

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA ISITMA PERFORMANSININ ÖRNEK BİR UYGULAMA
ÜZERİNDEN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ONUR SANCAKTAR

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA ISITMA PERFORMANSININ ÖRNEK BİR UYGULAMA
ÜZERİNDEN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ONUR SANCAKTAR
(301061042)**

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat ÇAKAN

ARALIK 2015

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301061042 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Onur SANCAKTAR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “BİNALARDA ISITMA PERFORMANSININ ÖRNEK BİR UYGULAMA ÜZERİNDEN İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Murat ÇAKAN**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Hatice SÖZER**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Turgut YILMAZ

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **27 Kasım 2015**
Savunma Tarihi : **15 Aralık 2015**

Her Őeyden kıymetli eŐim ve kızıma,

ÖNSÖZ

Konuyla ilgili çalışmayı bana öneren, bilgi ve deneyimlerini hiç esirgemeyen ve tüm hesaplamalarımda bana destek olan, değerli hocamız Yrd. Doç. Dr. Murat Çakan ile bloklara ait kullanmış olduğum mimari ve inşaat alanındaki verileri bana sağlayan blok yöneticisi Bedri Taşdöndüren ve apartman görevlisi Tezcan Dereli'ye, Atlas Copco'da birlikte çalıştığım değerli yöneticim Erdil Taşel'e, son olarak da tüm hayatım boyunca bana her konuda destek olan aileme ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

Kasım 2015

Onur Sancaktar
(Fizik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Türkiye'deki Yalıtım Tasarruf Potansiyeli	2
1.3 Binalardaki Uygulanan Enerji Verimliliği Stratejileri	3
1.4 Proje Detayları.....	6
2. TS 825 BİNALARDA ISI YALITIM KURALLARI.....	19
2.1 Giriş.....	19
2.2 Hesaplamalarda Kullanılan Tanımlar.....	19
2.3 TS 825 Kapsamı	20
2.4 TS 825 Amacı.....	21
2.5 Uygulama Alanları	22
2.6 Genel Bilgiler	24
2.6.1 Binalarda ısıtma enerjisine etki eden temel unsurlar	24
2.6.2 Yıllık ısıtma enerjisi ait sınır değerleri	25
3. ISI YALITIM HESAPLAMALARI.....	27
3.1 Temel Bilgiler	27
3.1.1 Isıl geçirgenlik direncinin hesaplanması	27
3.1.1.1 Tek tabakaya sahip yapı bileşenleri	27
3.1.1.2 Çok tabakaya sahip yapı bileşenleri.....	27
3.1.2 Toplam ısıl geçirgenlik direncinin hesaplanması.....	27
3.1.3 Yüzeysel ısıl iletim direnci	28
3.1.4 Toplam ısıl geçirgenlik katsayısının hesaplanması.....	29
3.2 Genel Bilgiler	29
3.2.1 Tek hacimli binada yıllık ısıtma enerjisinin hesabı	30
3.2.1.1 Özgül ısı kaybı hesabı	31
3.2.1.2 Aylık ortalama iç kazançlar	33
3.2.1.3 Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları	33
3.2.1.4 Kazanç kullanım faktörü	35
3.2.2 Birden fazla hacimli binalar için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı.....	36
3.3 Hesap Raporu	36
3.3.1 Birimler	36
3.3.2 Hesap raporları	36
3.4 TS 825 Hesap Programı	37

3.4.1 Temel prensip	38
3.4.2 TS 825 hesap programı veri girişi ve ekran görüntüsü	38
3.5 Örnek Hesaplama	40
4. BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSININ İNCELENMESİ	43
4.1 Binalarda Enerji Kimlik Belgesi	44
4.2 Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi	45
4.3 Referans Bina ve Binaların Enerji Sınıfının Belirlenmesi	47
4.4 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	48
4.4.1 Binalarda enerji performansı yönetmeliği ilkeleri	49
4.4.2 Binalarda enerji performansı yönetmeliği kurgusu	49
4.4.2.1 Mimari proje tasarımı ve uygulamaları	49
4.4.2.2 Bina ve tesisat yalıtımı	49
4.4.2.3 Isıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su ve otomatik kontrolü	50
4.4.2.4 Bina aydınlatma sistemleri	51
4.4.2.5 Yenilenebilir enerji kaynakları ve kojenerasyon	51
4.4.3 Binalarda enerji performansı yönetmeliğinin hedefleri	51
4.5 Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi	52
4.5.1 Referans binaların belirlenmesi	53
4.5.2 Verimlilik tedbirlerinin belirlenmesi	53
4.5.3 Tüketilen birincil enerjinin hesaplanması	54
4.5.4 Maliyetlerin hesaplanması	54
4.5.5 Duyarlılık analizi	55
4.5.6 Optimum düzeyin belirlenmesi	55
5. TEMEL ÇÖZÜMLER	57
5.1 Bina Dış Kabuğunun Isı Yalıtım Malzemesiyle Kaplanması	588
5.2 Çift Cam Kullanımı	59
5.2.1 Cam ile ısı yalıtımının sağlanması	599
5.2.2 Low-e kaplamalı camlar	59
5.2.3 Yasal düzenlemeler çerçevesinde ısı yalıtımı amaçlı camlar	60
5.2.4 Cam ile emniyet, güvenlik ve gürültü kontrolü	611
5.2.5 Mevcut doğramayı değiştirmeden ısı yalıtımlı cam uygulaması	61
5.3 Binalardaki Enerji Tasarrufu İpuçları	622
6. MALİYET ANALİZİ	67
6.1 Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi	67
6.1.1 Dış havaya açık duvar bileşeni	68
6.1.2 Dış havaya açık betonarme duvar bileşeni	70
6.1.3 Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar	71
6.1.4 Toprağa temas eden duvar	72
6.1.5 Tavan bileşeni	74
6.1.6 Taban bileşeni	74
6.1.7 Kapı ve pencereler	74
6.1.8 Güneş enerjisi	75
6.2 Yıllık Isıtma İhtiyacı İçin Alan Hesaplanması	77
6.3 Isı Yalıtım Maliyet Analizi	77
6.4 Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması	78
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	87
EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ	97

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASHRAE	: American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BEP	: Bina Enerji Performansı
BEP-HY	: Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi
BEPY	: Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assesment Method
DG	: Derece gün
EKB	: Enerji Kimlik Belgesi
EPBD Recast	: Recast of the Energy Performance of Buildings Directive
EPS	: Genleştirilmiş polistren köpük
İGDAŞ	: İstanbul Gaz Dağıtım Sanayii ve Ticaret A.Ş.
İZODER	: Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği
GBC	: Green Building Challenge
KDV	: Katma Değer Vergisi
KFL	: Kompakt floresan lamba
KKO	: Kazanç Kayıp Oranı
LED	: Light Emitting Diode
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
Low-E	: Low emissivity
PVB	: Polivinil butiral
PVC	: Polivinil klorür
REHVA	: Federation of European Heating Ventilation and Air-Conditioning Associations
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TS	: Türk Standardı
TL	: Türk Lirası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ZEB	: Zero Energy Buildings

SEMBOLLER

A_D	: Dış duvarın alanı
A_d	: Dış hava ile temas eden döşemenin alanı
A_{ds}	: Düşük sıcaklıkta iç ortam ile temastaki yapı elemanlarının alanı
A_i	: i yönündeki toplam pencere alanı
A_k	: Dış kapının alanı
A_P	: Pencerenin alanı
A_T	: Tavan alanı
A_t	: Zemine oturan taban/döşeme alanı
c	: Havanın özgül ısısı
CO_2	: Karbondioksit
d	: Yapı bileşeninin kalınlığı
F_w	: Camlar için düzeltme faktörü
g_{\perp}	: Yüzeye dik gelen ışının güneş enerjisi geçirme faktörü
$g_{i,ay}$: i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü
H	: Binanın özgül ısı kaybı
$I_{i,ay}$: i yönündeki yüzeylere gelen aylık ortalama ışınım şiddeti
L	: Yapı elemanlarının toplam uzunluğu
nh	: Hava değişim oranı
ρ	: Havanın birim hacim kütlesi
$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
Q_{ay}	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı
R	: Isıl geçirgenlik direnci
R_e	: Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci
R_i	: İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci
$r_{i,ay}$: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü
t	: Zaman
U_D	: Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı
U_d	: Dış hava ile temas eden tabanın ısıl geçirgenlik katsayısı
U_{ds}	: Düşük sıcakta iç ortamdaki yapı elemanları ısıl katsayısı
U_k	: Dış kapının ısıl geçirgenlik katsayısı
U_P	: Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı
U_t	: Zemine oturan tabanın ısıl geçirgenlik katsayısı
U_T	: Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı
$1/U$: Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci
V^l	: Hacimce hava değişim debisi
V_h	: Havalandırılan hacim
λ_h	: Isıl iletkenlik hesap değeri
θ_i	: Aylık ortalama iç sıcaklık
θ_e	: Aylık ortalama dış sıcaklık
$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar
$\Phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı
$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı
$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış ortam sıcaklığı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Türkiye’de enerji tasarrufu potansiyeli 2008 [12].	3
Çizelge 1.2 : Binadaki kullanıcı profilleri.	13
Çizelge 2.1 : Hesaplamalardaki aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [20].	22
Çizelge 2.2 : Farklı DG bölgeleri için aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [20].	22
Çizelge 3.1 : Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü [20].	34
Çizelge 3.2 : Yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü [20].	35
Çizelge 4.1 : Ep aralıkları [31].	48
Çizelge 6.1 : Isı yalıtımı sisteminin malzeme fiyatları.	78
Çizelge 6.2 : Yalıtımın maliyeti ve tasarrufun faiz oranı etkisiyle değişimi.	83
Çizelge 6.3 : İgdaş 2014 yılı müşterileri için perakende satış tarifeleri [54].	84
Çizelge 6.4 : 2014 yılı doğalgaz faturalarına karşılık gelen enerji miktarı.	84
Çizelge A.1 : 2014 yılı T.O. 82-83’e ait doğalgaz faturaları.	92
Çizelge A.2 : 2014 yılı T.O. 82-83’ün ortak alanlarına ait elektrik faturaları.	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : T.O. 82 normal kat planı.	7
Şekil 1.2 : T.O. 83 normal kat planı.	7
Şekil 1.3 : T.O. 82-83 blok enine kesidi.	8
Şekil 1.4 : T.O. 82-83 blok ön cephe.	9
Şekil 1.5 : T.O. 82-83 blok 1. yan cephe.	9
Şekil 1.6 : T.O. 82-83 blok 2. yan cephe.	10
Şekil 1.7 : T.O. 82-83 blok arka cephe.	10
Şekil 1.8 : Mevcut ahşap doğrama pencere alan ve U değerleri [20,21].	11
Şekil 1.9 : Mevcut iki odacıklı pencere alan ve U değerleri [20,21].	11
Şekil 1.10 : Mevcut blokların üç odacıklı pencere alan ve U değerleri [20,21].	11
Şekil 1.11 : Dış kapılara ait U değerleri [22].	12
Şekil 1.12 : T.O. 82-83 blokların uydu görüntüsü [23].	12
Şekil 1.13 : Isıtma derece-gün bölgelerine göre illerimiz [20].	14
Şekil 1.14 : Mevcut bloklardaki dış havaya açık duvar [20,21].	15
Şekil 1.15 : Mevcut bloklardaki dış havaya açık kolon giriş [20,21].	15
Şekil 1.16 : Mevcut bloklardaki ısıtılmayan iç ortama bitişik duvar [20,21].	16
Şekil 1.17 : Mevcut bloklardaki toprağa temas eden duvar [20,21].	16
Şekil 1.18 : Mevcut bloklardaki çatı arası kullanılmayan tavan [20,21].	17
Şekil 1.19 : Mevcut bloklardaki toprağa temas eden taban [20,21].	17
Şekil 2.1 : Bölgelere göre en yüksek tavsiye edilen U değerleri [20].	20
Şekil 2.2 : Bazı pencere sistemlerinin U_p değerleri [20].	21
Şekil 2.3 : İllere göre derece gün bölgeleri [20].	23
Şekil 2.4 : En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjileri [20].	25
Şekil 2.5 : Bölgelere bağlı olarak sınırlandırılan Q'nun hesaplanması [20].	25
Şekil 3.1 : Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim direnç değerleri [20].	28
Şekil 3.2 : Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi [20].	28
Şekil 3.3 : Derece gün bölgelerinin ortalama aylık güneş ışınım şiddetleri [20]	34
Şekil 3.4 : TS 825 hesap programının akış şekli [21].	38
Şekil 3.5 : TS 825 standardına göre yapıların ele alınma biçimi [21].	38
Şekil 3.6 : U değerinin hesaplaması için örnek uygulama.	40
Şekil 3.7 : Proje verileri giriş ekranı [21].	41
Şekil 3.8 : Malzeme ekranı genel görünümü [21].	42
Şekil 4.1 : Binalarda enerji tüketim dağılımı [27].	43
Şekil 4.2 : Enerji kimlik belgesi [29].	45
Şekil 4.3 : Enerji sertifikasyon şeması [29].	47
Şekil 4.4 : Binalarda enerji performansı yönetmeliği kurgusu [33].	49
Şekil 5.1 : Bina ısı kayıp alanları [45]. Error! Bookmark not defined.	7
Şekil 5.2 : Low-e film kaplamalı çift camlar [50].	60
Şekil 6.1 : Dış havaya açık yalıtımlı duvar 3 cm'lik uygulama [21].	68
Şekil 6.2 : Dış havaya açık yalıtımlı duvar 4 cm'lik uygulama [21].	69
Şekil 6.3 : Dış havaya açık yalıtımlı duvar 5 cm'lik uygulama [21].	69

Şekil 6.4 : Dış havaya açık yalıtımlı betonarme duvar 3 cm'lik uygulama [21].	70
Şekil 6.5 : Dış havaya açık yalıtımlı betonarme duvar 4 cm'lik uygulama [21].	70
Şekil 6.6 : Dış havaya açık yalıtımlı betonarme duvar 5 cm'lik uygulama [21].	71
Şekil 6.7 : Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar 3 cm'lik uygulama [21].	71
Şekil 6.8 : Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar 4 cm'lik uygulama [21].	72
Şekil 6.9 : Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar 5 cm'lik uygulama [21].	72
Şekil 6.10 : Toprağa temas eden duvar 3 cm'lik uygulama [21].	73
Şekil 6.11 : Toprağa temas eden duvar 4 cm'lik uygulama [21].	73
Şekil 6.12 : Toprağa temas eden duvar 5 cm'lik uygulama [21].	74
Şekil 6.13 : Kullanılan pencere tipleri, ahşap doğrama dış pencere1 [21].	75
Şekil 6.14 : Kullanılan pencere tipleri, plastik iki odacıklı dış pencere2 [21].	75
Şekil 6.15 : Kullanılan pencere tipleri, plastik üç odacıklı dış pencere3 [21].	75
Şekil 6.16 : Güneş enerjisi kazançları dış pencere1 [21].	76
Şekil 6.17 : Güneş enerjisi kazançları dış pencere2 [21].	76
Şekil 6.18 : Güneş enerjisi kazançları dış pencere3 [21].	77
Şekil 6.19 : Yalıtım öncesi ısıtma enerjisi ihtiyacı durumu [21].	79
Şekil 6.20 : Yalıtımsız durumdaki binanın özgül ısı kaybı çizelgesi [21].	80
Şekil 6.21 : Yalıtımlı durumdaki binanın özgül ısı kaybı çizelgesi [21].	81
Şekil 6.22 : Yalıtım sonrası ısıtma enerjisi ihtiyacı durumu [21].	82
Şekil 6.23 : Geri ödeme süresi.	83
Şekil B.1 : İğdaş perakende satış tarifesi 2015 [54].	93
Şekil C.1 : Dış cephe ısı yalıtım teklifi.	94
Şekil D.1 : Isıcam fiyat listesi.	95
Şekil E.1 : Yapı malzeme ve bileşenlerinin hesap değerleri [20].	96

BİNALARDA ISITMA PERFORMANSININ ÖRNEK BİR UYGULAMA ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

ÖZET

Günümüzde gelişen teknoloji ve sanayi ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç sürekli olarak artış göstermektedir. Enerji ihtiyaçlarının giderilmesi ve mevcut kaynakların daha verimli kullanılması tüm ülkelerin ortak politikalarının başında gelmektedir.

Çevremize baktığımızda, dünyadaki yapılan çalışmalar enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve bunların verimli kullanılmasını sağlamaktır. Üretilen enerjinin etkin kullanımının yanında enerjinin tasarrufu da çok önemlidir. Enerjinin tasarruf edilmesinde en büyük etkenlerden biri ise yalıttır. Konutlarda enerji tasarrufu yapabilmek için yalıtım yapılması gerekmektedir. Mevcut enerji kaynaklarımızın önemli bir kısmını iyi yalıtılmayan binaları ısıtmaya çalışırken harcamaktadır. Bu ısı kayıplarını önlemek içinse en iyi çözüm planlı bir yalıtım yapmaktan geçmektedir. Binalara uygun şekilde yalıtım yapılmadığı için, enerjinin büyük bir kısmı kaybedilmektedir. Yaptığımız çalışma da işte tam bu noktadan hareketle ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde özellikle başta İstanbul'da olmak üzere, çok katlı ve eski binaların sayısı oldukça fazladır. Örnek çalışmamız, İstanbul'un Bakırköy ilçesine bağlı olan Ataköy 3. Kısımda bulunan 1966 yılında inşa edilmiş T.O. 82-83 blokları adı verilen binaya ait ısıtma performansının incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Bina yanyana beş katlı iki bloktan oluşmaktadır. Bloklardaki daire sayısı apartman görevlisinin dairesi dahil olmak üzere toplam da yirmi bir adettir. Isıtma, merkezi sistem olup doğalgazla gerçekleştirilmektedir. Bina üzerindeki daha önce yapılmış ısı yalıtım uygulamaları ise sadece çatı ve taban kısımlarında yer alıp diğer bölümlerde her hangi bir iyileştirme ya da benzeri bir durum söz konusu olmamıştır. Hesaplamalarda, TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" çerçevesinde belirtilen standarttan yararlanılmıştır. Öncelikli olarak işlemlere kesit bileşenleri ve uygulama alanlarının belirlenmesiyle başlanmıştır. Daha sonra aynı üründen üç farklı kalınlığına sahip 3, 4 ve 5 cm'lik malzemeler seçilmiş, ancak uygulamaya geçildiğinde sadece 5 cm kalınlığında olan ürün aracılığıyla TS 825 standardına göre belirlenen sınır değerlerinin üzerine çıkılmamıştır. Bu nedenle de hesaplamalar yalnızca buna göre yapılmıştır. Detaylar ise maliyet analizi içerisindeki başlıklar altında ortaya konularak son bölümde değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, mevcut yönetmelik ve yasalar gereğince binanın ısıtma performansını incelemeye yönelik çalışmamızda binaya ait duvar kısımlarında ısı yalıtımı ile pencerelerin kaplamalı çift cam olarak değişimi üzerinde durulmuştur. Mevcut yalıttımsız ve uygulamalar sonrasında yalıtımlı durumdaki belirlenen yıllık ısıtma enerjileri arasındaki fark sayesinde tasarruf edilen ısıtma enerjisi ortaya çıkarılmıştır. Çalışmamızın hedefi de örnekteki gibi eski bir bina üzerinde yapılabilecek iyileştirmelerden kaynaklanan tasarrufu göstererek, ülkemizdeki bu tarz binalara uygulandığında ortaya çıkabilecek senaryoya ışık tutmaktır.

INVESTIGATION ON THE BUILDING AN APPLICATION EXAMPLE IN HEATING PERFORMANCE

SUMMARY

Today, together with industry, developing technology and the need for energy is increasing continuously. Elimination and more efficient use of available resources is one of the common policy of the energy needs of all countries.

Energy needs and access to energy sources such efforts in the past on our present world economic and political situation has a decisive place. Accordingly, emerging countries, particularly dependence on external energy increases political and economic independence is reduced to a danger so. In the past few years, accelerating the one hand, demand for energy increases, on the other hand, the associated energy consumption resulting to be upward of environmental factors, pressure and energy costs, balancing a number of factors related to energy use reveals the necessity.

Energy efficiency, without compromising the comfort conditions with minimal energy consumption possible to achieve greater energy performance, the form can be defined. Among energy efficient technologies, such as insulation, they are evaluated based on the initial investment costs are increased as a refund even if it detects with operating costs of the economic contribution it has a meaning. This, as well as human-induced greenhouse public gas emissions reduction of predicting formed for the protection of the environment in accordance with protocols pressure and a rising trend in fuel prices is causing energy decision-makers about the efficiency of the more sensitive approach.

When we look around us, and the world's energy resources to diversify studies and ensure their efficient use. Besides saving the energy efficient use of the produced energy it is very important. One of the biggest factors in isolation if it is to save energy. Insulation needs to be done to make energy savings in housing. Insulation in our country actually has become a legal obligation. Well insulated buildings do not spend a significant portion of our existing energy resources trying to heating. The best solution to prevent heat loss if the house is through a plan to make insulation. As correctly make insulation for buildings, a large part of the energy is lost. Our work here is also fully emerged from this point on.

In buildings with insulation solution, a considerable energy saving depending on the current situation of the building can be obtained. In other words, energy saving is actually meaning to save fuel and money. At the same time, to make insulation applications in the building, the installation can be performed first serious declines in investment costs. Thus, in a very short time by investing in insulation pays for itself and then provide savings throughout the year. A large part of the money paid for the fuel, if considered to go abroad through imports, the savings through insulation is meant to save foreign exchange. Buildings should be considered in areas where most of the heat while trying to escape isolation and insulation measures should be taken at this point. Heat the very few places where the outer walls, it is advisable to be isolated as a priority, including window and roof.

Given the weather conditions, in order to heat or cool buildings by preventing the realization of cold or warm air from the outer part to the emergence creation of heat economy or thermal comfort to systems that are constructed for the purpose is called the thermal insulation. Also, thermal insulation, energy efficiency policies laid out in the world, depending on the issues constitutes one of the most important. In our country, the construction and housing sector consumes one third of the energy of the current situation and the potential for savings is enormous, increases attention day by day in this sector. For this reason, many studies related to energy efficiency, in particular the arrangements made for the construction sector has an important role. Since the 1970s, the country today has introduced new standards and building codes. These standards are constantly evolving as insulation with advancing technology.

When insulation is based on the importance of looking basically two main concepts as environment and energy. We can add to this comfortable and healthy habitats. However, macro energy to other countries, as well as for us, is a strategic concept. In terms of energy sources is the fact that our country is very rich.

In Turkey, particularly in Istanbul, the number of multi-storey building is quite old and more. Example of our work, which is connected to the Bakırköy district of Istanbul Ataköy built in 1966, located in section 3. T.O. 82-83 was conducted in the form of blocks, called to examine the energy performance of the building. The building consists of five floors of two adjacent blocks and the total is comprised of 20 houses and one regular employee house. The central heating system of the building is accomplished by natural gas. The building size at width 9.2 m, length 43.59 m, and the height is 15 m. Insulation applications in the current state of the block is only performed in the roof and base portions has not been any process in the other section. Primarily, the process began by determining the sectional components and applications. If all calculations on the improvements made afterwards were evaluated in the conclusion of putting forward under the headings in the cost analysis. In the calculations, the TS 825 “Thermal insulation requirements for buildings” were utilized frame specified in the standard. Accordingly, also within the same material with three different insulation thickness is applied in the calculations, if these standards are taken into consideration only 5 cm limit set through the insulation material values captured cost analysis also is therefore only made accordingly.

The purpose of TS 825 in our country existing or energy quantity limitations are used to heat the building, which will be held to determine the here moving energy efficiency increase and energy needs to be used in the calculation of value and standard calculation method. However, the TS 825 with the standard objective can also be used to determine the net heating energy consumption of existing buildings, applying various design options to the calculation method and values described in this standard of a building which is new to be done to determine the alternative design to meet optimum energy performance, the project of renovation of an existing building first, to determine the amount of savings that can be provided for the implementation of energy savings, which can represent the building sector energy needs of various building said, predicting the future energy needs of the building sector in question at national level.

Program used in all calculations have been made by Izoder. Accordingly, the TS 825 is to perform calculations on the standard eye utilizing its meteorological information from the last 20 years of our country. The operation of this program operates in parallel to the TS 825 standard. Information about the structure of the first to be made on a

standard examination is defined in the program, making the annual heating energy demand of the building is controlled accounts are not fulfilled the criteria laid down in the standard. If neither of these criteria should be made after the election of the examination of the design or materials are required to ensure these values are different. Basic operation of the program as applied in the calculation to determine the net heat demand of the building. Accordingly, heat loss on the structure due to the presence of net heat gain is a measure of heat removed from each other by the need of these values. The applications of the TS 825 standard, housing, business and service buildings, administration buildings, hotels, motels, cafes and restaurants, educational buildings, theaters and concert halls, barracks, prisons and detention houses, museums and galleries, hospitals, airports, indoor and outdoor swimming pools, shown as manufacturing and industrial buildings.

Today, buildings are responsible for a large part of the energy consumed and the carbon emissions attributable to the current situation accordingly. Besides this, thanks to a number of measures to be taken in regard substantially studies have also recently been identified as a result of energy savings can be made. For this purpose, the Energy Performance of Buildings Directive in the EU was published in 2002. Laying down minimum energy performance level with this directive in the European Union and in buildings according to their energy performance level has been made mandatory to be certified. Throughout the process, in line with the additional requirements needed in the assessment of the directive, it revised and EPBD recast these changes were published in 2010. Thanks to nearly zero energy buildings EPBD recast, however, the cost of building the optimal level of minimum energy performance requirements are set concept. European countries, published in conjunction with this method at national level are required to create a calculation method taking into consideration the responsibility for building their own country rule. Basically, it aims to determine the optimum level of energy performance analysis, combined with the cost of achieving the overall energy performance of buildings and the results of the entire building stock.

As a result, it focused on the current regulations and laws in accordance with the building's heating performance for our study to examine changes in the building of the wall section coated with insulating double glazed windows. The difference between the existing insulation and insulated thanks to the annual heating energy savings as determined in the case was uncovered heating energy. The resulting amount of these savings with a payback period of isolation was expressed regarding the aid formulas. The goal of our study also showed savings resulting from the improvements that can be done on an old building like the one in our country is to shed light on this kind of scenario that may arise when applied to the building. Our work within the specified housing and energy in our country, which made the regulations for the use of more efficient, would be useful to expand the existing building to include more understood.

In terms of results, it is absolutely true that provides the energy efficiency of existing housing effectively reduce the negative plus a significant contribution to the economy of energy use and preventing environmental pollution primarily due to the increase. All of these conditions briefly summarize, economically at first, ecological environment, human health, hygiene and is in because in today's world similar reasons in appears to be a need to increase the thermal insulation energy performance provides a positive impact on environmental sustainability.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Enerjinin günümüzde ülkeler için sosyal ve iktisadi kalkınma adına en önemli girdilerin başında geldiği ve yaşam standartlarının yükseltilmesinde de hayati bir role sahip olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan, mevcut enerji kaynaklarımızın giderek azalması, enerjiyi daha verimli bir biçimde kullanılmasını öne çıkartmaktadır. Enerji verimliliğinde en önemli unsurlardan bir tanesi de enerji tasarrufudur. Bu nedenle, en ucuz enerjinin bir başka yaklaşımla, tasarruf edilen enerji şeklinde karşımıza çıkmaktadır [1]. Enerji tasarrufu bir bakıma düşük seviyede enerjinin kullanılması olarak algılandığında, gerçekte mevcut durumdaki enerji kayıplarının önlenmesi ile enerji atıklarının kullanılması aracılığıyla tüketimi gerçekleştirilen enerjinin, performans ve kalitesini azaltmadan minimum seviyeye düşürülmesidir [2].

Dünya üzerindeki fosil yakıtların yakın bir gelecekte biteceği bilinen bir gerçektir. Bu yüzden, azalan fosil yakıtların da her geçen zaman içerisinde değeri artmaktadır. Bu şartlar altında bu yakıtların daha verimli biçimde kullanımı oldukça önemlidir. Ülkemizdeki mevcut enerjinin kullanımına bakıldığında %33'ü ısıtmaya harcanmaktadır [3]. Yapılan doğru yalıtım uygulamaları sayesinde bu enerjinin çok önemli bir bölümünün geri kazanılabilmesi mümkündür. Çevremizdeki binalara bakıldığında, büyük oranda ısı yalıtımı bulunmamaktadır. Buna göre, yalıtım malzemelerinin çeşidini iyi belirlemek, işletme ve yatırım giderlerini düşünerek uygulama yapmak oldukça önemlidir. Türkiye'deki ısı yalıtımının özellikle mevcut binalara uygulanması fazlaca yaygın olmamasından ötürü, çok daha fazla yakıt tüketimi ile çevre kirliliği ortaya çıkmaktadır [4].

Isı yalıtımı, dünyadaki enerji verimliliği konusuna bağlı olarak ortaya konulan politikaların en önemlilerinden birisini oluşturmaktadır. Ülkemizin mevcut durumuna bakıldığında yapı ve konut sektörünün enerjinin üçte birini kullanması ile tasarruf potansiyelinin çok yüksek olması, bu sektöre olan ilgiyi de gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu sebeple, enerjinin verimli kullanılması ile alakalı birçok çalışmada, özellikle inşaat sektöründe yapılmış düzenlemelerin, önemli bir yeri vardır. Günümüz ülkelerinde

1970'li yıllardan bu yana, yeni standartlar ve bina kodları ortaya konmuştur. Bu çerçevede, ilerleyen yalıtım teknolojisi de sürekli olarak gelişmektedir [5].

Isı yalıtımı, iki temel kavram olan çevre ve enerjiyi işaret etmektedir. Bunlara konforlu ve sağlıklı yaşam alanlarını da ilave edebiliriz. Bununla birlikte, enerji bizim için olduğu kadar diğer tüm ülkeler içinde geniş anlamı stratejik bir kavramdır. Enerji kaynakları bakımından ülkemizin, diğer komşu birçok ülkeye oranla zengin olmadığı bir gerçektir. Enerji ihtiyacımızın yaklaşık %60 - 65'i dışarıdan ithal edilmektedir. Diğer taraftan, bu ihtiyaçsa her yıl ortalama %4 oranında artmaktadır [6,7].

Çalışmamız da, TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" esas alınarak ülkemizdeki gereken önemi henüz yeni yeni kazanmakta olan ısı yalıtımının örnek bir uygulamayla ortaya çıkan sonuçlarına dikkat çekebilmek amacıyla ele alınmıştır.

1.2 Türkiye'deki Yalıtım Tasarruf Potansiyeli

Türkiye İstatistik Kurumunun yayınladığı veriler göz önüne alınarak, ülkemizde 16 milyon konut, 8 milyon da bina vardır. Bugün için, tutarlı ve güvenilir yaklaşımlar sayesinde, Türkiye'de ısı yalıtımı olmaksızın inşa edilmiş neredeyse 12 milyon civarında yapının söz konusu olduğu tahmin edilmektedir [8]. Aynı zamanda yine TÜİK verileri baz alındığında, ülkemizde 2006 yılındaki toplam enerji tüketimi 97.995 BinTEP olarak gerçekleşirken, bu tüketimin neticesinde yıllık bazda 170 - 180 Milyon TL'lik enerji maliyeti söz konusu olmaktadır. Bu değerlerin fazla olmasının sebebi ise fosil yakıtların sürdürülebilir kaynakların yerine çok daha fazla tüketilmesidir. Mevcut durum göz önüne alındığında, binalarda uygulanabilir pratik çözümlerle giderlerimizi %10 düşürmemiz durumunda, ekonomimize yıllık bazda 17 - 18 milyon TL katkıda bulunması sağlanabilecektir [9]. Türkiye'deki mevcut enerjinin kullanım oranları incelendiğinde ise hemen hemen %30'u konutlarda aynı zamanda bu enerjinin de %85'i ısıtma maksadıyla tüketilmektedir [10]. Bu değerlere göre ısı yalıtımı, ülkemiz ekonomisi ve son kullanıcılar adına ciddi derecede önem arz etmektedir.

Binalardaki toplam enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutma ihtiyacından ötürü kullanılmaktadır. Dolayısıyla ısıtma ve soğutma sistemlerindeki bu enerjinin tasarruflu kullanılabilmesi adına sıcaklık ve ısı kontrol ekipmanlarıyla konfor koşullarının yaratılması, yaratılan bu konfor şartlarının değişmemesi ve sürekliliğinin devamının sağlanabilmesi açısından yönetmeliklere uygun yalıtımın gerçekleştirilmesiyle en az %50 seviyelerinde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir [11].

Ülkemizde, ilk etapta 6 - 7 milyon binanın neredeyse yarısını kapsayacak şekilde azaltılabilir bir enerji kullanım iyileştirme uygulamasına ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, yine ülkemizdeki enerji tüketimi dağılımının 2008 yılına ait Dünya Bankası tarafından yayınlanan Çizelge 1.1’de olan çalışmasında da ciddi bir enerji tasarrufu potansiyelinin varlığına dikkat çekilmektedir. Özellikle çizelgenin detaylı incelenmesiyle, bina sektörünün verimlilik elde edilmesi açısından daha yüksek bir potansiyelinin olduğu görülmektedir [12].

Çizelge 1.1 : Türkiye’de enerji tasarrufu potansiyeli 2008 [12].

	Tasaruf Potansiyeli (%)	Tasarruf Potansiyeli “000 TEP/yıl”	
	Elektrik	Yakıt	
Sanayi	%25		8,015
Demir-Çelik	21	19	1,402
Çimento	25	29	1,124
Cam	10	34	261
Kağıt	22	21	206
Tekstil	57	30	1,097
Gıda	18	32	891
Kimyasal	18	64	2,283
Diğer	Yok	yok	729
Bina	%30		7,160
Konut	29	46	5,655
Kamu Ticari	29	20	1,505
TOPLAM	%27		15,152

1.3 Binalardaki Uygulanan Enerji Verimliliği Stratejileri

Günümüzde karşılaştığımız enerji talepleri ve enerji kaynaklarına ulaşma çabaları geçmişte olduğu gibi şuanda da dünyada ekonomik ve politik anlamda önem arz eden konular üzerinde belirleyici bir yere sahiptir. Bununla bağlantılı olarak ortaya çıkan günümüz ülkelerinin dış kaynaklı enerjiye bağımlılıklarının giderek artması sonucu, özellikle siyasi ve ekonomik durumları da ülkelerin bir o kadar tehlikeye girmektedir. Geçtiğimiz son dönemlerde, bir taraftan enerji talebinin çok hızlıca artması, diğer taraftan buna bağlı enerji kullanımlarının neticesinde ortaya çıkan çevresel faktörler ve birim enerji maliyetlerinin yükseliş yönünde olması, enerji kullanımıyla ilgili bir takım faktörlerin dengelenmesi zorunluluğunu doğurmaktadır [13].

Enerji verimliliği, mümkün olan minimum enerji kullanımıyla konfor düzeyinden hiçbir şekilde taviz vermeksizin daha fazla enerji performansı alınabilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Bu verimliliği gerçekleştiren örneğin yalıtım tarzı teknolojiler, ilk yatırım maliyetleri artmış şeklinde düşünülse bile işletme giderleriyle beraber geri

ödeme süreleri olarak bakıldığında ekonomik anlamda oldukça önem kazanmaktadır. Bunun yanı sıra, bireysel anlamda sera gazlarının düşürülmesini öngören protokollere göre yakıt maliyetlerindeki artış trendi ve çevrenin korunması şeklinde oluşan kamuoyu baskısı, enerji verimliliği konusundaki yetkililerin daha hassas yaklaşımlara sahip olmasına yol açmaktadır[13].

Enerji verimliliği teknolojilerinde yapı sektörü baz alındığında, yatırımın geri ödemesi en kısa süreli olanlardandır. Binalardaki enerji kullanımının büyük bir bölümü ısıtma amaçlı olduğundan, özellikle soğuk iklim bölgelerinde, yapı elemanlarının yalıtımı ya da yapı elemanlarında yalıtımın rehabilitasyonu, doğrama ve camların son teknolojik gelişmelere göre değiştirilmesi, ısıtma sistemlerinde daha yüksek verimli olan ürün seçimlerinin yapılmasıyla önemli ölçüde düşürülebilmektedir. Bununla birlikte, sıcak iklimlerde doğru yalıtım ve havalandırma sayesinde klima kullanım ihtiyacı da düşürülebilmektedir. Dünyadaki genel duruma bakıldığında ise toplam enerji kullanımının %40'ı binalardaki enerji tüketiminden kaynaklı olup bunun neticesinde %24 oranındaki CO₂'nin salınımı bu tüketiminden ortaya çıkmaktadır [13].

