

**T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MERKEZİ ISITMA SİSTEMİNDE ETKİLİ OLAN
PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI**

Burçin TUNAY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN**

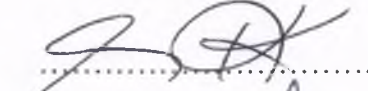
**OCAK 2014
ÇORUM**

Burçin TUNAY tarafından hazırlanan “Merkezi Isıtma Sisteminde Etkili olan Parametrelerin Araştırılması” adlı tez çalışması 30 / 01/ 2014 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN



Doç. Dr. İrfan KURTBAŞ



Yrd. Doç. Dr. Mevlüt ARSLAN



Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 04/02/2014 tarih ve 2014/01... sayılı kararı ile Burçin TUNAY...’ın Makine Müh... Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.



Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Burçin TUNAY



MERKEZİ ISITMA SİSTEMİNDE ETKİLİ OLAN PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

Burçin TUNAY

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2014

ÖZET

Bu çalışmada, bir binanın merkezi ısıtma sistemine etki eden dış hava sıcaklığı, yalıtım kalınlığı, kat yüksekliği, dış kapı ve pencere tipi, pencere alanı, yakıcı tipi, yakıt cinsi gibi parametrelerin toplam radyatör uzunluğu, yıllık ısıtma ihtiyacı, yakıt maliyeti, CO₂ salınımı ve yakıt miktarı üzerine etkileri geliştirilen bir bilgisayar programı yardımıyla incelenmiştir.

Dış hava sıcaklığı ve yalıtım kalınlığı arttığında, toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı, CO₂ salınım miktarının azaldığı görülmüştür. Kat yüksekliği ve pencere toplam ısı transferi katsayısı arttığında ise toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı, yıllık ısıtma ihtiyacı ve CO₂ salınım miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Merkezi ısıtma sistemi, Dış hava sıcaklığı, Yalıtım kalınlığı, CO₂ salınımı

INVESTIGATION OF THE AFFECTIVE PARAMETERS IN A CENTRAL HEATING SYSTEM

Burçin TUNAY

HITIT UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2014

ABSTRACT

In this study, the effects of the affective parameters, such as outdoor air temperature, insulation thickness, floor height, types of doors and windows, area of the windows, types of combustor and fuel on the total radiator length, annual heating capacity required, amount and price of the fuel and CO₂ emission, were investigated by means of a computer code developed for a central heating system of a building.

As the outside air temperature and insulation thickness increased, it was observed that the total length of the radiator, fuel quantity, CO₂ emission reduced. It was also observed that the total radiator length, amount of the fuel, annual heating capacity required and CO₂ emission increased as the floor height and total heat transfer coefficient for windows increased.

Key words: Central heating system, Outside air temperature, Insulation thickness, CO₂ emissions

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca özverili yardımlarını, bilgi ve tecrübesini hiçbir zaman esirgemeyen, değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN'a ve hayatımın her aşamasında bana destek olan sevgili eőim Handan TUNAY'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
RESİMLER DİZİNİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1.GİRİŞ	1
2.LİTERATÜR VE KURAMSAL TEMELLER	3
2.1.Literatür	3
2.2.Kuramsal Temeller	7
2.2.1.Isı yalıtım hesabı	7
2.2.2.Isı kaybı hesabı	12
2.2.3.Isıtıcı cihaz seçimi	16
2.2.4.Yıllık yakıt sarfiyatı ve miktarının hesabı	17
2.2.5.Emisyon miktarının hesabı	18
3.MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1.Materyal	19
3.2.Yöntem	24
4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	33
4.1.Dış Hava Sıcaklığı ile Diğer Parametrelerin Değişimi	33

Sayfa

4.2.Yalıtım Kalınlığı ile Diğer Parametrelerin Değişimi	37
4.3.Kat Yüksekliği ile Diğer Parametrelerin Değişimi	42
4.4.Kapı Malzemesi ile Diğer Parametrelerin Değişimi	47
4.5.Pencere Tipi ile Diğer Parametrelerin Değişimi	52
4.6.Pencere Alanı ile Diğer Parametrelerin Değişimi	57
4.7.Yakıcı Tipi ile Diğer Parametrelerin Değişimi	58
4.8.Yakıt Cinsi ile Diğer Parametrelerin Değişimi	59
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	66
EKLER	69
ÖZGEÇMİŞ	135

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		Sayfa
Şekil 4.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun dış hava sıcaklığı ile değişimi	34
Şekil 4.2.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının dış hava sıcaklığı ile değişimi	35
Şekil 4.3.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO ₂ salınım miktarının dış hava sıcaklığı ile değişimi	36
Şekil 4.4.	Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için toplam radyatör uzunluğunun yalıtım kalınlığı ile değişimi	38
Şekil 4.5.	Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için kullanılacak yakıt miktarının yalıtım kalınlığı ile değişimi	39
Şekil 4.6.	Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yıllık ısı ihtiyacının yalıtım kalınlığı ile değişimi	40
Şekil 4.7.	Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için CO ₂ salınım miktarının yalıtım kalınlığı ile değişimi	41
Şekil 4.8.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun kat yüksekliği ile değişimi	43
Şekil 4.9.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının kat yüksekliği ile değişimi	44
Şekil 4.10.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının kat yüksekliği ile değişimi	45
Şekil 4.11.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO ₂ salınım miktarının kat yüksekliği ile değişimi	46
Şekil 4.12.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun kapı malzemesi ile değişimi	48
Şekil 4.13.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının kapı malzemesi ile değişimi	49
Şekil 4.14.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının kapı malzemesi ile değişimi	50

Şekil		Sayfa
Şekil 4.16.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun pencere tipi ile değişimi	53
Şekil 4.17.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının pencere tipi ile değişimi	54
Şekil 4.18.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının pencere tipi ile değişimi	55
Şekil 4.19.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO ₂ salınım miktarının pencere tipi ile değişimi	56
Şekil 4.20.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının pencere alanı ile değişimi	57
Şekil 4.21.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun yakıcı tipi ile değişimi	58
Şekil 4.22.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının yakıt cinsi ile değişimi	60
Şekil 4.23.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yaklaşık yakıt maliyetinin yakıt cinsi ile değişimi	61
Şekil 4.24.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO ₂ salınım miktarının yakıt cinsi ile değişimi	62
Şekil E2.1.	Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi	84
Şekil E2.2.	Duvar yalıtım tiplerine göre yapı bileşenlerinin gösterilmesi	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge E1.1	Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri	69
Çizelge E2.1.	Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim (taşınım) direnç değeri	84
Çizelge E2.2.	Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ($r_{i,ay}$)	86
Çizelge E2.3.	Laboratuar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü	86
Çizelge E2.4.	Yerleşim yerlerine göre ısı hesabında kullanılacak dış hava sıcaklıkları	86
Çizelge E2.5.	Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları	87
Çizelge E2.6.	Binada ısıtılmayan bölgelerin sıcaklıkları	88
Çizelge E2.7.	Birleştirilmiş artırım katsayısı	88
Çizelge E2.8.	Kat yükseklik artırım değeri	88
Çizelge E2.9.	Yön artırım değeri	89
Çizelge E2.10.	Kapı ve pencerelerin sızdırganlık katsayıları	89
Çizelge E2.11.	Yaklaşık açılan pencere uzunluğunu belirleyen çizelge	89
Çizelge E2.12.	Oda durum katsayısı	90
Çizelge E2.13.	Bina durum katsayısı	90
Çizelge E2.14.	Hesaplamalarda kullanılan yakıt türlerinin FSEG(CO ₂) dönüşüm katsayıları	90
Çizelge E3.1.	Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık °C olarak ortalama iç sıcaklık ($T_{iç,ay}$) değeri	91
Çizelge E3.2	Farklı derece-gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamalarında kullanılacak aylık °C olarak ortalama dış sıcaklık ($T_{dış,ay}$) değeri	91

Çizelge		Sayfa
Çizelge E4.1	Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti W/m^2 olarak değerleri	92
Çizelge E5.1.	En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjisi değerleri	93
Çizelge E5.2.	Bölgelere ve ara değer $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak sınırlandırılan \dot{Q} 'nun hesaplanması	93
Çizelge E5.3.	Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri	94
Çizelge E5.4.	Bazı pencere sistemlerinin U_{pen} değerleri	94
Çizelge E5.5.	Bazı kapı sistemlerinin $U_{kapı}$ değerleri	94
Çizelge E6.1	İllere göre derece gün bölgeleri	95
Çizelge E7.1.	Oda sıcaklığına göre panel plus radyatör ısıtma kapasiteleri	97
Çizelge E7.2.	Oda sıcaklığına göre standart radyatör ısıtma kapasiteleri	98
Çizelge E8.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi	99
Çizelge E8.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi	99
Çizelge E8.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi	100
Çizelge E8.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi	100
Çizelge E8.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi	101
Çizelge E8.6.	Yalıtımsız duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi	101
Çizelge E9.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi	102
Çizelge E9.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi	102

Çizelge		Sayfa
Çizelge E9.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi	103
Çizelge E9.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi	103
Çizelge E9.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi	104
Çizelge E10.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi	105
Çizelge E10.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi	105
Çizelge E10.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi	106
Çizelge E10.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi	106
Çizelge E10.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi	107
Çizelge E10.6.	Yalıtımsız duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi	107
Çizelge E11.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi	108
Çizelge E11.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi	108
Çizelge E11.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi	108
Çizelge E11.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi	108
Çizelge E11.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi	108
Çizelge E11.6.	Yalıtımsız duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi	109

Çizelge		Sayfa
Çizelge E12.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	110
Çizelge E12.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	110
Çizelge E12.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	110
Çizelge E12.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	110
Çizelge E12.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	111
Çizelge E12.6.	Yalıtımsız duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	111
Çizelge E13.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	112
Çizelge E13.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	112
Çizelge E13.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	112
Çizelge E13.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	113
Çizelge E13.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	113
Çizelge E13.6.	Yalıtımsız duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi	113
Çizelge E14.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi	114
Çizelge E14.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi	114
Çizelge E14.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi	114

Çizelge		Sayfa
Çizelge E14.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi	114
Çizelge E14.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi	114
Çizelge E14.6.	Yalıtımsız duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi	115
Çizelge E15.1.	Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi	116
Çizelge E15.2.	İçten yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi	116
Çizelge E15.3.	Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi	116
Çizelge E15.4.	Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi	116
Çizelge E15.5.	Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi	117
Çizelge E15.6.	Yalıtımsız duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi	117

RESİMLER DİZİNİ

Resim		Sayfa
Resim 3.1.	Örnek projenin mimari yerleşim projesi	19
Resim 3.2.	Örnek projenin mimari zemin kat projesi	20
Resim 3.3.	Örnek projenin mimari normal kat projesi	21
Resim 3.4.	EES açılış ekranı	25
Resim 3.5.	Denklem penceresi görünümü	25
Resim 3.6.	Sonuç penceresi görünümü	26
Resim 3.7.	Fonksiyon özellik penceresi görünümü	27
Resim 3.8.	Değişkenlerin tüm bilgi penceresi görünümü	28
Resim 3.9.	Parametrik tablo oluşturma penceresi görünümü	28
Resim 3.10.	Boş parametrik tablo penceresi görünümü	29
Resim 3.11.	Tablo çözüm penceresi görünümü	29
Resim 3.12.	Çözülmüş tablo penceresi görünümü	30
Resim 3.13.	Grafik çizim özellikleri penceresi görünümü	30
Resim 3.14.	Grafik penceresi görünümü	31
Resim 3.15.	Ana pencere araç çubuğu görünümü	32
Resim 3.16.	Araç çubukları ayrıntılı görünümü	32
Resim E16.1.	EES yazılımı ile hazırlanan programın ekran görüntüleri	118

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Sembol	Açıklama	Birim
R	Isıl geçirgenlik direnci	$m^2.K/W$
k	Isıl iletkenlik hesap değeri	$W/m.K$
d	Yapı bileşeninin kalınlığı	m
Q_{yıl}	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	j/yıl
Q_{ay}	Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı	j/ay
H_k	Binanın özgül ısı kaybı	W/K
T_{iç,ay}	Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı	°C
T_{dış,ay}	Aylık ortalama dış ortam sıcaklığı	°C
n_{ay}	Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü	-
φ_{g,ay}	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı	W
φ_{i,ay}	Aylık ortalama iç ısı kazancı	W
t	Zaman	sn
H_i	İletim yoluyla gerçekleşen özgül ısı kaybı	W/K
H_h	Havalandırma yoluyla gerçekleşen özgül ısı kaybı	W/K
U	Yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik katsayısı	$W/m^2.K$
A_{dış}	Binanın dış duvar alanı	m^2
A_{dışk}	Binanın dış duvar kolon alanı	m^2
A_{ttđ/ A_{dö}}	Binanın zemine oturan taban/döşeme alanı	m^2
A_{çatı}	Binanın çatı alanı	m^2
A_{pen}	Binanın toplam pencere alanı	m^2

Sembol	Açıklama	Birim
$A_{kapı}$	Binanın kapı alanı	m^2
A_{pi}	i yönündeki toplam pencere alanı	m^2
A_n	Bina kullanım alanı	m^2
A_{top}	Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam alanı	m^2
$V_{brüt}$	Binanın ısıtılan brüt hacmi	m^3
h_{kat}	Kat yüksekliği	m
h_{bina}	Bina yüksekliği	m
n_h	Hava değişim oranı	-
$r_{i,ay}$	i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü	-
$g_{i,ay}$	i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü	-
$I_{i,ay}$	i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti	W/m^2
F_w	Camlar için düzeltme faktörüdür	-
g_{\perp}	Laboratuar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü	-
KKO_{ay}	Kazanç / kayıp oranı	-
\dot{Q}	Müsade edilen maksimum hacim başı yıllık ısıtma enerji ihtiyacı	kW/m^3
Q	Isı kaybı	kcal/h
K	Yapı bileşenlerinin toplam ısı geçiş katsayısı	$kcal/m^2h^{\circ}C$
ΔT	Yapı bileşenlerinin iki tarafındaki ortam sıcaklıklarının farkıdır	$^{\circ}C$
D	Z_D Artırımında kullanılan katsayı	W/m^2K
Z_D	Birleştirilmiş artırım katsayısı	-

Sembol	Açıklama	Birim
Z_w	Kat yükseklik artırım	-
Z_e	Mekanik havalandırma hesabında kullanılacak olan bina durum katsayısı	-
a	Hava sızdırma katsayısı	m ³ /mh
L	Pencere veya kapının açılan kısımlarının metre olarak çevre uzunluğu	m
P	Oda durum katsayısı	-
H	Bina durum katsayısı	Wh/m ³ K
B_y	Yıllık yakıt sarfıyatı	kg/yıl, m ³ /yıl
Z_g	Günlük çalışma süresi	h
Z_y	Yıllık çalışma süresi	gün
H_u	Yakıtın alt ısıl değeri	kcal/kg
η_k	Yakıcı ısıl verimi	-
M_y	Yıllık yakıt maliyeti	TL/yıl
C_{fy}	Yakıt fiyatı	TL/kg, TL/m ³
SEGM_y	Yıllık CO ₂ emisyon miktarı	kg eşd.CO ₂
FSEG	Yakıt cinsine göre CO ₂ emisyonu dönüşüm katsayısı	kg eşd.CO ₂ /kWh
T	Sıcaklık	°C

1. GİRİŞ

Sanayi devrimi ile yer altı kaynaklarının tüketiminin artması, hızlı kentleşme ve nüfus artışları ile rezervlerin azalması, enerji üretim ve tüketim sırasında çevreye verdiği zararların özellikle sera gazlarının (karbondioksit, metan, azot oksit ve ozon gibi) atmosferdeki yoğunluğunun kabul edilebilir değerleri aşması sebebiyle Avrupa ülkelerinden başlayan çalışmalar tüm dünyaya yayılmıştır. Enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanıldığı konutlar için bu değerlerin düşürülmeye çalışılmasına yardımcı olmak adına kullanılan hesap yöntemlerinin de revize edilerek kullanılacak her malzemenin veya yapılacak her seçimin çevreyi nasıl etkilediği ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Teknolojinin ilerlemesi ile daha ucuz yakıt maliyetleri ile daha fazla çevreye duyarlı olunmaya çalışılmaktadır. Artık her ürünün her markanın hatta her ülkenin çevre için oluşturduğu bir politika mevcuttur. Binalar, dünyada tüketilen enerjinin ve buna bağlı olarak ortaya çıkan CO₂ salınımının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Avrupa'da binaların enerji performanslarını arttırmak ve CO₂ salınımını azaltmak hedefiyle 2002'de Binalarda Enerji Performansı Direktifi yürürlüğe girmiştir. 2010 yılında bu direktifler revize edilmiş ve gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Revizyonun amacı "yaklaşık sıfır enerjili bina" ve "bina enerji performansı minimum gereksinimlerinin optimum maliyet düzeyi" ilkelerini sağlamaktır (Yılmaz ve ark., 2013).

Türkiye'de ise 2008 yılında Avrupa'ya uyum amacı ile Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği çıkartılmıştır. Bu yönetmelik ile bir hesap metodu olan Bep-Tr geliştirilmiş ve binaların ulusal bir sertifikalandırılması için 2010 yılında yayınlanmıştır (Anonim, 2010).

Bu bağlamda küçükte olsa bir ışık tutması için mimar ve mühendislerin tasarım aşamasında bina enerji tüketimine müdahale edebileceklerini göstermek, çevreye duyarlı bir tasarım yapmalarını sağlayabilmek için mevcutta kullanılan ısı kayıp ve ısıtma hesaplarının Çorumda bulunan 3 katlı 9 daireli bir bina için EES yazılımı

yardımıyla program geliştirilerek, dış hava sıcaklığı, yalıtım kalınlığı, pencere ve kapı tipi, kat yüksekliği, yakıcı tipi ve yakıt cinsine göre radyatör uzunluğu, ısıtma ihtiyacı, yakıt maliyeti, CO₂ salınım ve yakıt miktarının değişimi incelenmiştir.

2. LİTERATÜR VE KURAMSAL TEMEL

2.1. Literatür

Bir binanın enerji performansı ile ilgili yapılan literatür çalışmaları dış hava sıcaklığı, yalıtım kalınlığı, CO₂ salınımı ve yakıt cinsi gibi parametreler üzerine yoğunlaşmıştır.

Dış hava sıcaklığı etkisini gösteren bir çalışmada Utlu ve Tekin (2013), simülasyon programı yardımı ile belirlenen iklim koşullarında sıcak su sistemi kullanılarak sıfır enerjili ve enerji verimli binaların uygunluğunu incelenmiştir. Çalışmada, dış hava koşullarının, dış cephe tasarımında kullanılan malzemelerin analizleri yapılmış ve ideal ev tasarımı ile orijinal tasarım kıyaslandığında sonuç olarak %31 dolaylarında ısı enerjisi tasarrufu elde edildiği belirtilmiştir.

Kim ve ark. (2010)'da dış hava sıcaklığının merkezi sistem kazan üzerindeki etkisini görmek için yaptıkları çalışmada, Kore'deki çoğu üniversitede dış hava sıcaklığına göre programlanan merkezi ısıtma sistemleri kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu sistemin düşük kurulum maliyeti ve kolay kullanımı öne çıkarttığından dolayı üniversite binaları için yaygın olduğu ifade edilmiştir. Ancak sadece dış ortam sıcaklığına bağlı çalışan bu sistem iç ortam sıcaklığını rahatsız edici bir aralığa yükseltmiş ve ısıtma kapatıldığında konfor aralığının düştüğü gözlenmiştir. Dış ortama maruz kalan duvarlara yalıtım takviyesi yapılması, açma-kapama şeklinde çalışan özel programlar ile harcanan ısıtma enerjisinin daha da azaltılabilir olduğu ortaya konulmuştur.

Ogonowski (2000)'nin yaptığı bir çalışmada, çeşitli kontrol ekipmanları ile hava durumunun sistem performansı üzerindeki etkilerinin analizi yapılmış ve iç ortam şartlarının dış ortam sıcaklık ve rüzgâr durumuna göre değişimi ile yakıt maliyetine etkisini ortaya konulmuştur.

Dış hava sıcaklığı etkisini konu alan başka bir çalışmada Öz (2011), evlerdeki doğal gaz tüketimindeki değişimlerin % 86'sı dış hava sıcaklık değişimi ile açıklanabileceği ve sıcaklığa göre ters orantılı olduğu ifade edilmektedir.

Yalıtım kalınlığının etkisini gösteren bir çalışmada Kaynaklı ve Yamankaradeniz (2007), derece-gün metodunu kullanarak, dış duvarlar için yalıtım kalınlıklarını tespit etmişlerdir. Çalışmalarında, yakıt olarak doğal gaz ve yalıtım malzemesi olarak polistiren kullanmışlardır. Çalışmada ömür maliyet analizi incelenmiş olup Türkiye'de yalıtım kalınlıklarını 2.8 ile 9.6 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Gelegenis ve ark. (2014)'nin güncel çalışmasında, konutların termal performansını artırmak için ısı yalıtımının genellikle bohçalama şeklinde yapılması gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Ancak, optimum yalıtım kalınlığının seçimi için ayrıntılı bir termal enerji ve ekonomi analizi gerekliliğini gördüklerinden, bunu üç farklı duvar tipi ile Atina'nın saatlik iklim verilerini kullanarak hesaplamışlardır. Herhangi bir tür duvar için en uygun yalıtım kalınlığının 7.1 cm ile 10.1 cm arasında olduğunu bulduklarını ifade etmişlerdir.

Özkan ve ark. (2009)'da yaptıkları başka bir çalışmada, pencere alan oranı, yalıtım malzemesi cinsi ve kalınlığı enerji tüketimi açısından önemli rol oynadığına dikkat çekmiş, TS 825 standardına uygun bir yazılım geliştirilerek Türkiye'nin 4 bölgesi için, farklı yalıtım malzemeleri ve alan oranına göre optimum yalıtım kalınlığını veren grafikler hazırlamışlardır. 4. bölgede alan oranının artmasının yalıtım kalınlığını çok büyük miktarda arttırdığını belirlemişlerdir.

Gölcü ve ark. (2006)'da yaptıkları çalışmada Denizli için binaların ısıtılmasında iki farklı enerji kaynağı ve yalıtım malzemesi taş yünü kullanılarak dış duvarlarda optimum yalıtım kalınlığı hesapmıştır. İthal kömür ve fuel-oil kullanıldığında; 10 yıllık ömür süresi için optimum yalıtım kalınlıkları sırasıyla 0.048m ve 0.082m elde ettiklerini belirtmişlerdir.

CO₂ salınımı üzerinde yalıtım kalınlığının etkisini göstermek için Çomaklı ve Yüksel (2004)'in yaptıkları bir çalışmada, yalıtım malzemesi olarak strafor ve yakıt olarak fuel-oil kullanarak Türkiye'nin en soğuk illerden biri olan Erzurum için derece-gün metodu ile yapılan çalışmada, optimum yalıtım kalınlığı ile CO₂ emisyonunun %27 oranında azaltılabileceğini belirlemişlerdir.

Dombaycı (2007)'nin yaptığı benzer bir çalışmada, Denizli için dış duvarlarda optimum yalıtım kalınlığının çevresel etkisini incelemiştir. Yakıt olarak kömür ve yalıtım malzemesi olarak ekspande polistiren kullanmıştır. Optimum yalıtım kalınlığında enerji tüketiminin %46.6 azalacağı, CO₂ ve SO₂ emisyonlarının ise %41.53 oranında azalacağını tespit etmiştir.

Yakıt cinsinin ve yalıtım kalınlığının etkisini araştırmak için yapılmış çalışmada Uçar ve Balo (2010), Türkiye'nin dört ayrı iklim bölgesindeki dört ayrı şehirde (Mersin, Elazığ, Şanlıurfa, ve Bitlis) ve beş ayrı yakıt türü için (Kömür, Doğal Gaz, Fuel-oil, LPG ve Elektrik) dış duvarların ısıtma ve soğutma yükleri için optimum yalıtım kalınlıklarını ve buna bağlı olarak enerji tasarrufu ve geri dönüş sürelerini hesaplamışlardır. Yalıtım malzemesi olarak ekstrüde polistiren, ekspande polistiren, nil siding ve taş yünü kullanmışlardır. Çalışmada, derece gün sayılarına bağlı P1-P2 metodunu kullanarak hesaplama yapmışlardır. Optimum yalıtım kalınlığının uygulanması ile enerji fiyat tasarrufunun 4.2\$/m² ile 9.5\$/m² arasında değiştiği sonucuna ulaştıklarını ifade etmişlerdir.

Benzer bir çalışmada Bolattürk (2006), ömür maliyet analizi ve derece gün metodu kullanarak beş ayrı yakıt türü için (Kömür, Doğal Gaz, Fuel-oil, LPG ve Elektrik) dış duvarlarda polistiren yalıtım malzemesi kullanarak optimum yalıtım kalınlıklarını bulmuştur. Yapılacak enerji tasarrufu miktarı ile buna bağlı geri ödeme sürelerini 4 ayrı iklim bölgesinde bulunan 16 şehir için belirlemiştir. Çalışmada, şehirler için optimum yalıtım kalınlıklarının 2 ile 17 cm arasında, enerji tasarrufunun %22 ile %79 arasında ve geri ödeme süresini ise 1.3 ile 4.5 yıl arasında değiştiği belirtilmiştir.

Dombaycı ve ark. (2006)'ın yaptıkları bir çalışmada da, beş farklı yakıt (Kömür, Doğal Gaz, LPG, Fuel-oil ve Elektrik) ve iki farklı yalıtım malzemesi (ekspande polistiren ve taş yünü) kullanarak Denizli ili için optimum yalıtım kalınlığı, enerji tasarrufu ve geri dönüş süresini hesaplamışlardır. Optimum yalıtım kalınlığı hesaplanırken, ömür maliyet analizi ve derece gün metodu kullanılmıştır. Kömür için geri dönüş süresini, 1.43 yıl ve birim alan başına tasarrufu ise 14.09 \$/m² bulduklarını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada farklı olarak bir bilgisayar programı yardımıyla, Çorum il sınırında bulunan örnek bir bina için belirlenen 8 farklı parametrenin 6 farklı duvar tipinde değişimlerinin toplam radyatör uzunluğuna, yıllık ısı ihtiyacına, yakıt ve CO₂ salınım miktarına etkisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Yakıt olarak kok ve linyit kömürü, doğalgaz, LPG, Fuel-oil, yalıtım malzemesi olarak ekstrüde polistiren köpük ve taş yünü kullanılmıştır.

2.2. Kuramsal Temel

Bu bölümde binanın ısı performansına etki edecek konular ilgili bilgi verilecektir. Bu kapsamda ısı yalıtım ve ısı kaybı hesabı, ısıtıcı seçimi, yakıt sarfiyatı ve emisyon miktar hesabı üzerinde durulacaktır.

2.2.1. Isı yalıtım hesabı

Isı yalıtım hesabı yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik direncini hesaplamak ve bu yapı elemanları ile inşa edilen duvar, taban, tavan vb. bina bölümlerinden oluşacak iletim ve enfiltrasyon ile ısı kaybını hesaplamak amaçlı yapılır.

Isıl geçirgenlik direncinin hesaplanması

Isıl geçirgenlik direnci Eş. 1.1’de belirtildiği gibi, yapı bileşeninin kalınlık değerinin, ısıl iletkenlik hesap değerine bölünmesi ile hesaplanır (Çengel, 2003). “k” değerleri EK-1’de liste hâlinde verilmiştir.

$$R = \frac{d}{k} \quad (1.1)$$

Çok tabakalı yapı bileşenlerinde ısıl geçirgenlik direnci, tek tek yapı elemanı kalınlıkları (d_1, d_2, \dots, d_n) ve bu yapı elemanlarının, ısıl iletkenlik hesap değerleri (k_1, k_2, \dots, k_n) kullanılarak Eş. 1.2 ile hesaplanır. EK-2 Şekil E2.2’deki gibi farklı duvar tipleri için katmanlarının ve kalınlıkların farklı olmasından dolayı farklı sonuçlar elde edilir.

$$R = \frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2} + \dots + \frac{d_n}{k_n} \quad (1.2)$$

Toplam ısı geçirgenlik direncinin hesaplanması

Bir yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci, yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik dirençlerine, yüzeysel ısı iletim direnç değerleri eklenerek Eş. 1.3'e göre hesaplanır (Genceli ve Parmaksızoğlu, 2008).

$$\frac{1}{U} = R_{iç} + R + R_{dış} \quad (1.3)$$

Toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması

Bir yapı bileşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı, Eş. 1.3'teki denklemin aritmetik tersi alınarak Eş. 1.4'e göre hesaplanır (Anonim, 2000).

$$U = \frac{1}{R_{iç} + R + R_{dış}} \quad (1.4)$$

Burada;

$R_{iç}$: İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci,

$R_{dış}$: Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direncidir.

Yüzeysel ısı iletim direnci (taşınım)

Yapı elemanlarının iç ve dış yüzeylerindeki yüzeysel ısı iletim direnç değerleri için, EK-2'deki Çizelge E2.1'de verilen $R_{iç}$ ve $R_{dış}$ değerleri kullanılmalıdır.

Tek hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binalarda tek bina bölümü için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Anonim, 2010).

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (1.5)$$

$$Q_{ay} = [H_k (T_{iç,ay} - T_{dış,ay}) - n_{ay} (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t \quad (1.6)$$

Burada Eş. 1.6’da köşeli parantez içindeki ifadenin pozitif olduğu aylar için toplama yapılacaktır. Negatif olan aylar dikkate alınmaz.

Hesaplamalar aşağıda verilen işlem sırasına göre yapılmalıdır:

1. Isıtılan ortamın sınırları ve gerekli ise farklı sıcaklıktaki bölgelerin veya ısıtılmayan ortamların sınırları belirlenir.
2. Tek hacimli bir binada, binanın özgül ısı kaybı (H_k) hesaplanmalıdır.
3. Aylık ortalama iç sıcaklıklar ($T_{iç,ay}$) EK-3, Çizelge E3.1’den alınmalıdır.
4. Aylık ortalama dış sıcaklıklar ($T_{dış,ay}$) EK-3, Çizelge E3.2’den alınmalıdır.
5. Aylık iletim ve havalandırma ile ısı kaybı “[$H_k(T_{iç,ay} - T_{dış,ay})$]” eşitliği kullanılarak hesaplanmalıdır.
6. Aylık ortalama iç kazançlar ($\phi_{i,ay}$) hesaplanmalıdır.
7. Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ($\phi_{g,ay}$) hesaplanmalıdır. Hesap sırasında kullanılacak ($I_{i,ay}$) değerleri EK-4’den alınmalıdır.
8. Aylık ortalama dış sıcaklık değerleri kullanılarak aylık kazanç/kayıp oranı (KKO) ve ısı kazancı yararlanma faktörü (n_{ay}) hesaplanmalıdır.
9. Aylık ortalama değerler kullanılarak, “[$n_{ay} (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})$]” eşitliği ile faydalı kazançlar “W” cinsinden hesaplanmalıdır
10. Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı Eş. 1.6’a göre hesaplanmalıdır.
11. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Eş. 1.5’e göre hesaplanmalıdır.

Isıtılan binanın bölümlerinde farklı sıcaklıklar isteniyorsa, hesap birden fazla hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bölümünde verilen metoda göre yapılmalıdır.

Binanın özgül ısı kaybı (H_k), iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybının havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybına ilavesi ile Eş.1.7’deki gibi hesaplanır (Anonim, 2000).

$$H_k = H_i + H_h \quad (1.7)$$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Eş.1.8 ile hesaplanır. Bu eşitlik de yapı elemanlarının bünyesinden iletilen ısı kaybına, varsa ısı köprülerinden iletilen ısı

kaybı eklenir. Isı köprüsü, bitişik yüzeye göre bileşimi değişik, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümdür.

$$H_i = \Sigma AU \quad (1.8)$$

$$\Sigma AU = U_{dış}A_{dış} + U_{pen}A_{pen} + U_{kapı}A_{kapı} + 0.8 U_{çatı}A_{çatı} + 0.5 U_{ttđ}A_{ttđ} \quad (1.9)$$

Burada;

$U_{dış}$: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı,

U_{pen} : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı,

$U_{kapı}$: Kapının ısı geçirgenlik katsayısı,

$U_{çatı}$: Çatının ısı geçirgenlik katsayısı,

$U_{ttđ}$: Toprak temaslı tabanın ısı geçirgenlik katsayısı,

U değeri toplam ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması bölümünde belirtilen metod ile hesaplanır. Hesap yapılırken kullanılması gereken ve malzemelerin ısı iletkenliğini gösteren k değerleri EK-1’de milli veya milletler arası standartları olan malzemeler için verilmiştir.

Doğal havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Eş. 1.10 ile hesaplanır (Oral,2005).

$$H_h = 0.33 n_h \cdot V_h \quad (1.10)$$

Burada;

V_h : Havalandırılan hacim ($V_h = 0,8 \times V_{brüt}$)’dir.

Doğal havalandırma yapılan binalarda havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında havalandırma sayısı “ n_h ” değeri $0,8 (h^{-1})$ olarak alınır.

İç kazançlar aşağıda verilenleri kapsar;

İnsanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları, sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları, yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları, aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları, binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları

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

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

$$A_n = 0,32 \times V_{brüt} \quad (1.11)$$

Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ($\phi_{g,ay}$) binanın durumuna bağlı olarak EK-2 Çizelge E2.2’de verilen gölgeleme faktörü ($r_{i,ay}$) değerleri doğrudan alınıp Eş.1.12 kullanılarak da hesaplanabilir.

$$\phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_{p,i} \quad (1.12)$$

$I_{i,ay}$ değerleri EK-4’den alınır.

Güneş enerjisi geçirme faktörü Eş.1.13 ‘de görüldüğü gibi hesaplanabilir.

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp} \quad (1.13)$$

$F_w = 0,8$ alınır. Ölçü değerlerinin olmaması durumunda “ g_{\perp} ” için EK-2 Çizelge E2.3’deki değerler kullanılabılır.

İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmaz. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu sürelerde, kazançlar anlık kayıplardan fazla olabilir veya kazançlar ısıtmanın gerekmediği zamanlarda gelebilir. İç ortam sıcaklık kontrol sistemi mükemmel değildir ve yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanır. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma

faktörü ile azaltılır; bu faktörün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağıl büyüklüğüne ve binanın ısı kütlesine bağlıdır.

Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü, aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$n_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (1.14)$$

Burada; KKO_{ay} Kazanç / kayıp oranı olup, aşağıda Eş.1.15 'de verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay}) / H_k(T_{iç,ay} - T_{dış,ay}) \quad (1.15)$$

Burada;

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

Birden fazla hacimli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabı

Binadaki farklı amaçlar için kullanılan birimler içerisinde sıcaklık farkı varsa bölümlerinin sınırları belirlenerek tek hacimli bina için verilen hesap metodu, farklı sıcaklıktaki her bina bölümü için ayrı ayrı uygulanmalı ve her bina hacmi için hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı toplanmalıdır.

İzin verilen yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi

Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q_{yıl}$ birim hacim yada alan değerinin EK-5'de verilen formüller ile hesaplanan izin verilen yıllık ısıtma enerjisi \dot{Q} sınır değerinden küçük olduğu gösterilmelidir.

2.2.2. Isı kaybı hesabı

Isı kaybı hesabı TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kurallarına göre yapılmalıdır (Anonim, 1983). Toplam ısı kaybı (Q_{top}) hesabı Eş.2.1'deki gibi yapılır.

$$Q_{top} = Q_i + Q_s \quad (2.1)$$

Burada;

Q_i : Yapı bileşeninden olan artırımı ısı kaybı,

Q_s : Hava sızıntı (enfiltrasyon) ısı kaybıdır.

Yapı bileşeninden olan artırımı ısı kaybı

Her hacim için uygulanması gerekmeyen yapı bileşenlerinden olan artırımı ısı kaybı Eş.2.2'deki gibi hesaplanır.

$$Q_i = Q_0(1 + \% Z_D + \% Z_W + \% Z_H) \quad (2.2)$$

Burada;

Q_0 : Yapı bileşeninden olan artırımı ısı kaybı,

Yapı bileşenlerinden olan artırımı ısı kaybı Eş.2.3'de olduğu gibi hesaplanır.

$$Q_0 = K \times A \times \Delta T \quad (2.3)$$

Burada;

A :Yapı bileşenlerinin Alanı

ΔT hesaplanırken EK-2'deki Çizelge E2.4'deki illerin dış sıcaklığına, Çizelge E2.5'deki iç hava sıcaklıklarına ve Çizelge E2.6'daki binada ısıtılmayan bölgelerin mahal sıcaklıklarına göre hesaplanır.

