

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 yeniden düzenlenmiş ve 14 Haziran 1999 tarih ve 23725 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak 14 Haziran 2000 tarihinde mecburi standart olarak yürürlüğe girmiştir.

TS 825, bu son durumu ile binalarımızda ısı yalıtımını tekniği uygulamasında çok önemli değişiklik ve olması gereken değerler ortaya koymuştur.

Bu standart başta dış duvarlar ile zemine oturan döşeme, çatı veya tavan olmak üzere binalarımızda ısı yalıtımını, ülkemiz için belirlenen dört ayrı derece gün bölgesine göre farklı değerlerde uygulanmak zorunlu duruma getirmiştir.

TS 825'in uygulaması durumunda binalarımızda ısıtma enerjisi ihtiyacı büyük oranda azalacaktır.

Ülkemizde toplam enerji tüketiminde %50 seviyesine ulaşan ısıtma enerjisi tüketiminin, bu standardın ülke sathında tüm olarak uygulanması ile düşük seviyelere ineceği açıkça ortadadır.

Enerjinin çok pahalı olduğu ve dolayısıyla maksimum verimle kullanılmasının gerek-

tiği dünyamızda TS 825'in uygulanması öncelikli olarak önem kazanmaktadır.

TS 825'e göre binalarda ısı yalıtımı sadece kaloriferle ısıtılan binaları değil, aynı zamanda soba ile ısıtılan tüm binalarımızı da kapsamaktadır.

Ayrıca, 1., 2., 3. ve 4. derece gün bölgelerimizde gelişen kültürel, sosyal ve ekonomik koşullara paralel olarak başta iş binalarımız ve meskenlerimiz olmak

üzere klima sistemleri ile donatılmalıdır.

Klima sistemlerinin uygulanmasında da enerji ekonomisi çok önemli olduğundan TS 825'e göre binalarda ısı yalıtımı uygulaması daha da önem kazanmaktadır.

Genelde olduğu gibi TS 825'e göre binalarda ısı yalıtımı proje hesaplarında SI Birim Sistemi kullanılır. Bu birim sisteminde;

Sıcaklık
T, K

Enerji
L, Joule (J)

Güç
H, W

Isı geçirgenliği
U, W/m²K

değerleri ile ifade olunmaktadır.

Bugünkü, SI Birim Sistemi ile önceden

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 SEKA'da Proje Mühendisi olarak çalıştı. Daha sonra Et ve Balık Kurumu Genel Müdür lüğü'ne Proje Mühendisi olarak geçti. Son olarak Makine Tesi sat Dairesi Başkanı bulunduğu görevinden Mart 1975'te ayrılarak Elazığ D.M.M.A.'ya öğretim görevlisi olarak geçti. Bu sırada Doktora yerine geçerli 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 Dalında Profesör oldu. Halen Balıkesir Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi Sabri SAVAŞ'ın Soğutma Tekniği konusunda çeşitli yayınları ve araştırmaları bulunmaktadır.

Yrd. Doç. Dr. Enver YALÇIN

Polatlı 1968 doğumlu olan Enver YALÇIN ilk ve orta öğrenimini Polatlı'da tamamladıktan sonra 1989 yılında Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl yüksek lisans öğrenimi için Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora başladı ve 1998 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktorasını tamamladı. 1998-1999 yılları arasında askerlik görevini yaptı. Halen Balıkesir Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi'nde Termodinamik Anabilim Dalında görevini sürdürmektedir.

Yrd. Doç. Dr. Bahar BAYBOZ

Balıkesir 1966 doğumlu olan Bahar BAYBOZ, 1988 yılında Uludağ Üniversitesi Balıkesir Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1989 yılında aynı üniversitede Yüksek Lisans ve Araştırma Görevlisi olarak görev ve başladı. 1992 yılında Yüksek Lisansını tamamladı ve Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora başladı. 1997 yılında Doktora çalışmasını tamamladı. Halen Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nde Termodinamik Anabilim Dalında görevini sürdürmektedir.

kullanılan mks birim sistemi arasında mevcut sayısal bağıntı, sadece ısı yalıtımında kullanılabilir olanları esas alınarak aşağıda bir liste halinde verilmiştir.