Avrupa Birliği ülkeleriyle birlikte Türkiye'nin yalıtımdaki mevcut durumunu karşılaştırmak enerji ve verimliliğe verilen önemin kıyaslanması adına oldukça önemlidir. Buna göre, Fransa'daki yalıtım sektörü pazarı yaklaşık 30 milyon m³ iken, bu değer bizde ise yaklaşık 2,5 - 3 milyon m³'tedir. Toplam pazar rakamı da 300 milyon dolar ve yalıtıma ait bireysel tüketim 0,04 m³'tür. Avrupa'ya bakıldığında kişi başına yalıtım malzemeleri kullanımı 0,4 m³'tür. Amerika'da bu değer 1 m³ düzeyindedir. Yapılan kıyaslamalar da, kişi başına ısı yalıtım ürünlerinin kullanımları açısından, Avrupa Birliği ülkelerinden Almanya'nın, Türkiye'ye göre 10 kat, Fransa'nın da yaklaşık 7 kat fazla olduğu belirtilmektedir [14].

Avrupa Birliği, sera gazlarının 2020 yılına kadar %20 oranında düşürülmesini, enerji talebinde de yenilenebilir enerjinin %20'lik bir paya çıkmasını ve bu bağlamda da verimliliğin %20 arttırılmasını amaçlanmaktadır. Bu kapsamda 2018'de Avrupa Birliğindeki yeni inşa edilecek binalar ile 2020'de diğer yeni binaların sıfır emisyon değerlerine sahip olması hedeflenmektedir. ABD'de yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretimi sağlanan enerji ile tüketimin karşılandığı, Sıfır Enerji Binaları (ZEB) programı dahilinde bu türdeki binalara 2020 yılına kadar ulaşılması öngörülmektedir. Ayrıca, 2025 yılında da ticari binalarda bu hedefe varılacağı tahmin edilmektedir. Yenilenebilir enerji ile elektrik üretimi ve tasarruf tedbirleri sayesinde

sıfır emisyonlu bina, CO₂ üretmeyen bina kavramı iddialı ve pahalı bir hedef olmasıyla, günümüzde artık yapılamaz olarak düşünülmemektedir. İklim değişikliğiyle mücadele eden inşaat sektörü neredeyse bütün ülkelerde yeşil dönüşüm olarak söyleyebileceğimiz bir döneme girmiş olup bu konuda çeşitli standartlar oluşturulmuştur. Çevremizde gönüllü biçimde mevcut çok sayıda yeşil bina sertifikası ve standardı vardır. Bunlardan en çok karşımıza çıkanları, GBC (Green Building Challenge), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)'dir. Sertifika sisteminden farklı en uygun biçimde mimari tasarımı olan aktif olmayan güneş enerjisini kullanabilen ve enerjisi ≤ 15 kWh/m²-yıl olan pasif binalar, yeni bina tasarımında dünyada yaygın olarak yapımına özen gösterilmektedir. Ülkemizde de buna benzer yapım çalışmaları özel sektör tarafından prestij olarak yapılmaya başlanmış olup ancak henüz belirgin bir yaygınlığa ulaşmamıştır [15].

Mevzuatta öngörülen mevcut ısı yalıtımı düzeyi veya izin verilen azami ısı kaybı değerleri diğer ülke standartlarıyla kıyaslandığında yetersiz kalmaktadır. Özellikle, 2000 yılı ve günümüze kadar gelindiğinde Ülkemizde modern görünüme sahip yeni binaların inşa edilmesine karşın, AB ülkeleriyle mukayese edildiğinde enerji verimlilik düzeyi halen geride kalmaktadır [16]. Ülkemizde, konutlar bazındaki ortalama ısıtma enerjisi kullanımına bakıldığında yıllık olarak 200 kWh/m² değeri karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi de yeterince yalıtımın olmamasıyla birlikte, ısıtma için harcanan enerjinin çok fazla olmasıdır [17].

Avrupa ve ABD'de kurulmuş olan birçok dernek ve federasyon da enerji verimliliği stratejileri üzerine çeşitli çalışmalar yürütmektedirler. Bunlardan en çok öne çıkanları, REHVA (Federation of European Heating Ventilation and Air-Conditioning Associations), Avrupa Isıtma Soğutma ve Klima Dernekleri Federasyonu, 26 ülkede yaklaşık 100.000 mühendisten oluşan bir ağı temsil eden ve tüm binalarda sağlık, konfor ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yürüten profesyonel bir federasyondur [18].

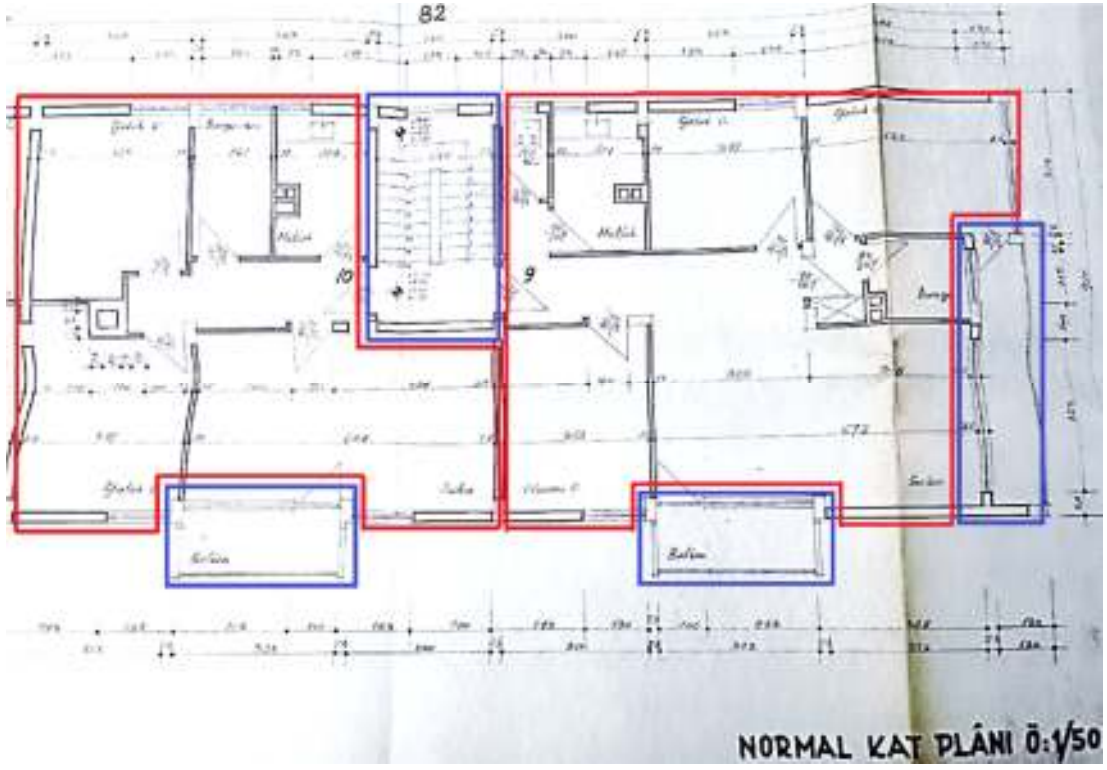
ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) 1894 tarihinde kurulmuş, bina ve konutlardaki tesisat sistemlerini, enerji verimliliği konusunu, hava kalitesinin incelenmesini ve benzer alanlarında çalışmalar yürüten çok yönlü bir dernektir. ASHRAE, global anlamda teknik seminerler ve atölye çalışmaları aracılığıyla bilgi ve tecrübelerin paylaşılmasını sağlamaktadır. Dünyada

kendisine ait bir araştırma ve geliştirme programı olan derneğin, 130'u aşkın ülkede 52.000'den fazla üyesi vardır. Derneğin kuruluş amaçları ise, üyelerine ihtiyaç halinde teknik bilgiyi paylaşarak, sektörün ihtiyaç duyduğu standartları ve teknik yaklaşımları meydana getirmek, sektörün içerisindeki profesyonellerin sürekli eğitimini ve birbirleriyle olan iletişim ağlarını oluşturmaktadır. ASHRAE'nin dünya çapındaki yapılanması olarak da 14 bölge ile 170'ten fazla bölümü bünyesinde içermektedir [19].

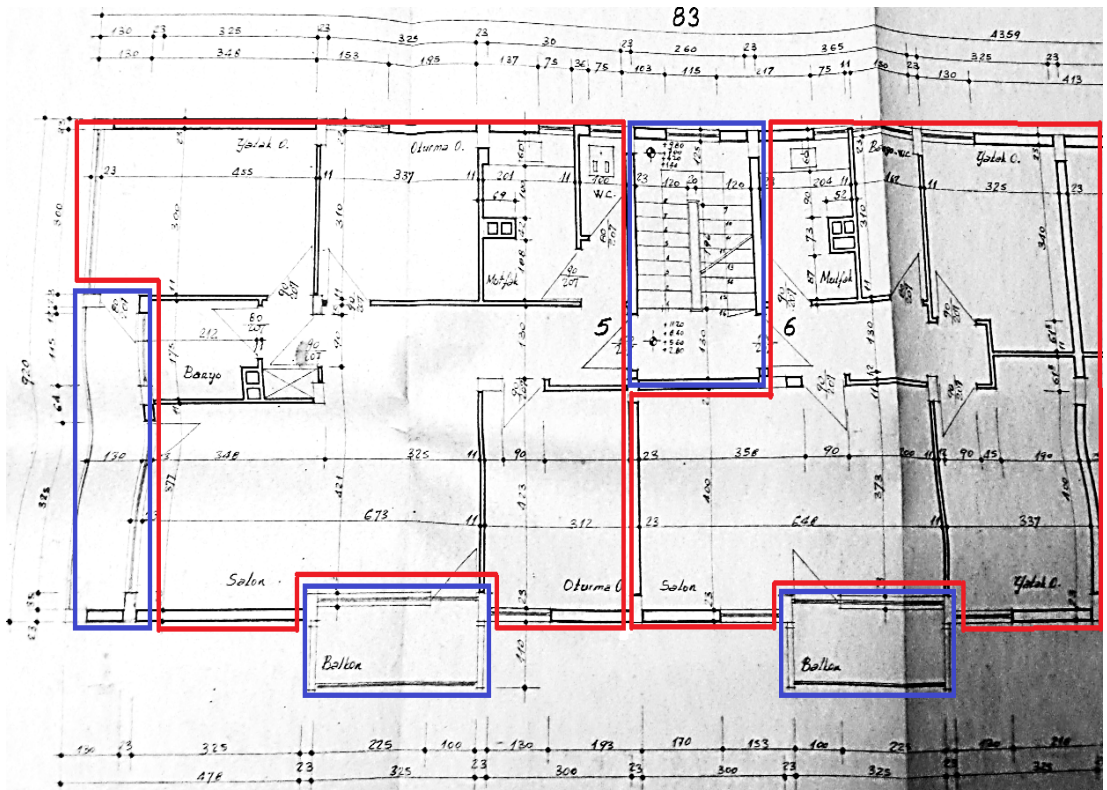
1.4 Proje Detayları

Örnek olarak üzerinde çalıştığımız T.O. 82-83 bloklarına ait proje detayları sırasıyla belirtilmiş olup bu verilerin yardımıyla da tüm hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, paylaşılan bilgilerin büyük bir kısmı da apartman görevlisi Tezcan Dereli'den alınan bilgilerdir. Buna göre;

- Şekil 1.1 ve 1.2'de belirtilen proje çizimlerinden, bina dış cephe ölçüleri; 43,59 m boy, 9,20 m en ve 15,00 m yükseklik olarak alınmıştır.
- Bina ölçülerinden hareketle, blokların toplam alanı balkonlar dahil olmak üzere 1.626,92 m²'dir. Normal bina kat planına göre brüt alan 418,31 m²'dir. Dairelerin brüt alanları ise yaklaşık 95 m² (2+1 daireler) ve 105 m² (3+1 daireler) arasında, net alanları da 85 m² ile 95 m² olarak değişmektedir.
- Bina beş katlı olup zemin katta apartman görevlisinin dairesi ile kazan dairesi vardır. Her katta blok başına iki daire ve buna göre toplamda ise 21 daire vardır.
- Şekil 1.3'e göre belirtilen binaya ait blok enine kesidine göre hesaplamalarda kullandığımız mevcut dairelerin tavan yüksekliği 2,60 m'den fazladır.
- Bina üzerindeki mevcut yalıtım işlemleri, sadece çatı kısmında ve tabanda gerçekleştirilmiş olup diğer kısımlarda herhangi bir işlem yapılmamıştır.
- Bloklara ait normal kat planlarını üzerinde gösterilen mavi renkteki balkonlar ve merdiven boşluğu kısımlarında herhangi bir ısıtma işlemi yapılmamaktadır. Diğer tüm dairelere ait kırmızı renk ile gösterilen iç kısımlarda ısıtma işlemi yapılmakta olup bu işlemde paneller kullanılmaktadır.
- Bina yöneticisinden elde edilen bilgilere göre, blokların ait aylık bazdaki ortak alanlara ait doğalgaz, elektrik giderleri Ek A'da belirtilmiştir.
- Şekil 1.4, Şekil 1.5, Şekil 1.6 ve Şekil 1.7'de verilen bina cephe resimlerinde de görüldüğü gibi binanın bazı dairelerinde balkon kısımları kapatılarak içeriye alınmış, bazılarında ise herhangi bir işlem yapılmamıştır.

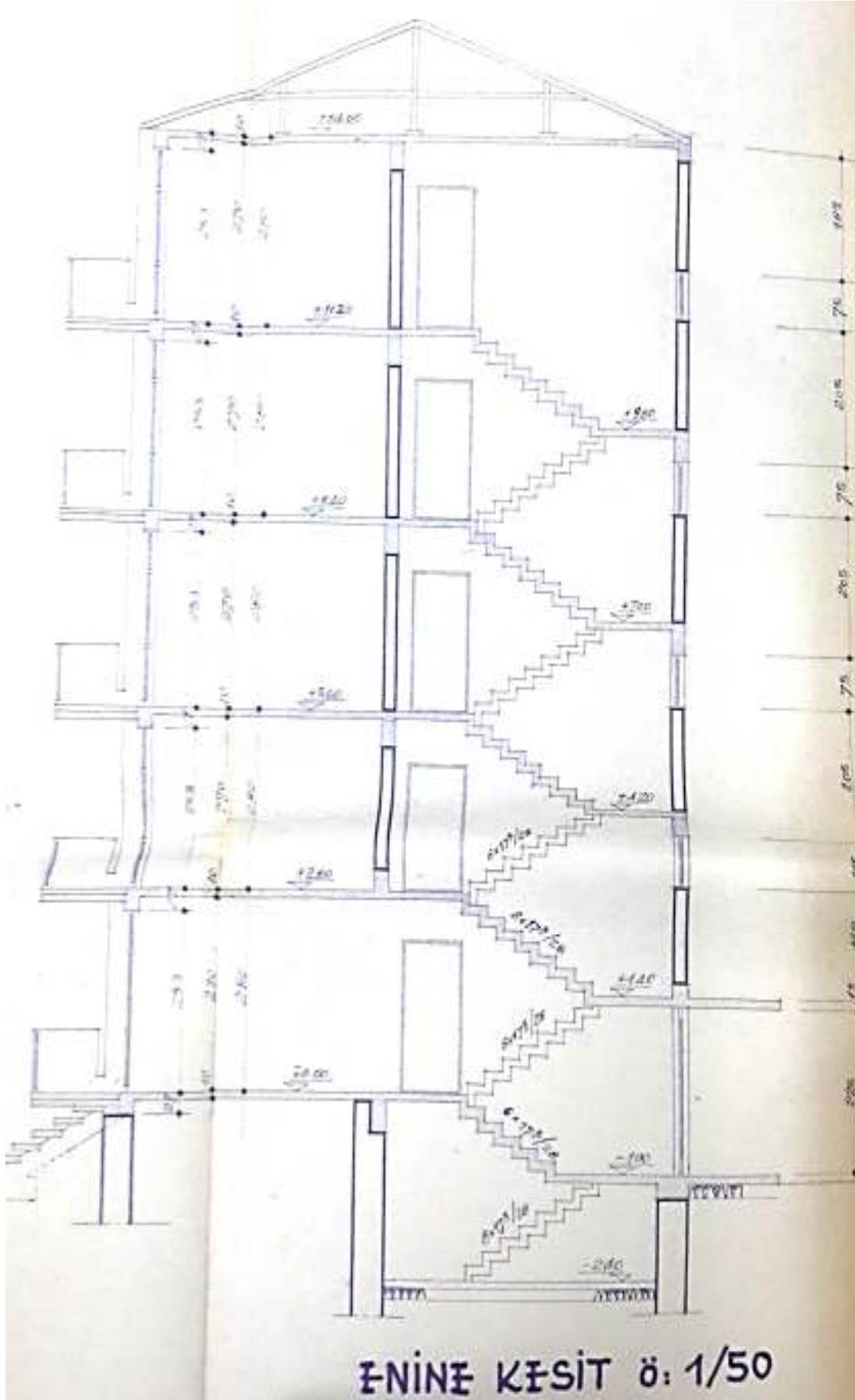


Şekil 1.1 : T.O. 82 normal kat planı.



Şekil 1.2 : T.O. 83 normal kat planı.

- Binaya ait bir enerji kimlik belgesi yoktur.
- Binada soğutma amaçlı kullanılan iklimlendirme cihazları olarak, toplamda tüm bloklara bakıldığında sadece dokuz dairede klima mevcuttur.



Şekil 1.3 : T.O. 82-83 blok enine kesidi.



Şekil 1.4 : T.O. 82-83 blok ön cephe.



Şekil 1.5 : T.O. 82-83 blok 1. yan cephe.



Şekil 1.6 : T.O. 82-83 blok 2. yan cephe.



Şekil 1.7 : T.O. 82-83 blok arka cephe.

- Şekil 1.8 ve 1.9’da bloklardaki cam türleri ise belirtildiği gibi, toplamda tek cam oranı %51’dir. Şekil 1.10’da açıklanan 6 mm ara boşluklu kaplamasız çift cam oranı da %49’dur. Buna göre, TS 825’e göre belirtilen pencereler için U değerleri [20], TS 825 hesap programında, veri girişleri yapılarak mevcut durumları gösterilmiştir [21].

Adı : Diş Pencere1	Ekle	Sil	TS 2164'den Bul	<<	1	>>			
Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri									
Alan : 81,09	U Değeri : 5,1	Pencere Tipi : Tasarımcı tarafından tanımlanmıştır.							
		Cam Tipi : Tek Camlı Pencere							
Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplama-sız Cam)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
		ARA BOŞLUK (mm)							
Cam Tipi		6	9	12	16	6	9	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 1.8 : Mevcut ahşap doğrama pencere alan ve U değerleri [20,21].

Adı : Diş Pencere2	Ekle	Sil	TS 2164'den Bul	<<	2	>>			
Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri									
Alan : 112,26	U Değeri : 5,2	Pencere Tipi : Tasarımcı tarafından tanımlanmıştır.							
		Cam Tipi : Tek Camlı Pencere							
Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplama-sız Cam)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
		ARA BOŞLUK (mm)							
Cam Tipi		6	9	12	16	6	9	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 1.9 : Mevcut iki odacıklı pencere alan ve U değerleri [20,21].

Adı : Diş Pencere3	Ekle	Sil	TS 2164'den Bul	<<	3	>>			
Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri									
Alan : 223,22	U Değeri : 3,2	Pencere Tipi : Tasarımcı tarafından tanımlanmıştır.							
		Cam Tipi : Çift Camlı Pencere - Araboşluk genişliği <= 6							
Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplama-sız Cam)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
		ARA BOŞLUK (mm)							
Cam Tipi		6	9	12	16	6	9	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 1.10 : Mevcut blokların üç odacıklı pencere alan ve U değerleri [20,21].

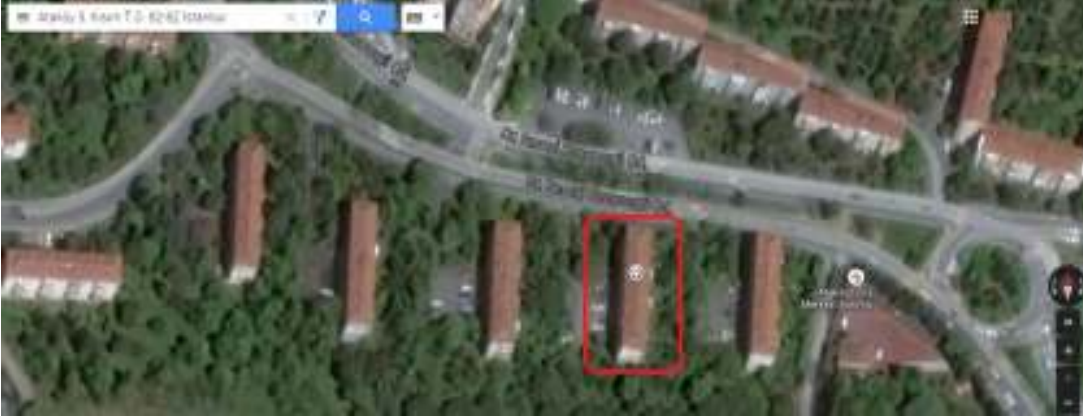
- Bloklardaki doğrama çeşitleri ise, ahşap sert ağaç tek camlı yaklaşık %20, plastik doğramalı tek ve çift camlı %80 olarak bir dağılım göstermektedir.
- Binanın, camlar ve balkon kapıları dahil olacak şekilde, tüm pencerelerinin metrekare bazında alanları; Kuzey cephe toplamı 55,80 m², güney cephe

toplamı 63,28 m², doğu cephe toplamı 216,64 m², batı cephe toplamı 80,85 m² olup toplamda 416,57 m²'dir.

- Şekil 1.11'de binanın kapılara ait bilgiler verilmiştir. Buna göre, kapılara ait toplam alanlar 7,65 m²'dir. Ayrıca, balkon ve daire kapıları harici, bloklara ait 2 adet dış giriş kapısı mevcuttur. Dış kapılarının türü metal ve ısı yalıtımsızdır.
- Şekil 1.12'de bloklara ait uydu görüntüsü, kırmızı renkli çerçeve içerisinde verilmiştir. Binanın mevcut konumu ile çevresindeki kısmi olarak gölge sağlayan ağaçlar da görülmekte olup hesaplamalara dahil edilmiştir.

Adı : Dış Kapı1	Ekle	Sil
Çeşitli Kapı Sistemlerinin U Değerleri		
Alan : 7,65	U Değeri : 5,5	
Kapı Tipi	U Değeri	
Dış Kapı-Ağaç,Plastik	3,5	
Dış Kapı-Metal (Isı Yalıtımlı)	4	
Dış Kapı-Metal (Isı Yalıtımsız)	5,5	
İç Kapılar	2	

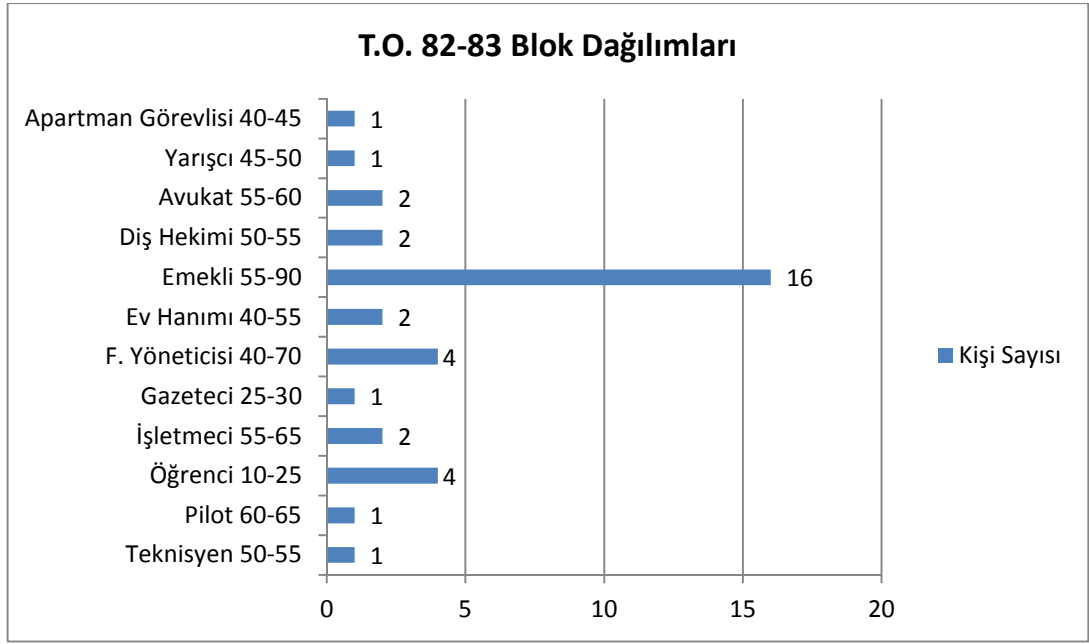
Şekil 1.11 : Dış kapılara ait U değerleri [22].



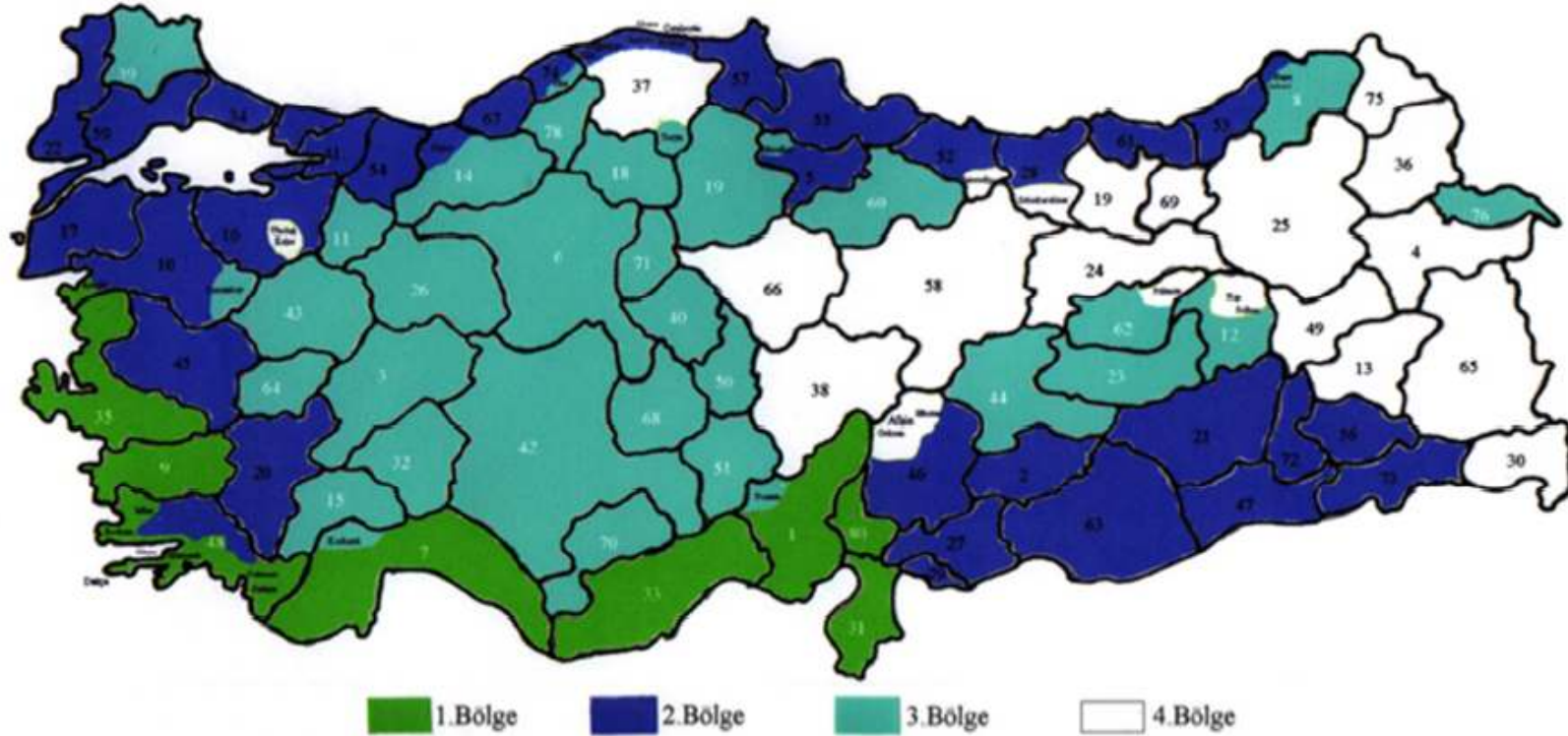
Şekil 1.12 : T.O. 82-83 blokların uydu görüntüsü [23].

- Binanın temel ısıtma sistemi termostatlı ve zaman kontrollüdür. Bloklar, sene içerisinde özellikle Kasım ve Nisan ayları arasında saat 06:30 ile 23:00 arası merkezi kazan sistemi aracılığıyla yakıt olarak doğalgaz ile ısıtılmaktadır. Dış ortamdaki sıcaklık, 5°C'nin altına düştüğünde, ısıtma sistemi otomatik olarak devreye girecek şekilde ayarlanmaktadır. Ayrıca, mevsimsel olarak ihtiyaç olduğu durumlarda da müdahale yapılabilmektedir.
- Çizelge 1.2'de verilen bilgiler doğrultusunda apartmanda yaşayan birey sayısı 37 kişidir. %70'i 55 yaş ve üstü, %22'i 20-55 yaş arası, %8'i de 20 yaş altıdır.

Çizelge 1.2 : Binadaki kullanıcı profilleri.



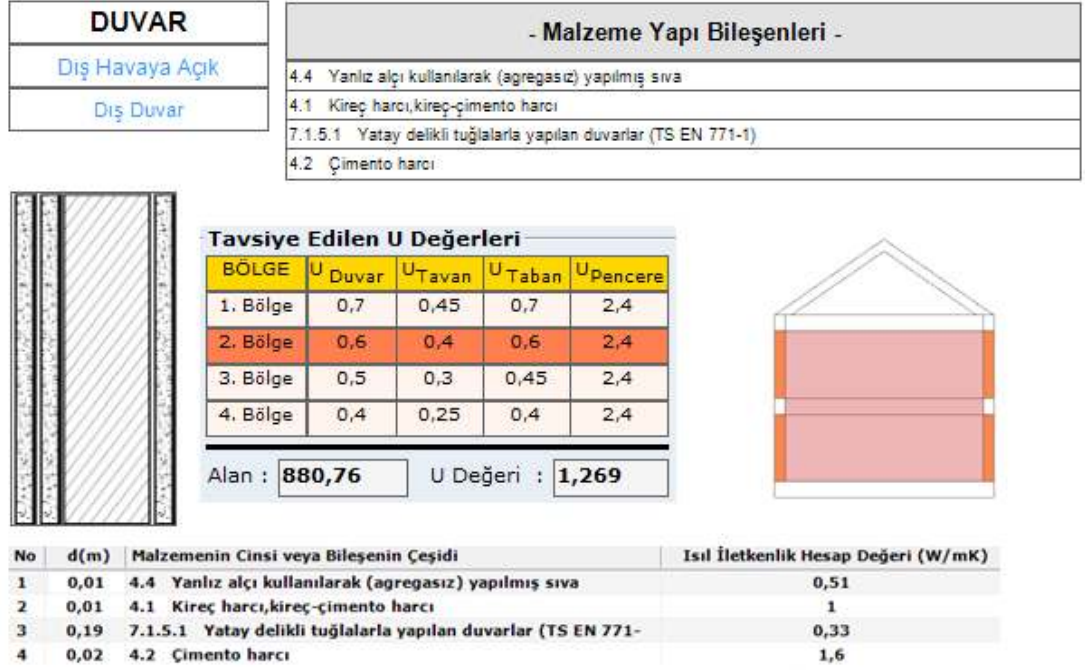
- Binadaki çalışan mekanik sistemler, kazan ve hidrofördür. Mevcut durumda ise kullanılan tesisatlar üzerinde herhangi bir yalıtım söz konusu değildir.
- Bina içerisindeki enerji kullanım profilleri incelendiğinde, emekli bireyler ve ev hanımları bloklardaki toplam nüfusun yaklaşık %50'lik kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca, bu bireylerin günün büyük bir bölümünü evde geçirdikleri bilgisi apartman görevlisi Tezcan Dereli'den alınmıştır. Diğer kullanıcılar ise, işlerinden ya da okuldan döndüklerinde enerji kullanımına dahil olmaktadır.
- Binanın ortak mekanlarında LED tasarruflu ampuller ve aydınlatma sistemi kullanılmaktadır. Ortak mekanlar, bahçe, koridor ve merdiven sahanlıklarının tamamında fotoselli, harekete duyarlı olmak üzere, yaklaşık 25 adet, tasarruflu aydınlatma vardır. Bu da binanın daha verimli bir aydınlatma sistemine geçmesi adına yapılmış bir iyileştirme dir.
- Binada kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinden sıcak su, güneş enerjisinden elektrik, rüzgar enerjisinden elektrik, toprak, su, hava kaynaklı ısı pompası, kojenerasyon, trijenerasyon ve mikrorejenerasyon mevcut değildir.
- Binanda asansör sistemi mevcut değildir.
- Şekil 1.13 üzerinde verildiği gibi İstanbul'un, Bakırköy İlçesine bağlı bulunan Ataköy 3. Kısımındaki T.O. 82-83 blokları, TS 825 standardına göre ısıtma 2. Derece gün bölgesinde yer almaktadır [20].



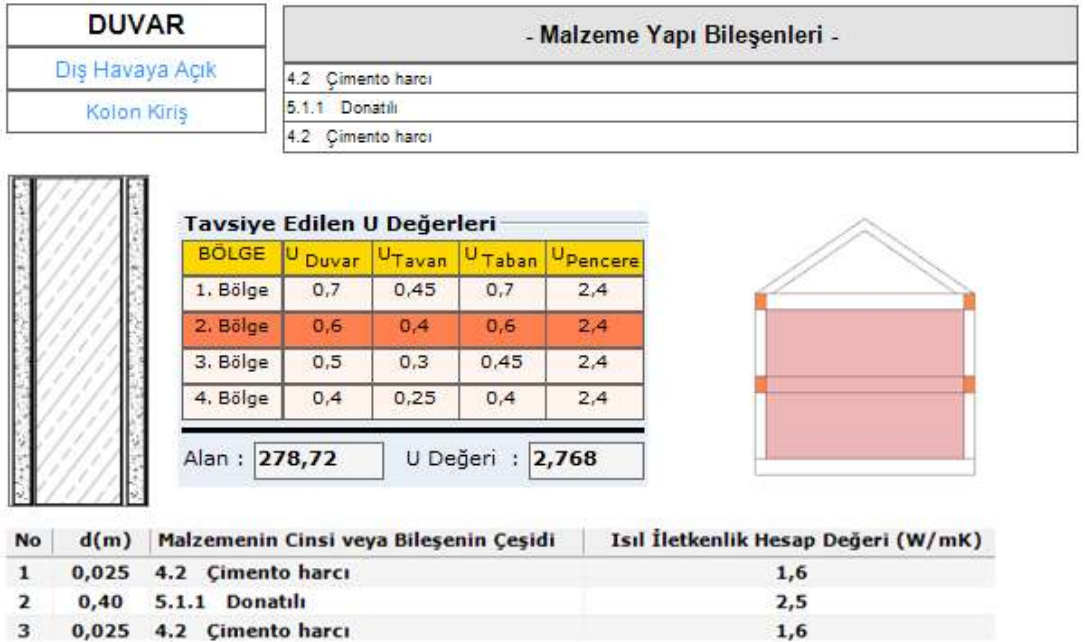
01- ADANA	10- BALIKESİR	19- ÇORUM	28- GİRESUN	37- KASTAMONU	46- K.MARAŞ	55- SAMSUN	64- UŞAK	73- ŞIRNAK
02- ADIYAMAN	11- BİLECİK	20- DENİZLİ	29- GÜMÜŞHANE	38- KAYSERİ	47- MARDİN	56- SIIRT	65- VAN	74- BARTIN
03- AFYON	12- BİNGÖL	21- DİYARBAKIR	30- HAKKARİ	39- KIRKLARELİ	48- MUĞLA	57- SİNOP	66- YOZGAT	75- ARDAHAN
04- AĞRI	13- BİTLİS	22- EDİRNE	31- HATAY	40- KIRŞEHİR	49- MUŞ	58- SİVAS	67- ZONGULDAK	76- İĞDIR
05- AMASYA	14- BOLU	23- ELAZIĞ	32- ISPARTA	41- KOCAELİ	50- NEVSEHIR	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- OSMANİYE
09- AYDIN	18- ÇANKIRI	27- GAZİANTEP	36- KARS	45- MANİSA	54- SAKARYA	63- ŞANLIURFA	72- BATMAN	81- DÜZCE

Şekil 1.13 : Isıtma derece-gün bölgelerine göre illerimiz [20].