Birleştirilmiş artırım katsayısı (Z_E) ısınmanın kesintili yada sürekli olup olmasına göre bir değer alır. Bu artırım, bina kesintili ısınması durumunda, soğuyan yapı bileşenlerinin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için göz önüne alınması gereken ısı kapasitesi artırımındır (Genceli ve Parmaksızoğlu, 2008). Yapı ve ısıtma sistemi ne kadar ağırsa ve ne kadar çok kesintili çalışıyorsa, bu

artırım o kadar büyük olmalıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı, işletme durumu ve D katsayısına bağlı olarak EK-2 'deki Çizelge E2.7'de verilmiştir. Çizelgede kullanılacak D katsayısı için Eş.2.4'deki ifade verilmiştir (Anonim, 2008).

$$D = \frac{Q_0}{A_{top}(T_{iç} - T_{dış})} \quad (2.4)$$

Burada;

$T_{iç} - T_{dış}$: İç ve dış sıcaklıklar arası fark

Isıtma sisteminin çalıştırılmasında verilen araya göre 3 tip işletme şekli tanımlanmıştır.

- 1.İşletme Durumu : Daha çok konutlarda sistem hiç söndürülmeden sürekli yanmakla beraber geceleri genellikle ateş azaltılmaktadır.
- 2.İşleme Durumu : Bu sistemler günlük 10 saat süre ile tamamen söndürülmektedir.
- 3.İşletme Durumu: Bu sistemler günlük 14 saat ve üzerinde bir süre ile tamamen söndürülmektedir.

Kat yükseklik artırımını (Z_w) yapının konumu ne olursa olsun belirli bir kattan daha yukarıdaki katlar için alınır. Birkaç kattan sonra artan rüzgar hızı nedeniyle göz önüne alınması gereken bir artırımdır. Ayrıca kazan dairesinden ayrılan kolonlarda sıcaklığı 90 °C olan su, yüksek katlara çıkıncaya kadar soğumaktadır, bireysel sistemlerde bu göz ardı edilebilir. EK-2'deki Çizelge E2.8'de verilen oranlarda artırım eklenir.

Yön artırımını (Z_H) odanın yönünden dolayı dikkate alınması gereken bir artırımdır. Yön artırımını seçerken; yalnız bir dış duvarı olan odalarda bu dış duvarın baktığı yön, köşe odalarda ise iki dış duvarın köşegeninin yönü esas alınır. Köşe odalarda, penceresi olan dış duvarın yönü de esas alınabilir. Dış duvarı ikiden fazla olan odalarda en yüksek yön artırım değeri esas alınır. Yön artırım değeri EK-2'deki Çizelge E2.9' da verilmiştir.

Hava sızıntısı (enfiltrasyon) ısı kaybı

Kapatılmış durumda olan pencere ve kapıların açılan kanatları ile kasaları arada bir boşluk kalmaktadır. Bu aralıktan içeriye soğuk olan dış hava sızmaktadır. Bu durumda, odaya sızan soğuk dış havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir. Bu soğuk sızıntı havasını ısıtmak için gereken ısı miktarına hava sızıntısı (enfiltrasyon) ısı kaybı denir.

Hava sızıntısı ısı kaybı Eş.2.5'deki formül ile hesaplanır.

$$Q_s = \Sigma a.L.P.H.(T_{iç} - T_{dış}). Z_e \quad (2.5)$$

Burada;

Z_e : Her iki dış duvarında pencere olanlar için 1.2, sadece bir duvarında pencere olan odalar için değeri 1 olan katsayıdır.

Sızdırganlık katsayısı EK-2'deki Çizelge E2.10'da malzeme cinsine ve pencere (kapı) tipine göre verilmiştir.

Hava sızıntısı ısı kaybını hesaplamak için pencere ve kapıların açılan kısımlarının çevre uzunlukları önceden hesaplanmalıdır. Pencere ve kapıların açılan kısımlarının çevre uzunluğu bilinmiyorsa yaklaşık olarak hesaplanabilir. Bunun için $W = L / F$ formülü ve EK-2'deki Çizelge E2.11'deki bilgilerden yararlanılır.

Çoğu halde pencereler vasıtası ile içeri sızan hava, kapılardan dışarı sızar. P katsayısı hesaplanan hava miktarına oda durumunun gösterdiği direnci belirtir. P katsayısının tam olarak hesabı imkânsızdır. Normal boyutlarda pencere ve kapıları olan odalar için $P = 0,9$, buna karşılık bir tek iç kapısı olan odalar için $P = 0,7$ alınır. P katsayısının seçimi için EK-2'deki Çizelge E2.12'den yararlanılır.

Bina durum katsayısı binanın konumuna, bölgenin rüzgâr durumuna bağlı olarak EK-2'deki Çizelge E2.13'den seçilir. Ancak Yüksek yapılarda üst katlarda rüzgâr basıncı artacağından sızan hava miktarı da artar.

2.2.3. Isıtıcı cihaz seçimi

Isıtıcı kapasitesini belirlemek için toplam ısı kaybı üzerinden gidilebildiği gibi toplam radyatör miktarı hesaplanarakta bulunabilir.

Toplam radyatör uzunluğunun belirlenmesi

Toplam radyatör uzunluğunu hesaplayabilmek için mahallere konulacak radyatörlerin tipinin, veriminin belirlenmesi gerekmektedir. Fakat öncesinde oda ısı kaybı değerini öngörülemez durumlar için yüzdesel olarak arttırmak icap eder. Yüzdel olarak artırılan bu değer firmaların verdikleri kataloğlardan yararlanılarak bulunan radyatör verimine bölünür. Katalogların kullanımında tesisattaki su sıcaklığı ve oda sıcaklığına bakılır. Bazı firmaların örnek katalogları EK-7'de görülebilir. Kataloglardaki panel radyatör tipinin seçilmesi ile 1 m'sinin vereceği ısı miktarı bulunur. Katalog değerine bölünen ısı kaybı değeri küsuratlı çıkar ise değerleri en yakın üst değere yuvarlamak doğru olacaktır.

Isıtıcı kapasitesinin belirlenmesi

Radyatör uzunluğu hesabı ile bulunan yuvarlanmış değerler bütün odalar için tek tek yapılır. Sonuçta toplanan radyatör verimleri dairenin veya binanın ısıtıcı ihtiyacını ortaya koyar. Isıtıcı seçimi de firmaların kataloglarından yapılır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken durum kullanıcıların ısıtıcı cihazdan maksimum fayda sağlayabilmesi (konfor, ucuz kurulum maliyeti, ucuz işletme maliyeti, işletme kolaylığı, servis bakım sıklığı ve kolaylığı gibi) ve minimum CO₂ salınımı yapan çevreci bir kazan yada kombi olmasıdır (Arısoy ve Küçükçalı, 2000).

2.2.4. Yıllık yakıt sarfiyatı ve miktarının hesabı

Yıllık yakıt sarfiyatı (B_y) için Eş.4.1' deki formül kullanılır (Işık, 2007).

$$B_y = \frac{Q_{top} Z_g Z_y}{2H_u \eta_K} \quad (4.1)$$

Yakıcı ısı verimi (η_K) için aşağıdaki değerler verilmektedir.

Doğalgaz için	: 0.85-0.93
Fuel-oil için	: 0.8
Linyit kömürü için	: 0.60-0.65
Kok ve maden kömürü için	: 0.65-0.70
LPG için	: 0.92

Yakıtın alt ısı değeri (H_u) için aşağıdaki değerler verilmektedir.

Doğalgaz için	: 8250 [kcal/m ³], 11506 [kcal/kg]
Fuel-oil için	: 9875 [kcal/kg]
Linyit kömürü için	: 4731 [kcal/kg]
Kok ve maden kömürü için	: 7000 [kcal/kg]
LPG için	: 11100 [kcal/kg]

Yıllık yakıt maliyeti (M_y) için Eş.4.2' deki formül kullanılır (Yazıcı ve ark.,2012).

$$M_y = B_y \times C_{fy} \quad (4.2)$$

Aralık 2013 tarihinde yerel dağıtım şirketinden alınan doğalgaz ve diğer yakıt fiyatları aşağıdaki gibidir:

Doğalgaz için	: 1,25 [TL/kg]
Fuel-oil için	: 2,73 [TL/kg]
Linyit kömürü için	: 0,46 [TL/kg]
Kok ve maden kömürü için	: 0,89 [TL/kg]
LPG için	: 6,14 [TL/kg]

2.2.5. Emisyon miktarının hesabı

Isıtma tesisatında kullanılan yakıtların yanması sonucu açığa çıkan atık gazların % 85'ini CO₂, % 15'lik kısmını ise kükürtdioksit (SO₂), karbonmonoksit (CO) partikül madde (PM10 ve PM2.5), azot oksit bileşikleri (NO_x) gibi emisyonlar oluşturmaktadır. Ancak, CO₂ harici diğer emisyon değerlerinin yüzdeler oranları küçük olduğu için hesaplamalarda genel yaklaşım olarak CO₂ emisyonu dikkate alınmaktadır. 5 Aralık 2008 tarihinde ve 27075 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde, binaların yıllık CO₂ emisyonunu sınırlandırılmış ve kullanılan enerji kaynağına (yakıt türüne) bağlı olarak, nihai enerji tüketimi sonucu açığa çıkan CO₂ miktarının belirlenmesi için dönüşüm katsayıları (FSEG) verilmiştir. Binanın net enerji tüketimine bağlı olarak kullanılan yakıt cinsine göre yıllık CO₂ emisyon miktarı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre Eş.5.1'den hesaplanır (Yazıcı ve ark., 2007).

$$SEGM_y = 0,001163 \times B_y \times H_u \times FSEG \quad (5.1)$$

Burada,

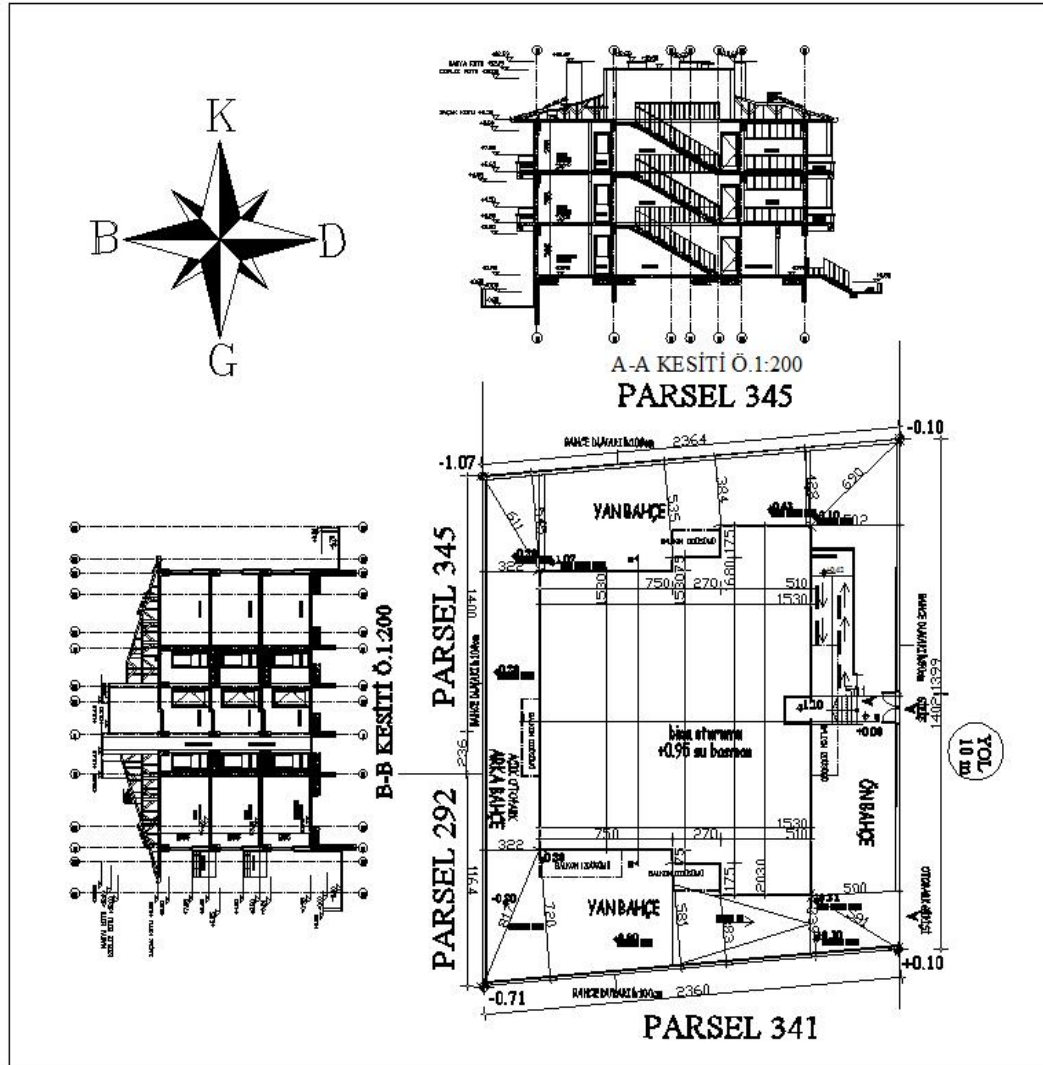
Hesaplamalarda kullanılan yakıt türlerinin FSEG (CO₂) dönüşüm katsayıları EK-2'deki Çizelge E2.14'te verilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

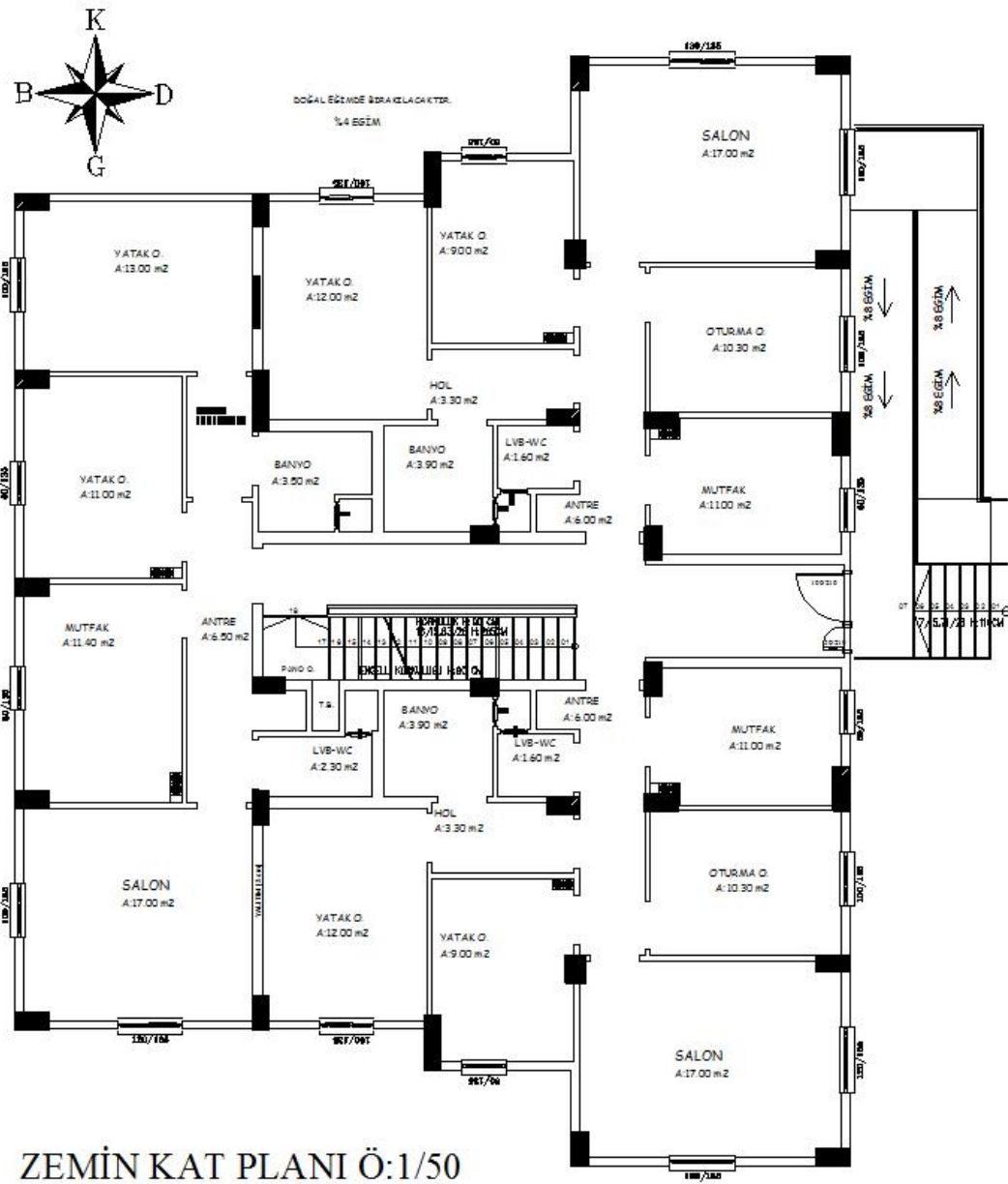
3.1.1. Örnek binanın mimari projesi

Hesaplama için örnek olarak alınan bina Çorum'da 3 katlı 9 daireli taban alanı 264 m² olan bir proje seçilmiştir. Seçilen projenin mimari yerleşim projesi Resim 3.1'de, zemin kat planı Resim 3.2'de, normal kat planı Resim 3.3'de görüldüğü gibidir.

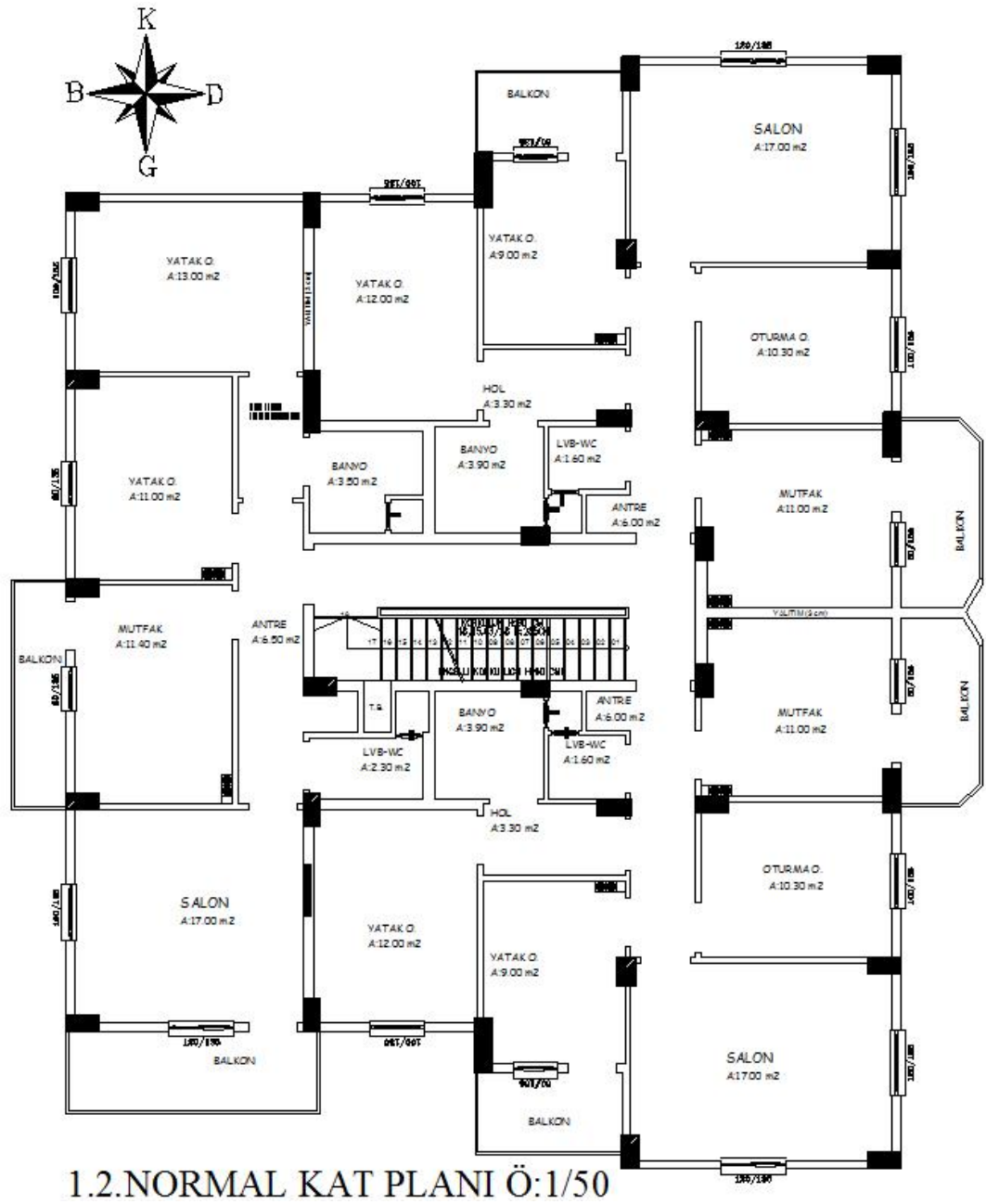


YERLEŞİM PLANI Ö:1/200

Resim 3.1. Örnek projenin mimari yerleşim projesi



Resim 3.2. Örnek projenin mimari zemin kat projesi



Resim 3.3. Örnek projenin mimari normal kat projesi

3.1.2. Tasarımda kullanılacak değişkenler

Bölgesel ve iklimsel değişkenler

Örnek olarak düşünülen bina Çorum il sınırında olduğundan T.C Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yıllarca yapılan ölçümler sonucu belirlenmiş EK-6'de illere göre derece gün bölge listesinde 3. Derece Gün Bölgesinde bulunmaktadır (Anonim, 1998). Dış hava sıcaklığı EK-2 Çizelge E2.4' den bakılarak $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve rüzgârsız olarak belirlenmiştir (Genceli ve Parmaksızoğlu, 2008). Bu dış hava sıcaklığında EK-2 Çizelge e2.5'den toprak temaslı döşeme sıcaklığı $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, çatı arası sıcaklığı $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$, ısıtılmayan iç hacim sıcaklıkları $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve kat arası sıcaklıklar $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak alınmıştır (Anonim, 2008).

Binaya ilişkin değişkenler

Örnek olarak düşünülen bina normal bölgede serbest durumda ve ayırık nizam olacağından EK-2 Çizelge E2.13'den bina durum katsayısı $0,58\text{ W}\cdot\text{h}/\text{m}^3\cdot\text{K}$ alınmıştır. Gölgeleme faktörü ayırık üç kattan fazla binalar için EK-2 Çizelge E2.2'den $r=0,8$, Güneş enerjisi geciktirme faktörü renksiz yalıtım camı için EK-2 Çizelge E2.3'den $g=0,75$ alınmıştır. Bina işletme tipi sürekli olduğundan 1. işletme tipi olarak seçilmiştir ve EK-2 Çizelge E2.7'den $Z_D=7$ olarak alınmıştır. Pencere ve kapı çerçevesi olarak plastik seçildiğinden EK-2 Çizelge E2.10'dan sızdırganlık katsayısı $a=2,5\text{ m}^3/\text{h}$ alınmıştır. Yönlere göre Pencere Alanları Güney yönünde $20,79\text{ m}^2$, Kuzey yönünde $15,93\text{ m}^2$, Batı yönünde $18,36\text{ m}^2$, Doğu yönünde $31,86\text{ m}^2$ olarak toplanmıştır. Binada toplam $86,94\text{ m}^2$ pencere bulunur. Pencere tipi EK-2 Çizelge E2.4'den pencere tipi Ahşap Doğrama (Meşe, Dişbudak-Sert Ağaçlar) 6 mm boşluklu ısı geçirenlik (U_p) katsayısı $2,8\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ seçilmiştir. Kat yüksekliği $2,85\text{ m}$ 'dir. Bina dış duvar alanı 336 m^2 , dış duvar kolon ve giriş alanı 183 m^2 , toprak temaslı döşeme alanı 264 m^2 ve Çatı alanı 264 m^2 olarak hesaplanmıştır.

Diğer değişkenler TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları ve TS 2164 Kalorifer Tesisatı Hesaplama Kurallarına göre ilgili çizelge ve tablolardan alınmıştır.

Program çıktılarında sabit alınan değişkenler

- Şekil 4.1 ile Şekil 4.3 arasındaki grafiklerde ve EK-8’de Çizelge E8.1 ile Çizelge E8.6 arasında dış hava sıcaklığına göre değişimler verilmektedir. Bu çizelgeler ve grafikler oluşturulurken, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere tipi Ahşap Doğrama (Meşe, Dişbudak-Sert Ağaçlar) 6 mm boşluklu, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip, yakıt cinsi doğalgaz ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.
- Şekil 4.4 ile Şekil 4.7 arasındaki grafiklerde ve EK-9’da Çizelge E9.1 ile Çizelge E9.5 arasında yalıtım kalınlığına göre değişimler verilmektedir. Bu çizelgeler ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı -15 °C, kat yüksekliği 2,85 m, pencere tipi Ahşap Doğrama 6 mm boşluklu, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip, yakıt cinsi doğalgaz ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.
- Şekil 4.8 ile Şekil 4.11 arasındaki grafiklerde ve EK-10’da Çizelge E10.1 ile Çizelge E10.16 arasında kat yüksekliğine göre değişimler verilmektedir. Bu çizelgeler ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı -15°C, yalıtım kalınlığı 6 cm, pencere tipi Ahşap Doğrama 6 mm boşluklu, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip, yakıt cinsi doğalgaz ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.
- Şekil 4.12 ile Şekil 4.15 arasındaki grafiklerde ve EK-11’de Çizelge E11.1 ile Çizelge E11.6 arasında kapı tipine göre değişimler verilmektedir. Bu çizelgeler ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı -15 °C, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere tipi Ahşap Doğrama 6mm boşluklu, yakıt cinsi doğalgaz ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.
- Şekil 4.16 ile Şekil 4.19 arasındaki grafiklerde ve EK-12’de Çizelge E12.1 ile Çizelge E12.6 arasında pencere tipine göre değişimler verilmektedir. Bu çizelgeler ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı -15 °C, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip, yakıt cinsi doğalgaz ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.

- Şekil 4.20'deki grafikte ve EK-13'de Çizelge E13.1 ile Çizelge E13.6 arasında pencere alanına göre değişimler verilmektedir. Bu çizelge ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere tipi Ahşap Doğrama 6 mm boşluklu, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip, yakıt cinsi doğalgaz ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.
- Şekil 4.21'deki grafikte ve EK-14'de Çizelge E14.1 ile Çizelge E14.6 arasında yakıcı tipi göre değişimler verilmektedir. Bu çizelge ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere tipi Ahşap Doğrama 6 mm boşluklu, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip ve yakıt cinsi doğalgaz alınmıştır.
- Şekil 4.22 ile Şekil 4.24 arasındaki grafiklerde ve EK-15'de Çizelge E15.1 ile Çizelge E15.6 arasında yakıt cinsine göre değişimler verilmektedir. Bu çizelgeler ve grafikler oluşturulurken dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere tipi Ahşap Doğrama 6 mm boşluklu, kapı malzemesi yalıtımsız metal tip ve ısıtıcı kombi olarak alınmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada EES (Engineering Equation Solver) yazılımı kullanılarak bilgisayar programı geliştirilmiştir. EES sayısal, binlerce doğrusal olmayan cebirsel ve diferansiyel denklemlerin genel bir çözüm programıdır. Program ayrıca, diferansiyel ve integral denklemleri çözmek, optimizasyonu yapmak, belirsizlik analizi yapmak, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon gerçekleştirmek, birim dönüştürmek, birim tutarlılığını kontrol etmek ve kaliteli yayın grafikleri üretme işlerini gerçekleştirir.

EES'nin önemli bir özelliği de, yüzlerce madde için sağlanan yüksek doğrulukta termo-fiziksel özellikleri veri tabanını kullanımına izin vererek bu denklemleri çözme kapasitesidir (Anonim, 2013a).

Denklemler penceresi Resim 3.5'deki gibidir. Bu pencerede EES yazım kurallarına göre sonucunu hesaplamak istediğimiz değişkenler ile denklemler yazılır. Programın temeli Newton Raphson metodu da göre çözüm uyguladığından, hataların azaltılması yolu ile doğru çözüme gitmeye çalışır, program bunu gerçekleştirmek için ilk değerleri kendisi atayacaktır.

Biçimlendirilmiş denklem penceresinde yazılmış formüllerin görsel olarak düzenlenmiş biçimi gösterilmektedir.

Program Solve (çöz) komutu verildiğinde karşımıza bir küçük ekran çıkar. Bu ekranda denklem sayısı, çözümlenme süresi, hata oranlarını göstermektedir. Eğer çok bilinmeyenli bir problemimiz varsa program çözüme ulaşırken ırsakabilir. Bu nedenle çok bilinmeyenli problemlerde, ilk değerlerin tahmin edilebilir bir şekilde programa girilmesi bize zamandan tasarruf sağlayacaktır.

Sonuç penceresi hesaplama işlemi bittikten sonra ekrana Resim 3.6'daki gibi gelir. Denklemlerle tanımlanan değişkenlerin arandıkları değerleri harf sırası ile gösterilir.



The screenshot shows the 'Solution' window in EES software. The window title is 'EES Solution'. Below the title bar, there is a 'Unit Settings' section with the units: [kJ]/[C]/[K^m]/[kg]/[degrees]. The main area of the window displays a list of variables and their values, organized in four columns. The variables are listed in alphabetical order by their prefix (A, A0, A02, A03, A04, A05).

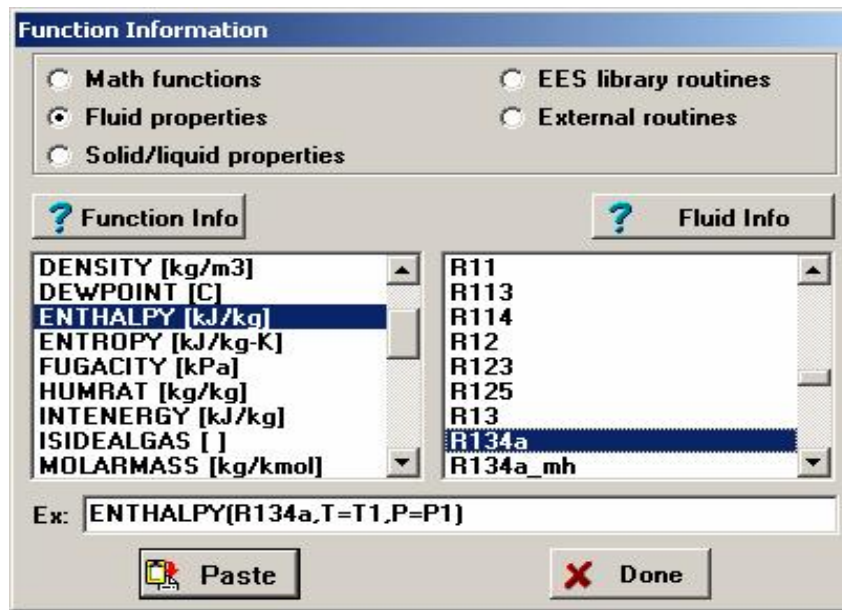
Variable	Value	Unit
A1_komp_mukac	104.9	[kcal/m^2]
A1_m_zik	26.92	[kcal/m^2]
A1_m_zop	85.82	[kcal/m^2]
A2_amb_s_t_m_s_desi	811.1	[kcal/hr]
A2_oo_c_c	67.52	[kcal/m^2]
A2_oo_d_k	42.63	[kcal/m^2]
A2_oo_k_k	15.12	[kcal/m^2]
A2_oo_d_1_d	64.48	[kcal/m^2]
A2_oo_d_2_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_3_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_4_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_5_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_6_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_7_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_8_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_9_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_10_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_11_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_12_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_13_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_14_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_15_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_16_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_17_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_18_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_19_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_20_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_21_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_22_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_23_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_24_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_25_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_26_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_27_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_28_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_29_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_30_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_31_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_32_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_33_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_34_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_35_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_36_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_37_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_38_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_39_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_40_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_41_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_42_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_43_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_44_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_45_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_46_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_47_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_48_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_49_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_50_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_51_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_52_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_53_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_54_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_55_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_56_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_57_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_58_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_59_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_60_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_61_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_62_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_63_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_64_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_65_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_66_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_67_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_68_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_69_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_70_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_71_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_72_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_73_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_74_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_75_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_76_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_77_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_78_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_79_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_80_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_81_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_82_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_83_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_84_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_85_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_86_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_87_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_88_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_89_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_90_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_91_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_92_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_93_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_94_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_95_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_96_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_97_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_98_d	44.57	[kcal/m^2]
A2_oo_d_99_d	125.8	[kcal/m^2]
A2_oo_d_100_d	44.57	[kcal/m^2]
A0_mBK1	150.3	[kcal/m^2]
A0_mD0	55.5	[kcal/m^2]
A0_mDk1	59.72	[kcal/m^2]
A02_oo_d_d	55.45	[kcal/hr]
A02_oo_c_c_1	23.3	[kcal/m^2]
A02_oo_d_k_k	5.62	[kcal/m^2]
A03_s_9E2_r	952.7	[kcal/hr]
A03_s_2Dk1	23.43	[kcal/m^2]
A03_s_2Dk2	23.83	[kcal/hr]
A03_s_2Dk3	141.3	[kcal/m^2]
A03_s_2Dk4	4.467	[kcal/hr]
A04_s_2Dk1	952.7	[kcal/m^2]
A04_s_2Dk2	6.242	[kcal/hr]
A04_s_2Dk3	3.832	[kcal/m^2]
A04_s_2Dk4	4.693	[kcal/hr]
A04_s_2Dk5	2.56	[kcal/m^2]
A05_s_2Dk1	63.17	[kcal/hr]
A05_s_2Dk2	3.832	[kcal/m^2]
A05_s_2Dk3	142.2	[kcal/hr]
A01_m_2D1	25.5	[kcal/m^2]
A01_m_2D2	55.21	[kcal/hr]
A01_m_2D3	25.6	[kcal/m^2]
A02_oo_d_1d	24.61	[kcal/m^2]
A02_oo_d_2d	55.74	[kcal/m^2]
A02_oo_d_3d	8.27	[kcal/m^2]
A03_oo_d_1b	22.52	[kcal/m^2]
A03_oo_d_2b	16.25	[kcal/m^2]
A03_oo_d_3b	31.34	[kcal/m^2]
A03_oo_d_4b	14.1	[kcal/hr]
A03_oo_d_5b	5.357	[kcal/hr]
A04_oo_d_1	66.2	[kcal/m^2]
A04_oo_d_2	6.582	[kcal/hr]
A04_oo_d_3	52.84	[kcal/m^2]
A04_oo_d_4	18.49	[kcal/m^2]
A05_oo_d_1	857.3	[kcal/m^2]
A05_oo_d_2	34.22	[kcal/hr]
A05_oo_d_3	70.98	[kcal/m^2]
A05_oo_d_4	2.56	[kcal/m^2]

Resim 3.6. Sonuç penceresi görünümü

Denklem penceresinde eşitlikler dışında yorum, açıklama vb gibi metin yada işleme dahil edilmesi istenmeyen denklemler "" yada {} içinde yazılır. Bu şekilde yazılan metinler biçimlendirilmiş denklem penceresinde gösterilir.

Değişkenlerin bilgilerine değişken seçildikten sonra sağ tıklama ile ulaşılabilir. Karşımıza çıkan pencereden birimi, rengi, format bilgileri buradan takip edilebilir.

Denklem penceresine denklemlerin yazımı sırasında ihtiyaç olabilecek Resim 3.7’de görünen gibi matematik, akışkan ve katı malzemelerin temel özellikleri ayrıca EES’nin kendi kütüphanesindeki ve dış kaynaklardaki bilgilerde kullanılabilir.



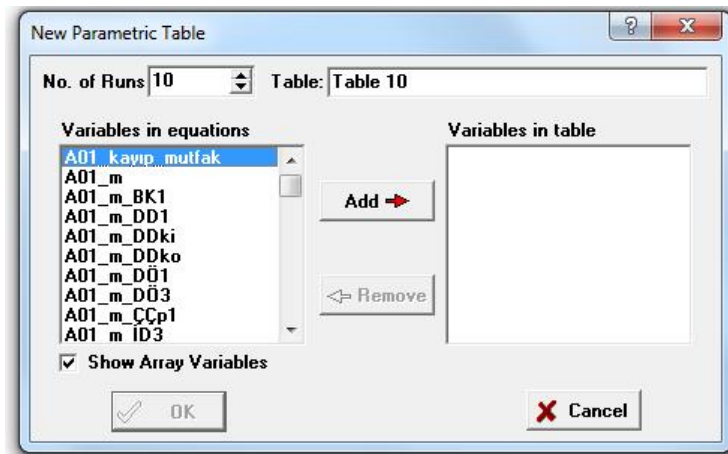
Resim 3.7. Fonksiyon özellik penceresi görünümü

Resim 3.8’de denklemlerde kullanılan tüm değişkenlerin bilgilerine ulaşılabilir. Buradan birimleri, gösterim şekli (virgülden sonra kaç basamak yada e üstü kaç olacağı gibi), hesaplanmış bir değeri varsa kaç olduğu gibi bilgiler görülür.