TS 825, Ek-2 Farklı Derece Gün Bölgeleri İçin Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerleri, T_d °C

1 kcal	4,187	kJ
1 kcal	1,163.10 ⁻³	kWh
1 kWh	860	kcal
1 kcal/m ² h°C	1,163	W/m ² K
1 m ² h°C/kcal	0,860	m ² K/W
1 kJ	0,278.10 ⁻³	kWh

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

Q _{i,ay}	(J)	: Aylık ısıtma enerjisi
Q _{i,yıl}	(J)	: Yıllık ısıtma enerjisi
H _i	W/K	: İletimle ısı kaybı
H _h	W/K	: Havalandırma ısı kaybı
H=(H _i +H _h)	W/K	: Binanın özgül ısı kaybı
T _d	K	: Aylık ortalama dış sıcaklık
T _i	K	: Aylık ortalama iç sıcaklık

T_i = +19 °C (TS 825'e göre)

f _i	W	: Binanın iç ısı kazancı
f _g	W	: Güneş enerjisi kazancı
KKO		: Kazanç/Kayıp oranı
A _n	m ²	: Bina kullanım alanı
A _{brüt}	m ²	: Binanın toplam taban alanı
A _n @ 0,80.A _{brüt}		
V _{brüt}	m ³	: Binanın brüt hacmi
A _{top}	m ²	: Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı
A _{top} / V _{brüt}	m ⁻¹	: Binanın ısı kaybeden toplam yüzeyinin binanın brüt hacmine oranı olup, TS 825 Ek-1B'ye göre ısı enerjisi gereksinimi kontrolünde kullanılır.

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

Not: Kat yüksekliği h<2,60 m ise A_n'e bağlı, h>2,60 m ise V_{brüt}'e bağlı ifade kullanılır.

V_h m³ : Havalandırma hacmi

V_h @ 0,80. V_{brüt}

NEM YALITIMI

Binalarda ısı yalıtımı için kullanılan yalıtım malzemesinin nem hareketine karşı, diğer bir deyişle, nem yoğunlaşması durumunda ıslanarak yalıtım özelliğini

kaybetmemesi için korunması gerekir. Bu koruma işlemine nem yalıtımı denir.

Nem atmosfer havası, basınç olarak;

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

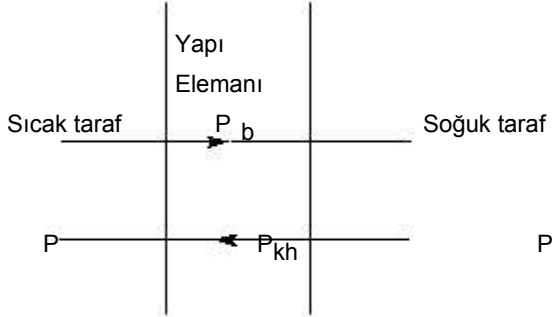
P : atmosfer basıncı
P_{kh} : kuru hava basıncı
P_b : nem basıncı

	U _D W/m ² K	U _T W/m ² K	U _t W/m ² K	U _p W/m ² 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

değerleri ile ifade edilir. j bağılı 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 kurulu 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 levhalar, 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^2 'den küçük binalarda ısı yalıtım projesi yapımını ihtiyaç olmaksızın; TS 825, Ek-1C'ye göre yapı elemanlarının tavsiye edilen ısı geçirme katsayısı U değerleri aşağıda çizelge halinde verilmiştir.

Ancak bu tür uygulamada dış pencere yüzeyinin AP ϵ %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

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

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

$$Q_{yıl} = \hat{A} Q_{ay}$$

$Q_{yıl}$,	Joule	: yıllık ısıtma enerjisi
Q_{ay} ,	Joule	: aylık ısıtma enerjisi
H,	W/K	: binanın özgül ısı kaybı
T_i ,	$^{\circ}\text{C}$: aylık ortalama iç sıcaklık
T_d ,	$^{\circ}\text{C}$: 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 kaybı

Havalandırma İle Olan Isı Kaybı:

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ - Ocak 2001 ■ 35

$$H_h = r \cdot c \cdot V \phi \cdot \Delta T = h_h \cdot V_h \cdot \Delta T \quad V_h = 0,80 \cdot V_{brüt}$$

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

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

Buna göre;

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

A_t ,	m^2	: zemine oturan taban alanı
$A_{d,m}$,	m^2	: dış hava ile temas eden taban alanı
$A_{d,sic}$,	m^2	: düşük sıcaklıktaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı

Yukarıda verilen, iletimle olan ısı kaybı ifadesinde;

$$UD \text{ AD} = 0, \quad U_{d,sic} \text{ Adsic} = 0, \quad I \text{ UI} = 0$$

olması durumunda iletimle olan ısı kaybı için;

olur. Bu ifadede;

$h_h = 1$, standart dış pencereler

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

İletim Yoluyla Olan Isı Kaybı

$$H_A = \dot{Q} + I \cdot U$$

\dot{Q} : $\dot{Q} = \dot{Q}_{D,D} + \dot{Q}_{P,P} + 0,8 \dot{Q}_{T,T} + 0,5 \dot{Q}_{t,t}$; ısı yalıtımlı yapı elemanlarından olan ısı kaybı

$I \cdot U$: $I \cdot U$; ısı köprülerinden olan ısı kaybı

$$\dot{Q}_{D,D} = U_{D,D} A_{D,m} + U_{P,P} A_{P,m} + 0,8 U_{T,T} A_{T,m} + 0,5 U_{t,t} A_{t,m} + U_{dsic} A_{dsic}$$

$U_{D,D}$, W/m^2K : dış duvarların ısı geçirgenlik katsayısı

$U_{P,P}$, W/m^2K : pencerelerin ısı geçirgenlik katsayısı

$U_{T,T}$, W/m^2K : tavanın ısı geçirgenlik katsayısı

$U_{t,t}$, W/m^2K : zemine oturan tabanın ısı geçirgenlik katsayısı

$U_{D,D}$, W/m^2K : dış hava ile temas eden taban ısı geçirgenlik katsayısı

U_{dsic} , W/m^2K : düşük sıcaklıktaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı

$A_{D,m}$, m^2 : dış duvarların alanı

$A_{P,m}$, m^2 : dış pencerelerin alanı

$A_{T,m}$, m^2 : tavan alanı

$$H_i = \dot{Q} \cdot U = U_{D,D} A_{D,m} + U_{P,P} A_{P,m} + 0,8 U_{T,T} A_{T,m} + 0,5 U_{t,t} A_{t,m}$$

ifadesi elde edilir. Bu ifadede kapalı çatı yerine teras çatı olması durumunda $0,8 U_{T,T}$ yerine $U_{T,T}$ değeri alınır.

Aylık Ortalama İç Isı Kazançları

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

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

$A_n @ 0,80 A_{brüt}$

Aylık Ortalama Güneş Isısı Kazançları

$$g_{i,ay} = \sum g_i \cdot A_i$$

$r_{i,ay}$: i yönünde saydam yüzeylerin aylık 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.

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

34 ■ TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ - Ocak - Mart 2001

$g_i = 0,85$, tek cam

$g_i = 0,75$, çift cam

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

A_i : m^2 ; i yönündeki toplam pencere alanıdır.

$\dot{Q}_{i,ay}$: 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

yöntemi konusunda yukarıda yapılan açıklamaların ışığında 'Isı Yalıtım Projesini' 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 ışığında ısı yalıtım projesi yapımı bir örnekle açıklanmaya çalışılmaktadır.

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

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

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

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

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

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

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

1000 J = 1 kJ

ISI YALITIM PROJESİ ÖRNEĞİ

Binalarda ısı yalıtımı ile, ısı yalıtım projesi hesap

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, mesken olarak kullanılacaktır. Buna göre bu binanın ısı yalıtım projesini yapınız ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplayınız.

ÇÖZÜM

Isı yalıtım projesi yapılacak örnek binamız;

...../.....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

Aylık Ortalama Güneş Işınımı Şiddeti, $\hat{I}_{i,ay}$ (TS 825, Ek-3)												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Ara.
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

normal çatı ile koruma altına alınmıştır. Dış duvarlar 0,13 m kalınlığında yatay delikli tuğla ile yapılmış, iç ten ve dıştan 0,02 m kalınlığında çimento kireç harçlı siva ile sıvanmıştır.