- Şekil 1.14 ile Şekil 1.19 arasında belirtilen tüm mevcut durumdaki binanın detaylı olarak duvar, tavan ve tabana ait malzeme yapı bileşenleri, TS 825 hesap programı üzerinden veri girişleri yapılarak gösterilmektedir. Bina kabuğu bileşenlerinin ısıl geçirgenlik katsayıları, TS 825 standardında yer alan malzemelerin cinsi, kalınlığı ve ısıl iletkenlik değeri, veriler göz önünde bulundurularak hesaplanmış ve şekillerdeki gibi gösterilmiştir [20,21].

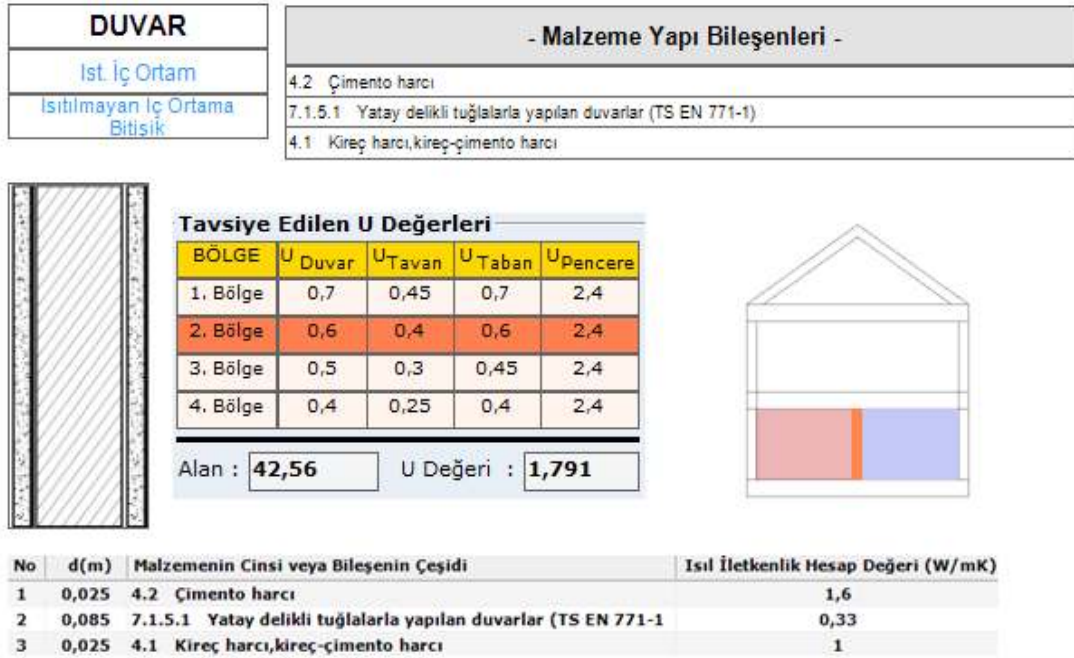


Şekil 1.14 : Mevcut bloklardaki dış havaya açık duvar [20,21].

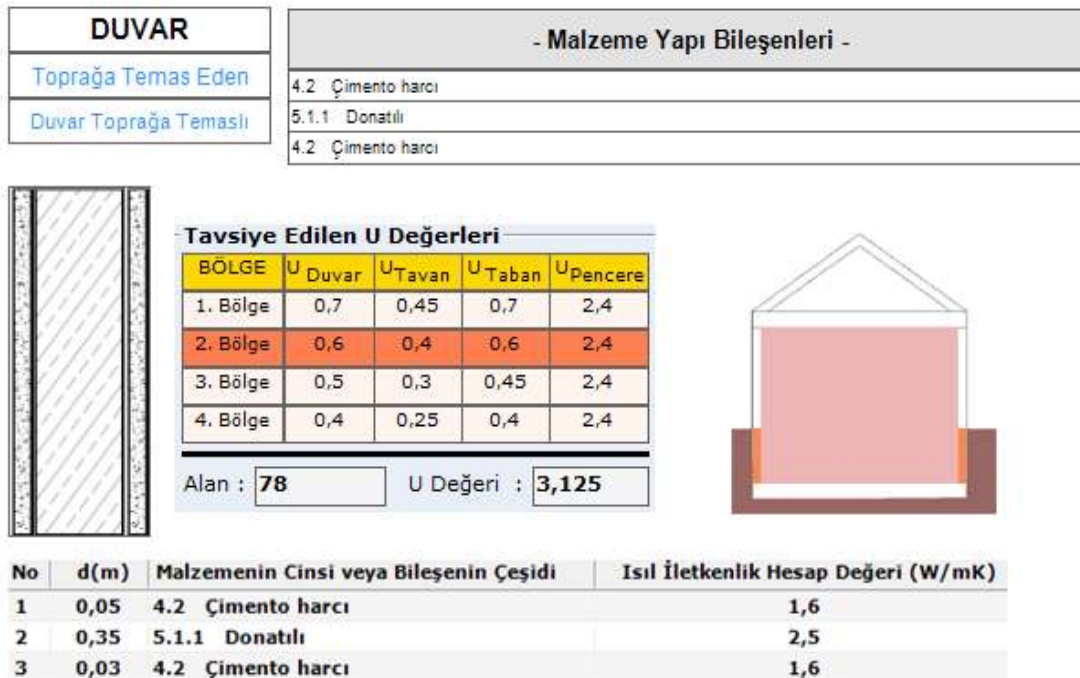


Şekil 1.15 : Mevcut bloklardaki dış havaya açık kolon kiriş [20,21].

- Şekil 1.16’da belirtilen yalıtımsız mevcut durumdaki, ısıtılmayan iç ortama bitişik duvar, bina üzerindeki balkonları daire içerisine almak kaydıyla ortaya çıkan kısımları belirtmektedir.

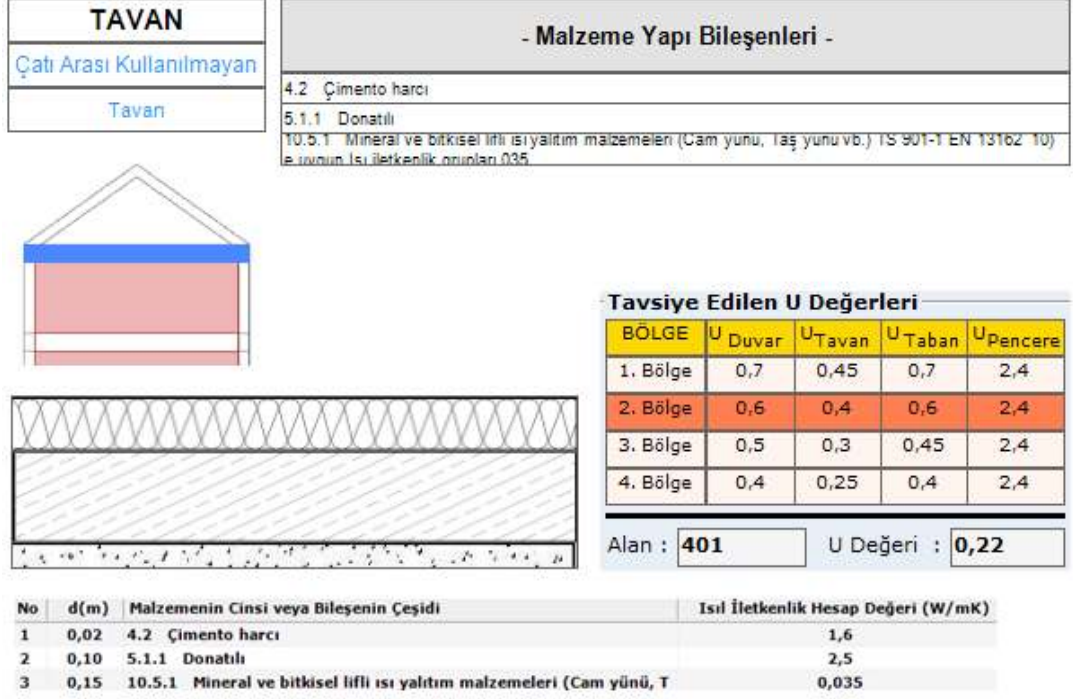


Şekil 1.16 : Mevcut bloklardaki ısıtılmayan iç ortama bitişik duvar [20,21].

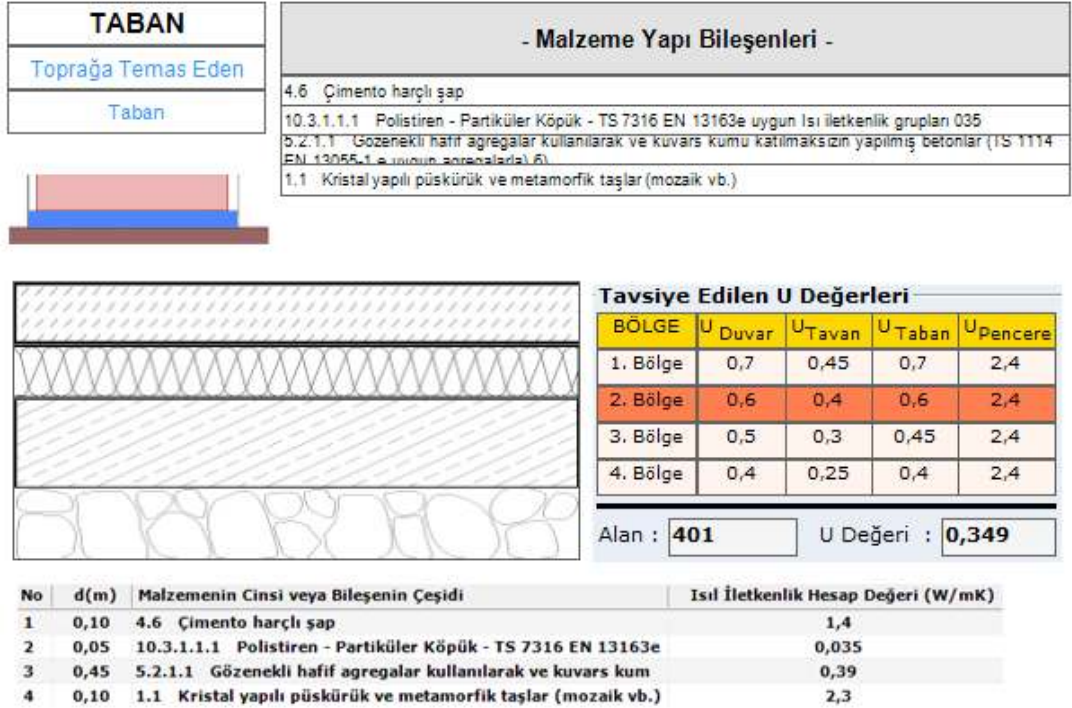


Şekil 1.17 : Mevcut bloklardaki toprağa temas eden duvar [20,21].

- TS 825’e göre tüm U değerlerinin hesaplanmasında kullanılan malzemeler ve bunlara ait ısıl iletkenlik hesap değerleri EK E kısmında verilmiştir.



Şekil 1.18 : Mevcut bloklardaki çatı arası kullanılmayan tavan [20,21].



Şekil 1.19 : Mevcut bloklardaki toprağa temas eden taban [20,21].

- Bina ortak mekan, dış aydınlatma, tesisat, kazan dahil olmak üzere aylık ortalama daire başına, 100 – 150 TL arasında elektrik bedeli ödenmektedir.
- Bloklarda merkezi sıcak su sistemi yoktur. Aylık ortalama 60 – 80 TL arasında daire başına soğuk su bedeli ödenmektedir.

2. TS 825 BİNALARDA ISI YALITIM KURALLARI

2.1 Giriş

TS 825 standardında belirtilen yöntem yardımıyla yıllık bazda binanın ısıtma enerjisi ihtiyacı, binanın ısı kayıplarından ısı kazançlarının çıkarılmasıyla bulunmaktadır [24]. Bununla birlikte, binalar için bu standart net ısıtma enerjisi talebinin ortaya konulması ve burada müsaade edilebilir maksimum ısıtma enerjisi değerlerinin hesaplanmasını kapsamaktadır [20].

2.2 Hesaplamalarda Kullanılan Tanımlar

Bu kısımda belirtilen tarifler, semboller ve birimler hesaplama bölümündeki formüller üzerinden daha detaylı şekilde açıklanacaktır.

Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$, bir sene içerisinde ısıtma yapılan ortama direkt ısıtma sisteminden aktarılması gerekli ısı enerjisi miktarıdır. Birimi Joule'dür. Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı Q_{ay} , bir ay içerisinde ısıtma yapılan ortama ısıtma sisteminden aktarılması gerekli ısı enerjisi miktarı şeklinde tanımlanmaktadır. Birimi Joule'dür. Binanın özgül ısı kaybı H , iç ve dış ortam bölümleri arasında 1K sıcaklık farklılığının olmasıyla, havalandırma ve iletim yoluyla binanın dış kabuğu üzerinde birim zamanda yitirilen ısı enerjisi miktarıdır. Birimi Watt/Kelvin'dir. Aylık ortalama dış ortam sıcaklığı θ_e , dış ortam sıcaklığının aylık ortalamasını belirtmektedir. Birimi °C'dir. Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı θ_i , iç ortam sıcaklığının aylık ortalamasını belirtmektedir. Birimi °C'dir. Binanın iç ısı kazançları ϕ_i , ısıtma yapılan ortamdaki ısı kaynaklarınca, binanın ısıtma sistemine ilaveten, ısıtılan bölüme birim zamanda dağılan ısı enerjisi miktarıdır. Birimi Watt'tır. Güneş enerjisi kazançları ϕ_s , birim zamanda ısıtma işlemi yapılan kısma, direkt olarak gelen güneş enerjisi miktarıdır. Birimi Watt'tır. Kazanç kullanım faktörü η , güneş enerjisi kazançları ve iç ısı kazançları toplamının ortamın ısıtılmasına olan katkısına ait orandır. Birimsizdir. Binanın kullanım alanı A_n , binaya ait net kullanım alanıdır. Birimi m^2 'dir. Binada ısıtılan brüt hacim $V_{brüt}$, binadaki ısı kaybeden kısımları belirten ve dış kabuğa göre hesaplama yapılan hacimdir. Birimi m^3 'tür. Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam

alanı A_{top} , dış duvarlar, tavan, taban, döşemeler, pencere, kapılar gibi yapı kısımlarının ısı kayıpları olan ve dış ölçülere göre bulunan yüzey alan toplamıdır. Birimi m^2 'dir. $A_{top}/V_{brüt}$ oranı, ısı kaybı olan toplam yüzey alanının A_{top} , yapıdaki ısıtılan brüt hacme $V_{brüt}$ oranıdır. Birimi m^{-1} 'dir. Isı geçirgenlik katsayısı U , çeşitli kalınlıklardaki oluşan yapı bileşeninin $1 m^2$ 'sinden $1^\circ C$ 'lik sıcaklık farkı bulunması durumunda saatte kJ cinsinden geçen ısı miktarını vermektedir. Bir binanın ısıtılması için gerekli olan enerji ihtiyacında, yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayıları en önemli parametredir. Birimi W/m^2K 'dir. Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı U_D , Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı U_T , Zemine oturan tabanın/döşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı U_t , Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı U_p , şeklinde gösterilmektedir. Tek hacimli olan bina, binanın tümüne yönelik ortalama yapılan hesaplamalarda sadece tek bir iç sıcaklık alınarak kullanılan bina adlandırılmasıdır. Birden fazla hacime sahip bina, binanın birden fazla değişik amaçla kullanılan bölümündeki iç sıcaklık ortalama değerlerinin ayrı biçimde belirlenmesi ve ayrı bir ısıtma enerjisi ihtiyacı bulunması her bir bina bölümü için yapılması durumunda kullanılan binaya ait açıklanmasıdır [20].

2.3 TS 825 Kapsamı

TS 825 standardında göre, yeni yapılması planlanan binaların ısıtma enerjilerinin hesaplama metodu, müsaade edilecek maksimum ısı kaybı miktarlarını ve hesaplamalarla ilgili verilerin paylaşılmasını içermektedir. Burada belirtilen kurallar, aktif olmayan güneş enerjisi sistemlerini içeren binalarda kullanılamamaktadır.

Şekil 2.1'de belirtilen değerlere, mevcut binaların ise bağımsız kısımlarında ya da tümünde gerçekleştirilecek tadil, tamir veya eklemelerdeki uygulamalar söz konusu olan bölümler için standartta sunulan ısıl geçirgenlik katsayılarına eşit veya daha küçük olacak şekilde uygunluk göstermesi gerekmektedir. Buna göre, bölgeler bazında en fazla kabul edilen değerler verilmektedir. [20].

	U_D (W/m^2K)	U_T (W/m^2K)	U_t (W/m^2K)	U_p^* (W/m^2K)
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

Şekil 2.1 : Bölgelere göre en yüksek tavsiye edilen U değerleri [20].

Şekil 2.2’de pencerelere ait ısııl geçirgenlik katsayıları U_p , verilmiş olup pencerelerin üzerinden gerçekleşen ısı kayıplarının minimum seviyeye indirilmesi bakımından U_p katsayılarının kaplamalı camlar yardımı sayesinde $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ’e düzeyine kadar azaltılması biçimde tasarlanması tavsiye edilmektedir [20].

	Türkiye’deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısııl geçirgenlik (U_p) katsayıları $\text{W/m}^2\text{K}$	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 İ P İ	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
	PLASTİK DOĞRAMA (2 odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3,0	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
	PLASTİK 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

Şekil 2.2 : Bazı pencere sistemlerinin U_p değerleri [20].

2.4 TS 825 Amacı

TS 825’in amacı, çevremizdeki mevcut ya da yapılması planlanan binaların ısıtılması sırasında kullanılan enerji miktarlarını belirli düzeylerde tutmayı sağlayarak, buradan hareketle enerji tasarrufunu mümkün ölçüde belli bir düzeye kadar arttırmayı ve enerji talebinin hesaplanması esnasında göz önüne alınacak değerleri ve standart hesaplama yöntemini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, TS 825 standardı sırasıyla verilen amaçlara ilişkin de uygulanabilmektedir [20].

- Mevcut binalara ait net ısıtma enerji harcamalarını ortaya koymak,
- Herhangi mevcut bir binanın yenileme projesinden önce, mümkün enerji tasarrufu önlemleri açısından sağlayacağı tasarruf miktarlarını ortaya koymak,
- Yeni inşa edilecek olan binaya ya da konuta ait farklı tasarım alternatiflerini bu standart çerçevesinde açıklanan hesaplama metodunu ve değerlerini kullanarak, optimum enerji performansını yerine getirecek tasarımı belirlemek,
- Sektörünü temsil edebilecek çeşitli binaların enerji ihtiyaçlarını bularak, bina sektöründeki önümüzdeki dönemler için söz konusu enerji talebini milli düzeyde öngörmeye çalışmak [20].

2.5 Uygulama Alanları

TS 825 standardının uygulama alanları, konutlar, iş ve hizmet binaları, yönetim binaları, otel, motel, lokanta ve restaurantlar, öğretim binaları, tiyatro ve konser salonları, kışlalar, ceza ve tutuk evleri, müze ve galeriler, hastaneler, hava limanları, kapalı ve açık yüzme havuzları, imalat ve atölye mahalleri, genel anlamda kullanım amacı doğrultusunda iç sıcaklıkları minimum 15°C olmak üzere ısıtma işlemi yapılan yerler ile endüstri, sanayi binaları olarak gösterilebilir. Çizelge 2.1’de bu standartta yapılan hesaplamalarda kullanılacak olan yıllık ısı ihtiyacına göre, binalara ait iç sıcaklık ortalama değerleri sunulmuştur. Çizelge 2.2’de ise dış sıcaklık ortalamaları verilmektedir. Şekil 2.3 aracılığıyla da illerin buldukları derece gün bölgeleri paylaşılmaktadır. Buna göre de tüm hesaplamalar bu verilere göre yapılmaktadır [20].

Çizelge 2.1 : Hesaplamalardaki aylık ortalama iç sıcaklık değerleri [20].

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	
11 Hastaneler	22
12 Yüzme havuzları	26
13 İmalat ve atölye mahalleri	16

Çizelge 2.2 : Farklı DG bölgeleri için aylık ortalama dış sıcaklık değerleri [20].

AYLAR	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	14,1	17,2	16,5
EKİM	18,5	8,5	11,6	10,3
KASIM	13,0	3,8	5,6	3,1
ARALIK	9,3	3,8	1,3	- 2,8

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)
BODRUM (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)
GÖKOVA (Muğla)			

2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
SAKARYA	ÇANAKKALE	KAHRAMAN MARAŞ	RİZE	TRABZON
ADİYAMAN	DENİZLİ	KILIS	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	BURDUR	KARABÜK	MALATYA
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KİRŞEHİR	TUNCELİ
BİNGÖL	İĞDIR	KONYA	UŞAK
BOLU	İSPARTA	KÜTAHYA	
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	ERZURUM	KAYSERİ	
ARDAHAN	GÜMÜŞHANE	MUŞ	
BAYBURT	HAKKÂRİ	SİVAS	
BİTLİS	KARS	VAN	
ERZİNCAN	KASTAMONU	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)	

Şekil 2.3 : İller göre derece gün bölgeleri [20].

2.6 Genel Bilgiler

Günümüzde insanların çalıştıkları ya da kaldıkları yapılarda, aşırı sıcaklığın olumsuz etkilerinden korunmak, bireylerin sağlıklı biçimde hayatlarını sürdürmeleri, kullanılan yakıtların ekonomisi ve buna ait kalite kavramı, bakım onarım masrafları ile ilk yatırım maliyeti bakımından oldukça önem arz etmektedir [20].

2.6.1 Binalarda ısıtma enerjisine etki eden temel unsurlar

Genel anlamda binalardaki ısıtma enerjisi ihtiyacına doğrudan etki eden temel faktörlerin sıralanması istendiğinde, ilk olarak güneş enerjisi faktörü sayılabilir. Buna göre, binanın pencere gibi saydam yapı bileşenlerinden ısıtma işlemi yapılan ortama direkt olarak gelen güneş enerjisi miktarı bu unsurlar arasında gösterilebilmektedir. Bir diğer faktör, binanın özellikleri olarak ifade edilebilir, burada ise meydana gelen taşınım, iletim ve havalandırma sistematigi aracılığıyla oluşan ısı kayıpları ısıtma enerjisi ihtiyacını direkt etkilemektedir. Bununla birlikte, ısıtma sisteminin özelliklerine bakıldığında, kontrol sistemleri ile ısıtma sistemlerini içeren, ısıtma enerjisi talebindeki değişmelere yanıt verme süresi yine temel faktörlerden sayılabilmektedir. İç iklim şartları olarak incelendiğinde ise binada üzerinde yaşamını sürdürenlerin istemiş oldukları sıcaklık seviyesi, binanın birbirinden farklı kısımlarında ve gün içerisindeki farklı zaman dilimlerinde belirtilen sıcaklık düzeyindeki değişimler yine bu faktörler arasında olduğu kabul edilebilmektedir. Dış iklim şartları, mevcut dış havaya ait koşulların göz önüne alınması sonucunda havanın sıcaklığı, hakim rüzgarın şiddeti ve yönü esasına göre ısıtma enerjisi ihtiyacı şekillenebilmektedir. İç ısı kazanç kaynaklarıysa ısıtma sistemlerinin haricinde, ısıtmaya etkisi olan dairelerin içerisinde yemek pişirilmesi, sıcak su elde edilmesi, banyo ve lavabolarda sıcak su kullanımları, iç ısı kaynakları ve farklı çeşitlerde mevcut olan aydınlatma sistemleri gibi benzeri amaçlarla kullanılmakta olan ve ortama ısı veren farklı türde cihazlar ve çoğunlukla da insanlardan kaynaklı durumlarda söz konusu olabilmektedir. Genel olarak bakıldığında, tüm bu faktörler binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını doğrudan etkilemektedir. TS 825 standardına göre üzerinde hesaplama yapılan bu işlemler yardımıyla iletim, taşınım ve havalandırma biçiminde gerçekleşen ısı kayıpları ile iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları özellikle göz önünde bulundurulmaktadır. Bina üzerindeki ısıtma enerjisi ihtiyacı yaklaşımıyla da ısıtma sistemine ait net elde edilen çıktı vurgulanmakta olup yapılan hesaplamalarda bu yaklaşımlara göre düzenlenmektedir [20].

2.6.2 Yıllık ısıtma enerjine ait sınır değerleri

TS 825 standardı, binaya ait ısıtma enerjisi ihtiyacına etkisi olan faktörlerin hesaba katılmasıyla binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının ortaya konulduğu bir metodu ifade etmektedir. Bu metot sayesinde hesaplaması yapılan binanın yıllık ısıtma enerji ihtiyacı $A_{top}/V_{brüt}$ oranından hareket edilerek sınır değerlerin üzerine çıkmamalıdır. Şekil 2.4 üzerinde bu oranlara göre bölge ayırımı yapılmıştır. Şayet bu sınır değerlerini aşırsa kurgulanan sistem uygunluğunu kaybedecektir. Şekil 2.5’de ise yine bölgelere bağlı hesaplamalar verilmiştir.

Bu aşamada yeni binaların tasarımı sırasında, binanın enerji ihtiyacı bu standartta belirtilen sınır değerlerini geçmeyecek biçimde yapılmalı ve malzeme belirlenmesi ve detaylı çözümlerinin de yansıtıldığı bir yalıtım projesi sunulmalıdır [20].

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

Şekil 2.4 : En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjileri [20].

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

Şekil 2.5 : Bölgelere bağlı olarak sınırlandırılan Q'nun hesaplanması [20].

3. ISI YALITIM HESAPLAMALARI

3.1 Temel Bilgiler

3.1.1 Isıl geçirgenlik direncinin hesaplanması

3.1.1.1 Tek tabakaya sahip yapı bileşenleri

Isıl geçirgenlik direnci olan R, aşağıdaki formül 3.1 yardımıyla yapı bileşeninin sahip olduğu kalınlık, d değeri ile ısı iletkenlik hesaplama değeri λ_h , oranlanması ile bulunmaktadır. Tüm λ_h değerleri Ek E’de liste şeklinde verilmektedir [20].

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \quad (3.1)$$

Denklemden belirtilen R, ısı iletkenlik direnci, birimi $m^2.K/W$, d ise yapı bileşeninin kalınlığı olup birimi m dir. λ_h , ısı iletkenlik hesap değeri, birimi $W/m.K$ ’dir.

3.1.1.2 Çok tabakaya sahip yapı bileşenleri

Isıl geçirgenlik direnci R olan, çok tabakalı yapı bileşenlerinde ayrı ayrı yapı eleman kalınlıkları (d_1, d_2, \dots, d_n) ve bu yapı elemanlarına ait, ısı iletkenlik hesap değeri ($\lambda_{h1}, \lambda_{h2}, \dots, \lambda_{hn}$) alınıp oranlanarak formül 3.2’de verildiği gibi hesaplanmaktadır [20].

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} \quad (3.2)$$

3.1.2 Toplam ısı geçirgenlik direncinin hesaplanması

Yapı bileşenlerine ait toplam ısı geçirgenlik direnci $1/U$, yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik dirençlerine R, yüzeyel ısı iletim direnç değeri R_i , ile R_e aşağıda belirtildiği gibi eklenerek formül 3.3’e göre hesaplanmaktadır.

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \quad (3.3)$$

Formül üzerindeki $1/U$ olarak belirtilen, yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direncidir. R_i ise iç yüzeyin yüzeyel ısı iletim direncidir. Bununla birlikte R_e de dış yüzeyin ısı iletim direnci olup tüm birimler $m^2.K/W$ ’dir [20].

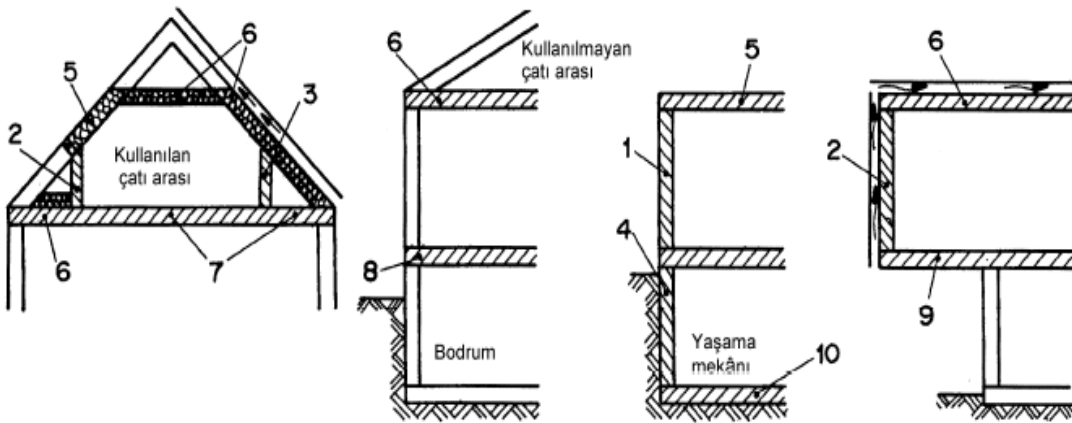
3.1.3 Yüzeysel ısı iletim direnci

Şekil 3.1'de verilen R_i ve R_e değerleri, yapı elemanlarının iç ve dış yüzeylerinde bulunan yüzeysel ısı iletim direnç verileri için kullanılmaktadır. Burada verilen değerler hesaplamalar sonrasında oluşturulmuştur. Şekil 3.2'de ise bu açıklanan yapı bileşenlerine ait farklı tasarımlar ve yerleşimleri de detaylarıyla belirtilmektedir [20].

Sıra No	Yapı bileşeni tipi ³⁾	Yüzeysel ısı iletim direnci ^{1) 2)}	
		R_i (m^2K/W)	R_e (m^2K/W)
1	Dış duvar (Sıra no 2 'de verilen dışındaki dış duvarlar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ 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		5)
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	0,13	b)
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde		
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde		
8	Bodrum tavanı	0,17	5)
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 $R_i = 0,13 m^2K/W$ ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere $R_e = 0,04 m^2K/W$ 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 3.1 : Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim direnç değerleri [20].



Şekil 3.2 : Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi [20].

3.1.4 Toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

Herhangi bir yapı bileşenine ait toplam ısı geçirgenlik katsayısı U , formül 3.3 olarak verilen denklemin aritmetik biçimde tersi alınarak elde edilen formül 3.4'e göre hesaplanmaktadır [20].

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \quad (3.4)$$

Formülde hesaplanan U değeri, yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı olup birimi $W/m^2.K$ 'dir. Diğer, R değerleri ise daha önceki kısımlarda detaylı açıklanmıştır.

3.2 Genel Bilgiler

Yeterli düzeyde ısı yalıtımı olan bir yapıda, ısıtma sürecinde, iç ortamda belirli bir iç sıcaklığa erişim adına ihtiyaç olan ısı enerjisinin bir bölümü iç kaynaklardan diğerleri de güneş enerjisinden tedarik edilmektedir. Geriye kalan miktarın ısıtma sistemi aracılığıyla iç mekana verilmesi sağlanmalıdır. Buradaki verilen hesap metodu yardımıyla, ısıtma sisteminin iç ortama sağlaması gereken ısı enerjisi miktarı ortaya konulmaktadır. Yıllık ısıtma enerjisi talebi olarak da adlandırılan bu miktar, toplam da gerçekleşen kayıplardan güneş enerjisi kazançları ile iç ısı kazançlarının birbirinden çıkartılarak bulunmaktadır [20].

Belirtilen bu hesap yönteminde, yıllık ısıtma enerjisi talebi ısıtma dönemini içeren tüm aylara ait ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının bir araya getirilerek toplanması yoluyla hesaplanmaktadır. Bu nedenden ötürü, binanın sahip olduğu ısı performansının gerçeğe çok yakın olacak şekilde değerlendirilmesi söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte, tavsiye edilen tasarımın, hesaplamaları yapan kişilere, güneş enerjisinden yararlanma kapasitesini de inceleme imkanı sunmaktadır [20].

Uygulama üzerindeki hesaplamalarda dıştan dışa belirlenen ölçüler göz önünde bulundurulmaktadır. Buna göre hesap metodunda ısıtılan mekanın sınırları, bu mekanı dış ortamdaki ve şayet var ise ısıtma işlemi yapılmayan kısımlardan ayıran döşeme, çatı, duvar, kapı ve pencereden oluşmaktadır. Şayet binanın tümü benzer sıcaklığa kadar ısıtılıyor ise ya da ortamların sıcaklık değer farkları $4 K$ 'den yüksek değilse, binanın tümü adına ortalama bir iç sıcaklık değeri bulunarak bina tek hacimli şekilde değerlendirilmekte ve ısıtma enerjisi ihtiyacı daha önce açıklanan tek hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre hesaplanmaktadır. Bir diğer yaklaşımda, farklı

ısıtma alanlarının sınırları ortaya konulmalı ve hesaplamalar birden fazla hacimli binaya göre yapılması gerekmektedir.

3.2.1 Tek hacimli binada yıllık ısıtma enerjisinin hesabı

Binalarda bulunan tek bina kısmına ait ısıtma enerjisi ihtiyacı yıllık bazda aşağıdaki verilen formül 3.5 ve formül 3.6 yardımı ile hesaplanmaktadır [20].

$$Q_{yul} = \sum Q_{ay} \quad (3.5)$$

$$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta_{ay} (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})]. t \quad (3.6)$$

Her ay için yapılan ısı ihtiyacı hesaplamasında, ifadenin negatif olduğu aylar sıfır olarak kabul edilmekte olup dikkate alınmamaktadır, sadece pozitif aylar için toplama işlemi yapılmaktadır. Formüllerdeki,

Q_{ay} : Aylık olarak ısıtma enerjisi ihtiyacı, birimi Joule,

Q_{yul} : Yıllık olarak ısıtma enerjisi ihtiyacı, birimi Joule,

θ_i : Aylık ortalama iç sıcaklık değeri, birimi °C,

θ_e : Aylık ortalama dış sıcaklık değeri, birimi °C,

H : Binaya ait özgül ısı kaybı, birimi W/K,

η_{ay} : Kazançlar için belirtilen aylık ortalama kullanım faktörü, birimsiz,

$\phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar değeri, birimi W,

$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı değeri, birimi W,

t : Zaman, birimi saniye, s olarak alınmaktadır.

Konuyla ilgili olarak hesaplamalar sırasıyla belirtilen işlemlere göre yapılmaktadır. Buna göre, ısıtılan mekanına ait sınırlar ve ihtiyaç olduğundaysa farklı sıcaklıktaki yerlerin ya da ısıtma yapılmayan kısımların sınırları belirlenmektedir. Binanın özgül ısı kaybı, tek hacimli olan binada hesaplanması gereklidir. Aylık ortalama iç sıcaklık değerleri Şekil 2.3'den alınmaktadır. Aylık ortalama dış sıcaklıklar değerleri ise, Şekil 2.4'den kullanılmaktadır. Daha sonra, aylık iletim ve havalandırma yoluyla ısı kaybı hesaplanmaktadır. Buradan hareketle, aylık ortalama iç kazançlar ve aylık ortalama güneş enerjisi kazançları bulunmaktadır. Ayrıca, aylık ortalama dış sıcaklık değerleri

vasıtayla aylık kazanç kayıp oranı, KKO ve ısı kazancı yararlanma faktörü η_{ay} , hesaplanmaktadır. Formül üzerinde gösterilen aylık ortalama değerler kullanılarak faydalı kazançlar hesaplanmaktadır. En son olarak da aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı formül 3.6'ya göre hesaplanmaktadır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı da bir diğer verilen formül 3.5 göz önüne alınarak bulunmaktadır [20].

