

# BİNALARDA ISI YALITIMI

Prof. Sabri SAVAŞ - Yrd. Doç. Dr. Enver YALÇIN - Yrd. Doç. Dr. Bahar BAYBOZ  
Balıkesir Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Makine Müh. Bölümü

Binalarda ısı yalıtımı ile ilgili TS 825 yeni-  
den düzenlenmiş ve 14 Haziran 1999 tarih  
ve 23725 sayılı Resmi Gazete'de yayınlana-  
rak 14 Haziran 2000 tarihinde mecburi stan-  
dart olarak yürür -  
lüğe girmiştir.

TS 825, bu son  
durumu ile binala-  
rımızda ısı yalıtı-  
mı tekniği uygula-  
masında çok  
önemli değişik ve  
olması gereken  
değerler ortaya  
koymuştur.

Bu standart  
başta dış duvar -  
lar ile zemine otu-  
ran döşeme, çatı  
veya teras altı ta-  
van olmak üzere  
binalarımızda ısı  
yalıtımını, ülkemiz  
için belirlenen dört  
ayrı derece gün  
bölgesine göre  
farklı değerlerde  
uygulanmak kaydı  
ile, zorunlu duru-  
ma getirmiştir.

TS 825'in uygu-  
lanması durumun-  
da binalarımızda  
ısıtma enerjisi ihti-  
yacı büyük oranda  
azalacaktır.

Ülkemizde top-  
lam enerji tüketi-  
minde % 50 sevi-  
yesine ulaşan  
ısıtma enerjisi tü-

ketimimizin, bu standardın ülke sathında tüm  
olarak uygulanması ile düşük seviyelere ine-  
ceği açıkça ortadadır.

Enerjinin çok pahalı olduğu ve dolayısıyla  
maksimum verimle  
kullanılmasının  
gerektiği dünya -  
mızda TS 825'in  
uygulanması ön -  
celikli olarak önem  
kazanmaktadır.

TS 825'e göre  
binalarda ısı yalıtı-  
mı sadece kalori -  
ferle ısıtılan bina -  
ları değil, aynı za-  
manda soba ile  
ısıtılan tüm binala-  
rımızı da kapsa -  
maktadır.

Ayrıca, 1., 2., 3.  
ve 4. derece gün  
bölgelerimizde ge-  
lişen kültürel, sos-  
yal ve ekonomik  
koşullara paralel  
olarak başta iş bi-  
nalarımız ve mes-  
kenlerimiz olmak  
üzere klima sis-  
temleri ile donatıl-  
malıdır.

Klima sistemle-  
rinin uygulanma-  
sında da enerji  
ekonomisi çok  
önemli olduğun -  
dan TS 825'e göre  
binalarda ısı yalıtı-  
mı uygulaması da-  
ha da önem ka-

## Prof. Sabri SAVAŞ

Adapazarı 1937 doğumlu olan Sabri SAVAŞ, Yıldız  
Teknik Okulu (bugünkü Yıldız Teknik Üniversitesi)'nden  
1961 yılında Makina Mühendisi, 1962 yılında da Makine  
Yüksek Mühendisi olarak mezun oldu. Kısa bir süre SE -  
KA'da Proje Mühendisi olarak çalıştı. Daha sonra Et ve  
Balık Kurumu Genel Müdürlüğü'ne Proje Mühendisi olarak  
geçti. Son olarak Makine Tesizat Dairesi Başkanı bulundu-  
ğu görevinden Mart 1975'te ayrılarak Elazığ D.M.M.A.'ya  
öğretim görevlisi olarak geçti. Bu sırada Doktora yerine ge-  
çerli yeterlilik çalışması yaptı. Mart 1977'de Balıkesir  
D.M.M.A.'ya naklen tayin oldu. Kasım 1979'da İstanbul  
D.M.M.A.'da Doçent ünvanı aldı. Ekim 1989'da Uludağ  
Üniversitesi'nde Termodinamik (Soğutma) Anabilim Dalın-  
da Profesör oldu. Halen Balıkesir Üniversitesi Mühendislik  
- Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi Sabri SAVAŞ'ın Soğut-  
ma Tekniği konusunda çeşitli yayınları ve araştırmaları  
bulunmaktadır.

## Yrd. Doç. Dr. Enver YALÇIN

Polatlı 1968 doğumlu olan Enver YALÇIN ilk ve orta öğ-  
renimini Polatlı'da tamamladıktan sonra 1989 yılında Ulu-  
dağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi Makine  
Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl yüksek li-  
sans öğrenimine başladı ve 1992 yılında tamamladı. Ulu-  
dağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora  
başladı ve 1998 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimle-  
ri Enstitüsü'nde doktorasını tamamladı. 1998-1999 yılları  
arasında askerlik görevini yaptı. Halen Balıkesir Üniversi-  
tesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi'nde Termodinamik  
Anabilim Dalında görevini sürdürmektedir.

## Yrd. Doç. Dr. Bahar BAYBOZ

Balıkesir 1966 doğumlu olan Bahar BAYBOZ, 1988 yı-  
lında Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi  
Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1989 yılın-  
da aynı Üniversitede Yüksek Lisansa ve Araştırma Görev-  
lisi olarak göreve başladı. 1992 yılında Yüksek Lisansını  
tamamladı ve Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü-  
sünde Doktora başladı. 1997 yılında Doktora çalışma-  
sını tamamladı. Halen Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-  
Mimarlık Fakültesi'nde Termodinamik Anabilim Dalında  
görevini sürdürmektedir.

zanmaktadır.