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 bitümlü 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 yapılacaktır.

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 mekandan çatı arasına doğru nem hareketini önlemek için 0,002 m kalınlığında PVC örtü sıcak

Tavan alanı;

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

Taban alanı;

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

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

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

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

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

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

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;

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.

Dış kapı ve dış pencereler standart yapılı ahşap veya plastik malzemeden mamul olup, ısı cam (çift cam) lıdır.

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;

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

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

olarak hesaplanır ve değerlendirmeye alınır.

TS 825'e göre ısı yalıtım projesi yapımında özgül ısı kaybı hesabından sonra yapılması gerekli işlem; Yıllık Isıtma Isısı ihtiyacını 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 öncelikle;

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

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

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

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 $1/a$ $^2\text{K/W}$	Isı İletimlisi Kat. $\text{W/m}^2\text{K}$	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				2,0270,493	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
Tavan	$1/a_i$	13		0,130		
	Alt sıva	2	0,020	0,870	0,023	
	Donatılı beton	11	0,150	2,100	0,071	
	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 _d	14		0,130		
Toplam			2,906	0,344	80
İletim Yolu İle Olan Toplam Isı Kaybı					27,52
					285,54
1.....Ek-6, Çizelge-6/3	İletimle ısı kaybı: $H_i = \hat{A} \cdot A \cdot U$				
2.....Ek-5, Sıra no-4.1	$H_{iD} = U \cdot A_{D\#} \cdot U \cdot A_p + 0,5U_i \cdot A_i + 0,8U_T \cdot A_T$				
3.....Ek-5, Sıra no-7.1.6	$= 118,19 + 114,95 + 12,44 + 22,02$				
4.....Ek-5, Sıra no-10.2.1.1	$H_i = 267,6 \text{ W/K}$				
5.....Ek-6, Çizelge-6/1	Havalandırma ısı kaybı: $H_h = 0,33 \cdot h_n \cdot V_h$				
6.....Ek-1/c	$H_h = 0,33 \cdot 1.499,2$				
7.....Ek-6, Çizelge-6/7.2	$H_h = 164,74 \text{ W/K}$				
8.....Ek-5, Sıra no-9.1.5	Özgül ısı kaybı: $H = H_i + H_h$				
9.....Ek-5, Sıra no-4.6	$H = 267,6 + 164,74$				
10.....Ek-5, Sıra no-9.2.3	$H = 432,34 \text{ W/K}$				
11.....Ek-5, Sıra no-5.1					
12.....Ek-5, Sıra no-6.10					
13.....Ek-6, Çizelge-6/7.1					
14.....Ek-6, Çizelge-6/5					

de bulunduğu 2. derece gün bölgesindeki aylık ortalama dış sıcaklık değerleri esas alınarak aylara göre,

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

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

$$(T_i - T_d)$$

olarak hesaplanır.

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 tanzimi minde ısı kaybı değerlerinin usulüne göre hesaplanması ve tanzimi tamamlanmış olup, işlem sırası "Isı Kazançlarının" hesaplanmasına gelmiştir.

TS 825'e göre yıllık ısıtma ısı ihtiyacının hesaplanmasında binanın ısı kaybı ile ısı kazancı müşteriye ken ele alınır.

Binanın Isı Kazancı

1. İç ısı kazancı,
2. Güneş ısı 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 hesaplanmakta, güneş ısı kazancı ise aylara göre değişen değerler almaktadır.

Güneş ısı kazancı, yılın değişik aylarına göre değiştiği gibi, binanın yön esasına göre yerleşim durumuna göre de değişir. Yön esasına göre yerleşim

Güneş Isısı Kazancı

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

$$q_{g,ay} = g_{i,ay} \cdot \hat{I}_{i,ay} \cdot A_i$$

$r_{i,ay} = 0,80$, 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;

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

$\hat{I}_{i,ay}$; TS 825 Ek-3'den \hat{I} yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti değerleri A_i m^2 ; \hat{I} yönündeki toplam pencere alanıdır.

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

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

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

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

durumu ile boyut ve yapıları aynı ve eşit olan binalar için dört ayrı farklı derece gün bölgeleri için güneş ısı - sı 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;

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

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

$$f_{g,ay} = 0,48 \hat{A} \sum_{i,ay} A_i$$

Örneğimizdeki binanın aylara göre güneş ısı kazançları:

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

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

34 ■ TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ Ocak - Şubat 2001

$$12,96) = 1140 \text{ W}$$

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

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

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

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

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

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

$$f_{g,eylül} = 0,48 (89 \cdot 9,3 + 57 \cdot 6,9 + 81 \cdot 11,9 + 81 \cdot 12,96) = 1409 \text{ W}$$

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

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

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

Bu açıklama ve yapılan hesap işlemlerinden sonra Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı cetvelinde ısı kazancı kolonlarından:

1. İç ısı kazancı kolonuna,

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

iç ısı kazancı değeri yazılır.

2. Daha sonra güneş ısı kazancı kolonuna yukarıda hesaplanan aylara göre $f_{g,ay}$ değerleri sırası ile yazılır.

3. Bundan sonra da ısı kazancı toplamı kolonuna,

$$f_T = f_i + f_{g,ay}$$

değerleri ayrı ayrı toplanarak sırası ile yazılır.

Böylece "Yıllık Isıtma Isısı İhtiyacı" cetvelinde örneğin

bulunan değerleri "yıllık ısıtma ısı" ihtiyacı cetvelinde ilgili kolonlarına sırasına ve usulüne göre yazmak olacaktır.

Kazanç/Kayıp Oranı

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

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

$$KKO_{\şubat} = 2100/6268 = 0,33$$

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

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

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

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

$$KKO_{kasım} = 1838/4280 = 0,43$$

$$KKO_{aralık} = 1760/6225 = 0,28$$

Aylık Ortalama Kazanç Kullanım Faktörü

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

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

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

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

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

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

$$h_{kasım} = 1 - e^{-1/0,43} = 0,90$$

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

Aylık Isıtma Isısı İhtiyacı

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

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

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

$$Q_{ocak} = (6787 - 0,97 \cdot 1881) 2592 = 12864096 \text{ kJ}$$

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

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

$$Q_{nisan} = (2767 - 0,65 \cdot 2623) 2592 = 3750720 \text{ kJ}$$

$$Q_{mayıs} = (951 - 3,15 \cdot 2993) 2592 = -7507200 \text{ kJ}$$

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

Örnek binamızın yıllık ısıtma ısı ihtiyacı hesabın - da bundan sonra yapılacak işlem;

1. Kazanç/Kayıp Oranı ile
2. Aylık ortalama kazanç kullanım faktörünü hesap-

$$Q_{\text{nisan}} = (2167 - 0,65 \cdot 2623) 2592 = 2752704 \text{ kJ}$$

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

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

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

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

Aylar	Isı Kaybı			Isı Kazancı			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Toplam Isı İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kaybı	İç Isı Kazancı	Güneş Isı Kazancı	Toplam			
	$H=H_i + H_n$	$T_i - T_d, ^\circ\text{C}$	$H(T_i - T_d), \text{W}$	$f_p \text{ W}$	f_g, W	$fT=f_i+f_g, \text{W}$			
OCAK	432,34	15,7	6787	960	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			2155	3115	-	-	-
TEMMUZ		T_d yük			2092	3052	-	-	-
AĞUSTOS		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