3.2.1.1 Özgül ısı kaybı hesabı

Binanın özgül ısı kaybı H , hesaplamalara göre, iletim ve taşınım aracılığıyla meydana gelen ısı kaybı, H_T ile havalandırma vasıtasıyla oluşan ısı kaybının, H_V toplanmasıyla elde edilmektedir. Formül 3.7 bu eşitliği göstermektedir [20].

$$H = H_T + H_V \quad (3.7)$$

Taşınım ve iletim yoluyla oluşan ısı kaybının hesabı

Taşınım ve iletim vasıtasıyla meydana gelen mevcut ısı kayıpları formül 3.8 ile hesaplanmaktadır. Formül 3.9 ise oluşan bu ısı kaybına ait hesaplamalardaki parametrelerin detaylı bir biçimde içeriğinin gösterilmesidir. Hesaplamaadaki formül yapı elemanlarından kaynaklı aktarılan ısı kaybına, şayet varsa ısı köprülerinden gelen ısı kaybı ilave edilmektedir. Isı köprüleri, bitişik kısma göre bileşimi farklı olup ısı kaybı binaya ait ortalama ısı kaybından daha fazla ve kışında kararlı durum adına iç yüzey sıcaklıklarının nispeten biraz daha düşük olduğu kısımdır [20].

$$H_T = AU + lU_l \quad (3.8)$$

$$\sum AU = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0,8U_T A_T + 0,5U_t A_t + U_d A_d + 0,5U_{ds} A_{ds} \quad (3.9)$$

Formülde içerisinde belirtilen parametreler,

U_D : Dış duvara ait ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

U_p : Pencerelerin ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

U_k : Dış kapıya ait ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

U_T : Tavana ait ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

U_t : Zemine yerleşik tabanına ait ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

U_d : Dış havayla temasta bulunan tabana ait ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

U_{ds} : Düşük sıcaklıkta iç mekana temas halindeki yapı elemanlarına ait ısı geçirgenlik katsayısı, birimi W/m^2K ,

A_P : Pencereye ait alan, birimi m^2 ,

A_k : Dış kapıya ait alan, birimi m^2 ,

A_T : Tavana ait alan, birimi m^2 ,

A_t : Zemine yerleşik tabana ait alanı, birimi m^2 ,

A_d : Dış kısımdaki hava ile temas halindeki döşemenin alanı, birimi m^2

A_{ds} : Düşük sıcaklıkta iç mekana temas halindeki yapı elemanının alanı, birimi m^2 'dir.

Havalandırma yoluyla oluşan ısı kaybının hesabı

Havalandırma aracılığıyla meydana gelen ısı kaybı hesaplamaları aşağıdaki belirtilen formül 3.10 ile bulunmaktadır.

$$H_V = \rho \cdot c \cdot V^l \quad (3.10)$$

Doğal havalandırma içinse bu formül aşağıdaki gösterilen formül 3.11'e dönüşmekte ve hesaplamalar da buna göre yapılmaktadır.

$$H_V = \rho \cdot c \cdot V^l = \rho \cdot c \cdot n_h \cdot V_h = 0,33n_h \cdot V_h \quad (3.11)$$

Formüllerdeki,

ρ : Havanın birim hacmine ait kütlesi, birimi kg/m^3 ,

c : Havanın özgül ısısı, birimi J/kgK ,

V^l : Hacimce hava değişime ait debi, birimi m^3/h ,

n_h : Hava değişimine ait oranı h^{-1} ,

V_h : Havalandırılan hacim, birimi m^3 'tür.

Formül içerisinde bahsedilen havanın birim hacmine ait kütlesi ve havanın özgül ısısı, basınç ve sıcaklık değerlerine göre bir miktarda da olsa değişiklik gösterebilmektedirler. Ayrıca, çoğunlukla doğal havalandırma uygulanan binalarda havalandırma aracılığıyla meydana gelen ısı kaybı hesabında kullanılan havalandırma sayısı değeri 0,8 alınmaktadır. Tüm bu yapılan hesaplamalarda buradaki belirtilen değerler ile gerçekleştirilmektedir [20].

3.2.1.2 Aylık ortalama iç kazançlar

Aylık ortalama elde edilen iç kazançlar, başta insanların metabolizmalarından oluşan ısı kazançlarını, aydınlatma ekipmanlarından ortaya çıkan ısı kazançlarını, sıcak su sistemlerinden elde edilen ısı kazançlarını, günlük yemek pişirmeden kaynaklanan ısı kazançlarını, binalarda çalıştırılan çeşitli türlerdeki elektrikli cihazlardan meydana gelen ısı kazançlarını kapsamaktadır. Ortalama değerlerle çalışılması durumunda, aydınlatma sistemleri haricindeki ortalama değerler yıl içerisinde neredeyse aynı kalmaktadır. Bu standart içerisindeki aydınlatma tarafından oluşan kazançlar da aynı olarak kabul edilmektedir ve tüm kaynaklar adına belirlenecek değerler aşağıdaki gibi verilmektedir [20].

Binalarda, eğitim kurumlarında ve standart donanımlı büro binalarında iç kazançlar olarak birim alanları başına en yüksek değer olarak 5 W/m^2 alınmaktayken; yemek yapım fabrikaları gibi pişirme işlemlerinin fazlaca yapıldığı binalarda, normalden düzeyin üzerinde elektrikli cihaz çalıştırılan binalarda ya da çevreye ısı veren sanayi ağırlıklı ürünlerin kullanıldığı binalarda, iç kazançlar adına birim alanı başına en fazla 10 W/m^2 değeri şeklinde alınmaktadır. Formül 3.12 konutlarda, okullarda ve normal donanıma sahip binalarda kullanılmaktadır. Formül 3.13 ise yüksek iç enerji kazanımına sahip binalara ait hesaplamalarda göz önüne alınmaktadır. Formül 3.14 de bina kullanım alanının bulunmasında kullanılmaktadır. Formüllerde,

$$\phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n (W) \quad (3.12)$$

$$\phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n (W) \quad (3.13)$$

$$A_n = 0,32 \times V_{brüt} \quad (3.14)$$

A_n : Bina kullanım alanını göstermektedir, birimi m^2 ,

$V_{brüt}$: Binanın ısıtma işlemi yapılan brüt hacmini belirtir, birimi m^3 'tür.

3.2.1.3 Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları

Aylık ortalama güneş enerjisi kazançlarına göre pencerelerden elde edilen direkt gelen güneş ışınımının hesaplanmasına ait durum belirtilmektedir. Buna göre pasif güneş enerjisi sistemlerinden elde edilecek kazanımlar göz önüne alınmamıştır. Aylık ortalama güneş enerjisi kazanımları $\phi_{s,ay}$, binanın durumuna bağlı olarak Çizelge 3.1'de verilen gölgelenme faktörü $r_{i,ay}$, değerleri doğrudan alınarak formül 3.15 olarak verilen denklemde yerine yerleştirilip hesaplanabilmektedir [20].

Çizelge 3.1 : Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü [20].

	$r_{i,ay}$
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

Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı $\phi_{s,ay}$, aşağıda belirtilen formül 3.15 yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i \quad (3.15)$$

Formül üzerinde verilen,

$r_{i,ay}$: i yönündeki saydam yüzeylere ait aylık ortalama gölgelenme faktörü,

$g_{i,ay}$: i yönündeki saydam elemanlara ait güneş enerjisi geçirme faktörü,

A_i : i yönündeki toplam pencerelere ait alanlar, birimi m^2 ,

$l_{i,ay}$: i yönünde dik yüzeylere ulaşan aylık bazdaki ortalama güneş ışınımı miktarı, birimi W/m^2 'dir. Bu değerlere göre Şekil 3.3 üzerinde belirtilen $l_{i,ay}$ değerleri kullanılmaktadır.

	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

Şekil 3.3 : Derece gün bölgelerinin ortalama aylık güneş ışınım şiddetleri [20].

Güneş enerjisi geçirme faktörü $g_{i,ay}$, ise aşağıdaki formül 3.16 ile hesaplanmaktadır.

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp} \quad (3.16)$$

Formül içerisindeki F_w değeri camlar için düzeltme faktörüdür ve 0,8 alınmakta olup g_{\perp} değeri ise laboratuvar şartlarındaki yüzeye dik gelen ışın içinde güneş enerjisi geçirme faktörüdür. Ölçü değerlerinin yer almaması durumunda ise g_{\perp} için cam türüne göre seçim yapılmaktadır. Çizelge 3.2'de verilen değerlerler kullanılmaktadır [20].

Çizelge 3.2 : Yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü [20].

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

3.2.1.4 Kazanç kullanım faktörü

Güneş enerjisi kazançları ile mevcut iç kazançların toplamı, ısıtma enerjisi ihtiyacının düşürülmesi bakımından yararlı biçimde kabul görmesi durumu her zaman uygun bir durum olarak karşımıza çıkmamaktadır. Bunun nedeni ise ısı kazançlarının fazla olduğu süreçlerde, kazançlar anlık kayıplardan daha yüksek olabilmekte ya da kazançlar ısıtmanın gerekli olmadığı zamanlarda gelebilmektedir. Bu sebeple, iç ortama ait sıcaklık kontrol sistemlerinin mükemmel olmadığını bununla birlikte yapı elemanlarının içerisinde bir miktar da ısı depolanmaktadır. Bu yüzden de, iç kazanımlar ve güneş enerjisine ait kazançlar bir yararlanma faktörü aracılığıyla azaltılmaktadır. Bu faktörün büyüklük kısmı ise, kazançlar ile kayıpların büyüklüğü ve binanın doğrudan ısı kütlesiyle ilişkilidir.

Tüm bu bilgileri toplarsak aylık ortalama kazanç kullanım faktörü, formül 3.17'de aşağıda belirtildiği üzere hesaplanmaktadır. Mevcut hesaplamalarda kullanılan ve KKO_{ay} olarak yine aşağıda belirtilen ifade de kazanç kayıp oranını göstermektedir.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (3.17)$$

KKO_{ay} formülü de 3.18 ise verilmiş olup hesaplamalar buna göre yapılmaktadır.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})/H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay}) \quad (3.18)$$

Formül içerisinde paylaşıldığı üzere,

$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığını, birimi °C,

$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığını, birimi °C,

$\phi_{i,ay}$: Aylık iç kazançları, birimi W,

$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazançlarını, birimi W.

KKO_{ay} oranı olarak 2,5 ve üzerinde bir değere sahip olduğu aylar için ısı kaybının söz konusu olmadığı kabul edilmektedir [20].

3.2.2 Birden fazla hacimli binalar için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Farklı amaçlar doğrultusunda binalarda kullanılan mekanlar içerisindeki sıcaklık farklılığı 4 K'den yüksek ortamlar söz konusu olduğunda, birbirinden farklı ısıtma bölümlerinin sınırları tanımlanarak tek hacimli bina adına paylaşılan hesap metodu, farklı sıcaklıklardaki her binaya ait bölüm için ayrı şekilde uygulanmalı ve buradaki her bina hacmi için bulunan ısıtma enerjisi ihtiyacının toplanması gerekmektedir [20].

3.3 Hesap Raporu

3.3.1 Birimler

TS 825 standardına göre yapılan hesaplamalarda ve raporların hazırlanmasında SI birim sistemi kullanılmaktadır. Buna yüzden de sıcaklık K ya da °C, enerji birimi Joule, güç ise Watt olarak alınmaktadır. Isıl geçirgenlik değeri U olup birimi ise W/m²K ile belirtilmektedir. Birimlere ilişkin çevrim katsayıları aşağıda verildiği gibidir [20].

1 kCal	4,187	kJ
1 kCal	1,163 x 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	0,86	m ² K/W
1 kJ	0,278 x 10 ⁻³	kWh

3.3.2 Hesap raporları

TS 825 standardına göre amaç, daha önce de belirtildiği gibi, binalara ait enerji verimliliklerinin iyileştirilmesi ön planda tutarak uzun dönemde ortaya çıkan enerji tasarrufunun kalıcılığı için binalarda ısı yalıtımının gerçekleştirilmesidir. Bu sebeple, sektör içerisinde olan ısı yalıtım malzemelerinin ve tekniklerinin birbirleriyle karşılaştırılarak planlanan proje adına uygun bir hesap metodu önermek ve sonuçta bir ısı yalıtımına ait proje meydana getirme durumu ortaya çıkmaktadır. Bu proje, standart hesap metodu yardımıyla binanın enerji talebinin bu koşullar içerisinde sunulan sınır değerlerin altında olmasını yerine getirecek biçimde malzeme seçimleri, yapı eleman boyutlandırılması ve detaylı çözümlerinin açıklanması gerekmektedir. Isıtılacak yapıya ait hacmi $V_{brüt}$, ve binanın kullanımında olan alanı A_n , ile alakalı şekilde en yüksek yıllık bazdaki ısıtma enerjisi ihtiyacı $A_{top}/V_{brüt}$, oranlarına bağlı biçimde Şekil 2.4 ve 2.5 üzerinde bölgeler bazında olmak üzere bu değerler belirlenmiştir [20].

Binanın kullanılan alanı A_n ile ilişkisi belirtilen formül 3.19'a göre yıllık bazdaki ısıtma enerjisi talebinin sınır değeri Q , doğru ölçüler paylaşıldığında oda yüksekliği 2,60 m ya da daha az olan binalar için tanımlanmaktadır. Ayrıca, aşağıda gösterildiği gibi oda yüksekliğinin 2,60 m'nin üstünde yer alması söz konusu olduğunda, ısıtılacak yapıya ait $V_{brüt}$ hacimsel ilişkisi üzerinden yıl bazda ısıtma enerjisi talebinin sınır olan Q değeri formül 3.20'de gösterilen eşitlik göz önüne alınarak kullanılmaktadır [21].

$$\text{Net oda yüksekliği} > 2,6 \text{ m} \rightarrow Q = Q_{yıl}/V_{brüt} (kWh/m^3) \quad (3.19)$$

$$\text{Net oda yüksekliği} \leq 2,6 \text{ m} \rightarrow Q = Q_{yıl}/A_n (kWh/m^2) \quad (3.20)$$

3.4 TS 825 Hesap Programı

İzoder tarafından yayınlanan bu program, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardı göz önüne tutularak ülkemize ait son 20 senelik meteorolojik bilgilerin ışığında hesaplamalar yapmaktadır. Bu programın sayesinde, TS 825 standardında belirtilmekte olan özgül ısı kayıpları ile yoğuşma durumuna yönelik hesaplamalarla bu bulunan değerler TS 825 standardında belirtilen sınır değerler ile karşılaştırılarak, tasarımı üzerinde projelendirilen binaya ait enerji verimliliği ve bununla alakalı ulusal mevzuatlara uygun olup olmadığı incelenmektedir. Bu verilen hesap programıyla birlikte, konut veya benzeri yapılarda kullanılacak yalıtım ile yapı malzemelerinin proje tasarım noktasında ilgili standartta belirlenmiş sınır değerlerine uygunluk gösterecek şekilde alınmasının, kullanılmasının ve bu yapı malzemelerine ait kalınlığın belirlenmesinin yerine getirilmesi sağlanmaktadır. 08 Mayıs 2000 tarihinde ve 24043 sayılı resmi gazetede belirtilen binalarda ısı yalıtımı yönetmeliği hususunda yer alan veriler kullanılarak hesaplamalar program tarafından otomatik olarak oluşturulmakta olup aynı zamanda yalıtım maliyetlerine ait geri ödeme sürecinin hesaplamalarına imkan sağlayan ilave bir modülü de kapsamaktadır [21].

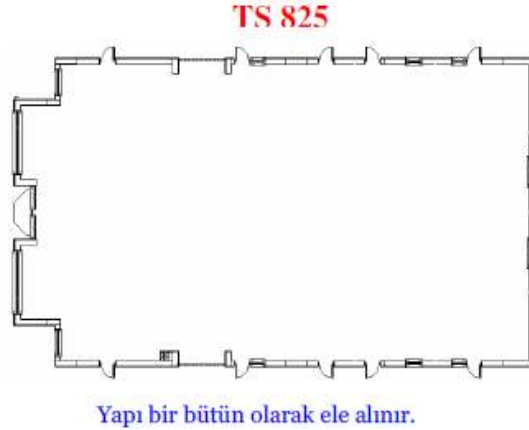
Programın çalışma şekli ise TS 825 standardına paralel olarak işlemektedir. Programda ilk olarak standart üzerinde inceleme yapılacak olan yapı ile ilgili bilgiler tanımlanmakta, yapıya ait yıllık ısıtma enerji ihtiyacı hesapları yapılarak standartta ortaya konulan kriterlerin yerine getirilip getirilmediği kontrol edilmektedir. Bu kriterlerin sağlanmaması durumunda ise tasarımda yeniden bir inceleme yapılmalı ya da farklı malzemelerin seçimi sonrasında bu değerlerin sağlanması gereklidir. Şekil 3.4 üzerinde buna göre programın çalışma akış şematiği olarak gösterilmektedir [21].



Şekil 3.4 : TS 825 hesap programının akış şekli [21].

3.4.1 Temel prensip

Hesap programında uygulanan temel çalışma sistemi yapıya ait net ısı ihtiyacının belirlenmesi şeklindedir. Buna göre yapı üzerindeki ısı kayıpları ile ısı kazançlarının bulunarak bu değerlerin birbirinden çıkartılması sonucu ihtiyaç olan net ısının hesaplanmasıdır. Şekil 3.5'e göre yapılan bu hesaplamalardaki binanın ele alınış biçimi de gösterilmektedir. Ayrıca, bina kabuğunu meydana getiren, döşeme, duvar, çatı ve pencere aksamları gibi yapı bileşenleri bir bütün şekilde değerlendirilip yapının izin verilen enerji ihtiyaç sınırları içerisinde kalması haliyle oluşturulmaktadır [21].



Şekil 3.5 : TS 825 standardına göre yapıların ele alınma biçimi [21].

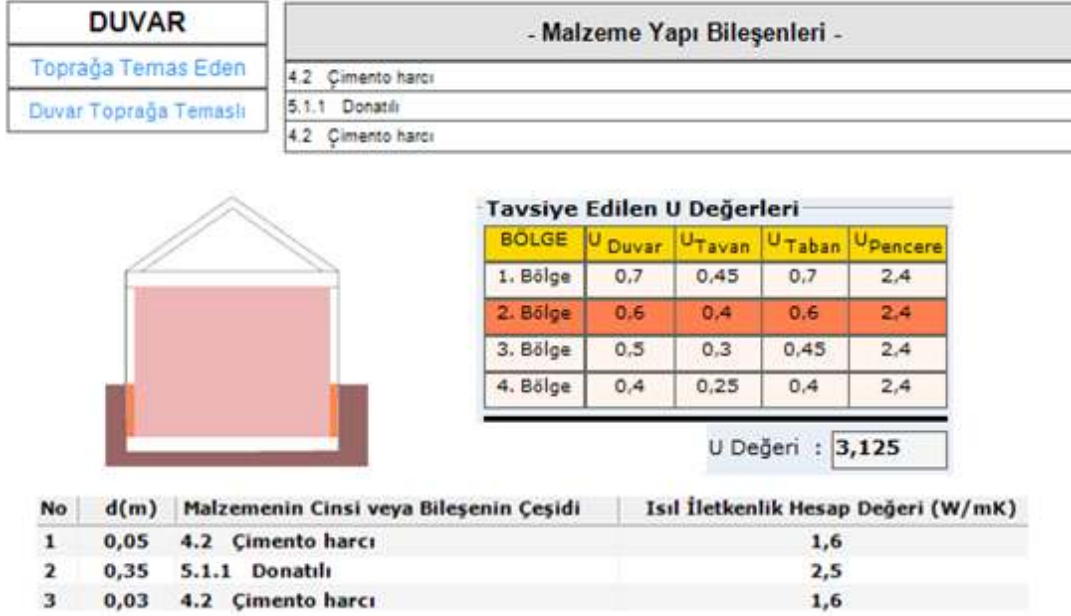
3.4.2 TS 825 hesap programı veri girişi ve ekran görüntüsü

TS 825 hesap programında, binalarda uygulanan ısı yalıtımı kuralları standardına göre yapı elemanlarının tasarımları, birim yapıya ait alanlar ya da brüt hacim için yıllık net gerekli olan ısıtma enerjisi ihtiyacı durumu göz önüne alınarak yapılmaktadır.

Bu hesap programında, öncelikle projeye ait bölge bilgileri, adres ve sırasıyla duvar, tavan, taban, pencere, kapı ve güneş enerjisi kazancı şeklinde tüm veri girişleri yapılmaktadır. Şekil 3.7’de bu ekran görüntüsü verilmektedir. Şekil 3.8’de ise malzeme ekranına ait genel ekran görüntüsü paylaşılmıştır. Buna göre, 1 numaralı bölümde liste ismi olma kısmında eklenmesi düşünülen yapı bileşenine ait adlandırılma yer almaktadır. Ekle butonuyla yeni bir yapı bileşeni eklenebilmekte sil butonu yardımıyla da eklemesi yapılan bu yapı bileşenleri ortadan kaldırılabilir. Mevcut yön tuşlarıyla yapı elemanındaki bileşenler arasında dolaşılabilir. 2 numaralı bölümde, üç numara ile belirtilen malzeme listesinden istenilen yapı ve yalıtım ürünlerinin liste üzerine çift tıklama yapılarak seçildiği ve kalınlık değerlerinin kullanıcı kişilerce girilmesi ve yapı bileşenleri belirtilmektedir. Ortaya çıkarılan bu yapı bileşenlerinden kullanılan yapı malzemelerinin dizilim düzenlemesinin yapılabilmesi adına, kullanılan malzemelerin aşağı ya da yukarıya doğru hareketini gerçekleştiren yer değiştirme okları vardır. Projelendirilmiş olan detayların verilmesinde, malzeme girişleri ise içten dış kısma doğru olması gerekmektedir. Bu da projenin doğru veri girişleri ile tasarlanması açısından oldukça önem arz etmektedir. 3 numaralı bölümde yapı elemanlarının tamamlanmasında seçilecek yapı ile yalıtım ürünlerinin bir arada bulunduğu kısımdır. Kullanılacak olan ürünlere çift tıklayarak arzu edilen malzemelere ait seçimler gerçekleştirilebilir. Buradaki bölümün hemen alt tarafında belirlenen yapı malzemesinin tam adının ifade edildiği bir kısım bulunmaktadır. 4 numaralı bölümde ise belirlenen yapı elemanı alanının girişinin yapıldığı ve ısı geçirenlik katsayısının değerinin bulunduğu bölümdür. Kullanıcı, yapı bileşenini oluşturan malzemeleri, kalınlıklarını ve bileşenin alan verilerini girerek, hesapla tuşuna bastığında program otomatik olarak toplam ısı geçirenlik katsayısı hesaplanmaktadır. Bu bölüm içerisinde aynı zamanda TS 825 standardında verilen, derece gün bölgeleri için tavsiye edilmekte olan U değerlerine ait tablo da bulunmaktadır. 5 numaralı bölümde ise sol panel kısmı seçilmesiyle üzerinde çalışma gerçekleştirilen yapı malzemesinin, yapıdaki konumuna bağlı olan ve bir görselin paylaşıldığı yerdir. Ayrıca, hesaplamaların sonucunda ifade edilen U değerlerini içeren tabloya uygunluk göstermesi durumunda da turuncu renk ile verilen alanlar burada mavi renge dönüşmektedir. 6 numaralı bölümde de yapı ve yalıtım ürünlerinin, malzeme listesinden belirlenmesiyle ortaya çıkan yapılara ait kesit görüntülerinin sunulduğu kısımdır. Daha fazla detaylı bilgi için TS 825 hesap programı içerisindeki yardım ve ipucu kısımlarındaki bilgilerden yararlanılabilir [21].

3.5 Örnek Hesaplama

Çalışmamızdaki, TS 825 standardına göre tavsiye edilmekte olan duvar, taban, vb. bölümlere ait ısı geçirgenlik katsayı değerlerinin hesaplanması bir örnek yardımıyla burada gösterilmiştir. Şekil 3.6'da kullanılan değerleri daha önce aynalarına bağlı kalmak koşuluyla verilmiştir. Şekil 1.17'de toprağa temas eden duvar da sunulmuştur.



Şekil 3.6 : U değerinin hesaplaması için örnek uygulama.

U değerinin hesaplanmasında önceden verilmiş formül 3.2'ye göre belirtilmiş R , R_i ve R_e değerlerini yine şekilde aşağıdaki formül 3.22'de gösterilen denklemde yerine yazarak elde edilmiştir. Şekil 3.1'e göre yüzeysel ısı iletim direnç değerleri R_i ve R_e adına toprağa temas eden duvar için sırasıyla alınmış olup buradaki değerler ise 0,13 ile 0 alınmıştır. Öncelikle, R değerinin hesaplanması için formül 3.21'e göre malzeme kalınlıklarını ve ısı iletkenlik hesap değerini yerine yazdığımızda elde edilmektedir.

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} = \frac{0,05}{1,6} + \frac{0,35}{2,5} + \frac{0,03}{1,6} = 0,19 \quad (3.21)$$

$$U = \frac{1}{R + R_i + R_e} = \frac{1}{0,19 + 0,13 + 0} = \frac{1}{0,32} = 3,125 \quad (3.22)$$

Şekil 3.6'ya göre duvara ait hesaplanan U değeri ile formüllerde belirtilen değerlerin yerine yazılması sonucunda aynı sonuçlar ortaya çıkmıştır ki aslında tüm çalışma içerisinde hesaplanan diğer ısı geçirgenlik katsayısı değerleri de aynı yol izlenerek formüller ve belirtilen değerler kullanılarak bulunmaktadır.

Dosya Düzen Özel Fonksiyonlar Yardım

Veri Girişleri

Proje

- Dosya Aç
- Yeni Proje Oluştur
- Proje Bilgileri

Duvar

Tavan

Taban

Pencere

Kapı

Güneş Enerjisi Kazancı

Binanın

Sahibi : T.O.82-83

Bina Tipi : Konutlar

Kat Adedi : 5

İsı Yalıtım Projesi Yapanın

Adı Soyadı : Onur Sancaktar

Ünvanı :

Sicil No :

Kuruluşu :

Arsanın

İli : İSTANBUL

İlçesi : MERKEZ

Mahallesi : Ataköy

Sokağı : Dr. Remzi Kazancıgil Cad.

Pafta : 3. Kısım

Ada : 115

Parsel : 62

İmza :

Hesaplama Bilgileri

θ_i : 19 °C

H_T : 3943,41 W / K

H_V : 1299,657216 W / K

H : 5243,067216 W / K

nh : 0,8

Net Oda Yüksekliği

<=2,6 m

>2,6 m

Havalandırma Tipi

Doğal

Mekanik

$A_{top.}$: 2506,26 m²

$V_{brüt}$: 6153,68 m³

AV : 0,407 m⁻¹

DG Bölgesi : 2

Enerji kullanımı - İç ısı kazançları

Normal (Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı büro binaları vb.)

Yüksek (Yemek fabrikaları, aydınlatmanın sadece elektrik ile sağlandığı binalar vb.)

Veri Girişleri

Yoğuşma Hesabı

Parametre Girişleri

Geri Ödeme Süresi

Çizelgeler

Şekil 3.7 : Proje verileri giriş ekranı [21].

İZODER TS 825 - [.]

Dosya Düzen Özel Fonksiyonlar Yardım

Veri Girişleri

- Proje
- Duvar
 - Dış Havaya Açık
 - Isıtılmayan İç Ortama Bitişik
 - Toprağa Temas Eden
- Tavan
- Taban
- Pencere
- Kapı
- Güneş Enerjisi Kazancı

Hesaplamaya Katılacak Malzemeler

Liste Adı : DOLGU_DUVAR Ekle Sil Asmolen

No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap
1	0,02	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	1
2	0,24	7.1.2.1 TS EN 771-1 e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla du	2 0,5
3	0,05	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uyg	0,035
4	0,008	4.8.2 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,35

Malzemeler

Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim Hacim Kütle (1,2)	Isıl İletkenlik Hesap D...	Su Buharı Difüzy...
4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	1400	0,70	10
4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız...	1200	0,51	10
4.5 Alçı harçlı şap	2000	1,20	15
4.6 Çimento harçlı şap	2000	1,40	15
4.7 Dökme asfalt kaplama	2100	0,7	50000
- 4.8 Anorganik esaslı hafif agregalard...			
4.8.1 Anorganik esaslı hafif ag...	800	0,30	15
4.8.2 Anorganik esaslı hafif ag...	900	0,35	15
4.8.3 Anorganik esaslı hafif ag...	1000	0,38	15
+ 4.9 Genleştirilmiş perlit agregasıyla y...			
- 5 Büyük Boyutlu Yapı Elemanları Ve Bile...			
- 5.1 Normal beton, (TS 500e uygun), ...			
5.1.1 Donatılı	2400	2,5	80
5.1.2 Donatısız	2200	1,65	70

5.1.1 Donatılı

Tavsiye Edilen U Değerleri

BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : 173,3 U Değeri : 0,471

Dış cephede havalandırılan hava boşluğu ve dış cephe kaplaması var. Hesapla

Duvar (Dış Havaya Açık)

Kesit Görüntüsü

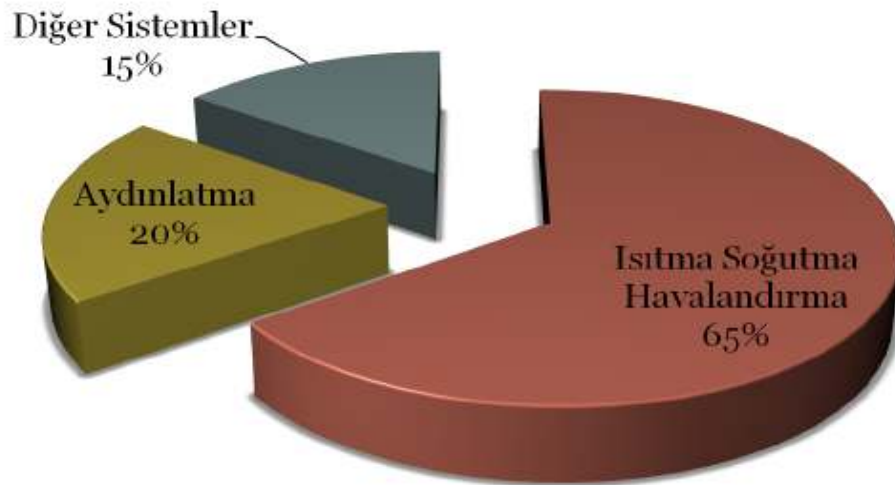
Şekil 3.8 : Malzeme ekranı genel görünümü [21].

4. BİNALARDA ENERJİ PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Binalarda enerji performansı denildiğinde, binaya ait standart kullanımlarla alakalı olan ya da bir binaya ait reel biçimde kullanımı sürdürülen, ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve sıcak su gibi değişik konfor taleplerini yerine getirilip net bir şekilde dağıtılan, ölçülen veya diğer bir deyişle hesaplanan enerji düzeyi ile ortaya konulan değerler bina enerji verimliliğinin incelenmesidir [25]. Bir binanın ya da konutun enerji performansının belirlenmesi ise aşağıdaki belirtildiği gibi sırasıyla dört aşamada şeklinde gerçekleştirilmektedir.

- Binaya ait m² başına yıllık enerji tüketiminin hesaplanması,
- Bu hesaplanan değer neticesinde CO₂ salınımının bulunması,
- Bulunan bu sonuçların referans bina ile mukayese edilmesi,
- Bütün bunların sonucunda da üzerinde hesaplama yapılan binanın A - G enerji sınıfları arasında bir yere konulması gerçekleştirilmektedir.

Bütün bu yapılan incelemeler ve hesaplamalar neticesinde, üzerinde bir takım yeni sistemler ya da iyileştirmeler düşünülen binalar için enerji kimlik belgesinin alınabilmesi adına mutlaka bu aşamaların tamamlanması gerekmektedir [26]. Şekil 4.1'e göre binalardaki enerji tüketim değerlerine ait olan dağılımlar da verilmektedir.



Şekil 4.1 : Binalarda enerji tüketim dağılımı [27].

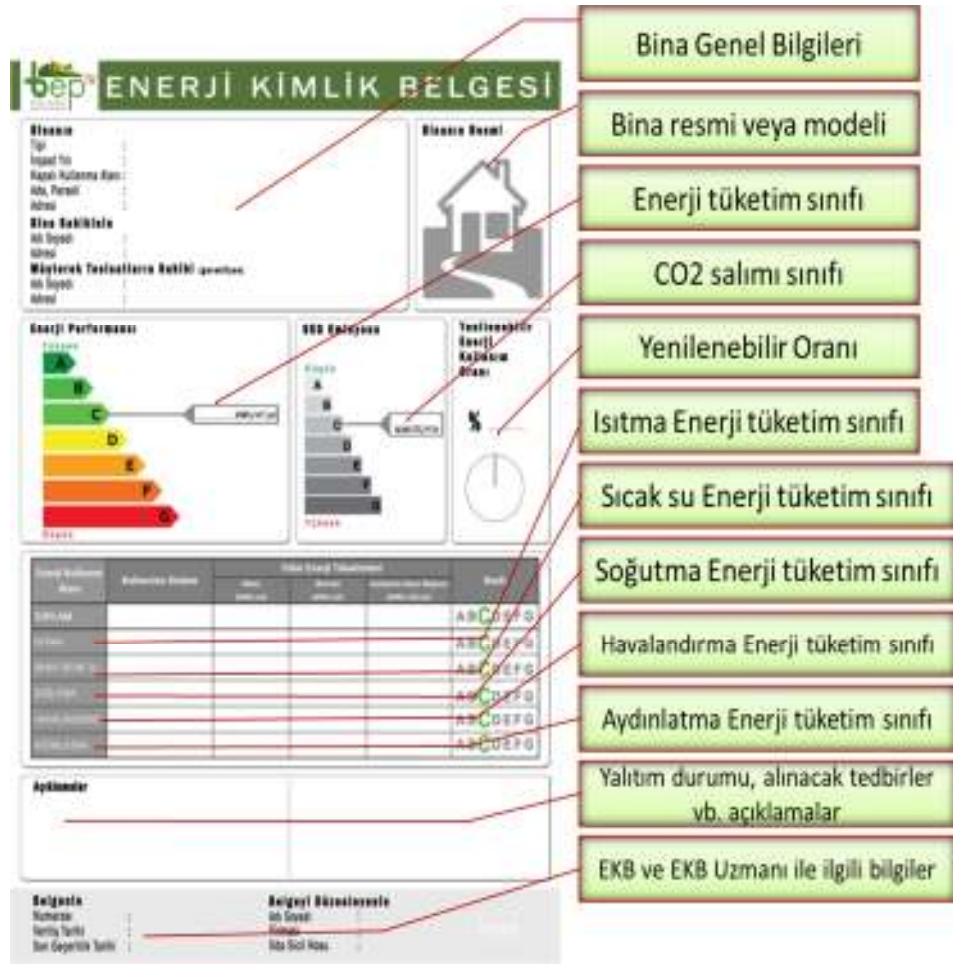
4.1 Binalarda Enerji Kimlik Belgesi

Enerji kimlik belgesi, enerji verimliliği kanunu ve bununla ilişkili olarak kabul edilen binalarda enerji performansı yönetmeliği esasına göre, binalar üzerinde kullanılan enerjinin ve enerji kaynaklarının en verimli ya da bir diğer ifade ile etkin biçimde, çevrenin başta korunmasını ve enerjinin boşuna kullanılmasının önlenmesini sağlamak üzere, binanın minimum enerji talebini ve tüketiminin sınıflandırılması, yalıtım özellikleri ve ısıtma veya soğutma sistemlerinin verimleriyle alakalı tüm detaylı verileri kapsayan bir belgedir. Enerji kimlik belgesi, aşağıdaki sırasıyla belirtilmiş olan yapılar haricinde tüm yapılarda uygulanacaktır [28].

- Toplamda kullanılabilen alanları 50 m²'nin altındaki binalarda,
- Mücavir alan harici ve toplam bina yapım alanı 1.000 m²'den az olanlarda,
- Sanayi bölgelerinde üretimlerini sürdüren binalarda,
- Planlanan kullanma süreleri iki seneden az olan binalarda,
- Atölyeler, seralar gibi münferit inşa edilmiş ve ısıtılmasına, soğutulmasına ihtiyaç olmayan depo, ardiye, ahır, gibi olan binalarda.