Genelde olduğu gibi TS 825'e göre bina-  
larda ısı yalıtımı proje hesaplarında SI Birim

mine oranı olup, TS 825

Ek-1B'ye göre ısı enerjisi

gereksinimi kontrolünde kullanılır.

Sistemi kullanılır. Bu birim sisteminde;

Sıcaklık	T,	K
Enerji	L,Joule (J)	
Güç	H,	W
Isı geçirgenliği	U,	W/m <sup>2</sup> K

değerleri ile ifade olunmaktadır.

Bugünkü, SI Birim Sistemi ile önceden kullanılan mks birim sistemi arasında mevcut sayısal bağıntı, sadece ısı yalıtımında kullanılabilir olanları esas alınarak, aşağıda bir liste halinde verilmiştir.

1 kcal	4,187	kJ
1 kcal	1,163.10 <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	0,860	m <sup>2</sup> K/W
1 kJ	0,278.10 <sup>-3</sup>	kWh

TS 825'i anlayabilmek ve ısı yalıtım projesi yapımına uygulayabilmek için öncelikle bu standartta yer alan ve aşağıda verilen belirli tarifleri bilmemiz gerekir.

Q <sub>i,ay</sub>	(J)	: Aylık ısıtma enerjisi
Q <sub>i,yıl</sub>	(J)	: Yıllık ısıtma enerjisi
H <sub>i</sub>	W/K	: İletimle ısı kaybı
H <sub>n</sub>	W/K	: Havalandırma ısı kaybı
H=(H <sub>i</sub> +H <sub>n</sub> )	W/K	: Binanın özgül ısı kaybı
T <sub>d</sub>	K	: Aylık ortalama dış sıcaklık
T <sub>i</sub>	K	: Aylık ortalama iç sıcaklık
		T <sub>i</sub> = +19 °C (TS 825'e göre)
f <sub>i</sub>	W	: Binanın iç ısı kazancı
f <sub>g</sub>	W	: Güneş enerjisi kazancı
KKO		: Kazanç/Kayıp oranı
A <sub>n</sub>	m <sup>2</sup>	: Bina kullanım alanı
A <sub>brüt</sub>	m <sup>2</sup>	: Binanın toplam taban alanı
		A <sub>n</sub> @ 0,80.A <sub>brüt</sub>
V <sub>brüt</sub>	m <sup>3</sup>	: Binanın brüt hacmi
A <sub>top</sub>	m <sup>2</sup>	: Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı
A <sub>topbrüt</sub>	m <sup>-1</sup>	: Binanın ısı kaybeden toplam yüzeyinin binanın brüt hac-

gereksinimini kontrolünde kullanılır.

#### TS 825, Ek-2 Farklı Derece Gün Bölgeleri İçin Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerleri, T<sub>d</sub> °C

Aylar Bölge	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge
OCAK	8,0	3,3	1,3	-5,2
ŞUBAT	9,3	4,5	2,0	-4,1
MART	11,5	7,2	5,0	-1,3
NİSAN	15,7	12,69,8		5,1
MAYIS	20,6	17,814,1	10,1	
HAZİRAN	25,4	21,918,1	13,5	
TEMMUZ	26	24,421,1	17,2	
AĞUSTOS	27,2	23,820,6	17,2	
EYLÜL	23,3	19,616,5	13,2	
EKİM	18,1	14,111,3	6,9	
KASIM	13,3	9,1	6,5	1,3
ARALIK	9,4	4,9	2,6	-3,0

#### TS 825, Ek-1B Bölgelere Göre Atop/Vbrüt Oranları - na Bağlı Olarak Yıllık Isıtma Enerjisi Q değerinin Hesaplanması

A <sub>n</sub> 'e bağlı	Q <sub>1DG</sub> =46,62 A/V + 17,38	kWh/m <sup>2</sup>
V <sub>brüt</sub> 'e bağlı	Q <sub>1DG</sub> =14,92 A/V + 5,56	kWh/m <sup>3</sup>
A <sub>n</sub> 'e bağlı	Q <sub>2DG</sub> =68,59 A/V + 32,30	kWh/m <sup>2</sup>
V <sub>brüt</sub> 'e bağlı	Q <sub>2DG</sub> =21,95 A/V + 10,34	kWh/m <sup>3</sup>
A <sub>n</sub> 'e bağlı	Q <sub>3DG</sub> =67,29 A/V + 50,16	kWh/m <sup>2</sup>
V <sub>brüt</sub> 'e bağlı	Q <sub>3DG</sub> =21,74 A/V + 16,05	kWh/m <sup>3</sup>
A <sub>n</sub> 'e bağlı	Q <sub>4DG</sub> =82,81 A/V + 87,80	kWh/m <sup>2</sup>
V <sub>brüt</sub> 'e bağlı	Q <sub>4DG</sub> =26,50 A/V + 28,08	kWh/m <sup>3</sup>

Not: Kat yüksekliği h<2,60 m ise A<sub>n</sub>'e bağlı, h>2,60 m ise V<sub>brüt</sub>'e bağlı ifade kullanılır.

V<sub>h</sub> m<sup>3</sup> : Havalandırma hacmi  
V<sub>h</sub> @ 0,80. V<sub>brüt</sub>

#### NEM YALITIMI

Binalarda ısı yalıtımı için kullanılan yalıtım malzemesinin nem hareketine karşı, diğer bir deyişle, nem yoğuşması durumunda

halar, alüminyum folye, kanaviçe veya cam tülü pestiller ile, ince alüminyum sac veya paslanmaz çelik vb. malzemedir.