Variable	Guess	Lower	Upper	Display	Units	Key	Comment
A_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	m^2		
A_2	1	-infinity	infinity	A 3 N	m^2		
h_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	kJ/kg		
h_2	100	0.0000E+00	infinity	A 3 N	kJ/kg		
m_dot_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	kg/s		
m_dot_2	1	-infinity	infinity	A 3 N	kg/s		
P_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	kPa		
P_2	1	-infinity	infinity	A 3 N	kPa		
T_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	C		
T_2	1	-infinity	infinity	A 3 N	C		
Vel_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	m/s		
Vel_2	0	-infinity	infinity	A 3 N	m/s		
v_1	1	-infinity	infinity	A 3 N	m^3/kg		

Resim 3.8. Değişkenlerin tüm bilgi penceresi görünümü

Yeni bir parametrik tablo oluşturmak istediğimizde Resim 3.9’deki gibi bir pencere çıkar buradan denklemler içindeki hangi değişkenleri kullanacağımız soldaki kısımdan seçilir. Seçilen değişkenlere eklendiğinde sağ tarafa geçer. Bu değişkenlerle tabloda kaç satır olacak tablo ismi ne olacak bu pencereden belirlenir.



Resim 3.9. Parametrik tablo oluşturma penceresi görünümü

Oluşturulan parametrik tablo Şekil 3.10'daki gibi karşımıza gelir. Bu tabloda değerini kendimizin belirlemek istediğimiz sütuna değerler girilir. Denklem penceresinde daha önce atanmış bu değişken için değer "" yâda {} içine alınır. Bu sayede denklemler çözülürken bu değişken için değerleri tablodan alır ve çözer.

1..10	1 P ₂ [kPa]	2 T ₂ [C]	3 h ₂ [kJ/kg]	4 Vel ₂ [m/s]
Run 1	100			
Run 2	150			
Run 3	200			
Run 4	250			
Run 5	300			
Run 6	350			
Run 7	400			
Run 8	450			
Run 9	500			
Run 10	550			

Resim 3.10. Boş parametrik tablo penceresi görünümü

Tablo çözme butonuna basıldığında Resim 3.11'deki gibi hangi tablonun hangi satırlarının çözümü yapılacağını seçeceğimiz pencere gelir. Tamam butonu ile seçilen satırlarda denklemler uygulanır ve sonuçlar Resim 3.12'deki gibi tabloyu otomatik doldurur.

Solve Table

Table: yakıt cinsi

First Run Number: 1

Last Run Number: 5

Update guess values

Stop if error occurs

Use input from Diagram

Show unit checking warnings

Solve in reverse order

OK

Cancel

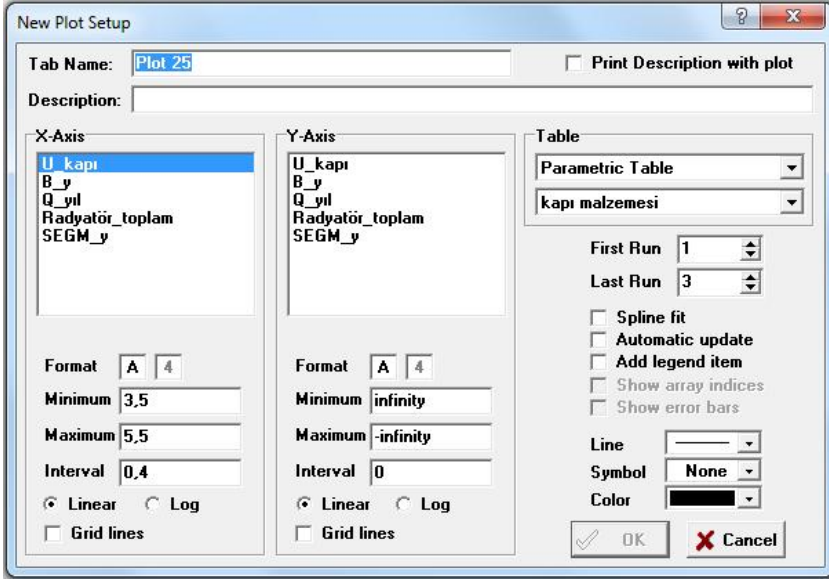
Resim 3.11. Tablo çözüm penceresi görünümü



	1	2	3	4	5	6	7
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	4731	34396	0,65	0,464	15960	0,433	81947
Run 2	7000	23247	0,65	0,890	20690	0,467	88382
Run 3	8250	13786	0,93	0,900	12408	0,234	30952
Run 4	9875	11643	0,92	2,710	31552	0,330	44125
Run 5	11100	11912	0,8	5,548	66085	0,320	49206

Resim 3.12. Çözülmüş tablo penceresi görünümü

Oluşturulan tablolardan Resim 3.13'deki gibi grafik çizmek istendiğinde Resim 3.14'deki gibi pencereden eksenlerde kullanılacak değişken seçilir. Maksimum, minimum ve aralık değerleri, çizgi kalınlığı ve rengi, grafiğin lineer yada logaritmik olacağı gibi özelliklerine müdahale edilebilir.



New Plot Setup

Tab Name: Plot 25 Print Description with plot

Description:

X-Axis: U_kapı, B_y, Q_yıl, Radyatör_toplam, SEGM_y

Y-Axis: U_kapı, B_y, Q_yıl, Radyatör_toplam, SEGM_y

Table: Parametric Table, kapı malzemesi

First Run: 1, Last Run: 3

Spline fit, Automatic update, Add legend item, Show array indices, Show error bars

Line: —, Symbol: None, Color: —

Linear Log, Grid lines

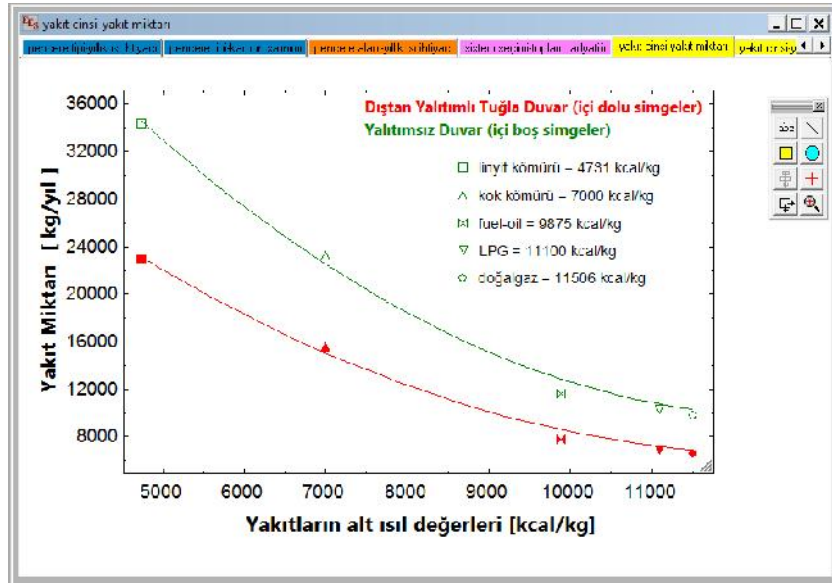
Format: A, 4, Minimum: 3,5, Maximum: 5,5, Interval: 0,4

Format: A, 4, Minimum: infinity, Maximum: -infinity, Interval: 0

Linear Log, Grid lines

OK Cancel

Resim 3.13. Grafik çizim özellikleri penceresi görünümü



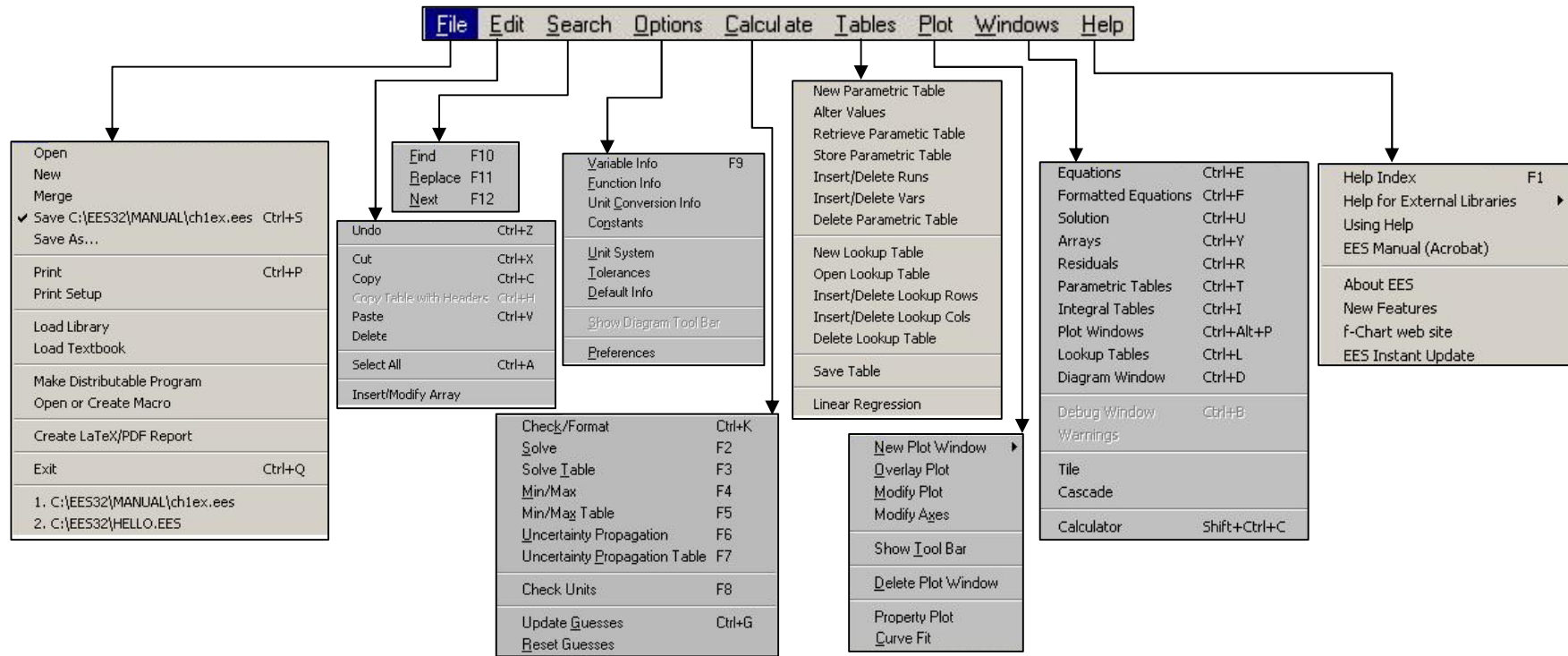
Resim 3.14. Grafik penceresi görünümü

Grafik penceresinde sağ tıklandığında üzerine metin, çizgi, şekil eklemek için butonlar bulunan bir pencere açılır. Bu butonlar ile grafik üzerine açıklamalar ve şekiller eklenebilir.

EES ana penceredeki menülerin görünümü Resim 3.15'deki ve alt menülerin içerikleri Resim 3.16'da verilmiştir.



Resim 3.15. Ana pencere araç çubuğu görünümü



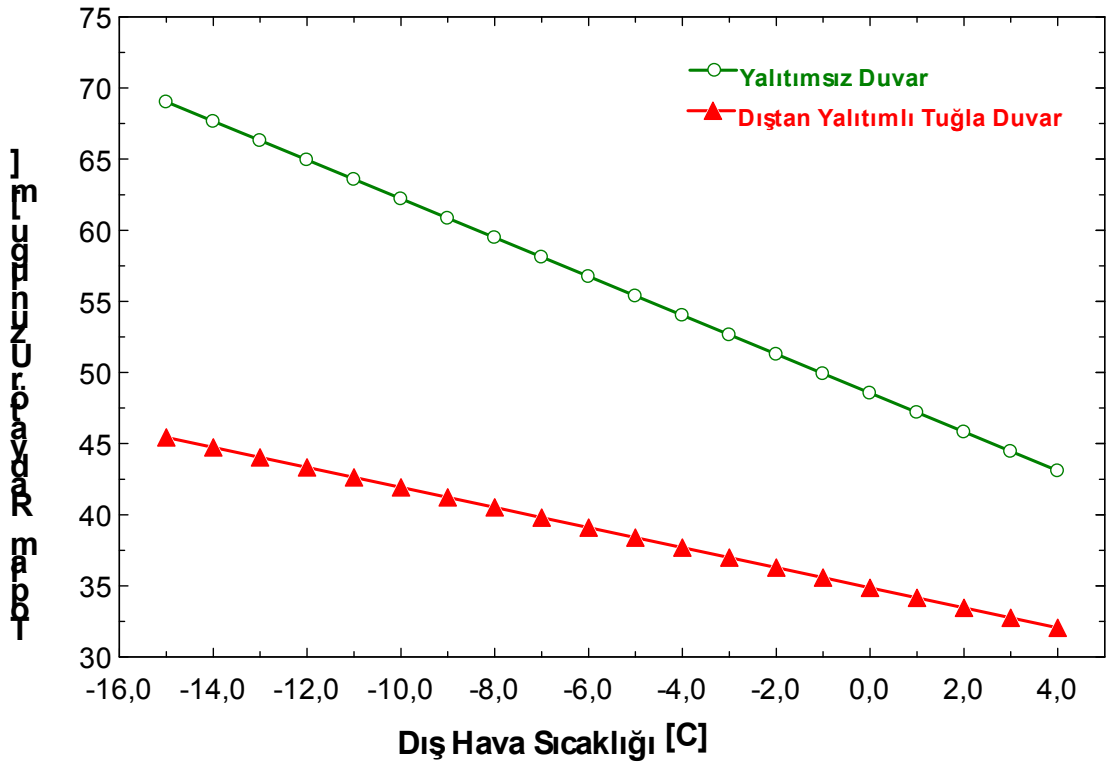
Resim 3.16. Araç çubukları ayrıntılı görünümü

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Dış Hava Sıcaklığı ile Diğer Parametrelerin Değişimi

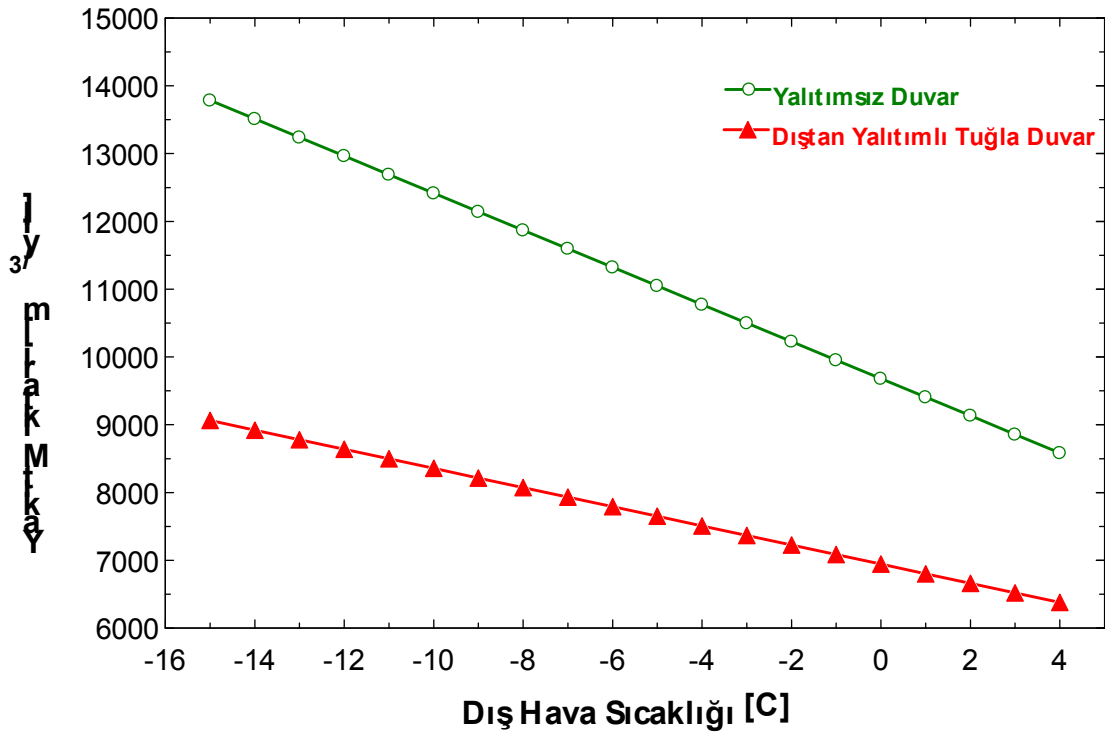
Çorum için ısı kaybı hesabı standartlarda belirlenen dış hava sıcaklığı -15°C olmasına rağmen bu sıcaklık gerçekte değişkenlik göstermektedir. Yakıcı sistemin çalışmaya başlatıldığı ay ile durdurulduğu ay arasında bu sıcaklık değişikliği farklılık göstermektedir. İklim verilerinin tespitinde uzun döneme ait ölçülmüş meteorolojik değer olarak en az 12 yıllık saatlik veri değerleri kullanılmıştır.

Günümüzde hala 1983 de yayınlanan TS 2164'e ait dış hava sıcaklıkları kullanılıyor olsa da ASHRAE gibi derneklerin yapmış olduğu çalışmalar ile hesaplarda kullanılan bu sıcaklıkların değişmesi gerekliliği ortaya koyulmuştur (Yılmaz ve Bulut, 2001). Bu nedenle farklı hava sıcaklıklarında yalıtım kalınlığı her bir duvar tipi için 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere ısı geçirgenlik direnci $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, kapı ısı geçirgenlik direnci $5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, yakıt cinsi doğalgaz alındığında toplam radyatör uzunluğu, ısıtma için kullanılacak doğalgaz miktarı ve CO_2 salınım miktarının nasıl değiştiği Şekil 4.1 ile Şekil 4.3 arasındaki grafiklerde verilmektedir. Şekillerde bahsedilmeyen içten ve ortadan yalıtımlı tuğla duvar, dıştan yalıtımlı gaz beton ve perde beton duvar gibi duvar tipleri içinde elde edilen sonuçlar EK-8'deki Çizelge E8.1 ile Çizelge E8.6 arasında verilmektedir.



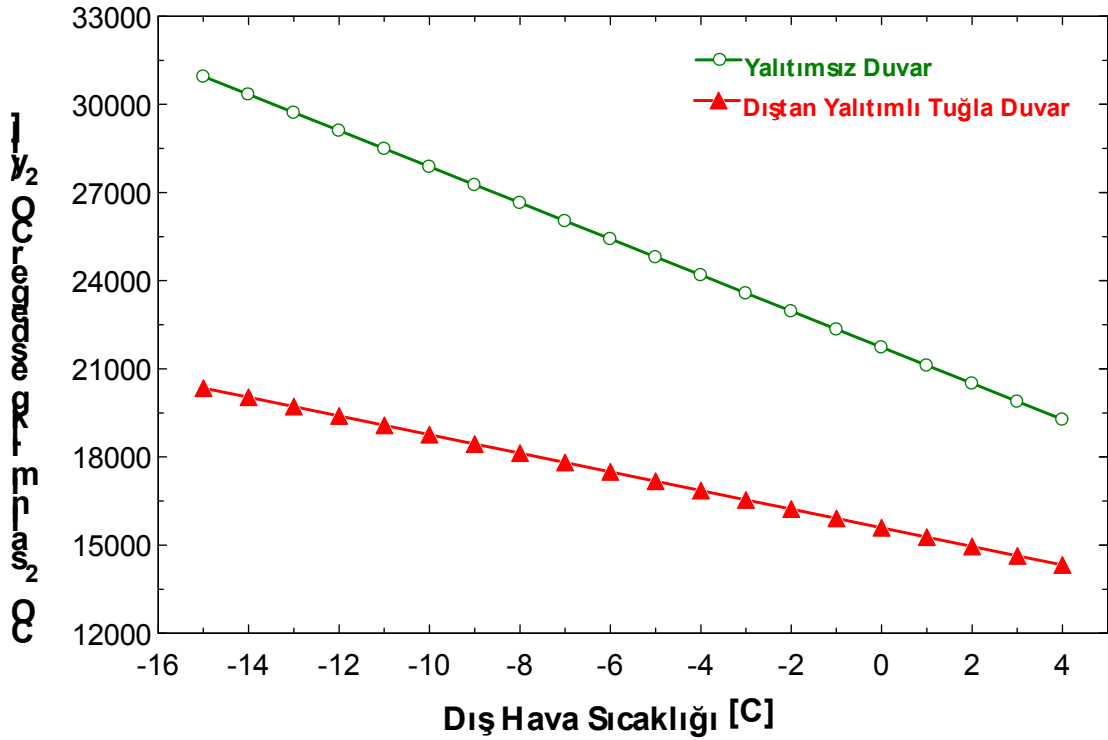
Şekil 4.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun dış hava sıcaklığı ile değişimi

Şekil 4.1 dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun dış hava sıcaklığı ile değişimini göstermektedir. Dış hava sıcaklığı artışına bağlı olarak kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun doğrusal bir şekilde azaldığı bütün duvar tipleri için EK-8'deki çizelgelerde görülmektedir. Bu durum sabit yalıtım kalınlıklarında ısı kaybı değerinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için dış hava sıcaklığı arttıkça toplam radyatör uzunluğu azaldığı Şekil 4.1'de görülmüştür. -15 °C ile +4 °C aralığında toplam radyatör uzunluğu yalıtımsız duvar tipinde 69 m ile 43,1 m arasında değişirken, dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde 46,2 m ile 32,4 m arasında değişmiştir. Buradan -15 °C'de dıştan yapılan yalıtımın yalıtımsız duvara göre toplam radyatör uzunluğuna etkisinin yaklaşık %33 olduğu görülebilir.



Şekil 4.2. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının dış hava sıcaklığı ile değişimi

Şekil 4.2 dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yakıt olarak seçilen doğalgaz miktarının dış hava sıcaklığı ile değişimini göstermektedir. Dış hava sıcaklığı artışına bağlı olarak doğalgaz miktarı da doğrusal bir şekilde azaldığı bütün duvar tipleri için EK-8'deki çizelgelerde görülmektedir. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için dış hava sıcaklığı arttıkça yakıt miktarının azaldığı Şekil 4.2'de görülmüştür. -15 °C ile +4 °C aralığında yakıt miktarı yalıtımsız duvar tipinde 13786 m³ ile 8585 m³ arasında %38 oranında değişirken, dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde 9210 m³ ile 6447 m³ arasında %30 oranında değişmiştir. Buradan -15 °C'de dıştan yapılan yalıtımın yalıtımsız duvara göre yakıt miktarına etkisinin yaklaşık %33 olduğu görülebilir.



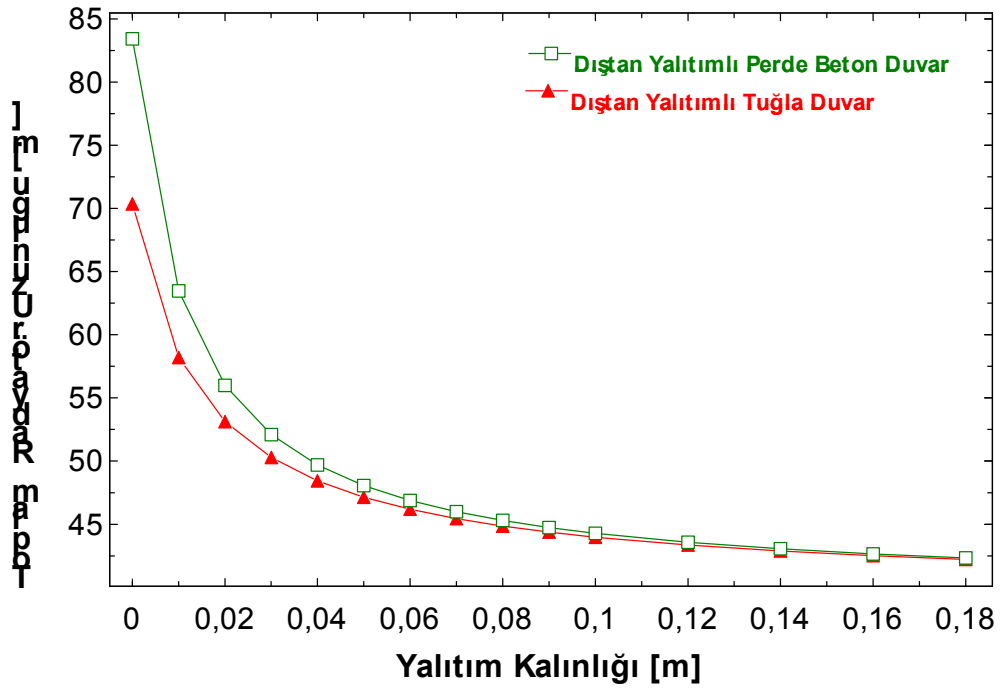
Şekil 4.3. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO₂ salınım miktarının dış hava sıcaklığı ile değişimi

Şekil 4.3 dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO₂ salınım miktarının dış hava sıcaklığı ile değişimini göstermektedir. Dış hava sıcaklığı artışına bağlı olarak CO₂ salınım miktarı da doğrusal bir şekilde azaldığı bütün duvar tipleri için EK-8'deki çizelgelerde görülmektedir. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için dış hava sıcaklığı arttıkça CO₂ salınım miktarının azaldığı Şekil 4.3'de görülmüştür. -15 °C ile +4 °C aralığında CO₂ salınım miktarı yalıtımsız duvar tipinde 30952 kg eşdeğer CO₂ ile 19274 kg eşdeğer CO₂ arasında %38 oranında değişirken, dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde 20678 kg eşdeğer CO₂ ile 14474 kg eşdeğer CO₂ arasında %30 oranında değişmiştir. Buradan -15 °C'de dıştan yapılan yalıtımın yalıtımsız duvara göre yakıt miktarına etkisinin yaklaşık %33 olduğu görülebilir. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar arasında fark -15 °C de 10274 kg eşdeğer CO₂ buda 1,6 motor bir aracın yaklaşık 60000 km yol yaparken çevreye verdiği CO₂ salınımına eşdeğerdir.

4.2. Yalıtım Kalınlığı ile Diğer Parametrelerin Değişimi

Yapılarda ısı yalıtımı uygulamaları ile binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarları sınırlandırılabilir, dolayısıyla enerji tasarruflu yapılar üretilebilir. Yapılarda ısı yalıtımı sayesinde, ısıtma soğutma giderleri azalır ve bina içinde yaşayanlara yapı fiziği şartlarına uygun konforlu bir ortam sunulduğu için enerji tasarrufu da sağlanmış olur (Koçu ve Dereli, 2010).

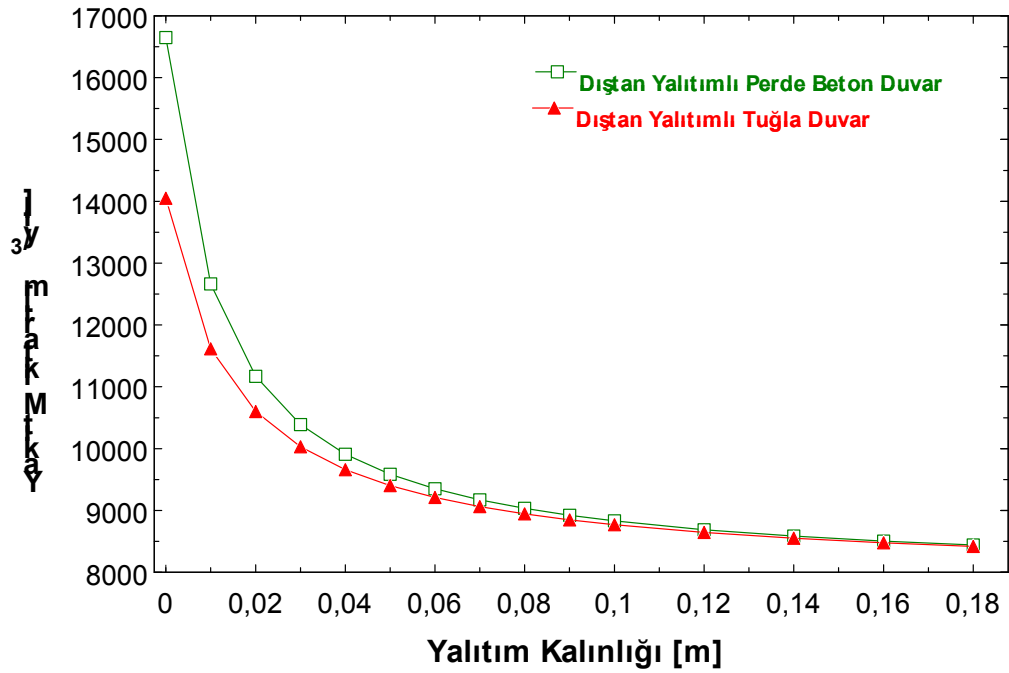
Çorum 3. Bölgede olduğu için ısı yalıtım hesaplarında \dot{Q} (izin verilen yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi) sınırlandırılmasına bağlı olarak yalıtım kalınlıklarının analiz edilmesi doğru olacaktır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için 5 cm, içten yalıtımlı tuğla duvar için 5 cm, ortadan yalıtımlı tuğla duvar için 6 cm, dıştan yalıtımlı perde beton duvar için 6 cm, dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için 4 cm bu değeri karşılar. EK-9'daki çizelgeler incelendiğinde 6 cm yalıtım kalınlığının bütün duvar tipleri için bu değeri karşıladığı görülmektedir. Bu nedenle hesaplarda bütün duvar tipleri için 6 cm yalıtım kalınlığı sabit alınmıştır. Yalıtım kalınlığı arttıkça kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun, kullanılacak doğalgaz miktarının, yıllık ısı ihtiyacının, CO₂ salınımının azaldığı bütün duvar tiplerinde Şekil 4.4 ile Şekil 4.7 arasındaki grafiklerde görülmektedir. Yalıtım kalınlığının küçük değerlerinde bu azalmanın hızlı olduğu fakat kalınlık 5 cm üstüne çıktığında azalma oranının düştüğü hatta 18 cm sonrasında azalmanın durma seviyesine geldiği görülmektedir. Değişik duvar tiplerinde dış hava sıcaklığı -15 °C, kat yüksekliği 2,85 m, pencere ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K, kapı ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K, yakıt cinsi doğalgaz alındığında yalıtım kalınlığının parametreleri nasıl etkilediği EK-9'daki çizelgelerde görülmektedir.



Şekil 4.4. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için toplam radyatör uzunluğunun yalıtım kalınlığı ile değişimi

Şekil 4.4 dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için toplam radyatör uzunluğunun yalıtım kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Yalıtım kalınlığı artışına bağlı olarak toplam radyatör uzunluğunun azaldığı bütün duvar tipleri için EK-9'daki çizelgelerde görülmektedir. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yalıtım kalınlığı arttıkça toplam radyatör uzunluğu azaldığı Şekil 4.4'de görülmüştür. 0 ile 18 cm yalıtım kalınlığı aralığında dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde 70,4 m ile 42,2 m arasında %40 oranında değişirken, dıştan yalıtımlı perde beton duvar tipinde 83,4 m ile 42,5 m arasında %49 oranında değişmiştir.

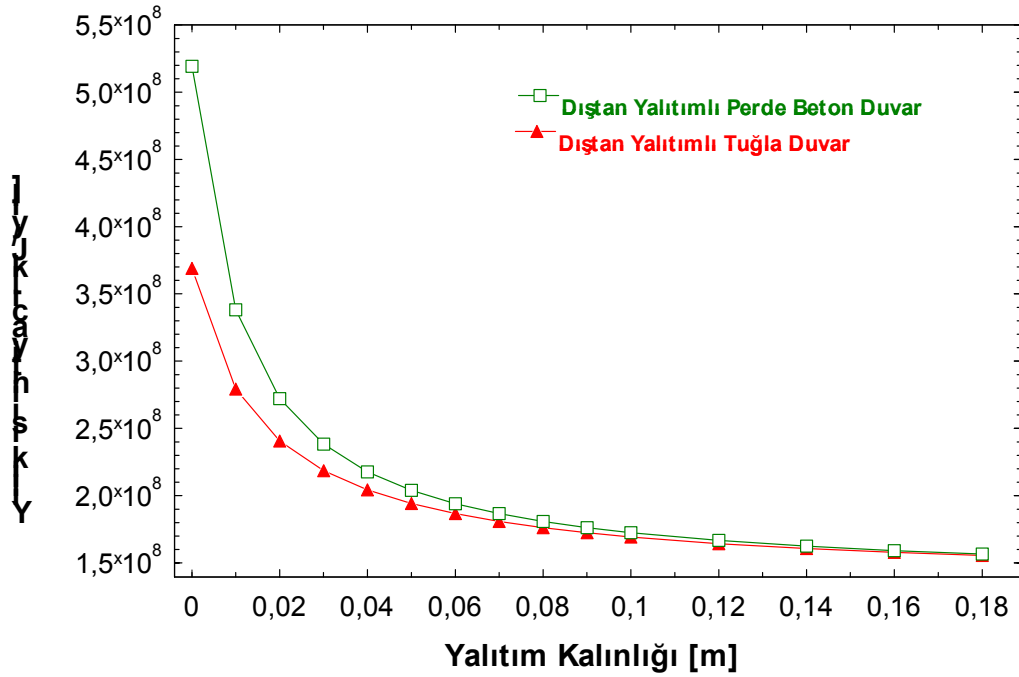
Binanın \dot{Q} değeri sağlayan minimum 6 cm yalıtım kalınlığı dikkate alındığında bu iki duvar tipi arasında toplam radyatör uzunluğunda %1,5'lik bir değişim olduğu görülmektedir. Bunun sebebi perde beton duvarın ısı geçirgenlik direncinin tuğla duvardan fazla olmasıdır.



Şekil 4.5. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için kullanılacak yakıt miktarının yalıtım kalınlığı ile değişimi

Şekil 4.5. dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yakıt miktarının yalıtım kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Yalıtım kalınlığı artışına bağlı olarak yakıt miktarının azaldığı bütün duvar tipleri için EK-9'daki çizelgelerde görülmektedir. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yalıtım kalınlığı arttıkça yakıt miktarının azaldığı Şekil 4.5.'de görülmüştür. 0 ile 18 cm yalıtım kalınlığı aralığında dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde 14049 m³ ile 8418 m³ arasında %40 oranında değişirken, dıştan yalıtımlı perde beton duvar tipinde 16650 m³ ile 8440 m³ arasında %49 oranında değişmiştir.

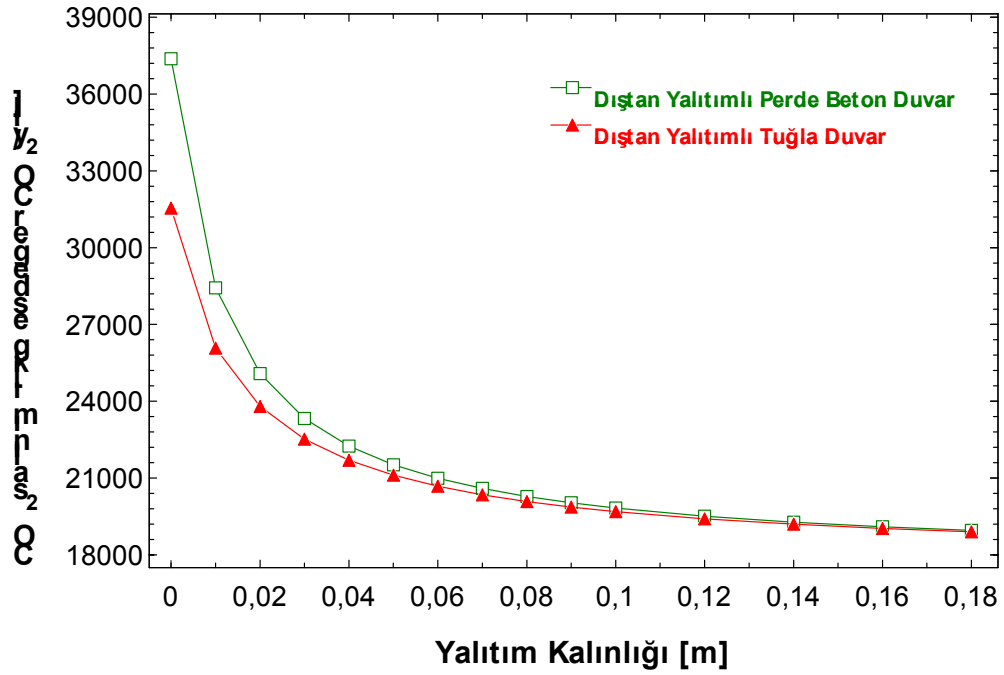
Binanın \dot{Q} değeri sağlayan minimum 6 cm yalıtım kalınlığı dikkate alındığında duvar tipleri arasında yakıt miktarında %1,5'lik bir değişim olduğu görülmektedir. Buda yıllık 140 m³ doğal gaz fazla tüketilmesine sebep olacaktır.