Bu belgenin düzenlenmesinde, sorumlu idareler yatırımcı kurumlar, bina yöneticileri ya da enerji yöneticileri, enerji kimlik belgesi düzenlemeye yetkili kuruluşlar, bina sahipleri, işveren veya temsilcileri, tasarım ve uygulamada görevli olan mimar ve mühendisler, işletmeciler, kurumlar, uygulayıcı yükleniciler ve üreticiler, binanın kullanımında ve yapımındaki süreçte enerji kimlik belgesi düzenlenmesinde görevli danışman, müşavir, proje kontrolünden sorumlu gerçek veya tüzel kişiler, denetleme kurum ve kuruluşları ve işletme yetkilileri, görevli ve sorumludur. Enerji kimlik belgesi düzenlenme tarihi başlangıç olmak üzere 10 yıllık süre zarfında geçerliliğini sürdürmektedir. EKB, yetkili kuruluşlarca hazırlanmakta olup ilgili idare tarafından onaylanmaktadır. Yeni yapılan binalar adına bu belge yapı kullanma izin belgesine ait bir bütündür. Enerji kimlik belgesine ait bir nüsha bina yöneticisi, yönetim kurulu, bina sahibi ya da enerji yöneticisi tarafından saklanmaktadır. Ayrıca, bir adet nüshada bina girişinde kolaylıkla erişilebilecek bir yerde bulundurulmaktadır. EKB, binanın birincil yıllık enerji talebinin değişmesi adına olası bir uygulama yapılması durumu söz konusu olduğunda, bu yönetmeliğe bağlı olacak biçimde bir yıl içerisinde revize edilmektedir. EKB, binanın tümü için hazırlanması gereklidir. Bununla birlikte, isteğe bağlı biçimde, katlara ait mülkiyetin tüm bağımsız bölüm ya da değişik kullanım alanları söz konusu olduğunda farklı biçimlerde yapılabilmektedir. Binalar ya da

birbirinden bağımsız kısımlarla alakalı alım, satım ya da kiraya verme konusunda enerji kimlik belgesi hazırlanmış olma zorunluluğu aranmaktadır. Binaya ait veya bağımsız kısımlarından birinin satılması ya da kiralanması sürecinde, enerji kimlik belgesinin bir adet nüshasını mal sahibi alıcı kişilere veya kiracıyla paylaşması gerekmektedir. EKB hazırlanmasında, yetkili kurumların sadece ilgili kişileri ve yetkili kurum adına kurumun yöneticisi ya da sahibi müteselsilen yetkilidir. Mevcut binalarda ve inşaatları süren henüz yapıya ait kullanım izinlerini almamış binalar adına enerji verimliliği kanununun yayım tarihini baz alınmak üzere on yıl içerisinde, 02.05.2017 tarihine kadar EKB düzenlenmesi mutlaka gerekmektedir. Şekil 4.2’de örnek bir enerji kimlik belgesi gösterilmektedir [28].



Şekil 4.2 : Enerji kimlik belgesi [29].

4.2 Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi

Binalarda kullanılan enerji performans hesaplama yöntemi (BEP-HY), bina üzerindeki enerji sarfiyatına etkisi bulunan bütün parametrelerin, binanın enerji performans sınıfının tanımlanması ile binaya ait enerji verimliliğine olan tüm etkilerini

değerlendirmek için ortaya konulmuş bir hesaplama yöntemidir. Buna göre, bu hesaplama yönteminin ise birçok uygulama alanı söz konusudur. İncelendiğinde başta ofisler, konutlar, sağlık binaları, eğitim binaları, oteller ve alışveriş ile ticaret merkezleri gibi mevcut ve yeni binaların enerji performansını hesaplamak için kullanılmaktadır [28].

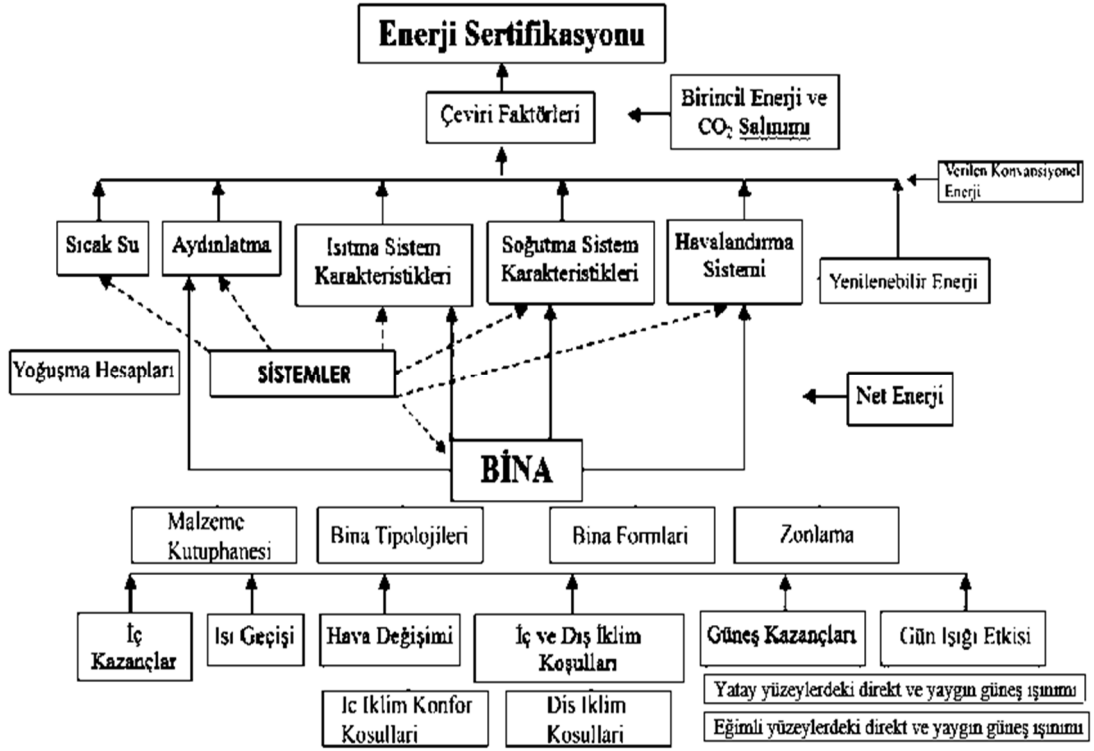
BEP hesaplama yöntemi sayesinde;

- Yeni yapılması planlanan ya da mevcut binaların enerji performansının standart yaklaşımla düzeylerinin belirtilmesi,
- Proje sürecin takip edildiğinde binalarla ilgili farklı tasarım opsiyonlarının enerji performanslarının kıyaslanması,
- Mevcut binalar için enerji talebine ait hesaplamaların yapılması sayesinde enerji verimliliğine işaret eden durumların uygulanmasının ve uygulanmaması durumlarının incelenmesi gerçekleştirilebilmektedir.

BEP hesaplama yöntemi ile bina enerji performansını incelerken;

- Net enerjinin karşılanmasını kurulu sistemlerden gerçekleştirirken kayıpları ve sistemlerin verimini de göz önünde tutarak binanın toplamdaki ısıtma ve soğutma enerji sarfiyatının hesaplanması,
- Binaya ait ısıtma ve soğutma talebi için gerekli olan söz konusu net enerji değerinin bulunması,
- Bina üzerinde gün ışığının etkileri düşünülerek, buna göre bu ışıktan yararlanılmayan zamanlar ve bu ışığın etkili olmadığı alanlarda aydınlatma enerji tüketiminin ve ihtiyacının ortaya konulması,
- Havalandırmaya ait enerji sarfiyatının hesaplanması,
- Sıcak su eldesi için gereken enerji talebinin hesaplanmasını içermektedir.

BEP hesaplama yöntemi, mevcut konuyla alakalı AB standartları ve ilişkili ASHRAE ve Türk standartlarından faydalanarak yapılmıştır. Hesaplamalarda yöntem olarak, basit saatlik dinamik yöntem kullanılmaktadır. Buna göre, basit saatlik dinamik yöntemde, binalarda ısıtma ve soğutması için ihtiyaç olan net enerji talebini ve bu talebin sağlanacağı birimlerin tüketimini saat bazında bulunmaktadır. Hesaplamalar sonucunda, binaya ait olan yıllık sıcak su, aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma tüketim değerleri birincil enerji olarak bulunarak binanın enerji harcama miktarı ve CO₂ salınım düzeyi, referans binaninkilerle kıyaslanmaktadır [28].



Şekil 4.3 : Enerji sertifikasyon şeması [29].

4.3 Referans Bina ve Binaların Enerji Sınıfının Belirlenmesi

Referans bina, enerji kimlik belgesi hazırlanacak olan bina ile aynı konuma sahip ve özellikle birbirine çok yakın bir geometrisi olan, ancak mekanik birimler açısından ve binanın dış kabuğuna ait termofiziksel nitelikleri bakımından hazırda bulunan bina yönetmeliklerine göre en düşük seviyede benzerlik taşıyan hayali bir binadır. [30].

Referans bina yardımıyla enerji sınıfının belirlenmesinde bazı parametreler göz önünde bulundurulmaktadır. Bunlar yer ve iklim verileri başta olmak üzere üzerinde çalışma yapılacak binalar aynı iklim verileri ve aynı yönlendirmeye sahip olmalıdır. Geometri açısından bina planları ve çatı kısmı, kat sayıları ile alanları aynı olması gerekmektedir. Bina kabuğu olarak bakıldığında ise zorunlu olarak TS 825 standardına uygunluğu önem arz etmektedir [31]. Sıcak su sistemi ile mekanik sistemler yasal mevzuatların belirlediği ölçekte en düşük verim değerlerine ve belirlenen sistem özelliklerinin tamamına sahip olmalıdır. Aynı şekilde aydınlatma içinde tanımlanmış en düşük parametreleri taşıması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji ve kojenerasyon sistemleri ise referans bina üzerinde yer almadığı kabul edilen bir yaklaşım sergilenmektedir [32]. Bu bölüme ait referans bina ile yapılan mukayese ve binanın enerji sınıfının belirlenmesinde ise öncelikle, gerçek bina için söz konusu olan

hesaplamaların birebir aynıları, üzerinde hesaplamalara dahil edilen hayali referans binayı da kapsayacak şekilde yapılmaktadır. Söz konusu hesaplamaların sonuçları ortaya çıkarıldığında karşılaştırılarak, gerçek binanın sahip olduğu enerji performansı referans bina ile oranlanması gerçekleştirilmektedir. Buna göre, buradan elde edilen orana göz önünde bulundurularak, binanın enerji sınıfı tanımlanabilmektedir. Sonuç olarak da bina adına yeni bir enerji kimlik belgesi hazırlanmış olmaktadır. Referans binayla aynı değerleri taşıyan binanın bu değeri 100'dür. Referans bina ise bu haliyle D enerji sınıfına ait olan üst sınırdadır. Çizelge 4.1'de verilmektedir [28].

Çizelge 4.1 : E_p aralıkları [31].

Enerji sınıfı	E_p aralıkları
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175-.....

4.4 Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

02 Mayıs 2007 tarihinde ve 26510 sayılı Resmi Gazetede 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Enerji verimliliği kanununun da Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına, Bayındırlık ve İskân Bakanlığına, Sanayi ve Ticaret Bakanlığına, Ulaştırma Bakanlığına, Milli Eğitim Bakanlığına alt mevzuatlar ile ilgili düzenlemelerine ilişkin görevler belirtilmiştir.

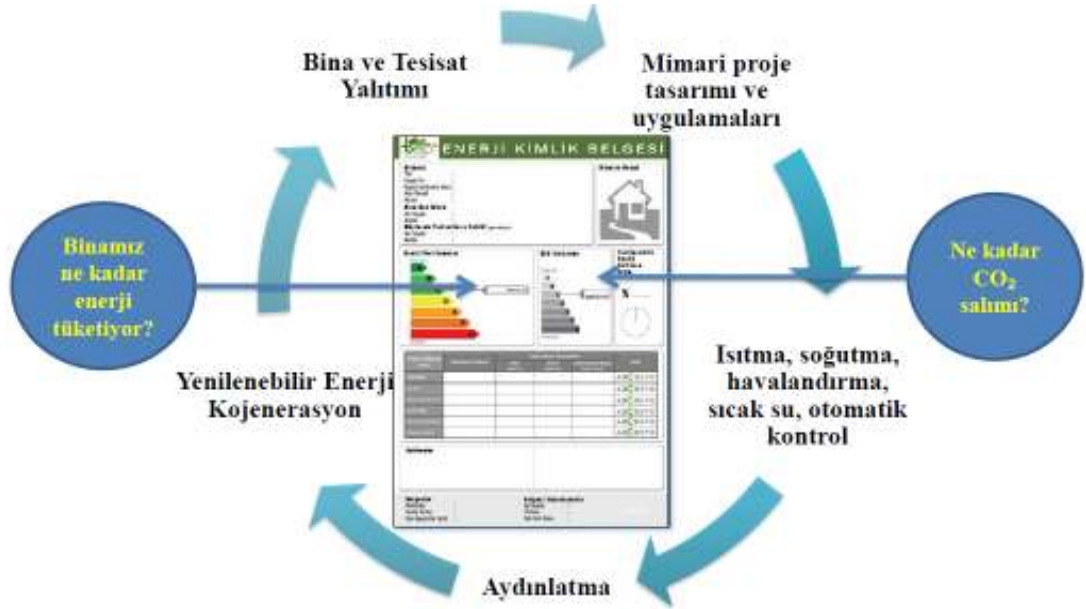
Enerji verimliliği kanunu içeriğine bakıldığında, binalarda enerji performansı yönetmeliği için iki, diğer alt mevzuatlar içinse bir yıl süre söz konusudur. Ayrıca, kanun gereği ilgili bakanlıklara verilen görevler ise;

- Enerji Verimliliği Kanununun 7/ç-d ilgili maddesi doğrultusunda, binaların enerji performans sınıflarını açıklayacak olan binalarda enerji performansı yönetmeliği yapılmış, 05 Aralık 2008 tarihli ve 27075 sayılı resmi gazetede yer almıştır. Enerji Verimliliği Kanununun 16'ncı maddesine göre merkezi olarak ısıtma sistemine sahip binalarda mevcut gider paylaşımını ayarlayacak merkezi ısıtma ve sıcak su sistemlerinde ısınmaya yönelik ve sıhhi sıcak su masraflarının bölümlenmesiyle alakalı yönetmelik de bu süreçte 14 Nisan 2008 tarih ve 26847 sayılı resmi gazetede yer almıştır [33].

4.4.1 Binalarda enerji performansı yönetmeliği ilkeleri

BEP yönetmeliğine göre ilkeler incelendiğinde, tasarım ve proje esaslı yapılan değişikliklere uyulması gerekmektedir. Buna göre yönetmeliğe uygunluk göstermeyen binalara ait projelerde, ilgili idarece yapı ruhsatı kesinlikle hazırlanmayacaktır. Uygunluk gösteren projeye göre ise uygulama söz konusu olmayan binalara da ilgili birim aracılığıyla yapıya ait kullanım izin belgesi sunulmayacaktır. Yönetmelikte özellikle belirtilmemiş ve açıklık ihtiyacı olan hususlar konusunda, TS'nin en güncel halleri olmaması durumunda ise, AB standartlarına ait belirtilen güncel hallerinden yararlanılacaktır [34]. Bu ilkeler çerçevesinde yönetmeliğe ait olan kurgu da Şekil 4.4 üzerinden açıklanmaktadır.

4.4.2 Binalarda enerji performansı yönetmeliği kurgusu



Şekil 4.4 : Binalarda enerji performansı yönetmeliği kurgusu [33].

4.4.2.1 Mimari proje tasarımı ve uygulamaları

Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilme süreçleri araştırılmalıdır. Doğal biçimde olan ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma seçeneklerinden en üst düzeyde kullanılmalıdır. Mevcut bina dış kabuğunun, binaya ait enerji performansını negatif yönde değişikliklerin yapılması mümkün değildir [34].

4.4.2.2 Bina ve tesisat yalıtımı

Yalıtım ve yapı malzemelerinin mevcut standartlara uyum durumu kontrol edilmelidir. Balkon, duvar, döşeme, konsol, taban, tavan, çatı, pencere ve duvar birleşimlerindeki ısı yalıtımına özellikle dikkat edilmelidir. En düşük seviyede hava dolaşımı ve hava

kaçaklarıyla alakalı uygulamaları gerçekleştirilmelidir. Yönetmelikte söz konusu olmayan kısımlarda TS 825 standardı çerçevesinin dışına çıkılmamalıdır. Mekanik tesisat donanımları, ısı ve ses yalıtım ürünleri ile yalıtımı yapılmalıdır. TS 825 standardına bağlı kalmak kaydıyla ısı yalıtımı projesi yapılmalıdır. Düşük sıcaklıkta akışkan içeren boru ve klimalara ait kanallar ise, ısı kazançlarını ve yoğuşma riskini göz önünde bulundurarak bu durumu önleyecek biçimde yalıtılması gereklidir [34].

4.4.2.3 Isıtma, soğutma, havalandırma, sıcak su ve otomatik kontrolü

- Merkezi bir ısıtma sistemi olan binalarda, merkezden ya da bölgesel ısı veya sıcaklık kontrolünü sağlayan ekipmanlar yerleştirilecektir,
- Merkezi ısıtma sistemi içeriğinde kazanlara geri dönen su sıcaklıkları ve dış havanın sıcaklığını kontrol edecek otomatik sistemler bulunacaktır.
- Merkezi ısıtma sistemleri toplamdaki kullanım alanları 1.000 m² ve üzeri yeni yapılacak büyük ölçekli binalarda standart olacaktır,
- Merkezi ısıtma sistemlerinde gaz yakıtını kullanan ve 250 m² alan üzerinde yere sahip gaz yakıtlı ısıtmalarda yoğuşmalı tür ısıtıcılar kullanılacaktır,
- Katı yakıta sahip kazanlar için 15 yılı, sıvı ve gaz sistemli kazanlar için de 20 yılını aşan kazanlar yenileri ile değiştirileceklerdir,
- Kazanların kullandıkları yakıt türü esas alınarak dönüşüm verimlerinde düşüş yaratacak durumlar var ise mevcut işlemler yapılamaz,
- Konuyla alakalı yönetmelikler ve standartlar göz önünde tutularak periyodik kontroller, bakımlar ile testler gerçekleştirilecektir,
- Soğutma işlemi talebi 500 kW üzeri ve soğutulacak alan toplamı 2000 m²'den fazla olan yeni inşa edilecek ticari ve hizmet sektörüne yönelik binalarda merkezi olacak şekilde soğutma sistemi projelendirilmesi yapılacaktır,
- Soğutma grupları belirli yüklerde çalışmalarını sürdürmekte olsalar dahi yüksek verimlerle çalışacak biçimde sistemler seçilecektir,
- Soğutma sistemlerinden sorumlu kişilerin eğitimli olması şarttır,
- Yaklaşık 20 yılını dolduran soğutma sistemleri revize edilmesi gereklidir,
- Farklı amaçlarla kullanımlara sahip konut dışındaki binalarda, ortamların havalandırılması adına birbirinden bağımsız ekipmanlar seçilebilir,
- Sistem içerisindeki hava kanalları, çeşitli santraller ve buralarda kullanılacak filtrelerin de verimliliği yükseltecek unsurların uygulanması gerekli olabilir,
- Sıvı ya da gaz yakıtıyla çalışan kazanlara otomatik sistemler eklenecektir,

- Merkezi sistemlere sahip binalarda, her bölümün ya da kısmın sıcaklığını farklı şekilde ayarlayacak otomatik ekipmanlar yerleştirilecektir,
- Yeni inşa edilecek binalarda enerji tüketimlerini ayrı şekilde hesaplanacak ve enerji analizörleri ile pay ölçmekte kullanılan cihazlar seçilecektir,
- Konutlar dışında 5.000 m² üstündeki binalar için ısıtma sistemi, soğutma sistemi, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine yönelik bilgisayar kontrollü olmak üzere otomasyon sistemleri uygulanacaktır,
- Konut dışında belirlenen binalarda, zaman bağılı aydınlatma kontrolü ve gün ışığı ile kullanım oranı esas alınarak yapılacaktır [34].

4.4.2.4 Bina aydınlatma sistemleri

Gün ışığından en fazla derecede yararlanılacak, uygun olan yerlerde ışığa duyarlı ekipmanlar, zaman ayarlı ya da insanları algılayan cihazlar ile yapay aydınlatmanın devreye girmesi sağlanarak enerji tasarrufu amaçlanmaktadır. Sistemlerde kullanılacak bütün elektrikli cihazların mümkün mertebe yüksek verimli seçilmesi gerekmektedir [34].

4.4.2.5 Yenilenebilir enerji kaynakları ve kojenerasyon

İnşa edilecek yeni ve 1.000 m² üzerinde kullanım alanı mevcut binalar için, biyokütle, biyogaz, hidrolik, rüzgâr, güneş ve jeotermal gibi fosil kaynaklı olmayan enerji çözümleri kullanılacaktır. Ayrıca, yeni tamamlanacak binalar için yenilenebilir enerji sistemleri adına hazırlanan rapora göre belirlenen ilk yatırım maliyetleri enerji durumlarına öncelik verilmek gayesiyle, inşaat alanları 20.000 m² olan binalarda 10 sene, inşaat alanı 20.000 m² ve daha fazla olan binalarda ise 15 yıl içinde geri kazanım olması durumunda bu gibi benzeri sistemlerin inşa edilmesi zorunlu olacaktır. Toplamda planlanan inşaat alanının en düşük 20.000 m²'nin üzerindeki projelerde kojenerasyonun uygulanabilirlik analizi yapılmaktadır. İnşaat alanlarına yakın olup maliyetlerinin %10'unu aşmayan uygulamalar hayata geçirilebilmektedir [34].

4.4.3 Binalarda enerji performansı yönetmeliğinin hedefleri

Bu yönetmeliğin hedefleri, başta ekolojik ve çevre şartlarının korunmasını sağlayarak iyileştirmek, iklim değişikliğinin ve sera gazlarının mevcut etkisini azaltmak, verimlilik tedbirleri neticesinde enerji sarfiyatını düşürmektir. Bununla birlikte, enerji tüketimleri ile enerjinin maliyeti üzerindeki etkisini düşürmek gibi, enerji yaklaşımları ve politikalarının takip edilmesi başlıca hedefler arasında gösterilmektedir [34].

4.5 Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi

Günümüzde binalar, mevcut durum itibariyle tüketilen enerjinin ve buna bağlı olarak ortaya çıkan karbon salımının büyük bir kısmından sorumludurlar. Bunun yanı sıra, konutlarda alınacak bir takım tedbirler sayesinde büyük ölçüde enerji tasarrufunun yapılabileceği de son zamanlarda yapılan çalışmalar sonucu belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, AB'de Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) 2002 senesinde yayınlanmıştır. Tüm Avrupa Birliğindeki binalarda EPBD ile birlikte en düşük enerji performans seviyelerinin ortaya konulması ve enerji performans düzeylerine göre de sertifika verilmesi zorunlu hale getirilmiştir [35]. İlerleyen süreçte, direktif içerisindeki değerlendirmelere ihtiyaç duyulan ilave gereklilikler doğrultusunda, EPBD revize edilmiş ve söz konusu değişiklikler 2010 yılında EPBD recast yayınlanmıştır. EPBD recast sayesinde yaklaşık sıfır enerjili bina ve bununla birlikte bina enerji performansı minimum gereksinimlerinin optimum maliyet düzeyi kavramları belirtilmiştir. Revize edilmiş, EPBD Recast içeriğine göre her AB ülkesi, kendi ulusal koşullarını göz önüne alarak uygun şekilde bir hesaplama yöntemi oluşturmak ve bu hesaplama ile en düşük enerji performans gereksinimlerinin optimum maliyet düzeylerini belirlemekle sorumlu olacaktır [36].

Bu yayınlanan AB direktifiyle, tüm Avrupa Birliği ülkelerinden minimum enerji performans ihtiyaçlarına ilişkin optimum maliyet düzeylerini hesaplamaları istenmektedir. Bu hesaplamalarda kullanılacak olan ilgili metot, revize direktifi destekleyen AB'nin konuyla alakalı yönetmeliği ile belirtilmektedir. Avrupa ülkeleri, yayınlanan bu metotla birlikte kendi ülke koşullarını göz ederek binalar için ulusal düzeyde bir hesaplama yöntemini oluşturmak sorumluluğundadırlar. Temelde, binalarda enerji performansı ile maliyet analizleri birleştirilerek optimum enerji performans düzeylerinin belirlenmesi ve tüm bina stoğuna ait genel sonuçlara varılmasını hedeflemektedir. Çalışma, AB yönetmeliği kapsamında aşağıda sıralanan altı temel aşamadan meydana gelmektedir [36].

- Ülkeler içerisindeki ulusal referans binaların belirlenmesi,
- Analizi gerçekleştirilecek enerji verimliliği önlemlerinin belirlenmesi,
- Referans binalar için yapılacak enerji verimliliğine yönelik önlemlerin sonucunda binalarda tüketilen birincil enerjinin ortaya konulması,
- Değer yöntemi aracılığıyla enerji verimliliği tedbirlerinin her bir referans bina için net bugünkü maliyetlerinin hesaplanması,

- Maliyet analiz hesaplamaları adına duyarlılık analizlerinin uygulanması,
- Her bir referans bina için enerji performans ihtiyaçlarının optimum maliyet seviyesinin belirlenmesi.

4.5.1 Referans binaların belirlenmesi

AB mevzuatında yer alan, enerji performansı çalışmalarıyla ilgili maliyet analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak bu uygulamalar içerisindeki kullanılacak ulusal referans binaların belirlenmesi öncelik arz etmektedir. Buna göre tüm binalar için üzerinde tek tek ve detaylı analizlerin yapılabilmesi çok da kolay bir yaklaşım olmayacağından, buradaki etkin tüm parametreler dikkate alınarak en sık karşılaşılan bina türlerinin tanımlanması ve bunun sonucunda da analizlerle elde edilen sonuçların olabildiğince fazla sayıda bina adına kullanılması beklenmektedir [36]. Bu durum da, binanın yapım yılı, yönü, büyüklüğü, iklimi, kabuk özellikleri, iklimlendirme sistemleri gibi enerji performansına doğrudan etki edecek farklı parametreler için bina stoğunu ve genel eğilimini sergileyecek değerlerin belirlenmesine yol açmaktadır. Sonuç olarak, ulusal referans binaların belirlenmesi, binalarla ilgili istatistiksel ve detaylı teknik verilerin analizini ortaya çıkartmaktadır. Bu bağlamda, tüm bina kategorilerinde daha önce inşa edilmiş mevcut binalar için en az iki, yeni binalar içinse en az bir referans binanın belirlenmesi gerekmektedir [37]. Fakat burada, Avrupa Birliği direktifinin gerektirdiği biçimde, Avrupa’da yer alan konut tipolojileri ve ofis binalarındaki gerçekleştirilen çalışmalar ön planda yer almaktadır [38,39]. Kullanılacak parametreler için gerekli değerlerin belirlenmesiyle referans binaların tespitinde iki farklı yol izlenebilmektedir. Bunlardan ilki belirlenen her bir parametreyle alakalı referans değerlerinin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuş sanal referans binaların belirlenmesi, ikincisi de her bir parametreyle bina stoğunu ifade eden gerçek referans binaların seçilmesidir [40].

4.5.2 Verimlilik tedbirlerinin belirlenmesi

Binalarla ilgili en uygun maliyetin belirlenmesinde, farklı noktalarda uygulanan enerji verimliliği önlemlerinin yanı sıra binaların enerji performansına olan etkileri ile maliyetleri de göz önüne alınmaktadır. Binaların enerji performansına kendi içerisinde sürekli etkileşimde olan çok sayıda parametrenin etkisi olduğu için, enerji verimliliği tedbirlerinin tekil biçimde analiz edilmesiyle birlikte farklı enerji verimliliği önlemlerini kapsayan verimlilik unsurları da meydana getirilebilmektedir. Bu durumla fazla maliyetli parametrelerin de paketlerle yer alması yapılabilmektedir [40].

4.5.3 Tüketilen birincil enerjinin hesaplanması

Ulusal referans binaları ile analizi yapılacak olan enerji verimliliği önlemlerinin ortaya konulması sonrasında takip edilmesi gereken süreç konuyla ilgili AB mevzuatında yer almaktadır. Bu noktada, ele alınacak enerji verimliliği tedbirlerinin ya da bu tedbirlerden meydana gelen unsurların referans binalara uygulanması neticesinde tüketilen enerji miktarları hesaplanmaktadır. Buna göre ilgili AB standartları veya mevcut durumdaki bina enerji performansı ulusal hesap metodu yardımıyla bulunması gerekmektedir [37]. AB standartlarına bakıldığında üç farklı yöntem belirtilmektedir [41]. İlki mevsimsel statik yöntem, ikincisi basit saatlik dinamik hesaplama yöntemi, son olarak da daha detaylı olan dinamik hesaplama yöntemidir. Birçok AB ülkesinde mevsimsel statik hesap metodu sıklıkla kullanılmaktadır. Ülkemizde kullandığımız bina enerji performansı hesap metodu ise yarı dinamik bir metod olan basit saatlik metoduna göre yapılmaktadır [42]. Aslında belirtilen yöntemler, binaların gerçek enerji tüketimlerini göstermemekte olup binaların sertifikalandırılması maksadı ile eşit koşullarda karşılaştırma yapmaktadırlar. Bu sebepten ötürü, Avrupa Komisyonu tarafından optimum maliyet analizlerinde kullanılması tavsiye edilen detaylı dinamik hesaplama yöntemidir [40].

4.5.4 Maliyetlerin hesaplanması

Maliyet analizlerinin yapılması, bina enerji performansı analizleri ile birlikte değerlendirilmesi üzerine mümkün olan en uygun düzeyde maliyet hesaplamalarının temel aşamalarından bir tanesini oluşturmaktadır. Konuyla ilgili AB yönetmeliğinde maliyet kısmını kapsayan hesaplamaları net bir biçimde bugünkü değer yöntemi aracılığıyla hesaplanmaktadır. Bu yöntemle göre, gelecek seneler için belirlenmiş maliyetler ve kazançlar söz konusu olan yıla ait indirim faktörüyle çarpma işlemi yapılarak önuzmüdeki zaman dilimi için bu maliyetlerin başlangıçtaki yıla ait değeri ortaya çıkarılmaktadır. Bununla birlikte, değerlendirme bugünkü değerler baz alınarak gerçekleştirilmektedir [37].

Mümkün olabilecek en uygun maliyet analizleri dahilinde yapılan hesaplamalarda, değerlendirilen tüm enerji verimliliği önlemleri adına sabit kalan maliyetler ve binanın enerji performansına doğrudan etkisi olmayan bina yapı bileşenlerinin maliyetleri hesaplamalara dahil edilmemektedir. Bunun yanı sıra, diğer tüm maliyetler ise değerlendirmeye dahil edilmektedir. Maliyet hesaplamaları kamuya ait binalar ve konut işlevine sahip binalar için 20 yıllık, diğer binalar için ise 30 yıllık hesaplama

dönemleri şeklinde yapılması gerekmektedir. Yapılan tüm hesaplamalar için, birbirinden farklı olmak üzere iki hesap üzerinden sunulmaktadır. Bunlardan birincisi kişisel harcamaları göz önünde tutarak finansal hesaplamaları, diğeri ise makroekonomik hesaplamaları işaret etmektedir. Mevcut durum gereği, finansal hesaplama içeriğinde başta enerji giderleri, ilk yatırım maliyetleri, işletmeden kaynaklı maliyetler ile birlikte binanın ömrünün tamamlanmasıyla ortadan kaldırılma bedeli de hesaplamalara dahil edilmektedir. Bu hesaplamada yer alan vergiler de özellikle detaylı biçimde yapılan söz konusu hesaplamalarda kullanılmaktadır. Bir diğerk makroekonomik hesaplamada ise finansal hesaplamalarda yine göz önüne alınan maliyet kısmının haricinde kalan sera gazları salımlarına ait maliyetleri de hesaba dahil edilmektedir. Bununla birlikte, mevcut durumda buradaki belirtilen tüm vergiler hesaba katılmamaktadır [37].

Maliyet hesaplamaları yapılırken birim fiyatlara, bina elemanlarının ve binaların ayakta kalma ömürleri ile finansal bilgilere ihtiyaç belirlemektedir. Birim fiyatlar ise geçerli olan piyasa fiyatları toplanarak buna göre ortaya konulmaktadır. Ayrıca, bina yapı elemanlarının yaşam süreleri için de EN 15459 adlı Avrupa standardı referans olarak belirtilmektedir. Binalara ait olan yaşam süreleri de ulusal seviyede alınan kararlar doğrultusunda açıklanmalıdır. Ayrıca, finansal olarak açıklanan verilerin değerlendirilmesi farklı değişkenler adına bir takım analizlerinin yapılması faydalı olacaktır. Bunlardan bir tanesi de duyarlılık analizidir [43].

4.5.5 Duyarlılık analizi

Duyarlılık analizi, AB dokümanında sunulan yöntem uyarınca, en uygun düzeyde gerçekleşen maliyet analizlerinin yapılması safhasında, enerji fiyatlarında ortaya çıkan yükseliş, indirim miktarları ve diğerk bütün ihtiyaç olan gerekli unsurlar adına olmazsa olmaz önem arz etmektedir. Bu analizlerin amacı ise maliyet analizlerindeki en önemli parametrelerin tanımlanmasını gerçekleştirmektedir [37].

4.5.6 Optimum düzeyin belirlenmesi

Tüm analizlerin neticesinde, referans binalara ait enerji verimliliği önlemlerinin bu süreçteki maliyetleri birbirleriyle karşılaştırılarak optimum olan maliyet seviyeleri belirlenmektedir. Bu sayede, maliyet analizleri ile enerji performansı ilişkilendirilerek binalarda en düşük düzeyde maliyet ile en yüksek enerji verimliliğini ortaya çıkaran parametrelerin belirlenmesi söz konusu olmaktadır [37].

5. TEMEL ÇÖZÜMLER

Binalardaki yapılan ısı yalıtımı çözümleri sayesinde, mevcut durumuna göre %70-20 aralığında bir ısı tasarrufu elde edilebilmektedir. Diğer bir deyişle, ısı tasarrufu aslında para ve yakıt tasarrufu anlamına gelmektedir. Binalardaki planlanan yalıtım uygulamalarıyla, tesisatlara harcanan ilk yatırım maliyetlerinde de ciddi düşüşler olabilmektedir. Bu sebeple, yalıtıma yapılan yatırım çok kısa bir sürede kendisini geri ödeyerek, daha sonrasında yıllar boyunca tasarruf sağlanabilmektedir. Bunun yanı sıra, yakıtta verilen paranın büyük bir bölümü de, ithalatla yurt dışına çıktığı varsayılırsa, yalıtım aracılığıyla olan bu tasarruf, döviz tasarrufu da demektir. Yalıtım uygulamalarında ısıнын çok fazlaca kaçmaya çalıştığı noktalara bu nedenle dikkat edilmeli ve bu noktalarda yalıtım tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Şekil 5.1’de gösterilen ısıнын binalarda çoğunlukla kaçtığı yerler ise dış duvarlar, pencereler, çatı kısımları, tavan olmak üzere görsel olarak da belirtilen ve ilk etapta yalıtılması tavsiye edilen bölümlerdir [44].



Şekil 5.1 : Binalarda ısı kayıpları [45].

5.1 Bina Dış Kabuğunun Isı Yalıtım Malzemesiyle Kaplanması

Mevsim koşulları göz önüne alındığında, binaları soğutmak ya da ısıtmak adına gerçekleştirilen soğuk veya sıcak havanın dış kısımlara çıkmasının önüne geçerek ısı ekonomisi veya ısı konfor oluşturulması amacıyla kurgulanan sistemlere ısı yalıtımı denmektedir [46]. Isı yalıtımında öncelikli bir yeri olan binaların dış yapı kabukları, doğal ve yapay çevre arasında bulunarak filtre tarzı bir gibi görev üstlenmekte olup aynı zamanda içerideki ortamda yaşayan kullanıcıların ihtiyaç duydukları konfor gereksinimlerinin sağlanması ve korunması sürecinde son derece önemli görevler taşıyan unsurlardır [47].