Belediye mücavir alanı dışındaki alanlarda iki kata kadar olan ve toplam döşeme alanı 100 m<sup>2</sup>'den küçük binalarda ısı yalıtım projesi yapımını ihtiyaç olmaksızın; TS 825, Ek-1C'ye göre yapı elemanlarının tavsiye

Islanarak yalıtım özelliğini kaybetmemesi için korunması gerekir. Bu koruma işlemine nem yalıtımı denir.

Nem atmosfer havası, basınç olarak;

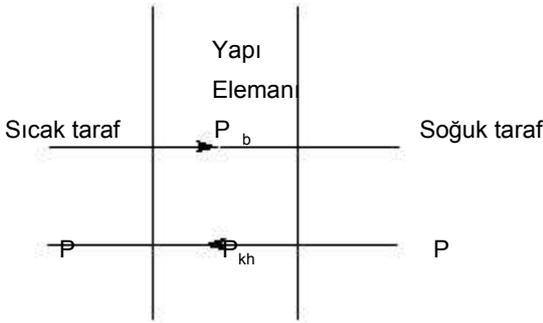
$$P = P_{kh} + P_b$$

$P$  : atmosfer basıncı  
 $P_{kh}$  : kuru hava basıncı  
 $P_b$  : nem basıncı

değerleri ile ifade edilir j bağıl nem olarak ifade edildiğine göre;

$$P_b = j P_{bd}$$

olup burada  $P_{bd}$  nemli atmosfer havasında doyma durumundaki nem basıncıdır.



Daha sıcak atmosfer havasında nem basıncı daha yüksek olacağından herhangi bir yapı elemanında daha sıcak taraftan daha soğuk tarafa doğru nem hareketi, daha soğuk taraftan daha sıcak tarafa doğru da kuru hava hareketi olur. Hareket halindeki nemin yapı elemanına nüfusunu önlemek için nem kesiciler kullanılır.

Isı yalıtımında bugün için uygulanan nem kesiciler; asfalt karakterli boyalar, sert bitüm (sıcak uygulamalı), bitümlü kağıt, PVC lev-

edilen ısı geçirme katsayısı U değerleri aşağıda çizelge halinde verilmiştir.

	$U_D$ W/m <sup>2</sup> KW/m	$U_T$ zK	$U_t$ W/m <sup>2</sup> K	$U_P$ W/m <sup>2</sup> K
1. BÖLGE	0,80	0,50	0,80	2,80
2. BÖLGE	0,60	0,40	0,60	2,80
3. BÖLGE	0,50	0,30	0,45	2,80
4. BÖLGE	0,40	0,25	0,40	2,80

Ancak bu tür uygulamada dış pencere yüzeyinin AP£ %12 AD olması gerekir.

## ISI YALITIM PROJESİ HESAP YÖNTEMİ

Yeterli ısı yalıtımı ile, ısı yalıtımının nem yoğunlaşmasına karşı korunmasının sağlandığı bir binada ısıtma enerjisi:

1. Isıtma sistemi
2. İç ısı kaynakları
3. Güneş Enerjisi

tarafından sağlanır. TS 825'e göre ısı yalıtım projesi yapımında bu üç ayrı ısı kaynağı değer olarak ayrı ayrı hesaplanarak sonuca varılır.

## Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

$$Q_{ay} = [H \cdot (T_i - T_d) - f_{i,ay} + f_{g,ay}] \cdot t$$

$$t = 3600 \text{ s} \cdot 24 \text{ h} \cdot 30 \text{ gün} = 2592 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$Q_{yil} = \hat{A} Q_{ay}$$

$Q_{yil}$ , Joule : yıllık ısıtma enerjisi

$Q_{ay}$ , Joule : aylık ısıtma enerjisi

H, W/K : binanın özgül ısı kaybı

$T_i$ , °C : aylık ortalama iç sıcaklık  
 $T_d$ , °C : aylık ortalama dış sıcaklık  
 $h_{ay}$ , : ısı kazançları için aylık ortalama kullanım faktörü

$f_{i,ay}$ , W : aylık ortalama iç ısı kazancı  
 $f_{g,ay}$ , W : aylık ortalama güneş ısı kazancı

$$H = H_i + H_H$$

$H_i$ , W/K : iletimle olan ısı kaybı  
 $H_H$ , W/K : havalandırma ile olan ısı

$$\hat{A} \cdot U = U_D A_D + U_P A_P + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + U_{dsic} A_{dsic}$$

$U_D$ , W/m<sup>2</sup>K : dış duvarların ısı geçirgenlik katsayısı

$U_P$ , W/m<sup>2</sup>K : pencerelerin ısı geçirgenlik katsayısı

$U_T$ , W/m<sup>2</sup>K : tavanın ısı geçirgenlik katsayısı

$U_b$ , W/m<sup>2</sup>K : zemine oturan tabanın ısı

$H_h$ ,  $W/m^2K$  : havalandırma ile olan ısı kaybı

### Havalandırma İle Olan Isı Kaybı:

$$H_h = r \cdot c \cdot V_{brüt} / \tau = h_h V_h \quad V_h = 0,80 \cdot V_{brüt}$$

Atmosfer havası için;  $r = 1,184 \text{ kg/m}^3$ ,  
 $c = 1006 \text{ J/kgK}$  olup,

$$r \cdot c = 1,184 \text{ kg/m}^3 \cdot 1006 \text{ J/kgK} / 3600 \text{ s} = 0,33 \text{ W/K m}^3$$

Buna göre;

$$H_h = r \cdot c \cdot h_{\text{ff}} \cdot V_h = 0,33 \cdot h_h \cdot V_h, \text{ W/K}$$

olur. Bu ifadede;

$h_h = 1$ , standart dış pencereler  
 $h_h \geq 2$ , basit dış pencereler için alınır.

### İletim Yoluyla Olan Isı Kaybı

$$H_{\text{ff}} = \hat{A} + I \cdot U$$

$\hat{A} \cdot U$ , W/K; ısı yalıtımlı yapı elemanlarından olan ısı kaybı

$I \cdot U_i$ , W/K; ısı köprülerinden olan ısı kaybı

geçir-

genlik katsayısı

$U_D$ , W/m<sup>2</sup>K : dış hava ile temas eden taban ısı

geçirgenlik katsayısı

$U_{\text{dsic}}$ , W/m<sup>2</sup>K : düşük sıcaklıktaki iç ortamlar

ile temas eden yapı eleman-

ları-

nın ısı geçirgenlik katsayısı

$A_D$ , m<sup>2</sup> : dış duvarların alanı

$A_P$ , m<sup>2</sup> : dış pencerelerin alanı

$A_T$ , m<sup>2</sup> : tavan alanı

$A_t$ , m<sup>2</sup> : zemine oturan taban alanı

$A_d$ , m<sup>2</sup> : dış hava ile temas eden taban alanı

$A_{\text{dsic}}$ , m<sup>2</sup> : düşük sıcaklıktaki iç ortamlar

ile temas eden yapı eleman-

ları-

nın alanı

Yukarıda verilen, iletimle olan ısı kaybı ifadesinde;

$$U_D A_D = 0, \quad U_{\text{dsic}} A_{\text{dsic}} = 0, \quad I U_i = 0$$

olması durumunda iletimle olan ısı kaybı için;

$$H_{\text{ff}} = \hat{A} = U_D A_D + U_P A_P + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t$$

$A_t$

ifadesi elde edilir. Bu ifadede kapalı çatı yeri ne teras çatı olması durumunda  $0,8 U_T A_T$  yerine  $U_T A_T$  değeri alınır.

### Aylık Ortalama İç Isı Kazançları

$$f_{i,ay} \approx 5 \cdot A_n, \text{ W (evler için)}$$

$$f_{i,ay} \geq 10 \cdot A_n, \text{ W (yemek fabrikaları vb. yerler)}$$

$$A_n @ 0,80 A_{\text{brüt}}$$

### Aylık Ortalama Güneş Isısı Kazançları

$$f_{g,ay} = \hat{A} f_{i,ay} a_{i,ay} i_{g,ay} A_i$$

$A_2$  m ;  $i$  yönündeki toplam pencere alanıdır.

$f_{i,ay}$  ;  $i$  yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti TS 825 Ek-3'de bu ışınım şiddeti değerleri verilmiştir.

### Kazanç / Kayıp Oranı

$$KKO_{ay} = (f_{i,ay} + f_{g,ay}) / H (T_{i,ay} - T_{g,ay})$$

$KKO_{ay} \geq 2,5$  ise, o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir.

### Kazanç Kullanım Faktörü

$$h_{ay} = 1 - e^{-1/KKO_{ay}}$$

ortalama güneşlenme faktörü

$r_{i,ay} = 0,80$ , müstakil ve üç kata kadar,  
 $r_{i,ay} = 0,60$ , çevresi ağaçlarla kaplı,  
 $r_{i,ay} = 0,50$ , bitişik nizam veya çok katlı,

binalar için alınır.

$g_{i,ay}$  ; İ yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü  $g_{i,ay} = 0,8 g_i$  ifadesi ile hesaplanır. Bu ifadede;

$g_i = 0,85$ , tek cam

$g_i = 0,75$ , çift cam

$g_i = 0,50$ , ısı geçirgenlik değeri  $\leq 2 \text{ W/m}^2\text{K}$  olan özel ısı camları için

**Aylık Ortalama Güneş Işınımı Şiddeti,  $\bar{i}_{i,ay}$  (TS 825, Ek-3)**

Ara.	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	
GÜNEY	72	84	95	83	92	95	93	93	89	82	67	64
KUZEY	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
DOĞU	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37
BATI	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

Not: Binamızın müstakil ve üç katlı ve ayrıca çift camlı olması durumunda;

$r_{i,ay} = 0,80$ ,  $g_{i,ay} = 0,80 g_i$ ,  $g_i = 0,75$  (çift cam)

$g_{i,ay} = 0,80 \cdot 0,75 = 0,60$

$f_{g,ay} = r_{i,ay} g_{i,ay} \hat{A}_{i,ay} = 0,48 A_i$   $\hat{A}_{i,ay} A_i$

$Q_{ay} = [H (T_i - T_d) - \text{hay} (f_{i,ay} + f_{g,ay})] t$ , Joule  
 $1000 \text{ J} = 1 \text{ kJ}$

## ISI YALITIM PROJESİ ÖRNEĞİ

Binalarda ısı yalıtımı ile, ısı yalıtım projesi hesap yöntemi konusunda yukarıda yapılan açıklamaların ışığında 'Isı Yalıtım Proje-

sini' bir örnekle açıklayalım.

TS 825'de ülkemiz dört ayrı derece gün bölgesine ayrılmış olup, bu derece gün bölgeleri TS 825, Ek-4'de genelde illere, sınırlı özel durumlar için de ilçelere göre, ayrı ayrı belirtilmiştir.

Bu durumda ısı yalıtım projesi yapılacak binanın öncelikle bulunduğu adresin hangi derece gün bölgesinde olduğu tespit edilir ve buna göre ısı yalıtım projesi yapımına başlanır.

Aşağıda tüm bu hususların ışığı altında ısı yalıtım projesi yapımı bir örnekle açıklanmaya çalışılacaktır.