Şekil 4.6. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yıllık ısı ihtiyacının yalıtım kalınlığı ile değişimi

Şekil 4.6 dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yıllık ısı ihtiyacının yalıtım kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Yalıtım kalınlığı artışına bağlı olarak ısı ihtiyacının azaldığı bütün duvar tipleri için EK-9'daki Çizelge E9.1 ile Çizelge E9.5 arasındaki tablolarda görülmektedir. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yalıtım kalınlığı arttıkça ısı ihtiyacının azaldığı Şekil 4.6.'de görülmüştür. 0 ile 18 cm yalıtım kalınlığı aralığında dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde $3,69 \times 10^8$ kJ ile $1,55 \times 10^8$ kJ arasında %58 oranında azalırken, dıştan yalıtımlı perde beton duvar tipinde $5,19 \times 10^8$ kJ ile $1,56 \times 10^8$ kJ arasında %70 oranında azalmıştır.

Binanın \dot{Q} değeri sağlayan minimum 6 cm yalıtım kalınlığı dikkate alındığında duvar tipleri arasında yıllık ısı ihtiyacında %4'lük bir değişim olduğu görülmektedir.



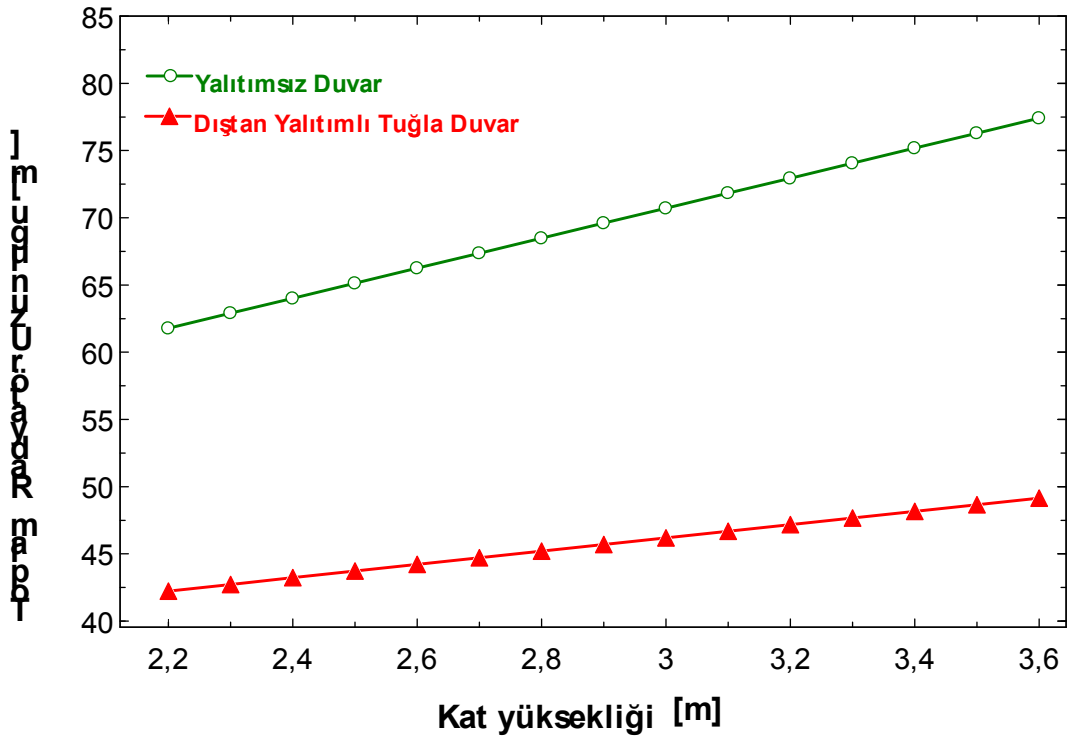
Şekil 4.7. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için CO₂ salınım miktarının yalıtım kalınlığı ile değişimi

Şekil 4.7 dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için CO₂ salınım miktarının yalıtım kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Yalıtım kalınlığı artışına bağlı olarak CO₂ salınım miktarının azaldığı bütün duvar tipleri için EK-9'daki Çizelge E9.1 ile Çizelge E9.5 arasındaki tablolarda görülmektedir. Dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar için yalıtım kalınlığı arttıkça CO₂ salınım miktarının azaldığı Şekil 4.7'de görülmüştür. 0 ile 18 cm yalıtım kalınlığı aralığında dıştan yalıtımlı tuğla duvar tipinde 31543 kg eşdeğer CO₂ ile 18900 kg eşdeğer CO₂ arasında %40 oranında azalırken, dıştan yalıtımlı perde beton duvar tipinde 37382 kg eşdeğer CO₂ ile 18949 kg eşdeğer CO₂ arasında %49 oranında azalmıştır.

Binanın \dot{Q} değeri sağlayan minimum 6 cm yalıtım kalınlığı dikkate alındığında tuğla duvarda 20678 kg CO₂ salınımı olurken perde beton duvarda 20992 kg CO₂ salınımı gerçekleşir. Buradan dıştan yalıtımlı tuğla ve perde beton duvar aralarında CO₂ salınım miktarında %1,5'lik bir değişim olduğu görülmektedir.

4.3. Kat Yüksekliği ile Diğer Parametrelerin Değişimi

Kat yüksekliği ile ilgili çizelgeler dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, pencere ısı geçirgenlik direnci $2,8\text{ W/m}^2\text{K}$, kapı ısı geçirgenlik direnci $5,5\text{ W/m}^2\text{K}$, yakıt cinsi doğalgaz alındığında EK-10'da bütün duvar tipleri için verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği gibi kat yüksekliği arttıkça bina hacmi artacağından bunun sonucunda da ısı kaybı değerinde artış olacağından dolayı kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun, kullanılacak doğalgaz miktarının, yıllık ısı ihtiyacının, CO_2 salınımının arttığı bütün duvar tiplerinde görülmektedir. Şekil 4.8 ile Şekil 4.11 arasındaki grafiklerde de ayrıntısı ile yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği etkisi anlatılmaya çalışılmıştır.

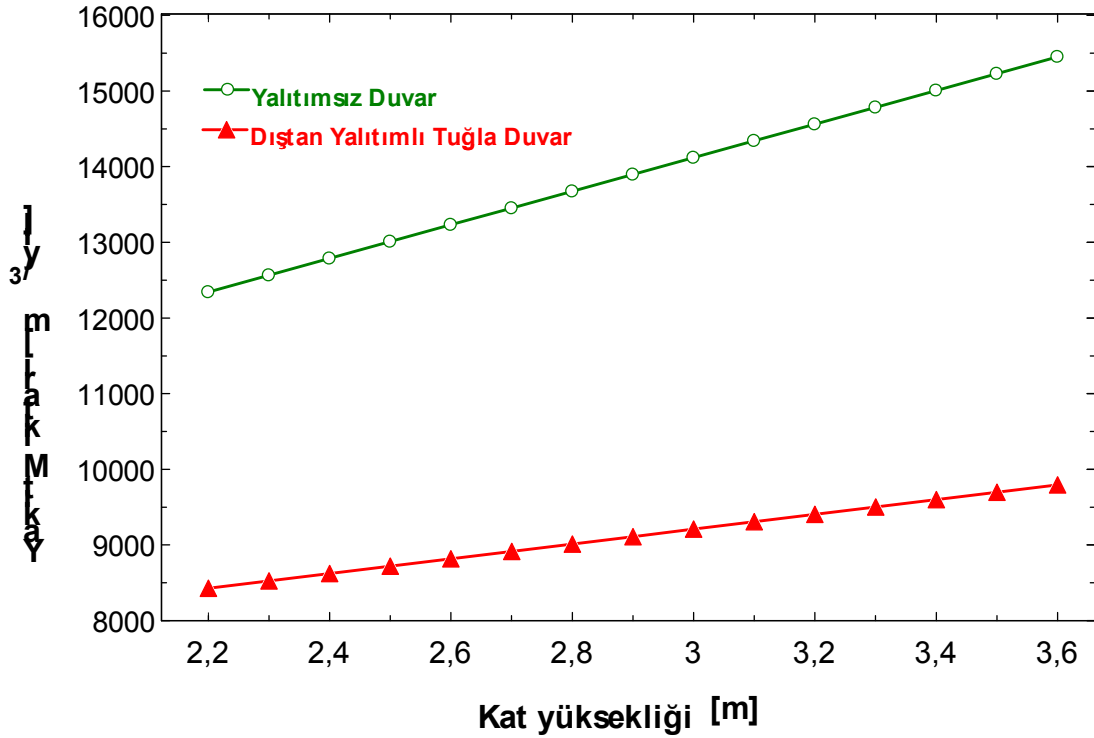


Şekil 4.8. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun kat yüksekliği ile değişimi

Şekil 4.8’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun kat yüksekliğine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-10’daki çizelgelerden kat yüksekliği ile toplam radyatör uzunluğunun nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.8’den de görüldüğü gibi kat yüksekliği arttıkça her iki duvar tipi için toplam radyatör uzunluğunda orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Kat yüksekliği 2,2 m ile 3,6 m aralığında değişirken yalıtımsız duvarda toplam radyatör uzunluğu 61,8 m ile 77,4 m arasında değişmektedir. Değişim %25 oranındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda toplam radyatör uzunluğu 42,8 m ile 50,1 m arasında değişmektedir. Değişim %17 oranındadır.

Genelde kabul gören kat yüksekliği 3 m için toplam radyatör uzunluğu değerleri yalıtımsız duvarda 70,7 m iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 47 m’dir. Toplam radyatör uzunluğu dıştan yalıtım yapıldığında %33,5 azalmıştır.

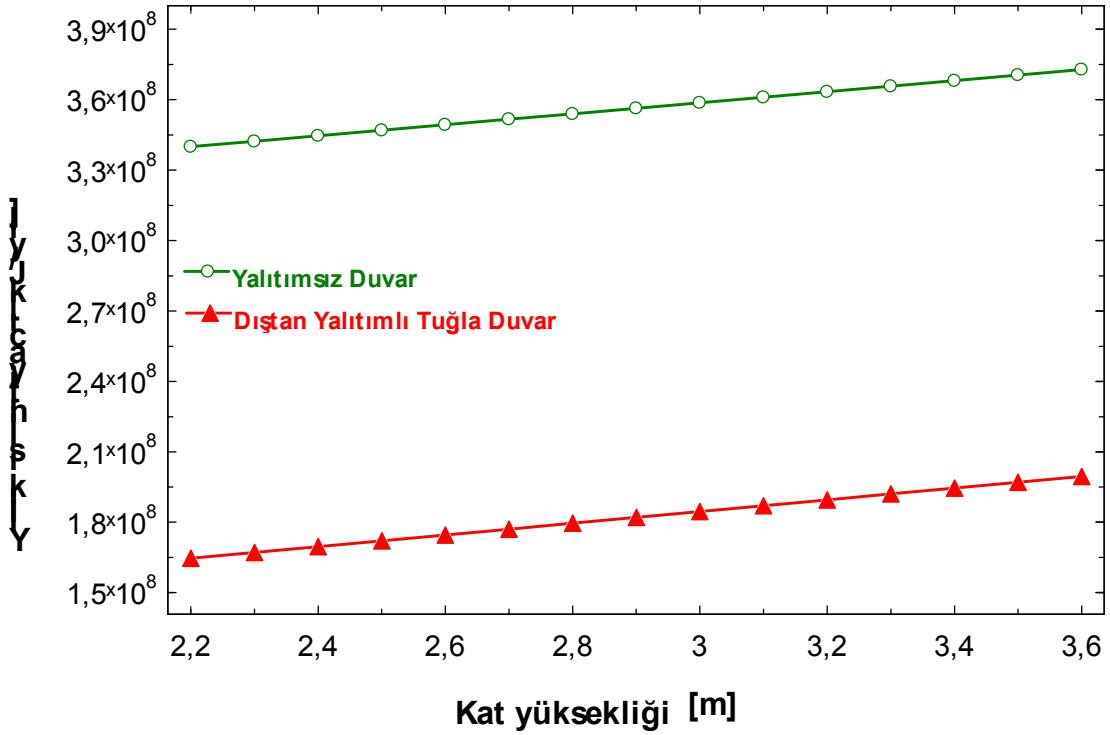


Şekil 4.9. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının kat yüksekliği ile değişimi

Şekil 4.9’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak yakıt miktarının kat yüksekliğine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-10’daki Çizelge E10.1 ile Çizelge E10.6 arasında kat yüksekliği ile yakıt miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.9’den de görüldüğü gibi kat yüksekliği arttıkça her iki duvar tipi için yakıt miktarında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Kat yüksekliği 2,2 m ile 3,6 m aralığında değişirken yalıtımsız duvarda yakıt miktarı 12344 m^3 ile 15450 m^3 arasında değişmektedir. Değişim %25 oranındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda yakıt miktarı 8541 m^3 ile 9982 m^3 arasında değişmektedir. Değişim %17 oranındadır.

Kat yüksekliği 3 m için yakıt miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 14119 m^3 iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 9365 m^3 ’dür. Yakıt miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33,7 azalmıştır.

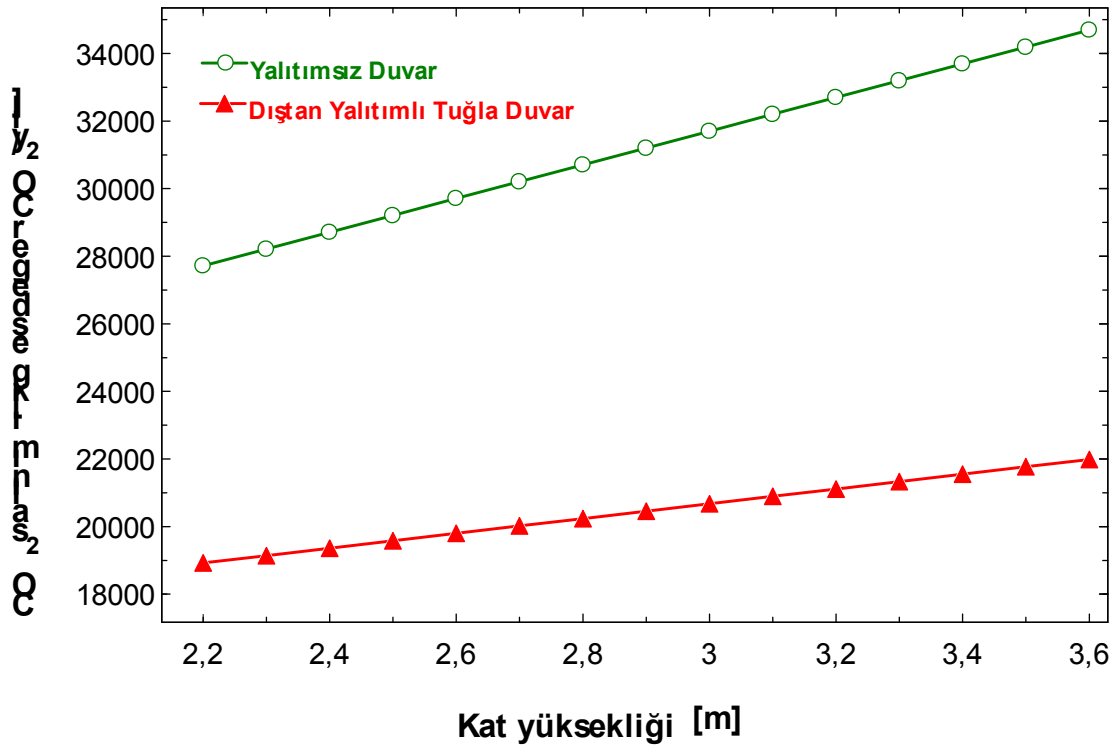


Şekil 4.10. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının kat yüksekliği ile değişimi

Şekil 4.10'de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için ısı ihtiyacı kat yüksekliğine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-10'daki çizelgelerde yüksekliği ile ısı ihtiyacının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.10'den de görüldüğü gibi kat yüksekliği arttıkça her iki duvar tipi için ısı ihtiyacının da orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Kat yüksekliği 2,2 m ile 3,6 m aralığında değişirken yalıtımsız duvarda ısı ihtiyacı $3,4 \times 10^8$ kJ ile $3,73 \times 10^8$ kJ arasında değişmektedir. Değişim %10 oranındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda ısı ihtiyacı $1,70 \times 10^8$ kJ ile $2,05 \times 10^8$ kJ arasında değişmektedir. Değişim %20 oranındadır.

Kat yüksekliği 3 m için ısı ihtiyacı değerleri yalıtımsız duvarda $3,59 \times 10^8$ kJ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda $1,90 \times 10^8$ kJ'dür. Isı ihtiyacı dıştan yalıtım yapıldığında %47 azalmıştır.



Şekil 4.11. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO₂ salınım miktarının kat yüksekliği ile değişimi

Şekil 4.11’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için CO₂ salınım miktarının kat yüksekliğine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-10’deki çizelgelerde yüksekliği ile CO₂ salınım miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.11’den de görüldüğü gibi kat yüksekliği arttıkça her iki duvar tipi için CO₂ salınım miktarının da orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

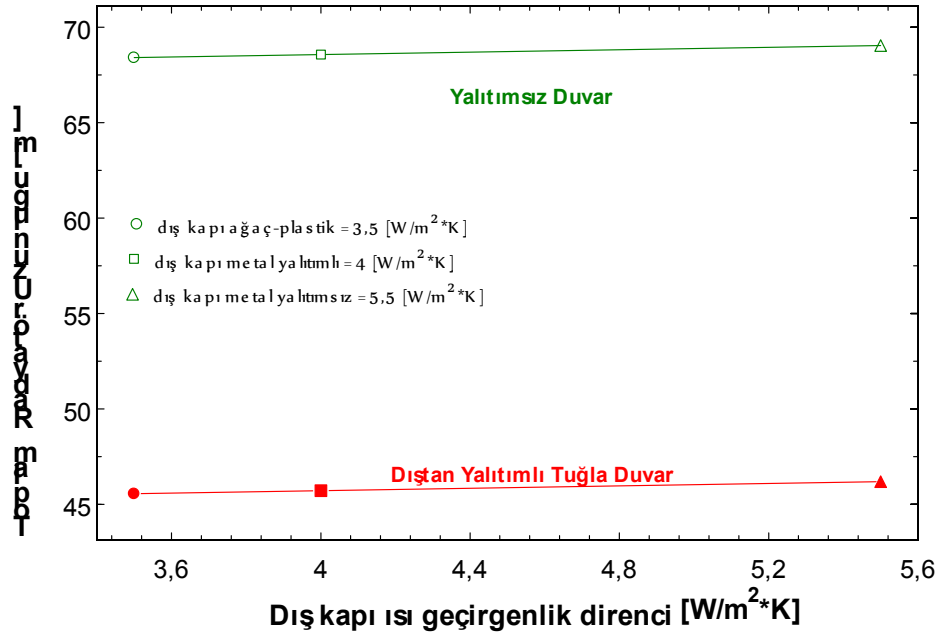
Kat yüksekliği 2,2 m ile 3,6 m aralığında değişirken yalıtımsız duvarda CO₂ salınım miktarı 27714 kg eşdeğer CO₂ ile 34688 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim %25 oranındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda ısı ihtiyacı 19177 kg eşdeğer CO₂ ile 22411 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim %17 oranındadır.

Kat yüksekliği 3 m için ısı ihtiyacı değerleri yalıtımsız duvarda 31700 kg eşdeğer CO₂ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 21025 kg eşdeğer CO₂’dir. Isı ihtiyacı yalıtım yapılmadığında %33,7 artmaktadır.

4.4. Kapı Malzemesi ile Diğer Parametrelerin Değişimi

Kapı yapımında kullanılan malzemeler ve kapının yalıtımlı olup olmaması durumuna göre ısı geçirgenlikleri değiştirmektedir. Pratikte hesaplarda kullanılan 3 tip kapı olması, bina yüzey alanına oranla dış kapı alanlarının az olması diğer parametrelere göre toplam radyatör uzunluğuna, kullanılacak doğalgaz miktarına, ısı ihtiyacına ve CO₂ salınımına küçük oranda etki etmektedir.

Kapı malzemesi ile ilgili çizelgeler dış hava sıcaklığı -15 °C, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K, yakıt cinsi doğalgaz alındığında EK-11'de bütün duvar tipleri için verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği gibi dış kapı ısı geçirgenlik direnci arttıkça kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun, kullanılacak doğalgaz miktarının, yıllık ısı ihtiyacının, CO₂ salınımının arttığı bütün duvar tiplerinde görülmektedir. Şekil 4.12 ile Şekil 4.15 arasındaki grafiklerde de ayrıntısı ile yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesinin etkisi anlatılmaya çalışılmıştır.

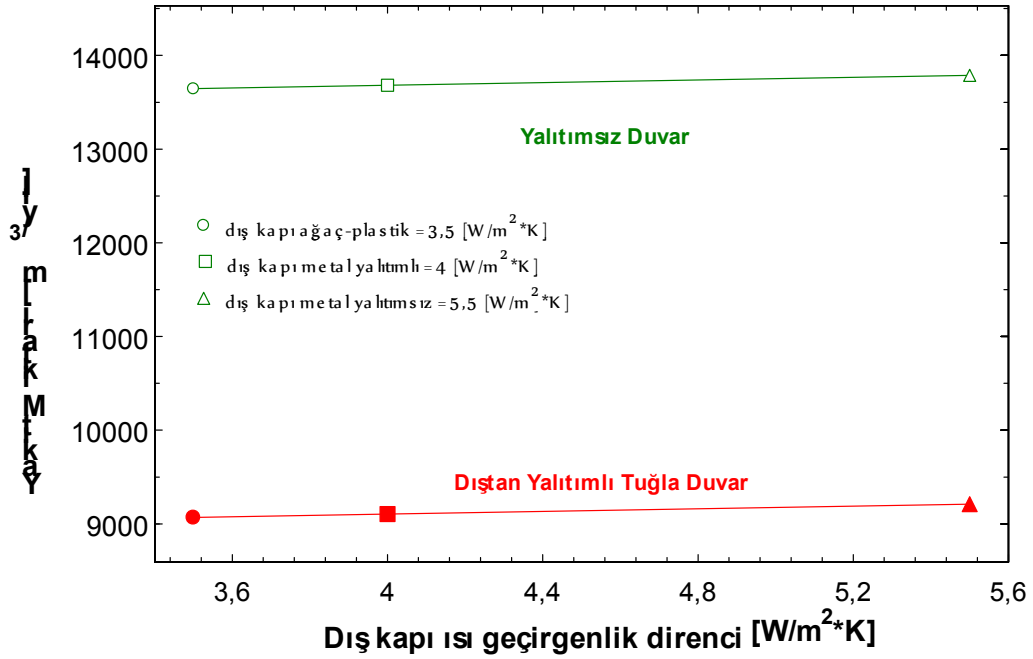


Şekil 4.12. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun kapı malzemesi ile değişimi

Şekil 4.12’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun dış kapı ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-11’deki çizelgelerden dış kapı ısı geçirgenlik direnci ile toplam radyatör uzunluğunun nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.12’den de görüldüğü gibi kapı malzemesinin ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için toplam radyatör uzunluğunda orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Dış kapı ısı geçirgenlik direnci 3,5 W/m²K ile 5,5 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda toplam radyatör uzunluğu 68,4 m ile 69 m arasında değişmektedir. Değişim oranı %1 altındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda toplam radyatör uzunluğu 45,5 m ile 46,2 m arasında değişmektedir. Değişim %1,5 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K olan yalıtımsız metal dış kapı için toplam radyatör uzunluğu değerleri yalıtımsız duvarda 69 m iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 46,2 m’dir. Toplam radyatör uzunluğu dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

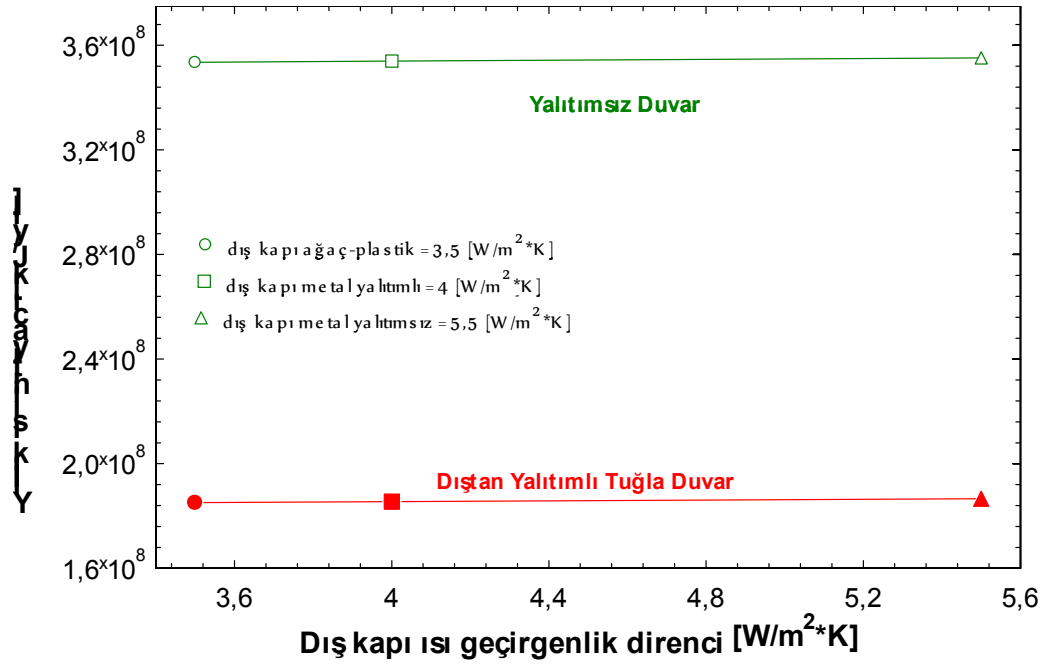


Şekil 4.13. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının dış kapı malzemesi ile değişimi

Şekil 4.13’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak yakıt miktarının dış kapı ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-11’deki çizelgelerden dış kapı ısı geçirgenlik direnci ile yakıt miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.13’den de görüldüğü gibi dış kapı malzemesinin ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için yakıt miktarında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Dış kapı ısı geçirgenlik direnci 3,5 W/m²K ile 5,5 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda yakıt miktarı 13646 m³ ile 13786 m³ arasında değişmektedir. Değişim oranı %1 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda yakıt miktarı 9070 m³ ile 9210 m³ arasında değişmektedir. Değişim %1,55 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K olan yalıtımsız metal dış kapı için yakıt miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 13786 m³ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 9210 m³’dür. Yakıt miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

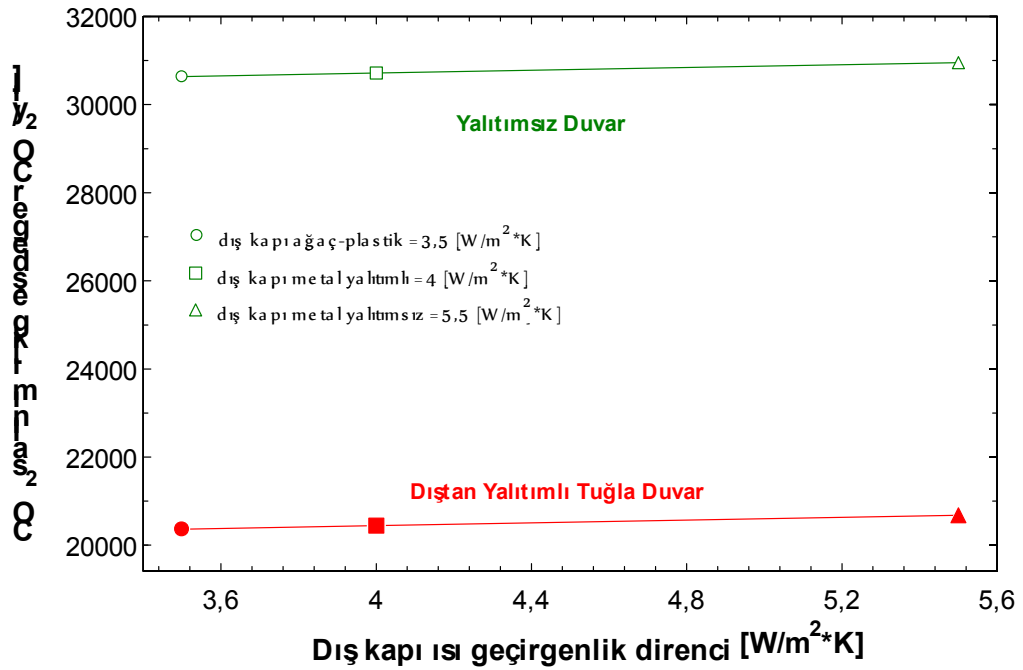


Şekil 4.14. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının kapı malzemesi ile değişimi

Şekil 4.14'de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için ısı ihtiyacının dış kapı ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-11'deki çizelgelerden dış kapı ısı geçirgenlik direnci ile ısı ihtiyacının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.14'den de görüldüğü gibi dış kapı malzemesinin ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için ısı ihtiyacında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Dış kapı ısı geçirgenlik direnci 3,5 W/m²K ile 5,5 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda ısı ihtiyacı 3,53x10⁸ kJ ile 3,55x10⁸ kJ arasında değişmektedir. Değişim oranı %0,5 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda ısı ihtiyacı 1,85x10⁸ kJ ile 1,86x10⁸ kJ arasında değişmektedir. Değişim %1 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K olan yalıtımsız metal dış kapı için ısı ihtiyacı değerleri yalıtımsız duvarda 3,55x10⁸ kJ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 1,86x10⁸ kJ'dür. Isı ihtiyacı dıştan yalıtım yapıldığında %48 azalmıştır.



Şekil 4.15. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO₂ salınım miktarının kapı malzemesi ile değişimi

Şekil 4.15’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için CO₂ salınım miktarının dış kapı ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-11’deki çizelgelerden dış kapı ısı geçirgenlik direnci ile CO₂ salınım miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.15’den de görüldüğü gibi dış kapı malzemesinin ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için CO₂ salınım miktarında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

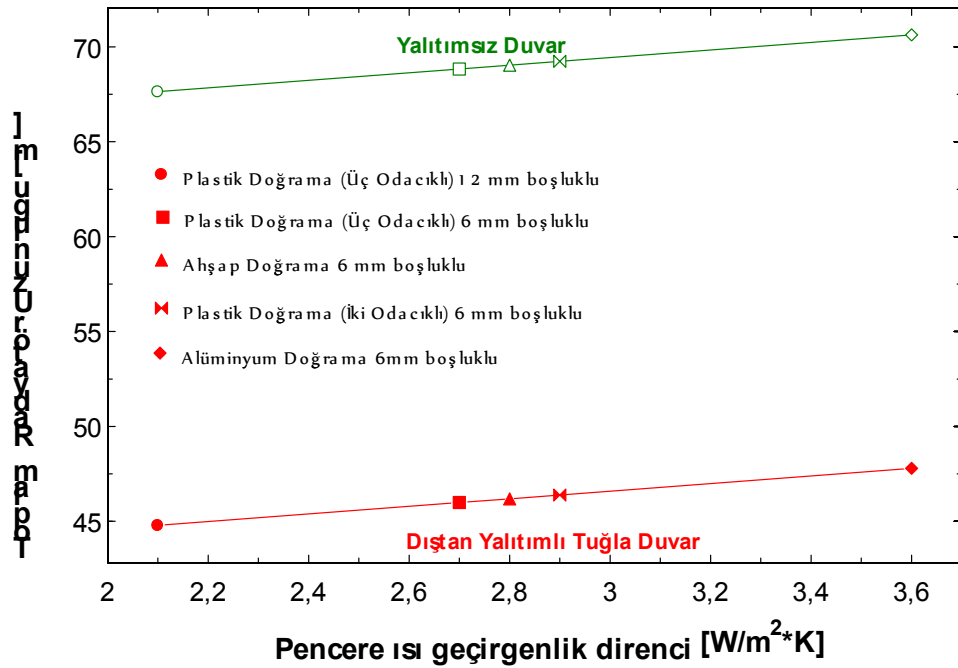
Dış kapı ısı geçirgenlik direnci 3,5 W/m²K ile 5,5 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda CO₂ salınım miktarı 30637 kg eşdeğer CO₂ ile 30952 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim oranı %1 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda CO₂ salınım miktarı 20363 kg eşdeğer CO₂ ile 20692 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim %1,6 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K olan yalıtımsız metal dış kapı için CO₂ salınım miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 30952 kg eşdeğer CO₂ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 20692 kg eşdeğer CO₂’dir. CO₂ salınım miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

4.5. Pencere Tipi ile Diğer Parametrelerin Değişimi

Binalarda kullanılan pencereler ahşap, plastik ve alüminyum doğramalardan yapılmaktadır. Doğrama tipi ve şekli ile ısı geçirgenlik direncinde değişimler olur. İmal edilen doğrama içinde kullanılacak camlarda ısı geçirgenlik direnci yönünden değişkenlik gösterir. Çift camlı pencere tiplerinde ara boşluk mesafesi de pencerelerin toplam ısı geçirgenlik direncini etkileyen parametrelerdendir.

Pencere tipi ile ilgili çizelgeler EK-12'de bütün duvar tipleri için verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği gibi dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, kapı ısı geçirgenlik direnci $5,5\text{ W/m}^2\text{K}$, yakıt cinsi doğalgaz alındığında pencere ısı geçirgenlik direnci arttıkça kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun, kullanılacak doğalgaz miktarının, yıllık ısı ihtiyacının, CO_2 salınımının arttığı bütün duvar tiplerinde görülmektedir. Şekil 4.16 ile Şekil 4.19 arasındaki grafiklerde de ayrıntısı ile yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipinin etkisi anlatılmaya çalışılmıştır.