Binalara ait bu yapı kabuğunun yalıtım malzemeleriyle kaplanarak tekniğine uygun bir ısı yalıtım uygulaması sayesinde ortalama yüzde elli oranında bir enerji tasarrufu sağlanması gerçekleştirilebilir. Aslında yaşam alanı olan binalarımızı bu yalıtım uygulamaları sonrasında tıpkı bir battaniye ile örtmüş gibi olabilmekteyiz [48]. Diğer taraftan, çevresel etkiler göz önüne alındığında binalara ait dış cephelerde yapılan uygulamalar sayesinde, daha az yakıt tüketimi ve sonucunda da hava kirliliğine bağlı küresel ısınmanın azaltılması ve çevre korunması açısından oldukça önemli bir katkı yapılabilmektedir. Konfor ve sağlık açısından bakıldığında ısı yalıtımı yapılmış evlerde ısı daha dengeli bir biçimde yayılmaktadır. Duvarların sıcaklığı arttığandan yoğuşma ve hava akımı olmamakla beraber konforlu ve sağlıklı yaşam alanlarına sahip olunabilmektedir. Bu sayede sevdiğinizle beraber daha sağlıklı bir yaşama ve çalışma alanı elde edilebilmektedir. Aynı zamanda hayatımızı sürdürdüğümüz yerlerdeki ısı farklılıkları özellikle, yoğuşma, küf ve mantarlara sebep olabilmektedir. Bu olaylar incelendiğinde astım, grip ve nezle gibi üst solunum yolları rahatsızlıklarına kolaylıkla yol açabilmektedir. Oysaki dış cephe ısı yalıtımı yapılmış evlerde ısı odalarda dengeli bir biçimde dağıldığı için bu tarz sağlık sorunları oluşmadığı gibi duvarlar da hem sağlık hem de gözümüzü rahatsız edici görüntüler ortaya çıkmamaktadır. Bina güvenliği açısından ise, duvarlarında dış cephelerin ısı yalıtımı yapılmamış beton içindeki donatılar yoğuşmadan ötürü zaman içerisinde korozyonla yıpranmakta ve mukavemet kaybına uğramayabilmektedir. Isı yalıtımı sayesinde cephelerinizin dış etkenler karşısında yıpranmasının önüne geçilip binanın da yapısal olarak çok daha güçlü ve uzun seneler ayakta kalmasını sağlanabilmektedir. Bu nedenle, eskimiş, solgun ve yıpranmış binaların yüzü tekrar revize edilerek mevcut boyaların da ömrü uzatılabilmektedir [49].

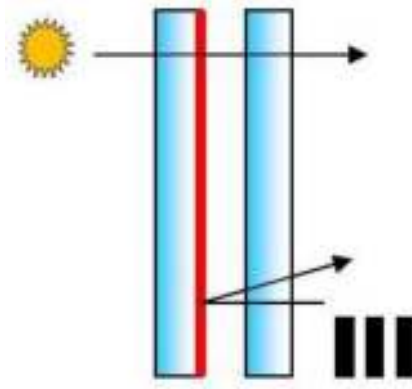
5.2. Çift Cam Kullanımı

5.2.1 Cam ile ısı yalıtımının sağlanması

Tek cam olarak pencere camlarının kullanılması durumunda, kış mevsiminde bina içlerinden dış kısımlara doğru çok ciddi boyutlarda ısı kaçıışı meydana gelmektedir. Bu noktadan hareketle, tek cama ait yalıtım noktasında yarattığı olumsuz durumu ortadan kaldırmak adına çift cam geliştirilmiştir. Yalıtım camları konusundaki ilk adım ülkemizde 1974 yılında başlamış olup çift cam uygulaması ve ısıcam markası ile piyasaya sunulmuştur. Isıcam, mevcut ısı kayıplarını tek camlı sistemlere nazaran yaklaşık %50 oranında düşürmektedir. Ancak bunun da bir adım ilerisine gitmek üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, cam yardımıyla daha fazla miktarda yalıtım ile enerji tasarrufu elde etmek amacıyla Low-E kaplamalı cam teknolojisi geliştirilmiştir. Yeni nesil olarak geliştirilen bu ısı kontrol özelliğine sahip kaplamalı yalıtım camları üniteleri, ısınmak amacıyla harcanan enerji miktarı düşürülerek yakıt sarfiyatından önemli derecede tasarruf edilebilmektedir. Dört mevsimi de sene içerisinde bir arada yaşayan ülkemizde, kışın özellikle soğuktan korunmak gibi, yazın aşırı sıcaktan da aynı şekilde korunmak önem arz etmektedir. Sonuç olarak, çift cam sistemlerinde en üst düzeyde ısı yalıtımı elde etmek adına, camlarda ara boşluk genişlik seviyesinin 16 mm olması ve bu boşluğa havanın yerine gaz olarak argon ile doldurulması sayesinde yapılabilmektedir. Diğer taraftan da cam kalınlığının artırılmasının sistem üzerindeki ısı yalıtımına her hangi bir katkısı söz konusu değildir. Şayet cam alanları genişledikçe, camların kalınlıklarının artırılması verim açısından bakıldığında gerekli olabilmektedir [50].

5.2.2 Low-e kaplamalı camlar

9-16 mm aralık ölçülerine sahip olan cam tabakaları arasında yer almış boşluklar ile buradaki mevcut boşlukların ısı iletkenlik düzeyi düşük gazlar aracılığıyla taşınım ve iletimle yapılan ısı aktarımlarının önüne geçilebilmektedir. Işınım yoluyla ısı iletiminin önüne geçmek adına dış kısımdaki camların iç yüzeylerine düşük yayınıma sahip bir kaplama yapılmaktadır. Bu sayede, buradaki yüzey aynı dalga boyuna sahip ısı ışınları daha fazla miktarda yansıtılabilmektedir. Diğer bir deyişle, iç ortamdan kaynaklanan ısı ışınları, infrared ya da kızıl ötesi ışınlar da diyebiliriz, tekrardan iç ortama vermek koşuluyla bu ortamın büyük ölçüde soğumasını engelleyebilmektedir. Şekil 5.2'de gösterilen Low-e film kaplamalı çift cam serilerine ait görsel de paylaşılmaktadır [51].



Şekil 5.2 : Low-e film kaplamalı çift camlar [51].

Isı kontrol low-e kaplamalı çift cam sistemleri oda sıcaklığını görünmeyen bir ayna tarzında yine iç kısma yansıtmasıyla binanın sıcaklığının dışarıya kaçmasını standart çift camlara oranla yarıya yakın seviyelere düşürebilmektedir. Bu durum da tek camlı sistemlere kıyasla neredeyse üç dört kat kadarlık bir iyileştirmeye karşılık gelmektedir. İç ortamlardan dış ortamlara doğru olan ısı kayıpları, standart çift camlar üzerinde %70 şeklinde ışınım aracılığıyla, %30 oranındaysa iletimle sağlanmaktadır. Low-e camların bu ısı kaçışına ait çok büyük bir bölümünü ısı kontrolünde denetleyebilmesi sebebiyle bu denli etkili biçimde karşımıza çıkabilmektedir [51].

5.2.3 Yasal düzenlemeler çerçevesinde ısı yalıtımı amaçlı camlar

Enerji kanununa bakıldığında daha üst düzeyde bir enerji tasarrufu ile yalıtım performansı ortaya konulması maksadıyla binalarda enerji performans yönetmeliği çerçevesinde değerlendirmeler yapılmaktadır. Yönetmelik içeriğinde, binalardaki yapı malzemelerine ait hesaplama yöntemleri ve yalıtım değerleri adına TS 825 kurallarının standartları örnek değerlerinde alınmaktadır. Buna göre, TS 825'e bakıldığında bina camlama sistemleri 2 farklı gruba ayrılmaktadır [50].

- Klasik pencerelere ait camlama sistemleri

Türkiye'de pencereler bir bütün haliyle ısı yalıtımına ait değerler dört bölge içinde 2,4 W/m²K olarak önerilmektedir. Bahsi geçen yalıtım düzeyine erişilebilmesi adına, klasik bir doğrama üzerinde uygulama yapılacak pencere camlarının ısı kontrol kaplamalı ya da güneş kontrol kaplamasına sahip yalıtım camları olmalıdır.

- Giydirme cephelere ait camlama sistemleri

En genel biçimde binaya ait dış kısmın %60 ya da üzerinde bir dış cephe camıyla kaplamalı olarak belirtilen standart, ısı yalıtımına ait değer 2,1 W/m²K'den daha

fazla olmaması gerektiğini hesaplamalarla açıkça belirtmektedir. Standart olarak verilen, ısı yalıtımı hesap değerlerine erişilebilmek adına cephe camları biçimde kullanılmakta olan yalıtım camlarının, iç kısım camlarının da ısı kontrol kaplamalı camlar şeklinde yer alması gerekmektedir [50].

5.2.4 Cam ile emniyet, güvenlik ve gürültü kontrolü

Bina üzerindeki cam bileşenlerine uygulanarak gerçekleştirilen temper ve lamine yapımları sonucu camların daha güvenli ve emniyetli olmaları yönünde özellikler kazandırılmaktadır. Bu durum, olası kırılmalar neticesinde ortaya çıkabilecek kaza durumu risklerini düşürürken farklı bir noktadan gelebilecek darbelere ve saldırılara karşı da özellikle can ve mal güvenliğinin korunmasına çok önemli düzeyde katkı sağlayabilmektedir. Temperli olan camlar düz camlarla kıyaslandığında karşılaşılan darbelere oranla yaklaşık beş kat daha dayanıklı olduğunu söyleyebilmektedir. Kırıldığında küçük ve kesici olmayan parçalara halini alarak yaralanma riskini düşürdüğünden dolayı emniyet camları olarak da kullanılmak üzere uygunluk göstermektedirler. Lamine olan camlar ise, bağlayıcılığa sahip povinil butiral (PVB) tabakalarla iki ya da daha çok olan cam plakaların ısı ve basınç altında bir araya getirilerek üretilmektedir. Aynı zamanda bu camlar, kırılma durumunda parçaları yerlerinde sabitleyerek kazadaki risklerini de en düşük seviyede tutmaktadır. Gürültü kontrol özelliğindeki camlar ise, insanların sağlıklarını olumsuz etkileyen seslerin yaşanan bölüme girişini azaltmaktadır. Isı yalıtımlı camlarda, camlardan birisinin laminasyonlu oluşu ya da farklı kalınlıklarda cam kullanımı seslerin iç kısma girişini azaltabilmektedir. Fakat gürültü seviyesi çok fazla ortamlarda daha etkili bir gürültü yalıtımı adına özel yapılmış olan akustik laminasyona sahip ürünlerin kullanımına gerek olabilmektedir. Akustik camlar ise, iki ayrı plakanın ses emebilen bağlayıcılığa sahip bir tabaka ile yüksek basınç ve ısı altında birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır. Konutlarda etkin ses yalıtımı ise, yalnızca camlarla sınırlı kalmayıp duvar, çatı ve pencereler gibi diğer kısımlarda da tedbirlerin alınması gerekmektedir [50].

5.2.5 Mevcut doğramayı değiştirmeden ısı yalıtımlı cam uygulaması

Mevcut durumda doğramalarda kullanılmakta olan ahşap, polivinil klorür (PVC), alüminyum gibi farklı türlerdeki doğrama çeşitlerini değiştirmeksizin, yalıtım camı kısımlarının çıkarılmak kaydıyla aynı ölçülere ve ebatlara sahip doğrama yuvasına uygun kombinasyonlarda ısı yalıtımlı cam montajları yapılabilmektedir [50].

5.3 Binalardaki Enerji Tasarrufu İpuçları

Binalarda enerji verimliliği ve tasarrufuna yönelik aslında çok sayıda ipucu mevcuttur. Bunlardan bir kısmına bakacak olursak, kapı ve pencerelerdeki yalıtım artırılmalıdır. Ev içerisindeki kapılar ve pencereler sıcaklığın dörtte birinin kaybolabilmesine sebep olabilmektedirler. Çift cam veya ısı yalıtımlı camlar olan pencereler üzerinde ısı kaybı neredeyse yarıya kadar azaltılabilmektedir. Bu nedenden ötürü, tasarruf değeri daha fazla olan yapı ürünleri daha çok tercih edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, pencere ve kapılardaki sızdırmazlık düzeyi de ısı kayıpları için oldukça önem arz etmektedir. Havayı kaçıran noktaları belirlemek adına, yanmakta olan bir mum pencere etrafında gezdirildiğinde mumun alevi hareket ediyor ise bu kısımlarda kaçak olduğu anlamına gelmektedir. Bu hava kaçaklarını önlemek içinse pencerelerde süngerler ve bantlar yerleştirilmelidir. Kış döneminde güneş ışınlarını direkt alan pencerelerdeki perdelerin açık tutulup, diğerlerinin kapalı olmasına dikkat edilmelidir. Ev içerisindeki uzun perdeler peteklerdeki ısı dolaşımına engel olabileceğinden perde boylarına da dikkat edilmesi gerekmektedir. Binaların özellikle mimari tasarımında ilgili standartlara ve enerji verimliliğine uygun yapılmasına özen gösterilmelidir. Radyatörlerin arka bölümlerinden oluşan ısı kayıpları önlenmelidir. Radyatörler üzerinden taşınım ve ışınlama aracılığıyla oluşan ısı radyatörün diğer tarafındaki duvarı ısıtmaktadır. Dış kısma olan ısı kaybının önüne geçmek adına radyatörlerin arka bölümlerinde alüminyum folyo ile kaplanmış ısı yalıtım levhaları konulabilir. Odaların sıcaklığının yükselmesi durumunda pencereleri aralamaktansa radyatörlerin muslukları kısılabilir. Binalarda güney ve kuzey yönündeki kısımlarda güneş ışınları neticesinde yüksek sıcaklık farklılıkları ortaya çıkmaktadır. Odalara ait sıcaklığın yükselmesi sonucu da yine radyatör muslukları kısılabilir. Çatı yalıtımına da özellikle dikkat edilmelidir. Isınan hava yükseldiğinden ve dolayısıyla çatıdan dışarıya çıkmaya çalışacağından öncelikle çatının yalıtılması çok önemlidir. İnşaat aşaması sırasında beyan edilen yalıtım yapılması planlanan değerlerle uygulama sonrasındaki değerlerin birbirleri ile uyumlu olduğuna dair denetim sağlanmalıdır. Bina yapımında kullanılan ürünlerin büyük bir kısmında belirtilen ürünlere ait yalıtım özellikleri bulunmamaktadır. Yalıtım düzeyi uygunluk gösteren malzemelerin bir kısmındaysa eğitim ve bilgi yetersizliği sonucunda yanlış ya da eksik uygulamalarla beklenen performans verilememektedir. Bu konuyla alakalı inşaat çalışanlarının eğitim eksikliği ve bilgi açığı kapatılmalıdır. Radyatörlerde özellikle termostatik radyatör valfi kullanılmalıdır [52].

Termostatik valf sayesinde oda sıcaklığı için ayarlanan değere ulaşıldığında, radyatördeki su dolaşımı kesilmekte olup odanın normal değerlerinden daha çok ısınmasının önüne geçilerek enerji tasarrufu yapılabilir. Bununla birlikte, dış hava ile iç ortam sıcaklığı baz alınarak gece ile gündüz ve saatlerine göre ayarlama olanağı veren otomatik kontrol sistemleri ile de önemli ölçüde sarfiyat azaltılabilir. Bina tasarımı yapan mühendis ve mimarların bina üzerindeki enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kullanımına oldukça önem verilmelidirler. Çevreyi kirliliğine neden olmayan, CO₂ salınımı gerçekleştirmeyen tüm yenilenebilir enerji üretimine fazlaca ağırlık verilip bina mimarilerinde pasif ve aktif enerji metotlarıyla enerji tasarrufu yaratılabilmesi adına tasarımcı mühendis ve mimarların konuyla ilgili eğitilmiş duruma getirilmesine ve yenilenebilir enerji kullanımına özen gösterilmelidir. Türkiye’de yaklaşık 1500 kWh/m² yıl olan bir güneş çizgisi içerisinde olduğu için yenilenebilir enerjinin en üst seviyede kullanımı vastasıyla fosil yakıt kullanımının düşürülmesi ve bunun sonucunda çevreye verilen zararın minimum seviyeye düşürülmesi mümkün olabilecektir. Mekanik sistemler özellikle enerji verimliliğinde çok önemli bir rol oynamaktadırlar. Otomasyon senaryoları yaparak sistemlerin ilk çalıştırılmaları, doğrulama ve ölçüm testlerinin gerçekleştirilerek cihazların senaryo ve projelere uygun biçimde yer alması yapılmalıdır. Bina inşaatındaki yapı ve yalıtım malzemelerindeki mevcut standartlara uyulmalıdır. Bina yapımında, yapı ve yalıtım malzemelerine ait U değerleri güneş kontrollü cam ve doğrama sistemleriyle TS 825'e göre ek biçimde verilmiş ısı iletkenlik hesap değerlerinden daha küçük ya da eşit olması üzerinde durulmalıdır. Uygulamalarda standartlara uygun biçimde projeler baz alınarak yapılaşmanın sağlanması için çalışılmalıdır. Isıtma periyodu iç ortam derecesi en üstte 22°C'de tutulmalı, diğer taraftan soğutma periyodu ise minimum 24°C'de olmalıdır. Soğutma ürünleri klima, vb. cihazlar dış ortam sıcaklığı 30°C 'nin altında devreye alınmamalıdır. Isıtma sistemlerinin tasarımlarında enerji verimliliği ön planda tutulmalıdır. Önceden ısıtma sistemleri, 90°C kazan çıkışı ile 70°C kazan dönüşü sıcaklıkları olarak sağlanırken, artık günümüzde bina dış yüzeylerinin daha iyi yalıtılması durumunda bu sıcaklıklar, 70 ile 55°C ve daha da altında olacak biçimde olabilmektedir. Bunun sonucunda, tüm maliyetler düşmekte, kazan boyutları azalmakta ve verimleri de yükselmektedir. Kalorifer tesisatındaki tüm boruların ve valflerinin yalıtımı sonrasında enerji kullanımı önemli ölçüde kısılabılır. Fancoil ya da radyatör türündeki ısıtma maksadıyla kullanılan ürünler üzerinde ısı akışını olumsuz şekilde kesici cisimlere yer verilmemelidir [52].

Evlerde kullanmak üzere yeni ürün alımlarında enerji sınıfları en düşük "A" olacak şekilde seçilmelidir. Radyatörlerin bakımları ısıtma dönemine girilmeden yapılmalıdır. Isı kayıplarını mümkün mertebe düşürmek adına alüminyum folyo ile kaplanmış ısı yalıtım malzemeleri radyatörlerin arka taraflarına konulmalıdır. Sürekli olarak havalandırma yerine, yaklaşık beş on dakika ve güçlü bir şekilde cereyan yaptırılarak havalandırma işlemi yapılmalıdır. Yıl içerisindeki her ısıtma dönemi başlarken mevcut brülör ayarları tekrar gözden geçirilmelidir. Hava ile yakıt oranı ayarlamaları ise baca gazı analizinden gelecek olan sonuçlar ışığında yapılmalıdır. Pencereleer üzerinde hava kaçaklarının önüne geçmek adına pencerelerde contalar yerleştirilmelidir. Kazanlar söz konusu olduğunda, yanma ayarlamaları ile yanma kontrolü, ısı yalıtımı, ısı transfer bölümlerinin temizliği, buhar kazanlarında kondenslere ait geri dönüşün fazlaştırılması ve atık ısıların kullanılması ile blöf kayıplarının düşürülmesine dikkat edilmelidir. Geri kazanım sistemleri sayesinde kullanılan ısı geri elde edilerek kazan verimi yükseltilmeli ve çevreye zararları ise en alt seviyeye indirilmelidir. İnfiltrasyonların önüne geçmek adına ana girişler için döner kapılar, çift kapılar ya da hava perdeleri montajlanmalıdır. Baca gazına ait sıcaklık düşük tutulup kazana ait ısı kayıpları minimum seviyeye indirilmelidir. Kazanlara ait yalıtım yapılmalı şayet mevcutsa çalışma durumu kontrol edilmelidir. Sıcak su hatları yalıtıma sahip, valf gruplarında da aynı şekilde yalıtım uygulamaları yer almalıdır. Basınçlı hava sistemleri, kompresörlere ait boşa çalışma zamanlarının en düşük düzeylere çekilmesine, kompresörlere giren havanın temiz ve soğuk olmasına, hava kaçaklarının düzenli gözden geçirilmesine ve çok kademeye sahip ara soğutuculu kompresörler kullanımı yerine bir kademeli kompresörlerin kullanılması daha verimli bir sistemi oluşturacaktır. Ortam ısını mevcut durumda sabitlenmesini destekleyen sıcaklık ya da ısı kontrol mekanizmaları seçilmelidir. Isı enerji dağıtım sistemleri, başta boru sistemlerindeki valf ve flanşlarla aynı anda yalıtımları yapılmalı ve zaman içerisinde kontrollerine dikkat edilmelidir, ayrıca dağıtım da mümkün mertebe en düşük sıcaklık ve basınçta yapıp buhar kapanlarına ait sürekli bakım ve kontroller gözden kaçırılmamalıdır. İklimlendirme cihazlarında yer alan filtre ve ısıtıcı bataryaların temizliğine, kontrolden kaçan hava kaçaklarının düşürülmesine dikkat edilmelidir. Yerleşim olarak, özellikle güney yönünü kaplayan eşyalar ve bitkiler seçilmemelidir. Bununla birlikte, kuzey yönündeki pencereler mümkün olduğunca küçük, güneydeki pencereleri de büyük yapılmalıdır. Güneş kolektörleri aracılığıyla su ısıtma ve ısınma taleplerinin yerine getirilmesine özen gösterilmelidir [52].

Fırınlardaki, sızdırmazlığın elde edilmesi ile ısı yalıtım optimizasyonları, yanma işlemi adına sağlanan fazla hava miktarının en minimum seviyede olması, ışınım ve taşınım aracılığıyla ısı iletimindeki etkinliğinin yükseltilmesi, mümkün mertebe maksimum kapasitede yükleme gerçekleştirilebilmesi, taşıyıcı olarak ağır olmayan malzemelerin seçilmesi, atık olan kullanılmayan ısıların değerlendirilmesi ve aralıklı faaliyet gösteren fırınlarda boşaltma ve yükleme için fırın kapılarının açık tutulma zamanlarının optimum seviyede tutulması oldukça önem arz etmektedir. Isı pompaları, dış kısımdan enerji sağlanması ve düşük sıcaklıktaki bir ortamdan aldığı ısıyı daha yüksek sıcaklıktaki bir başka ortama veren makinelerdir. Yazın soğutma amaçlı kullanılan ısı pompaları kışın da ısıtma talebini yerine getirme amacıyla kullanılabilir. Binalarda enerjinin daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi adına ısı kayıplarının en aza indirilmesi, diğer bir ifadeyle de ısı yalıtımının yönetmeliklere uygun olarak yapılmasına dikkat edilmelidir. Duvarlarda özellikle büyük çoğunlukla dış kısımlarda ısı yalıtım uygulamaları tercih edilmelidir. Bu tarz duvar malzemelerinin ısı tutma kapasitelerinden yararlanılarak bir yandan ağır kütleli yüksek sıcaklıkta olması sebebiyle duvar iç kısımları ile duvar kesitleri arasındaki yoğuşma riski azaltılabilir. Kompozit duvarlar olarak yapımları gerçekleştirilen kısımlarda ısıtma ve soğutma işlemleri daha yüksek bir verimle olabilmektedir. Kojenerasyon sistemlerine bakıldığında, benzer yakıt kaynaklarından daha fazla değerlendirilebilir bir enerji ortaya çıkartması sebebiyle tek amaçlı üretim sistemlerinden çok daha verimli oldukları söylenebilir. Aynı zamanda verimli olmasıyla birlikte, egzoz gazlarını da kullandığından CO₂ emisyonu da azaltmaktadır. Güneş ısısından daha verimli bir biçimde kullanmak amacıyla dizayn edilmiş güneş duvarlarında, hem altta hemde üstte, iç ortama bağlantılı mekanizmalar söz konusudur. Alttaki bu sistemden içeriye gelen soğuk hava, güneşin etkisiyle sıcaklığı artmakta ve yükselerek üst kısımdan yine eve doğru dönüş yapmakta olup iç ortamın ısınmasını gerçekleştirmektedir. Termal kameralar aracılığıyla gözlemlenen ısı kayıplarına ait çalışmalarda, binanın yalıtımlı taraflarındaki ısı kayıplarının çok düşük seviyede olduğu, yalıtımsız kısımlarda ise özellikle pencerelerde ısı kayıplarının çok daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu yüzden, pencerelerden kaynaklı ısı kayıplarının çift camlarla düşürülmesi tek camlı sistemlerle kıyaslandığında, çift cama sahip pencere sistemleri %50, film kaplamaya sahip çift camlı sistemlerde ise yaklaşık %75 kadar daha fazla bir enerji kazanımı yapılabilmektedir. Ayrıca, kaplamalı çift camlardaki ısı kayıpları klasik çift camlara göre %45 oranında azaltılabilmektedir. [52].

6. MALİYET ANALİZİ

Ataköy 3. Kısım'da bulunan T.O. 82-83 bloklarında mevcut yönetmelik ve yasalar çerçevesinde bina enerji performansını arttırmaya yönelik bina dış cephelerine farklı kalınlıklarda ısı yalıtımı uygulaması ve pencerelerin kaplamalı çift cam olarak değişimleri üzerinde durulmuştur. Yapılan maliyet analizleri de bu başlıklar altında değerlendirilmiştir. Tüm hesaplamalarda, TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" içerisinde belirtilen esaslara paralel olarak çalışan TS 825 hesap programından yararlanılmıştır.

Çalışmamızda ısı yalıtımıyla alakalı piyasada kolaylıkla erişimi olan ürünler seçilmiştir. İlk olarak, binaya ait olan kesit bileşenleri ve uygulama alanlarının belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Uygulama safhasında, dış yüzeylerin ısı yalıtımları için sırasıyla 3 cm, 4 cm ve 5 cm'lik üç farklı kalınlıkta ekspande polistiren (EPS) ısı yalıtım levhası ile bunlara uygun yüzey sıvası kullanılmıştır. Buna göre, öncelikle yapılan inceleme TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardı içerisinde belirtilen ve Şekil 2.1, Şekil 2.4 ile Şekil 2.5 üzerinde verilmiş değerler göz önüne alınarak uygulamanın bu sınır değerlerin içerisinde olup olmadığının kontrolü yapılmıştır. Şayet bu şartların sağlanması durumu gerçekleştiğinde veya diğer bir yaklaşımla, bu standartta verilen hesaplama metoduna göre standart içerisindeki sınır değerlerine uygunluk söz konusu olduğunda, kullanılan ürünlerin maliyetleri ortaya konularak bloklardaki her bir daireye düşen yalıtım maliyet analizi hesaplanmaktadır. Yıllık hesaplanan yalıtımsız ve yalıtımlı durumdaki ısıtma enerjileri arasındaki fark sayesinde de tasarruf edilen yıllık bazdaki ısıtma enerjileri elde edilmektedir. Mevcut duruma göre de yıllık ısıtma enerjilerinden elde edilen tasarruf miktarları formül 6.1 ve 6.2 yardımıyla TL cinsinden hesaplanmıştır [53].

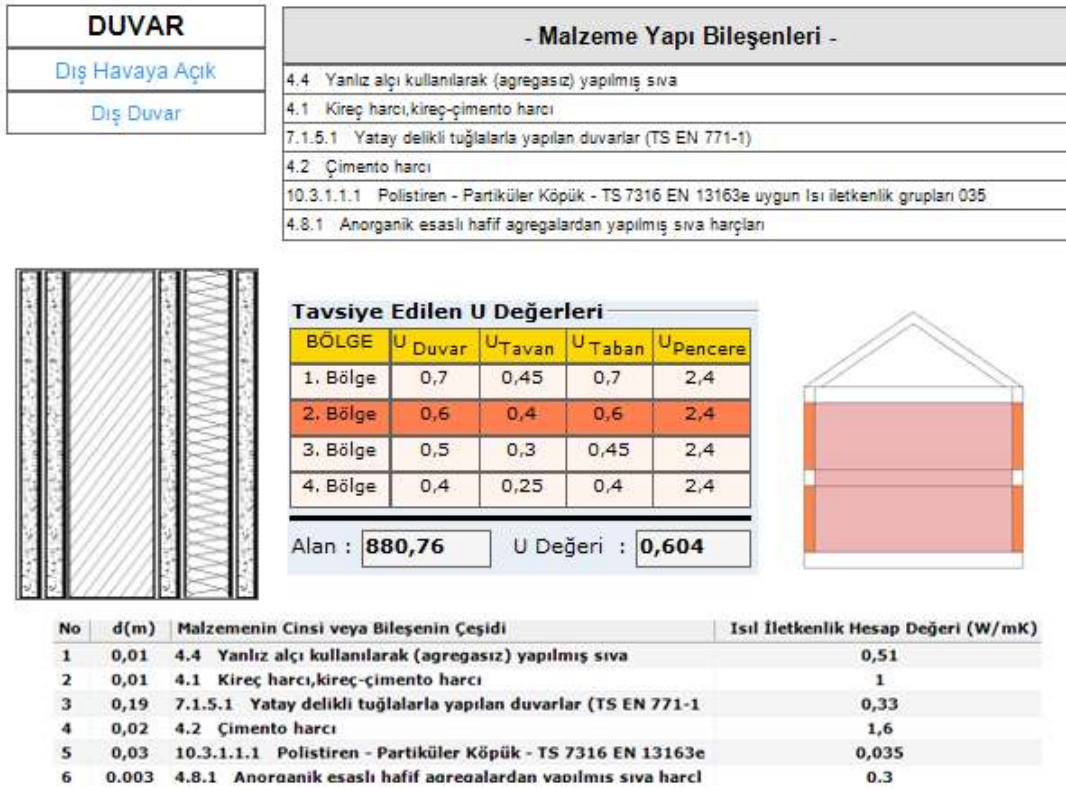
6.1 Kesit Bileşenlerinin Belirlenmesi

Çalışmamızdaki örnek üzerinden ısı yalıtımıyla ilgili olarak, duvarlar için öncelikle 3 cm, 4 cm ve 5 cm'lik farklı kalınlıkta ısı yalıtım levhası ve buna uygun sıva harçları kullanılmış olup bir önceki kısımda bahsedilen sınır değer şartlarına göre hareket

edilmiştir. Örnek binamızdaki yalıtım uygulamaları ise özellikle yoğuşmaları engellemek ve ortaya çıkması muhtemel ekstra yalıtım maliyetlerini önlemek açısından bloklara ait olan dış yüzeylerde yapılmıştır [53].

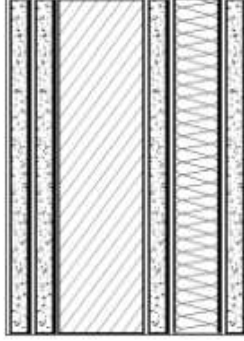
6.1.1 Dış havaya açık duvar bileşeni

Dış havaya açık duvar kısımları için mevcut durumdaki bileşenler proje detay kısmındaki Şekil 1.14'te gösterilmiştir. Buradaki belirtilen toplam alan üzerinden duvar yüzeylerine ısı yalıtım uygulamasında, ilk olarak sırasıyla 3 cm, 4 cm ve en son da 5 cm'lik ekspande polistiren partiküler sert köpük ve anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harcı uygulanmıştır. Buna göre ortaya çıkan yalıtım sonrasındaki ısıl geçirgenlik katsayı değeri ile bileşenlerin sıra ve özellikleri belirtilmiştir. Bununla birlikte, diğer tüm yalıtım yapılacak duvar kısımlarında da aynı uygulamalar esas alınarak tekrarlanmıştır. Kullanılan program sayesinde tüm verilerin doğru biçimde girişleri yapılarak ortaya çıkan sonuçlar sırasıyla Şekil 6.1, Şekil 6.2 ve Şekil 6.3'de belirtilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre ise, 3 cm olarak kullanılan ısı yalıtımı malzemesi sınır değerleri sağlayamayarak hesaplamalara dahil edilmemiştir. Bunun yanı sıra, diğer kullanılan 4 cm ve 5 cm'lik ısı yalıtımı malzemeleri ise standart içerisinde belirtilen sınır değerlerini sağlamışlardır.



Şekil 6.1 : Dış havaya açık yalıtımlı duvar 3 cm'lik uygulama [21].

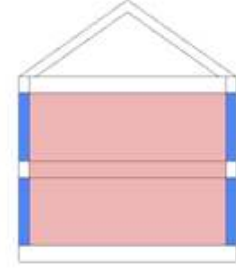
DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva
Dış Duvar	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)
	4.2 Çimento harcı
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı İletkenlik grupları 035
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri

BÖLGE	U _{Duvar}	U _{Tavan}	U _{Taban}	U _{Pencere}
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

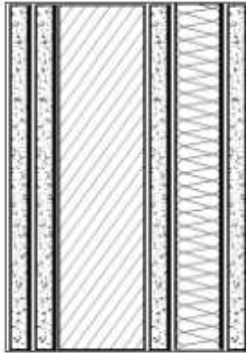
Alan : **880,76** U Değeri : **0,515**



No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,01	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51
2	0,01	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	1
3	0,19	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33
4	0,02	4.2 Çimento harcı	1,6
5	0,04	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uyg	0,035
6	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

Şekil 6.2 : Dış havaya açık yalıtımlı duvar 4 cm'lik uygulama [21].

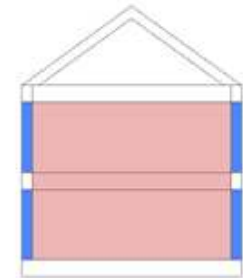
DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva
Dış Duvar	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)
	4.2 Çimento harcı
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı İletkenlik grupları 035
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri

BÖLGE	U _{Duvar}	U _{Tavan}	U _{Taban}	U _{Pencere}
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : **880,76** U Değeri : **0,449**

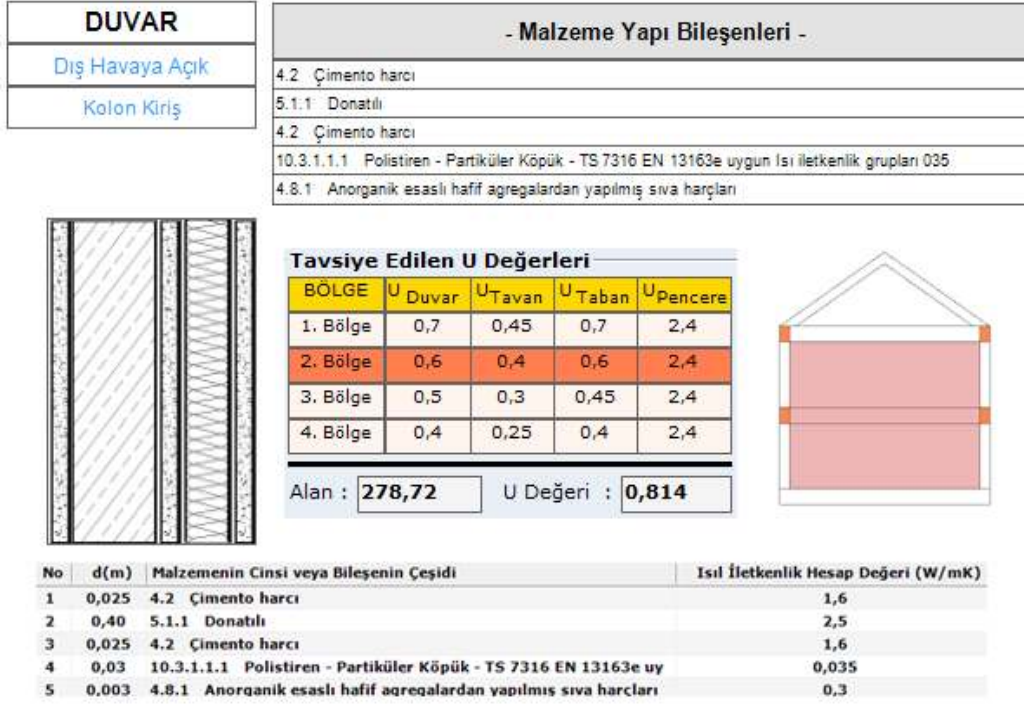


No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,01	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51
2	0,01	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	1
3	0,19	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33
4	0,02	4.2 Çimento harcı	1,6
5	0,05	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e	0,035
6	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

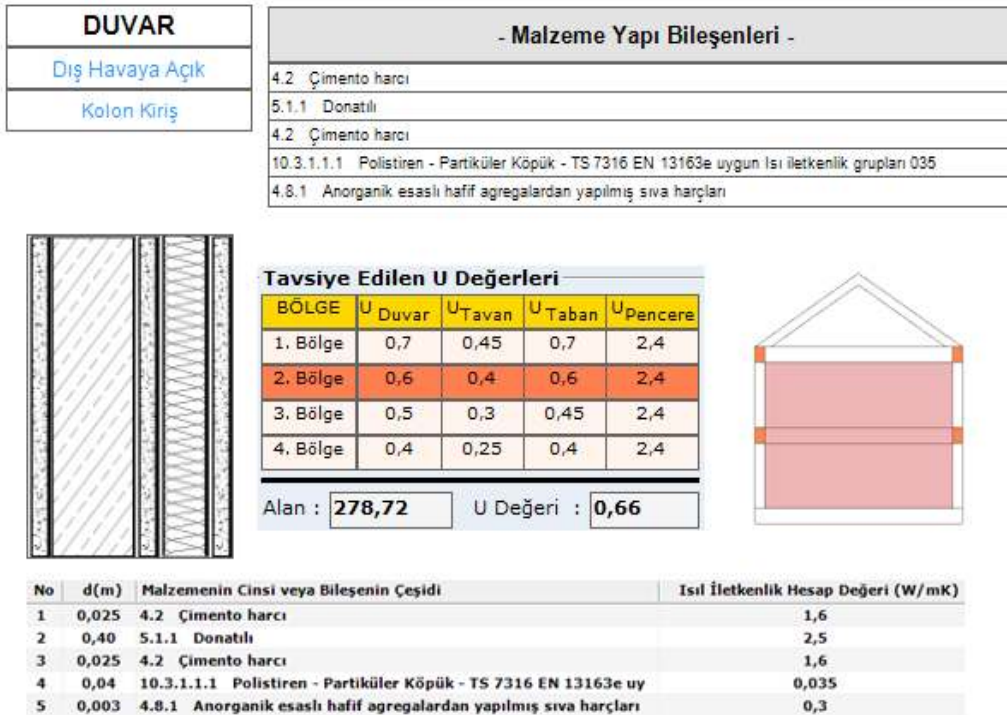
Şekil 6.3 : Dış havaya açık yalıtımlı duvar 5 cm'lik uygulama [21].