### Isı Yalıtım Projesi Örneği ve Çözümü

TS 825 Ek-4'e göre 2. Derece Gün Bölgesinde olan Balıkesir'de bulunan ve Şekil-1 ve Şekil 2'de zemin kat ve normal kat planları verilen bir bina dıştan dışa ölçülerle 8.00 m eninde ve 10.00 m derinliğinde, 3 katlı ve toplam 7.80 m yüksekliğinde olup, mekân

Dış duvarlarda ısı yalıtımı, bu şekilde sıvanmış yüzeyler üzerine ceketleme halinde yapılacak olup, usulüne uygun imalat ve montaj sonunda ısı yalıtım malzemesi dış yüzeyden ayrıca 0.02 m kalınlığında rabis siva ile koruma altına alınacaktır.

Zemin döşemesi olarak 1,00 m kalınlığında radyegeneral donatılı beton temel üzerine 0,03 m kalınlığında tesviye şapı atılacak, bunun üzerine 0,002 m kalınlığında PVC örtü sıcak bitümlle döşenecek, daha sonra ısı yalıtım malzemesi usulüne göre tesis edilecek ve ısı yalıtım malzemesi üzerine de bu defa tekrar 0,03 m kalınlığında şap inşa edilecek ve bu şapın üzerine de PVC yer döşemesi yapıştırılacaktır.

Tavan ise 0,15 m kalınlığında donatılı betondan oluşmakta, alt taraftan 0,02 m kalınlığında siva, üst taraftan, yani; çatı arasında 0,03 m tasviye şapı, bunun üzerine alt mekândan çatı arasına doğru nem hareketini önlemek için 0,002 m kalınlığında PVC örtü

toplamı 7.00 m yüksekliğinde olup, mesken olarak kullanılacaktır. Buna göre bu binanın ısı yalıtım projesini yapınız ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplayınız.

## ÇÖZÜM

Isı yalıtım projesi yapılacak örnek bina -Dış kapı ve dış pencereler standart ya -  
mız;

...../.....Ada/Parsel  
.....Cadde ve.....Kapı

Noda

Merkez İlçe/BALIKESİR

Adresinde olup, zemin, 1. ve 2. kat olmak üzere üç katlı bir betonarme binadır. Temel 1 m yüksekliğinde radyegeneral donatılı beton temel olup, tavan ve döşemeler 0,15 m kalınlığında donatılı beton olan bina normal çatı ile koruma altına alınmıştır. Dış duvarlar 0,13 m kalınlığında yatay delikli tuğla ile yapılmış, içten ve dıştan 0,02 m kalınlığında çimento kireç harçlı sıva ile sıvanmıştır.

önlemek için 0,002 m kalınlığında PVC örtü sıcak bitümle yapıştırılacak, daha sonra ısı yalıtım malzemesi usulüne göre tesis edilecek ısı yalıtım malzemesi üzerine de 0.03 m kalınlığında şap inşa edilerek ısı yalıtım malzemesi koruma altına alınacaktır.

Bu esaslar altında örnek binamızın dış kapı ve pencereleri ile dış duvar, tavan, taban alanları ilgili plan üzerindeki ölçülere göre hesaplanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Dış kapı ve pencere alanı;

$$A_p = 1 \times 2,1 + (0,5 \times 0,6) \times 2 + [0,8 \times 1,9 + 0,75 \times 1,9 + (1 \times 1,4) \times 6 + 0,6 \times 1,4 + (0,5 \times 0,6) \times 2] \times 3 = 41,055 \text{ m}^2$$

Dış duvar alanı;

Cetvel-1 Balıkesir'deki Örnek Binamızın "Özgül Isı Kaybı"

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elm. Kalınlığı d m	Isı İletkenlik $I_n$ W/mK	d/l $1/a$ $^2K/W$	Isı İletimsi Kat. $W/m^2K$	Kaybol. Yüzey Alan $m^2$	Isı Kaybı $A \times U$ $W/K$
Duvar	$1/a_i$	1			0,130		
	İç sıva	2	0,020	0,870		0,023	
	Yatay delikli tuğla	3	0,450	0,288			
	Ara sıva	2	0,020	0,870		0,023	
	Yalıtım malzemesi	4	0,060	0,040		1,500	
	Dış sıva	2	0,020	0,870		0,023	
	$1/a_d$	5			0,040		
Toplam				2,027	0,493	239,745	118,19
Pencere	Isı cam	6				2,8	41,055
114,95							
Taban	$1/a_i$	7			0,170		
	PVC yer döşeme	8	0,003	0,230		0,013	
	Şap	9	0,030	1,400		0,021	
	Yalıtım malzemesi	4	0,100	0,040		2,500	
	PVC örtü	10	0,002	0,190		0,010	
	Tesviye şapı	9	0,030	1,400		0,021	
	Donatılı beton	11	1,000	2,100		0,476	
$1/a_d$	12				0,000		
Toplam				3,211	0,311	80	24,88
	$1/a_i$	13			0,130		
	Alt sıva	2	0,020	0,870		0,023	
	Donatılı beton	11	0,150	2,100		0,071	

Tavan	Tesviye şapı	9		0,030	1,400	0,021	
	PVC örtü	10	0,002	0,190	0,010		
	Yalıtım malzemesi	4		0,100	0,040	2,500	
	Şap	9		0,030	1,400	0,021	
	1/a <sub>d</sub>	14			0,130		
Toplam					2,906	0,344	80
							27,52
İletim Yolu İle Olan Toplam Isı Kaybı							285,54
İletimle ısı kaybı: $H_i = \dot{A} \cdot A \cdot U$							
$H_{iD} = U \cdot A_{D\#} + U \cdot A_P + 0,5U_i \cdot A_i + 0,8U_T \cdot A_T$							
$= 118,19 + 114,95 + 12,44 + 22,02$							
$H_i = 267,6 \text{ W/K}$							
Havalandırma ısı kaybı: $H_h = 0,33 h_h V_h$							
$H_h = 0,33 \cdot 1.499,2$							
$H_h = 164,74 \text{ W/K}$							
Özgül ısı kaybı: $H = H_i + H_h$							
$H = 267,6 + 164,74$							
$H = 432,34 \text{ W/K}$							

$$A_D = 2 \times (8+10) \times 7,8 - 41,055 = 239,745 \text{ m}^2$$

Tavan alanı;

$$A_T = 8 \times 10 = 80 \text{ m}^2$$

Taban alanı;

$$A_t = 8 \times 10 = 80 \text{ m}^2$$

$$A_{top} = 41,055 + 239,745 + 80 + 80 = 440,8 \text{ m}^2$$

$$V_{brüt} = 8 \times 10 \times 7,8 = 624 \text{ m}^3$$

$$A_{brüt} = 8 \times 10 \times 3 = 240 \text{ m}^2$$

$$A_n @ 0,8 \text{ Abrüt} = 0,8 \times 240 = 192 \text{ m}^2$$

$$V_n = 0,8 \cdot V_{brüt} = 0,8 \times 624 = 499,2 \text{ m}^3$$

Yukarıda hesaplanan bu değerlere göre örneğimizde konu olan binamızın öncelikle özgül ısı kaybı hesabı yapılır. Bu amaçla form haline getirilmiş özgül ısı kaybı cetveli usulüne göre tanzim edilir. Bu şekilde usulüne göre tanzim edilen ve Cetvel-1'de verilen özgül ısı kaybı hesabı cetvelinden de görüleceği üzere; örneğimize konu olan binamızın özgül ısı kaybı;

$$H = H_i + H_h = 267,6 + 164,74 = 432,34 \text{ W/K}$$

olarak hesaplanır ve değerlendirmeye alınır.

TS 825'e göre ısı yalıtım projesi yapımında özgül ısı kaybı hesabından sonra yapıl -

$$H = H_i + H_h = 432,34 \text{ W/K}$$

özgül ısı kaybı değeri yazılır.

2. Daha sonra binamızın iç sıcaklığı ortalama  $T_i = \pm 19 \text{ }^\circ\text{C}$  kabul edilerek ve TS 825 Ek-2'de Balıkesir'in de bulunduğu 2. derece gün bölgesindeki aylık ortalama dış sıcaklık değerleri esas alınarak aylara göre,

$$(T_i - T_d)$$

sıcaklık farkı değerleri ilgili kolonuna göre yazılır.

3. Bundan sonra da ısı kaybı değerleri,

$$H \cdot (T_i - T_d), \text{ W}$$

İfadesindeki değerlerle, aylara göre ayrı ayrı hesaplanarak bulunan değerler ilgili kolonuna sırası ile yazılır.

Böylece "Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı" cetvelinin tanziminde ısı kaybı değerlerinin usulüne göre hesaplanması ve tanzimi tamamlanmış olup, işlem sırası "Isı Kazançlarının" hesaplanmasına gelmiştir.

TS 825'e göre yıllık ısıtma ısı ihtiyacı - nin hesaplanmasında binanın ısı kaybı ile ısı kazancı müştereken ele alınır.

### Binanın Isı Kazancı

ması gerekli işlem; Yıllık Isıtma Isısı ihtiyacı -1. İç ısı kazancı, cını hesaplamaktır.

Herhangi bir binanın yıllık ısıtma ısısı ihtiyacı "Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı Cetveli'nin usulüne göre doldurularak tanzim edilmesi ile hesaplanır cetvelde Balıkesir'deki örnek binamız için yıllık ısıtma ısısı ihtiyacının usulüne göre hesabı özet halinde verilmiştir.

Yıllık ısıtma ısısı ihtiyacı cetvelinin usulüne göre tanziminde öncelikli;

1. Isı kaybı kolonlarındaki özgül ısı kaybı kolonuna yukarıda hesaplanan,

2. Güneş ısısı kazancı, olmak üzere iki ayrı tür ve kaynaktan olmaktadır.

İç ısı kazancı, özgül ısı kaybı hesabında olduğu gibi yılın tüm ayları için sabit bir değer olarak hesaplamakta, güneş ısısı kazancı ise aylara göre değişen değerler almaktadır.

Güneş ısısı kazancı, yılın değişik aylarına göre değiştiği gibi, binanın yön esasına göre yerleşim durumuna göre de değişir. Yön esasına göre yerleşim durumu ile boyut

ve yapıları aynı ve eşit olan binalar için dört ayrı farklı derece gün bölgeleri için güneş ısısı kazancı değerleri birbirine eşit olacaktır.

Aynı şekilde boyut ve yapıları aynı ve eşit olan binalar için dört ayrı farklı derece gün bölgeleri için iç ısı kazançları da doğal olarak birbirine eşit olacaktır.

### İç Isı Kazancı:

Örnek binamız konut olarak kullanılmaktadır. Buna göre;

$$f_{i,ay} = 5 \cdot A_n = 5 \text{ W/m}^2 \cdot 192 \text{ m}^2$$

$$f_{i,ay} = 960 \text{ W}$$

olarak hesaplanır.