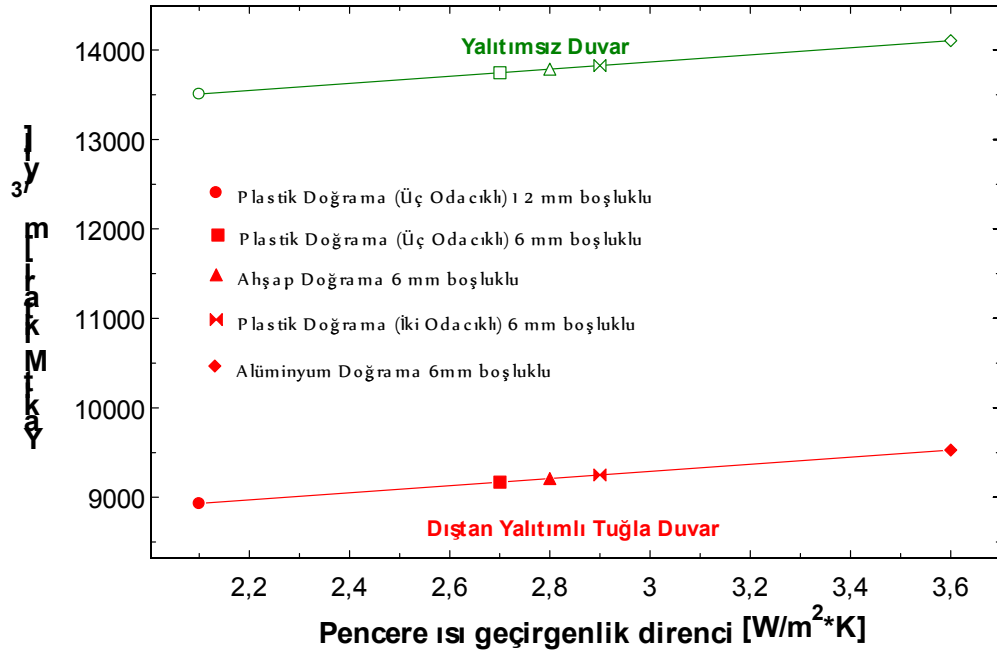


Şekil 4.16. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun pencere tipi ile değişimi

Şekil 4.16'da yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun pencere ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-12'deki çizelgelerden pencere ısı geçirgenlik direnci ile toplam radyatör uzunluğunun nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.16'dan da görüldüğü gibi pencere ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için toplam radyatör uzunluğunda orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Pencere ısı geçirgenlik direnci 2,1 W/m²K ile 3,6 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda toplam radyatör uzunluğu 67,6 m ile 70,6 m arasında değişmektedir. Değişim %4,5 oranındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda toplam radyatör uzunluğu 44,8 m ile 47,8 m arasında değişmektedir. Değişim %7 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K olan ahşap doğramalı 6 mm boşluklu pencere tipi için toplam radyatör uzunluğu değerleri yalıtımsız duvarda 69 m iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 46,2 m'dir. Toplam radyatör uzunluğu dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

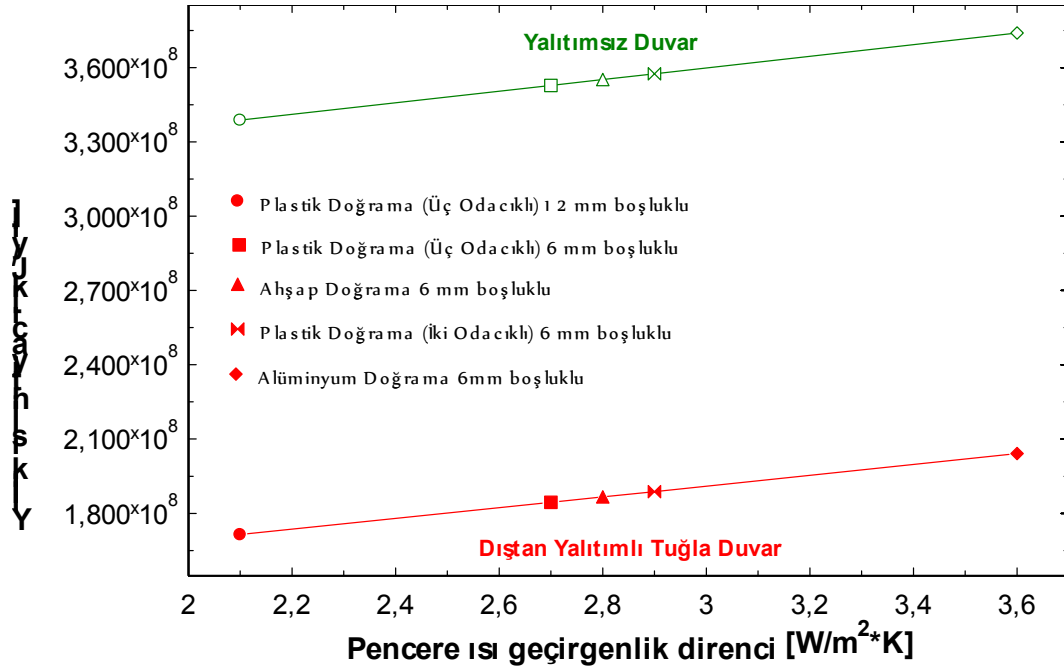


Şekil 4.17. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının pencere tipi ile değişimi

Şekil 4.17’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak yakıt miktarının pencere ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-12’deki çizelgelerden pencere ısı geçirgenlik direnci ile yakıt miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.17’den de görüldüğü gibi pencere ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için yakıt miktarında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Pencere ısı geçirgenlik direnci 2,1 W/m²K ile 3,6 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda yakıt miktarı 13508 m³ ile 14104 m³ arasında değişmektedir. Değişim oranı %3,7 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda yakıt miktarı 8932 m³ ile 9528 m³ arasında değişmektedir. Değişim %6,7 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K olan ahşap doğramalı 6 mm boşluklu pencere tipi için yakıt miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 13786 m³ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 9210 m³’dür. Yakıt miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

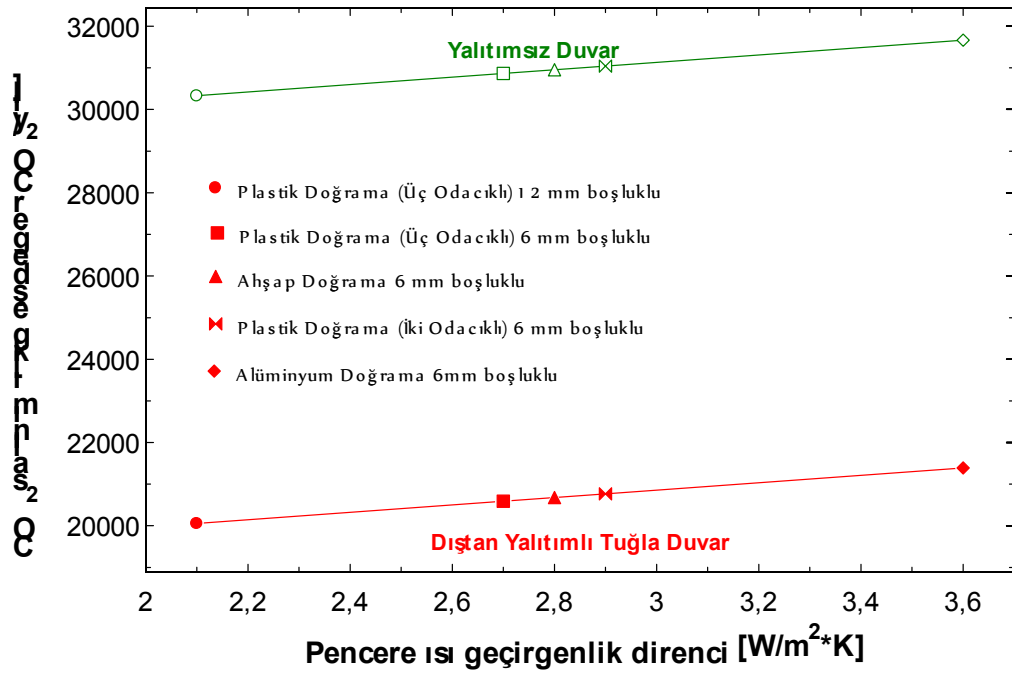


Şekil 4.18. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının pencere tipi ile değişimi

Şekil 4.18’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için ısı ihtiyacının pencere ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-12’deki çizelgelerden pencere ısı geçirgenlik direnci ile ısı ihtiyacının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.18’den de görüldüğü gibi dış kapı malzemesinin ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için ısı ihtiyacında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Pencere ısı geçirgenlik direnci 2,1 W/m²K ile 3,6 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda ısı ihtiyacı 3,39x10⁸ kJ ile 3,74x10⁸ kJ arasında değişmektedir. Değişim oranı %10 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda ısı ihtiyacı 1,71x10⁸ kJ ile 2,04x10⁸ kJ arasında değişmektedir. Değişim %19 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K olan ahşap doğramalı 6 mm boşluklu pencere tipi için ısı ihtiyacı değerleri yalıtımsız duvarda 3,55x10⁸ kJ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 1,86x10⁸ kJ’dür. Isı ihtiyacı dıştan yalıtım yapıldığında %48 azalmıştır.



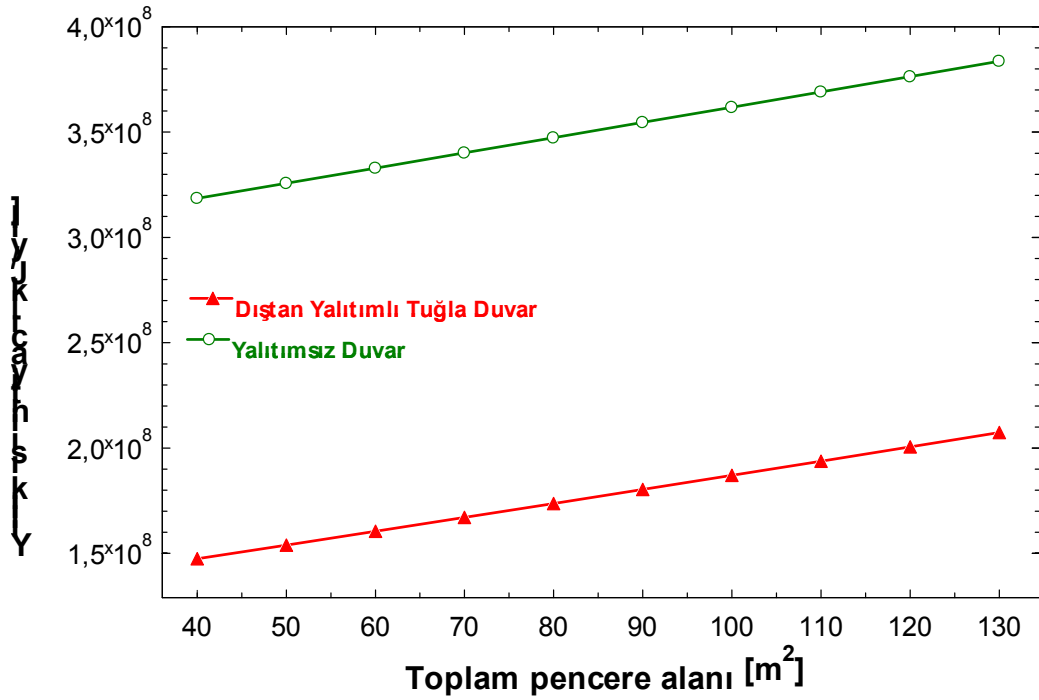
Şekil 4.19. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO₂ salınım miktarının pencere tipi ile değişimi

Şekil 4.19’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için CO₂ salınım miktarının pencere ısı geçirgenlik direncine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-12’deki çizelgelerden pencere ısı geçirgenlik direnci ile CO₂ salınım miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.19’den de görüldüğü gibi pencere malzemesinin ısı geçirgenlik direnci arttıkça her iki duvar tipi için CO₂ salınım miktarında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Pencere ısı geçirgenlik direnci 2,1 W/m²K ile 3,6 W/m²K aralığında değişirken yalıtımsız duvarda CO₂ salınım miktarı 30328 kg eşdeğer CO₂ ile 31666 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim oranı %4,5 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda CO₂ salınım miktarı 20054 kg eşdeğer CO₂ ile 21362 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim %6,5 oranındadır.

Genelde binalarda kullanılan ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K olan ahşap doğramalı 6 mm boşluklu pencere tipi için CO₂ salınım miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 30952 kg eşdeğer CO₂ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 20678 kg eşdeğer CO₂’dir. CO₂ salınım miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

4.6. Pencere Alanı ile Diğer Parametrelerin Değişimi

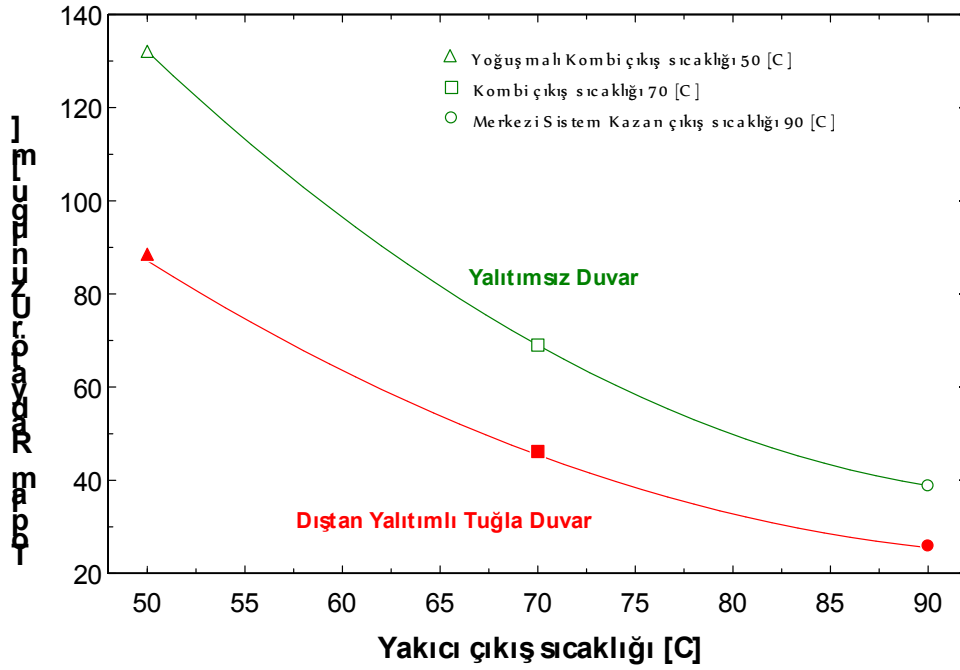


Şekil 4.20. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yıllık ısı ihtiyacının pencere alanı ile değişimi

Şekil 4.20.'de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için ısı ihtiyacının pencere alanına bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-13'deki çizelgelerden dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere ısı geçirgenlik direnci $2,8\text{ W/m}^2\text{K}$, kapı ısı geçirgenlik direnci $5,5\text{ W/m}^2\text{K}$, yakıt cinsi doğalgaz alındığında pencere alanı ile ısı ihtiyacının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.20'den de görüldüğü gibi pencere alanı arttıkça her iki duvar tipi için ısı ihtiyacında orantılı bir şekilde artış oluşmuştur.

Pencere alanı 40 m^2 ile 130 m^2 aralığında değişirken yalıtımsız duvarda ısı ihtiyacı $3,19 \times 10^8\text{ kJ}$ ile $3,84 \times 10^8\text{ kJ}$ arasında değişmektedir. Değişim oranı %20 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda ısı ihtiyacı $1,53 \times 10^8\text{ kJ}$ ile $2,13 \times 10^8\text{ kJ}$ arasında değişmektedir. Değişim %40 oranındadır. Örnek binamızda kullanılan $86,94\text{ m}^2$ pencere alanı için ısı ihtiyacı değerleri yalıtımsız duvarda $3,52 \times 10^8\text{ kJ}$ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda $1,84 \times 10^8\text{ kJ}$ 'dür. Isı ihtiyacı dıştan yalıtım yapıldığında %48 azalmıştır.

4.7. Yakıcı Tipi ile Diğer Parametrelerin Değişimi



Şekil 4.21. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için toplam radyatör uzunluğunun yakıcı tipi ile değişimi

Şekil 4.21’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak toplam radyatör uzunluğunun yakıcı tipine göre çıkış sıcaklığına bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-14’deki çizelgelerden dış hava sıcaklığı $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere ve kapı ısı geçirgenlik direnci $2,8\text{ W/m}^2\text{K}$, ve $5,5\text{ W/m}^2\text{K}$, yakıt cinsi doğalgaz alındığında yakıcı çıkış sıcaklığı ile toplam radyatör uzunluğunun nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.21’den de görüldüğü gibi yakıcı çıkış sıcaklığı arttıkça her iki duvar tipi için toplam radyatör uzunluğunda orantılı bir şekilde azalma oluşmuştur.

Bu durumun asıl sebebi radyatör ısı güçlerinin yakıcı çıkış sıcaklığı arttıkça artmasıdır. Radyatör verimlerini etkileyen bir çok faktörden biride üretim teknolojisidir. Hatve aralığı az konvektör ve boyası çinko fosfat ve katoforez boya olan radyatörlerin verimleri diğerlerine göre fazladır.

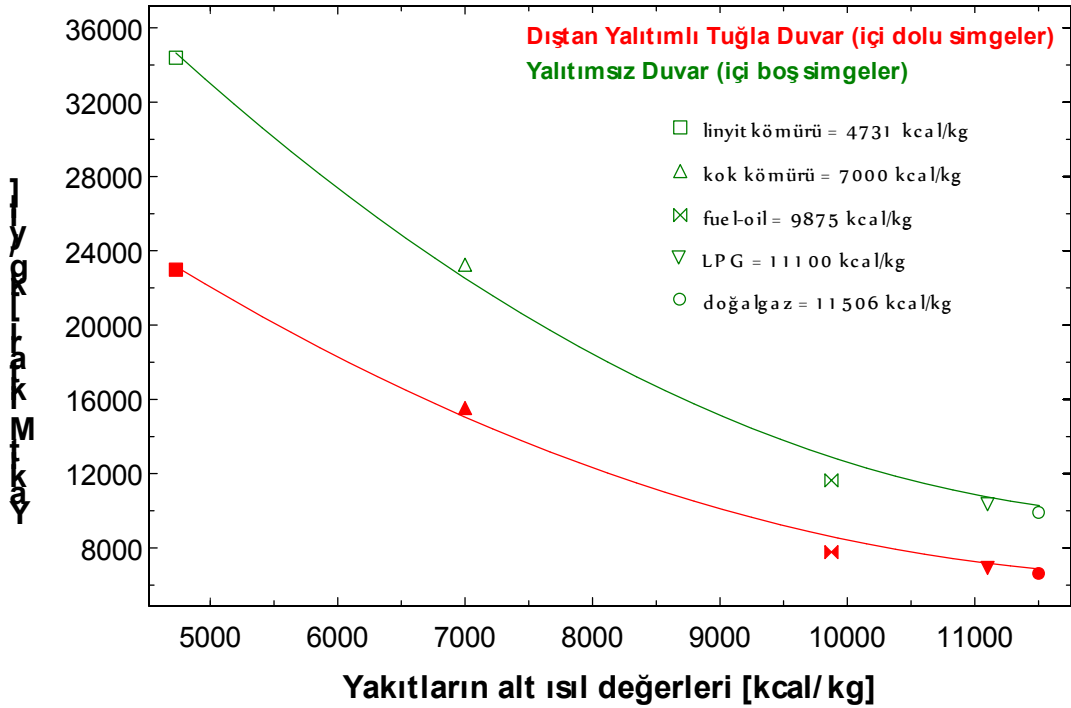
Yakıcı çıkış sıcaklığı 50°C ile 90°C aralığında değişirken yalıtımsız duvarda toplam radyatör uzunluğu 38,8 m ile 132,1 m arasında değişmektedir. Değişim %70,6 oranındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda toplam radyatör uzunluğu 25,9 m ile 88,5 m arasında değişmektedir. Değişim %70,7 oranındadır. Örnek binamızda yakıcı tipi olarak kombi seçildiğinde çıkış sıcaklığı olarak kabul edilen 70°C için toplam radyatör uzunluğu değerleri yalıtımsız duvarda 69 m iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 46,2 m'dir. Toplam radyatör uzunluğu dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

4.8. Yakıt Cinsi ile Diğer Parametrelerin Değişimi

Isıtma sistemlerinde kullanılan yakıt cinslerinin alt ısıl değerleri, verimleri, birim fiyatları bölüm 2.2.4 de ve emisyon katsayısı EK-1'deki Çizelge E2.14'deki gibidir.

Bu veriler ışığında doğalgaz alt ısıl değeri ve verimi en yüksek, emisyon katsayısı olarak en düşük yakıt olmasından dolayı en avantajlı yakıttır. Şehirlerde ihale yapılarak verilen dağıtım şirketleri ile konutlar ve ticarethanelerin girişlerine kadar servis edildiğinden yani depolama sorunu olmadığından diğer yakıtlara göre daha çok tercih edilir.

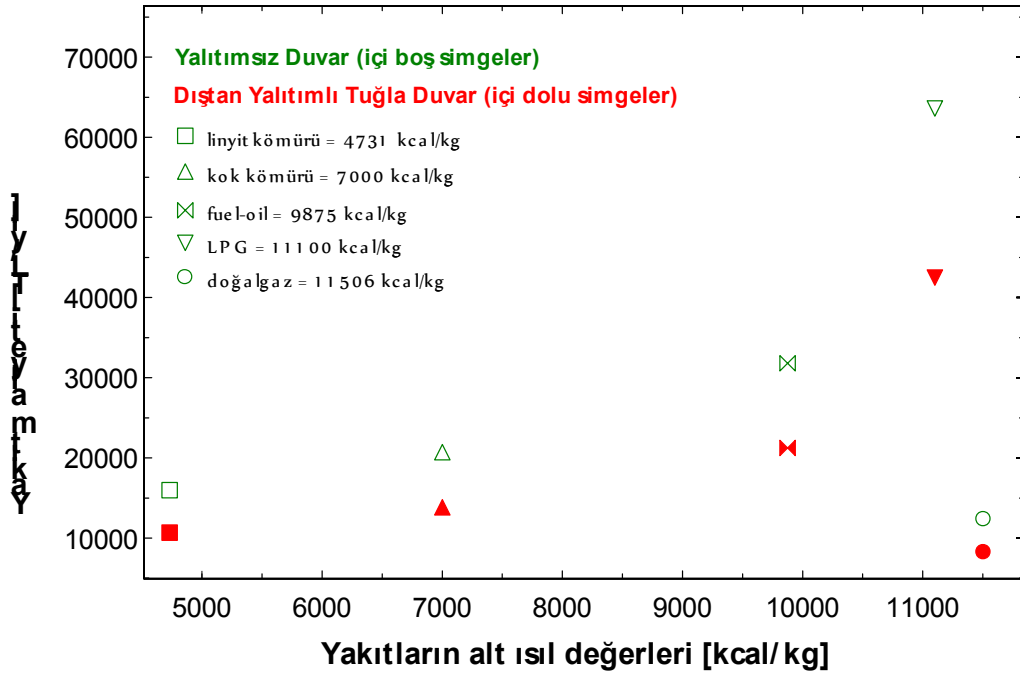
Yakıt cinsi ile ilgili çizelgeler EK-15'de dış hava sıcaklığı -15 °C, yalıtım kalınlığı 6 cm, kat yüksekliği 2,85 m, pencere ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K, kapı ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K alındığında bütün duvar tipleri için verilmiştir. Çizelgelerden de görüleceği gibi yakıt miktarının, yakıt maliyetinin, CO₂ salınımının sadece yakıtların alt ısıl değerine değil verim, birim fiyat, emisyon katsayısı gibi değişkenlerde bağlı olduğu bütün duvar tiplerinde görülmektedir. Şekil 4.22 ile Şekil 4.24 arasındaki grafiklerde de ayrıntısı ile yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsinin etkisi anlatılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.22. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için kullanılacak yakıt miktarının yakıt cinsi ile değişimi

Şekil 4.22’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak yakıt miktarının yakıtların alt ısıl değerlerine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-15’deki çizelgelerden yakıtların alt ısıl değerleri ile yakıt miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.22’den de görüldüğü gibi yakıtların alt ısıl değerleri arttıkça her iki duvar tipi için yakıt miktarında azalma oluşmuştur. Yakıtların alt ısıl değerleri 4731 kcal/kg ile 11506 kcal/kg aralığında değişirken yalıtımsız duvarda yakıt miktarı 9885 kg ile 34396 kg arasında değişmektedir. Değişim oranı %71 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda yakıt miktarı 6604 kg ile 22979 kg arasında değişmektedir. Değişim yalıtımsız duvar gibi %71 oranındadır.

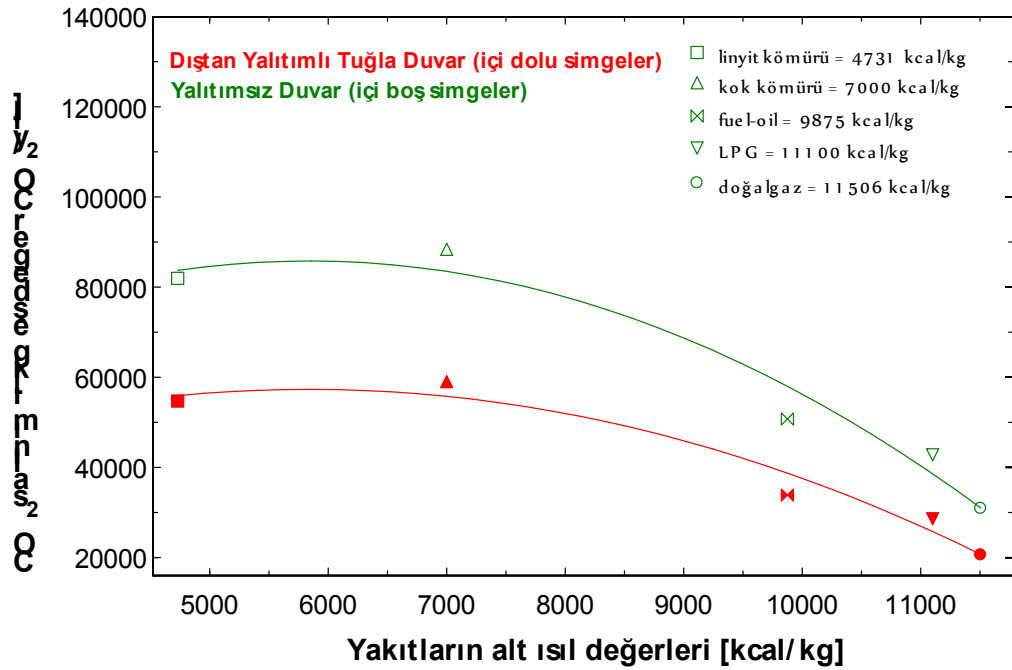
Örnek binamızda kullanılan doğalgazalt ısıl değeri 11506 kcal/kg (8250 kcal/m^3) için yakıt miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 9885 kg iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 6604 kg’dır. Yakıt miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.



Şekil 4.23. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için yaklaşık yakıt maliyetinin yakıt cinsi ile değişimi

Şekil 4.23’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kullanılacak yakıt maliyetinin yakıtların alt ısı değerlerine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-15’deki çizelgelerden yakıtların alt ısı değerleri ile yakıt maliyetinin nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.23’den de görüldüğü gibi yakıtların alt ısı değerleri arttıkça her iki duvar tipi için doğalgaz dışında yakıt maliyetlerinde artış olmuştur. Doğalgaz diğer yakıt cinslerine göre daha verimli ve birim fiyat yönünden ucuz olmasından dolayı en az maliyetli yakıttır.

Yakıtların alt ısı değerleri 4731 kcal/kg ile 11506 kcal/kg aralığında değişirken yalıtımsız duvarda yakıt maliyeti 12356 TL/yıl ile 63597 TL/yıl arasında değişmektedir. Değişim oranı %81 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda yakıt miktarı 8255 TL/yıl ile 42488 TL/yıl arasında değişmektedir. Değişim yalıtımsız duvar gibi %81 oranındadır. Örnek binamızda kullanılan doğalgaz alt ısı değeri 11506 kcal/kg (8250 kcal/m³) için yakıt maliyeti değerleri yalıtımsız duvarda 12356 TL/yıl iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 8255 TL/yıl’dır. Yakıt miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.



Şekil 4.24. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar ve yalıtımsız duvar için CO₂ salınım miktarının yakıt cinsi ile değişimi

Şekil 4.24’de yalıtımsız duvar ile dıştan yalıtımlı tuğla duvar için CO₂ salınım miktarının yakıtların alt ısı değerlerine bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Diğer duvar tipleri için EK-15’deki çizelgelerden yakıtların alt ısı değerleri ile CO₂ salınım miktarının nasıl değiştiği görülebilir. Şekil 4.24’den de görüldüğü gibi yakıtların alt ısı değerleri arttıkça her iki duvar tipi için kok kömürü dışında CO₂ salınım miktarında azalma olmuştur. Bunun sebebi kok kömürünün CO₂ dönüşüm katsayısının diğer yakıtlara göre yüksek olmasıdır.

Yakıtların alt ısı değerleri 4731 kcal/kg ile 11506 kcal/kg aralığında değişirken yalıtımsız duvarda CO₂ salınım miktarı 30952 kg eşdeğer CO₂ ile 88382 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim oranı %65 civarındadır. Dıştan yalıtımlı tuğla duvarda CO₂ salınım miktarı 20678 kg eşdeğer CO₂ ile 59046 kg eşdeğer CO₂ arasında değişmektedir. Değişim yalıtımsız duvar gibi %65 oranındadır. Örnek binamızda kullanılan doğalgaz alt ısı değeri 11506 kcal/kg (8250 kcal/m³) için CO₂ salınım miktarı değerleri yalıtımsız duvarda 30952 kg eşdeğer CO₂ iken dıştan yalıtımlı tuğla duvarda 20678 kg eşdeğer CO₂’dir. CO₂ salınım miktarı dıştan yalıtım yapıldığında %33 azalmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir binanın merkezi ısıtma sistemine etki eden dış hava sıcaklığı, yalıtım kalınlığı, kat yüksekliği, dış kapı ve pencere tipi, pencere alanı, yakıcı tipi ve yakıt cinsi gibi parametrelerin toplam radyatör uzunluğu, ısıtma ihtiyacı, yakıt maliyeti, CO₂ salınım ve yakıt miktarı üzerine etkileri EK-16'da ekran görünülerinde görüldüğü gibi geliştirilen bir bilgisayar programı yardımıyla incelenmiştir.

Dış hava sıcaklığının, toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı ve CO₂ salınım miktarı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %30 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %38 olduğu görülmüştür. Bina dış duvarlarının yalıtımsız yapılması yerine dıştan yalıtımlı tuğla duvar olarak yapılması dış hava sıcaklığı -15 °C iken %33 seviyesinde etkili olduğu görülmüştür.

Yalıtım kalınlığının, toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı ve CO₂salınım miktarı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %96 seviyesinde olduğu, duvarın dıştan yalıtımlı perde beton duvar olması durumunda etkinin %67 olduğu görülmüştür. Bina dış duvarlarının dıştan yalıtımlı perde beton duvar yapılması yerine dıştan yalıtımlı tuğla duvar olarak yapılması yalıtım kalınlığı 6 cm iken %1,5 seviyesinde etkili olduğu görülmüştür. Yalıtım kalınlığının bu iki duvar tipi arasında yıllık ısı ihtiyacı üzerindeki etkisi 6 cm yalıtım kalınlığında %4 olduğu görülmüştür.

Kat yüksekliğinin, toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı ve CO₂ salınım miktarı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %17 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %25 olduğu görülmüştür. Bina dış duvarlarının yalıtımsız yapılması yerine dıştan yalıtımlı tuğla duvar olarak yapılması kat yüksekliği 3 m iken %33,5 seviyesinde etkili olduğu görülmüştür. Kat yüksekliğinin bu iki duvar tipi arasında yıllık ısı ihtiyacı üzerindeki etkisi 3 m kat yüksekliğinde %47 olduğu görülmüştür.

Dış kapı tipinin veya ısı geçirgenlik direncinin değişiminin toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı ve CO₂ salınım miktarı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %1,5 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %1 olduğu görülmüştür. Binada dış kapı alanın diğer yapı elemanlarına oranla az olmasından dolayı bu oranların küçük çıktığı belirlenmiştir. Bina dış duvarlarının yalıtımsız yapılması yerine dıştan yalıtımlı tuğla duvar olarak yapılması dış kapı olarak ısı geçirgenlik direnci 5,5 W/m²K olan yalıtımsız metal kapı seçilmiş iken toplam radyatör uzunluğu, yakıt miktarı ve CO₂ salınım miktarı üzerinde %33 seviyesinde etkili olduğu hesaplanmıştır. Dış kapı tipinin karşılaştırılan bu iki duvar tipi arasında yıllık ısı ihtiyacı üzerindeki etkisi aynı kapı tipi seçildiğinde %48 oranında etkili olmuştur.

Pencere tipinin veya ısı geçirgenlik direncinin değişiminin toplam radyatör uzunluğu ve CO₂ salınım miktarı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %7 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %4,5 olduğu, yakıt miktarı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %6,7 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %3,7 olduğu, ısı ihtiyacı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %19 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %10 olduğu tespit edilmiştir. Bina dış duvarlarının yalıtımsız yapılması yerine dıştan yalıtımlı tuğla duvar olarak yapılması pencere olarak ısı geçirgenlik direnci 2,8 W/m²K olan ahşap doğrama 6 mm boşluklu seçilmiş iken toplam radyatör uzunluğu, yakıt ve CO₂ salınım miktarı üzerinde %33 seviyesinde etkili olduğu görülmüştür. Pencere tipinin bu iki duvar tipi arasında yıllık ısı ihtiyacı üzerindeki etkisi aynı pencere tipi seçildiğinde %48 olduğu görülmüştür.

Pencere alanının yıllık ısı ihtiyacı üzerindeki etkisi dıştan yalıtımlı tuğla duvar kullanıldığında %40 seviyesinde olduğu, duvarın yalıtımsız olması durumunda etkinin %20 olduğu belirlenmiş. Pencere alanı örnek binadaki gibi 86,94 m² olduğunda dış duvarın yalıtımsız yapmak yerine dıştan yalıtımlı tuğla duvar olarak yapılması halinde yıllık ısı ihtiyacı %48 oranında değişmiştir.

Yakıcı tipinin toplam radyatör uzunluğunun üzerindeki etkisi yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvarda %70 seviyesindedir. Yakıcı olarak kombi tercih edildiğinde yalıtımsız duvara göre dıştan yalıtımlı tuğla duvarda toplam radyatör uzunluğu %33 azalmıştır.

Yakıt cinsinin kullanılacak yakıt miktarı üzerindeki etkisi yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvarda %71 seviyesinde, yakıt maliyeti üzerindeki etkisi yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvarda %81 seviyesinde, CO₂ salınımı üzerindeki etkisi yalıtımsız ve dıştan yalıtımlı tuğla duvarda %65 seviyesindedir. Yakıt olarak doğalgazın seçilmesi ile yalıtımsız duvar ve dıştan yalıtımlı tuğla duvar arasında yakıt miktar ve maliyetinde, CO₂ salınım miktarında %33'lük bir azalma hesaplanmıştır.

Kullanılan bütün yapı elemanlarının binaların yapım ve kullanım maliyetlerini, çevreyi nasıl etkilediği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Mimari tasarımlar ve projeler hazırlanırken bu parametrelere önem verilmelidir. Bina kabuğunda yalıtım kullanılması, diğer yapı elemanlarının ısı iletkenlik değerlerinin minimumda tutulması gerekliliği gösterilmiştir.

Binalarda enerji verimliliği konusunda sunulan önerilerin gerçekleştirilebilmesi ve konuya ilişkin önemli atılımlar sağlamak için tasarımcı olan mimar ve mühendisler, yapım işine bakan mütahitler ve karar verici olan Belediyeler ile yapı denetim firmaları birlikte çalışmalıdır. Ülkemizde enerji verimliliğini sağlamada etkili olan bina yalıtım yönetmelikleri enerji korunumu mevzuatı ve hesap yöntemleri tüm yönleriyle ele alınmalıdır. Enerji korunumu yönetmelikleri, standartları ve hesap yöntemleri, enerji etkin binaları tanımlayan, ileri teknolojiye sahip yapı ve yalıtım malzemelerine yönelik uygulamaları içeren, mimarlara, mühendislere ve son kullanıcılara yol gösterici teknik bilgi ve kriterlerin olduğu bir rehber niteliğinde olmalıdır. Bu tür bir kaynak ve uygun yapısal düzenlemeler ile mevcut binaların enerji performansını artıracak şekilde yenilenmesi ve yeni projelendirilen binaların da enerji etkin olarak tasarlanması ve imal edilmesi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1983. TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 91 s.
- Anonim, 1998. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 72 s.
- Anonim, 2000. Binalarda Isı Yalıtım Proje Hazırlama Esasları. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, MMO/247/2000, Ankara, 59 s.
- Anonim, 2008. Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2010. Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi. Bina Enerji Performansı Isıtma ve Soğutma İçin Net Enerji İhtiyacının Hesaplanması, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2013a. EES (Engineering equation solver) program sitesi, <http://www.fchart.com/ees-> (13.05.2013).
- Anonim, 2013b. Demirdöküm radyatör sitesi, <http://www.demirdokum.com.tr/?urun=panel-plus-radyator-22-> (04.07.2013).
- Anonim, 2013c. Eca radyatör sitesi, <http://www.elba.com.tr/assets/upload/katalog.pdf> – (04.07.2013).
- Arısoy, A., Küçükçalı, R., 2000. Isıtma Tesisatı. Isısan Çalışmaları No:265, Isısan Yayını, 568 s.
- Bolattürk, A., 2006. Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey. Applied Thermal Engineering, 26 (11-12), 1301-1309.
- Çengel, Y.A., 2003. Heat Transfer: A Pratical Approach. McGraw-Hill, New York, 932 p.
- Çomaklı, K., Yüksel, B., 2004. Environmental impact of thermal insulation thickness in buildings. Applied Thermal Engineering, 24(5-6), 933–940.
- Dombaycı, Ö.A., 2007. The environmental impact of optimum insulation thickness for external walls of buildings. Building and Environment, 42(11), 3855-3859.
- Dombaycı, Ö.A., Gölcü, M., Pancar, Y., 2006. Optimization of insulation thickness for external walls using different energy-sources. Applied Energy, 83(9), 921-928.