6.1.2 Dış havaya açık betonarme duvar bileşeni

Dış havaya açık betonarme duvar bileşeninde, ısı yalıtımı olarak yine aynı ekspande polistiren partiküler köpük ve sıva harcı tercih edilmiş, bileşen kesitindeki malzemelere ait özellikleriyle sıralı olarak Şekil 6.4, Şekil 6.5 ve Şekil 6.6’da gösterilmiştir.

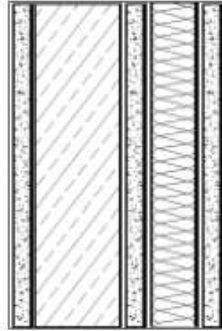


Şekil 6.4 : Dış havaya açık yalıtımlı betonarme duvar 3 cm’lik uygulama [21].



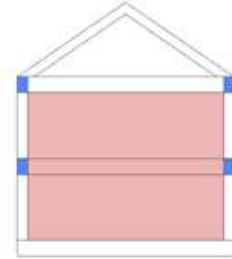
Şekil 6.5 : Dış havaya açık yalıtımlı betonarme duvar 4 cm’lik uygulama [21].

DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Dış Havaya Açık	4.2 Çimento harcı
Kolon Kiriş	5.1.1 Donatılı
	4.2 Çimento harcı
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı İletkenlik grupları 035
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri				
BÖLGE	U _{Duvar}	U _{Tavan}	U _{Taban}	U _{Pencere}
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : **278,72** U Değeri : **0,556**



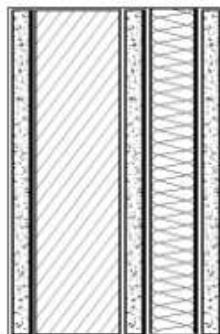
No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,025	4.2 Çimento harcı	1,6
2	0,40	5.1.1 Donatılı	2,5
3	0,025	4.2 Çimento harcı	1,6
4	0,05	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uyg	0,035
5	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

Şekil 6.6 : Dış havaya açık yalıtımlı betonarme duvar 5 cm'lik uygulama [21].

6.1.3 Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar

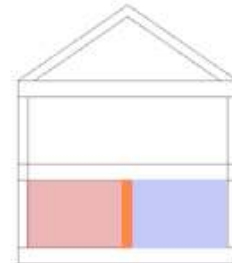
Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar da aynı yöntemle, yine aynı malzemeler tercih edilmiş olup bileşen kesitindeki malzemelere ait özellikleriyle birlikte sıralı olarak Şekil 6.7, Şekil 6.8 ve Şekil 6.9'da gösterilmiştir.

DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
İst. İç Ortam	4.2 Çimento harcı
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)
	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı İletkenlik grupları 035
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri				
BÖLGE	U _{Duvar}	U _{Tavan}	U _{Taban}	U _{Pencere}
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : **42,56** U Değeri : **0,702**

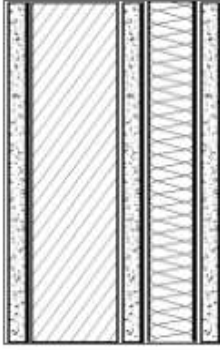


No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,025	4.2 Çimento harcı	1,6
2	0,085	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33
3	0,025	4.1 Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1
4	0,03	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uy	0,035
5	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

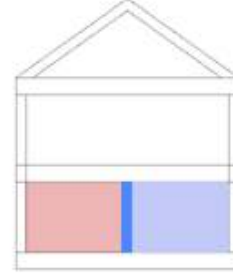
Şekil 6.7 : Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar 3 cm'lik uygulama [21].

DUVAR
Ist. İç Ortam
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik

- Malzeme Yapı Bileşenleri -	
4.2	Çimento harcı
7.1.5.1	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)
4.1	Kireç harcı,kireç-çimento harcı
10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035
4.8.1	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri				
BÖLGE	U _{Duvar}	U _{Tavan}	U _{Taban}	U _{Pencere}
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
Alan :	42,56	U Değeri :	0,584	

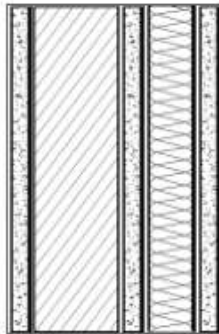


No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,025	4.2 Çimento harcı	1,6
2	0,085	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33
3	0,025	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	1
4	0,04	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e	0,035
5	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

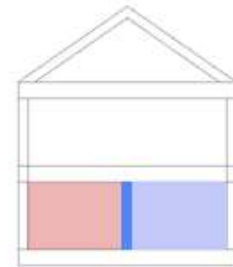
Şekil 6.8 : Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar 4 cm'lik uygulama [21].

DUVAR
Ist. İç Ortam
Isıtılmayan İç Ortama Bitişik

- Malzeme Yapı Bileşenleri -	
4.2	Çimento harcı
7.1.5.1	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)
4.1	Kireç harcı,kireç-çimento harcı
10.3.1.1.1	Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun Isı iletkenlik grupları 035
4.8.1	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri				
BÖLGE	U _{Duvar}	U _{Tavan}	U _{Taban}	U _{Pencere}
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4
Alan :	42,56	U Değeri :	0,501	

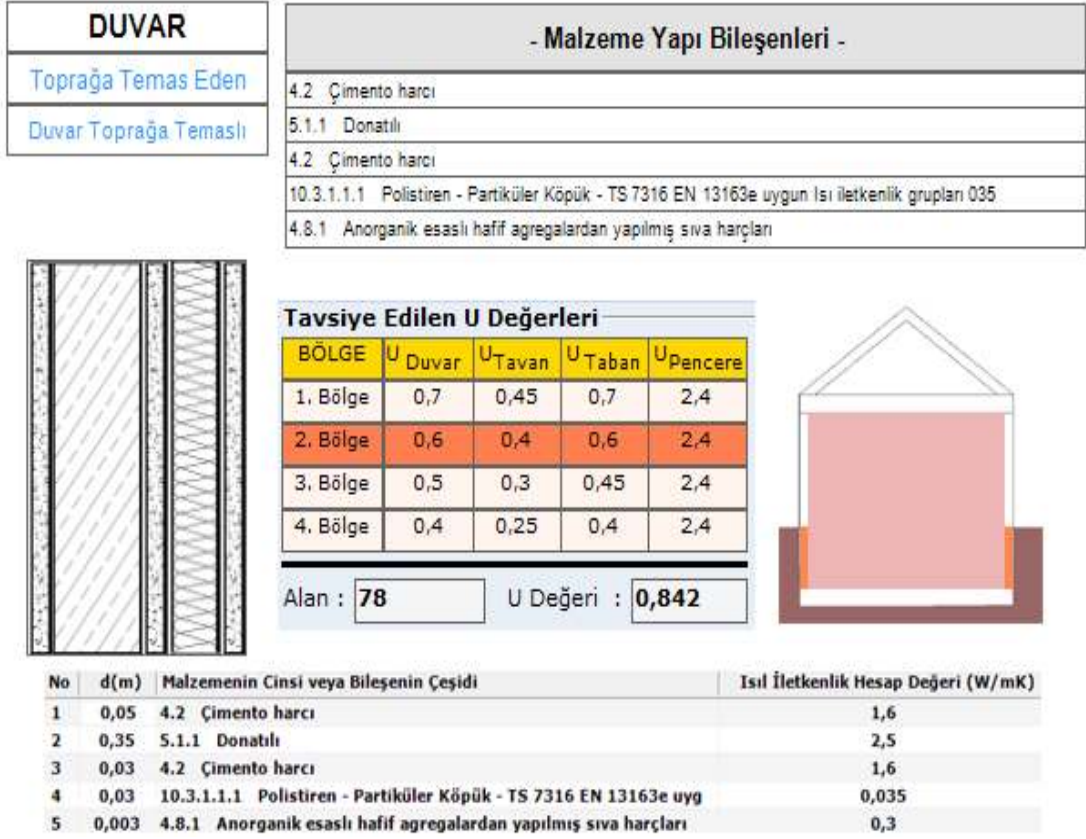


No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,025	4.2 Çimento harcı	1,6
2	0,085	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33
3	0,025	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	1
4	0,05	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uyg	0,035
5	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

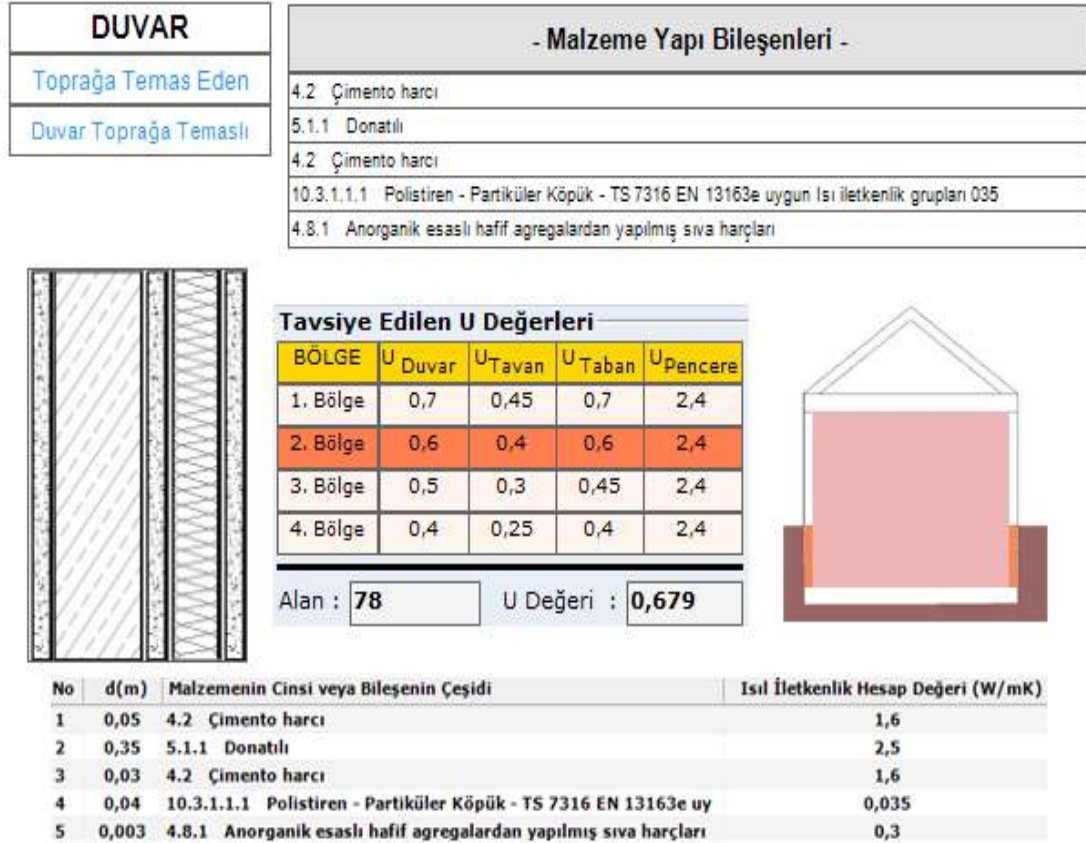
Şekil 6.9 : Isıtılmayan iç ortama bitişik duvar 5 cm'lik uygulama [21].

6.1.4 Toprağa temas eden duvar

Toprağa temas eden duvar bileşeninde yine aynı malzemeler tercih edilmiş ve bileşen kesitindeki malzemelere ait özellikleriyle birlikte sıralı olarak Şekil 6.10, Şekil 6.11 ve Şekil 6.12'de verilmiştir.

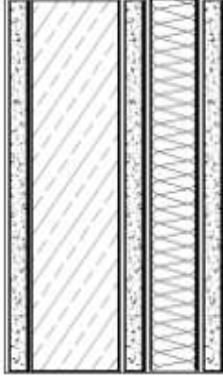


Şekil 6.10 : Toprağa temas eden duvar 3 cm'lik uygulama [21].



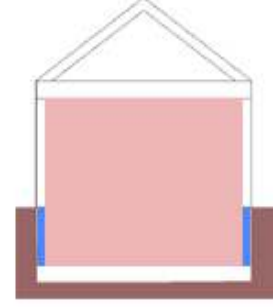
Şekil 6.11 : Toprağa temas eden duvar 4 cm'lik uygulama [21].

DUVAR	- Malzeme Yapı Bileşenleri -
Toprağa Temas Eden	4.2 Çimento harcı
Duvar Toprağa Teması	5.1.1 Donatılı
	4.2 Çimento harcı
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uygun ısı iletkenlik grupları 035
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları



Tavsiye Edilen U Değerleri				
BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : **78** U Değeri : **0,569**



No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (W/mK)
1	0,05	4.2 Çimento harcı	1,6
2	0,35	5.1.1 Donatılı	2,5
3	0,03	4.2 Çimento harcı	1,6
4	0,05	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TS 7316 EN 13163e uyg	0,035
5	0,003	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,3

Şekil 6.12 : Toprağa temas eden duvar 5 cm'lik uygulama [21].

6.1.5 Tavan bileşeni

Bloklara ait tavan bileşeninde çevre ve kullanım şartları göz önünde bulundurularak daha önce blok yetkililerince ısı yalıtımı gerçekleştirilmiştir. Buna göre de mevcut durum için olan kesit bileşenlerine ait malzeme, sıra ve tüm özellikleri ilk bölümde içerisindeki Şekil 1.18'de verilmiştir.

6.1.6 Taban bileşeni

Toprağa temas eden taban bileşeni içinde, tavan bileşeni gibi benzer bir uygulama söz konusu olduğundan mevcut duruma göre her hangi bir uygulama yapılmamıştır. Buradaki yapılmış uygulama daha önce bloklarda yaşayan sakinler tarafından alınan karar gereği daha önce gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, malzemelere ait sıra ve tüm özellikleri yine ilk bölümdeki Şekil 1.19'da belirtildiği gibidir.

6.1.7 Kapı ve pencereler

Yalıtım hesaplamalarında kullanılan pencerelere ait tür ve ısı geçirgenlik katsayısı olan U değerleri sırasıyla Şekil 6.13, Şekil 6.14 ve Şekil 6.15'te gösterilmiştir. Proje detayları kısmında da aynı şekilde paylaşılmış olan, Şekil 1.11'deki mevcut kapılar üzerindeyse her hangi farklı bir yalıtım işlemi uygulanmamıştır.

Adı : <input type="text" value="Dış Pencere1"/>	<input type="button" value="Ekle"/>	<input type="button" value="Sil"/>	<input type="text" value="TS 2164'den Bul"/>	<input type="button" value=" <<"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value=" >>"/>			
Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri									
Alan : <input type="text" value="81,09"/>	U Değeri : <input type="text" value="2"/>	Pencere Tipi : TS 2164'den seçilmiş değer							
		Cam Tipi : Çift Camlı Low-e Pencere - Araboşluk genişliği <= 16							
Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplamasız Cam)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
		ARA BOŞLUK (mm)							
Cam Tipi		6	8	12	16	6	8	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 6.13 : Kullanılan pencere tipleri, ahşap doğrama dış pencere1 [21].

Adı : <input type="text" value="Dış Pencere2"/>	<input type="button" value="Ekle"/>	<input type="button" value="Sil"/>	<input type="text" value="TS 2164'den Bul"/>	<input type="button" value=" <<"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="button" value=" >>"/>			
Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri									
Alan : <input type="text" value="112,26"/>	U Değeri : <input type="text" value="2"/>	Pencere Tipi : Tasarımcı tarafından tanımlanmıştır.							
		Cam Tipi : Çift Camlı Low-e Pencere - Araboşluk genişliği <= 16							
Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplamasız Cam)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
		ARA BOŞLUK (mm)							
Cam Tipi		6	8	12	16	6	8	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 6.14 : Kullanılan pencere tipleri, plastik iki odacıklı dış pencere2 [21].

Adı : <input type="text" value="Dış Pencere3"/>	<input type="button" value="Ekle"/>	<input type="button" value="Sil"/>	<input type="text" value="TS 2164'den Bul"/>	<input type="button" value=" <<"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="button" value=" >>"/>			
Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri									
Alan : <input type="text" value="223,22"/>	U Değeri : <input type="text" value="2"/>	Pencere Tipi : Tasarımcı tarafından tanımlanmıştır.							
		Cam Tipi : Çift Camlı Low-e Pencere - Araboşluk genişliği <= 16							
Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplamasız Cam)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
		ARA BOŞLUK (mm)							
Cam Tipi		6	8	12	16	6	8	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 6.15 : Kullanılan pencere tipleri, plastik üç odacıklı dış pencere3 [21].

6.1.8 Güneş enerjisi

TS 825 standardına göre, güneş enerjisi ile pencerelerden elde edilen direkt güneş ışınımının hesaplanması tarif edilmektedir. Örnek çalışmamızda pasif güneş enerjisi sistemlerinden elde edilecek kazançlar hesaplamalar dahil edilmemiştir. Sırasıyla, şekillerde belirtilen saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü değeri,

binanın konumuna göre 3 farklı değer alabilmektedir. Binanın konumu ağaçlardan kaynaklanan gölgelemenin olduğu veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönde yer aldığından Çizelge 3.1’de verilen 0,6 değeri hesaplamalarda kullanılmak üzere alınmıştır. Bir diğer parametre de yüzeye dik gelen ışınlar için güneş enerjisi geçirme faktörü değeridir. Buradaki belirtilen bilgiler ışığında Çizelge 3.2’de cam yalıtımında belirtilen pencere türlerinden kaynaklı olarak 0,75 değeri hesaplamalara dahil edilmiştir [20,21]. Buna göre sırasıyla tüm pencerelere ait hesap programında yer alan veri girişleri Şekil 6.16, Şekil 6.17 ve Şekil 6.18’de belirtilmektedir.

Güneş Enerjisi Kazancı

Pencere Adı : **Dış Pencere1** **Seçili Pencereye Değerleri Ata** **Yardım**

Doğu A_p (m ²)	Batı A_p (m ²)	Güney A_p (m ²)	Kuzey A_p (m ²)
49,40	10,99	7,95	12,75
Kuzey-Doğu A_p (m ²)	Kuzey-Batı A_p (m ²)	Güney-Doğu A_p (m ²)	Güney-Batı A_p (m ²)
0	0	0	0
Yatay A_p (m ²)	Toplam : 81,09		
0	Toplam Pencere Alanı 416,57		Girilmiş Pencere Alanı 416,57

Doğu $r_{i,ay}$	Doğu $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Batı $r_{i,ay}$	Batı $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Güney $r_{i,ay}$	Güney $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Kuzey $r_{i,ay}$	Kuzey $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75

Şekil 6.16 : Güneş enerjisi kazançları dış pencere1 [21].

Güneş Enerjisi Kazancı

Pencere Adı : **Dış Pencere2** **Seçili Pencereye Değerleri Ata** **Yardım**

Doğu A_p (m ²)	Batı A_p (m ²)	Güney A_p (m ²)	Kuzey A_p (m ²)
42,40	69,86	0	0
Kuzey-Doğu A_p (m ²)	Kuzey-Batı A_p (m ²)	Güney-Doğu A_p (m ²)	Güney-Batı A_p (m ²)
0	0	0	0
Yatay A_p (m ²)	Toplam : 112,26		
0	Toplam Pencere Alanı 416,57		Girilmiş Pencere Alanı 416,57

Doğu $r_{i,ay}$	Doğu $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Batı $r_{i,ay}$	Batı $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Güney $r_{i,ay}$	Güney $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,8	<input checked="" type="radio"/> 0,85 <input type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,85
Kuzey $r_{i,ay}$	Kuzey $g_{j,ay}$
<input type="radio"/> 0,80 <input type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,8	<input type="radio"/> 0,85 <input type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,85

Şekil 6.17 : Güneş enerjisi kazançları dış pencere2 [21].

Güneş Enerjisi Kazancı

Pencere Adı : **Dış Pencere3** **Seçili Pencereye Değerleri Ata** **Yardım**

Doğu A_p (m ²)	Batı A_p (m ²)	Güney A_p (m ²)	Kuzey A_p (m ²)
124,84	0	55,33	43,05
Kuzey-Doğu A_p (m ²)	Kuzey-Batı A_p (m ²)	Güney-Doğu A_p (m ²)	Güney-Batı A_p (m ²)
0	0	0	0
Yatay A_p (m ²)	Toplam : 223,22		
0	Toplam Pencere Alanı		Girilmiş Pencere Alanı
	416,57		416,57

Doğu $r_{i,ay}$	Doğu g_{-}
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Batı $r_{i,ay}$	Batı g_{-}
<input checked="" type="radio"/> 0,80 <input type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,8	<input checked="" type="radio"/> 0,85 <input type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,85
Güney $r_{i,ay}$	Güney g_{-}
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75
Kuzey $r_{i,ay}$	Kuzey g_{-}
<input type="radio"/> 0,80 <input checked="" type="radio"/> 0,60 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,6	<input type="radio"/> 0,85 <input checked="" type="radio"/> 0,75 <input type="radio"/> 0,50 <input type="checkbox"/> Sec 0,75

Şekil 6.18 : Güneş enerjisi kazançları dış pencere3 [21].

6.2 Yıllık Isıtma İhtiyacı İçin Alan Hesaplanması

Duvar, tavan ve taban bileşenlerine ait hesaplamalarda kullanılacak değerlere bakıldığında, binanın 43.59 m boyu, 9.2 m eni, 15 m de yüksekliğe sahip olup bloklara ait 1.538,70 m²'lik toplam dış alanı söz konusudur. Bu alanın 416,57 m²'lik kısmını pencereler, 7,65 m²'lik kısmı da giriş kapıları oluşturmaktadır. Buna göre mantolama yapılacak toplam alan ise, kapalı tüm balkonlar ve apartman görevlisinin dairesi de dahil olmak üzere, 1.280,04 m²'dir.

6.3 Isı Yalıtım Maliyet Analizi

Gerçekleştirilen piyasa araştırmasında, üzerinde çalışma yaptığımız 3 cm, 4 cm ve 5 cm'lik ısı yalıtım uygulamaları için m² fiyatlarının ortalama 30 – 45 TL arasında değiştiği belirlenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre, 3 cm ve 4 cm'lik kullanılmış olan EPS ısı yalıtım levhalarıyla yapılan uygulamalardaki sınır değerleri, binanın bazı bölümlerinde TS 825'te belirtilen sınır değerlerin üzerinde çıktığı için standarda uygunluk göstermemiş olup bu sebeple de yapılan maliyet analizlerine de dahil edilmemiştir. Çizelge 6.1'de çalışmamız içerisindeki detaylı biçimde verilen ısı yalıtım malzemelerine ait fiyatlar belirtildiği gibidir. Buna göre, malzemenin seçimindeki başlıca kriterlerden hareketle, su emmeye karşı direnci, alev alabilirliği, basma dayanımı, su buharı geçirgenliği, ısı iletim katsayısı özellikleri göz önüne alınarak, karbon takviyeli ekspande polistiren ısı yalıtım levhası seçilmiştir.

Çizelge 6.1 : Isı yalıtımı sisteminin malzeme fiyatları.

EPS plus	Tüketim (m²)	Liste Fiyatı	Fiyatı (m²)
Isı Yalt. sistemi için Çimento Esaslı Yapıştırıcı Harcı	5,00	0,72 TL	3,58 TL
Isı Yalıtımı sistemi için Çimento Esaslı Yüzey Sıvası	5,00	0,83 TL	4,15 TL
Plastik Standart Dübel PSD 115	6,00	0,20 TL	1,21 TL
Donatı Fılesı GFT01	1,10	2,14 TL	2,35 TL
PVC Fileli Köşe Profili TKP02	0,25	1,17 TL	0,29 TL
EPS plus (5cm) Karbon Takviyeli EPS Isı Levhası	1,00	12,55 TL	12,55 TL
Akrilik Emülsiyon Esaslı, Dolgulu Dış Cephe Astarı C 100	0,10	11,00 TL	1,10 TL
Çimento Esaslı, Lif Takviyeli, Dekoratif Dış Cephe Kaplaması	2,90	1,57 TL	4,56 TL
Akrilik Emülsiyon Esaslı, Silikon Katkılı Dış Cephe Boyası	0,20	19,71 TL	3,94 TL
TOPLAM			33,74 TL

EK C’de belirtildiği gibi, dış cephe ısı yalıtımına ait işçilik maliyeti de dahil olmak üzere, firma yetkilileriyle yapılan görüşmeler neticesinde, toplam maliyet 5 cm’lik EPS plus ısı yalıtımı uygulaması için 39 TL/m² + KDV’dir. Tüm bina üzerinde yapılması planlanan 1.280,04 m²’lik ısı yalıtımı alanı için işçilik ve KDV dahil maliyet tutarı da buna göre 58.907,44 TL olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, tüm camların değişim maliyeti olarak da Low-e serisi kaplamalı çift camlar şeklindeki uygulama hakkında yapılan araştırmalar sonucunda, fiyatının EK D’de verildiği gibi montaj ve işçilikle birlikte KDV dahil 69 TL/m² olduğu belirlenmiştir. Buna göre de, 416,57 m²’lik alana sahip pencerelerin kaplamalı çift cam değişimi sonucunda 28.743,33 TL’lik bir maliyet tutarına ortaya çıkmıştır. Toplamda ise tüm ısı yalıtımı maliyetleri göz önüne alındığında KDV dahil 87.650,77 TL’lik bir yatırım söz konusu olmaktadır. Enerji verimliliğini arttırmak ve daha çevre dostu bir binada yaşamak isteyen apartman sakinlerine de 4.173,8 TL daire başına maliyet düşmektedir.

6.4 Geri Ödeme Süresinin Hesaplanması

Geri ödeme süresi hesabı yapılırken T.Ü.İ.K.’in 2014 yılı verilerinden hareket edilerek faiz oranı %8,17 [54]; doğal gaz fiyatı için de İgdaş’ın evsel tüketiciler adına belirlediği doğal gaz metreküp fiyatı EK B’deki gibi 1,004478 TL, K.D.V dahil 1,185284 TL değeri kullanılmıştır. Yakıt malzemesi olarak doğal gaz seçildiğinden ötürü doğal gazın alt ısıl değeri ve kazan verimi TS 825 standardından 9,595 kWh/m³ ile 0,92 değerleri alınmıştır. Mevcut yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından yalıtımlı durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı çıkarılarak tasarruf edilen yıllık ısıtma enerjisi elde edilmektedir. Şekil 6.19’da binanın yalıtımsız durumdaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, $Q_{yıl} = 229.642$ kWh olarak hesaplanmıştır.

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_V$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	5.243,07	16,1	84.413	9.846	3.770	13.616	0,16	1,00	183.507.190
ŞUBAT		14,6	76.549		4.808	14.054	0,19	0,99	160.811.386
MART		11,7	61.344		5.999	15.845	0,26	0,98	118.754.862
NİSAN		6,2	32.507		6.860	16.708	0,51	0,86	47.018.709
MAYIS		1,0	5.243		8.180	18.026	3,44	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		8.662	18.508	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		8.411	18.257	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		7.748	17.594	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		6.297	16.143	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	25.691		4.905	14.751	0,57	0,83	34.856.809
KASIM		10,5	55.052		3.596	13.442	0,24	0,98	108.550.718
ARALIK		15,2	79.695		3.279	13.125	0,16	1,00	172.548.828
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{yil} = \sum Q_{ay} = 826.048.972$		
Toplam ısı kaybı $Q_{yil} = 0,278 \times 10^{-3} \times 826.048.972 \text{ (kJ)} = 229.642 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \sum \tau_{i,ay} \times g_{i,ay} \times l_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$									
$A_{toplam} = 2.506,26 \text{ m}^2$									
$V_{brüt} = 6153,68 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yil} / V_{brüt} = 37,32 \text{ kWh/m}^3$ $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 1.969,18 \text{ m}^2$									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,41$ oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan $Q' = 22,4 \times A/V + 7,8$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 16,92 \text{ kWh/m}^3$ bulunur.									
$Q > Q'$ ($37,32 > 16,92$) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer üstündür. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

Şekil 6.19 : Yalıtım öncesi ısıtma enerjisi ihtiyacı durumu [21].

Yalıtım sonrasındaki yapılan hesaplamalara göre yeni bulunan yıllık ısıtma enerjisi $Q_{yil} = 103.607 \text{ kWh}$, Şekil 6.22'de verilmiştir. Buna göre, tasarruf edilen yıllık enerji miktarı için hesaplanan bu iki değer birbirinden çıkardığımız zaman elde edilen enerji miktarı ise $Q = 126.035 \text{ kWh}$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, bloklara ait özgül ısı kaybı çizelgeleri de sırasıyla Şekil 6.20 ve 6.21'de verilmektedir.

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
	d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (W/m ² K)	A (m ²)	AxU (W/K)
DUVAR:Diş Havaya Açık Diş Duvar	$1k_{1,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılı	0,01	0,51	0,0196		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100		
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarı.	0,19	0,33	0,5758		
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,0125		
$1k_{1,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,0400			
TOPLAM			0,788	1,269	880,76	1117,68
DUVAR:Diş Havaya Açık Kolon Kirş	$1k_{1,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,0156		
	5.1.1 Donatılı	0,40	2,5	0,1800		
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,0156		
	$1k_{1,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,0400		
TOPLAM			0,361	2,768	278,72	771,50
DUVAR:Isıtılmayan İç Orta Isıtılmayan İç Ortama Bitişli	$1k_{1,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,0156		
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarı.	0,085	0,33	0,2576		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,0250		
	$1k_{1,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,1300		
TOPLAM		0,5 x A x U	0,558	1,791	42,56	38,11
DUVAR:Toprağa Temaslı Duvar Toprağa Temaslı	$1k_{1,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.2 Çimento harcı	0,05	1,6	0,0313		
	5.1.1 Donatılı	0,35	2,5	0,1400		
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,0188		
	$1k_{1,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,0000		
TOPLAM		0,5 x A x U	0,320	3,125	78,00	121,88
TAVAN:Çatılı Kullanılmaya Tavan	$1k_{1,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300		
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,0125		
	5.1.1 Donatılı	0,10	2,5	0,0400		
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malze	0,15	0,035	4,2857		
	$1k_{1,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,0800		
TOPLAM		0,8 x A x U	4,548	0,220	401,00	70,58
TABAN:Toprak Temaslı Taban	$1k_{1,1}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700		
	4.8 Çimento harçlı şap	0,10	1,4	0,0714		
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partikuler Kopuk - TS	0,05	0,035	1,4286		
	5.2.1.1 Gözenekli hafif agregalar kullanılarak	0,45	0,39	1,1538		
	1.1 Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taş	0,10	2,3	0,0435		
$1k_{1,d}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,0000			
TOPLAM		0,5 x A x U	2,867	0,349	401,00	69,97
Diş Pencere1				5,1	81,09	413,559
Diş Pencere2				5,2	112,26	583,752
Diş Pencere3				3,2	223,22	714,304
Diş Kapı1				5,5	7,65	42,075
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					3.943,41	
$\Sigma AU = UDAD + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8 UT.AT + 0.5 UtAt + UdAd + \dots$ $\Sigma AU = 3.943,41$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; $HT = \Sigma AU + I UI$			
Özgül ısı kaybı ; $H = HT + Hv$			Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $Hv = 0,33 \cdot nh \cdot Vh = 1.299,66 \text{ W/K}$			
$H = H_i + H_h = \dots 5.243,07 \dots \text{ W/K}$						

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 6.20 : Yalıtımsız durumdaki binanın özgül ısı kaybı çizelgesi [21].

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
	d(m)	λ (W/mK)	R (m ² /W)	U (W/m ² K)	A (m ²)	AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık Dış Duvar	$1k_{1,2}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)		0,1300			
	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılır	0,01	0,51	0,0198		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,01	1	0,0100		
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarı	0,19	0,33	0,5758		
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,0125		
	10.3.1.1.1 Polistren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,4288		
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan ya	0,003	0,3	0,0100		
	$1k_{1,2}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400		
TOPLAM			2,226	0,449	880,76	395,46
DUVAR:Dış Havaya Açık Kolon Giriş	$1k_{1,2}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)		0,1300			
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,0156		
	5.1.1 Donatısı	0,40	2,5	0,1600		
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,0156		
	10.3.1.1.1 Polistren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,4288		
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan ya	0,003	0,3	0,0100		
	$1k_{1,2}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0400		
TOPLAM			1,800	0,556	278,72	154,97
DUVAR:İsıtılmayan İç Orta İsıtılmayan İç Ortama Bitişli	$1k_{1,2}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)		0,1300			
	4.2 Çimento harcı	0,025	1,6	0,0156		
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarı	0,085	0,33	0,2576		
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,025	1	0,0250		
	10.3.1.1.1 Polistren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,4288		
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan ya	0,003	0,3	0,0100		
	$1k_{1,2}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,1300		
	TOPLAM		0,5 x A x U	1,997	0,501	42,56
DUVAR:Toprağa Temaslı Duvar Toprağa Temaslı	$1k_{1,2}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)		0,1300			
	4.2 Çimento harcı	0,05	1,6	0,0313		
	5.1.1 Donatısı	0,35	2,5	0,1400		
	4.2 Çimento harcı	0,03	1,6	0,0188		
	10.3.1.1.1 Polistren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,4288		
	4.8.1 Anorganik esaslı hafif agregalardan ya	0,003	0,3	0,0100		
	$1k_{1,2}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000		
	TOPLAM		0,5 x A x U	1,759	0,569	78,00
TAVAN:Çatılı Kullanılmaya Tavan	$1k_{1,2}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)		0,1300			
	4.2 Çimento harcı	0,02	1,6	0,0125		
	5.1.1 Donatısı	0,10	2,5	0,0400		
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malz	0,15	0,035	4,2857		
	$1k_{1,2}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0800		
	TOPLAM		0,8 x A x U	4,548	0,220	401,00
TABAN:Toprak Temaslı Taban	$1k_{1,2}$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)		0,1700			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,10	1,4	0,0714		
	10.3.1.1.1 Polistren - Partiküler Köpük - TS	0,05	0,035	1,4288		
	5.2.1.1 Gözenekli hafif agregalar kullanılarak	0,45	0,39	1,1538		
	1.1 Kristal yapı puskuruk ve metamorfik taş	0,10	2,3	0,0435		
	$1k_{1,2}$ Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,0000		
TOPLAM		0,5 x A x U	2,867	0,349	401,00	69,97
Dış Pencere1				2	81,09	162,18
Dış Pencere2				2	112,26	224,52
Dış Pencere3				2	223,22	446,44
Dış Kapı1				5,5	7,65	42,075
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =					1.599,05	
$\Sigma AU = U_{DAD} + U_{p.Ap} + U_{k.Ak} + 0,8 U_{T.AT} + 0,5 U_{t.At} + U_{sAd} + \dots$			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;			
$\Sigma AU = 1.599,05$			HT = $\Sigma AU + I UI$			
Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv			Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı			
			Hv = 0,33 . nh . Vh = 1.299,66 W/K			
H = Hi + Hh =2.898,71..... W/K						

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 6.21 : Yalıtımlı durumdaki binanın özgül ısı kaybı çizelgesi [21].

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	2.898,71	16,1	46.669	9.846	3.770	13.616	0,29	0,97	86.733.066
ŞUBAT		14,6	42.321		4.808	14.654	0,35	0,94	73.992.440
MART		11,7	33.915		5.999	15.845	0,47	0,88	51.765.887
NİSAN		6,2	17.972		6.860	16.706	0,93	0,66	18.004.296
MAYIS		1,0	2.899		8.180	18.026	6,22	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		8.662	18.508	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		8.411	18.257	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		7.748	17.594	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		6.297	16.143	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	14.204		4.905	14.751	1,04	0,62	13.110.541
KASIM		10,5	30.436		3.596	13.442	0,44	0,90	47.534.053
ARALIK		15,2	44.060		3.279	13.125	0,30	0,96	81.545.595
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \cdot (J)$ 1 kJ=0,278.10 ⁻³ kWh							$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} =$ 372.686.368		
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 372.686.368$ (kj) = 103.607 kWh									
İç ısı kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W)									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \sum \tau_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_i - \theta_e)_{ay}$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$									
$A_{toplam} = 2.506,26$ m ²									
$V_{brüt} = 6153,68$ m ³									
<i>Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı</i>									
$Q = Q_{yıl} / V_{brüt} = 16,84$ kWh/m ³ $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 1.969,18$ m ²									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,41$ oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan $Q' = 22,4 \times A/V + 7,8$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 16,92$ kWh/m ³ bulunur.									
$Q < Q'$ (16,84 < 16,92) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.									

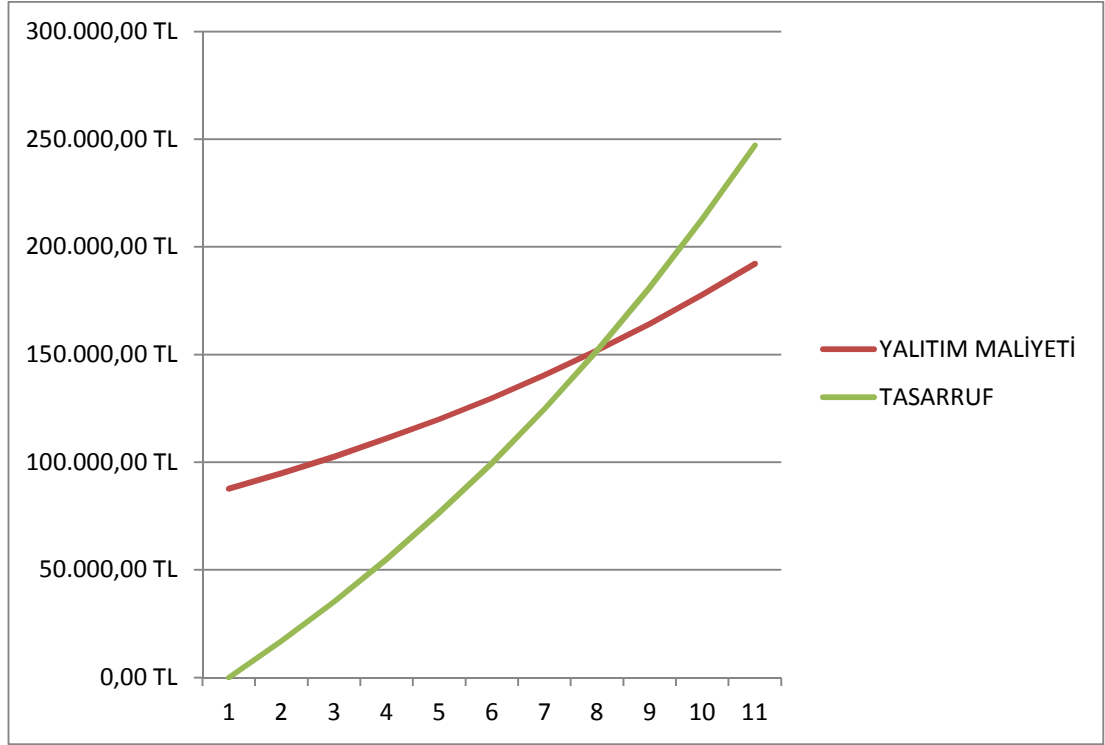
Şekil 6.22 : Yalıtım sonrası ısıtma enerjisi ihtiyacı durumu [21].

Formül 6.1 ve 6.2'de elde edilen hesap verileri kullanılarak tasarruf edilen tutar ve hesaplanan ısı yalıtım maliyeti de hesaba katılarak geri ödeme süresi hesaplanmıştır.

$$\text{Tasarruf Edilen Doğal Gaz Miktarı (m}^3\text{)} = \frac{\text{Tasarruf Edilen Enerji miktarı (kWh)}}{\text{Yakıtın Alt Isı Değeri (} \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}\text{)} \times \text{Kazan Verimi}} \quad (6.1)$$

$$\text{Tasarruf Tutarı (TL)} = \text{Tasarruf Edilen Doğal Gaz Miktarı (m}^3\text{)} \times \text{Doğal Gaz Ücreti (} \frac{\text{TL}}{\text{m}^3}\text{)} \quad (6.2)$$

Şekil 6.23 üzerinde aktarıldığı gibi seçilen tüm ısı yalıtım bileşen malzemeleriyle yalıtımın uygulanması durumunda, sistemin kendisini yaklaşık 7 yıl gibi bir süre içerisinde amorti ettiği hesaplanmıştır.



Şekil 6.23 : Geri ödeme süresi.

Tüm hesaplamalara bakıldığında yalıtım maliyetinin ve tasarrufun yıllık faiz oranı karşısındaki yıllara göre değişim durumu detaylarıyla birlikte Çizelge 6.2’de belirtildiği gibi değişmektedir. Buna göre, ortaya konulan hesaplamalar ışığında yedi sene sonunda yapılan sistemin kendisini geri ödediği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 6.2 : Yalıtımın maliyeti ve tasarrufun faiz oranı etkisiyle değişimi.

YIL	YALITIM MALİYETİ	TASARRUF
0	87.650,77 TL	0,00 TL
1	94.811,84 TL	16.923,13 TL
2	102.557,97 TL	35.228,89 TL
3	110.936,95 TL	55.030,22 TL
4	120.000,50 TL	76.449,33 TL
5	129.804,54 TL	99.618,37 TL
6	140.409,57 TL	124.680,32 TL
7	151.881,03 TL	151.789,84 TL
8	164.289,71 TL	181.114,21 TL
9	177.712,18 TL	212.834,37 TL
10	192.231,27 TL	247.146,07 TL

Ayrıca, çalışma üzerindeki verilerin ve hesaplama sonuçlarının kontrolü amacıyla 2014 yılına ait binanın doğalgaz faturalarından hareket edilerek, sene içerisindeki doğalgaz satış tarifeleri Çizelge 6.3 üzerinde paylaşıldığı gibi belirtilmiştir [55]. Aynı zamanda bunlara karşılık gelen enerji miktarları da çizelge 6.4’de hesaplanarak verilmiştir. Bulunan bu değerlere göre toplam fatura karşılığı da 205.645 kWh’tir. Yalıtımsız, ilk durumdaki hesaplanan yıllık enerji ihtiyacı ise şekil 6.19’da paylaşıldığı gibi 229.642 kWh olarak bulunduğundan, bu iki değerlerin birbirinden çok da farklı olmadıkları gözlenmiştir.

Çizelge 6.3 : İğdaş 2014 yılı müşteriler için perakende satış tarifeleri [55].

Dönem	Ay	Satış Fiyatları 2014
01.01.2014	Ocak	0.921950 TL/m ³
01.02.2014	Şubat	0.923288 TL/m ³
01.03.2014	Mart	0.927335 TL/m ³
01.04.2014	Nisan	0.929073 TL/m ³
01.05.2014	Mayıs	0.930018 TL/m ³
01.06.2014	Haziran	0.930134 TL/m ³
01.07.2014	Temmuz	0.929465 TL/m ³
01.08.2014	Ağustos	0.929542 TL/m ³
01.09.2014	Eylül	0.930477 TL/m ³
01.10.2014	Ekim	1.001075 TL/m ³
01.11.2014	Kasım	1.002177 TL/m ³
01.12.2014	Aralık	1.003380 TL/m ³

Çizelge 6.4 : 2014 yılı doğalgaz faturalarına karşılık gelen enerji miktarı.

Ay	Doğalgaz Fatura Tutarları	2014 İğdaş Fiyatları Kdv Dahil	Doğalgaz Isıtma Faturalarına göre Enerji Miktarları
Ocak	4.678 TL	1,0878 TL/m ³	37960,08 kWh
Şubat	4.008 TL	1,0893 TL/m ³	32477,50 kWh
Mart	4.118 TL	1,0942 TL/m ³	33221,31 kWh
Nisan	3.227 TL	1,0962 TL/m ³	25985,67 kWh
Mayıs	1.914 TL	1,0974 TL/m ³	15396,06 kWh
Haziran	791 TL	1,0975 TL/m ³	6362,05 kWh
Temmuz	0 TL	1,0966 TL/m ³	0 kWh
Ağustos	0 TL	1,0968 TL/m ³	0 kWh
Eylül	0 TL	1,0978 TL/m ³	0 kWh
Ekim	708 TL	1,1811 TL/m ³	5291,14 kWh
Kasım	2.670 TL	1,1824 TL/m ³	19932,00 kWh
Aralık	3.892 TL	1,1838 TL/m ³	29019,69 kWh
Toplam			205.645 kWh

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan tüm çalışma ve hesaplamalar neticesinde ısı yalıtımının günümüzde enerji tasarrufu açısından ne denli bir öneme sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Örnek çalışmamıza göre ilk olarak uygulanan 3 cm ve 4 cm'lik farklı kalınlıklardaki ısı yalıtım levhalarının kullanımı sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Ancak, TS 825 standardı göz önüne alındığında hesaplanan ısıl geçirgenlik katsayı değerleri ne yazık ki belirtilen bölge için tanımlanmış sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Bu nedenle, hesaplamalar neticesinde belirtilen standarda uygunluk söz konusu olmadığından ötürü, bu malzemelerle yapılan uygulamalar hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Diğer taraftan, 5 cm'lik kullanılmış olan karbon takviyeli EPS ısı levhası TS 825 standardında belirtilen sınır değerlerini tüm yapı bileşenlerinde sağlaması sonucu, detaylı analizler ve maliyet hesaplamaları da buna göre gerçekleştirilmiştir. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, şekil 6.19'da belirtilen $Q_{yıl} = 229.642$ kWh olup yapılan dış cephe ısı yalıtım işlemleri ve pencerelerin kaplamalı çift cam olarak değişimi sonrasında şekil 6.22'de hesaplandığı gibi $Q_{yıl} = 103.607$ kWh olarak bulunmuştur. Buna göre, sadece duvarlar ve pencereler üzerindeki yapmış olduğumuz bu iyileştirmeler sayesinde, hesaplanan değerlerin birbirine oranlanması sonucu yıllık %56.8'lik bir performans artışıyla karşılaşılmıştır. İlk yatırım maliyeti açısından bakıldığında, çizelge 6.2'de hesaplanan sayısal değerlere göre 16.923,13 TL olarak yıllık bir enerji tasarrufu söz konusudur. Ayrıca, yalıtım sonrasındaki tasarrufun, faiz oranı etkisiyle değişimini de göz önüne aldığımızda, şekil 6.23'e göre bu uygulamanın 7 yıllık bir geri ödeme süresi göze çarpmaktadır. Bu durum da, bina enerji performansının artırılmasına yönelik özellikle günümüz Türkiye'sinde bu tarz eski binalara yapılabilecek uygulamaların ortaya çıkaracağı rakamların çok ciddi boyutlara ulaşabileceğinin sergilemesi açısından iyi bir örnek teşkil etmiştir.

Çalışmamız içerisinde belirtilen ve ülkemizdeki konutlarda enerjinin daha verimli kullanılmasına yönelik olarak yapılmış olan yasal düzenlemelerin, mevcut binaları da kapsayacak şekilde daha fazla genişletilmesinin yararlı olacağı anlaşılmıştır. Diğer taraftan, çalışma konumuzla ilgili olarak öneriler noktasında ise mevcut eski binaların

rehabilitasyonu için alınacak tedbirlerden güneş kolektörleri ile otomatik kontrol üniteleri gibi teşvik önlemleri getirilebilir ve aynı şekilde bankalar aracılığıyla da düşük faizli krediler halkın desteğine sunulabilir. Enerji verimliliği hakkında halkı daha fazla bilinçlendirmek adına seminerler, konferanslar, radyo, televizyon ve basın aracılığıyla geniş tanıtım kampanyaları başlatılabilir. İnşaat aşamasındaki binalarda ısı yalıtımı yapımının standartlar çerçevesinde tekniğine uygun olarak yapılması özellikle yerel yönetimlere, bu konuda üretim yapan şirketlere, basın ve yayın kurumlarına, inşaat firması sahipleri ile uygulama yapanlara önemli görevler düşmektedir. Bununla birlikte, doğalgaz dağıtımında yalıtımsız binalara abonelik verilmesi engellenebilir. Aydınlatma sadece ampul olarak ele alınmayıp özellikle büyük binalarda aydınlatma sistemleri karmaşık sistemler olduğundan verimliliği artıran faktörlerden olan otomasyon ve uzaktan kumanda sistemleri, elektronik sistemle ve kaliteli cihazlar kullanılabilir. Soba, kazan, kombi, brülör, radyatör, tesisat, otomasyon kontrol sistemleri gibi tüm bileşenlerin doğru projelendirilmesi ve standartlara uygun kaliteli, verimli ekipmanlardan seçilmesi oldukça önemlidir. Binalarda iç ve dış duvarlar, tabanlar, döşemeler ile çatı kısımlarında ısı yalıtımı çok dikkatli bir biçimde yapılmalı ısı yalıtımlı pencere ve cam kullanımı arttırılmalıdır. Isıtma ve soğutma sistemleri iyileştirmeler yapılmalıdır. Ayrıca, ayar değerleri, ısıtmanın türü, kullanılan yakıt tipi, ekipmanlar, ısıtma sisteminin verimliliği, radyatörlere termostatik vanaları kullanımı, ısıtma borularının yalıtılması yine önem arz etmektedir. Temiz su sistemlerindeki iyileştirmeler için de benzer şekilde değişken hızlı su pompaları kullanılabilir. Seçilen tüm cihaz ve ekipmanlar da yüksek verime sahip olmalıdır. Isı yalıtımına ait düzgün bir şekilde bu sistemin kurgulanması için, bu konuda teknik personel ile uygulayıcı kişiler yetiştirilmelidir. Aynı zamanda binalar için en son teknoloji ile yalıtım ürünlerinin geliştirilmesi hakkında lokal hammaddeler ve dış devletlere bağımlı olmaksızın yeni ısı yalıtım ürünlerinin ortaya konulmasıyla ilgili araştırmalar gerçekleştirilmelidir.

Sonuç olarak bakıldığında, mevcut konutların enerji verimliliğinin etkin bir biçimde arttırılması sayesinde başta çevre kirlenmesinin önüne geçilmesi ile fazla enerji kullanımının ekonomiye olan negatif katkısını düşürmenin önemli derecede bir artı sağlayacağı kesinlikle gerçektir. Tüm bu durumları kısaca özetlersek, başta ekonomik açıdan, ekolojik çevre, insan sağlığı, hijyen ve benzeri sebeplerden ötürü günümüz dünyasında ısı yalıtımı enerji performansını arttıran bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmakta olup çevresel sürdürülebilirliğe de pozitif etki sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Atmaca, M.**, 2006, “Yapıda Isı Yalıtımı”, Ankara: Mühendis Yayıncılık.
- [2] **İmrak, C. E., Özer, D.**, “Binalarda Enerji Tasarrufu ve Asansörlerin Enerji Tüketimleri”, İTÜ Makine Fakültesi, İstanbul.
- [3] **Özgür, N.**, “Enerji Verimliliği ve Suyun Verimli Kullanılması”, 2008, Ankara.
- [4] **Aytaç, A., Aksoy, T. U.**, “Enerji Tasarrufu İçin Dış Duvarlarda Optimum Yalıtım Kalınlığı ve Isıtma Maliyeti İlişkisi”, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, cilt 21, 753-758, 2006.
- [5] **Demirbaş, A.**, “Energy Balances, Energy Sources, Energy Policy, Future Developments in Turkey”, Energy Conversion and Management, cilt 42, 1239-1258, 2001.
- [6] **Oğulata, R. G.**, “Sectoral Energy Consumption in Turkey”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, cilt 6, 2002.
- [7] **Kaygusuz, K., Kaygusuz, A.**, “Energy and Sustainable Development Part II: Environmental Impacts of Energy Use”, Energy Sources, cilt:26, 2004.
- [8] **Arı, K.**, “Dolgu Duvar Blokları İmalı ve Isı İletim Katsayılarının Karşılaştırılması”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2009.
- [9] **Gümüş, Y.**, “İstanbul’da Bir Toplu Konut Örneğinde Isıtma ve Soğutma Enerjisi Etkinliğinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Uygulama Çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.
- [10] **Paralı, D.**, “Bina Duvarlarında Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2009.
- [11] **Atmaca, M.**, “Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, (BEP-TR) ile Otel Binalarının Enerji Performansının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [12] **İZTO**, 2012, Yalıtım Sektöründe Enerji Kimlik Belgesi ile Yeni Bir Dönem.
- [13] **İZODER**, 2010, 2010-2023 Isı Yalıtımı Planlama Raporu.
- [14] **Şen, A. O.**, “Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye’de Yalıtım”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006.
- [15] **TMMOB**, 2012, Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği, Yayın No MO/589.

- [16] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, 2010, Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu. <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Binalar_Sektoru_Mevcut_Durum_Degerlendirmesi_Raporu.pdf>, erişim tarihi 22.04.2015.
- [17] **Aksoy, T. U.**, “Sandviç ve Gazbeton Duvar Uygulamalarının Ortalama Isı Geçirgenlik Katsayısı ve Isı Kaybı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24 (1-2) 277-290, 2008.
- [18] **Url-1** <<http://www.rehva.eu/about-us/>>, erişim tarihi 22.04.2015.
- [19] **Url-2** <<http://www.ashrae.org/tr/hakkimizda>>, erişim tarihi 22.04.2015.
- [20] **TSE**, 2008, “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”, Ankara.
- [21] **İZODER**, Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği, TS 825 Hesap Programı.
- [22] **TS-2164**, 2000, “Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [23] **Url-3** <<https://www.google.com/maps/place/40%C2%B058'50.3%22N+28%C2%B051'40.2%22E/@40.9806341,28.8611814,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x0:0x0>>, erişim tarihi 20.07.2015.
- [24] **Özenç, A.**, “Edirne’deki Isı Yalıtım Uygulamaları” Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2007.
- [25] **CEN 15615**, 2008, “Explanation of the general relationship between various European standards and the Energy Performance of Buildings Directive”, (EPBD).
- [26] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, Enerji Verimliliği ve Enerji Kimlik Belgesi (EKB), Enerji Verimliliği Daire Başkanlığı, Ankara. <www.bep.gov.tr/beptrweb/Images/Kutuphane/557755.pptx>, erişim tarihi 05.04.2015.
- [27] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, 2012, Enerji Verimliliği Dairesi Başkanlığı, Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, <<http://www.bep.gov.tr/beptrweb/Images/Kutuphane/751233.pdf>>, erişim tarihi 09.04.2015.
- [28] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, Binalarda Enerji Kimlik Belgesi, <<https://www.csb.gov.tr/db/samsun/webmenu/webmenu4379.pdf>>, erişim tarihi 10.04.2015.
- [29] **T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Enerji Verimliliği Daire Başkanlığı, Ankara.
- [30] **Kurt, M.**, “Türkiye ve Almanya Binalardaki Enerji Performansı Yönetmeliklerinin Referans Bina ve Sınır Koşulları Açısından Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.
- [31] **TMMOB**, 2011, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Metodoloji, İskenderun.

- [32] **T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, 2009, Bep Hesaplama Yöntemi Referans Bina, Oranlar, Dönüşüm Katsayıları ve Enerji Kimlik Belgesi, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Binalarda Enerji Verimliliği Şube Müdürlüğü <<http://www.bep.gov.tr/beptrweb/Images/Kutuphane/330279.pdf>>, erişim tarihi 20.04.2015.
- [33] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, Binalarda Enerji Verimliliği ve Isı Yalıtım Mevzuatları, Erzurum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, <<https://www.csb.gov.tr/db/erzurum/eduardosya/ISI.ppt>>, erişim tarihi 22.04.2015.
- [34] **T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı**, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, II. Enerji Verimliliği Kongresi, Kocaeli, 2009.
- [35] **Directive 2002/91/EC**, Directive of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings, 2002.
- [36] **Directive 2010/31/EU**, Directive of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (Recast), 2010.
- [37] **Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012** of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements, 2012.
- [38] **Loga, T. Diefenbach. N.**, Use of building typologies for energy performance assessment of national building stocks. Existent experiences in European countries and common approach, First Tabula synthesis report, Institut Wohnen und Umwel, Darmstadt, Almanya, 2010.
- [39] **Spiekman, M.**, Comparison of energy performance requirements levels: possibilities and impossibilities. Summary report. Report of ASIEPI, 2010.
- [40] **Guidelines Accompanying on Supplementing Directive 2010/31/EU**, of the European Parliament and of the Council on energy performance of buildings (recast) by establishing a comparative methodology framework for calculating cost optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building element, 2010.
- [41] **EN ISO 13790**, Energy Performance of Buildings, Calculation of Energy Use for Space Heating and Cooling (ISO 13790:2008), Şubat, 2008.
- [42] **T.C. Resmi Gazete**, Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, Bina Enerji Performansı, Isıtma ve Soğutma için Net Enerji İhtiyacının Hesaplanması, Aralık, 2010.
- [43] **EN 15459**, Energy performance of buildings, Economic evaluation procedure for Energy systems in buildings (EN 15459:2008), Mayıs, 2007.
- [44] **Onaylı, S.**, “Binalarda Isı Yalıtımı ve Son Teknolojik Gelişmeler”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2002.

- [45] **Url-4** <<http://enerjienstitusu.com/2012/12/17/enerji-tasarrufu-tavsiyeleri/>>, erişim tarihi 18.05.2015.
- [46] **Ekinci, C. E.**, 2005, Bordo Kitap, 4. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara.
- [47] **Gür, V., Aygün, M.**, “Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilgisi Programı, Cilt: 7, Sayı: 1, 74-82. 2008.
- [48] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**, 2012, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, <http://www.eie.gov.tr/verimlilik/b_en_ver_b_2.aspx>, erişim tarihi 10.05.2015.
- [49] **Filli Boya** <<http://yalitim.filliboya.com/urun/mantolama.html>>, erişim tarihi 10.05.2015.
- [50] **Trakya Cam Sanayi A.Ş.** <http://www.isicam.com.tr/sikca_sorulan_sorular>, erişim tarihi 10.05.2015.
- [51] **Ülker, S.**, “Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Uygulamaya Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [52] **Anonim.**, “Binalarda Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarrufu İçin İpuçları”, Binalarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi, Ankara, 2014.
- [53] **Demirdelen, D., Gökpınar, S.**, “Osmaniye İlinde Örnek Bir Yapının Farklı Derece Gün Bölgelerindeki Isı Yalıtım Durumunun İncelenmesi,” Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 637, s.59-66. 2013.
- [54] **TÜİK**, 2014 Aralık, 2003=100 Tüketici Fiyat Endeksi, Ankara.
- [55] **Url-5** <<http://www.igdas.com.tr/SatisTarifesi>>, erişim tarihi 15.05.2015.

EKLER

EK A: T.O. 82-83 Blok yöneticisi Bedri Taşdöndüren'den gelen fatura bilgileri

EK B: 2015 yılı İgdaş abone grubundaki müşteriler için perakende satış tarifesi

EK C: Dış cephe ısı yalıtımı teklifi

EK D: Isıcam fiyat listesi

EK E: Yapı malzeme ve bileşenlerinin birim hacim kütlesi ve ısı iletkenlik hesap değeri (λ_h)

EK A**Çizelge A.1 : 2014 yılı T.O. 82-83'e ait doğalgaz faturaları.**

Dönem	Aylık	Doğalgaz Fatura Tutarları
2014	Ocak	4.678 TL
2014	Şubat	4.008 TL
2014	Mart	4.118 TL
2014	Nisan	3.227 TL
2014	Mayıs	1.914 TL
2014	Haziran	791 TL
2014	Temmuz	0 TL
2014	Ağustos	0 TL
2014	Eylül	0 TL
2014	Ekim	708 TL
2014	Kasım	2.670 TL
2014	Aralık	3.892 TL
Toplam		26.006 TL

Çizelge A.2 : 2014 yılı T.O. 82-83'ün ortak alanlarına ait elektrik faturaları.

Dönem	Aylık	Elektrik Fatura Tutarları
2014	Ocak	374 TL
2014	Şubat	335 TL
2014	Mart	312 TL
2014	Nisan	356 TL
2014	Mayıs	265 TL
2014	Haziran	185 TL
2014	Temmuz	177 TL
2014	Ağustos	176 TL
2014	Eylül	137 TL
2014	Ekim	335 TL
2014	Kasım	195 TL
2014	Aralık	234 TL
Toplam		3.081 TL

EK B

Abone Grubundaki Müşteriler İçin Perakende Satış Tarifesi

Tarih : 01.05.2015 ▼ SORGULA

01.05.2015 Tarihi itibariyle güncel bilgiler aşağıdaki gibidir.

	TL/m ³	TL/KWH
Abone Doğalgaz Satış Fiyatı	1,004478	0,094406

Şekil B.1 : İgdaş perakende satış tarifesi 2015 [54].

EK C



EVEREST YAPI

Yapıda Yeniliklerin Adresi

Adres: Yeşilpınar Mahallesi Mercan Sokak No:52/A

(VIALAND Yanı) Eyüp (STANBUL) Tel: 0212 625 10 14 Fax:0212 625 32 99

www.everestyapi.com.tr

ATAKÖY 3. KISIM T.O.82-83 BLOK				
YAPILACAK İŞİN ADI	METRAJ	BİRİM FİYAT	TOPLAM	GENEL TOPLAM
DIŞ CEPHE EPS Plus MANTOLAMA PAKET SİST. 5 CM KARBONLU EPS BOYA SGK VE SARF GİDERLER DAHİL	1.280,04	39,00 TL	49.921,56 TL	49.921,56 TL
MERMERLERİN KURTARMADIĞI YERLERE PVC UV DAYANIMLI MERMER ALTI DENİZLİK UZATMA PROFİLİ YAPILMASI			Yukardaki Fiyata Dahil	
ÇATI İLE YALITIMIN BİRLEŞTİĞİ NOKTALARDA MANTOLAMA İÇERİSİNE SU GİRİŞİNİ ENGELLEMELİK İÇİN SU YALITIMI YAPILMASI			Yukardaki Fiyata Dahil	
BODRUM DUVAR DİPLERİNİN SU İZOLASYON ÜRÜNLERİ İLE İZOLE EDİLİP KAPICI DAİRESİNİN TAVAN DUVAR BOYALARININ YAPILMASI			Yukardaki Fiyata Dahil	

TEKLİF ŞARTLARI



KDV FİYATA DAHİL DEĞİLDİR.



TEKLİFİN GEÇERLİLİK SÜRESİ 31.05.2015

Şekil C.1 : Dış cephe ısı yalıtım teklifi.

EK D

01.01.2015 TARİHLİ ISICAM FİYAT LİSTESİ

Isıcam Klasik	6 / 7.5 / 9 mm	10.5 / 12 mm	14.5 / 16 mm	18 / 20 mm
3+3 DC + DC	33,40	34,60	36,60	38,20
4+3 DC + DC	35,30	36,50	38,50	40,10
4+4 DC + DC	37,20	38,20	40,20	42,00
Isıcam Sinerji - Klasik Isıcamına Göre % 50 Daha Fazla Isı Tasarrufu				
4+3 LOWE + DC	44,00	45,40	47,50	49,30
4+4 LOWE + DC	46,10	47,40	49,50	51,30
Isıcam Konfor - Klasik Isıcamına Göre % 50 Daha Fazla Isı ve Klima Tasarrufu				
4+3 SOLAR LOWE + DC	50,40	51,70	53,90	55,70
4+4 SOLAR LOWE + DC	52,40	53,70	55,90	57,70
Üçlü Isıcam - Klasik Isıcamına Göre % 75 Daha Fazla Tasarruf - MANTOLANMIŞ DUVARLA EŞDEĞER				
4+4+4 LOWE + DC + LOWE	80,40	83,00		
4+4+4 SOLAR LOWE + DC + LOWE	86,70	89,30		
Buzlu Isıcamlar				
4+4 BEYAZ BUZLU + DC	37,80	39,10	41,20	43,00
4+4 BEYAZ SATINA + DC	45,40	46,70	48,90	50,70
4+4 LOWE + BEYAZ BUZLU	46,90	48,30	50,60	52,50
4+4 LOWE + BEYAZ SATINA	55,20	56,60	58,90	60,80
Kalın Isıcamlar				
5+4 DC + DC	43,30	44,50	46,60	48,30
5+5 DC + DC	51,80	53,10	55,40	57,20
6+6 DC + DC	54,90	56,30	58,60	60,40
Reflektör ve Renkli Isıcamlar - Estetik ve konfor bir arada				
4+4 TENTESOL MAVİ + DC		59,70	61,80	63,60
4+4 TENTESOL GÜM-YEŞİL-FÜME-BRONZ + DC		57,80	59,90	61,70
6+4 TENTESOL MAVİ + DC		65,10	67,30	69,00
6+4 TENTESOL GÜM-YEŞİL-FÜME-BRONZ + DC		66,00	68,20	70,00
6+6 TENTESOL MAVİ + DC		71,30	73,50	75,20
6+6 TENTESOL GÜM-YEŞİL-FÜME-BRONZ + DC		72,20	74,40	76,20
4+4 FÜME-BRONZ-MAVİ-YEŞİL + DC	44,50	45,80	47,90	49,70
Lamine Isıcamlar - Maksimum Güvenlik Çözümü				
3.3+4 LAMİNE + DC	74,00	75,50	77,90	79,90
4.4+6 LAMİNE + DC	85,30	86,80	89,20	91,20
Birleşik Isıcam Ürünleri				
Isıcam arası ARGON GAZI (1m2) + % 25 daha fazla Isı ve Ses yalıtımı			5,00	
Isıcam arası Karolaj 1 mt.				
	18 mm boyalı	7,50	25 mm boyalı	8,00
	18 mm ahşap kap.	8,50	25 mm ahşap kap.	9,50
1 ad. Çiçek motifi	5,00	18 mm altın parlak	13,50	25 mm altın parlak
				14,50
Isıcam arası Jaluzi Perde (cam hariç) - Gizem ve Estetik bir arada				
1 ad./m2 İpli Jaluzi 22 ara (5 yıl garantili)	45,00 €	Mıknatıslı Jaluzi 22 ara (5 yıl garantili)	55,00 €	
1 ad./m2 İpli Jaluzi 24 ara	33,00 €	Mıknatıslı Jaluzi 24 ara	45,00 €	
1 ad./ünite Uzaktan kumanda farkı	102,00 €	3 m2 den büyük sistem farkı +	6,00 €	
Silikon Bonding (1 mt.) cam giydirmeye cephelerde kaset yapıştırma uygulaması			3,50 €	

Fiyatlara kdv dahil değildir. Diğer Isıcam türleri için bizi arayınız. 0,15 m2 den daha küçük üniteli camlara %20, şablonlu camlara %20, hem üniteli hem şablonlu camlara %40 veya 4 m2 den büyük ürünlere %30 fiyat farkı uygulanır. Ortalama ünitesi 0,10 m2 den küçük veya her ünitesi 5,0 m2 den büyük Isıcamlar için özel fiyat hesaplanır. Her iki kenarı 200 cm. büyükse garanti kapsamı dışındadır. Jaluzi perde fiyatına cam dahil değildir, 1 m2 den küçük jaluziler 1 m2 olarak hesaplanır. Ürün sevkiyatlarımız; müşterilerimizle önceden sözleştiğimiz yere veya merkez adresinedir, harici istikametlere, 150 m2 üstü siparişler ve özel anlaşma ile sevkiyat yapılır. Fax, posta, E-Mail veya elden verilmeyen ölçü, şablon ve mükerrer sipariş sorumluluğu sipariş veren firmaya aittir.

Nakite % 5 iskonto, Kredi kartına tek çekime % 3 iskonto uygulanır.
Vadeli ödeme 30.60.90.120 gün sıralı veya 75 gün ortalama vadeli çek.
Ürünlerimiz ISICAM patentli, TSE ve CE belgeli 10 yıl garantilidir.

Şekil D.1 : Isıcam fiyat listesi.

EK E

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Birim hacim kütlesi ^{1,2)} kg/m ³	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_{30} ³⁾ W/mK
1	DOĞAL TAŞLAR		
1.1	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	> 2800	3,5
		2800	2,3
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	1,0
4.2	Çimento harcı	2000	1,60
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,51
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,40
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,30
		900	0,35
		1000	0,38
5	BETON YAPI ELEMANI		
5.1	Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	2400	2,50
	Donatılı		
	Donatısız	2200	1,65
5.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalara ⁶⁾	800	0,39
		900	0,44
		1000	0,49
		1100	0,55
		1200	0,62
		1300	0,70
		1400	0,79
		1500	0,89
		1600	1,00
		1800	1,30
		2000	1,60
7	KAĞIR DUVARLAR (harç fugaları- derzleri dâhil)		
7.1.5	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	600	0,33
		700	0,36
		800	0,39
		900	0,42
		1000	0,45
10	ISI YALITIM MALZEMELERİ		
10.3	Sentetik köpük malzemeler		
10.3.1	Genleştirilmiş polistiren köpük (PS) levhalar		
10.3.1.1	Polistiren – Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun		0,035
	Isıl iletkenlik grupları		0,040
	035	≥ 15	
	040	≥ 20	
		≥ 30	
10.5	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901-1 EN 13162 10) 'ye uygun		
	Isıl iletkenlik grupları		
	035	(8-500)	0,035
	040		0,040

Şekil E.1 : Yapı malzeme ve bileşenlerinin hesap değerleri [20].

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Onur SANCAKTAR
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 1982
E-posta : onursancaktar@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2006, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2006-2008 yılları arasında Topkapı Endüstri Malları Tic. A.Ş. firmasının, Kaeser kompresörleri bölümünde servis mühendisi olarak çalıştı.
- 2009-2013 yılları arasında Atlas Copco Makinaları İmalat A.Ş. firmasında kompresör tekniği iş alanına ait servisi bölümünde satış mühendisi olarak çalıştı.
- 2013-2015 yılları arasında Atlas Copco Makinaları İmalat A.Ş. firmasında maden ve kaya kazısı iş alanına ait yeraltı bölümü kapital ekipman ve sarf malzeme satış mühendisi olarak çalıştı.
- 2016 yılından bu yana da Atlas Copco Makinaları İmalat A.Ş. firmasında inşaat tekniği iş alanına ait seyyar enerji bölümünde, dizel kompresörlerden sorumlu ürün uzmanı olarak çalışmaktadır.