### Güneş Isısı Kazancı

Güneş ısısı kazancı binalarımızın ısıtılmasında önemli bir avantajdır. Buna güneş ısısı kazancından daha fazla yararlanabilmek için binamızın pencerelerinin güney, doğu ve batıda daha çok, kuzeyde ise daha az olması arzu edilir.

$$f_{g,ay} = \hat{A} \cdot r_{i,ay} \cdot g_{i,ay} \cdot \dot{I}_{i,ay} \cdot A_i$$

$r_{i,ay} = 0,80$ , müstakil ve üç kata kadar olan binalar için

$g_{i,ay} = 0,8$   $g_i$ , güneş enerjisi geçirme faktörü

$g_i = 0,75$ , çift cam için alınır. Buna göre;

$$g_{i,ay} = 0,8 \cdot 0,75 = 0,60 \text{ olur.}$$

$\text{m}^2$

Kuzey için;  $A_i = 1,4 \times 1 \times 3 + 2,1 \times 1 + 0,5 \times 0,6 \times 2 = 6,9 \text{ m}^2$

Doğu için;  $A_i$

$$= (1,4 \times 1 + 0,5 \times 0,6 + 1,4 \times 0,6 + 1,9 \times 0,75) \times 3 = 11,9 \text{ m}^2$$

Batı için;  $A_i = (1,4 \times 1 \times 2 + 1,9 \times 0,8) \times 3 = 12,96 \text{ m}^2$

$f_{i,ay} = (\text{Güney} + \text{Kuzey} + \text{Doğu} + \text{Batı})$ 'dan aylık güneş ısısı kazancıdır.

$$r_{i,ay} \cdot g_{i,ay} = 0,80 \times 0,60 = 0,48$$

$$f_{g,ay} = 0,48 \cdot \hat{A} \cdot \dot{I}_{i,ay}$$

Örneğimizdeki binanın aylara göre güneş ısısı kazançları:

$$f_{g,ocak} = 0,48 (72 \cdot 9,3 + 26 \cdot 6,9 + 43 \cdot 11,9 + 43 \cdot 12,96) = 921 \text{ W}$$

$$f_{g,şubat} = 0,48 (84 \cdot 9,3 + 37 \cdot 6,9 + 57 \cdot 11,9 + 57 \cdot 12,96) = 1140 \text{ W}$$

$$f_{g,mart} = 0,48 (95 \cdot 9,3 + 52 \cdot 6,9 + 77 \cdot 11,9 + 77 \cdot 12,96) = 1515 \text{ W}$$

$$f_{g,nisan} = 0,48 (83 \cdot 9,3 + 66 \cdot 6,9 + 90 \cdot 11,9 + 90 \cdot 12,96) = 1663 \text{ W}$$

$$f_{g,mayıs} = 0,48 (92 \cdot 9,3 + 79 \cdot 6,9 + 114 \cdot 11,9 + 114 \cdot 12,96) = 2033 \text{ W}$$

$$f_{g,haziran} = 0,48 (95 \cdot 9,3 + 83 \cdot 6,9 + 122 \cdot 11,9 + 122 \cdot 12,96) = 2155 \text{ W}$$

$$f_{g,temmuz} = 0,48 (93 \cdot 9,3 + 81 \cdot 6,9 + 118 \cdot 11,9 + 118 \cdot 12,96) = 2092 \text{ W}$$

$$f_{g,ağustos} = 0,48 (93 \cdot 9,3 + 73 \cdot 6,9 + 106 \cdot 11,9 + 106 \cdot 12,96) = 1922 \text{ W}$$

$$f_{g,eylül} = 0,48 (89 \cdot 9,3 + 57 \cdot 6,9 + 81 \cdot 11,9 + 81 \cdot 12,96) = 1400 \text{ W}$$

$i_{i,ay}$  ; TS 825 Ek-3'den  $i$  yönünde dik yü -  
zeyle gelen aylık ortalama güneş ışınımı  
şiddeti değerleri  
 $A_i$  m<sup>2</sup>;  $i$  yönündeki toplam pencere ala -  
nıdır.

Güney için;  $A_i = (1,4 \times 1 \times 2 + 0,5 \times 0,6 \times 1) \times 3 = 9,3$

1409 W

$$f_{g,ekim} = 0,48 (82 \cdot 9,3 + 40 \cdot 6,9 + 59 \cdot 11,9 + 59 \cdot 12,96) = 1204 \text{ W}$$

$$f_{g,kasim} = 0,48 (67 \cdot 9,3 + 27 \cdot 6,9 + 41 \cdot 11,9 + 41 \cdot 12,96) = 878 \text{ W}$$

$$f_{g,aralik} = 0,48 (64 \cdot 9,3 + 22 \cdot 6,9 + 37 \cdot 11,9 + 37 \cdot 12,96) = 800 \text{ W}$$

Bu açıklama ve yapılan hesap işlemlerin- değerleri sırası ile yazılır.  
den sonra Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı cetvelin-3. Bundan sonra da ısı kazancı toplamı  
de ısı kazancı kolonlarından: kolonuna,

1. İç ısı kazancı kolonuna,

$$f_{i,ay} = 960 \text{ W}$$

$$f_{i,ay} = f_{i,ay}$$

iç ısı kazancı değeri yazılır.

değerleri ayrı ayrı toplanarak sırası ile yazı -  
lır.