- Gelegenis, J., Axaopoulos, I., Axaopoulos, P., 2014. Optimum insulation thickness for external walls on different orientations considering the speed and direction of the wind. *Applied Energy*, 117, 167–175.
- Genceli, O.F., Parmaksızoğlu, C., 2008. Kalorifer Tesisatı. MMO Yayını, 352(5), 411 s.
- Gölcü, M., Dombaycı, Ö.A., Abalı, S., 2006. Denizli için optimum yalıtım kalınlığının enerji tasarrufuna etkisi ve sonuçları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 4, 639-644.
- Işık, M.A., 2007. Güneş Enerjisi Destekli Mahal Isıtma Sisteminin Van İlinde Sağladığı Enerji Tasarrufunun İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.
- Kaynaklı, Ö., Yamankaradeniz, R., 2007. Isıtma süreci ve optimum yalıtım kalınlığı hesabı. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 187-195.
- Kim, M.S., Kim, Y., Chung, K., 2010. Improvement of intermittent central heating system of university building. *Energy and Buildings*, 42(1), 83–89.
- Koçu, N., Dereli, M., 2010. Dış duvarlarda ısı yalıtımı ile enerji tasarrufu sağlanması ve detaylarda karşılaşılan sorunlar. V. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İzmir, 9 s.
- Ogonowski, S., 2010. Modeling of the heating system in small building for control. *Energy and Buildings*, 42(9), 1510-1516.
- Oral, G.K., Altun, C., Manioğlu, G., 2005. Yalıtım. Binalarda Isı Yalıtım ve Nem Kontrolü. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, MMO/2005/399, İstanbul, 127 s.
- Özkan, D.B., Onan, C., Erdem, S., 2009. Effect of insulation material thickness on thermal insulation. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 27, 190-196.
- Uçar, A., Balo, F., 2010. Determination of the energy savings and the optimum insulation thickness in the four different insulated exterior walls. *Renewable Energy*, 35(1), 88-94.
- Utlu, Z., Tekin, S., 2013. Yeşil bina uygulamalarında net sıfır enerjili binaların tasarım parametrelerinin belirlenmesi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan, İzmir, 1613-1621.
- Yazıcı, H., Akçay, M., Özer, S., 2007. Denizli’de bir binanın farklı yakıt türlerine göre yakıt maliyeti ve CO₂ emisyon miktarının belirlenmesi. *SDU International Technologic Science*, 2, 59-69.

Yılmaz, T., Bulut, H., 2001. Türkiye için yeni dış ortam sıcaklık tasarım değerleri. V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 3-6 Ekim, İzmir, 293-311.

EKLER

EK-1

Çizelge E1.1. Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
1	DOĞAL TAŞLAR	
1.1	Kristal yapı ılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	3,5
1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	2,3
1.3	Gözenekli püskürük taşlar	0,55
1.4	Granit	2,8
1.5	Bazalt	3,5
1.6	Mermer	3,5
1.7	Alçı taşı	2,3
1.8	Yapay taşlar	1,3
1.9	Arduvaz	2,2
2	DOĞAL ZEMİNLER (doğal nemlilikte)	
2.1	Kum, kum-çakıl	2,0
2.2	Kil, alüvyon	1,5
3	DÖKME MALZEMELER (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)	
3.1	Kum, çakıl, kırma taş (mıcır)	0,70
3.2	Bims çakılı (TS 3234)	0,19
3.3	Yüksek fırın cürufu	0,13
3.4	Kömür cürufu	0,23
3.5	Gözenekli doğal taş mıcırları	0,22
3.6	Genleştirilmiş perlit agregası (TS EN 14316-1)	0,060
3.7	Genleştirilmiş mantar parçacıklar	0,055
3.8	Polistiren, sert köpük parçacıkları	0,050
3.9	Testere ve planya talaşı	0,070
3.10	Saman	0,058
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI	
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1,0
4.2	Çimento harcı	1,60
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,70
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,51
4.5	Alçı harçlı şap	1,20
4.6	Çimento harçlı şap	1,40

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
4.7	Dökme asfalt kaplama	0,70
		0,30
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	0,35
		0,38
		0,14
4.9	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	0,16
		0,20
		0,24
5	BETON YAPI ELEMANI (Bu bölümde yer alan elemanlar tek başına bir yapı elemanını ifade etmektedir. Yapı elemanının bir örgü harcı kullanılarak uygulanması durumunda k değerleri Sıra no: 7 'den alınmalıdır.)	
5.1	Normal beton (TS 500'e uygun), doğal agrega veya micir kullanılarak yapılmış betonlar	2,50
	Donatılı	1,65
	Donatısız	
5.2	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız	
5.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla ³⁾)	0,39
		0,44
		0,49
		0,55
		0,62
		0,70
		0,89
		1,00
		1,30
		1,60
5.2.2	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) ³⁾	0,10
		0,13
		0,15
		0,24
		0,27
		0,30
		0,35
		0,42
		0,49

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
5.3	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu)	
5.3.1	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	0,81 1,10 1,40
5.3.2	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar ³⁾	0,22 0,26 0,28 0,36 0,46 0,57 0,75 0,92 1,20
5.3.3	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	0,12 0,13 0,15 0,16 0,18 0,19 0,20 0,22 0,24 0,27 0,32 0,37
5.4	Organik bazlı agregalarla yapılmış hafif betonlar	
5.4.1	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	0,14 0,19 0,25 0,35 0,44

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
5.4.2	Çeltik kapçığı betonu	0,14 0,17
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,11 0,13 0,15 0,15 0,18 0,19 0,21 0,22 0,24 0,25 0,29 0,31
6	YAPI PLAKALARI VE LEVHALAR	
6.1	Gaz beton yapı levhaları (TS EN 771-4'e uygun plakalar)	0,20 0,22
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	0,24 0,27 0,29
6.1.2	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	0,11 0,13 0,15 0,16 0,18 0,19 0,21 0,22 0,24 0,25

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
6.2	Hafif betondan duvar plakaları	0,29
		0,32
		0,37
		0,47
		0,58
6.3	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451 EN 12859, TS EN 520, TS 1474'e uygun)	0,35
		0,41
		0,47
		0,58
6.4	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS EN 13169'a uygun)	0,29
		0,35
6.5	Alçı karton plakalar (TS EN 520'ye uygun)	0,41
		0,25
7	KÂĞİR DUVARLAR (harç fugaları- derzleri dâhil)	
7.1	Tuğla duvarlar	0,81
7.1.1	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, (TS 4562) seramik klinker (TS 2902)	0,96
		1,20
		1,40
7.1.2	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	0,50
		0,58
		0,68
		0,81
		0,96
		1,20
7.1.3	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)	1,40
		0,32
		0,33
		0,35
		0,38
		0,39
		0,41
		0,42
7.1.3.1	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,44
		0,45
		0,45

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
7.1.3.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ 'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,27
		0,28
		0,30
		0,31
		0,33
		0,34
		0,36
		0,37
		0,38
0,40		
7.1.4	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun W sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)	0,23
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,24
		0,25
		0,26
		0,26
		0,27
		0,28
		0,29
7.1.4.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ 'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,19
		0,20
		0,20
		0,21
		0,22
		0,23
		0,23
		0,24
		0,25
0,26		
7.1.5	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,33
		0,36
		0,39
		0,42
		0,45

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK		
7.2	Kireç kum taşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	0,35		
		0,40		
		0,44		
		0,50		
		0,56		
		0,70		
		0,79		
		0,99		
7.3	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar (TS EN 771-4'e uygun)	1,10		
		0,21		
		0,22		
		7.3.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	0,23
				0,24
				0,25
				0,27
				0,29
7.3.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ 'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	0,11		
		0,13		
		0,15		
		0,16		
		0,18		
		0,19		
		0,21		
		0,22		
0,24				
0,25				

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
7.4	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar	0,31 0,32 0,33 0,34 0,35 0,37
7.4.1	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) ²⁾	0,40 0,43 0,46 0,54 0,63 0,74 0,87 0,99
7.4.2	Doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	0,28 0,29 0,30 0,31 0,32 0,33 0,39 0,42 0,49 0,57 0,62 0,68 0,74

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
7.4.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ 'ün altında olan harç kullanılarak doğal bims betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla, kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	0,23
		0,24
		0,25
		0,26
		0,27
		0,28
		0,30
		0,32
7.4.4	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	0,35
		0,18
		0,20
		0,21
		0,22
		0,23
		0,25
		0,27
7.4.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ 'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	0,30
		0,32
		0,16
		0,17
		0,18
		0,19
		0,20
		0,21
7.4.6	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla ³⁾	0,23
		0,26
		0,26
		0,29
		0,32
7.4.6	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla ³⁾	0,35
		0,32
		0,29
		0,26

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
7.5	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	
7.5.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	
	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	0,28
	1 sıra boşluklu; genişlik 115 mm,	0,29
	1 sıra boşluklu; genişlik 150 mm,	0,31
	1 sıra boşluklu; genişlik 175 mm,	0,32
		0,34
7.5.1.1	≤ 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm,	0,36
	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm,	0,41
	≤ 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm,	0,46
	≤ 5 sıra boşluklu genişlik < 425 mm,	0,52
	6 sıra boşluklu; genişlik < 490 mm olan bloklarda	0,60
		0,72
		0,76
		0,23
	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m ³ ün altında olan harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)	0,25
		0,27
		0,28
	≤ 2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm ,	0,30
	≤ 3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm,	0,32
	≤ 4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm,	0,36
	≤ 5 sıra boşluklu genişlik < 490 mm,	0,40
		0,52
	6 sıra boşluklu; genişlik < 490 mm olan bloklarda	0,60
		0,72
		0,75
7.5.2	Normal betondan boşluklu briket ve bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun)	
	2 sıra boşluklu; genişlik < 240 mm ,	
	3 sıra boşluklu; genişlik < 300 mm,	
7.5.2.1	4 sıra boşluklu; genişlik < 365 mm, olan bloklarda	0,92

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
7.5.2.2	2 sıra boşluklu; genişlik = 300 mm, 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm, olan bloklarda	1,3
7.6	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar Taşın birim hacim kütlesi ; < 1600 kg/m ³ > 1600,< 2000 kg/m ³ > 2000,< 2600 kg/m ³ > 2600 kg/m ³	0,81 1,16 1,74 2,56
8	AHŞAP VE AHŞAP MAMULLERİ	
8.1	Ahşap	
8.1.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	0,13
8.1.2	Kayın, meşe, dişbudak	0,20
8.2	Ahşap mamulleri	
8.2.1	Kontrplâk (TS 4645 EN 636), kontrtabla (TS 1047)	0,13
8.2.2	Ahşap yonga levhalar	
8.2.2.1	Yatık yongalı levhalar (TS EN 309, TS EN 12369-1)	0,13
8.2.2.2	Dik yongalı levhalar (TS 3482)	0,17
8.2.3	Odun lifi levhalar	
8.2.3.1	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	0,13 0,15
8.2.3.2	Hafif odun lifi levhalar	0,046 0,058
9	KAPLAMALAR	
9.1	Döşeme kaplamaları	
9.1.1	Linolyum	0,17
9.1.2	Mantarlı linolyum	0,08
9.1.3	Sentetik malzemedan kaplamalar (örneğin PVC)	0,23

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
9.1.4	Halı vb. kaplamalar	0,06
9.2	Suya karşı yalıtım kaplamaları	
9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7 mm	0,70
9.2.2	Bitüm ve bitüm emdirilmiş kaplamalar	
9.2.2.1	Armatürlü bitümlü pestiller (membranlar)	
	Bitümlü karton	0,19
	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	0,19
	0,01 mm Alüminyum folyolu bitümlü pestil	0,19
	Cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran	0,19
	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,19
9.2.3	Armatürlü veya armatürsüz plastik pestil ve folyolar	
	Polietilen folyo	0,19
	PVC örtü	0,19
	PIB polyisobütülen örtü	0,26
	ECB etilen kopolimer örtü	0,19
	EPDM etilen propilen kauçuk örtü	0,30
10	ISI YALITIM MALZEMELERİ	
10.1	Ahşap yünü levhalar TS EN 13171	
	Kalınlık d < 25 mm	0,150
	Kalınlık d ≥ 25 mm	
	Isıl iletkenlik grupları	
	065	0,065
	070	0,070
	075	0,075
080	0,080	
	085	0,085
	090	0,090
10.2	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler	
10.2.1	Poliüretan (PUR) - (DIN 18159-1'e uygun)	
	Isıl iletkenlik grupları	
	035	0,035
	040	0,040

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
10.2.2	Reçine - formaldehit köpüğü (UF) – (DIN 18159-2'ye uygun)	
	Isıl iletkenlik grupları	
	035	0,035
	040	0,040
10.3	Sentetik köpük malzemeler	
10.3.1	Ekspande polistiren köpük (PS) levhalar	
10.3.1.1	Polistiren – Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	
	Isıl iletkenlik grupları	
	035	0,035
	040	0,040
10.3.2	Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar	
10.3.2.1	Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun	
	Isıl iletkenlik grupları	
	030	0,030
	035	0,035
	040	0,040
10.3.2.2	Ekstrüde polistiren köpüğü -TS 11989 EN 13164'e uygun - Bina su yalıtımının dış tarafında ⁵⁾ örneğin çatı örtüsünün ⁶⁾	
	Isıl iletkenlik grupları	
	030	0,030
	035	0,035
	040	0,040
10.3.3	Poliüretan sert köpük (PUR) levhalar	
10.3.3.1	Poliüretan sert köpük TS 2193, TS 10981 ve TS EN 13165'e uygun	
	Isıl iletkenlik grupları	
	025	0,025 ¹²⁾
	030	0,030
	035	0,035
	040	0,040

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

Sıra No	Malzeme veya bileşenin çeşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri k ¹⁾ W/mK
10.4 10.4.1	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar Fenolik sert köpük - TS EN 13166'ya uygun Isıl iletkenlik grupları 030 035 040	 0,030 0,035 0,040
10.5	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'ye uygun Isıl iletkenlik grupları 035 040 045 050	 0,035 0,040 0,045 0,050
10.6.1	Cam köpüğü TS EN 13167'ye uygun Isıl iletkenlik grupları 045 050 055 060	 0,045 0,050 0,055 0,060
10.6.2	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında Isıl iletkenlik grupları 045 050 055	 0,045 0,050 0,055
10.7	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TSEN13168'e Isıl iletkenlik grupları 035 040 045 050 055 060	 0,035 0,040 0,045 0,050 0,055 0,060

Çizelge E1.1. (Devam) Yapı malzeme ve ısı iletkenlik hesap değeri

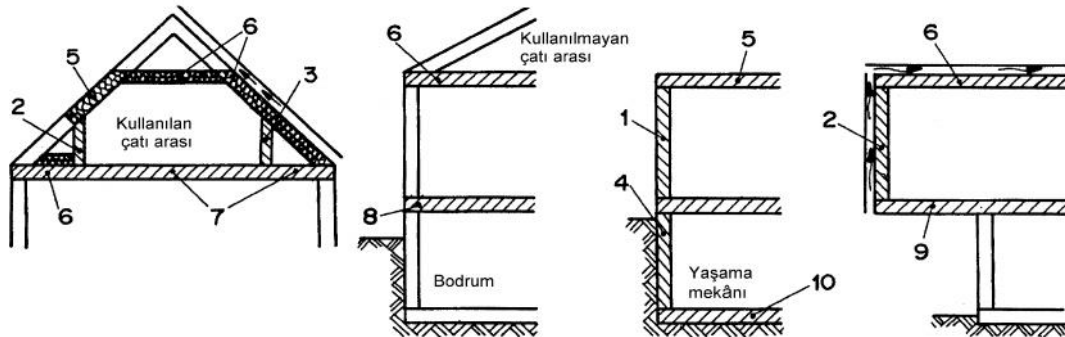
Sıra No	Malzeme veya bileşenin çşidi	Isıl iletkenlik hesap değeri $k^{1)}$ W/mK
10.8	Mantar yalıtım malzemeleri	
	Mantar levhalar - TS 304 EN 13170'e uygun	
	Isıl iletkenlik grupları	
	045	0,045
	050	0,050
	055	0,055
<p>1) Bazı gevşek dokulu malzemeler kullanıldığı yerlerde, üzerine gelen yükler sonucu sıkışabilirler (meselâ döşeme kaplaması altındaki gevşek dokulu yalıtım tabakaları gibi). Bu gibi durumlarda malzemenin sıkışmış olarak birim hacim kütlesi, bu malzeme için bu ek'te verilen birim hacim kütlesi değerinden daha büyük değilse, verilen ısı iletkenlik hesap değeri aynen geçerlidir. Ancak yapılacak ısı geçirgenlik direnci hesaplarında, malzemenin sıkışmış durumdaki kalınlığının göz önünde bulundurulması gerekir. Ayrıca, gevşek dokulu veya sıkışabilir malzemeler üzerine yapılacak kaplamaların, üzerlerine gelecek sabit ve hareketli yükleri, zarar görmeden taşıyacak şekilde seçilmesine ve uygulanmasına özen gösterilmelidir.</p> <p>2) TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m^3'ün altında olan hafif örgü harcı kullanılması durumunda, bu ek'te; TS 406 kapsamında yer alan briket ve bloklarla yapılan duvarlar için verilen ısı iletkenlik hesap değeri $0,06 \text{ W/mK}$ kadar azaltılabilir.</p> <p>3) Kuvartz kumu katılmadan yapılmış beton elemanlar için verilen ısı iletkenlik hesap değeri, kuvartz kumu katılması durumunda % 20 artırılarak uygulanır.</p> <p>4) Bir yapı bileşeni veya elemanı birden fazla, değişik ısı iletkenlik hesap değerine sahip malzemenin meydana geliyorsa, o yapı bileşeni veya elemanın ısı iletkenliği hesap değeri; her bir malzemenin kalınlıkları ve alan/uzunlukları dikkate alınarak ısı geçirgenlik dirençleri hesaplanır, böylece yüzey yüzde (%) veya uzunluk yüzde (%) oranlarına göre ortalama ısı iletkenlik değeri bulunur ve bileşen veya elemanın boyutlarına göre derz durumları da göz önünde bulundurularak hesaplanır.</p> <p>5) TS 11989 EN 13164'te belirtilen özelliklere ilâveten, toprak temaslı perde duvar yalıtımında, $WD^{9)}$ veya $WS^{10)}$ tipi uygulamalarda aşağıdaki özellikler gereklidir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Isı yalıtım plakalarının her iki yüzünde zırlı olmalıdır. • Basma mukavemeti %10 şekil bozukluğunda $> 0,30 \text{ N/mm}^2$ (300 kPa) olmalıdır. • TS EN 12088'e göre difüzyonla su emme oranı 50°C ilâ 1°C arasında % 3'ten az olmalıdır. <p>6) TS 11989 EN 13164'te belirtilen özelliklere ilâveten, ters teras çatı yalıtımında, $WD^{9)}$ veya $WS^{10)}$ tipi uygulamalarda aşağıdaki özellikler gereklidir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basma mukavemeti %10 şekil bozukluğunda $> 0,30 \text{ N/mm}^2$ (300 kPa) olmalıdır. • TS EN 12088'e göre difüzyonla su emme oranı 50°C ilâ 1°C arasında % 3'ten az olmalıdır. • Isı yalıtım levhalarının kenar profili binili (lâmbalı) olmalıdır. <p>7) Ses yalıtım malzemelerinin ambalajlarının üzerinde ısı iletkenlik grup değeri verilmelidir.</p> <p>8) Pratik buhar geçirmezliği değeri $S_d 1500 \text{ m}^2$'dir (TS EN 12086 veya TS EN ISO 12572).</p> <p>9) WD: Darbe ses yalıtımının aranmadığı yüke maruz kalan döşemelerde veya sıcak çatılarda nefes alan su yalıtım membranı altında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri.</p> <p>10) WS: Özel uygulamalar için yüke maruz kaldığında daha büyük dayanım değerlerine sahip olan ısı yalıtım malzemeleri (örneğin otopark katlarında).</p> <p>11) Sadece iki tabaka arasına püskürtme metoduyla yapılan uygulamalar için kullanılır.</p> <p>12) Kalınlığı 15 mm'den küçük olan ahşap yünü levhalar, ısı iletkenlik hesaplamalarında dikkate alınmaz.</p>		

EK-2

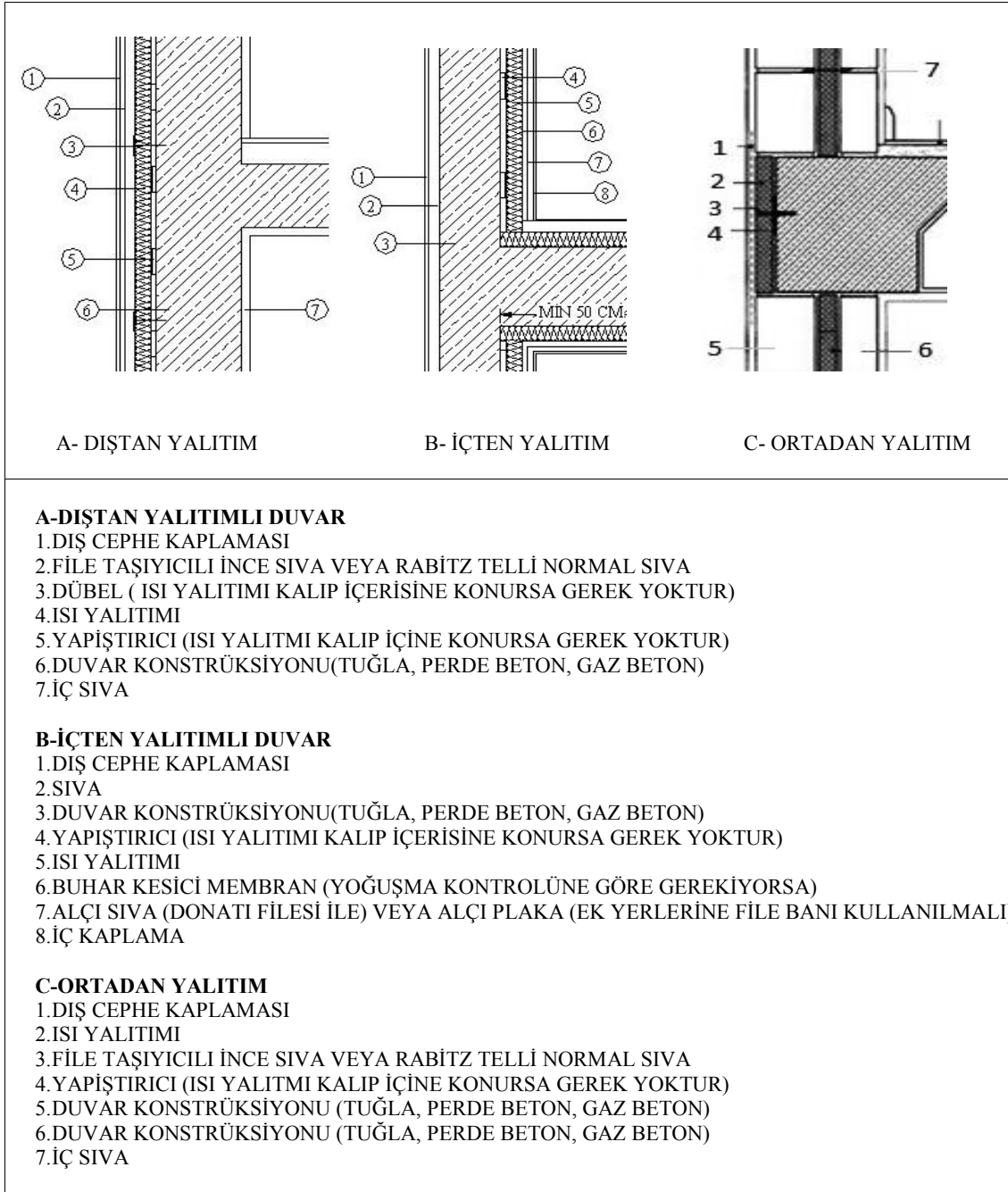
Çizelge E2.1. Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim (taşınım) direnç değerleri
(Anonim, 1998)

Sıra No	Yapı bileşeni tipi ^B	Yüzeysel ısı iletim direnci ^A	
		$R_{dış}$	$R_{iç}$
1	Dış duvar (Sıra no 2 'de verilenin dışındaki dış duvarlar)	0,04	0,13
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ^C 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	D	
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	0,04	0,13
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)	0,08	
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde	D	0,13
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde		0,17
8	Bodrum tavanı	D	0,17
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları	0,04	
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı	0	

A- Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda $R_{iç} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere $R_{dış} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.
B- Yapı bileşenlerinin bina üzerindeki konumları için Şekil E2.1'ye bakınız. Şekil E2.2'de örnek duvar bileşenleri gösterilmiştir.
C- Hava boşluklu sandviç duvarlarda Sıra no 1 'de verilen değerler kullanılır.
D-Yapı bileşeninin iç mekânda yer alması durumunda, hesaplamalarda iç ve dış yüzey ısı iletim direnç değerleri aynı kabul edilmelidir.



Şekil E2.1. Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi (numaralar Çizelge 2.1'deki sıra numaralarına göre verilmiştir)



Şekil E2.2. Duvar yalıtım tiplerine göre yapı bileşenlerinin gösterilmesi

Çizelge E2.2 Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ($r_{i,ay}$)

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

Çizelge E2.3. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü

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

Çizelge E2.4. Yerleşim yerlerine göre ısı hesabında kullanılacak dış hava sıcaklıkları (Anonim, 2008)

İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C	İsim	Sıcaklık °C
ADAPAZARI	-3R	BOLU	-15	İĞDIR	-18	MARDİN	-6
ADANA	0R	BURDUR	-9	İSPARTA	-9	MUĞLA	-3R
ADİYAMAN	-9	BURSA	-6R	İSTANBUL	-3R	MUŞ	-18
AFYON	-12R	ÇANAKKALE	-3R	İZMİR	0	NEVŞEHİR	-15
AĞRI	-24	ÇANKIRI	-15	İZMİT	-3R	NİĞDE	-15
AKSARAY	-15	ÇORUM	-15	KARABÜK	-12R	ORDU	-3
AMASYA	-12	DENİZLİ	-6	KARAMAN	-12	RİZE	-3
ANKARA	-12R	DIYARBAKIR	-9R	KASTAMONU	-12	SAMSUN	-3R
ANTAKYA	0R	DÜZCE	-9R	KAYSERİ	-15	ŞIRNAK	-6
ANTALYA	3R	EDİRNE	-9	KİLİS	-6	TEKİRDAĞ	-6R
ARDAHAN	-21	ELAZIĞ	-12	KIRIKKALE	-12	TOKAT	-15
AYDIN	-3R	ERZİNCAN	-18	KIRKLARELİ	-9R	TRABZON	-3
BALIKESİR	-3R	ERZURUM	-21	KIRŞEHİR	-12	TUNCELİ	-18
BARTIN	-3R	ESKİŞEHİR	-12	KONYA	-12	URFA	-6R
BATMAN	-9	GAZİANTEP	-9	KÜTAHYA	-12	VAN	-15
BAYBURT	-15	GİRESUN	-3	MALATYA	-12	YALOVA	-3R
BİLECİK	-9R	GÜMÜŞHANE	-12	MANİSA	-3R	YOZGAT	-15
BİNGÖL	-18R	HAKKARİ	-24	K.MARAŞ	-9	ZONGULDAK	-3R
BİTLİS	-15						

Çizelge E2.5. Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları (Anonim, 2008)

ISITILACAK HACİMİN ADI	SICAKLIĞI *(°C)	ISITILACAK HACİMİN ADI	SICAKLIĞI *(°C)
1- KONUTLAR		5- FABRİKA YAPILARI	
- Oturma odası (Salonlar)	+22	- Ağır iş yapan atölye	+15
- Yatak odası	+20	- Hafif iş yapan atölyeler	+18
- Antre, hela, mutfak	+18	- Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atölyeleri	+20
- Banyo	+26		
- Merdiven	+10	6- CEZA VE TUTUKEVİ	
2- İŞ VE İDARE BİNALARI		- Tek odalar, yatak odaları	+20
- Berber, terzi dükkânı	+20	- Hafif iş atölyesi ve koğuş	+18
- Lokanta, otel, ve pansiyon odası	+20	- Banyo, duş, soyunma hacimleri	+26
- Bekleme odası	+20	- Hela	+15
- İş atölyesi oturarak çalışma	+20	7- ÇEŞİTLİ YERLER	
- Tesviye, torna, marangoz, vb. atölye	+18	- Sergi evleri, müzeler genel gardıroplar	+15
- Demir, döküm ve pres vb. atölyeler	+18	- Sinema ve tiyatro salonları	+18
- Elektrik, bobinaj vb. atölyeler	+20	- Garajlar	+10
- Motor v.. Yenileştirme atölyesi	+20	- Ahır ve ağıl	+12
- Kaporta, boya vb. iş atölyeleri	+18	- Yüzme havuzu	
- Merdiven ve asansör boşluğu	+15	- Bekleme salonu	+18
- Koridor, hela	+15	- Banyo ve duş odalarına geçiş yolu	+20
- Toplantı salonu	+20	- Soyunma ve giyinme odaları	+22
- Sinema, tiyatro, diskotek, gazino vb. eğlence salonları	+18	- Kurna ve duş odaları	+20~22
- Arşiv hacimleri	+15	- Yüzme havuzu hacmi	+22~25
3- OKULLAR (**)		- Soyunma ve son terleme odası	+22
- Derslik, öğretmen, yönetici ve kreş odaları	+22	- Birincil terleme hacmi	+40~50
- Öğretim aracı deposu, laboratuvar	+15	- İkincil terleme hacmi	+50~60
- Revir, doktor ve muayene odaları	+24	- Sıhhi banyo hacmi	+26
- Kreşlerde koridor, merdiven ve asansör boşluğu hela	+15	- Merdiven ve asansör boşluğu	+18
- Okullarda konferans salonları	+18	- Jimnastik salonu	+18
- Jimnastik salonu	+15	- Ambar ve depolar	+10
		- Çoğunlukla dükkanlar	+18
		- Normal çiçek ve bitkiler	+15
		- Sıcak iklim bitkileri	+25
- Ortopedik jimnastik salonu	+20	(*) Projeyi yaptıran tarafından başka bir değer istenmedikçe projesi düzenlenecek yapının ısı yükü bu iç hacim sıcaklıklarına göre hesaplanacaktır.	
4- HASTANE YAPILARI			
- Hasta yatak ve poliklinik odası	+20		
- Banyo, duş, ameliyat, röntgen ve röntgen soyunma odaları	+22	(**) Dersliklerin sıcaklıkları, normal pencere havalandırmasıyla dinlenme sıralarında (tenefüslerde) 18 °C altına düşürülebilir.	
- Eczane ve laboratuvar hacimleri	+20	NOT: Hastane, fabrika, cami, tiyatro vb. gibi yapıların hacim iç sıcaklıkları, projeyi yaptıranla birlikte saptanmalıdır.	
- Merdiven ve asansör boşluğu, koridor, bekleme salonu, hol ve helalar	+18		

Çizelge E2.6. Binada ısıtılmayan bölgelerin sıcaklıkları (Anonim, 2008)

Dış Sıcaklıklar		3	0	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27
Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller	$K < 2$	9	7	4	2	-1	-3	-6	-8	-11	-13	-16
	$2 < K < 5$	6	4	1	-1	-4	-6	-9	-11	-14	-16	-19
	$k > 5$	3	1	-2	-4	-6	-9	-12	-14	-17	-19	-22
Isıtılmamış Mahaller	İçeriye veya bodruma kapı ya da pencere, büyük bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	15	14	12	10	9	7	5	3	2	0	-1
	Dışa kapı veya pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	10	8	6	5	3	1	0	-2	-4	-6	-7
Toprak Sıcaklığı	Döşeme altındaki	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Dış duvara bitişik	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Bitişik Evlerin Sıcaklığı	Merkezi ısıtma	15										
	Mahalli ısıtma	10										
Kazan dairesi		20										
Kömürlük		10										

Çizelge E2.7. Birleştirilmiş artırım katsayısı (Anonim, 2008)

İşletme Durumu	D (W/m ² K)			
	0.1 – 0.29	0.30 – 0.69	0.70 – 1.49	≥ 1.50
	% Z _D			
1. İşletme	7	7	7	7
2. İşletme	20	15	15	15
3. İşletme	30	25	20	15

Çizelge E2.8. Kat yükseklik artırım değerleri (Genceli ve Parmaksızoğlu, 2008)

Kat Numaraları	Bina Toplam Kat Adedi												Kat Artırımı Z _w %
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	3,2,1	4,3,2,1	5,4,3,2,1	% 0
	4	4	5,4	5,4	5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	6,5,4	7,6,5	8,7,6	% 5
		5	6	6	7,6	8,7	9,8,7	9,8,7	9,8,7	9,8,7	10,9,8	11,10,9	% 10
			7	8	9	10	10	11,10	12,11,10	13,12,11	14,13,12		% 15
							11	12	13	14	15		% 20

Çizelge E2.9. Yön artırım değerleri (Genceli ve Parmaksızoğlu, 2008)

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
%Z _H	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

Çizelge E2.10. Kapı ve pencerelerin sızdırganlık katsayıları (Anonim, 2008)

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	a
Ahşap Çerçeve	Tek pencere	3.0
	Çift camlı pencere	2.5
	Çift pencere	2
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2.5
	Tek pencere	1.5
Çelik veya metal çerçeve	Çift camlı pencere	1.5
	Çift pencere	1.2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40.0
	Eşikli Kapılar	15.0
Dış kapılar aynen pencere gibi hesaplanır		

Çizelge E2.11. Yaklaşık açılan pencere uzunluğunu belirleyen çizelge (Anonim, 2008)

Yapının Şekli	Pencere veya kapının yüksekliği (h)	W = L / A _{pen} (1/m)
Muhtelif çok kanatlı pencereler	0.50	7.20
	0.63	6.20
	0.75	5.30
	0.88	4.90
	1.00	4.50
	1.25	4.10
	1.35	3.90
	1.50	3.70
	2.00	3.30
	2.50	3.00
İki kanatlı kapı	2.50	3.30
Tek kanatlı kapı	2.10	2.60

Çizelge E2.12. Oda durum katsayısı (Anonim, 2008)

Pencere Cinsi	İç kapı	$\frac{FA}{FT}$ (Dış Pencere Alanı) / (İç Kapıların Alanı)	P
Tahta veya plastik pencere	Aralıklı	< 3	0.9
	Aralıksız	< 1.5	
Çelik veya metal pencere	Aralıklı	< 6	
	Aralıksız	< 2.5	
Tahta veya plastik pencere	Aralıklı	3 ile 9	0.7
	Aralıksız	1.5 ile 3	
Çelik veya metal pencere	Aralıklı	6 ile 20	
	Aralıksız	2.5 ile 6	

Çizelge E2.13. Bina durum katsayısı (Anonim, 2008)

Bölgenin Durumu	Binanın Durumu	Bina Durum Katsayısı (H)	
		Bitişik Nizam	Ayrık Nizam
Normal Bölge	Mahfuz	0.24	0.34
	Serbest	0.41	0.58
	Çok Serbest	0.60	0.84
Rüzgarlı Bölge	Mahfuz	0.41	0.58
	Serbest	0.60	0.84
	Çok Serbest	0.62	1.13

Çizelge E2.14. Hesaplamalarda kullanılan yakıt türlerinin FSEG(CO₂) dönüşüm katsayıları (Yazıcı ve ark., 2007)

Yakıt Cinsi	FSEG Dönüşüm Katsayısı [kg eşd.CO ₂ /kWh]
Fuel-Oil	0.330
Doğalgaz	0.234
Diğer fosil yakıtlar (LPG)	0.320
Linyit	0.433
Kok	0.467

EK-3

Çizelge E3.1. Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık °C olarak ortalama iç sıcaklık ($T_{iç,ay}$) değerleri

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

Çizelge E3.2. Farklı derece-gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğuşma hesaplamalarında kullanılacak aylık °C olarak ortalama dış sıcaklık ($T_{dış,ay}$) değerleri

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

EK-4**Çizelge E4.1.** Bütün derece gün bölgeleri için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti W/m^2 olarak değerleri

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

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

EK-5

Çizelge E5.1. En büyük ve en küçük $A_{top}/V_{brüt}$ oranları için ısıtma enerjisi değerleri

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

Çizelge E5.2. Bölgelere ve ara değer $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak sınırlandırılan \dot{Q}' nun hesaplanması

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

Çizelge E5.3. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri

	$U_{dış}$ (W/m ² K)	U_{tavan} (W/m ² K)	U_{tt} (W/m ² K)	U_{pen} (W/m ² K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Çizelge E5.4. Bazı pencere sistemlerinin U_{pen} değerleri

Türkiye'deki ısı bölgelerine uygun cam seçiminde kullanılmak üzere hazırlanmış pencere ısı geçirgenlik (U_{pen}) katsayıları W/m ² 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

Çizelge E5.5. Bazı kapı sistemlerinin $U_{kapı}$ değerleri

KAPILAR	Isı Geçirgenlik Katsayısı ($U_{kapı}$) katsayıları W/m ² K
AHŞAP KAPILAR	
Camlı dış kapı	3,5
METAL PENCERE VE KAPILAR (Hazır profillerinden en az iki binili)	
Basit tek camlı dış kapı (yalıtımsız)	5,5
Basit tek camlı dış kapı (yalıtlımlı)	4
PLASTİK (PVC) KAPILAR	
Basit tek camlı dış kapı	3,5

EK-6

Çizelge E6.1. İllere göre derece gün bölgeleri

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
ADANA ANTALYA	AYDIN HATAY	MERSİN İZMİR	OSMANİYE
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 TRABZON AMASYA ZONGULDAK BARTIN BATMAN BURSA	ÇANAKKALE ADİYAMAN DİYARBAKIR BALIKESİR GAZİ ANTEP GİRESUN İSTANBUL	KAHRAMAN MARAŞ DENİZLİ KOCAELİ EDİRNE MARDİN MUĞLA ORDU	RİZE KİLİS SİİRT MANİSA ŞANLI URFA ŞIRNAK 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 AKSARAY ANKARA ARTVİN BİLECİK BİNGÖL BOLU	BURDUR ÇANKIRI ÇORUM ELAZIĞ ESKİŞEHİR IĞDIR ISPARTA	KARABÜK KARAMAN KIRIKKALE KIRKLARELİ KIRŞEHİR KONYA KÜTAHYA	MALATYA NEVŞEHİR NİĞDE TOKAT TUNCELİ UŞAK
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 olup da kendisi 3.Bölgede olan belediyeler			
TOSYA (Kastamonu)			

Çizelge E6.1. (Devam) İllere göre derece gün bölgeleri

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)

Not: Çizelge E4.1’de adı bulunmayan yerleşim birimleri, bağlı buldukları belediyenin bölgesinde sayılır.