$$Q_{\text{yil}} = \hat{A} \cdot Q_{\text{ay}} = 54800064$$

1 kJ = 0,278 . 10⁻³ kWh, Q_{yil} = Toplam Isı Kaybı

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

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

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

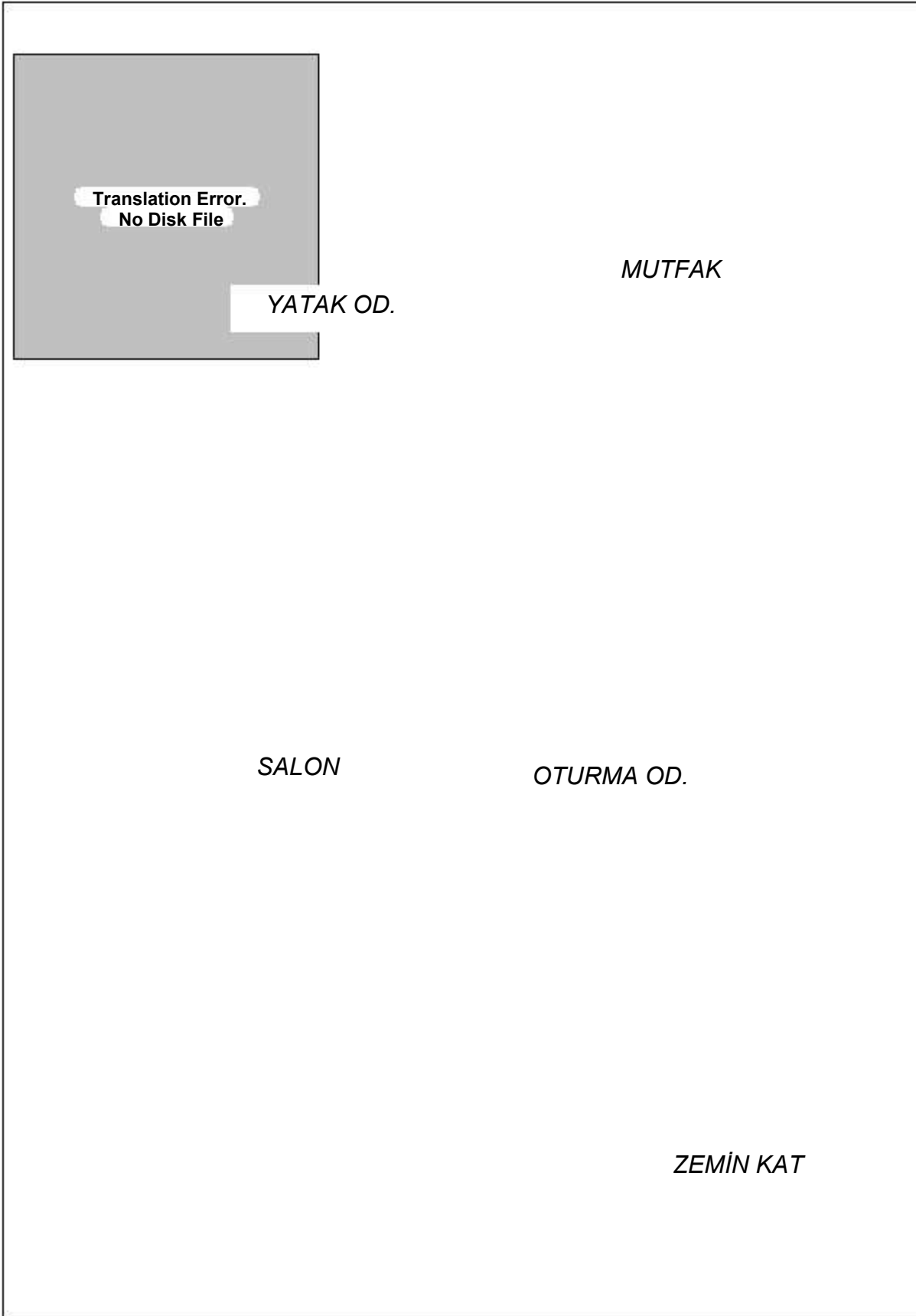
$A_{\text{top}} / V = 440,8 / 624 = 0,706$ oranına bağlı TS 825 ve Ek-1'den 2. derece gün bölgesi için A_n ilişkili;

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

Q = 79,34 kWh/m² < 80,72 kWh/m² olduğundan yalıtım projesi değerleri uygun değerlerdir.

Q < Q₂' Æ 79,34 kWh/m² < 80,72 kWh/m² olduğundan yalıtım projesi değerleri uygun değerlerdir.

34 ■ TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ Ocak 2001



Translation Error.
No Disk File

YATAK OD.

BANYO

MUTFAK

SALON

OTURMA OD.

NORMAL KAT