2. Daha sonra güneş ısı kazancı kolo -  
nuna yukarıda hesaplanan aylara göre  $f_{g,ay}$

Böylece "Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı" cetve -

#### Cetvel-2 Balıkesir'deki Örnek Binamızın Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı

Aylar Toplam Isı	Isı Kaybı			Isı Kazancı			KKO	Kullanım Faktörü	Kazanç İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kaybı	İç Isı Kazancı	Güneş Isı Kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_o$	$T_i - T_d, ^\circ\text{C}$	$H(T_i - T_d), \text{W}$	$H(T_i - T_d), \text{W}$	$f_g, \text{W}$	$f_g, \text{WT} = f$			
$Q_{ay}, \text{kJ}$									
OCAK		15,7	6787		921	1881	0,28	0,97	12864096
ŞUBAT		14,5	6268		1140	2100	0,33	0,95	11075616
MART		11,8	5102		1515	2475	0,48	0,88	7579008
NİSAN		6,4	2767		1663	2623	0,96	0,65	2752704
MAYIS		2,2	951		2033	2993	3,15	-	-
HAZİRAN		$T_d$ yük	960	2155	3115	-	-	-	-
TEMMUZ		$T_d$ yük			2092	3052	-	-	-
AĞUSTOS	432,34	$T_d$ yük			1922	2952	-	-	-
EYLÜL		$T_d$ yük			1409	2369	-	-	-
EKİM		4,9	2118		1204	2164	1,02	0,62	2011392
KASIM		9,9	4280		878	1838	0,43	0,90	6806392
ARALIK		14,4	6225		800	1760	0,28	0,97	11710656

$$1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}, Q_{yil} = \text{Toplam Isı Kaybı}$$

$$Q_{yil} = \hat{A} = 54800064$$

$$Q_{yil} = 0,278 \cdot 10^{-3} \cdot 54800064 = 15234 \text{ kWh}$$

$$A_n = 0,8 A_{brüt} = 0,8 \cdot 240 = 192 \text{ m}^2, \text{ bina kullanım alanı}$$

$$Q = Q_{yil} / A_n = 15234 / 192 = 79,34 \text{ kWh/m}^2$$

$A_{top} / V_{brüt} = 440,8 / 624 = 0,706$  oranına bağlı TS 825 ve Ek-1'den 2. derece gün bölgesi için illeli.

IIIÖKIII,

$$Q_2' = 68,59 A_{\text{top}}/V_{\text{brüt}} + 32,30 = 68,59 \cdot 0,706 + 32,30 = 80,72 \text{ kWh/m}^2$$

$Q < Q_2' \text{ } \text{AE} \text{ } 79,34 \text{ kWh/m}^2 < 80,72 \text{ kWh/m}^2$  olduğundan yalıtım projesi değerleri uygun değerlerdir.

linde örnek binamıza ait ısı kaybı ile ısı kazancı değerleri mevcut usulüne göre yer almış olmaktadır.

Örnek binamızın yıllık ısıtma ısısı ihtiyacı hesabında bundan sonra yapılacak işlem;

1. Kazanç/Kayıp Oranı ile  
2. Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü nü hesaplamak ve bulunan değerleri "yıllık ısıtma ısısı" ihtiyacı cetvelinde ilgili kolonlarına sırasına ve usulüne göre yazmak olacaktır.

### Kazanç/Kayıp Oranı

$$KKO_{\text{ay}} = (f_{i,\text{ay}} + g_{\text{ay}})/H(T_{i,\text{ay}} - T_{d,\text{ay}})$$

$$KKO_{\text{ocak}} = 1881/6787 = 0,28$$

$$KKO_{\text{şubat}} = 2100/6268 = 0,33$$

$$KKO_{\text{mart}} = 2475/5102 = 0,48$$

$$KKO_{\text{nisan}} = 2623/2767 = 0,96$$

$$KKO_{\text{mayıs}} = 2993/951 = 3,15 > 2,5$$

$$KKO_{\text{ekim}} = 2164/2118 = 1,02$$

$$KKO_{\text{kasım}} = 1838/4280 = 0,43$$

$$KKO_{\text{aralık}} = 1760/6225 = 0,28$$

### Aylık Ortalama Kazanç Kullanım Faktörü

$$h_{\text{ay}} = 1 - e^{-1/KKO_{\text{ay}}}$$

$$h_{\text{ocak}} = 1 - e^{-1/0,28} = 0,97$$

$$h_{\text{şubat}} = 1 - e^{-1/0,33} = 0,95$$

$$h_{\text{mart}} = 1 - e^{-1/0,48} = 0,88$$

$$h_{\text{nisan}} = 1 - e^{-1/0,96} = 0,65$$

$$h_{\text{ekim}} = 1 - e^{-1/1,02} = 0,62$$

$$h_{\text{kasım}} = 1 - e^{-1/1,02} = 0,90$$

$$h_{\text{aralık}} = 1 - e^{-1/0,28} = 0,97$$

### Aylık Isıtma Isısı İhtiyacı

$$Q = [H(T_i - T_d) - h(f_{i,\text{ay}} + g_{\text{ay}})] t, \text{ J}$$

$$t = 3600 \text{ s} \cdot 24 \text{ h} \cdot 30 \text{ gün} = 2592 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$1000 \text{ J} = 1 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{ocak}} = (6787 - 0,97 \cdot 1881) 2592 =$$

$$12864096 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{şubat}} = (6268 - 0,95 \cdot 2100) 2592 = 11075616 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{mart}} = (5102 - 0,88 \cdot 2475) 2592 = 7579008 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{nisan}} = (2767 - 0,65 \cdot 2623) 2592 = 2752704 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{ekim}} = (2118 - 0,62 \cdot 2164) 2592 = 2011392 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{kasım}} = (4280 - 0,90 \cdot 1838) 2592 = 6806592 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{aralık}} = (6225 - 0,97 \cdot 1760) 2592 = 11710656 \text{ kJ}$$