EK-7

Çizelge E7.1. Oda sıcaklığına göre panel plus radyatör ısı kapasiteleri (Anonim, 2013b)

TS EN 442 değerleridir. Isıl Güç (watt; kcal/h) 75 °C - 65 °C

Oda Sıcaklığı																		
Tip	Anma	10 °C		12 °C		15 °C		18 °C		20 °C		22 °C		24 °C		26 °C		n
	Ölçüsü	watt	kcal/h	watt	kcal	watt	kcal/h	watt	kcal	watt	kcal/h	watt	kcal/h	watt	kcal/h	watt	kcal/h	
21 Plus	300	1.025	882	979	842	911	783	844	726	800	688	757	651	714	614	672	578	1,36
	400	1.280	1.101	1.222	1.051	1.137	978	1.054	906	999	859	945	813	892	767	840	722	1,36
	500	1.518	1.305	1.449	1.247	1.349	1.160	1.250	1.075	1.185	1.019	1.121	904	1.058	910	996	857	1,36
	600	1.742	1.499	1.664	1.431	1.549	1.332	1.435	1.234	1.361	1.171	1.288	1.108	1.216	1.045	1.144	984	1,36
	900	2.353	2.024	2.248	1.934	2.093	1.800	1.940	1.669	1.840	1.583	1.741	1.498	1.644	1.414	1.548	1.332	1,35
22 Plus	300	1.346	1.158	1.286	1.106	1.197	1.029	1.109	954	1.052	905	995	856	940	808	885	761	1,36
	400	1.682	1.447	1.607	1.382	1.496	1.286	1.387	1.193	1.315	1.131	1.244	1.070	1.175	1.010	1.106	952	1,36
	500	1.999	1.720	1.910	1.643	1.778	1.529	1.648	1.417	1.563	1.344	1.479	1.272	1.397	1.201	1.315	1.131	1,35
	600	2.300	1.978	2.197	1.889	2.045	1.759	1.896	1.630	1.798	1.546	1.702	1.464	1.607	1.382	1.513	1.301	1,35
	900	3.129	2.591	2.990	2.571	2.783	2.394	2.501	2.220	2.448	2.105	2.317	1.993	2.180	1.802	2.061	1.772	1,35

Bu değerler 1 m radyatör için geçerlidir.

TS EN 442 değerleridir. Isıl Güç (watt; kcal/h) 90 °C - 70 °C

Oda Sıcaklığı																		
Tip	Anma	10 °C		12 °C		15 °C		18 °C		20 °C		22 °C		24 °C		26 °C		n
	Ölçüsü	watt	kcal/h	watt	kcal	watt	kcal/h	watt	kcal	watt	kcal/h	watt	kcal/h	watt	kcal/h	watt	kcal/h	
21 Plus	300	1.265	1.087	1.216	1.045	1.143	983	1.072	922	1.025	882	979	842	924	795	878	755	1,36
	400	1.578	1.357	1.517	1.305	1.427	1.227	1.338	1.151	1.280	1.101	1.222	1.051	1.154	992	1.097	943	1,36
	500	1.871	1.609	1.799	1.547	1.692	1.455	1.587	1.365	1.518	1.305	1.449	1.247	1.368	1.177	1.301	1.119	1,36
	600	2.147	1.847	2.065	1.776	1.942	1.670	1.822	1.567	1.742	1.499	1.664	1.431	1.571	1.351	1.494	1.285	1,36
	900	2.898	2.492	2.787	2.397	2.622	2.255	2.460	2.116	2.353	2.024	2.248	1.933	2.123	1.826	2.019	1.736	1,35
22 Plus	300	1.658	1.426	1.595	1.371	1.500	1.290	1.407	1.210	1.346	1.158	1.285	1.106	1.214	1.044	1.155	993	1,35
	400	2.072	1.782	1.993	1.714	1.875	1.612	1.759	1.512	1.682	1.447	1.607	1.382	1.517	1.305	1.443	1.241	1,35
	500	2.462	2.117	2.368	2.036	2.228	1.916	2.090	1.797	1.999	1.719	1.910	1.643	1.803	1.551	1.715	1.475	1,35
	600	2.831	2.435	2.723	2.342	2.562	2.203	2.404	2.067	2.300	1.978	2.197	1.889	2.074	1.784	1.973	1.697	1,35
	900	3.851	3.312	3.704	3.185	3.485	2.997	3.270	2.813	3.129	2.691	2.990	2.571	2.823	2.428	2.685	2.310	1,35

Bu değerler 1 m radyatör için geçerlidir.

Çizelge E7.2. Oda sıcaklığına göre standart radyatör ısı kapasiteleri (Anonim, 2013c)

		ISIL KAPASİTELER																				EN 442																			
		70°C (75°C / 65°C) SU SICAKLIĞINDA ISIL KAPASİTE Δt 50 °C																																							
YÜKSEKLİK (mm)	TİP	300					400					500					550					600					700					800					900				
		P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP
12° C	(ısıtım)	550	660	820	1060	1518	463	757	1045	1325	1800	671	918	1251	1602	2254	821	1003	1348	1730	2426	672	1076	1457	1875	2607	767	1207	1617	2104	2927	650	1349	1782	2541	3211	940	1460	1926	2672	3560
	(soğut.)	407	605	953	1221	1700	530	881	1217	1553	2200	654	1060	1455	1804	2621	723	1155	1560	2013	2821	781	1251	1684	2180	3022	882	1404	1900	2447	3404	690	1562	2072	2723	3770	1104	1709	2240	2991	4140
15° C	(ısıtım)	325	549	794	978	1415	432	706	971	1244	1789	552	826	1186	1603	2100	579	826	1126	1513	2060	626	1033	1357	1747	2429	715	1229	1597	1961	2727	833	1251	1660	2182	3020	884	1389	1795	2397	3317
	(soğut.)	270	438	688	1138	1645	502	821	1128	1447	2058	619	965	1356	1737	2442	673	1076	1461	1875	2520	738	1166	1578	2032	2825	831	1304	1752	2280	3172	630	1455	1931	2537	3513	1058	1562	2088	2787	3858
18° C	(ısıtım)	302	508	737	906	1311	400	654	901	1153	1629	490	750	1060	1383	1945	536	857	1164	1494	2064	580	929	1257	1619	2250	682	1042	1389	1619	2326	741	1159	1538	2021	2708	819	1268	1663	2229	3073
	(soğut.)	251	591	853	1054	1504	485	780	1020	1341	1905	573	922	1295	1639	2262	624	987	1303	1737	2435	675	1080	1482	1887	2617	770	1213	1623	2112	2938	652	1348	1789	2320	3254	933	1475	1934	2582	3574
20° C	(ısıtım)	287	483	677	851	1245	380	629	851	1095	1557	458	753	1028	1314	1848	510	815	1105	1419	1989	551	882	1194	1537	2158	629	940	1305	1525	2400	704	1161	1461	2020	2658	778	1205	1580	2159	2910
	(soğut.)	234	562	792	1001	1448	442	722	996	1273	1811	544	876	1193	1523	2149	593	947	1266	1650	2313	641	1025	1389	1788	2486	732	1151	1542	2005	2791	619	1300	1809	2323	3201	905	1401	1837	2453	3305
22° C	(ısıtım)	273	460	640	820	1186	362	591	811	1043	1483	448	717	977	1251	1760	485	779	1033	1351	1894	525	849	1137	1484	2036	669	943	1283	1643	2285	670	1149	1391	1829	2331	741	1147	1504	2069	2780
	(soğut.)	218	535	741	954	1370	421	688	954	1213	1725	614	834	1138	1455	2047	664	902	1228	1672	2263	610	977	1323	1708	2368	697	1097	1489	1611	2458	780	1219	1618	2127	2944	862	1334	1750	2336	3233
24° C	(ısıtım)	250	431	609	799	1112	339	554	754	976	1350	418	672	916	1173	1640	455	727	987	1287	1770	492	789	1060	1373	1909	602	884	1184	1540	2143	629	903	1204	1714	2323	655	1070	1410	1833	2605
	(soğut.)	205	502	693	894	1253	390	643	89	1137	1617	498	782	1065	1394	1919	529	849	1148	1473	2065	572	916	1240	1599	2229	653	1028	1337	1791	2482	731	1143	1517	1994	2760	808	1231	1640	2193	3031

1 = 20°C oda sıcaklığında (75°C / 65°C) ortama su sıcaklığı 70°C Δt 50°C

80°C (90°C / 70°C) SU SICAKLIĞINDA ISIL KAPASİTE Δt 60 °C

EN 442

		ISIL KAPASİTELER																				EN 442																			
		80°C (90°C / 70°C) SU SICAKLIĞINDA ISIL KAPASİTE Δt 60 °C																																							
YÜKSEKLİK (mm)	TİP	300					400					500					550					600					700					800					900				
		P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP	P	PK	PKP	PKKP	PKCKPKP
12° C	(ısıtım)	429	720	1009	1292	1967	567	925	1208	1639	2329	696	1119	1535	1992	2771	759	1211	1602	2121	2979	820	1302	1708	2302	3167	830	1472	1973	2580	3500	1344	1924	2171	3069	4024	1160	1762	2347	3155	4375
	(soğut.)	494	837	1174	1502	2171	659	1075	1483	1925	2709	810	1301	1786	2282	3222	882	1408	1921	2467	3464	954	1515	2056	2678	3707	1091	1712	2259	3001	4167	1714	1903	2504	3337	4679	1349	2073	2730	3670	5080
15° C	(ısıtım)	406	680	953	1220	1783	536	873	1213	1647	2200	658	1067	1460	1863	2617	716	1143	1460	2003	2813	774	1230	1670	2174	3010	886	1309	1867	2437	3400	686	1543	2060	2710	3800	1046	1683	2217	2883	4133
	(soğut.)	472	791	1109	1419	2051	623	1045	1407	1799	2559	705	1220	1680	2155	3043	830	1300	1814	2330	3272	901	1430	1942	2529	3361	1000	1617	2171	2834	3954	1140	1705	2304	3152	4419	1274	1950	2578	3400	4607
18° C	(ısıtım)	383	638	894	1144	1653	502	819	1138	1450	2063	617	991	1359	1735	2453	671	1072	1466	1875	2508	726	1153	1566	2039	2822	831	1303	1793	2384	3188	624	1447	1922	2541	3503	1027	1538	2078	2794	3875
	(soğut.)	442	741	1039	1330	1923	584	952	1313	1685	2390	717	1152	1581	2021	2863	781	1247	1708	2184	3067	844	1341	1821	2371	3282	966	1516	2055	2657	3707	1075	1683	2236	2955	4103	1195	1835	2417	3249	4507
20° C	(ısıtım)	360	612	858	1096	1597	482	788	1069	1392	1980	592	951	1305	1683	2325	645	1029	1408	1889	2532	697	1107	1503	1957	2709	797	1251	1800	2393	3600	609	1369	1840	2409	3420	980	1515	1995	2682	3720
	(soğut.)	424	712	998	1277	1846	561	914	1269	1619	2323	658	1106	1518	1940	2729	750	1197	1638	2097	2945	811	1287	1746	2276	3151	927	1405	1954	2559	3559	1012	1615	2146	2837	3977	1147	1762	2320	3119	4325
22° C	(ısıtım)	348	583	817	1046	1511	459	749	1027	1328	1886	554	906	1243	1589	2243	614	980	1337	1717	2411	684	1094	1431	1864	2580	759	1191	1643	2089	2914	645	1328	1757	2328	3257	939	1443	1940	2554	3543
	(soğut.)	404	673	959	1215	1758	534	871	1203	1542	2153	656	1033	1445	1847	2660	714	1140	1535	1997	2804	772	1235	1605	2168	3061	803	1266	1808	2429	3389	692	1538	2044	2701	3788	1092	1670	2210	2971	4120
24° C	(ısıtım)	332	556	799	998	1443	436	715	989	1285	1800	536	865	1185	1515	2141	585	939	1275	1639	2302	634	1006	1365	1779	2463	725	1137	1537	1994	2782	605	1263	1677	2217	3109	897	1377	1814	2435	3362
	(soğut.)	386	647	907	1161	1678	510	831	1119	1472	2063	626	1005	1380	1764	2490	681	1088	1484	1905	2677	737	1170	1569	2069	2864	843	1229	1723	2219	3225	638	1469	1951	2579	3616	1043	1602	2100	2836	3933
26° C	(ısıtım)	317	532	749	965	1380	419	683	941	1210	1722	615	827	1135	1450	2048	560	895	1229	1588	2202	606	963	1307	1702	2356	693	1084	1480	1907	2661	571	1358	1804	2321	2974	858	1317	1735	2332	3235
	(soğut.)	369	619	853	1110	1605	487	795	1108	1409	2002	638	962	1320	1687	2362	682	1041	1420	1823	2561	705	1120	1520	1979	2740	809	1263	1809	2313	3285	697	1405	1866	2467	3459	997	1332	2018	2712	3702

1 = 20°C oda sıcaklığında (90°C / 70°C) ortama su sıcaklığı 80°C Δt 60°C

EK-8

Çizelge E8.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi

1.20	1 $T_{dış}$ [C]	2 Radyatör _{toplam} [m]	3 B_y [kg , m ³]	4 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	-15	46,2	9210	20678
Run 2	-14	45,5	9065	20352
Run 3	-13	44,7	8919	20025
Run 4	-12	44,0	8774	19699
Run 5	-11	43,3	8628	19372
Run 6	-10	42,6	8483	19046
Run 7	-9	41,8	8338	18719
Run 8	-8	41,1	8192	18393
Run 9	-7	40,4	8047	18066
Run 10	-6	39,7	7901	17739
Run 11	-5	38,9	7756	17413
Run 12	-4	38,2	7610	17086
Run 13	-3	37,5	7465	16760
Run 14	-2	36,7	7319	16433
Run 15	-1	36,0	7174	16107
Run 16	0	35,3	7028	15780
Run 17	1	34,6	6883	15454
Run 18	2	33,8	6738	15127
Run 19	3	33,1	6592	14800
Run 20	4	32,4	6447	14474

Çizelge E8.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi

1.20	1 $T_{dış}$ [C]	2 Radyatör _{toplam} [m]	3 B_y [kg , m ³]	4 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	-15	46,2	9216	20692
Run 2	-14	45,5	9070	20365
Run 3	-13	44,8	8925	20038
Run 4	-12	44,0	8779	19711
Run 5	-11	43,3	8634	19384
Run 6	-10	42,6	8488	19057
Run 7	-9	41,9	8342	18730
Run 8	-8	41,1	8197	18403
Run 9	-7	40,4	8051	18076
Run 10	-6	39,7	7906	17749
Run 11	-5	38,9	7760	17422
Run 12	-4	38,2	7614	17095
Run 13	-3	37,5	7469	16769
Run 14	-2	36,8	7323	16442
Run 15	-1	36,0	7177	16115
Run 16	0	35,3	7032	15788
Run 17	1	34,6	6886	15461
Run 18	2	33,9	6741	15134
Run 19	3	33,1	6595	14807
Run 20	4	32,4	6449	14480

Çizelge E8.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..20	1 T _{dış} [C]	2 Radyatör _{toplam} [m]	3 B _y [kg , m ³]	4 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	-15	46,8	9335	20960
Run 2	-14	46,1	9186	20625
Run 3	-13	45,3	9037	20291
Run 4	-12	44,6	8888	19956
Run 5	-11	43,8	8740	19622
Run 6	-10	43,1	8591	19287
Run 7	-9	42,4	8442	18953
Run 8	-8	41,6	8293	18618
Run 9	-7	40,9	8144	18284
Run 10	-6	40,1	7995	17950
Run 11	-5	39,4	7846	17615
Run 12	-4	38,6	7697	17281
Run 13	-3	37,9	7548	16946
Run 14	-2	37,1	7399	16612
Run 15	-1	36,4	7250	16277
Run 16	0	35,7	7101	15943
Run 17	1	34,9	6952	15609
Run 18	2	34,2	6803	15274
Run 19	3	33,4	6654	14940
Run 20	4	32,7	6505	14605

Çizelge E8.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..20	1 T _{dış} [C]	2 Radyatör _{toplam} [m]	3 B _y [kg , m ³]	4 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	-15	46,9	9350	20992
Run 2	-14	46,1	9200	20657
Run 3	-13	45,4	9051	20321
Run 4	-12	44,7	8902	19986
Run 5	-11	43,9	8752	19651
Run 6	-10	43,2	8603	19315
Run 7	-9	42,4	8454	18980
Run 8	-8	41,7	8304	18645
Run 9	-7	40,9	8155	18309
Run 10	-6	40,2	8006	17974
Run 11	-5	39,4	7856	17639
Run 12	-4	38,7	7707	17303
Run 13	-3	37,9	7558	16968
Run 14	-2	37,2	7408	16633
Run 15	-1	36,5	7259	16298
Run 16	0	35,7	7110	15962
Run 17	1	35,0	6960	15627
Run 18	2	34,2	6811	15292
Run 19	3	33,5	6662	14956
Run 20	4	32,7	6512	14621

Çizelge E8.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..20	1 T _{dış} [C]	2 Radyatör _{toplam} [m]	3 B _y [kg . m ³]	4 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	-15	45,4	9049	20316
Run 2	-14	44,7	8908	20000
Run 3	-13	44,0	8767	19683
Run 4	-12	43,3	8626	19367
Run 5	-11	42,6	8485	19050
Run 6	-10	41,9	8344	18734
Run 7	-9	41,2	8203	18417
Run 8	-8	40,5	8062	18101
Run 9	-7	39,7	7921	17785
Run 10	-6	39,0	7780	17468
Run 11	-5	38,3	7639	17152
Run 12	-4	37,6	7498	16835
Run 13	-3	36,9	7357	16519
Run 14	-2	36,2	7217	16202
Run 15	-1	35,5	7076	15886
Run 16	0	34,8	6935	15569
Run 17	1	34,1	6794	15253
Run 18	2	33,4	6653	14937
Run 19	3	32,7	6512	14620
Run 20	4	32,0	6371	14304

Çizelge E8.6. Yalıtımsız duvar için dış hava sıcaklığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..20	1 T _{dış} [C]	2 Radyatör _{toplam} [m]	3 B _y [kg . m ³]	4 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	-15	69,0	13786	30952
Run 2	-14	67,7	13512	30338
Run 3	-13	66,3	13239	29723
Run 4	-12	64,9	12965	29108
Run 5	-11	63,6	12691	28494
Run 6	-10	62,2	12417	27879
Run 7	-9	60,8	12144	27264
Run 8	-8	59,5	11870	26650
Run 9	-7	58,1	11596	26035
Run 10	-6	56,7	11322	25420
Run 11	-5	55,4	11049	24806
Run 12	-4	54,0	10775	24191
Run 13	-3	52,7	10501	23577
Run 14	-2	51,3	10227	22962
Run 15	-1	49,9	9953	22347
Run 16	0	48,6	9680	21733
Run 17	1	47,2	9406	21118
Run 18	2	45,8	9132	20503
Run 19	3	44,5	8858	19889
Run 20	4	43,1	8585	19274

EK-9

Çizelge E9.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 $d_{dış1;köpük}$ [m]	2 B_y [kg . m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	0	14049	368978462,140	45,44	24,03	70,4	31543
Run 2	0,01	11613	279150386,267	34,38	24,03	58,2	26074
Run 3	0,02	10598	240551021,224	29,63	24,03	53,1	23795
Run 4	0,03	10028	218556631,219	26,92	24,03	50,3	22515
Run 5	0,04	9660	204235896,153	25,15	24,03	48,4	21689
Run 6	0,05	9402	194136352,689	23,91	24,03	47,1	21109
Run 7	0,06	9210	186619564,080	22,98	24,03	46,2	20678
Run 8	0,07	9062	180802247,323	22,27	24,03	45,4	20346
Run 9	0,08	8944	176164349,927	21,7	24,03	44,9	20081
Run 10	0,09	8848	172379087,543	21,23	24,03	44,4	19865
Run 11	0,1	8768	169230530,714	20,84	24,03	44,0	19686
Run 12	0,12	8643	164292393,307	20,23	24,03	43,3	19404
Run 13	0,14	8549	160595648,883	19,78	24,03	42,9	19194
Run 14	0,16	8476	157724010,028	19,43	24,03	42,5	19030
Run 15	0,18	8418	155428761,929	19,14	24,03	42,2	18900

Çizelge E9.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 $d_{dış2;köpük}$ [m]	2 B_y [kg . m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	0	14202	374489685,224	46,12	24,03	71,1	31885
Run 2	0,01	11664	281049938,190	34,61	24,03	58,4	26187
Run 3	0,02	10624	241538794,143	29,75	24,03	53,3	23852
Run 4	0,03	10044	219167722,405	26,99	24,03	50,4	22551
Run 5	0,04	9671	204652832,306	25,21	24,03	48,5	21713
Run 6	0,05	9410	194439504,461	23,95	24,03	47,2	21126
Run 7	0,06	9216	186850122,402	23,01	24,03	46,2	20692
Run 8	0,07	9067	180983588,925	22,29	24,03	45,5	20356
Run 9	0,08	8948	176310757,322	21,71	24,03	44,9	20090
Run 10	0,09	8851	172499790,802	21,25	24,03	44,4	19872
Run 11	0,1	8771	169331764,907	20,86	24,03	44,0	19692
Run 12	0,12	8645	164366570,677	20,24	24,03	43,4	19409
Run 13	0,14	8550	160652338,736	19,79	24,03	42,9	19197
Run 14	0,16	8477	157768744,441	19,43	24,03	42,5	19033
Run 15	0,18	8419	155464962,024	19,15	24,03	42,2	18902

Çizelge E9.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 $d_{dış3;taş,yünü}$ [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	0	14147	368012391,828	45,32	24,03	70,8	31763
Run 2	0,01	11786	283309608,653	34,89	24,03	59,1	26463
Run 3	0,02	10769	245691997,814	30,26	24,03	54,0	24179
Run 4	0,03	10188	223793483,831	27,56	24,03	51,1	22873
Run 5	0,04	9807	209297036,556	25,78	24,03	49,2	22019
Run 6	0,05	9537	198937232,095	24,5	24,03	47,8	21413
Run 7	0,06	9335	191143126,717	23,54	24,03	46,8	20960
Run 8	0,07	9178	185057173,401	22,79	24,03	46,0	20607
Run 9	0,08	9052	180168711,475	22,19	24,03	45,4	20324
Run 10	0,09	8949	176153567,576	21,7	24,03	44,9	20092
Run 11	0,1	8863	172795572,181	21,28	24,03	44,4	19899
Run 12	0,12	8727	167493965,559	20,63	24,03	43,8	19594
Run 13	0,14	8625	163495792,987	20,14	24,03	43,3	19365
Run 14	0,16	8545	160371860,471	19,75	24,03	42,9	19186
Run 15	0,18	8481	157863146,203	19,44	24,03	42,5	19042

Çizelge E9.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 $d_{dış4;köpük}$ [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	0	16650	519217297,915	63,95	24,03	83,4	37382
Run 2	0,01	12663	338121063,114	41,64	24,03	63,5	28431
Run 3	0,02	11171	272112678,768	33,51	24,03	56,0	25081
Run 4	0,03	10390	238213159,211	29,34	24,03	52,1	23328
Run 5	0,04	9910	217650556,792	26,81	24,03	49,7	22249
Run 6	0,05	9585	203872577,162	25,11	24,03	48,1	21519
Run 7	0,06	9350	194006636,881	23,89	24,03	46,9	20992
Run 8	0,07	9172	186598123,545	22,98	24,03	46,0	20593
Run 9	0,08	9033	180832744,378	22,27	24,03	45,3	20281
Run 10	0,09	8922	176219579,936	21,7	24,03	44,7	20031
Run 11	0,1	8830	172445257,783	21,24	24,03	44,3	19825
Run 12	0,12	8688	166639992,920	20,52	24,03	43,6	19506
Run 13	0,14	8584	162384853,652	20	24,03	43,1	19272
Run 14	0,16	8504	159132672,856	19,6	24,03	42,7	19092
Run 15	0,18	8440	156566514,483	19,28	24,03	42,3	18949

Çizelge E9.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 $d_{dış5,köpük}$ [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW·hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW·hr/m ³]	6 $Radyatör_{toplam}$ [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	0	13173	316114982,223	38,93	24,03	66,0	29576
Run 2	0,01	11010	244904798,300	30,16	24,03	55,2	24719
Run 3	0,02	10169	216797435,597	26,7	24,03	51,0	22830
Run 4	0,03	9708	201115152,448	24,77	24,03	48,7	21796
Run 5	0,04	9412	190877942,095	23,51	24,03	47,2	21132
Run 6	0,05	9204	183572974,144	22,61	24,03	46,2	20665
Run 7	0,06	9049	178053809,464	21,93	24,03	45,4	20316
Run 8	0,07	8928	173714626,239	21,39	24,03	44,8	20045
Run 9	0,08	8831	170201560,769	20,96	24,03	44,3	19827
Run 10	0,09	8751	167292366,502	20,6	24,03	43,9	19647
Run 11	0,1	8684	164839583,257	20,3	24,03	43,6	19497
Run 12	0,12	8578	160923627,660	19,82	24,03	43,0	19259
Run 13	0,14	8497	157929093,626	19,45	24,03	42,6	19078
Run 14	0,16	8434	155560696,705	19,16	24,03	42,3	18936
Run 15	0,18	8383	153638440,988	18,92	24,03	42,0	18821

EK-10

Çizelge E10.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 h_{kat} [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW·hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW·hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,2	8541	170451975,300	27,2	27,68	42,8	19177
Run 2	2,3	8644	172936303,936	26,39	26,98	43,3	19408
Run 3	2,4	8747	175421799,436	25,66	26,35	43,8	19639
Run 4	2,5	8850	177908406,606	24,98	25,76	44,4	19870
Run 5	2,6	8953	180396073,557	24,35	25,22	44,9	20101
Run 6	2,7	9056	182884751,469	23,78	24,72	45,4	20332
Run 7	2,8	9159	185374394,380	23,24	24,25	45,9	20563
Run 8	2,9	9262	187864958,989	22,74	23,82	46,4	20794
Run 9	3	9365	190356404,473	22,27	23,42	47,0	21025
Run 10	3,1	9467	192848692,320	21,84	23,04	47,5	21256
Run 11	3,2	9570	195341786,174	21,43	22,68	48,0	21487
Run 12	3,3	9673	197835651,689	21,04	22,35	48,5	21718
Run 13	3,4	9776	200330256,399	20,68	22,04	49,1	21949
Run 14	3,5	9879	202825569,595	20,34	21,74	49,6	22180
Run 15	3,6	9982	205321562,207	20,02	21,46	50,1	22411

Çizelge E10.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 h_{kat} [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW·hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW·hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,2	8546	170683655,516	27,23	27,68	42,8	19187
Run 2	2,3	8649	173167798,575	26,43	26,98	43,3	19419
Run 3	2,4	8752	175653113,467	25,69	26,35	43,9	19650
Run 4	2,5	8855	178139544,828	25,01	25,76	44,4	19881
Run 5	2,6	8958	180627040,602	24,39	25,22	44,9	20113
Run 6	2,7	9061	183115551,807	23,81	24,72	45,4	20344
Run 7	2,8	9165	185605032,326	23,27	24,25	46,0	20576
Run 8	2,9	9268	188095438,710	22,77	23,82	46,5	20807
Run 9	3	9371	190586729,991	22,3	23,42	47,0	21039
Run 10	3,1	9474	193078867,518	21,86	23,04	47,5	21270
Run 11	3,2	9577	195571814,803	21,45	22,68	48,0	21502
Run 12	3,3	9680	198065537,373	21,07	22,35	48,6	21733
Run 13	3,4	9783	200560002,637	20,71	22,04	49,1	21965
Run 14	3,5	9886	203055179,767	20,36	21,74	49,6	22196
Run 15	3,6	9989	205551039,582	20,04	21,46	50,1	22428

Çizelge E10.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 h_{kat} [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,2	8644	174998021,213	27,92	27,68	43,3	19407
Run 2	2,3	8750	177478634,735	27,09	26,98	43,8	19645
Run 3	2,4	8857	179960513,107	26,32	26,35	44,4	19884
Run 4	2,5	8963	182443597,816	25,62	25,76	44,9	20123
Run 5	2,6	9069	184927833,757	24,97	25,22	45,5	20362
Run 6	2,7	9176	187413169,002	24,36	24,72	46,0	20601
Run 7	2,8	9282	189899554,587	23,81	24,25	46,5	20840
Run 8	2,9	9389	192386944,314	23,29	23,82	47,1	21079
Run 9	3	9495	194875294,565	22,8	23,42	47,6	21318
Run 10	3,1	9601	197364564,139	22,35	23,04	48,2	21557
Run 11	3,2	9708	199854714,087	21,92	22,68	48,7	21796
Run 12	3,3	9814	202345707,569	21,52	22,35	49,2	22035
Run 13	3,4	9921	204837509,720	21,15	22,04	49,8	22274
Run 14	3,5	10027	207330087,519	20,79	21,74	50,3	22512
Run 15	3,6	10133	209823409,679	20,46	21,46	50,9	22751

Çizelge E10.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 h_{kat} [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,2	8619	177876243,782	28,38	27,68	43,2	19350
Run 2	2,3	8731	180354430,575	27,52	26,98	43,8	19603
Run 3	2,4	8844	182833944,554	26,74	26,35	44,3	19855
Run 4	2,5	8956	185314725,183	26,02	25,76	44,9	20108
Run 5	2,6	9069	187796715,387	25,35	25,22	45,5	20360
Run 6	2,7	9181	190279861,331	24,74	24,72	46,0	20613
Run 7	2,8	9294	192764112,201	24,17	24,25	46,6	20866
Run 8	2,9	9406	195249420,008	23,63	23,82	47,2	21118
Run 9	3	9519	197735739,407	23,14	23,42	47,7	21371
Run 10	3,1	9631	200223027,525	22,67	23,04	48,3	21623
Run 11	3,2	9744	202711243,800	22,24	22,68	48,9	21876
Run 12	3,3	9856	205200349,837	21,83	22,35	49,4	22128
Run 13	3,4	9969	207690309,271	21,44	22,04	50,0	22381
Run 14	3,5	10081	210181087,639	21,08	21,74	50,6	22634
Run 15	3,6	10194	212672652,258	20,74	21,46	51,2	22886

Çizelge E10.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 h_{kat} [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,2	8453	161846610,048	25,82	27,68	42,4	18980
Run 2	2,3	8545	164337505,237	25,08	26,98	42,8	19185
Run 3	2,4	8637	166829385,857	24,4	26,35	43,3	19391
Run 4	2,5	8728	169322203,312	23,77	25,76	43,7	19596
Run 5	2,6	8820	171815912,063	23,2	25,22	44,2	19802
Run 6	2,7	8911	174310469,397	22,66	24,72	44,7	20008
Run 7	2,8	9003	176805835,225	22,16	24,25	45,1	20213
Run 8	2,9	9095	179301971,882	21,7	23,82	45,6	20419
Run 9	3	9186	181798843,959	21,27	23,42	46,1	20624
Run 10	3,1	9278	184296418,136	20,87	23,04	46,5	20830
Run 11	3,2	9369	186794663,037	20,49	22,68	47,0	21036
Run 12	3,3	9461	189293549,095	20,13	22,35	47,5	21241
Run 13	3,4	9552	191793048,424	19,8	22,04	47,9	21447
Run 14	3,5	9644	194293134,702	19,49	21,74	48,4	21653
Run 15	3,6	9736	196793783,071	19,19	21,46	48,9	21858

Çizelge E10.6. Yalıtımsız duvar için kat yüksekliği ile diğer parametrelerin değişimi

1..15	1 h_{kat} [m]	2 B_y [kg , m ³]	3 $Q_{yıl}$ [kJ]	4 Q [kW-hr/m ³]	5 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	6 Radyatör _{toplam} [m]	7 $SEGM_y$ [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,2	12344	339951745,644	54,24	27,68	61,8	27714
Run 2	2,3	12566	342278241,885	52,24	26,98	62,9	28212
Run 3	2,4	12788	344608275,844	50,4	26,35	64,0	28711
Run 4	2,5	13010	346941768,571	48,71	25,76	65,1	29209
Run 5	2,6	13231	349278642,573	47,15	25,22	66,2	29707
Run 6	2,7	13453	351618821,833	45,71	24,72	67,4	30205
Run 7	2,8	13675	353962231,829	44,37	24,25	68,5	30703
Run 8	2,9	13897	356308799,540	43,13	23,82	69,6	31201
Run 9	3	14119	358658453,461	41,96	23,42	70,7	31700
Run 10	3,1	14341	361011123,602	40,88	23,04	71,8	32198
Run 11	3,2	14563	363366741,487	39,86	22,68	72,9	32696
Run 12	3,3	14785	365725240,153	38,9	22,35	74,1	33194
Run 13	3,4	15006	368086554,141	38	22,04	75,2	33692
Run 14	3,5	15228	370450619,485	37,15	21,74	76,3	34190
Run 15	3,6	15450	372817373,701	36,35	21,46	77,4	34688

EK-11

Çizelge E11.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 $U_{kapı}$ [W/m ² *K]	2 $Q_{yıl}$ [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B_y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	3,5	185109694,914	22,8	24,03	45,5	9070	20363
Run 2	4	185486980,856	22,84	24,03	45,7	9105	20442
Run 3	5,5	186619564,080	22,98	24,03	46,2	9210	20678

Çizelge E11.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 $U_{kapı}$ [W/m ² *K]	2 $Q_{yıl}$ [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B_y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	3,5	185339958,648	22,83	24,03	45,6	9076	20377
Run 2	4	185717318,577	22,87	24,03	45,7	9111	20455
Run 3	5,5	186850122,402	23,01	24,03	46,2	9216	20692

Çizelge E11.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 $U_{kapı}$ [W/m ² *K]	2 $Q_{yıl}$ [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B_y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	3,5	189627587,320	23,35	24,03	46,2	9195	20644
Run 2	4	190006297,353	23,4	24,03	46,3	9230	20723
Run 3	5,5	191143126,717	23,54	24,03	46,8	9335	20960

Çizelge E11.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 $U_{kapı}$ [W/m ² *K]	2 $Q_{yıl}$ [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B_y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	3,5	192487624,149	23,71	24,03	46,2	9209	20677
Run 2	4	192867206,495	23,75	24,03	46,4	9245	20756
Run 3	5,5	194006636,881	23,89	24,03	46,9	9350	20992

Çizelge E11.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 $U_{kapı}$ [W/m ² *K]	2 $Q_{yıl}$ [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B_y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	3,5	176555333,212	21,74	24,03	44,7	8908	20001
Run 2	4	176929757,670	21,79	24,03	44,9	8944	20080
Run 3	5,5	178053809,464	21,93	24,03	45,4	9049	20316

Çizelge E11.6. Yalıtımsız duvar için kapı malzemesi ile diğer parametrelerin değişimi

