examples for planning and performance