1...3	1 $U_{\text{kapı}}$ [W/m ² *K]	2 $Q_{\text{yıl}}$ [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B_y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	3,5	353506198,712	43,54	24,03	68,4	13646	30637
Run 2	4	353913373,315	43,59	24,03	68,6	13681	30716
Run 3	5,5	355135125,474	43,74	24,03	69,0	13786	30952

EK-12

Çizelge E12.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..5	1 U _{pencere} [W/m ² *K]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B _y [kg, m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,1	171492119,292	21,12	24,03	44,8	8932	20654
Run 2	2,7	184445967,039	22,72	24,03	46,0	9170	20689
Run 3	2,8	186619564,080	22,98	24,03	46,2	9210	20678
Run 4	2,9	188797143,688	23,25	24,03	46,4	9250	20768
Run 5	3,6	204145026,484	25,14	24,03	47,8	9528	21392

Çizelge E12.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..5	1 U _{pencere} [W/m ² *K]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B _y [kg, m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,1	171719534,131	21,15	24,03	44,8	8938	20067
Run 2	2,7	184676100,000	22,74	24,03	46,0	9176	20602
Run 3	2,8	186850122,402	23,01	24,03	46,2	9216	20692
Run 4	2,9	189028119,903	23,28	24,03	46,4	9256	20781
Run 5	3,6	204379731,438	25,17	24,03	47,8	9534	21405

Çizelge E12.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..5	1 U _{pencere} [W/m ² *K]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B _y [kg, m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,1	175955187,155	21,67	24,03	45,4	9057	20335
Run 2	2,7	188961342,394	23,27	24,03	46,6	9296	20870
Run 3	2,8	191143126,717	23,54	24,03	46,8	9335	20960
Run 4	2,9	193328750,330	23,81	24,03	47,0	9375	21049
Run 5	3,6	208730170,187	25,71	24,03	48,4	9653	21673

Çizelge E12.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..5	1 U _{pencere} [W/m ² *K]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 \dot{Q} [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B _y [kg, m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,1	178781652,592	22,02	24,03	45,5	9072	20367
Run 2	2,7	191819837,464	23,62	24,03	46,7	9310	20903
Run 3	2,8	194006636,881	23,89	24,03	46,9	9350	20992
Run 4	2,9	19619788,309	24,16	24,03	47,1	9389	21081
Run 5	3,6	211630805,203	26,06	24,03	48,5	9668	21705

Çizelge E12.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..5	1 U _{pencere} [W/m ² *K]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 Ġ [kW-hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B _y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,1	163047982,323	20,08	24,03	44,0	8771	19692
Run 2	2,7	175896663,166	21,66	24,03	45,2	9009	20227
Run 3	2,8	178053809,464	21,93	24,03	45,4	9049	20316
Run 4	2,9	180215229,047	22,2	24,03	45,6	9089	20405
Run 5	3,6	195458640,216	24,07	24,03	47,0	9367	21030

Çizelge E12.6. Yalıtımsız duvar için pencere tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..5	1 U _{pencere} [W/m ² *K]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW hr/m ³]	4 Ġ [kW hr/m ³]	5 Radyatör _{toplam} [m]	6 B _y [kg , m ³]	7 SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	2,1	338744252,242	41,72	24,03	67,6	13508	30328
Run 2	2,7	352789664,266	43,45	24,03	68,8	13746	30863
Run 3	2,8	355135125,474	43,74	24,03	69,0	13786	30952
Run 4	2,9	357481842,464	44,03	24,03	69,2	13826	31041
Run 5	3,6	373942640,138	46,06	24,03	70,6	14104	31666

EK-13

Çizelge E13.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için pencere alanı ile diğer parametrelerin değişimi

1..11	1 A _{pencere} [m ²]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 Q̇ [kW-hr/m ³]
Run 1	40	153099081,029	18,856	23,48
Run 2	50	159616328,250	19,659	23,59
Run 3	60	166181203,123	20,467	23,7
Run 4	70	172791083,265	21,281	23,81
Run 5	80	179443513,825	22,101	23,92
Run 6	86,94	184084093,044	22,672	23,99
Run 7	90	186136195,856	22,925	24,02
Run 8	100	192866975,530	23,754	24,13
Run 9	110	199633834,139	24,587	24,24
Run 10	120	206434878,827	25,425	24,35
Run 11	130	213268333,978	26,266	24,46

Çizelge E13.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için pencere alanı ile diğer parametrelerin değişimi

1..11	1 A _{pencere} [m ²]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 Q̇ [kW-hr/m ³]
Run 1	40	153322014,592	18,883	23,48
Run 2	50	159840942,377	19,686	23,59
Run 3	60	166407404,869	20,495	23,7
Run 4	70	173018785,642	21,309	23,81
Run 5	80	179672635,384	22,129	23,92
Run 6	86,94	184314154,374	22,700	23,99
Run 7	90	186366660,304	22,953	24,02
Run 8	100	193098711,374	23,782	24,13
Run 9	110	199866774,360	24,616	24,24
Run 10	120	206668960,566	25,454	24,35
Run 11	130	213503498,257	26,295	24,46

Çizelge E13.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için pencere alanı ile diğer parametrelerin değişimi

1..11	1 A _{pencere} [m ²]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW-hr/m ³]	4 Q̇ [kW-hr/m ³]
Run 1	40	157475946,980	19,395	23,48
Run 2	50	164025516,716	20,202	23,59
Run 3	60	170620931,750	21,014	23,7
Run 4	70	177259683,675	21,832	23,81
Run 5	80	183939423,696	22,654	23,92
Run 6	86,94	188598089,709	23,228	23,99
Run 7	90	190657951,585	23,482	24,02
Run 8	100	197413205,425	24,314	24,13
Run 9	110	204203252,110	25,150	24,24
Run 10	120	211026278,526	25,990	24,35
Run 11	130	217880583,369	26,834	24,46

Çizelge E13.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için pencere alanı ile diğer parametrelerin değişimi

1..11	1 A _{pencere} [m ²]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW·hr/m ³]	4 Q̇ [kW·hr/m ³]
Run 1	40	160249666,052	19,737	23,48
Run 2	50	166819008,575	20,546	23,59
Run 3	60	173433111,648	21,360	23,7
Run 4	70	180089536,001	22,180	23,81
Run 5	80	186785997,190	23,005	23,92
Run 6	86,94	191455740,316	23,580	23,99
Run 7	90	193520354,890	23,834	24,02
Run 8	100	200290602,970	24,668	24,13
Run 9	110	207094860,284	25,506	24,24
Run 10	120	213931362,131	26,348	24,35
Run 11	130	220798452,331	27,194	24,46

Çizelge E13.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için pencere alanı ile diğer parametrelerin değişimi

1..11	1 A _{pencere} [m ²]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW·hr/m ³]	4 Q̇ [kW·hr/m ³]
Run 1	40	144828479,483	17,837	23,48
Run 2	50	151280627,293	18,632	23,59
Run 3	60	157784025,144	19,433	23,7
Run 4	70	164335817,702	20,240	23,81
Run 5	80	170933333,399	21,052	23,92
Run 6	86,94	175537559,658	21,619	23,99
Run 7	90	177574071,621	21,870	24,02
Run 8	100	184255690,828	22,693	24,13
Run 9	110	190975997,545	23,521	24,24
Run 10	120	197732936,144	24,353	24,35
Run 11	130	204524579,375	25,190	24,46

Çizelge E13.6. Yalıtımsız duvar için pencere alanı ile diğer parametrelerin değişimi

1..11	1 A _{pencere} [m ²]	2 Q _{yıl} [kJ]	3 Q [kW·hr/m ³]	4 Q̇ [kW·hr/m ³]
Run 1	40	318574196,145	39,236	23,48
Run 2	50	325754808,082	40,120	23,59
Run 3	60	332949667,057	41,007	23,7
Run 4	70	340158164,656	41,894	23,81
Run 5	80	347379725,003	42,784	23,92
Run 6	86,94	352398877,357	43,402	23,99
Run 7	90	354613802,748	43,675	24,02
Run 8	100	361859881,192	44,567	24,13
Run 9	110	369117470,531	45,461	24,24
Run 10	120	376386106,226	46,356	24,35
Run 11	130	383665347,477	47,253	24,46

EK-14

Çizelge E14.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 T _{ısıtıcı}	2 V ₁₈ [kcal/m ² -hr-C]	3 V ₂₀ [kcal/m ² -hr-C]	4 V ₂₂ [kcal/m ² -hr-C]	5 V ₂₆ [kcal/m ² -hr-C]	6 Radyatör _{toplam} [m]
Run 1	90	2417	2312	2209	1999	25,9
Run 2	70	1409	1316	1224	1044	46,2
Run 3	50	784	705	625	480	88,5

Çizelge E14.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 T _{ısıtıcı}	2 V ₁₈ [kcal/m ² -hr-C]	3 V ₂₀ [kcal/m ² -hr-C]	4 V ₂₂ [kcal/m ² -hr-C]	5 V ₂₆ [kcal/m ² -hr-C]	6 Radyatör _{toplam} [m]
Run 1	90	2417	2312	2209	1999	26,0
Run 2	70	1409	1316	1224	1044	46,2
Run 3	50	784	705	625	480	88,6

Çizelge E14.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 T _{ısıtıcı}	2 V ₁₈ [kcal/m ² -hr-C]	3 V ₂₀ [kcal/m ² -hr-C]	4 V ₂₂ [kcal/m ² -hr-C]	5 V ₂₆ [kcal/m ² -hr-C]	6 Radyatör _{toplam} [m]
Run 1	90	2417	2312	2209	1999	26,3
Run 2	70	1409	1316	1224	1044	46,8
Run 3	50	784	705	625	480	89,7

Çizelge E14.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 T _{ısıtıcı}	2 V ₁₈ [kcal/m ² -hr-C]	3 V ₂₀ [kcal/m ² -hr-C]	4 V ₂₂ [kcal/m ² -hr-C]	5 V ₂₆ [kcal/m ² -hr-C]	6 Radyatör _{toplam} [m]
Run 1	90	2417	2312	2209	1999	26,3
Run 2	70	1409	1316	1224	1044	46,9
Run 3	50	784	705	625	480	89,9

Çizelge E14.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 T _{ısıtıcı}	2 V ₁₈ [kcal/m ² -hr-C]	3 V ₂₀ [kcal/m ² -hr-C]	4 V ₂₂ [kcal/m ² -hr-C]	5 V ₂₆ [kcal/m ² -hr-C]	6 Radyatör _{toplam} [m]
Run 1	90	2417	2312	2209	1999	25,5
Run 2	70	1409	1316	1224	1044	45,4
Run 3	50	784	705	625	480	87,0

Çizelge E14.6. Yalıtımsız duvar için yakıcı tipi ile diğer parametrelerin değişimi

1..3	1 T _{ısıtıcı}	2 V ₁₈ [kcal/m ² ·hr·C]	3 V ₂₀ [kcal/m ² ·hr·C]	4 V ₂₂ [kcal/m ² ·hr·C]	5 V ₂₆ [kcal/m ² ·hr·C]	6 Radyatör _{toplam} [m]
Run 1	90	2417	2312	2209	1999	38,8
Run 2	70	1409	1316	1224	1044	69,0
Run 3	50	784	705	625	480	132,1

EK-15

Çizelge E15.1. Dıştan yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi

1.5	1	2	3	4	5	6	7	8
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]	
Run 1	4731	22979	0,65	0,464	10662	0,433	54747	
Run 2	7000	15531	0,65	0,890	13822	0,467	59046	
Run 3	9875	8945	0,8	2,730	24420	0,330	33901	
Run 4	11100	6920	0,92	6,140	42488	0,320	28586	
Run 5	11506	6604	0,93	1,250	8255	0,234	20678	

Çizelge E15.2. İçten yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi

1.5	1	2	3	4	5	6	7	8
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]	
Run 1	4731	23292	0,65	0,464	10807	0,433	55491	
Run 2	7000	15742	0,65	0,890	14010	0,467	59848	
Run 3	9875	9067	0,8	2,730	24752	0,330	34361	
Run 4	11100	7014	0,92	6,140	43065	0,320	28974	
Run 5	11506	6694	0,93	1,250	8367	0,234	20960	

Çizelge E15.3. Ortadan yalıtımlı tuğla duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi

1.5	1	2	3	4	5	6	7	8
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]	
Run 1	4731	23292	0,65	0,464	10807	0,433	55491	
Run 2	7000	15742	0,65	0,890	14010	0,467	59848	
Run 3	9875	9067	0,8	2,730	24752	0,330	34361	
Run 4	11100	7014	0,92	6,140	43065	0,320	28974	
Run 5	11506	6694	0,93	1,250	8367	0,234	20960	

Çizelge E15.4. Dıştan yalıtımlı perde beton duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi

1.5	1	2	3	4	5	6	7	8
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]	
Run 1	4731	23328	0,65	0,464	10824	0,433	55577	
Run 2	7000	15766	0,65	0,890	14032	0,467	59941	
Run 3	9875	9081	0,8	2,730	24790	0,330	34414	
Run 4	11100	7025	0,92	6,140	43132	0,320	29019	
Run 5	11506	6704	0,93	1,250	8380	0,234	20992	

Çizelge E15.5. Dıştan yalıtımlı gaz beton duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi

1.5	1	2	3	4	5	6	7
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	4731	22577	0,65	0,464	10476	0,433	53787
Run 2	7000	15259	0,65	0,890	13580	0,467	58011
Run 3	9875	8788	0,8	2,730	23992	0,330	33307
Run 4	11100	6799	0,92	6,140	41743	0,320	28085
Run 5	11506	6488	0,93	1,250	8110	0,234	20316

Çizelge E15. 6. Yalıtımsız duvar için yakıt cinsi ile diğer parametrelerin değişimi

1.5	1	2	3	4	5	6	7
	H_u [kcal/m ³]	B_y [kg, m ³]	n	C_{fyak} [TL/m ³]	M_y [TL]	FSEG [kg/kWh]	SEGM _y [kg eşdeğer CO ₂]
Run 1	4731	34396	0,65	0,464	15960	0,433	81947
Run 2	7000	23247	0,65	0,890	20690	0,467	88382
Run 3	9875	13389	0,8	2,730	36552	0,330	50744
Run 4	11100	10358	0,92	6,140	63597	0,320	42788
Run 5	11506	9885	0,93	1,250	12356	0,234	30952

Resim E16.1. (Devam) EES yazılımı ile hazırlanan programın bazı ekran görüntüleri

```

EES Academic Professional: C:\Users\buray\Desktop\ees\eri\program\eri\eri.dvver\tee\ees - Equations Window
File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples
k_ttd_kopuk=0.03 W/m^2K1 "Yogunlu 30 kg/m^3"
k_ttd_harc=1.4 W/m^2K1
k_ttd_kil=1.5 W/m^2K1
k_ttd_dolu=1.8 W/m^2K1
k_ttd_folyo=0.19 W/m^2K1
k_ttd_donatsiz=1.66 W/m^2K1
k_ttd_blokaj=0.7 W/m^2K1

"Toprak Temaslı Döşeme Kalınlıktan ( d )"
d_ttd_laminant=0.01 [m]
d_ttd_sap=0.05 [m]
d_ttd_kopuk=0.05 [m]
d_ttd_harc=0.1 [m]
d_ttd_kil=0.6 [m]
d_ttd_dolu=0.6 [m]
d_ttd_folyo=0.002 [m]
d_ttd_donatsiz=0.1 [m]
d_ttd_blokaj=0.3 [m]

"Toprak Temaslı Döşemenin İsl Geçirgenlik Katsayısı ( R )"
R_ttd_laminant=d_ttd_laminant/k_ttd_laminant
R_ttd_sap=d_ttd_sap/k_ttd_sap
R_ttd_kopuk=d_ttd_kopuk/k_ttd_kopuk
R_ttd_harc=d_ttd_harc/k_ttd_harc
R_ttd_kil=d_ttd_kil/k_ttd_kil
R_ttd_dolu=d_ttd_dolu/k_ttd_dolu
R_ttd_folyo=d_ttd_folyo/k_ttd_folyo
R_ttd_donatsiz=d_ttd_donatsiz/k_ttd_donatsiz
R_ttd_blokaj=d_ttd_blokaj/k_ttd_blokaj

"Toprak Temaslı Döşemenin İsl Geçirgenlik Katsayısı ( U )"
U_ttd=1/(R_ttd_blokaj+R_ttd_donatsiz+R_ttd_folyo+R_ttd_dolu+R_ttd_kil+R_ttd_harc+R_ttd_kopuk+R_ttd_sap+R_ttd_laminant+0.17)

"İstilan Bölgesiz Bölümler Arası Döşeme Mal İsl İletkenlik Değerleri ( k )"
k_d0_laminant=0.19 W/m^2K1
k_d0_harc=1.4 W/m^2K1
k_d0_kopuk=0.03 W/m^2K1 "Yogunlu 30 kg/m^3"
k_d0_donatsiz=2.5 W/m^2K1
k_d0_alç=0.7 W/m^2K1

"İstilan Bölgesiz Bölümler Arası Döşeme Mal Kalınlıktan ( d )"
d_d0_laminant=0.01 [m]
d_d0_harc=0.05 [m]
d_d0_kopuk=0.05 [m]
d_d0_donatsiz=0.12 [m]
d_d0_alç=0.01 [m]

"İstilan Bölgesiz Bölümler Arası Döşeme Mal Geçirgenlik Dönüsü ( R )"
R_d0_laminant=d_d0_laminant/k_d0_laminant
R_d0_harc=d_d0_harc/k_d0_harc
R_d0_kopuk=d_d0_kopuk/k_d0_kopuk
R_d0_donatsiz=d_d0_donatsiz/k_d0_donatsiz
R_d0_alç=d_d0_alç/k_d0_alç

"İstilan Bölgesiz Bölümler Arası Döşemenin İsl Geçirgenlik Katsayısı ( U )"
U_d0=1/(0.13+R_d0_laminant+R_d0_harc+R_d0_kopuk+R_d0_donatsiz+R_d0_alç+0.13)

"Çatılı Tavan Malzemesinin İsl İletkenlik Değerleri ( k )"
k_cati_sap=1.4 W/m^2K1
k_cati_kopuk=0.03 W/m^2K1 "Yogunlu 30 kg/m^3"
k_cati_donatsiz=2.5 W/m^2K1

```


Resim E16.1. (Devam) EES yazılımı ile hazırlanan programın bazı ekran görüntüleri

```

A01 m_QCP1=0.8135K_pencerer*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_DDKa=0.8*2.25K_digk*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_DDKa=3.25*0.6K_digk*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_BK1=0.9*2.1K_BK1*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_D01=(3.25*0.6Kd01/6.72)K_dig*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_DKa=0.3*2.25K_IDK*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_DKa=3.5*0.6K_ID1*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_D03=(3.5*0.6Kd03/2.1)K_ID3*TT_mutlak-T_dig)
A01 m_D01=3.25*3.5K_D01*TT_mutlak-T_kal_ones)
A01 m_D03=3.25*3.5K_D03*TT_mutlak-T_kal_ones)

A01 m_A01 m_QCP1+A01 m_DDKa+A01 m_BK1+A01 m_D01+A01 m_DKa+A01 m_ID1+A01 m_D03
A01 Keyyp_mutlak+A01 m*(0.15+1)*(2.5*0.9*0.58*TT_dig*(0.8135*3.9*(2.1*0.9*2.8)))

*A02 Ounme Odası*
A02 oo_QCP1=1.135K_pencerer*TT_s-T_dig)
A02 oo_DDKa=2.65*0.6K_digk*TT_oo-T_dig)
A02 oo_D01=(2.65*0.6Kd01/3.06)K_dig*TT_oo-T_dig)
A02 oo_IDKa=0.5*2.25K_IDK*TT_oo-18)
A02 oo_IDKa=3.5*0.6K_IDK*TT_oo-18)
A02 oo_ID1=(3.5*0.6Kd01/3.237)K_ID1*TT_oo-18)
A02 oo_ID1=0.9*2.1K_ID1*TT_oo-18)
A02 oo_IDKa=2.65*0.6K_IDK*TT_oo-18)
A02 oo_ID1=(2.65*0.6Kd01/3.48)K_ID1*TT_oo-18)
A02 oo_D01=2.65*3.5K_D01*TT_oo-T_kal_ones)
A02 oo_D03=2.65*3.5K_D03*TT_oo-T_kal_ones)

A02 oo_A02 oo_QCP1+A02 oo_DDKa+A02 oo_D01+A02 oo_IDKa+A02 oo_ID1+A02 oo_ID1+A02 oo_ID1+A02 oo_D03
A02 Keyyp_ounme_odasi+A02_oo*(0.2+1)*(2.5*0.9*0.58*TT_oo-T_dig*(1.135*3.9))

*A03 selen*
A03 s_QCP1=1.2*1.35K_pencerer*TT_s-T_dig)
A03 s_DDKa=0.8*2.25K_digk*TT_s-T_dig)
A03 s_DDKa=3.0*0.6K_digk*TT_s-T_dig)
A03 s_D01=(1.8*0.6Kd01/6.13)K_dig*TT_s-T_dig)
A03 s_QCP1=1.2*1.35K_pencerer*TT_s-T_dig)
A03 s_DDKa=0.5*2.25K_digk*TT_s-T_dig)
A03 s_DDKa=4.8*0.6K_digk*TT_s-T_dig)
A03 s_D01=(4.8*0.6Kd01/6.255)K_dig*TT_s-T_dig)
A03 s_DDKa=0.6*2.25K_digk*TT_s-T_dig)
A03 s_DDKa=1.75*0.6K_digk*TT_s-T_dig)
A03 s_IDKa=0.5*2.25K_IDK*TT_s*20)
A03 s_IDKa=2*0.6K_IDK*TT_s*20)
A03 s_ID1=(0.2*0.6Kd01/5.63)K_ID1*TT_s*20)
A03 s_IDKa=1.2*0.6K_IDK*TT_s*18)
A03 s_IDKa=1.2*0.6K_IDK*TT_s*18)
A03 s_ID1=(1.2*0.6Kd01/2.61)K_ID1*TT_s*18)
A03 s_D01=3.6*4.8K_D01*TT_s-T_kal_ones)
A03 s_D03=3.6*4.8K_D03*TT_s-T_kal_ones)

A03 s-A03 s_C0a1+A03 s_DDKa+A03 s_D01+A03 s_C0a2+A03 s_DDKa+A03 s_D01+A03 s_IDKa+A03 s_ID1+A03 s_IDKa+A03 s_D03

```


Resim E16.1. (Devam) EES yazılımı ile hazırlanan programın bazı ekran görüntüleri

```

A16_s_IDkkg+1_290_6K_IDkYT_s-18)
A16_s_ID1g+(1_290_kad)+2.517K_ID1YT_s-18)
A16_s_IDkbb-1_6590_6K_IDkYT_s-20)
A16_s_ID1b+(1_6590_kad)+1.17K_ID1YT_s-20)
A16_s_D01-3_648K_D0YT_s-T_kel_eres)
A16_s_D03-3_648K_D0YT_s-T_kel_eres)

A16_s=at16_s_DDbk+At16_s_D01b+At16_s_ÇÖp1k+At16_s_DDbk+At16_s_D01k+At16_s_ÇÖp1d+At16_s_DDbk+At16_s_D01d+At16_s_JK1+At16_s_IDkkg+At16_s_ID1g+At16_s_IDkbb+At16_s_ID1b+At16_s_D01+At16_s_D03
A16_koyup_saldurma=at16_s*(0.2+0.05+1)*6.50_970_58T_s-T_dig*(2*1.21_35*3.9)

*A17 Özümme Özdeşi*
A17_oo_ÇÖp1+1*1_35K_çenonerTT_oo-T_dig)
A17_oo_DDbk+2_6590_6K_digTT_oo-T_dig)
A17_oo_DD1d+(2_6590_kad)+6.427K_digTT_oo-T_dig)
A17_oo_IDkkg+0_5225K_IDkYT_oo-18)
A17_oo_IDkkg+3_590_6K_IDkYT_oo-18)
A17_oo_ID1g+(3_590_kad)+3.237K_ID1YT_oo-18)
A17_oo_JK1+0_9217K_JK1YT_oo-18)
A17_oo_IDkbb-2_6590_6K_IDkYT_oo-18)
A17_oo_ID1b+(2_6590_kad)+3.487K_ID1YT_oo-18)
A17_oo_D01-2_6535K_D0YT_oo-T_kel_eres)
A17_oo_D03-2_6535K_D0YT_oo-T_kel_eres)

A17_oo=at17_oo_ÇÖp1+At17_oo_DDbk+At17_oo_DD1d+At17_oo_IDkkg+At17_oo_ID1g+At17_oo_JK1+At17_oo_IDkbb+At17_oo_ID1b+At17_oo_D01+At17_oo_D03
A17_koyup_saldurma_ödeşi=at17_oo*(0.2+1)*(2.590_970_58T_oo-T_dig)*(1.35+3.9)

*A18 MÜTFAN*
A18_m_ÇÖp1+0_81_35K_çenonerTT_mutfak-T_dig)
A18_m_BK1+0_9217K_BK1YT_mutfak-T_dig)
A18_m_DDbk+0_8225K_digTT_mutfak-T_dig)
A18_m_DD1d+(0_82590_kad)+6.727K_digTT_mutfak-T_dig)
A18_m_IDkkg+3_590_6K_ID1YT_mutfak-0)
A18_m_ID1g+(3_590_kad)+2.17K_ID1YT_mutfak-0)
A18_m_D01-3_2535K_D0YT_mutfak-T_kel_eres)
A18_m_D03-3_2535K_D0YT_mutfak-T_kel_eres)

A18_gm=at18_m_ÇÖp1+At18_m_BK1+At18_m_DDbk+At18_m_DD1d+At18_m_IDkkg+At18_m_DD1g+At18_m_IDkbb+At18_m_ID1b+At18_m_D01+At18_m_D03
A18_koyup_mutfak=at18_gm*(0.15+1)*(2.570_970_58T_mutfak-T_dig)*(0.67+1.35+3.9)*(2.170_972.9))

*A19 Añme*
A19_a_DK2-2*2.14L_kayn1_85T_a-0)
A19_a_IDkkg+2_790_6K_IDkYT_a-0)
A19_a_ID3g+(2_790_kad)+5.877K_ID3YT_a-0)
A19_a_D01-2_74485K_D0YT_a-T_kel_eres)
A19_a_D03-2_74485K_D0YT_a-T_kel_eres)

A19_g=at19_a_DK2+At19_a_IDkkg+At19_a_ID3g+At19_a_D01+At19_a_D03
A19_koyup_ñme=at19_g*(0.15+1)

*A20 Benz*
A20_b_IDkkg+1_970_6K_IDkYT_b-0)
A20_b_ID3g+(1_970_kad)+1.47K_ID3YT_b-0)
A20_b_IDkbb+1_970_6K_IDkYT_b-10)
A20_b_ID2b+(1_970_kad)+1.47K_ID2YT_b-10)
A20_b_JK1+0_9217K_JK1YT_b-10)
A20_b_ID1k+(1_970_kad)+1.39K_ID1YT_b-10)

```

Resim E16.1. (Devam) EES yazılımı ile hazırlanan programın bazı ekran görüntüleri

```

EES Academic Professional: C:\Users\buray\Desktop\evyl\program\kavak.duvur\tpi\kavak.EES - [Equations Window]
File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples
A20 b_CQp1=0.5705%_pencereTT_b-18)
A20 b_IDkx=1.9708%_IDkTT_b-18)
A20 b_ID1d=(0.97h_kad)-1.387%_ID1TT_b-18)
A20 b_D03=1.9719%_D03TT_b-T_kad.areas)
A20 b_D03=1.9719%_D03TT_b-T_kad.areas)
A20 b-A20 b_IDkg-A20 b_ID3g-A20 b_IDkx-A20 b_ID2b-A20 b_ID2b-A20 b_ID1k-A20 b_CQp1-A20 b_IDkx-A20 b_ID1d-A20 b_D03
A20_kayp_bayme=A20_b_T0(2+1)*(2.570587TT_b-T_dig)0.570572)
*Nomral 2_kate bulunan oddiam isi kayp hesaplar*
*B01_MUTFAK*
B01 m_CQp1=0.87135%_pencereTT_mutfak-T_dig)
B01 m_D0k=0.8725%_digkTT_mutfak-T_dig)
B01 m_D0k=3.25708%_digkTT_mutfak-T_dig)
B01 m_BK1=0.9217%_BK1TT_mutfak-T_dig)
B01 m_D01=(0.2570h_kad)-6.727%_digTT_mutfak-T_dig)
B01 m_IDk=0.3225%_IDkTT_mutfak-0)
B01 m_IDk=(0.3570h_kad)-2.17%_ID3TT_mutfak-0)
B01 m_ID3=(0.3570h_kad)-2.17%_ID3TT_mutfak-0)
B01 m_D01=3.2535%_D01TT_mutfak-T_kad.areas)
B01 m_D03=3.2535%_D03TT_mutfak-T_cad)
B01 m-A20 m_CQp1+B01 m_D0k+B01 m_BK1+B01 m_D01+B01 m_IDk+B01 m_ID3+B01 m_D01+B01 m_D03
B01_kayp_mutfak=B01_m_T0(1.5+1)*(2.570570TT_mutfak-T_dig)0.8713539-(2+1*0.9258))
*B02_Oturma Odası*
B02 oo_CQp1=1.135%_pencereTT_oo-T_dig)
B02 oo_D0k=4.28708%_digkTT_oo-T_dig)
B02 oo_D01d=(2.8570h_kad)-3.067%_digTT_oo-T_dig)
B02 oo_IDk=0.15225%_IDkTT_oo-18)
B02 oo_IDk=(3.570h_kad)-3.237%_ID1TT_oo-18)
B02 oo_ID1=(3.570h_kad)-3.237%_ID1TT_oo-18)
B02 oo_BK1=0.9217%_BK1TT_oo-18)
B02 oo_IDk=2.65708%_IDkTT_oo-18)
B02 oo_ID1=(2.6570h_kad)-3.487%_ID1TT_oo-18)
B02 oo_D01=2.8535%_D01TT_oo-T_kad.areas)
B02 oo_D03=2.8535%_D03TT_oo-T_cad)
B02_oo-A20 oo_CQp1+B02 oo_D0k+B02 oo_D01d+B02 oo_IDk+B02 oo_ID1+B02 oo_BK1+B02 oo_IDk+B02 oo_ID1+B02 oo_D01+B02 oo_D03
B02_kayp_oturma=B02_oo_T0(2+1)*(2.570570TT_oo-T_dig)1.1353)
*B03_saklar*
B03 s_CQp1=1.27135%_pencereTT_s-T_dig)
B03 s_D0k=0.6725%_digkTT_s-T_dig)
B03 s_D0k=3.8708%_digkTT_s-T_dig)
B03 s_D01d=(0.97h_kad)-6.130%_digTT_s-T_dig)
B03 s_CQp1=1.27135%_pencereTT_s-T_dig)
B03 s_D0k=0.6725%_digkTT_s-T_dig)
B03 s_D0k=4.8708%_digkTT_s-T_dig)
B03 s_D01g=(0.97h_kad)-6.255%_digTT_s-T_dig)
B03 s_D0k=0.6725%_digkTT_s-T_dig)
B03 s_D0k=1.75708%_digkTT_s-T_dig)
B03 s_D01b=(1.7570h_kad)-2.407%_digTT_s-T_dig)
B03 s_IDk=2.65708%_IDkTT_s-20)
B03 s_ID1=(2.6570h_kad)-5.637%_ID1TT_s-20)
B03 s_BK1=0.9217%_BK1TT_s-18)

```


Resim E16.1. (Devam) EES yazılımı ile hazırlanan programın bazı ekran görüntüleri

```

EES Academic Professional: C:\Users\ibunay\Desktop\yazilim\program\kaktus.duvr.tpp.kasim.EES - Equations Window
File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help Examples
Rad/yatol_B14-B14 Kaysp.yatol_dhisi_1\4_20
Rad/yatol_B15-B15 Kaysp.yatol_ohdesi_2\4_20
Rad/yatol_B16-B16 Kaysp.salony\22
Rad/yatol_B17-B17 Kaysp.odurma.odnesi\22
Rad/yatol_B18-B18 Kaysp.mutlaka\18
Rad/yatol_B19-B19 Kaysp.arteri\18
Rad/yatol_B20-B20 Kaysp.banyo\26

Rad/yatol_daire_1+Rad/yatol_201+Rad/yatol_202+Rad/yatol_203+Rad/yatol_204+Rad/yatol_205+Rad/yatol_206+Rad/yatol_207
Rad/yatol_daire_2+Rad/yatol_208+Rad/yatol_209+Rad/yatol_210+Rad/yatol_211+Rad/yatol_212+Rad/yatol_213
Rad/yatol_daire_3+Rad/yatol_214+Rad/yatol_215+Rad/yatol_216+Rad/yatol_217+Rad/yatol_218+Rad/yatol_219+Rad/yatol_220
Rad/yatol_daire_4+Rad/yatol_A01+Rad/yatol_A02+Rad/yatol_A03+Rad/yatol_A04+Rad/yatol_A05+Rad/yatol_A06+Rad/yatol_A07
Rad/yatol_daire_5+Rad/yatol_A08+Rad/yatol_A09+Rad/yatol_A10+Rad/yatol_A11+Rad/yatol_A12+Rad/yatol_A13
Rad/yatol_daire_6+Rad/yatol_A14+Rad/yatol_A15+Rad/yatol_A16+Rad/yatol_A17+Rad/yatol_A18+Rad/yatol_A19+Rad/yatol_A20
Rad/yatol_daire_7+Rad/yatol_B01+Rad/yatol_B02+Rad/yatol_B03+Rad/yatol_B04+Rad/yatol_B05+Rad/yatol_B06+Rad/yatol_B07
Rad/yatol_daire_8+Rad/yatol_B08+Rad/yatol_B09+Rad/yatol_B10+Rad/yatol_B11+Rad/yatol_B12+Rad/yatol_B13
Rad/yatol_daire_9+Rad/yatol_B14+Rad/yatol_B15+Rad/yatol_B16+Rad/yatol_B17+Rad/yatol_B18+Rad/yatol_B19+Rad/yatol_B20

"Kaldıra Gere ve Toplam Bina Rad/yatol Hesabi"

Rad/yatol_zemin+Rad/yatol_daire_1+Rad/yatol_daire_2+Rad/yatol_daire_3
Rad/yatol_1_kat+Rad/yatol_daire_4+Rad/yatol_daire_5+Rad/yatol_daire_6
Rad/yatol_2_kat+Rad/yatol_daire_7+Rad/yatol_daire_8+Rad/yatol_daire_9
Rad/yatol_toplam+Rad/yatol_zemin+Rad/yatol_1_kat+Rad/yatol_2_kat

"4 YILLIK YAKIT SARIYIYATI VE MIKTARININ HESABI"

"YILLIK YAKIT Sarıyati"
H_u_Lk=4731 [kcal/kg] "İmyat komürünün ertisiel değeri"
H_u_Lk=7000 [kcal/kg] "kok komürü ertisiel değeri"
H_u_Lk=9875 [kcal/kg] "huel oil ertisiel değeri"
H_u_Lk=11100 [kcal/kg] "İpg ertisiel değeri"
H_u_d=8250 [kcal/m^3] "dogalgaz ertisiel değeri"

H_u=H_u_d

n_Lk=0.65 "İmyat komürünün verim değeri"
n_Lk=0.65 "kok komürü verim değeri"
n_Lk=0.8 "huel oil verim değeri"
n_Lk=0.82 "İpg verim değeri"
n_d=0.93 "dogalgaz verim değeri"

n=n_Lk

B_y=(Kaysp_bina*10^240)/(C*H_u^n)

"YILLIK Yakıt Maliyeti"
C_yok_Lk=0.463740 [TL/kg] "İmyat komürü kg fiyat (Sams Eji)"
C_yok_Lk=0.89 [TL/kg] "kok komürü kg fiyat (Fibron Komur)"
C_yok_L=2.21 [TL/kg] "huel oil kg fiyat (Shell Türkiye)"
C_yok_L=5.57617 [TL/kg] "İpg kg fiyat (Aygaz)"
C_yok_d=0.9 [TL/m^3] "dogalgaz m3 fiyat (Corumgaz)"

C_yok=C_yok_d
M_y=B_y*C_yok

```

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : TUNAY, Burçin

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 04.07.1979 - Çorum

Medeni hali : Evli

Telefon : 0 (532) 795 45 60

E-mail : burcintunay@corum.bel.tr

: burcintunay@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Kocaeli Üni. Müh. Fak./Makina Mühendisliği Bölümü	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-	Çorum Belediyesi	Makine Mühendisi
2010-2013	Makine Mühendisleri Odası Çorum Temsilciliği	Teknik Görevli
2006-2010	Çorumgaz A.Ş	Kontrol Mühendisi
2004-2006	Deniz Müh. Taah. Tic. Ltd. Şti.	Makine Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce