

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR TOKİ KONUT ÖRNEĞİNDE
ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİ YÜKLERİNİN FARKLI İKLİM
BÖLGELERİNE BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Başar ÜNSAL

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR TOKİ KONUT ÖRNEĞİNDE
ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİ YÜKLERİNİN FARKLI İKLİM
BÖLGELERİNE BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Başar ÜNSAL
(502091541)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

Tez Danışmanı : Gül KOÇLAR ORAL

OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502091541 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Başar ÜNSAL**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "**BİR TOKİ KONUT ÖRNEĞİNDE ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİ YÜKLERİNİN FARKLI İKLİM BÖLGELERİNE BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Rana Kutlu GÜVENKAYA.....
İstanbul Kültür Üniversitesi

Teslim Tarihi : **19 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **25 Ocak 2012**

Aileme ithaf ediyorum...

ÖNSÖZ

Bu çalışmada değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL'a, tezimin oluşmasındaki katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2012

Başar Ünsal
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
2. KONUT BİNALARINDA ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİSİ GİDERLERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	5
2.1 Dış Çevre Parametreleri	5
2.1.1 İklimsel faktörler	5
2.1.1.1 Güneş ışınımı	5
2.1.1.2 Dış hava sıcaklığı	6
2.1.1.3 Dış hava nemliliği	6
2.1.1.4 Rüzgar	7
2.1.2 Topoğrafik faktörler	7
2.2 Binaya İlişkin Parametreler	8
2.2.1 Binanın yeri	9
2.2.2 Binanın konumu ve mevcut doku ile ilişkisi.....	9
2.2.3 Binanın yönlendiriliş durumu	9
2.2.4 Bina formu	9
2.2.5 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri.....	10
2.2.5.1 Kabuk elemanının termofiziksel özellikleri	11
2.2.5.2 Kabuk elemanının optik özellikleri.....	13
3. TÜRKİYE’NİN İKLİM BÖLGELERİ VE İKLİM BÖLGELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİNİN AZALTILMASINDA BİNAYA İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİNE İLİŞKİN MİMARİ YAKLAŞIM.....	15
3.1 Türkiye’deki İklim Bölgeleri	15
3.1.1 Sıcak kuru iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri.....	16
3.1.2 Sıcak nemli iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri.....	18
3.1.3 Ilımlı nemli iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri.....	19
3.1.4 Ilımlı kuru iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri.....	21
3.1.5 Soğuk iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri.....	23
4. BİR TOKİ KONUTU ÖRNEĞİNDE ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÇALIŞMASI.....	25
4.1 İklim Bölgelerine Bağlı Olarak Isıtma ve Soğutma Enerji Giderlerinin Değerlendirilmesinde Seçilen Tip Projenin Tanıtımı ve Çalışmanın Adımları	25

4.1.1 Seçilen TOKİ tip projesinin tanıtımı.....	25
4.1.2 Çalışmanın adımları	28
4.1.2.1 Dış iklim verilerinin belirlenmesi	28
4.1.2.2 İç iklim verilerinin belirlenmesi	29
4.1.2.3 Binaya ilişkin tasarım parametrelerinin belirlenmesi.....	29
4.1.2.4 Mevcut binanın beş farklı iklim bölgesi için ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik alternatiflerin geliştirilmesi.....	34
4.2 Uygulama Çalışması	35
4.3 Uygulama Çalışmasının Adımları	35
4.3.1 Mevcut projenin beş farklı iklim bölgesindeki yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yüklerinin belirlenmesi	35
4.3.2 Farklı iklim bölgeleri için mevcut projenin ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik alternatiflerin geliştirilmesi.....	40
4.3.2.1 Mevcut projenin beş farklı iklim bölgesinde yönlendirmeye bağlı olarak bina ölçeğinde yıllık enerji yüklerinin belirlenmesi.....	40
4.3.2.2 Mevcut projenin TS 825 standardına göre kabuk bileşenlerinin oluşturulması ve ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi	44
4.3.2.3 Farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulması.....	48
4.3.2.4 Farklı saydam bileşen alternatiflerinin oluşturulması	53
4.3.2.5 Güney ve doğu-batı cephelerinde saydamlık oranının artırılmasının ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine etkisi	57
4.3.2.6 Dış cephe yüzeyinde güneş kırıcıların kullanılması ile birlikte ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi.....	64
4.3.2.7 Geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderleri sağlayan kombinasyonların seçilmesi ve enerji yükleri açısından değerlendirilmesi...	65
4.3.3 Mevcut binanın ısıtma ve soğutma yüklerinin ısıl zon ölçeğinde değerlendirilmesi	70
4.3.3.1 Isıl zonların farklı yönlere yönelmesiyle ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi.....	70
4.3.3.2 Isıl zonlarda farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulmasıyla ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi	76
4.3.3.3 Isıl zonların eşit ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine sahip olabilmesi için bina kabuğunda enerji etkin iyileştirme yapılması.....	77
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	89
ÖZGEÇMİŞ	115

KISALTMALAR

d	: Kalınlık
EPS	: Genleşebilir Polistiren
IWEC	: Uluslararası Hava Durumu Datası
PVC	: Polivinil Klorür
R	: Isı Geçirgenlik Direnci
TOKİ	: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı
TS 825	: 825 numaralı Türk Standardı
U	: Toplam Isı Geçirme Katsayısı
U (D)	: Dış Duvarın Toplam Isı Geçirme Katsayısı
U (p)	: Pencerenin Toplam Isı Geçirme Katsayısı
U (t)	: Tabanın Toplam Isı Geçirme Katsayısı
U (T)	: Tavanın Toplam Isı Geçirme Katsayısı
XPS	: Basınçla Çekilmiş Polistiren
ZONE	: Isıl Zon

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : 40 dairesel TOKİ tip konut projesi saydamlık oranları.	27
Çizelge 4.2 : Dış duvarların fiziksel özellikleri.	31
Çizelge 4.3 : Çatı bileşeninin fiziksel özellikleri.	32
Çizelge 4.4 : Zemin döşemesinin fiziksel özellikleri.	32
Çizelge 4.5 : C tipi TOKİ konut projesindeki ısı zonlarının hacim ve alanları. ...	33
Çizelge 4.6 : Diyarbakır ilindeki TOKİ konutunun farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	41
Çizelge 4.7 : İzmir ilindeki TOKİ konutunun farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	41
Çizelge 4.8 : İstanbul ilindeki TOKİ konutunun farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	42
Çizelge 4.9 : Ankara ilindeki TOKİ konutunun farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	42
Çizelge 4.10: Erzurum ilindeki TOKİ konutunun farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	43
Çizelge 4.11: TS 825'in belirlemiş olduğu iklim bölgelerine göre olması gereken azami sınır U (W/mK) değerleri.	45
Çizelge 4.12: Farklı kabuk alternatiflerinde uygulanan malzemelerin termofiziksel özellikleri.	49
Çizelge 5.1 : Farklı iklim bölgeleri için seçilen pilot şehirlere ait ısıtma yükleri.	84
Çizelge 5.2 : Farklı iklim bölgeleri için seçilen pilot şehirlere ait soğutma yükleri	84
Çizelge 5.3 : Farklı iklim bölgeleri için seçilen pilot şehirlere ait toplam enerji yükleri.	85

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Güneş ışınımının atmosfer içerisinde dağılımı.....	6
Şekil 2.2 : Isı kaybı oranının çeşitli plan tiplerine göre değişimi	10
Şekil 3.1 : Türkiye'deki iklim bölgeleri	15
Şekil 3.2 : Sıcak kuru iklim bölgesi için uygun yer seçimi.	16
Şekil 3.3 : Sıcak kuru iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri.	17
Şekil 3.4 : Sıcak nemli iklim bölgesi için uygun yer seçimi.	18
Şekil 3.5 : Sıcak nemli iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri.	18
Şekil 3.6 : Ilımlı nemli iklim bölgesi için uygun yer seçimi.	20
Şekil 3.7 : Ilımlı nemli iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri.	20
Şekil 3.8 : Ilımlı kuru iklim bölgesi için uygun yer seçimi.	21
Şekil 3.9 : Ilımlı kuru iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri.	22
Şekil 3.10: Soğuk iklim bölgesi için uygun yer seçimi.	23
Şekil 3.11: Soğuk iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri.....	24
Şekil 4.1 : 40 daireli TOKİ C tipi konut projesi kat planı.	26
Şekil 4.2 : 40 daireli TOKİ C tipi konut projesine ait A-A kesiti.....	27
Şekil 4.3 : 40 daireli TOKİ C tipi konut projesi ön görünüşü.	28
Şekil 4.4 : TOKİ C tipi konut örneğinin yönlendiriliş durumu.	30
Şekil 4.5 : TOKİ C Tipi konut örneği formu.	30
Şekil 4.6 : Normal bir kata ait ısı zonlar.	33
Şekil 4.7 : Beş farklı iklim bölgesindeki TOKİ konut örneğinin mevcut durumdaki ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	36
Şekil 4.8 : Diyarbakır iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri.	37
Şekil 4.9 : İzmir iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri.	37
Şekil 4.10 : İstanbul iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri	38
Şekil 4.11 : Ankara iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri.	39
Şekil 4.12 : Erzurum iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri..	39
Şekil 4.13 : TS 825'e göre Türkiye'deki iklim bölgeleri.....	44
Şekil 4.14 : İzmir ili için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarının (U değeri) karşılayan kabuk detayları.	45
Şekil 4.15 : İstanbul ve Diyarbakır illeri için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarının (U değeri) karşılayan kabuk detayları.....	46
Şekil 4.16 : Ankara ili için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme	

	katsayılarının (U değeri) karşılayan kabuk detayları.	46
Şekil 4.17:	Erzurum ili için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarının (U değeri) karşılayan kabuk detayları.	46
Şekil 4.18:	Beş farklı iklim bölgesindeki TOKİ konut örneğinin mevcut durumda ve TS 825 azami U değerleri karşılandığı durumda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	47
Şekil 4.19 :	Diyarbakır ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri	49
Şekil 4.20 :	İzmir ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.	50
Şekil 4.21 :	İstanbul ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.	51
Şekil 4.22 :	Ankara ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.	51
Şekil 4.23 :	Erzurum ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.	52
Şekil 4.24 :	Diyarbakır ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.	53
Şekil 4.25 :	İzmir ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.	54
Şekil 4.26 :	İstanbul ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.	55
Şekil 4.27:	Ankara ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.	55
Şekil 4.28 :	Erzurum ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.	56
Şekil 4.29 :	Diyarbakır ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	57
Şekil 4.30 :	Diyarbakır ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	58
Şekil 4.31 :	İzmir ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	59
Şekil 4.32 :	İzmir ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	59
Şekil 4.33 :	İstanbul ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	60
Şekil 4.34 :	İstanbul ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	61
Şekil 4.35 :	Ankara ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	61
Şekil 4.36 :	Ankara ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	62
Şekil 4.37 :	Erzurum ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	63
Şekil 4.38 :	Erzurum ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	63
Şekil 4.39 :	Güneş kontrol elemanlarının beş farklı iklim bölgesinde uygulanması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	64
Şekil 4.40 :	Diyarbakır iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.....	65

Şekil 4.41 : İzmir iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.	67
Şekil 4.42 : İstanbul iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.	67
Şekil 4.43 : Ankara iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.	68
Şekil 4.44 : Erzurum iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.	69
Şekil 4.45 : Konut dairelerinin yönlendiriliş durumları.....	71
Şekil 4.46 : Diyarbakır ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	71
Şekil 4.47 : Diyarbakır ilinde konutun 2 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	72
Şekil 4.48 : Diyarbakır ilinde konutun 3 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	73
Şekil 4.49 : Diyarbakır ilinde konutun 4 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	73
Şekil 4.50 : İzmir ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	74
Şekil 4.51 : İstanbul ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	74
Şekil 4.52 : Ankara ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	75
Şekil 4.53 : Erzurum ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	76
Şekil 4.54 : Diyarbakır iline ait ısı zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme..	77
Şekil 4.55 : İzmir iline ait ısı zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.....	78
Şekil 4.56 : İstanbul iline ait ısı zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.....	79
Şekil 4.57 : Ankara iline ait ısı zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.....	79
Şekil 4.58 : Erzurum iline ait ısı zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme..	80
Şekil A.1 : İzmir ilinde konutun 2 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	90
Şekil A.2 : İzmir ilinde konutun 3 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	90
Şekil A.3 : İzmir ilinde konutun 4 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	91
Şekil A.4 : İstanbul ilinde konutun 2 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	91

Şekil A.5 : İstanbul ilinde konutun 3 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	92
Şekil A.6 : İstanbul ilinde konutun 4 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	92
Şekil A.7 : Ankara ilinde konutun 2 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	93
Şekil A.8 : Ankara ilinde konutun 3 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	93
Şekil A.9 : Ankara ilinde konutun 4 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	94
Şekil A.10 : Erzurum ilinde konutun 2 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	94
Şekil A.11 : Erzurum ilinde konutun 3 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	95
Şekil A.12 : Erzurum ilinde konutun 4 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	95
Şekil B.1 : Diyarbakır ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	96
Şekil B.2 : Diyarbakır ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	96
Şekil B.3 : İzmir ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	97
Şekil B.4 : İzmir ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	97
Şekil B.5 : İstanbul ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	98
Şekil B.6 : İstanbul ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	98
Şekil B.7 : Ankara ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.....	99
Şekil B.8 : Ankara ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	99

Şekil B.9 : Erzurum ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	100
Şekil B.10 : Erzurum ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.	100
Şekil C. 1 : Model geometrisinin oluşturulması.	102
Şekil C. 2 : Isıl zonlar için fonksiyon tanımlaması.	103
Şekil C. 3 : Bina kabuğunun ve malzeme bilgilerinin tanımlanması.	104
Şekil C. 4 : Açıklıkların ve açıklıklara ait malzeme bilgilerinin tanımlanması.	105
Şekil C. 5 : Gölgeleme elemanlarının belirlenmesi.	106
Şekil C. 6 : Aydınlatma ve mekanik sistemlerin belirlenmesi.	107
Şekil C. 7 : Kullanım dönem ve saatlerinin oluşturulması.	108
Şekil C. 8 : Simülasyonların uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi.	109
Şekil D. 1 : Bodrum kat planı.	110
Şekil D. 2 : Normal kat planı.	110
Şekil D. 3 : B-B kesiti.	111
Şekil D. 4 : Yan cephe görünüşü.	112
Şekil D. 5 : Arka cephe görünüşü.	113

BİR TOKİ KONUT ÖRNEĞİNDE ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİ YÜKLERİNİN FARKLI İKLİM BÖLGELERİNE BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Türkiye’de enerji kullanımının önemli bir kısmını konutlarda ısıtma ve soğutma enerjisi kullanımı oluşturmaktadır. Son yıllarda toplu konut uygulamalarının giderek artması ile iklim bölgelerine bağlı olarak ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyacının da giderek artması konutlarda ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerini azaltıcı yönde çalışmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Günümüzde toplu konut uygulamalarının artmasında TOKİ (Toplu Konut İdaresi Başkanlığı) uygulamalarının etkin rol oynadığı bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışma TOKİ Konut uygulamalarından bir konut örneği ele alınarak farklı iklim bölgeleri için enerji yüklerinin hesaplanması ve enerji yüklerini azaltıcı yönde önerilerin geliştirilmesini ele almıştır.

Çalışmanın temel amacı, farklı iklim bölgeleri için TOKİ C tipi konutlarında kullanıcı konforunu sağlayarak enerji performansının artırılması ve enerji korunumunu sağlayan çözümlerin ortaya konmasını sağlamaktır. Çalışma beş ana bölüm ve ekler bölümünden oluşmaktadır.

Birinci bölümde çalışmanın giriş bölümü yer almaktadır. Bu bölümde enerji korunumunun önemi, çalışmanın amacı ve kapsamı anlatılmıştır.

İkinci bölümde, konutlarda enerji giderlerinde etkili olan dış çevre parametreleri ve binaya ilişkin parametreler açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde Türkiye’deki iklim bölgeleri ve iklim bölgelerine bağlı olarak ısıtma ve soğutma enerji yüklerinin azaltılmasındaki mimari yaklaşımlar ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde ise TOKİ C tipi konut örneğinin tanıtımı yapılmış ve bu konut örneğinde ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik bir uygulama çalışması yapılmıştır. Enerji etkin yenileme kapsamında farklı iklim bölgelerinde alternatiflerin uygulanması durumunda TOKİ C tipi konut örneğinin ısıtma ve soğutma enerji yükleri hesaplanmış ve elde edilen bulgular grafikler aracılığıyla açıklanmıştır. Enerji simülasyonları, bina için ve ısııl zonlar (binada bulunan daireler) için ayrı ayrı yapılarak;

- Farklı yönlendiriliş durumlarının,
- TS 825’de öngörülen sınır U değerlerini sağlayan opak bina kabuğu detaylarının,
- Farklı saydam ve opak katmanlaşma detaylarının,

- Farklı saydamlık oranlarının,

enerji etkinliği açısından değerlendirilerek, enerji etkin iyileştirmeye yönelik alternatifler geliştirilmiştir.

Beşinci bölümde çalışmanın sonuçları yer almaktadır.

Ekler bölümünde ise uygulama sonularına ilişkin grafikler, uygulamadan kullanılan simülasyon programının tanıtılması, TOKİ konutuna ilişkin planlar, kesitler ve cepheler yer almaktadır.

EVALUATION OF HEATING AND COOLING ENERGY LOADS FOR DIFFERENT CLIMATE REGIONS IN THE EXAMPLE OF TOKI HOUSING

SUMMARY

Energy resources are rapidly consumed by humanbeing for technological development and comfort desire. Demand for energy resources is increasing regularly in the world and in Turkey so that new resources and alternative solutions are being sought. Most common used energy resources (petroleum, coal) are being consumed rapidly. The greenhouse gas emission caused by consumption of fossil fuels is the main reason of global warming and climate change throughtout the world. In the long run, buildings are the main energy consuming products so that they are evaluated as primitive study fields in the strategies and programs about climate change and for enhancing energy efficiency.

Energy efficiency is reducing energy consumption in products and unit service without causing decrease in life standards and service quality in buildings, production quality and supply in industrial corporations. All countries in the world take precautions about energy efficiency. For this purpose standarts, regulations and legislations are prepared to limit the energy consumption of the buildings. Buildings have 40-50 % share in total enrgy consumption in the world. Also in Turkey significant amount of energy is consumed for providing climatic comfort in buildings. This fact indicates the importance of heating and cooling energy saving and management.

In Turkey, significant amount of energy usage is consumed for heating and cooling purposes in the residential buildings. In recent years, the becoming widespread of mass housing applications and the increase in energy demand for heating and cooling depending upon the climate regions, necessiates detailed solutions for reducing the energy expenses for heating and cooling the residential buildings. Nowadays it is known that applications of TOKI (Toplu Konut İdaresi Başkanlığı) have significant role in becoming widespread of mass housing. Therefore, this study covers energy simulation calculations and developing recommendations in order to reduce the energy loads for different climate regions, regarding a reference residential building of TOKI applications.

The main aim of the study is to develope strategies oriented to increase the energy performance depending upon the thermal comfort conditions of the users in TOKI C type housing in different climate regions and setting forth solutions to provide energy conservation. This study consists of five main chapters and the appendix part.

In the first chapter the introduction part takes place. In this part the significance of preservation of energy, object and scope of the study are explained.

In the second chapter the environmental parameters and the parameters regarding to building that affect energy expenses in the houses are explained. In the environmental parameters section; climatic factors (solar radiation, outside air temperature, outside air humidity, wind) and topographic subjects are explained. In the “parameters regarding to building” section;

- Building site,
- Location of the building,
- Orientation of the building,
- Building form,
- Optical and thermophysical properties of building envelope,

subjects are explained.

In the third chapter the climate regions in Turkey and the main principles of architectural approach for reducing heating and cooling energy loads depending upon these climate regions are explained. This section covers pre-design principles indicated to achieve the design that is suitable for the climate regions of the building location.

In the fourth chapter TOKI C type housings are demonstrated and application study is explained to reduce the heating and cooling energy loads in these types of housings. Cooling and heating energy loads of type C housings are calculated in case of applied alternatives in different climate regions within the scope of energy efficient renovation and the obtained findings are explained by means of the graphs. Energy simulations are done separately for the building and for the thermal zones (flats in the building). Therefore;

- Different orientation cases,
- Details of opaque building envelope that satisfies limiting U values estimated in TS 825,
- Details of different translucent and opaque stratifications,
- Different transclency rates,

are examined in terms of energy efficiency and alternative solutions are developed oriented towards energy efficient renovations. The results are computed and explained with charts. The effects of the alternatives on energy consumption are analyzed in Designbuilder program that is user-friendly visual interface of EnergyPlus. Energy consumption of each zone are determined by orienting the thermal zones (flats in the building) of the building structure to different directions. Alternatives are developed for building envelope to ensure that heating and cooling energy loads of the thermal zones are equal. In the southern facade, solar control components are applied. In addition, insulation thickness is increased in the envelopes of northern facades of the building. Also alternative solutions are

developed for eliminating heating and cooling energy loads difference between the thermal zones.

In the fifth chapter the results of the study are discussed. According to conclusions, new recommendations, new suggestions are recommended.

In the appendix, graphs related to application results, the introduction of simulation program used for the application, plans related to TOKI housing, cross sections and facades are given.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ve daha konforlu yaşama arzusuyla enerji kaynakları insanoğlu tarafından hızla tüketilmektedir. Gerek Dünya’da gerekse Türkiye’de enerji kaynaklarına olan talep her geçen gün biraz daha artmakta, dolayısıyla yeni kaynaklar ve çözüm yolları aranmaktadır. En çok kullanılan enerji kaynağı olan petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar hızla tükenmektedir. Enerji üretim ve tüketim süreçlerinde ortaya çıkan sera gazı emisyonları küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çevre problemlerinin önemli nedenlerindedir [1].

Binalar, ekonomi sektöründeki en uzun ömürlü ve önemli boyutta enerji tüketen ürünler olması ve çok geniş ürün ve hizmet aralığını kapsamaması nedeniyle enerji verimliliğinin artırılması ve iklim değişikliğine yönelik politika ve programlarda öncelikli çalışma alanı olarak değerlendirilmektedir.

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Tüm dünya ülkeleri enerji verimliliği konusunda ciddi önlemler almaktadır. Bu amaçla standart, yönetmelik ve kanunlar hazırlanarak, binaların enerji tüketimi sınırlandırılmaktadır. Dünyada binalarda kullanılan enerjinin toplam enerji içerisindeki payı %45-50’e kadar çıkabilmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerjinin çok önemli bir oranı binalarda iklimsel konfor sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu durum binalarda ısıtma ve soğutma enerjisi tasarrufunun ve yönetiminin ne kadar önemli olduğunun göstergesidir [2].

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın temel amacı, ülkemiz bina sektöründe önemli bir yeri olan TOKİ konutlarından seçilen bir konut örneğinde kullanıcının iklimsel konfor koşullarının sağlanmasını olanaklı kılarak enerji performansının artırılmasına yönelik stratejilerin

geliştirilmesi ve enerji korunumunu sağlayan çözümlerin ortaya konmasını sağlamaktır.

Bu çalışma kapsamında, Toplu Konut İdaresi'nin Türkiye genelinde en çok inşa etmiş olduğu konut tipi seçilerek, binanın ve normal katındaki her bir dairenin enerji performansı, ısıtma ve soğutma yükleri kapsamında incelenmiştir. TS 825 standardı çerçevesinde Türkiye'nin farklı iklim bölgeleri için TOKİ konut örneğinin mevcut durumunun değerlendirilmesi yapılmış olup enerji korunumu açısından enerji etkin iyileştirilebilmesi için alternatifler ve öneriler geliştirilmiştir.

Öncelikle Toplu Konut İdaresi tarafından en çok uygulanan C tipi konut yapısının Türkiye'nin beş farklı iklim bölgesinde bulunan pilot şehirlerde mevcut durumları için (referans bina) ısıtma ve soğutma enerji yükleri hesaplanmıştır. İklim bölgelerinin enerji giderlerine etkisi belirlenmiştir. Daha sonra; ele alınan referans konut binasında farklı tasarım parametreleri için ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri hesaplanarak, sonuçların değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Bu hedef doğrultusunda ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin değişiminde etkili olan binaya ilişkin tasarım parametrelerinden;

- yönlendirme,
- yapı kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri,
- güneş kontrolü,
- hacimlerin farklı konumlandırılması,

ısıtma ve soğutma enerji yüklerine etkisi değerlendirilmiştir..

Birinci aşamada, referans konut binasının pilot şehirlerde 8 farklı yöne yönlendirilmesiyle birlikte binanın ısıtma ve soğutma enerjisi tüketimleri hesaplanmıştır.

İkinci aşamada, her iklim bölgesinin gerektirdiği TS 825 değerlerine uygun bina kabuğu toplam ısı geçirme katsayılarını (U değeri) sağlayan yeni kabuk alternatifleri geliştirilmiştir. Ayrıca, farklı saydam bileşen ve opak bileşen alternatifleri ele alınarak uygun alternatifler seçilmiştir.

Üçüncü aşamada, bina kabuğunda saydamlık oranlarının enerji yüklerine etkisi belirlenmiştir. Bunun dışında gölgeleme elemanlarının uygulanması ile enerji

tüketimleri hesaplanmış olup saydamlık oranlarından enerji etkinliğinde en iyi performansa sahip olan uygun oran iklim bölgelerine göre irdelenmiştir.

Dördüncü aşamada ise yukarıda izlenmiş olan adımlardan uygun yönlendirme, saydamlık oranı, kabuk detayı ve malzeme alternatifleri arasından enerji etkin yenileme için uygun alternatifler seçilmiş ve bina enerji performansına etkisi hesaplanmıştır.

Çalışmada, ayrıca hacimlerin konumlandırması kapsamında binanın normal bir katındaki her bir dairenin (farklı ısı zonlarının) ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri hesaplanmıştır. Dairelerin 4 farklı yöne yönlendirilmesiyle ve farklı kabuk alternatiflerinin denenmesiyle enerji tüketimleri belirlenmiştir. Farklı yönlere bakan bu dairelerin eşit enerji yüklerine sahip olabilmesi için öneriler geliştirilmiştir.

2. KONUT BİNALARINDA ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİSİ GİDERLERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Binalarda iklimsel konforu ve ısıtma enerjisi giderlerini etkileyen parametreler, dış çevre parametreleri ve binaya ilişkin parametreler olarak iki grupta ele alınabilirler.

2.1 Dış Çevre Parametreleri

Tasarlanacak binanın yeri, topoğrafyası, hakim rüzgar yönü ve şiddeti, dış ortam sıcaklığı, nem oranı, toprak yapısı ve çevredeki yeşil bitki dokusu gibi fiziksel çevreye ilişkin veriler, yapma çevreyi oluşturan tasarım ölçütleri üzerinde doğrudan etkilidirler.

2.1.1 İklimsel faktörler

İklimsel faktörler; güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar gibi iklimsel konforu etkileyen iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesidir.

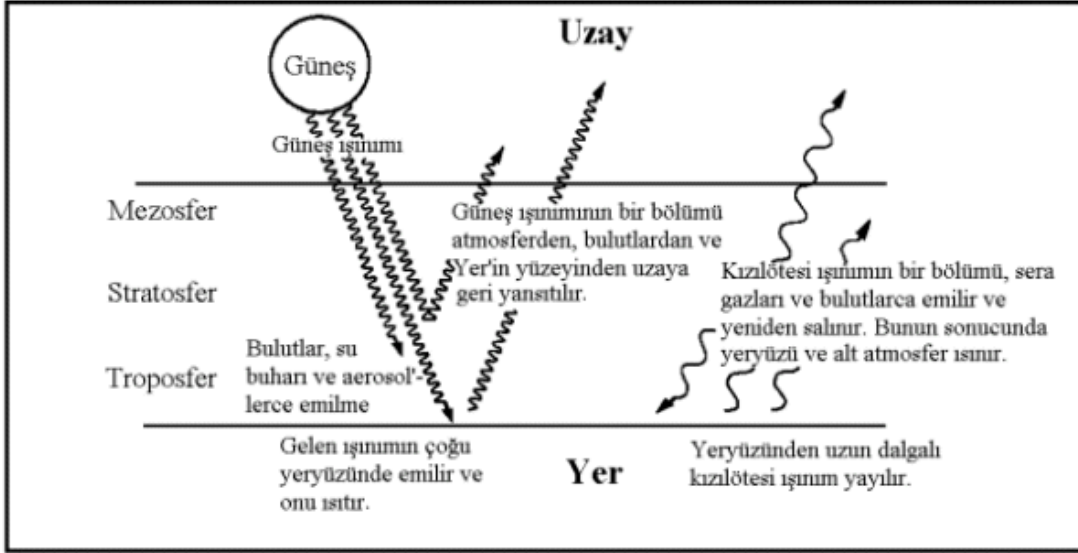
2.1.1.1 Güneş ışınımı

Güneş ışınımı, dalga boyu 0.3 μm ve 3 μm arasında olan kısa dalga ışınımıdır. Güneş ışınımı yeryüzüne ulaşırken karşılaştığı etkenlere bağlı olarak doğrudan güneş ışınımı ve yaygın gök ışınımı olarak iki ayrı bileşenden oluşmaktadır. Doğrudan güneş ışınımı, yeryüzüne ulaşırken doğrultusunda ve dalgaboyunda herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Yaygın gök ışınımı ise atmosferde bulunan hava moleküllerine çarparak atmosferde yaygın duruma geçtikten sonra yeryüzüne ulaşan güneş ışınımı bileşenidir (Şekil 2.1).

Güneş ışınım şiddeti; atmosfer koşulları, güneş sabitesi, bulunan yerin deniz yüzeyinden yüksekliği, güneşin yükseliş açısı, güneşin azimut açısı ve güneşin geliş açısı gibi etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Doğrudan güneş ışınımının etkisinin gerektiğinde kontrol edilebilmesi için binaların cephelerinde güneş kontrol elemanlarının kullanılması büyük önem taşımaktadır. Temel güneş açıları olarak güneş azimut açısı, yükseliş açısı, yüzey azimut açısı ele alınabilir.

Güneş azimut açısı: Güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümünün güney ya da kuzey sapmasını gösteren açıdır.

Yükseliş açısı: Güneş ışını ile güneş ışınının yatay düzlem üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır.



Şekil 2.1 : Güneş ışınımının atmosfer içerisinde dağılımı.

Yüzey azimut açısı: Güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümü ile cephenin normalinin aynı düzlem üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır.

2.1.1.2 Dış hava sıcaklığı

Dış hava sıcaklığı bulunulan enlem, mevsim, gün içindeki saat, topoğrafik yapı ve yüksekliğe bağlı olarak değişmektedir. Mimarlık çalışmalarında meteorojide ölçülen 10 yıllık ortalama hava sıcaklığı değerleri alınmaktadır.

2.1.1.3 Dış hava nemliliği

Dış hava nemliliği, yeryüzündeki çeşitli kaynaklardan buharlaşarak havaya karışan su miktarının buhar basıncı veya oran olarak ifade edilmesidir. Mimarlık çalışmalarında bağıl nem olarak değerlendirilmektedir. Bağıl nem doymuş buhar basıncına bağlı olarak değişken karakter sergilemektedir. Bağıl nemlilik değerleri sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Mimarlık çalışmalarında her saat için belirlenen 10 yıllık ortalama bağıl nem değerleri alınmaktadır.

2.1.1.4 Rüzgar

Rüzgar, yüksek basınç alanlarından düşük basınç alanlarına doğru olan yatay yönlü hava akımlarının meydana gelmesiyle oluşmaktadır. Farklı alanlarda oluşan basınç farklılıklarına yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklılıklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır.

Bina ve yerleşke ölçeğinde hakim rüzgar, ısı kazanç ve kayıpları etkileyen, konfor koşullarını belirleyen bir etkidir. Bina tasarımında hakim rüzgar hızı ve yönü bilinmelidir. Rüzgar analizleri 30 yıllık rüzgar ölçümlerinden yararlanılarak yapılır.

2.1.2 Topoğrafik faktörler

Bina tasarlanırken arsanın topoğrafik verilerini oluşturan eğim, engebe, diklik ve yükseklik gibi jeomorfolojik özellikler ile tektonik durum, fay hattı varlığı, zemin taşıma kapasitesi, yer altı maden ve su kaynakları şeklinde sınıflanabilecek jeolojik özellikler tasarımı etkileyen temel verileri oluşturmaktadır. Farklı topoğrafik yapı sergileyen arsalarda enerji korunmasını sağlamak amacıyla farklı mimari tasarımlar yapılarak, bina arazi koşullarına uyumlu hale getirilmelidir [3].

Topoğrafik yapıya bağlı özellikler, iklim öğelerinin etkilerinin ve sürelerinin değişmesine, dolayısıyla iklimin binalar üzerindeki etkinlik derecesinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Örneğin; yükseklik arttıkça güneş ışınımı ve rüzgarın hızı artmakta, sıcaklık azalmaktadır. Aşırı rüzgar, sürekli güneş veya sürekli soğuk etkisi kontrol altına alınması gereken dış iklim koşulları olarak yerleşim ve bina organizasyonunu doğrudan etkilemektedir.

Topoğrafik yapının iklim üzerindeki bu tür etkileri ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini belirlemektedir. Topoğrafik yapı binanın arazi içindeki konumuna göre binaların ısı kazançları ve rüzgardan yararlanma değerleri değişmektedir. Topoğrafik yapının, vadi tabanına yerleşmiş binalarda soğuk hava birikmesi nedeniyle daha fazla ısı enerjisi kaybettiği görülmektedir.

Topoğrafik yapı içerisinde florayı oluşturan yeşil doku da incelenebilir. Yeşil doku oksijen üretimi gibi hayati rolünün yanında; yerleşme alanları üzerinde rüzgar ve hava akımlarına yön vererek iklim dengeleme, nem oranı ve ısıyı ayarlama, rüzgar korunumu sağlama, gölgelik serin alanlar yaratma, ses yalıtımı yapma gibi faydaları

bulunmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı yeşil dokun, iklim öğelerinin kontrolünde uygun yön, aralık ve türde kullanımı;

- Güneş ışınımlarının %90 oranında yutulmasına,
- Rüzgar hızının %10 oranında azaltılmasına,
- Bina yakın çevre zemin sıcaklığının azaltılmasına,
- Artan gece sıcaklığının dengelenmesine,
- Binaların ısıtma ve soğutma enerji tüketimlerinin %40-%60 oranında azaltılmasına yardımcı olmaktadır [4].

2.2 Binaya İlişkin Parametreler

Binaya ilişkin parametreler, kullanıcıların binada gerçekleştirdikleri eylem ve eylemler sırasında ihtiyaç duydukları iklimsel konfor koşullarını etkileyen ve enerji korunumu açısından ek yapma enerji sistemlerinin yüklerinin en aza indirgenmesi için göz önünde bulundurulması gereken yapısal değişkenlerdir.

Binanın enerji performansını etkileyen başlıca tasarım parametreleri;

- Binanın yeri
- Binanın konumu ve mevcut doku ile ilişkisi
- Binanın yönlendiriliş durumu
- Bina formu
- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

olarak sıralanabilir. Bu parametreler tasarım başlangıcında enerji etkinliği açısından değerlendirilmediği takdirde aktif sistemlere daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

İç ortam koşullarının oluşumundaki dış iklim durumunun etkinlik derecesi yukarıda belirtilmiş olan parametrelere bağlıdır. Dolayısıyla iç mekanın iklimsel özellikleri ile yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirlenmesinde etkilidirler. Bundan dolayı, binaya ilişkin tasarım parametreleri binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevini yüklenmesini olanaklı kılarlar. Binaların ve yerleşme birimlerinin enerji etkin olarak tasarlanmaları, ancak belirtilen parametreler için önerilecek uygun değerler aracılığıyla gerçekleştirilebilir.

2.2.1 Binanın yeri

Binanın bulunduğu yer; enerji harcamalarını etkileyen güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanlarının değerlerinin bilinmesi için önemli olduğu kadar, binaların enerji etkinliğinde çok önemli rol oynayan mikro-klima koşullarının da belirleyicisidir [3].

2.2.2 Binanın konumu ve mevcut doku ile ilişkisi

Binanın konumlandırılış durumu, diğer binalar ve engeller arasındaki mesafe, binayı etkileyen güneş ışınımı miktarını ve bina etrafındaki hava akış hızını ve tipini belirleyen en önemli tasarım değişkenlerinden biridir. Bu nedenle, binanın arazideki konumu güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak veya korunmak amacıyla uygun olarak belirlenmektedir [3].

2.2.3 Binanın yönlendiriliş durumu

Rüzgar ve güneş ışınımı gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterdiğinden, bina hacmini çevreleyen kabuk elemanlarının baktıkları yönler bina kabuğuna gelen güneş ışınımı miktarını dolayısıyla ortalama ışımsal sıcaklığı etkiler. Bu durum kabuktan geçen ısı miktarını etkileyeceği için kabuk iç yüzey sıcaklığı ve buna bağlı olarak hacim içi sıcaklığı da değişim gösterir. Hacim içi sıcaklık, kabuğun dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeglinliği ve kabuktan geçen ısı miktarının bir fonksiyonu olduğundan iklimsel konforu belirleyen önemli yapma çevre değişkenlerindedir [5].

2.2.4 Bina formu

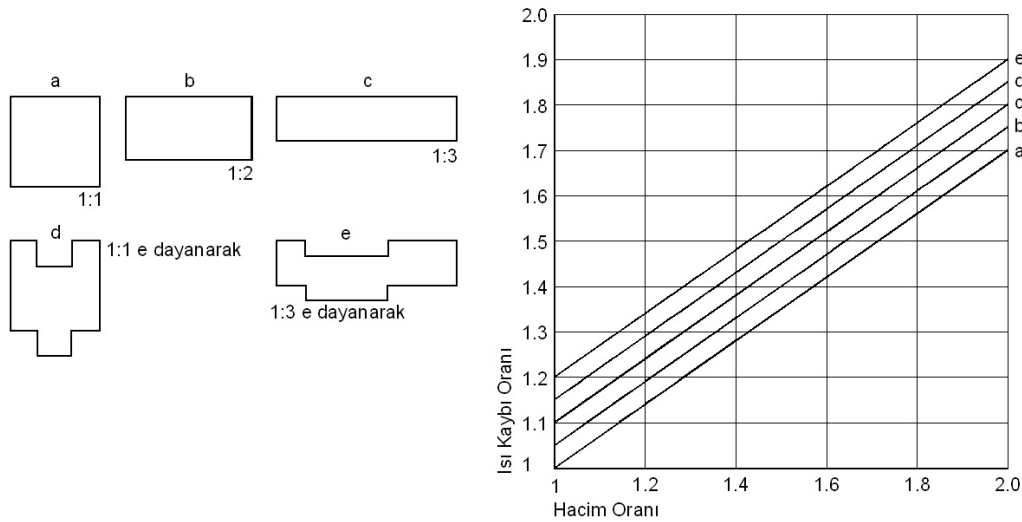
Bina formu, biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı), bina yüksekliği, çatı türü, çatı eğimi ve cephe eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir. Hacmin yatay ve düşey boyutları, hacmi çevreleyen elemanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanı, farklı yönlerde ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı alanları ile çatı-cephe yüzeyleri arasındaki oranlara bağlı olarak bina formu değişiklikler göstermektedir [6].

Taban alanları sabit kalsa bile biçim faktörü genişliğin derinliğe oranı olduğundan, farklı biçim faktörlerine sahip binaların toplam ısı kayıp ve kazançları birbirinden farklı olacaktır. Dış kabuğun iç yüzey sıcaklıkları diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının değişimi, ortalama ışımsal sıcaklığın, kabuk

elemanından geçen ısı miktarının ve dolayısıyla iç hava sıcaklığının değişimine yol açar. Dolayısıyla mekanın yatay ve düşey boyutları ile biçim faktörü iklimsel konforu etkileyen yapma çevre değişkenlerindedir [7].

Ekolojik yapımda yenilenemez enerji kaynaklarının en az enerji kullanımını sağlamak anlamında kabuk alanı büyüklüğü bina formunu etkilediğinden ısı kayıplarıyla da direkt olarak ilişkili bulunmaktadır. Kabuk alanı arttıkça ısı kayıpları çoğaldığından, aynı hacmi kaplayan en basit geometrik şekillerde ısı kaybı en az iken, Yüzey/Hacim (Y/H) oranı arttığından ısı kayıpları da artmaktadır. Şekil 2.2’de hacim oranı ve yüksekliği sabit 100 m²’lik değişik bina formu tiplerinde ısı kaybı değişimleri verilmektedir.

Bu nedenle bina tasarımında; kabuk yüzey alanının küçültülerek, enerji kayıplarını azaltmak ile büyük güney pencereleriyle edilgen güneş enerjisinden yararlanmayı en üst seviyeye çıkarmak mümkün olabilmektedir [8].



Şekil 2.2 : Isı kaybı oranının çeşitli plan tiplerine göre değişimi [9].

2.2.5 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

Enerji etkin konut tasarımında, çevresel faktörler ve iklimlendirme denetimi sağlandıktan sonra ele alınması gereken bir diğer önemli konu bina kabuğunun ısı performansının denetimidir. İklimsel konfor açısından önem taşıyan bina kabuğunun dış iklimsel elemanların değerlerini kontrol etmede önemli rolü vardır. Kabuğu oluşturan katmanların ısı iletim özellikleri, kabuğun hava sızdırmazlık düzeyi, pencerelerin konumlandırılması, doğramalar, kullanılan camların renk ve yansıtıcılıkları konutta enerji denetimi için önemli girdilerdir.

Binayı çevreleyen kabuk elemanının dış ortam şartları, termofiziksel ve optik özellikleri kabuk elemanından geçen ısı miktarını ve bunun sonucunda iç yüzey sıcaklığı ve iç hava sıcaklığını belirler. İç çevre iklimsel konfor koşullarının oluşturulmasında, yapma iklimlendirme yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir.

Opak ve saydam bileşenlerden oluşan bina kabuğunun *optik özellikleri*;

- Güneş ışınımına karşı yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları,

Termofiziksel özellikleri;

- Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı,
- Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü,
- Saydamlık oranı,

ısı geçişini etkileyen optik ve termofiziksel özellikleri olarak sıralanabilir.

2.2.5.1 Kabuk elemanının termofiziksel özellikleri

Binanın kabuk elemanının termofiziksel özellikleri toplam ısı geçirme katsayısı (U), zaman geciktirmesi (n), saydamlık oranı (x) ve genlik küçültme faktörü (f) gibi ısı geçişine ilişkin özellikleridir.

Toplam Isı Geçirme Katsayısı (U):

U değeri (toplam ısı geçirme katsayısı), yapı bileşeninin (duvar, döşeme v.b. gibi) her iki tarafında bulunan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1K olduğunda, bileşenin birim alanında (1m²), birim zamanda (1 saat) geçen ısı miktarıdır. Birimi ise W/m²K'dir.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda_1} + \frac{d}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + 1/\alpha_d}$$

α_i, α_d : İç ve dış yüzeysel ısı geçirme katsayısı (W/m² K) (2.1)

d : Bileşeni oluşturan malzeme katmanlarının kalınlığı (m)

λ : Katmanı oluşturan malzemelerin ısı iletkenliği (W/mK)

Isı Geçirgenlik Direnci (R):

Malzemeler fiziksel özelliklerine bağlı olarak ısı geçişine direnç gösterirler. Isı geçirgenliğinin aritmetik olarak tersidir. R sembolü ile gösterilir. R değeri tek başına binanın ısı özelliklerini tanımlamada yeterli olmadığı için genellikle, toplam ısı geçirme katsayısı (U değeri) kullanılmaktadır [10].

Isı Geçirgenlik Katsayısı ($W/m^2 K$):

Kalınlığı $d(m)$ olan bir malzemenin paralel iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark $1K$ olduğunda, saatte birim kalınlıktan ($1m$) ve birim yüzeyden ($1m^2$) bu yüzeye dik olarak geçen ısı miktarıdır.

Genlik Küçültme Faktörü:

Bileşenin iç yüzeyindeki sıcaklık değişiminin genliğinin, dış yüzeyindeki sıcaklık değişimi genliğine oranıdır. Dış ortam sıcaklığının değişimi, yapı kabuğu bileşenlerinin ısı depolama özelliklerine bağlı olarak ısı akışını yavaşlatır.

Bir malzemenin yüzeyine güneş ışınımı geldiğinde yüzey özellikleri ve geliş açısına bağlı olarak bir kısmı yansıtılır, bir kısmı malzeme tarafından geçirilir, kalanı ise yutulur. Opak malzemeler ise yüzeylerine gelen güneş ışınımının bir kısmını yansıtır, geri kalanını ise yutarlar. Bu özelliklerinden yararlanarak, edilgen güneş enerjili binalarda gündüz depolanan enerjinin gece kullanımı olanaklıdır. Güneş enerjisinin günlük çevrimi dikkate alındığında ısıl kütle olarak kullanılacak malzemenin sınırlı bir kalınlıkta olması yeterlidir. Malzemenin ısıl kapasitesi, özgül ısısı ve kütlesi dolayısı ile malzemenin yoğunluğu ve toplam hacmine bağlı olarak değişmektedir [11].

Zaman Geciktirmesi (θ):

Gün içerisinde kabuk dış yüzeyinde etkili olan en yüksek sıcaklığın, bileşenin iç yüzeyinde en yüksek yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanmaktadır. Kabuğun ısıl kütlesine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Saydırlık Oranı:

Saydam ve opak bina bileşenlerinden oluşmuş bina kabuğundaki saydam bileşen alanının tüm kabuk alanına oranı olup, kabuktan geçen toplam ısı miktarını etkileyen değişkendir. Camlı alanların doğru kullanılmasıyla ısıtma için güneş kazançları

sağlanırken, kabuğun opak bileşenlerine oranla ısı geçirgenlik direnci az olduğundan, yüksek ısı kayıplarına da neden olabilmektedir.

2.2.5.2 Kabuk elemanın optik özellikleri

Geçirgenlik katsayısı bileşen tarafından geçirilen, yutuculuk katsayısı bileşen tarafından yutulan, yansıtıcılık katsayısı bileşen tarafından yansıtılan güneş ışınımı miktarının, bileşenin dış yüzeyine gelen toplam güneş ışınımına oranını ifade etmektedir. Bina kabuğunun dış yüzeyine düşen güneş ışınımı, kabuğun optik özelliklerine bağlı olarak güneş ısı kazancına dönüşür [12].

Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı optik özellikleri;

τ : geçirgenlik katsayısı

a : yutuculuk katsayısı

r : yansıtıcılık katsayısı

ile ifade edilebilir.

Saydam bileşenler için,

$$\tau + a + r = 1 \quad (2.2)$$

Opak bileşenler için ise, (2.3)

$$a + r = 1$$

bağıntıları ile ifade edilebilir.

Opak bileşenin yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları doğrudan ve yaygın güneş ışınımı için çok farklı olmayıp, büyük ölçüde bileşenin yüzey renginin fonksiyonudur. Saydam bileşenlerin doğrudan ve yaygın güneş ışınımına karşı davranışları ise birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermekte olup, geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları bileşenin fiziksel özelliklerine bağlı olduğu kadar doğrudan ışınım için ışınımın geliş açısına bağlıdır. Yaygın ışınım için ise geliş açısının 60° olması durumundaki geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları geçerli kabul edilebilir [13].

3. TÜRKİYE’NİN İKLİM BÖLGELERİ VE İKLİM BÖLGELERİNE BAĞLI OLARAK ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİNİN AZALTILMASINDA BİNAYA İLİŞKİN TASARIM PARAMETRELERİNE İLİŞKİN MİMARİ YAKLAŞIM

Bu bölüm yapının bulunduğu iklim bölgeleri ile uyumlu tasarımı gerçekleştirebilmek için alınacak ön tasarım ilkelerini kapsamaktadır. Sözü edilen tasarım ilkeleri konuya ilişkin bugüne kadar yapılmış çalışmalar ve uygulamalara bağlı olarak elde edilen ve literatürde kabul edilmiş genel verilerin derlenmesi sonucunda oluşturulmuştur. Diğer bir deyişle, bu ilkeler, sürdürülebilir çevreyi sağlamak için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanmasında öncelikli olarak ele alınacak önerilerdir.

3.1 Türkiye’deki İklim Bölgeleri

Bu tez çalışmasında Zeren (1978, 1987), çalışmalarına dayanılarak Türkiye iklim bölgeleri sıcak kuru, sıcak nemli, ılımlı nemli, ılımlı kuru ve soğuk olmak üzere beş farklı iklim bölgesi kapsamında ele alınmıştır. Şekil 3.1’de Türkiye’nin iklim bölgeleri harita üzerinde belirtilmektedir.



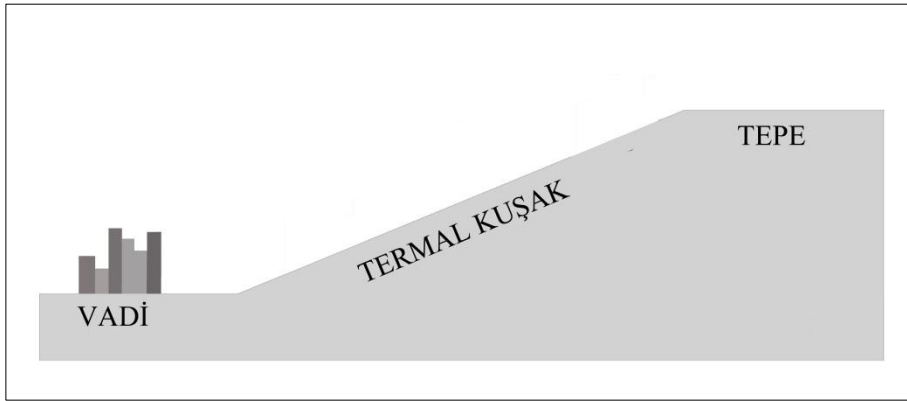
Şekil 3.1 : Türkiye’deki iklim bölgeleri [14].

Söz konusu iklim bölgelerindeki bina tasarımlarını yönlendirecek strateji ve konseptlere bağlı ölçütler, bina içi iklimsel konforun oluşturulması açısından önemlidir. Farklı iklim bölgelerinde tasarlanacak binalarda ve yerleşme dokularında kimi zaman iklim ve topoğrafyanın olumlu etkilerinden yararlanmak, kimi zamanda olumsuz etkilerine karşı önlemler almak gerekmektedir. Aşağıda iklim bölgelerine bağlı olarak ele alınabilecek enerji etkin ölçütler genel ilkeler doğrultusunda açıklanmıştır:

3.1.1 Sıcak kuru iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri

Yer ve Yerleşme Dokusu :

- Yerleşme dokusu; en sıcak dönemde güneş ışınlarından korunmayı sağlayan, rüzgardan korunmuş az katlı ve sıkışık doku oluşturulmalıdır. Rüzgarın nem getiri etkisi varsa rüzgardan yararlanılmalıdır.
- Sıcak kuru iklim bölgelerinde, nemlendirme istendiği için, yazın, rüzgarın konforu restore edici etkisi yoktur. Bu bölgelerde rüzgarın karakteri değiştirilerek (örnek olarak göl, orman gibi nemli alanlardan geçirilerek), nem sağlama amacıyla yararlanılabilir. Binalar soğuk hava göllerinin etkisiyle geceleri serinler ve gündüz boyunca da bu etki devam eder. Bu nedenle soğuk hava göllerinden de yararlanılabilmesi için vadi tabanı sıcak kuru iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (şekil 3.2) [15].

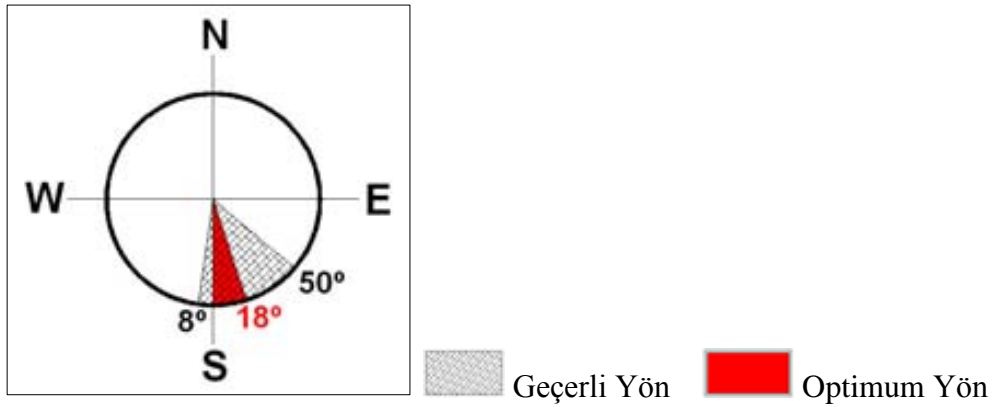


Şekil 3.2 : Sıcak kuru iklim bölgesi için uygun yer seçimi [5,16].

- Kuzey ve güney yönlerinde ağaçlandırmadan kaçınılmalı, doğu ve batı yönlerinde ise (konumlandırmalar yer değiştirebilir), çalılar, duvarlara yerleştirilmiş sarmaşıklar ve yaprak döken ağaçlar uygulanmalıdır [17].

Yönlendirme :

- Bölge için geçerli yönlendirme şekil 3.3'te verildiği gibi 8° güneybatı ile 50° güneydoğu, optimum yönlendirme ise güney ile 18° güneybatı arasındadır [18].
- Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme için yatay 0° - 6° arazi eğimi tercih edilir. Güneş ışınımından ve rüzgar etkilerinden yeterli derecede faydalanmak için topoğrafik düzen içinde uygun eğim ve yöndeki yerey parçaları seçilmelidir [16].



Şekil 3.3 : Sıcak kuru iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönelimleri [15].

Bina Formu :

- Avlulu, kare tabanlı, iç mekana açık yüzeyli bina formları oluşturulmalıdır.
- Optimum bina boyutu 1:1,3 tür [19]. Rüzgara geniş cephe vermeyen bina formları tercih edilmelidir.
- Güneş ışınımının etkisini minimize eden düz çatılar tercih edilmelidir.

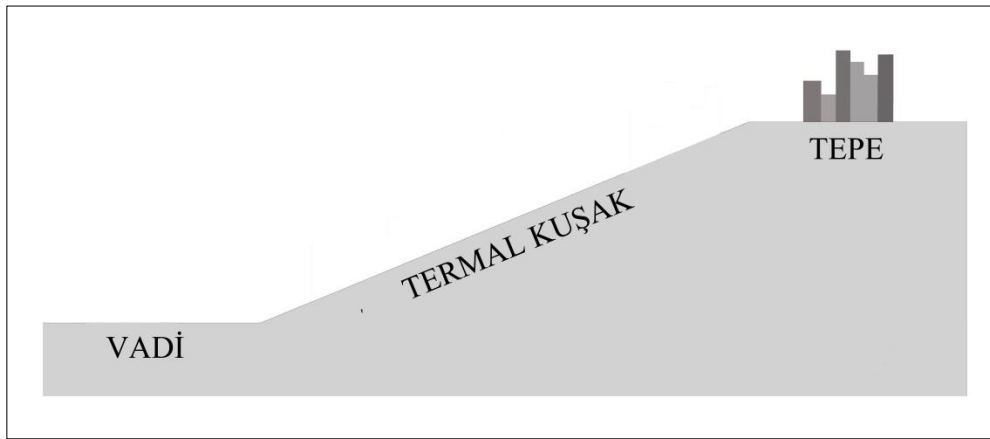
Bina Kabuğu :

- Isı depolama kapasitesi yüksek (termal kütle etkisi sağlayan), açık renk ve kalın duvarlar seçilmelidir.
- Dış duvarlarda küçük açıklıkların, avlu yönünde gölgelendirilmiş büyük açıklıkların tasarlanması, kapıların ise rüzgara kapalı yüzeylerde konumlandırılması uygundur.

3.1.2 Sıcak nemli iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri

Yer ve Yerleşme Dokusu :

- Rüzgarın dolaşmasına ve en az sıcak dönemde güneş ışınımının alınmasına olanak sağlayacak seyrek bir doku oluşturulmalıdır.
- Sıcak nemli iklim bölgelerinde, nemin yarattığı konforsuzluğu önlemede özellikle en sıcak dönemde rüzgardan maksimum düzeyde yararlanılmalıdır. Ayrıca yerleşme dokusu seyrek ve rüzgara açık olmalıdır. Bu nedenle, tepeler, rüzgarın etkisinin fazla olması sebebi ile sıcak nemli iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (şekil 3.4) [15].

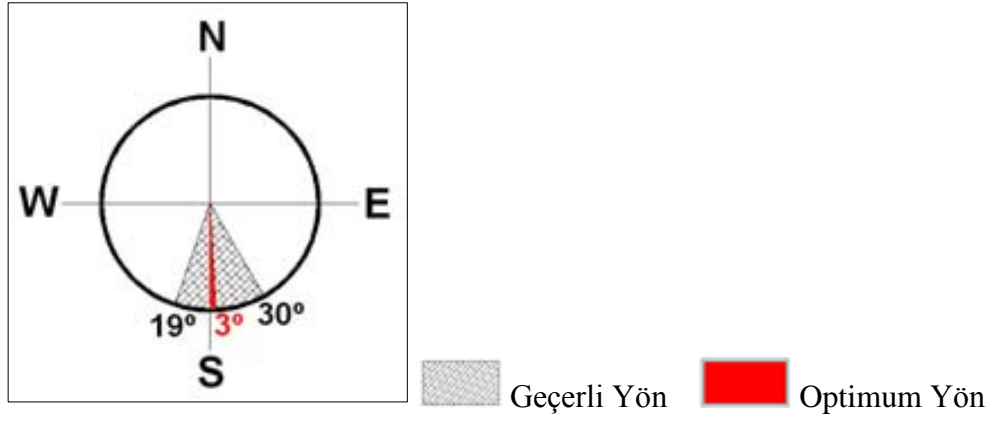


Şekil 3.4 : Sıcak nemli iklim bölgesi için uygun yer seçimi [5,16].

- Güney cephesinde ağaçlandırmalardan kaçınılmalı, kuzey cephesinde, yazın gölge etkisi sağlayan ağaçlandırma, doğu ve batı cephelerinde güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yetiştirilmelidir [17].

Yönlendirme :

- Şekil 3.5'te görüldüğü gibi bölge için geçerli yönlendirme güneyden doğuya doğru 30° ile güneyden batıya doğru 19°, optimum güneş yönlenmesi ise güney ile güneyden 3° güneydoğu arasındadır [18].
- Güneş ışınımından ve rüzgar etkilerinden yeteri derecede yararlanmak için uygun yer parçaları seçilmelidir. Arazi eğimi yatayda 0° - 6° arasında olmalıdır [16].



Şekil 3.5 : Sıcak nemli iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri [15].

Bina Formu :

- Rüzgara açık yüzeyli, uzun dikdörtgene yakın, yeterli ventilasyon için zeminden kaldırılmış döşeme ve yükseltilmiş çatı formları seçilmelidir.
- Boyutları 1:1,7 veya 1:1,3 oranındaki binalar konfor koşulları açısından optimum etki sağlamaktadır [19]. Rüzgara geniş açıklık veren bina formları tercih edilmelidir.
- Hava akışlarına izin veren, yükseltilmiş veya eğimli çatılar kullanılmalıdır.

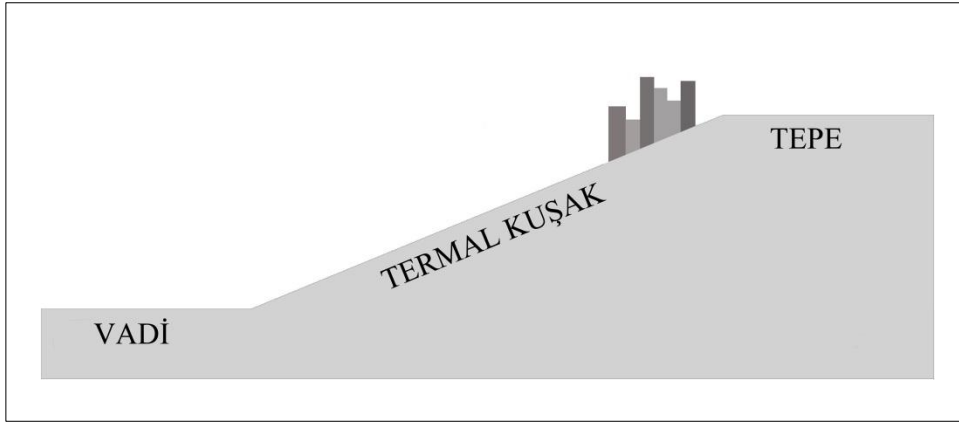
Bina Kabuğu :

- Isı depolama kapasitesi düşük, açık renkli, yansıtıcılığı yüksek, hafif duvarlar tercih edilmelidir.
- Güneş kontrolü sağlanan geniş açıklıklar oluşturulmalıdır. Kapıların ise rüzgara açık yüzeylerde konumlandırılması uygundur.

3.1.3 Ilımlı nemli iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri

Yer ve Yerleşme Dokusu :

- En sıcak dönemde hakim rüzgardan yararlanacak, en az sıcak dönemde ise güneş ışınımından yararlanacak homojen yayılmış dokular oluşturulmalıdır.
- Ilımlı nemli iklim bölgelerinde, yaz aylarında nemliliğin yarattığı konforsuzluğu dağıtma açısından rüzgara ihtiyaç duyulur. Bu nedenle, termal kuşağın üst noktaları ılımlı nemli iklim bölgeleri için uygun yerleşme noktalarıdır (şekil 3.6) [15].

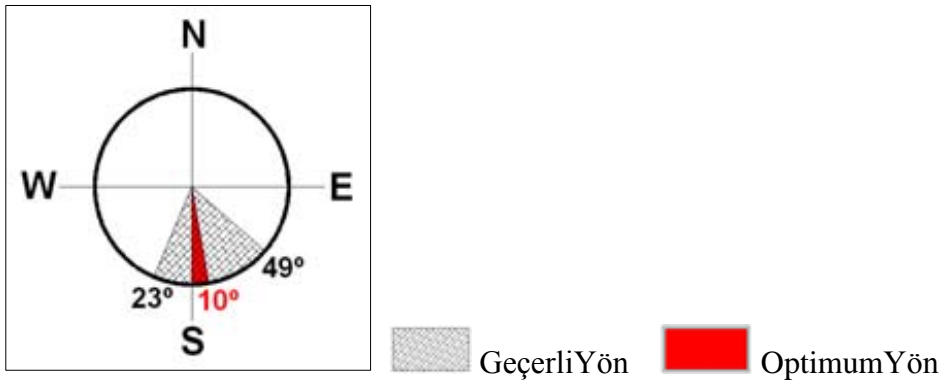


Şekil 3.6 : Ilımlı nemli iklim bölgesi için uygun yer seçimi [5,16].

- Kuzey cephesinde soğuk kış rüzgarlarından korunmak için sürekli yeşil ve dalları alçak olan ağaçlar, güneyde alçak çalılar veya yüksek olmayan ağaçlar uygulanmalı, doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yerleştirilmelidir [17].

Yönlendirme :

- Şekil 3.7’de görüldüğü gibi optimum bina yönlenmesi, güneyden 10° güneydoğuya bakan konumlardır. Geçerli yönlenmeler ise 23° güneybatı ile 49° güneydoğu arasındaki bölümdür [18].
- Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme için yatay maksimum 24° arazi eğimi tercih edilir [16].



Şekil 3.7 : Ilımlı nemli iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri [15].

Bina Formu :

- En sıcak dönemdeki rüzgara geniş yüzeyli, dikdörtgen yada serbest planlı formlar seçilmelidir.

- Güneşin iç mekanlara ulaşımı için mekan derinlikleri fazla olmamalı ve mekan organizasyonu doğal hava akımı yaratacak şekilde düzenlenerek, nemin olumsuz etkisi azaltılmalıdır.
- Doğu-batı doğrultusunda 1:1,6 oranında uzun binalar konfor koşulları açısından optimum etki sağlamaktadır [19]. En sıcak dönemde rüzgara geniş açıklık veren bina formları tercih edilmelidir.
- İyi izole edilmiş eğimli çatı formları uygulanmalıdır.

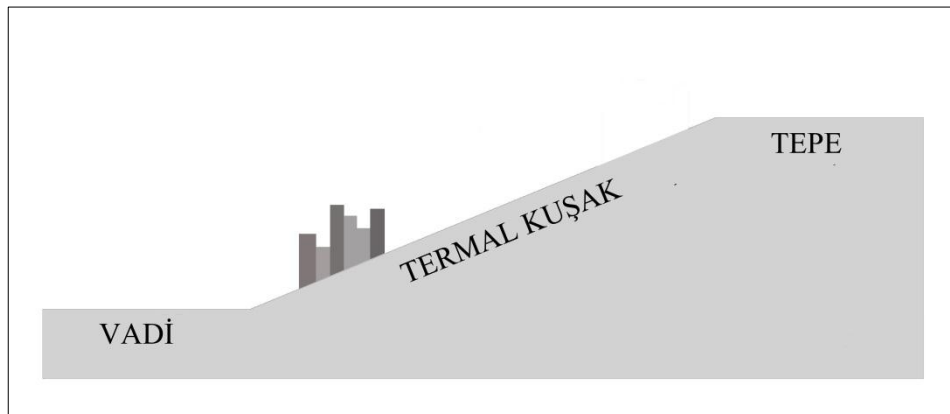
Bina Kabuğu :

- Ilımlı kuru iklim bölgesinde olduğu gibi iç mekanda gerekli konfor koşullarını sağlayan yalıtım değerlerine sahip duvarlar seçilmelidir.
- Isı kontrolü ve vantilasyon sağlanacak büyüklükte açıklıklar tasarlanmalıdır.

3.1.4 Ilımlı kuru iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri

Yer ve Yerleşme Dokusu :

- En sıcak devrede sıcaklık etkisini azaltmak için rüzgardan yararlanmaya olanak sağlayacak şekilde kompakt dokular oluşturulmalıdır.
- Ilımlı kuru iklim bölgelerinde, rüzgar, güneş ışınımı ve hava sıcaklığının etkisini azalttığından ısıtmaya ihtiyaç duyulan dönemde, rüzgardan korunulmalıdır. Termal kuşakta rüzgarın etkisi daha azdır. Bu nedenle, termal kuşağın alt noktaları ılımlı kuru iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (şekil 3.8) [15].



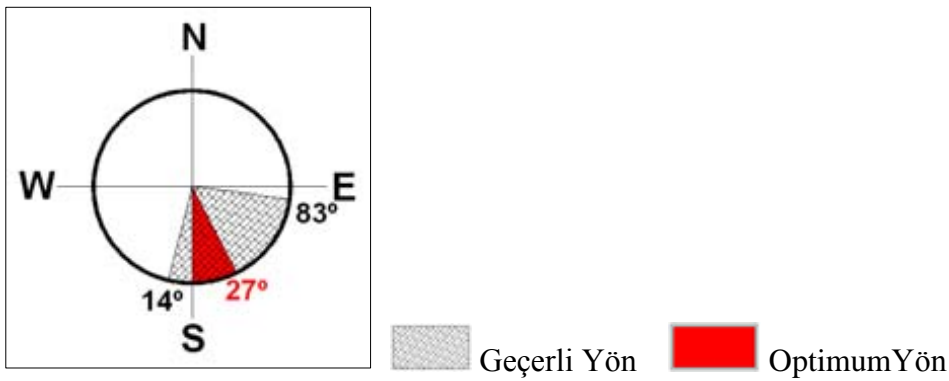
Şekil 3.8 : Ilımlı kuru iklim bölgesi için uygun yer seçimi [5,16].

- Ilımlı nemli iklim bölgesinde olduğu gibi kuzey cephesinde soğuk kış rüzgarlarından korunmak için sürekli yeşil ve dalları alçak olan ağaçlar,

güneyde alçak çalılar veya yüksek olmayan ağaçlar uygulanmalı, doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yerleştirilmelidir [17].

Yönlendirme :

- Optimum güneş yönlenmesi güneyden 27° güneydoğuya bakan konumlardır. Geçerli yönlenmeler ise 14° güneybatı - 83° güneydoğu arasındadır [18], (Şekil 3.9).
- Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme için yatay maksimum 24° arazi eğimi tercih edilir [16].



Şekil 3.9 : Ilımlı kuru iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri [15].

Bina Formu :

- En az sıcak dönemdeki rüzgara kapalı, kareye yakın kompakt formlar seçilmelidir.
- En düşük hacim/yüzey oranını veren kompakt binalar, güneşten maksimum düzeyde yararlanacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Boyutları 1:1,1 veya 1:1,3 oranındaki binalar optimum etki sağlamaktadır [19].
- İyi izole edilmiş, eğimli çatı formları oluşturulmalıdır.

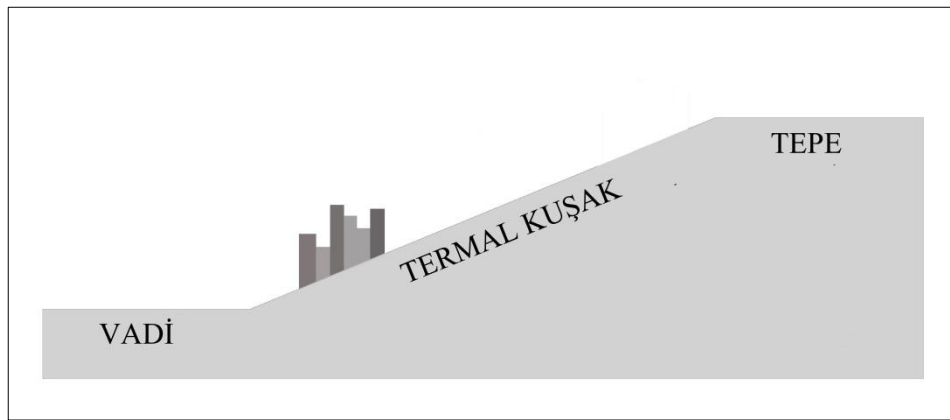
Bina Kabuğu :

- İç mekanda gerekli konfor koşullarını sağlayan yalıtım değerlerine sahip duvarlar tercih edilmelidir.
- Isı kontrolü sağlanacak açıklıklar tasarlanmalıdır. Kapıların ise rüzgara kapalı yüzeylerde konumlandırılması uygundur.

3.1.5 Soğuk iklim bölgesi için enerji etkin genel tasarım ilkeleri

Yer ve Yerleşme Dokusu :

- En az sıcak dönemde güneş ışınımına ve rüzgardan korunmaya olanak sağlayan kompakt dokular oluşturulmalıdır.
- Soğuk iklim bölgelerinde, gece saatlerinde hava sıcaklığının düşmesi sonucu, soğuk havanın yoğunluğu artar ve çukurlarda birikir. Soğuk hava göllerinin olduğu bu çukur bölgelerinden kaçınmak gerekir. Bu nedenle, soğuk iklim bölgeleri için yamacın alt kısımları en uygun yerleşme noktalarıdır (şekil 3.10) [15].

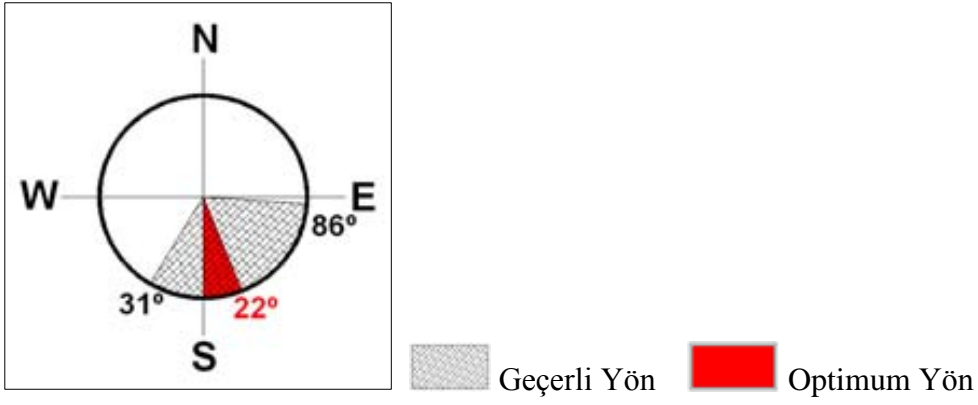


Şekil 3.10 : Soğuk iklim bölgesi için uygun yer seçimi [5,16].

- Kuzey cephesinde kısmen yükseltilmiş toprak uygulama yararlıdır. Kuzey, doğu ve batı cephelerinde sürekli yeşil olan çalılar ve yeşil, dalları alçak olan ağaçlar tercih edilmeli, güney de ise rüzgar kırıcı alçak çalılar ve çim uygulanmalıdır. Binadan uzakta güneydoğu ve güneybatı yönlerinde yaprak döken ağaçlar kullanılabilir [17].

Yönlendirme :

- Şekil 3.11’de görüldüğü gibi optimum güneş yönlenmesi güneyden 22° güneydoğuya bakan konumlardır. Geçerli yönlenmeler ise 31° güneybatı ile 86° güneydoğu arasındadır [18].
- Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme için yatay maksimum 24° arazi eğimi tercih edilir [16].



Şekil 3.11 : Soğuk iklim bölgesi için optimum ve geçerli bina yönlenmeleri [15].

Bina Formu :

- Rüzgara az yüzeyle bakan, dış yüzeyi minimize eden, kompakt, kare vb. tabanlı formlar seçilmelidir.
- Tasarımda mümkün olan en düşük hacim/yüzey oranı yakalanmalıdır. Sıra ev veya bitişik nizam yapılaşma ısı kayıplarını azaltacağından bölge için avantajlıdır.
- 1:1,1 veya 1:1,3 oranındaki bina boyutları konfor koşulları açısından optimum etki sağlamaktadır. Rüzgara geniş cephe vermeyen bina formları tercih edilmelidir [19].
- Ilımlı kuru ve ilımlı nemli iklim bölgelerinde olduğu gibi iyi izole edilmiş, eğimli çatı formları oluşturulmalıdır.

Bina Kabuğu :

- Isı depolama kapasitesi yüksek, iyi izole edilmiş, koyu renk, güneş ışınımı yutuculuğu yüksek, masif duvarlar tercih edilmelidir.
- Isı korunumlu küçük açıklıklar tasarlanmalıdır. Kapıların ise rüzgara kapalı yüzeylerde konumlandırılması uygundur.

Görüldüğü gibi bu bölümde açıklanan mimari yaklaşım farklı iklim bölgelerine bağlı olarak binalarda ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasındaki temel prensipleri vermektedir. Toki konut uygulamaları incelendiğinde genel olarak bu bölümde sözü edilen kriter ve prensiplere uygun olmadığı görülmektedir. Bu amaçla bu çalışmada bir Toki konutu örneğinde binaya ilişkin farklı tasarım parametrelerine bağlı olarak ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

4. BİR TOKİ KONUTU ÖRNEĞİNDE ISITMA VE SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİNİN DEĞERLERNDİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÇALIŞMASI

4.1 İklim Bölgelerine Bağlı Olarak Isıtma ve Soğutma Enerji Giderlerinin Değerlendirilmesinde Seçilen Tip Projenin Tanıtımı ve Çalışmanın Adımları

İnsanlar sağlıklı olarak yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli konfor şartlarını, inşa ettikleri yapılarla çevresel etmenleri kontrol ederek sağlamışlardır. Teknolojinin bugünkü kadar gelişmiş olmadığı dönemlerde konfor koşullarını sağlayabilmek için iklime uygun yapılar tasarlanarak enerjinin etkin kullanımı sağlanmıştır. Geleneksel mimari yapılara bakıldığında iklimle dengeli doğal kontrol sistemlerinin bulunduğu görülmektedir. Fakat yapma iklimlendirme sistemlerin gelişmesiyle her türlü konfor koşulunun sağlanabileceği düşüncesi geleneksel kontrol sistemlerinin ihmal edilmesine ve enerjinin bilinçsizce tüketilmesine sebep olmuştur [20]. Bu nedenle enerji etkin binalara olan talep, bina enerji simülasyonlarını bir ihtiyaçtan ziyade zorunluluk haline getirmiştir.

Enerji etkinliğinin önemi doğrultusunda bu uygulama çalışmasında yapının mevcut durumunun enerji yüklerinin belirlenmesi, çeşitli kabuk alternatifleri geliştirmesi ve bina yönlendirmesi dikkate alınarak, yapının bina ölçeğinde ve ısıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirilmesinin yapılması amaçlanmaktadır.

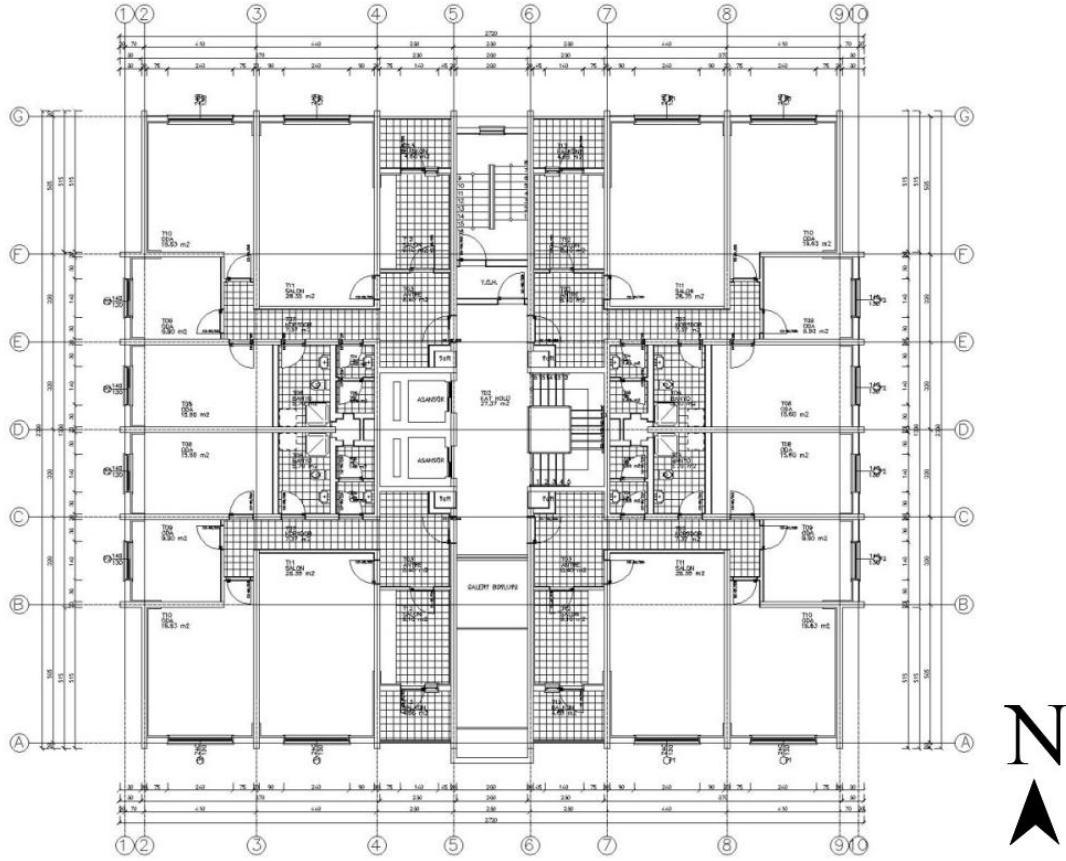
Bu bölümde bir TOKİ konutu örneğinde binaya ilişkin farklı tasarım parametre değerlerine ve iklim bölgelerine bağlı olarak ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin değerlendirilmesinde izlenen yol ve seçilen tip proje tanıtılmıştır.

4.1.1 Seçilen TOKİ tip projesinin tanıtımı

Seçilen konut yapısı TOKİ tarafından Türkiye'nin pek çok ilinde sıklıkla uygulanan C tipi 40 daireli TOKİ konut projesidir. Türkiye'nin her iklim bölgesinde uygulanmaktadır. Temel olarak her bir katta 4 daire bulunmaktadır. Kat yükseklikleri ise her bölgede belediye yönetmeliklerine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir.

Bu çalışmada İzmir'deki C tipi konut projesinde kat yüksekliği referans alınmış olup Türkiye'nin 5 farklı iklim bölgesi için enerji giderleri hesaplanmıştır.

C tipi konut projesinde her bir katında farklı yönlere bakan 4 daire bulunmaktadır. Konut hacimlerinden salon ve mutfak hacimleri kuzey ve güney yönlerinde, yatak odası hacimleri ise doğu ve batı yönlerinde konumlandırılmıştır. Kat holünde iki asansör kapasiteli asansör boşluğu, sirkülasyon merdiveni ve kuzey yönünde yangın merdiveni bulunmaktadır. Şekil 4.1'de konut yapısına ait plan görülmektedir.



Şekil 4.1 : 40 dairesi TOKİ C tipi konut projesi kat planı.

Konut toplam olarak bodrum kat hariç 10 kattan oluşmaktadır. Her bir katın yüksekliği 265 cm ve döşeme kalınlığı ise 14 cm olup döşemeden döşemeye kat yüksekliği 279 cm olarak inşa edilmiştir. Çatı eğimi %33 olup çatı örtüsü olarak kiremit kullanılmıştır. Şekil 4.2'de konuta ait kesit görülmektedir.

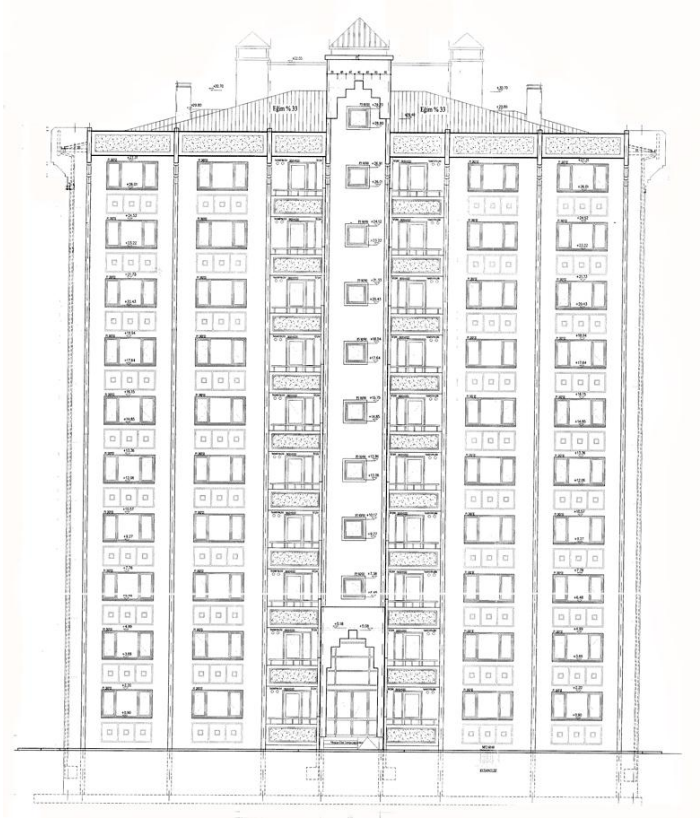


Şekil 4.2 : 40 daireli TOKİ C tipi konut projesine ait A-A kesiti.

Bina cephesinin doğu-batı ve kuzey-güney cepheleri simetriktir. Güneybatı ve güneydoğu güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden, ısıtmanın istendiği dönemde yararlanırken, kuzey cephesindeki iki dairenin salon ve mutfak hacimleri güneş ışınımından faydalanamamaktadır. Doğu ve batı cephelerinde 140x130 cm'lik pencereler, güney ve kuzey cephelerinde ise 240x130 cm'lik pencereler bulunmaktadır. Şekil 4.3'te konuta ait ön cephe görülmektedir. Çizelge 4.1'de cephelerin saydamlık oranları görülmektedir.

Çizelge 4.1 : 40 daireli TOKİ tip konut projesi saydamlık oranları

Saydamlık Oranları			
Malzeme	Cephe Alanı (m ²)	Pencere Alanı	Saydamlık Oranı (S.O)
Güney Cephesi	1064	180	%17
Kuzey Cephesi	870	180	%20
Doğu Cephesi	640	72,8	%11
Batı Cephesi	640	72,8	%11



Şekil 4.3 : 40 daireli TOKİ C tipi konut projesi ön görünüşü.

4.1.2 Çalışmanın adımları

Uygulama çalışması dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

1. Dış iklim verilerinin belirlenmesi,
2. İç iklim verilerinin belirlenmesi,
3. Binaya ilişkin tasarım parametrelerinin belirlenmesi,
4. Mevcut binanın beş farklı iklim bölgesi için ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerinin azaltılmasına yönelik alternatiflerin geliştirilmesi,

sırasıyla çalışmanın adımlarını oluşturmaktadır.

4.1.2.1 Dış iklim verilerinin belirlenmesi

Uygulama çalışmasında tüm hesaplamalar, meteorolojik veriler doğrultusunda hazırlanmış meteorolojik veri dosyası olan ASHRAE/IWEC veri dosyasının Designbuilder simülasyon programına aktarılmasıyla yapılmıştır. Dış iklim verileri seçilen illere göre Designbuilder programının veri tabanından seçilmiştir [21].

4.1.2.2 İç iklim verilerinin belirlenmesi

Her konfor bölgesinde kullanıcılardan kaynaklanan iç kazançlar, doğal havalandırma, hava sızdırmazlık, aydınlatma, hacim kullanım süreleri, ısıtma ve soğutma sistemleriyle ilgili değerler tek tek tanımlanmıştır. İç iklim verileri TS 825 standardı, UK NCM ve CIBSE değerleri göz önüne alınarak belirlenmiştir [22,23].

Yapıya ait iç kazançlar sadece kullanıcıların yapı içerisinde buldukları süre içerisinde kabul edilmiştir. Kullanım olmadığı zaman süresi içerisinde kullanıcılardan ve elektrikli eşyalardan kaynaklanan iç kazançlar sıfır olarak kabul edilmiştir. Kullanıcılardan kaynaklanan iç kazanç değeri 110W/kişi olarak kabul edilmiştir. Bu değer, CIBSE'nin belirlemiş olduğu konutlardaki kullanıcılardan kaynaklanan ortalama metabolizma hız değeridir.

Yapıda ısıtma olarak doğalgaz ile ısıtma sistemi, soğutma olarak elektrik sistemi ile soğutma sistemi seçilmiştir. Sıcak suyun sağlanması için ise doğalgaz ile ısıtma sistemi seçilmiştir. Soğutmanın istendiği dönemlerde iç mekan konfor sıcaklığı olarak 25°C, ısıtmanın istendiği dönemlerde ise iç mekan konfor sıcaklığı 19°C olarak kabul edilmiştir.

4.1.2.3 Binaya ilişkin tasarım parametrelerinin belirlenmesi

Binanın yeri

Toplu Konut İdaresi'nin uygulamakta olduğu C tipi TOKİ konut örneğine ait enerji giderleri ülkemizin beş farklı iklim bölgesinden seçilen beş ilinde test edilmiştir. Seçilen pilot iller ve iklim bölgeleri aşağıda belirtilmiştir;

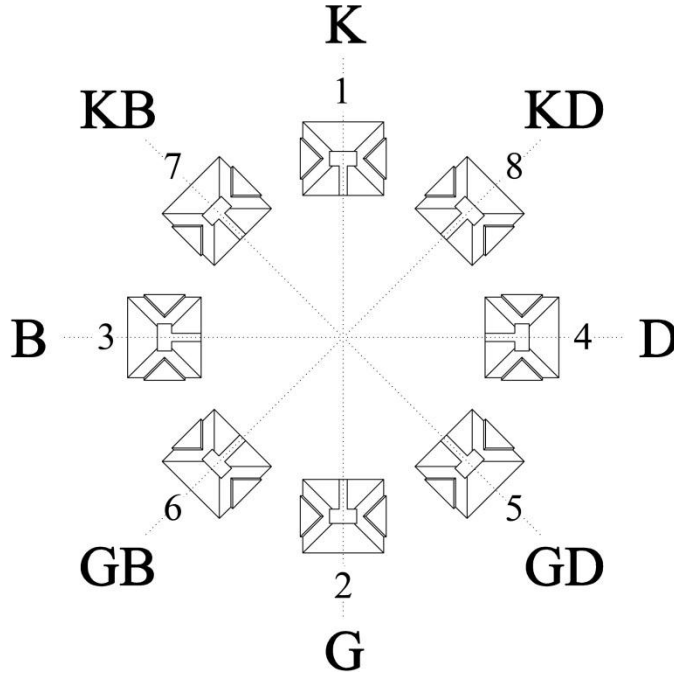
- İzmir, sıcak nemli iklim bölgesi.
- Diyarbakır, sıcak kuru iklim bölgesi.
- İstanbul, ılımlı nemli iklim bölgesi.
- Ankara, ılımlı kuru iklim bölgesi.
- Erzurum, soğuk iklim bölgesi.

Seçilen C tipi TOKİ konut örneğinin uygulaması yukarıda belirtilen şehirlerin tümünde inşa edilmiş örnekleri bulunmaktadır.

Hesaplamalar yapılırken binanın başka bir bina veya engel tarafından gölgelenmediği ve eğim olmayan düz bir arazi üzerinde olduğu kabul edilmiştir.

Binanın yönlendiriliş durumu

Enerji giderleri, binanın ısıtma ve soğutma yükleri şekil 4.4'te gösterildiği gibi tüm ana ve ara yönlere yönlendirilmesiyle birlikte hesaplanmıştır. Isıtma ve soğutma yükleri hem bina hem de ısıl zon ölçeğinde belirlenmiştir.



Şekil 4.4 : TOKİ C tipi konut örneğinin yönlendiriliş durumu.

Binanın formu

Uygulamada kullanılan C tipi konut, kare dikdörtgen forma yakın kompakt bir forma sahiptir. Çatı tipi kırma çatı olup binanın her cephesinde 70 cm genişliğinde bir saçak bulunmaktadır. Şekil 4.5'te yapının formu görülmektedir.



Şekil 4.5 : TOKİ C tipi konut örneği formu.

Modellemesi yapılmış olan TOKİ C tipi konut örneği 23.30 mt. eninde , 27.20 mt. boyunda ve 31.90 mt. yüksekliğindedir. Farklı şehirlerde uygulanan projenin planları aynı olmakla beraber sadece kat sayılarında farklılıklar gözlenmektedir. Kat sayılarının her ilde farklı olmasından dolayı İzmir’de uygulanmış olan C tipi konutun kat sayısı referans alınmış olup diğer şehirlerde de aynı kat sayısına sahip olduğu kabul edilerek enerji giderleri belirlenmiştir.

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

Yapının strüktürel sistemi betonarmeden oluşmaktadır. İnşaat tekniği olarak tünel kalıp sistemi kullanılmıştır. Bu sebeple yapının dış duvarlarını oluşturan 2 tip opak kabuk bileşeni bulunmaktadır. Bina kabuğunu oluşturan dış duvarların fiziksel özellikleri çizelge 4.2’de, çatı bileşeninin fiziksel özellikleri çizelge 4.3’te ve zemin döşemesinin fiziksel özellikleri ise çizelge 4.4’te görülmektedir.

Çizelge 4.2 : Dış duvarların fiziksel özellikleri.

Dış Duvar 1				
Malzeme	Kalınlık d(m)	Isı Geçirgenlik λ (W/mK)	Özgül Isı c	Özkütle (kg/m ³)
Dış Sıva	0,02	0,72	840	1860
Betonarme Duvar	0,2	2,3	1000	2300
Yalıtım (EPS Levha)	0,06	0,04	1400	15
İç Sıva	0,02	0,8	840	1600
U-Değeri	0,55			
Dış Duvar 2				
Malzeme	Kalınlık d(m)	Isı Geçirgenlik λ (W/mK)	Özgül Isı c	Özkütle (kg/m ³)
Dış Sıva	0,02	0,72	840	1860
Delikli Tuğla Duvar	0,2	0,45	840	1000
Yalıtım (EPS Levha)	0,06	0,04	1400	15
İç Sıva	0,02	0,8	840	1600
U-Değeri	0,46			

Pencerelerin kasaları PVC malzemedden yapılmış olup saydam bileşen olarak düz berrak cam kullanılmıştır. Mevcut durumdaki konut örneğinin saydam bileşen katmanlaşması ise;

- 4 mm düz berrak cam + 12 mm hava boşluğu + 4 mm düz berrak cam
(U değeri : 2,725 W/mK),

şeklinde çift tabakalı berrak cam sisteminden oluşmaktadır.

Çizelge 4.3 : Çatı bileşeninin fiziksel özellikleri.

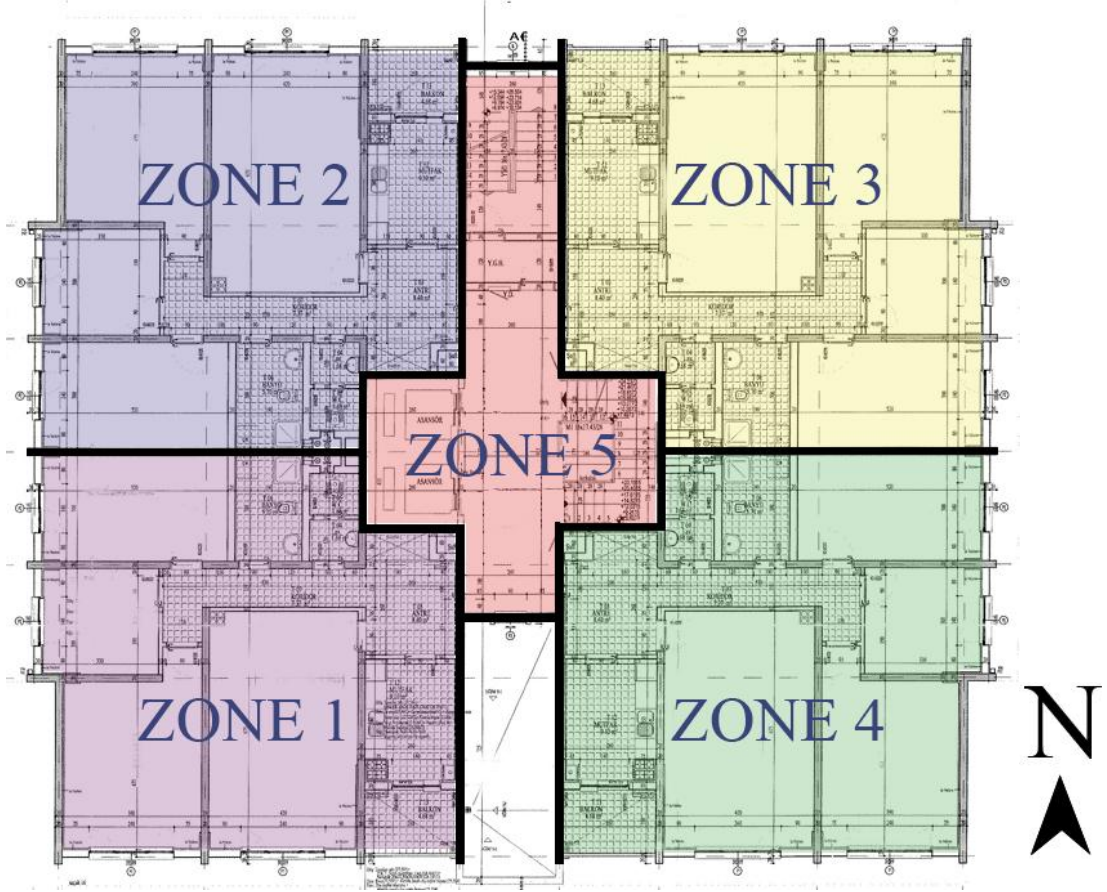
Çatı Döşemesi				
Malzeme	Kalınlık D(m)	Isı Geçirgenlik λ (W/mK)	Özgül Isı c	Özkütle (kg/m ³)
Tavan Sıvası	0,02	0,72	840	1860
Betonarme Döşeme	0,2	2,3	1000	2300
Cam Yünü	0,06	0,04	1400	15
U-Değeri	0,62			

Çizelge 4.4 : Zemin döşemesinin fiziksel özellikleri.

Zemin Döşemesi				
Malzeme	Kalınlık D(m)	Isı Geçirgenlik λ (W/mK)	Özgül Isı c	Özkütle (kg/m ³)
Tesviye Betonu	0,05	1,4	650	2100
Temel Betonu	0,5	0,38	1000	1200
Koruma Betonu	0,05	0,38	1000	1200
Grobeton	0,1	0,38	1400	1200
Toprak	0,1	1,28	880	1460
U-Değeri	1,125			

Isıl zonların oluşturulması

İlk olarak bina hacimleri şekil 4.6'da görüldüğü gibi 6 farklı ısıl zon ile tanımlanmıştır. 1,2,3 ve 4 numaralı zonlar (daireler) binada ısıtma ve soğutmanın istendiği koşullandırılmış zonları temsil etmektedir. Isıl zon 5 (hol) ve ısıl zon 6 (çatı) ise ısıtma ve soğutmanın olmadığı koşullandırılmamış zonlar olup binanın sirkülasyon alanı ve çatı hacmini oluşturmaktadır. Isıl zonlar, hacimleri ve alanları ile birlikte aşağıdaki tabloda detaylı olarak belirtilmiştir. Şekil 4.6'da normal bir kata ait 5 farklı ısıl zon görülmektedir. Çizelge 4.5'te ise ısıl zonlara ait hacim ve alanlara ilişkin bilgiler verilmiştir.



Şekil 4.6 : Normal bir kata ait ısııl zonlar.

Çizelge 4.5 : C tipi TOKİ konut projesindeki ısııl zonların hacim ve alanları.

	Zone 1 (Daire)	Zone 2 (Daire)	Zone 3 (Daire)	Zone 4 (Daire)	Zone 5 (Hol)	Zone 6 (Çatı)
Hacim (m3)	323,0	323,0	323,0	323,0	185,0	938
Dış Duvar Alanı (m2)	77,9	66,0	66,0	77,9	12,2	0
Açıklıklar Alanı (m2)	12,5	12,5	12,5	12,5	2,3	0
İç Duvar Alanı (m2)	327,1	327,1	327,1	327,1	168,8	0
Toplam Alan (m2)	450,3	454,9	454,9	450,3	293,4	1798

Modelleme ve simülasyon metodu

Bu çalışmada ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerinin hesaplanmasında Designbuilder programı kullanılmıştır. Bu program enerji yüklerini saatlik, günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplamakla beraber karbondioksit salınımı miktarını, HAD (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) analizlerini ve aydınlatma analizlerini yapmaktadır. Ayrıca Designbuilder programı enerji giderlerinin hesaplanmasının yanısıra binalarda gölgeleme analizi, hacimlerdeki aydınlatma analizlerini de yapabilmektedir. İlk olarak proje, AutoCAD ortamında iki boyutlu olarak bilgisayara aktarılmıştır. İki boyutlu çizimlerden yararlanılarak şekil 4.5'te belirtilmiş olan üç boyutlu çizime ulaşılmıştır.

4.1.2.4 Mevcut binanın beş farklı iklim bölgesi için ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik alternatiflerin geliştirilmesi

Mevcut binanın beş farklı iklim bölgesi için ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerinin azaltılmasına yönelik alternatifler iki ayrı bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın *ilk bölümü* tüm binanın ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik alternatifleri içermektedir. İlk bölüme ait aşamalar aşağıda belirtilmiştir;

1. Mevcut projenin beş farklı iklim bölgesinde yönlendirmeye bağlı olarak bina ölçeğinde yıllık enerji yüklerinin belirlenmesi
2. Mevcut projenin TS 825 standardına göre kabuk bileşenlerinin oluşturulması ve ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi
3. Farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulması (TS 825 ile uyumlu)
4. Farklı saydam bileşen alternatiflerinin oluşturulması (TS 825 ile uyumlu)
5. Güney ve doğu-batı cephelerinde saydamlık oranının arttırılmasının ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine etkisi (TS 825 ile uyumlu)
6. Dış cephe yüzeyinde güneş kırıcıların kullanılması ile birlikte ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi (TS 825 ile uyumlu)

Geliştirilen alternatiflerden 3,4,5 ve 6 numaralı alternatifler, TS 825'in gerektirdiği azami toplam ısı geçirme (U) katsayılarının sağlanmasıyla, diğer bir deyişle 2 numaralı aşamaya ek olarak birbirlerinden bağımsız, ayrı olarak geliştirilmiş alternatiflerdir. Karşılaştırmalar 3.,4.,5., ve 6. aşamalarda belirtilen alternatifler ile 2.

aşamada belirtilen alternatif arasında yapılmıştır. Isıtma ve soğutma enerjisi gideri farkları yüzde olarak belirtilmiştir.

İkinci bölümde ise mevcut binanın ısıtma ve soğutma yüklerinin ısıl zon (1, 2, 3. ve 4 numaralı ısıl zonlar/konut daireleri) ölçeğinde değerlendirilmesi yapılmıştır. İkinci bölüme ait aşamalar aşağıda sırasıyla belirtilmiştir;

1. Isıl zonların farklı yönlere yönelmesiyle ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi,
2. Isıl zonlarda farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulmasıyla ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi,
3. Isıl zonların eşit ısıtma ve soğutma enerji yüklerine sahip olabilmesi için bina kabuğunda enerji etkin iyileştirme yapılması.

4.2 Uygulama Çalışması

Bu çalışmada, mevcut TOKİ konutlarından seçilen C tipi konut örneğinde Türkiye'nin farklı iklim bölgelerine göre binanın enerji etkin yenilenmesinde uygulanabilecek seçenekler belirlenmiştir. Bu seçenekler, Designbuilder Energy plus arayüzlü simülasyon programı aracılığıyla konut örneği üzerinde uygulanmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmada enerji giderlerini azaltmak amacıyla binanın enerji etkin iyileştirilmesi için alternatifler geliştirilmiş, alternatifler enerji etkinliği açısından değerlendirilmiştir.

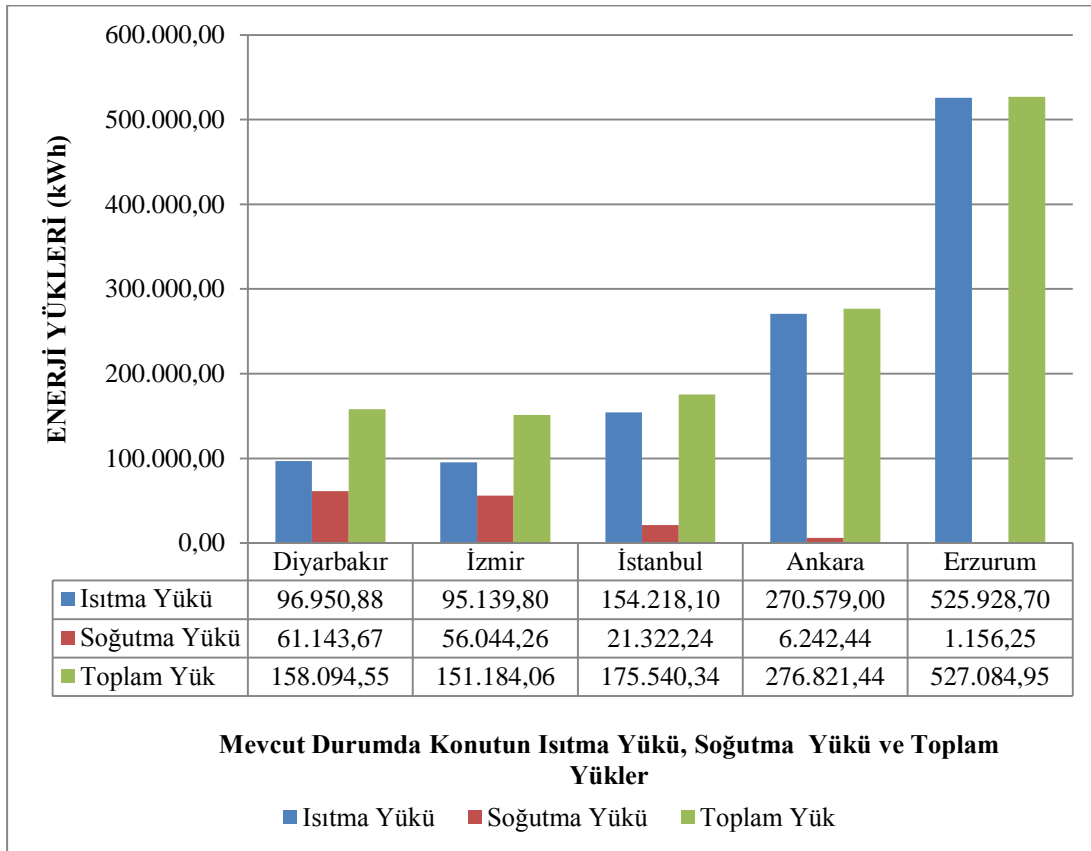
4.3 Uygulama Çalışmasının Adımları

Uygulama çalışmasının adımları 4.1 bölümünde açıklanan adımlar olup aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

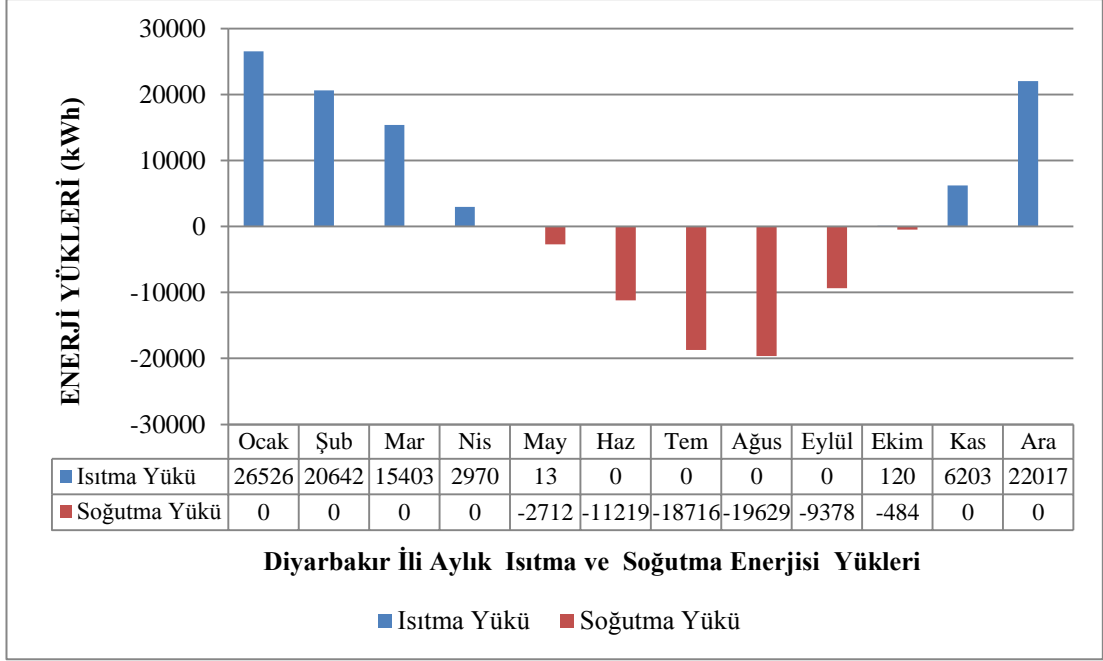
4.3.1 Mevcut projenin beş farklı iklim bölgesindeki yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yüklerinin belirlenmesi

Toki C tipi konut örneğinin tüm verileri Designbuilder programında tanımlanmış olup mevcut durumdaki ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri hesaplanmıştır. Şekil 4.7'de seçilmiş olan beş farklı iklim bölgesine ait pilot illerin ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri belirtilmiştir. Sıcak iklim bölgelerinde bulunan İzmir ve Diyarbakır illerindeki toplam enerji yükleri arasındaki fark 6.910 kWh olup, toplam

enerji yüklerinin bu iki ilde de oldukça yakın düzeylerde olduğu gözlenmektedir. Diyarbakır iline ait soğutma enerjisi yükü İzmir iline göre 5.099 kWh, ısıtma enerjisi yükünün ise 1.811 kWh daha fazla olduğu görülmektedir. Ilımlı kuru iklim bölgesinde bulunan Ankara ili ile ılımlı nemli iklim bölgesinde bulunan İstanbul ili arasında toplam enerji yüklerinde 101.821 kWh fark tespit edilmiştir. Isıtma enerjisi yükü Ankara ilinde İstanbul iline göre 116.361 kWh daha fazla, soğutma enerjisi yükü ise 15.080 kWh daha az olduğu gözlenmektedir. Erzurum ilindeki toplam enerji yükü ise diğer illere göre en yüksek enerji yüküne sahip il durumundadır. Erzurum ilinde harcanan toplam enerji yükünün Diyarbakır ve İzmir illerine göre harcanan toplam enerji yükünden 3,3 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir. Erzurum ilinde soğutma enerjisi yükü 1.156 kWh olup diğer illere göre oldukça azdır. Sonuç olarak, en az ısıtma enerjisi yüküne sahip il *sıcak nemli iklim bölgesinde bulunan İzmir* ili olup, en fazla ısıtma enerjisi yüküne ise *soğuk iklim bölgesinde bulunan Erzurum* ilinin olduğu tespit edilmiştir. En az soğutma enerjisi yüküne *soğuk iklim bölgesinde bulunan Erzurum* ili, en fazla soğutma enerjisi yüküne ise *sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan Diyarbakır* ili sahip olmaktadır.

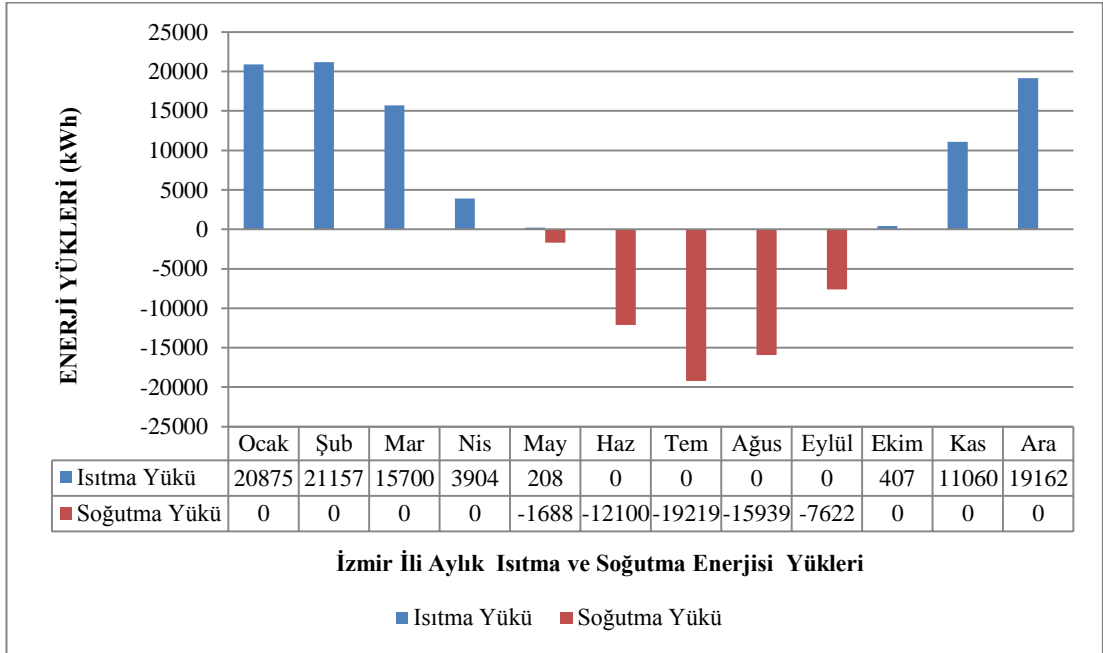


Şekil 4.7 : Beş farklı iklim bölgesindeki TOKİ konut örneğinin mevcut durumdaki ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil 4.8 : Diyarbakır iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yüğüleri.

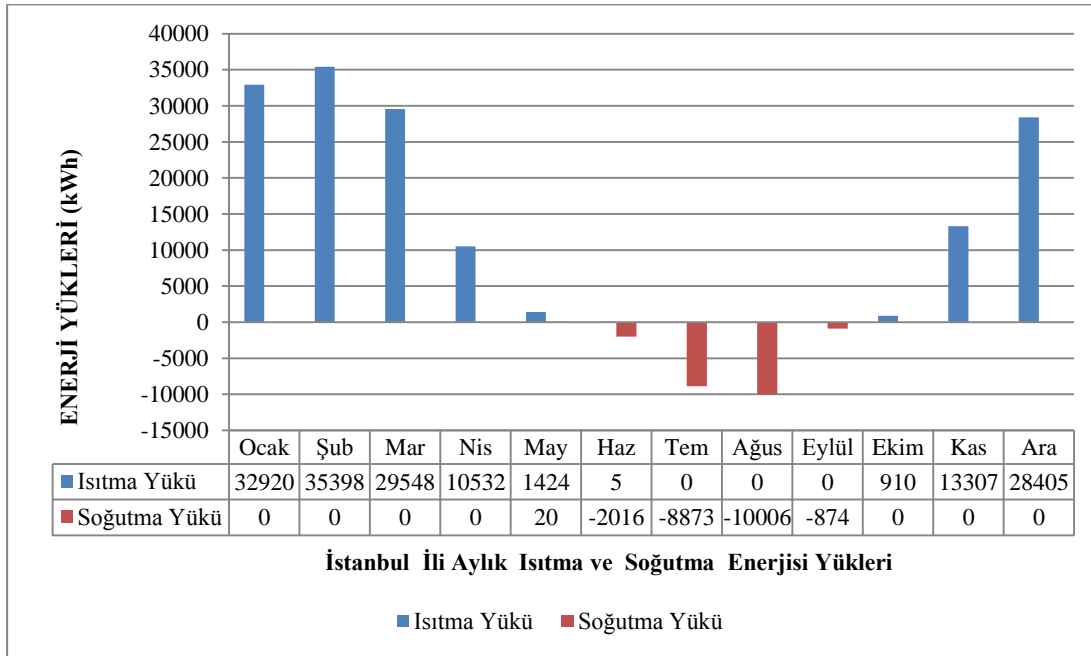
Sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan *Diyarbakır ilinde* şekil 4.8’de görüldüğü üzere ısıtma enerjisi yüğülerinin yanısıra soğutma enerjisi yüğüleri ön plana çıkmaktadır. Soğutma yüğülerinin Temmuz ve Ağustos aylarında arttığı görülmektedir. Isıtma enerjisi yüğülerinin ise Aralık, Ocak ve Şubat aylarında arttığı görülmektedir.



Şekil 4.9 : İzmir iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yüğüleri.

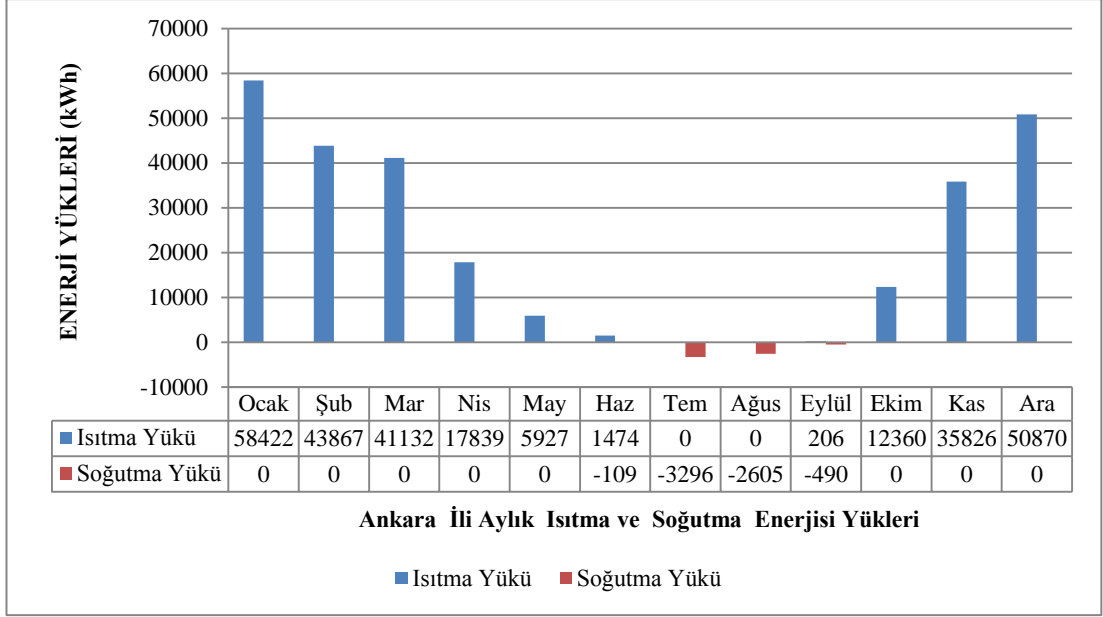
İzmir ilinin enerji giderleri Diyarbakır ili ile benzer özellikler göstermektedir. Şekil 4.9'daki değerlere göre, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ısıtma enerjisi yüklerinin arttığı aylardır. Soğutma enerjisi yükleri ise Temmuz ayında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Diyarbakır iline nispeten soğutma enerjisi yükleri İzmir ilindeki konut örneğinde %8 daha az olduğu görülmüştür.

Ilımlı nemli iklim bölgesinde bulunan *İstanbul ilindeki* konut örneğinde ısıtma enerjisi yüklerinin Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında artmaktadır. Bu ildeki soğutma enerjisi yüklerinin İzmir ve Diyarbakır illerine göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Soğutma enerjisi yüklerinin ise Temmuz ve Ağustos aylarında arttığı gözlenmektedir. Şekil 4.10'da İstanbul iline ait C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri görülmektedir.

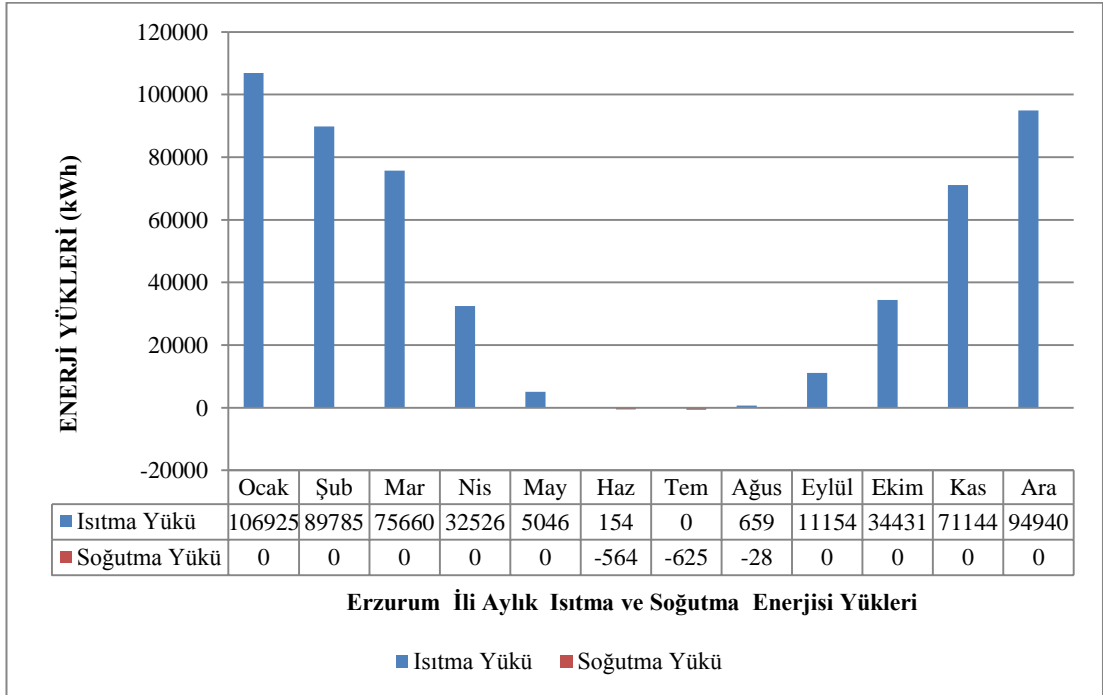


Şekil 4.10 : İstanbul iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri.

Ilımlı kuru iklim bölgesinde bulunan *Ankara ilindeki* konut örneğinde ısıtma enerjisi yüklerinin Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında arttığı görülmektedir. Bu bölgede ısıtmanın istendiği dönemin İstanbul iline nispeten daha uzun olduğu gözlenmektedir. Soğutmanın istendiği dönem ise Temmuz ve Ağustos aylarını kapsamaktadır. Şekil 4.11'de Ankara ilindeki konut örneğine ilişkin ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin detayları belirtilmiştir. Toplam enerji yükü ılımlı nemli iklim bölgesinde bulunan İstanbul iline göre %58 daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.11 : Ankara iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri.



Şekil 4.12 : Erzurum iline ait TOKİ C tipi konut örneğinin mevcut durumdaki aylık ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri.

Soğuk iklim bölgesinde bulunan *Erzurum ilindeki C* tipi konut örneği en yüksek enerji yüküne sahiptir. Bu ilde alınan sonuçlara göre soğutma enerjisi yükleri ısıtma enerjisi yüklerine göre oldukça azdır. Şekil 4.12’de görüldüğü gibi en fazla ısıtma enerjisi yükünün olduğu ay Ocak ayı olup, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise enerji yükleri düşük seviyelerdedir.

4.3.2 Farklı iklim bölgeleri için mevcut projenin ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik alternatiflerin geliştirilmesi

Bu bölümde ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasına yönelik alternatifler iki farklı şekilde geliştirilmiştir;

- Binanın farklı yönlere yönlendirilmesiyle ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi,
- Mevcut binanın termofiziksel özelliklerinin değiştirilmesiyle TS 825'e uygun olarak ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılması;
 - Mevcut binanın TS 825 standardına göre opak bileşen katmanlaşma detaylarının sağlanması,
 - Farklı kabuk alternatiflerinin önerilmesi,
 - Farklı saydam bileşen katmanlaşma alternatiflerinin önerilmesi,
 - Güney ve doğu-batı cephelerinde saydamlık oranlarının artırılarak önerilerin geliştirilmesini,
 - Güneş kontrolünün önerilmesini,

içermektedir. İkinci adımdaki alternatiflerden farklı kabuk ve saydam bileşen katmanlaşma alternatifleri, saydamlık oranı ve güneş kontrolü alternatifleri TS 825'in gerektirdiği azami toplam ısı geçirme katsayılarına uygun olarak hesaplanmıştır.

Yukarıda belirtilmiş olan öneriler, yıllık olarak ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri olarak grafikler aracılığıyla karşılaştırılmıştır.

4.3.2.1 Mevcut projenin beş farklı iklim bölgesinde yönlendirmeye bağlı olarak bina ölçeğinde yıllık enerji yüklerinin belirlenmesi

Seçilen tüm pilot illerde konut örneği 4 ana ve 4 ara yöne yönlendirilerek ısıtma, soğutma ve toplam enerji yüklerinin hesaplamaları yapılmıştır.

Sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan *Diyarbakır ilinin* yönlendirmeye göre ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin değişimi çizelge 4.6'da belirtilmiştir. Bu bölgede ısıtma enerjisi yükleri kadar soğutma enerjisi yükleri ön plana çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre bina en iyi performansı 1 (Kuzey) numaralı yönlendirmede göstermiştir. Toplam enerji gideri 2 numaralı (Güney) yönlendirmede ve 1 numaralı (Kuzey) yönlendirmede yakın çıkmasının sebebi binanın tüm zonlarının aynı

boyutlarda hacme sahip olması ve ısııl zonların simetrik olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple bina ısııl zon ölçeğinde de ele alınarak ısııl zonların (binadaki dairelerin) ısııtma, soğutma ve toplam yükleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6 : Diyarbakır ilinde bulunan TOKİ konut örneğinin farklı yönlendirmelere göre ısııtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

YÖNLENDİRME	ISITMA YÜKÜ (kWh)	SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	TOPLAM YÜK (kWh)
1 KUZEY	93.898,13	62.142,48	156.040,61
2 GÜNEY	96.950,88	61.143,67	158.094,55
3 BATI	97.290,10	72.843,31	170.133,41
4 DOĞU	97.625,14	73.004,91	170.630,15
5 GÜNEYDOĞU	97.105,84	70.126,21	167.232,05
6 GÜNEYBATI	96.691,39	70.418,30	167.109,69
7 KUZEYBATI	99.202,25	70.052,47	169.254,72
8 KUZEYDOĞU	98.952,13	70.078,49	169.030,62

Çizelge 4.7 : İzmir ilinde bulunan Toki konut örneğinin farklı yönlendirmelere göre ısııtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

YÖNLENDİRME	ISITMA YÜKÜ (kWh)	SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	TOPLAM YÜK (kWh)
1 KUZEY	92.456,84	56.572,27	149.029,11
2 GÜNEY	95.139,80	56.044,26	151.184,06
3 BATI	96.030,79	64.216,70	160.247,49
4 DOĞU	96.280,48	64.016,75	160.297,23
5 GÜNEYDOĞU	94.885,08	62.073,24	156.958,32
6 GÜNEYBATI	94.748,71	62.117,32	156.866,03
7 KUZEYBATI	96.624,42	61.663,21	158.287,63
8 KUZEYDOĞU	96.631,23	61.446,08	158.077,31

Seçilen pilot illerden sıcak nemli iklim bölgesinde bulunan *İzmir ilinin* farklı yönlendirmelere göre değişen ısııtma ve soğutma enerjisi yükleri çizelge 4.7'de belirtilmiştir. Bu bölgede soğutma enerjisi yükleri sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan Diyarbakır iline göre daha az çıkmıştır. Diyarbakır ilindeki enerji yükleriyle benzer özellik gösteren İzmir ilinde, 1 numaralı (kuzey) yönlendirmesi ısııtma ve soğutma enerjisi yükleri diğer yönlendirmelere göre daha iyi performans göstermiştir.

Binanın ılımlı nemli iklim bölgesi uygulaması olan İstanbul ilinde olması durumunda farklı yönlendirmelere göre enerji yükleri çizelge 4.8’de yer almaktadır. Saydamlık oranı doğu ve batı cephelerinde daha az olduğu için 3 ve 4 numaralı (batı – doğu) yönlendirmelerde daha fazla ısıtma ve soğutma enerji yüklerine sahip olmaktadır. 1 numaralı kuzey yönlendirmesi ile 3 ve 4 numaralı (doğu – batı) yönlendirmeleri arasında yaklaşık 7.500 kWh’lık bir fark gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.8 : İstanbul ilinde bulunan Toki konut örneğinin farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

YÖNLENDİRME	ISITMA YÜKÜ (kWh)	SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	TOPLAM YÜK (kWh)
1 KUZEY	152.452,90	21.791,42	174.244,32
2 GÜNEY	154.218,10	21.322,24	175.540,34
3 BATI	155.620,80	25.885,22	181.506,02
4 DOĞU	155.765,80	25.711,75	181.477,55
5 GÜNEYDOĞU	154.676,50	24.729,99	179.406,49
6 GÜNEYBATI	154.339,00	24.851,60	179.190,60
7 KUZEYBATI	155.650,70	24.372,81	180.023,51
8 KUZEYDOĞU	155.326,30	24.302,32	179.628,62

Çizelge 4.9 : Ankara ilinde bulunan Toki konut örneğinin farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

YÖNLENDİRME	ISITMA YÜKÜ (kWh)	SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	TOPLAM YÜK (kWh)
1 KUZEY	267.928,90	6.500,77	274.429,67
2 GÜNEY	270.579,00	6.242,44	276.821,44
3 BATI	270.095,80	9.249,23	279.345,03
4 DOĞU	270.226,70	9.384,07	279.510,77
5 GÜNEYDOĞU	269.594,60	8.725,43	278.320,03
6 GÜNEYBATI	269.361,00	8.555,54	277.916,54
7 KUZEYBATI	271.298,50	8.440,71	279.739,21
8 KUZEYDOĞU	271.101,80	8.482,40	279.584,20

ılımlı kuru iklim bölgesinde bulunan Ankara ilindeki TOKİ konut örneğinin farklı yönlendirmelerdeki ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri çizelge 4.9’da belirtilmiştir. Isıtma enerjisi yüklerinin azaltılması açısından en etkin yönlendirmenin 1 numaralı (kuzey) yönlenme olduğu tespit edilmiştir. 1 numaralı (kuzey)

yönlenmesinde enerji yüklerinin 2 numaralı (güney) yönlenmesine göre daha az olmasının sebebi 2 numara yönlenmede saydam alanların bir kısmının gölgede kalması ve güneş ışınımından yararlanamamasından kaynaklanmaktadır.

Soğuk iklim bölgesinde bulunan Erzurum ilinin enerji yükleri ise çizelge 4.10'da belirtilmiştir. 1 ve 2 numaralı (güney-kuzey) yönlerinde toplam enerji yüklerinin az olmasının sebebi bu yönlere bakan cephelerdeki güneş ışınımı kazancının daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bölgede ısıtma enerjisi yükleri ön plana çıktığı için yapının 1 numaralı (kuzey) yönlenmesi en iyi performansa sahip olmaktadır.

Çizelge 4.10 : Erzurum ilinde bulunan Toki konut örneğinin farklı yönlendirmelere göre ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

YÖNLENDİRME	ISITMA YÜKÜ (kWh)	SOĞUTMA YÜKÜ (kWh)	TOPLAM YÜK (kWh)
1 KUZEY	522.435,00	1.218,79	523.653,79
2 GÜNEY	525.928,70	1.156,25	527.084,95
3 BATI	526.677,40	1.719,49	528.396,89
4 DOĞU	527.010,40	1.754,95	528.765,35
5 GÜNEYDOĞU	525.372,40	1.628,66	527.001,06
6 GÜNEYBATI	524.495,70	1.597,27	526.092,97
7 KUZEYBATI	527.518,10	1.518,10	529.036,20
8 KUZEYDOĞU	526.986,30	1.551,12	528.537,42

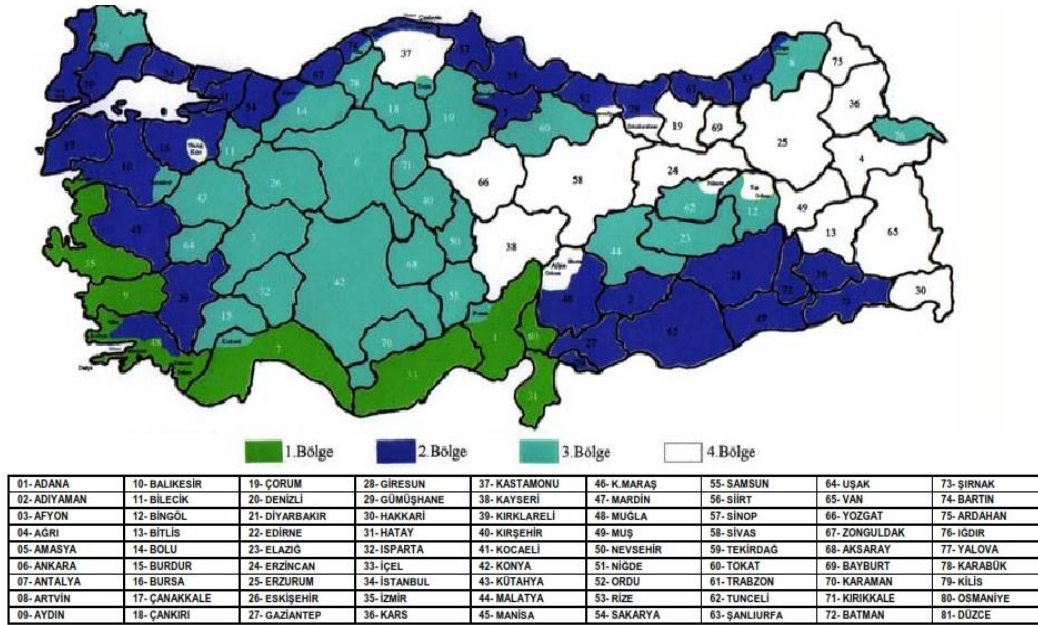
Binanın yönlendirmelere göre enerji yükleri incelendiğinde, farklı yönlendirmeler arasındaki enerji yükleri farkının çok az olduğu gözlemlenmiştir. 1 numaralı (kuzey) ve 2 numaralı (güney) yönlendirmeler toplam yük açısından daha az enerji giderine sahip olmaktadır. Isıl zonların hesaplandığı bölüm 4.3.3'te 2 numaralı (güney) yönlenmesi baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Farklı yönlendirmelerde enerji yükleri arasındaki farkın çok az olmasından dolayı çalışmanın sonraki aşamalarında binanın enerji giderleri ısıl zon ölçeğinde incelenmiş ve hesaplaması yapılan ısıl zonların eşit enerji giderlerine sahip olabilmesi için kabuk katmanlarında farklı alternatifler geliştirilmiştir.

4.3.2.2 Mevcut projenin TS 825 standardına göre kabuk bileşenlerinin oluşturulması ve ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi

TS 825 standardında, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarını sınırlanması, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırılması ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standard hesap metodunun ve değerlerinin belirlenmesi amaç edinilmiştir [24].

TS 825 ayrıca aşağıdaki amaçlar için de kullanımı içermektedir:

- Mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek,
- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek [24].



Şekil 4.13 : TS 825'e göre Türkiye'deki iklim bölgeleri [24].

Çizelge 4.11’de TS 825 standardının belirlemiş olduğu 4 iklim bölgesi için yapı kabuğundaki opak ve saydam bileşenlerin azami toplam ısı geçirme katsayıları belirtilmiştir. TS 825’e göre uygulama çalışması yapılan illerden;

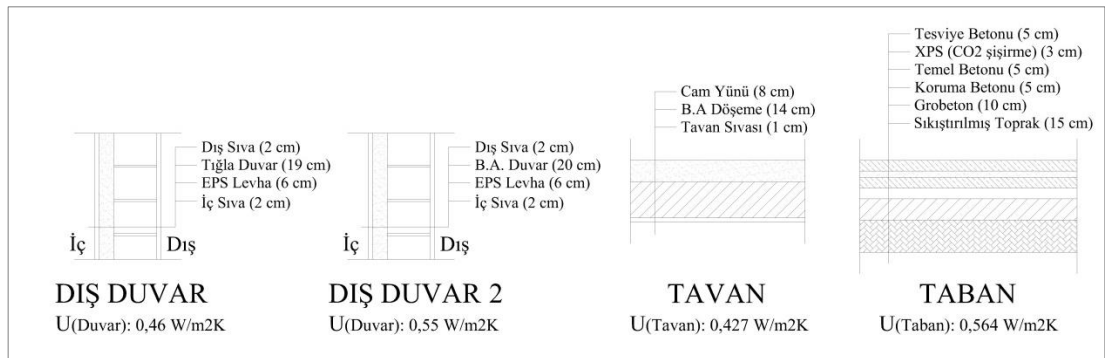
- İzmir ili 1. Bölge’de,
- İstanbul ve Diyarbakır illeri 2. Bölge’de,
- Ankara ili 3. Bölge’de,
- Erzurum ili ise 4. Bölge’de,

bulunmaktadır. Şekil 4.13’te TS 825 tarafından belirlenmiş olan iklim bölgeleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.11 : TS 825’in belirlemiş olduğu iklim bölgelerine göre olması gereken azami sınır U (W/mK) değerleri [24].

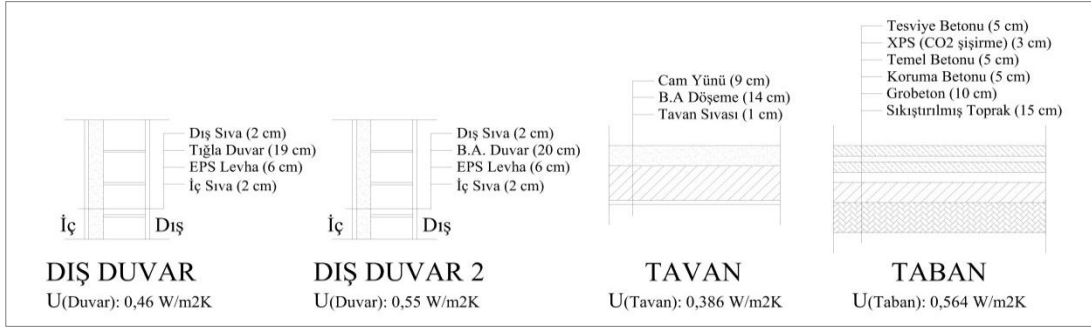
TS 825'e GÖRE SINIR U DEĞERLERİ				
	U(D)-W/mK	U(Tavan)-W/mK	U(taban)-W/mK	U(p) - W/mK
1. BÖLGE	0,70	0,45	0,70	2,40
2. BÖLGE	0,60	0,40	0,60	2,40
3. BÖLGE	0,50	0,30	0,45	2,40
4. BÖLGE	0,40	0,25	0,40	2,40

Sıcak nemli iklim bölgesinde pilot il olarak seçilen İzmir ili TS 825 tarafından belirlenmiş olan derece gün bölgelerinden 1. bölgede bulunmaktadır. Bu standart tarafından belirlenmiş olan azami toplam ısı geçirme katsayıları şekil 4.14’te belirtilen kabuk detayları ile sağlanmıştır. Beş farklı pilot şehirde bulunan TOKİ konut örneğinin kabuk elemanları (taban-tavan döşemeleri ve dış duvarlar) TS 825’in gerektirdiği azami U değerlerine göre revize edilmiştir.



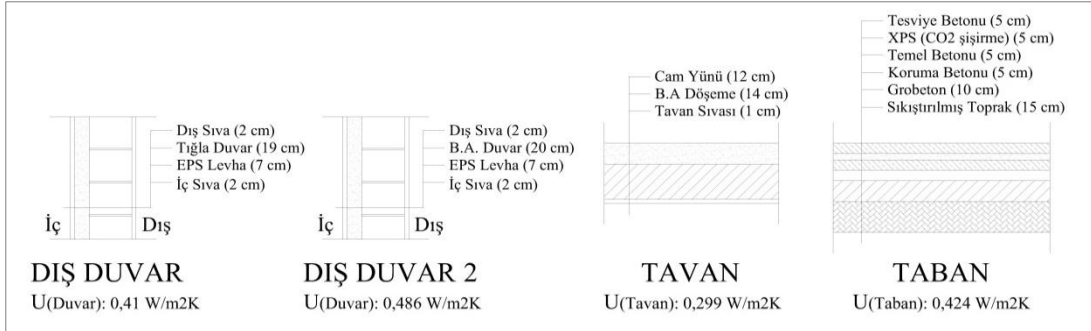
Şekil 4.14 : İzmir ili için TS 825’e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarını (U değeri) karşılayan kabuk detayları.

Ilımlı nemli iklim bölgesinde bulunan İstanbul ve sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan Diyarbakır ili, TS 825 derece gün bölgelerine göre 2. Bölgede bulunmaktadır. Şekil 4.15'te belirtilmiş olduğu üzere 2. bölgedeki azami toplam ısı geçirme katsayıları oluşturulan yeni kabuk detayları ile sağlanmıştır.

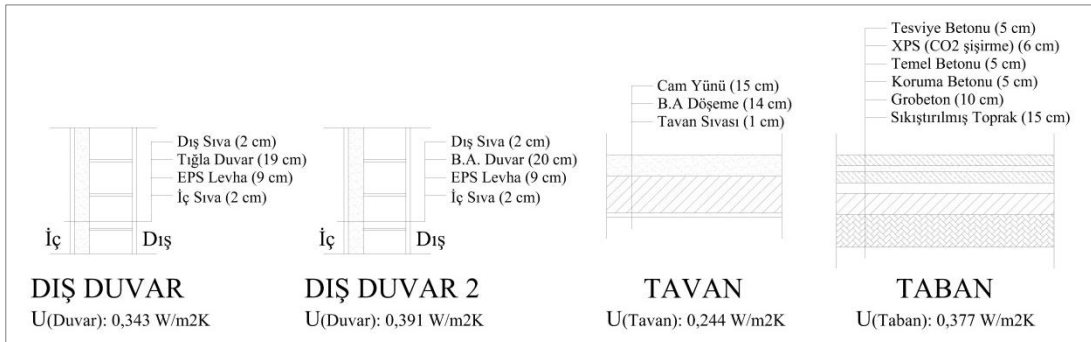


Şekil 4.15 : İstanbul ve Diyarbakır illeri için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarını (U değeri) karşılayan kabuk detayları.

Ilımlı kuru iklim bölgesinde bulunan Ankara ili ise derece gün bölgelerinden 3. Bölgede bulunmaktadır. Azami ısı geçirgenlik değerleri Şekil 4.16'da bulunan detaylar ile sağlanmıştır.



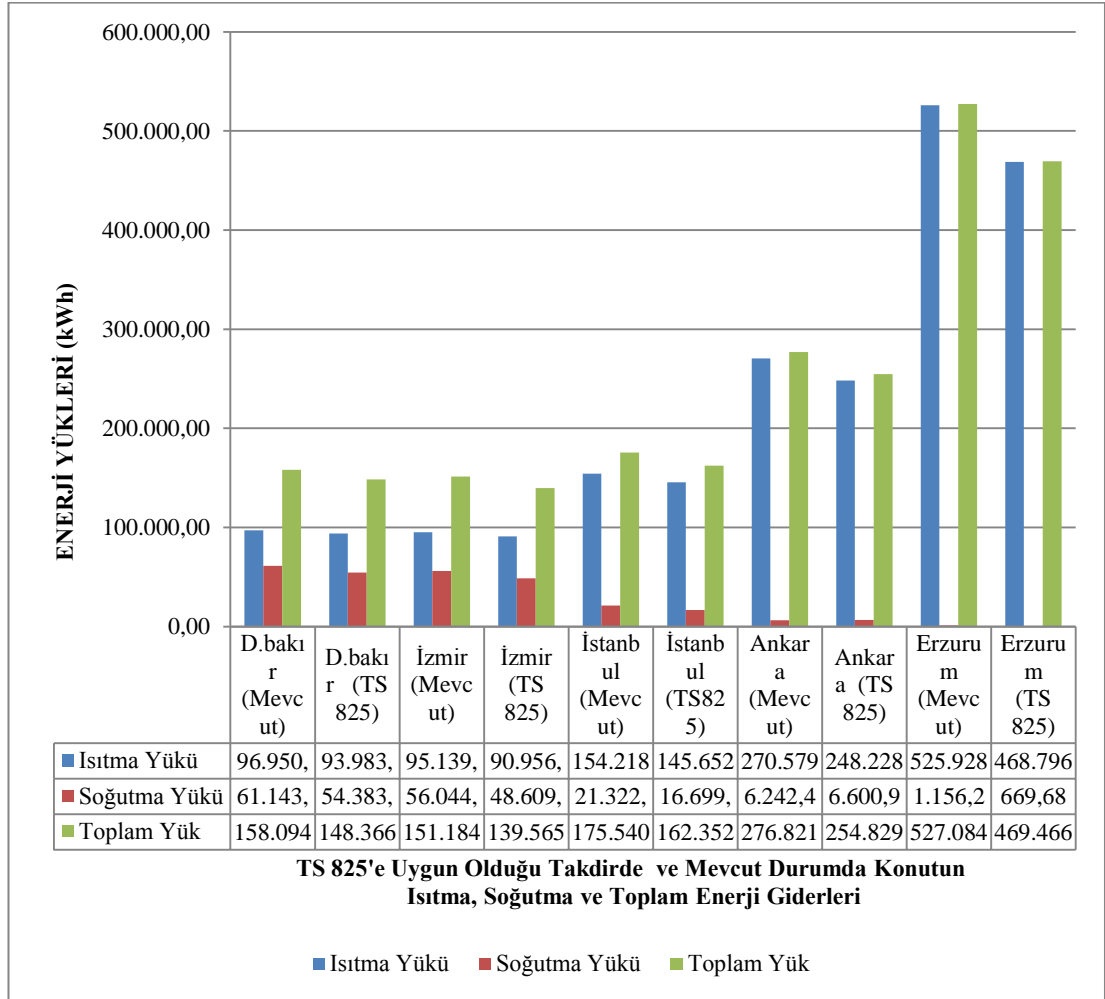
Şekil 4.16 : Ankara ili için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarını (U değeri) karşılayan kabuk detayları.



Şekil 4.17 : Erzurum ili için TS 825'e uygun azami toplam ısı geçirme katsayılarını (U değeri) karşılayan kabuk detayları.

Soğuk iklim bölgesinde seçilen pilot illerden Erzurum ili ise TS 825'e göre 4. bölgede bulunmaktadır. 4. Bölgenin gerektirdiği U değerleri şekil 4.17'de belirtilen detaylar ile karşılanmıştır.

Bölüm 4.3.2.4'te görüldüğü üzere Ankara ilinde üçlü cam, İzmir, Diyarbakır, İstanbul ve Erzurum illerinde ise low-e cam tipi kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayıları (U değerleri) TS 825'te belirtilen azami sınır U değerinin altında bir değere çekilmiştir.



Şekil 4.18 : Beş farklı iklim bölgesindeki TOKİ konut örneğinin mevcut durumda ve TS 825 azami U değerleri karşılandığı durumda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

Binada opak ve saydam bileşenler için TS 825'in zorunlu kıldığı azami U değerlerinin sağlanmasıyla *Diyarbakır ilinde* mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %6 oranında 9.730 kWh düşüş gözlenmektedir. Isıtma enerjisi yükünde %3

oranında 2.967 kWh, soğutma enerjisi yükünde ise %11 oranında 6.760 kWh azalma tespit edilmiştir (şekil 4.18).

İzmir ilinde mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %8 oranında 11.620 kWh düşüş belirlenmiştir. Isıtma enerjisi yükünde %4 oranında 4.183 kWh, soğutma enerjisi yükünde ise %13 oranında 7.435 kWh azalma tespit edilmiştir (şekil 4.18).

İstanbul ilinde mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %8 oranında 13.190 kWh düşüş görülmektedir. Isıtma enerjisi yükünde %5 oranında 8.566 kWh, soğutma enerjisi yükünde ise %21 oranında 4.623 kWh azalma tespit edilmiştir (şekil 4.18).

Ankara ilinde mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %8 oranında 22.000 kWh azalma tespit edilmiştir. Isıtma enerjisi yükünde %8 oranında 22.351 kWh azalma, soğutma enerjisi yükünde ise %6 oranında 358 kWh artış gözlenmiştir (şekil 4.18).

Erzurum ilinde enerji yükleri inceleğinde toplam enerji yüklerinde %10 oranında 57.620 kWh'lık azalma tespit edilmiştir. Soğutma enerjisi yükleri oldukça az olduğu için ısıtma enerjisi yükü ile toplam enerji yükü birbirine eşit çıkmaktadır. Isıtma yükü enerji giderlerinde %10 oranında 57.131 kWh kadar azalma görülmektedir (şekil 4.18).

4.3.2.3 Farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulması

Bu bölümde, bina kabuğunda farklı malzemelerin kullanılması durumunda opak katmanlaşma alternatifleri geliştirilmiştir. Bu bölümdeki alternatifler bir önceki bölümde (4.3.2.2) oluşturulmuş alternatif baz alınarak oluşturulmuştur. Her bir alternatif beş farklı iklim bölgesindeki pilot şehirlerde denenmiştir.

Çalışmanın bu adımında yapının opak katmanlaşma detayları için 3 farklı seçenek denenmiştir. Bu seçenekler aşağıdaki;

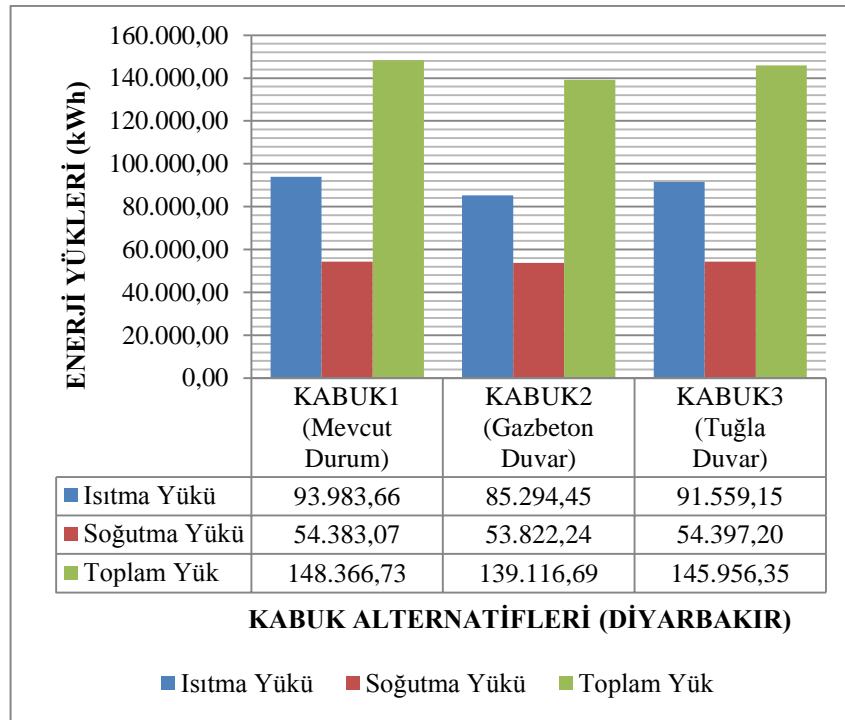
- *KABUK 1* : TS 825'e uygun olarak tünel kalıp strüktür sistemine sahip iki tip düşey delikli tuğla duvar ve betonarme duvardan oluşan kabuk,
- *KABUK 2* : TS 825'e uygun olarak betonarme karkas sisteme sahip sadece gazbeton duvardan oluşan kabuk,
- *KABUK 3* : TS 825'e uygun olarak betonarme karkas sisteme sahip sadece tuğla duvardan oluşan kabuk,

oluşmaktadır.

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi kabuk alternatiflerinde kullanılan malzemelerin termofiziksel özellikleri aşağıda belirtilmiştir

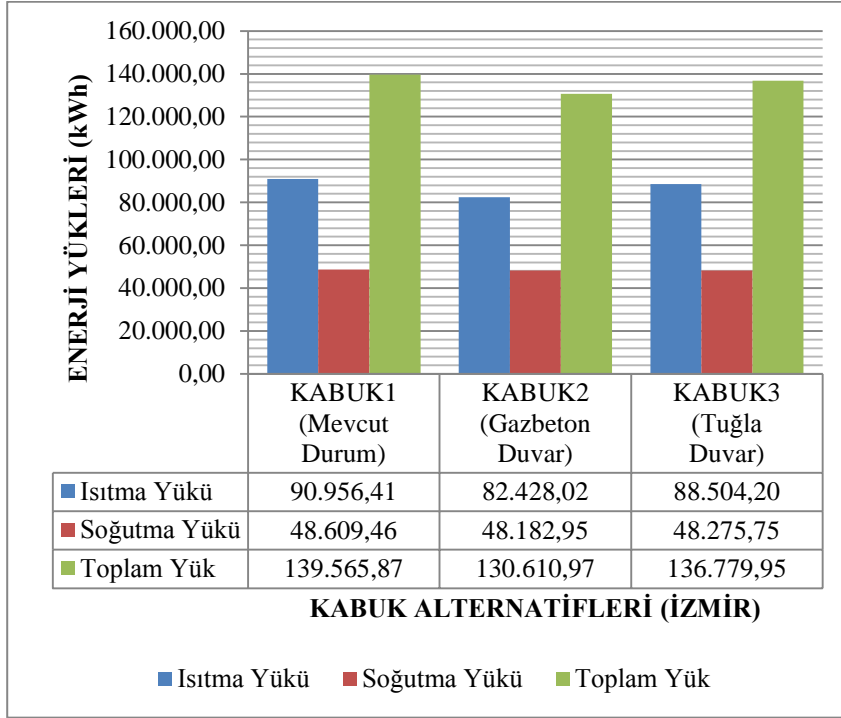
Çizelge 4.12 : Farklı kabuk alternatiflerinde uygulanan malzemelerin termofiziksel özellikleri.

Malzemelerin Termofiziksel Özellikleri				
Malzeme	Kalınlık D(m)	Isı Geçirgenlik λ (W/mK)	Özgül Isı c	Özkütle (kg/m ³)
Düşey Delikli Tuğla	0,19	0,45	840	1000
Betonarme	0,19	2,3	1000	2300
Gazbeton	0,19	0,18	1000	780



Şekil 4.19 : Diyarbakır ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri Sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan *Diyarbakır iline* ait farklı kabuk alternatiflerinin enerji yüklerine ait sonuçlar şekil 4.19’da görülmektedir. *Tuğla duvarlı betonarme karkas sistem*, mevcut duruma göre ısıtma yüklerinde %2,5 oranında 2.410 kWh enerji tasarrufu sağlamıştır. *Tuğla duvarlı betonarme karkas sistemde* soğutma enerjisi giderinde değişiklik gözlenmemiştir. *Gazbeton duvarlı betonarme karkas sistem* kullanıldığı takdirde mevcut duruma göre ısıtma yüklerinde %10 oranında 8.689 kWh, soğutma yüklerinde ise %1 oranında 561 kWh

enerji tasarrufu sağlanmıştır. Toplam enerji yüklerinde ise %6 oranında 9.250 kWh'lık bir düşüş tespit edilmiştir. En iyi enerji performansını gösteren sistem ise gazbeton duvardan oluşan betonarme karkas sistem göstermektedir.

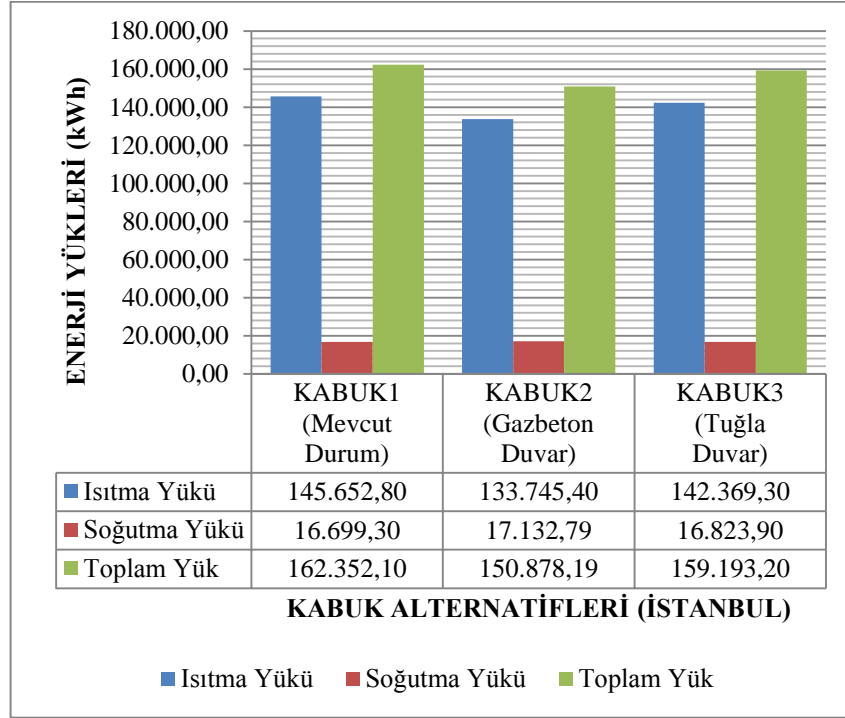


Şekil 4.20 : İzmir ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.

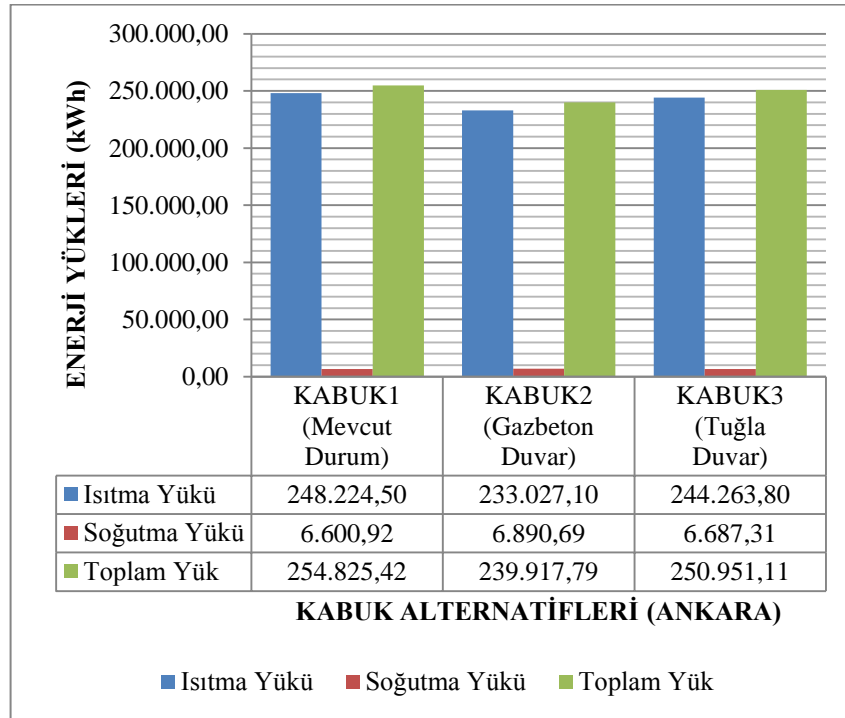
Sıcak nemli iklim bölgesinde bulunan *İzmir iline* ait farklı kabuk alternatiflerine ait enerji yükleri şekil 4.20'de belirtilmiştir. Diyarbakır iliyle enerji giderlerinde benzer özellikler gösteren İzmir ilinde *tuğla duvarlı betonarme karkas sistem* alternatifi kullanıldığında mevcut duruma göre ısıtma enerjisi yüklerinde %2 oranında 2.452 kWh, soğutma yüklerinde ise %1 oranında 350 kWh'lık düşüş tespit edilmiştir. Bina kabuğunda *gazbeton duvardan oluşan betonarme karkas sistem* uygulandığı takdirde mevcut duruma göre ısıtma enerjisi yüklerinde %9 oranında 8.528 kWh, soğutma enerjisi yüklerinde ise %1 oranında 425 kWh azalma meydana gelmektedir. Toplam enerji yüklerinde ise %9 oranında 8.528 kWh enerji tasarrufu elde edilmiştir. En iyi performansı Diyarbakır ilinde olduğu gibi en düşük enerji yükleri, gazbeton duvarlı betonarme karkas sistem kullanıldığında sağlanmaktadır.

Ilımlı nemli iklim bölgesi örneği olan *İstanbul iline* ait farklı kabuk alternatiflerinin denenmesi ile elde edilen enerji yüklerine ait sonuçlar şekil 4.21'de belirtilmiştir. *Gazbeton duvardan oluşan betonarme karkas sistem* kullanıldığı durumda tünel kalıp sisteme sahip mevcut duruma göre ısıtma enerjisi yüklerinde %8 oranında 11.907

kWh azalma, soğutma enerjisi yüklerinde sıcak iklim bölgelerinden farklı olarak %2 oranında 433 kWh artış tespit edilmiştir. Toplam enerji yüklerinde ise %7 oranında 11.474 kWh düşüş gözlenmiştir.

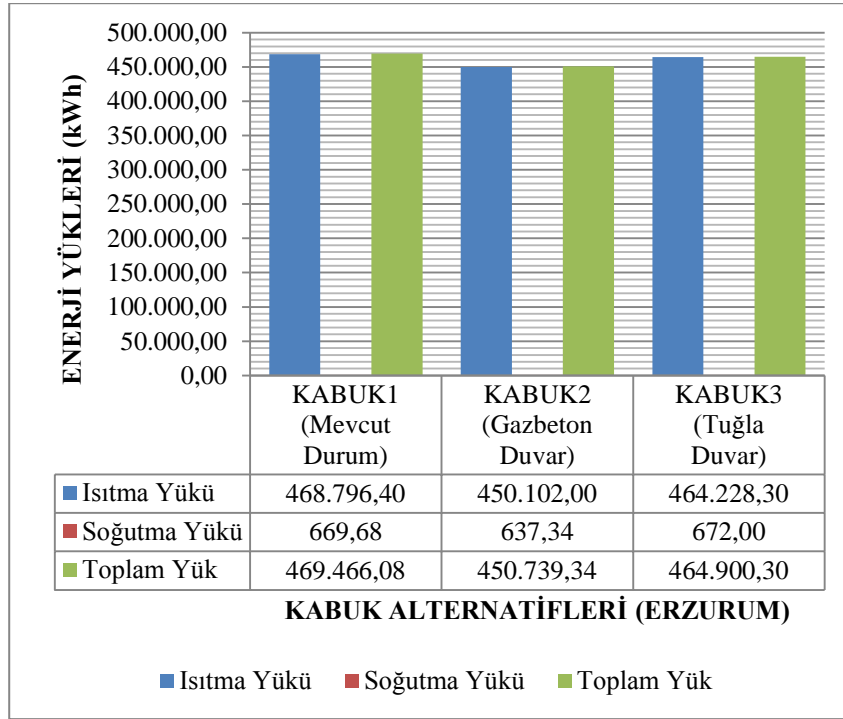


Şekil 4.21 : İstanbul ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.



Şekil 4.22 : Ankara ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.

Ilımlı kuru iklim bölgesinde bulunan *Ankara iline* ait farklı kabuk alternatiflerine ait enerji yükleri şekil 4.22’de belirtilmiştir. Bu ilde *tuğla duvarlı betonarme karkas sistem* alternatifini kullanıldığında mevcut duruma göre ısıtma enerjisi giderlerinde %2 oranında 3.283 kWh azalma, soğutma yüklerinde ise %1 oranında 124 kWh artış olduğu tespit edilmiştir. Bina kabuğunda *gazbeton duvardan oluşan betonarme karkas sistem* uygulandığı takdirde tünel kalıp sisteme sahip mevcut duruma göre ısıtma enerjisi yüklerinde %6 oranında 15.197 kWh azalma, soğutma enerjisi yüklerinde ise İstanbul ilinde olduğu gibi %4 oranında 290 kWh artış meydana gelmektedir. Toplam enerji yüklerinde %5 oranında 14.908 kWh enerji tasarrufu sağlanmıştır.



Şekil 4.23 : Erzurum ili için konuta uygulanan farklı duvar katmanları alternatifleri.

Soğuk iklim bölgesi örneği olan *Erzurum iline* ait farklı kabuk alternatiflerinin denenmesi ile elde edilen enerji yüklerine ait sonuçlar şekil 4.23’te belirtilmiştir. Bina kabuğunda *gazbeton duvarlı betonarme karkas sistem* uygulandığı takdirde, tünel kalıp sistemli mevcut duruma göre ısıtma enerjisi yüklerinde %4 oranında 18.694 kWh, toplam enerji yüklerinde ise %4 oranında 18.727 kWh düşüş tespit edilmiştir.

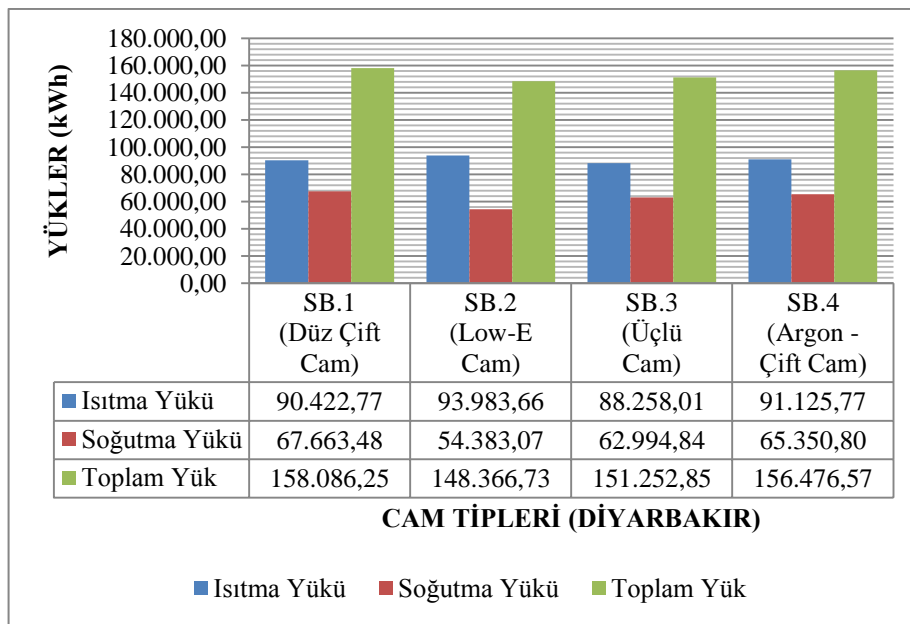
4.3.2.4 Farklı saydam bileşen alternatiflerinin oluşturulması

Cam, kum (SiO₂, %71 ile 75), soda (Na₂O, %12 ile 16) ve kireçten (CaO, %10 ile 15 arasında) oluşmaktadır. İçine küçük oranlarda başka malzemeler karıştırılarak ta renkli camlar üretilir. Camın fiziksel özelliği ve kimyasal içeriği, onun optik ve termofiziksel özelliklerini belirlemektedir [25].

Gün ışığı geçirgenliği; camın tipine, cam tabakası sayısına ve camların yüzeyindeki kaplamaların çeşidine göre değişmektedir. Camların yüzeyine uygulanan özel kaplamalar ve çeşitli kimyasal yapıdaki camların gün ışığı geçirgenlik değeri birbirinden farklıdır. Bu tür kaplamalar veya yansıtıcı özellikteki camlar güneş kontrolü sağlamak için kullanılırlar. Bu tür camlar tercih edilirken güneş ışığı geçirgenliği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır [25].

Bu adımda bina kabuğundaki saydam elemanlarda farklı saydam bileşen alternatifleri uygulanmıştır. Alternatifler aşağıda belirtilmiştir;

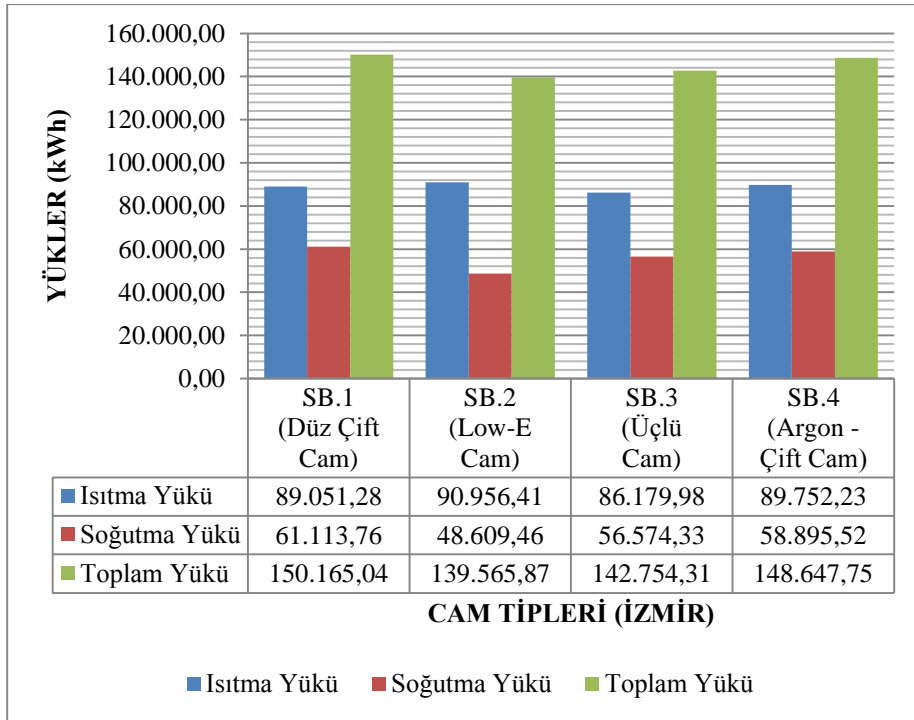
- *SB.1* : Düz çift cam,mevcut(4mm düz cam + 12mm hava boşluğu + 4mm düz cam), *U değeri* : 2,725 W/mK,
- *SB.2* : Low-e cam (4mm low-e cam + 12mm hava boşluğu + 4mm low-e cam), *U değeri* : 1,375 W/mK,
- *SB.3* : Üçlü cam (4mm düz cam + 12mm hav. boş. +4mm düz cam + 12mm hav. boş + 4mm düz cam), *U değeri* : 1,779 W/mK,
- *SB.4* : Argon dolgulu çift cam (4mm düz cam + 12mm argon gazı + 4mm düz cam), *U değeri* : 2,552 W/mK.



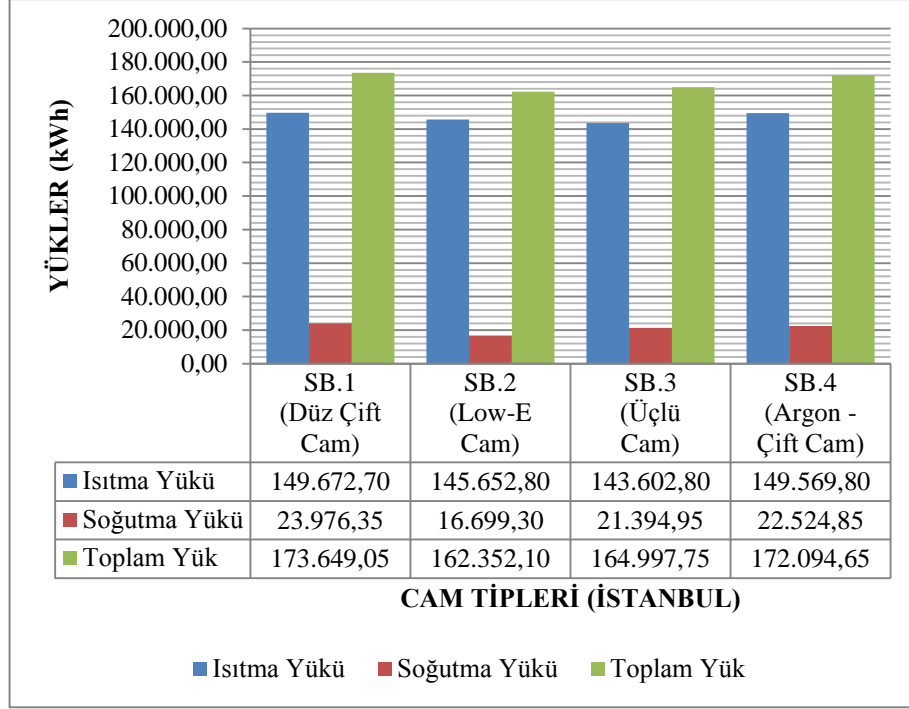
Şekil 4.24 : Diyarbakır ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.

Şekil 4.24'te görüldüğü gibi *Diyarbakır ilinde* düz çift cam yerine low-e cam tipi kullanıldığında soğutma enerjisi yükünde %19 oranında 13.280 kWh'lık bir azalma meydana gelmiş fakat ısıtma enerjisi yükünde %8 oranında 3.561 kWh'lık bir artış meydana gelmiştir. Toplam enerji yükleri incelendiğinde ise %6 oranında 9.720 kWh'lık azalma tespit edilmiş. Cam tipleri arasından en iyi performansı Low-e cam, en düşük performans ise düz berrak çift cam göstermiştir. Argon dolgulu çift cam kullanıldığı takdirde enerji yüklerinde düz çift cama kıyasla toplam enerji yüklerinde %1 oranında 2.000 kWh düşüş görülmektedir. Üçlü cam tipi ısıtma enerjisi yüklerinde Low-e cam tipine göre daha iyi performans göstermektedir. Üçlü cam kullanıldığı takdirde düz çift cam tipine göre ısıtma enerjisi yüklerinde %3 oranında 2.164 kWh azalma sağlanmıştır.

Sıcak nemli iklim bölgesi uygulaması olan İzmir ilinde Diyarbakır'da olduğu gibi en iyi performansı Low-e cam tipi göstermiştir. Bu iklim bölgesinde ise Low-e cam tipi kullanıldığında ısıtma enerjisi yüklerinde %2 oranında 1.905 kWh artış, soğutma yüklerinde ise %20 oranında 12.504 kWh azalma gözlenmiştir. Şekil 4.25'te İzmir ilinde low-e cam tipi uygulaması yapıldığında toplam enerji yüklerinde %7 oranında 10.600 kWh'lık azalma gözlenmektedir. Üçlü cam kullanıldığında ısıtma enerjisi yüklerinin azaltılmasında low-e cam uygulamasına göre daha verimlidir fakat soğutma enerjisi yüklerinin azaltılmasında low-e cam kadar verimli olamamaktadır.

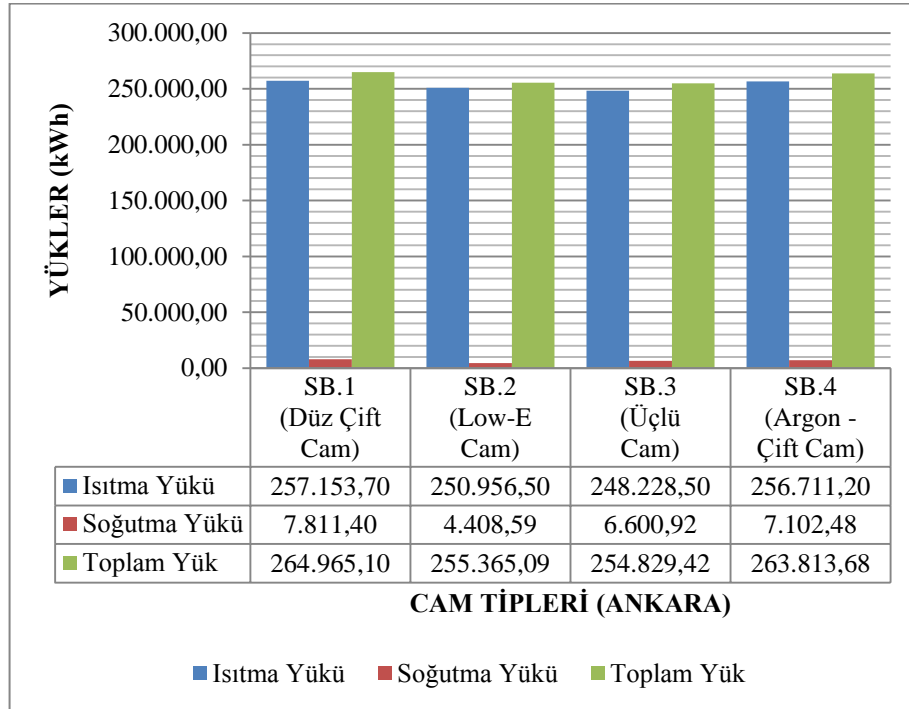


Şekil 4.25 : İzmir ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.



Şekil 4.26 : İstanbul ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.

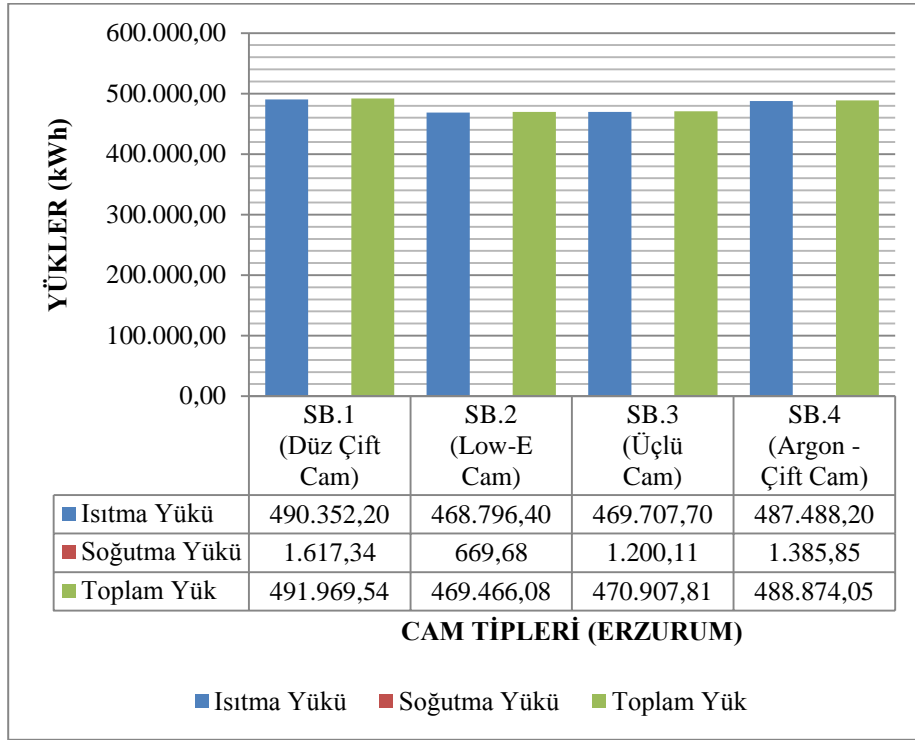
Ilımlı nemli iklim bölgesinde bulunan *İstanbul ilinde* low-e cam tipi kullanıldığı takdirde sıcak iklim bölgelerinin aksine ısıtma enerjisi yüklerinde %3 oranında 4.020 kWh azalma görülmektedir. Soğutma enerjisi yüklerinde ise %30 oranında 7.277 kWh azalma meydana gelmiştir. Şekil 4.26’da belirtildiği gibi toplam enerji yükleri incelendiği takdirde %6 oranında 11.297 kWh’lık düşüş tespit edilmiştir.



Şekil 4.27 : Ankara ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.

Ilımlı kuru iklim bölgesi örneği olan *Ankara iline* ait farklı cam bileşen alternatiflerinin oluşturulmasıyla elde edilen enerji yükleri sonuçları şekil 4.27’de görülmektedir. Bu ilde diğer illerden farklı olarak üçlü cam tipi en iyi performansı göstermiştir. Üçlü cam tipi, düz berrak çift cam tipine göre ısıtma enerjisi yükünde %4 oranında 8.925 kWh, soğutma enerjisi yükünde ise %15 oranında 1.211 kWh ve toplam enerji yüklerinde ise %4 oranında 10.136 kWh azalma sağlamıştır.

Soğuk iklim bölgesi örneği olan *Erzurum ilinde* ise şekil 4.28’de görüldüğü üzere en iyi performansı low-e cam bileşeni göstermiştir. Toplam enerji gideri low-e cam kullanıldığı takdirde düz berrak çift cama göre %4 oranında 21.503 kWh tasarruf sağlanmıştır. Soğutma enerjisi yükü, ısıtma enerjisi yüküne göre oldukça azdır. Ankara ilinde olduğu gibi üçlü cam bileşeni ile low-e cam bileşenleri uygulandığında bu ilde de birbirine yakın toplam enerji yükleri çıkmaktadır.



Şekil 4.28 : Erzurum ili için konuta uygulanan farklı saydam bileşen alternatifleri.

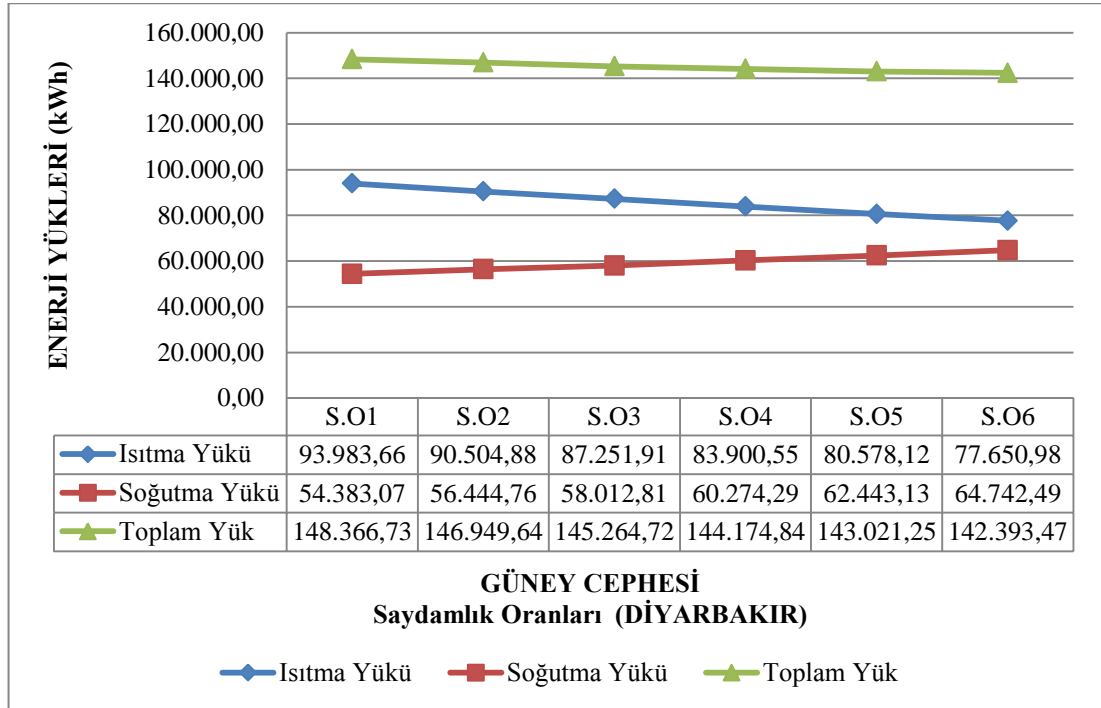
Genel olarak tüm illerde, en etkin enerji performansı low-e cam bileşeni ile sağlanmaktadır. Mevcut durumda yapıda bulunan düz berrak çift cam bileşeni en düşük enerji performansına sahiptir. Argon dolgulu çift cam ise tüm illerde denendiğinde low-e cam ve üçlü cam bileşenleri kadar enerji etkin olmadığı görülmektedir.

4.3.2.5 Güney ve doğu-batı cephelerinde saydamlık oranının artırılmasının ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine etkisi

Çalışmanın bu adımında güney cephesinde ve doğu-batı cephelerindeki saydamlık oranı artırılarak 5 farklı iklim bölgesinde seçilmiş olan pilot illerdeki konut örneğinin ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerindeki değişimler belirlenmiştir. Bu bölümdeki saydamlık oranı alternatifleri, bölüm (4.3.2.2) belirtilen TS 825'e uygun mevcut durum baz alınarak oluşturulmuştur. Buna bağlı olarak sırasıyla güney ve doğu-batı cephelerinde saydamlık oranları %25, %50, %75, %100 ve %125 artırılarak hesaplamalar yapılmıştır.

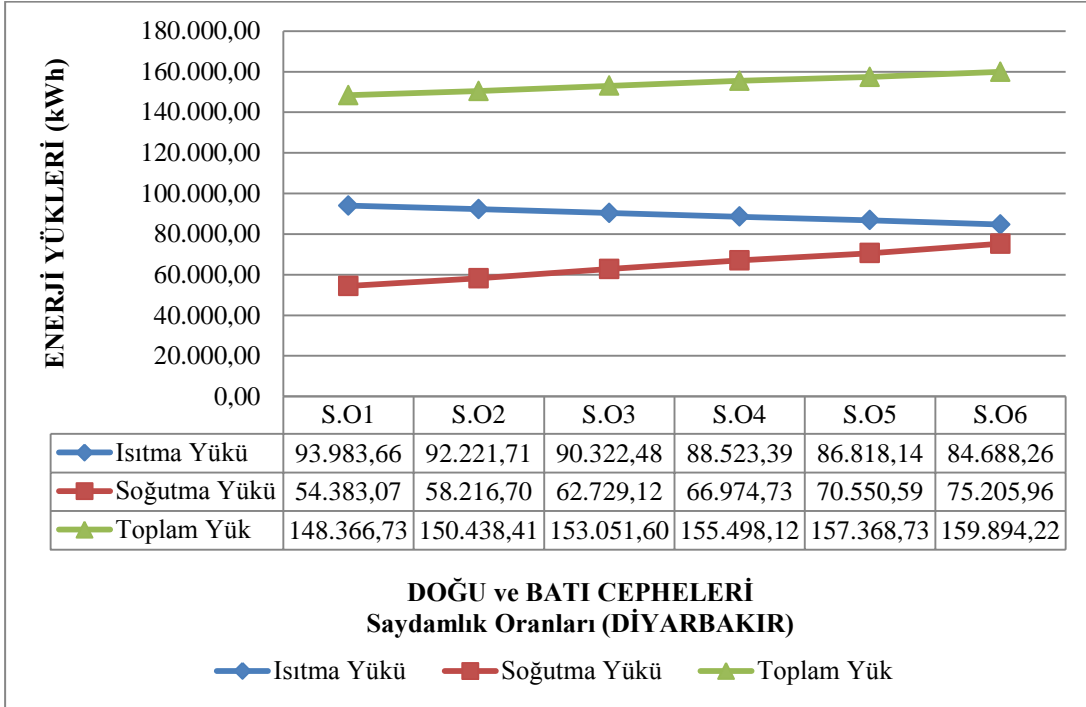
- S.O 1 : TS 825'e uygun mevcut durum (bölüm 4.3.2.2'de bulunan alternatif),
- S.O 2 : mevcut durumun %25,
- S.O 3 : mevcut durumun %50,
- S.O 4 : mevcut durumun %75,
- S.O 5 : mevcut durumun %100,
- S.O 6 : mevcut durumun %125 (saydamlık oranının aldığı maksimum düzey),

arttırılmasıyla enerji giderlerindeki değişimler hesaplanmıştır.



Şekil 4.29 : Diyarbakir ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

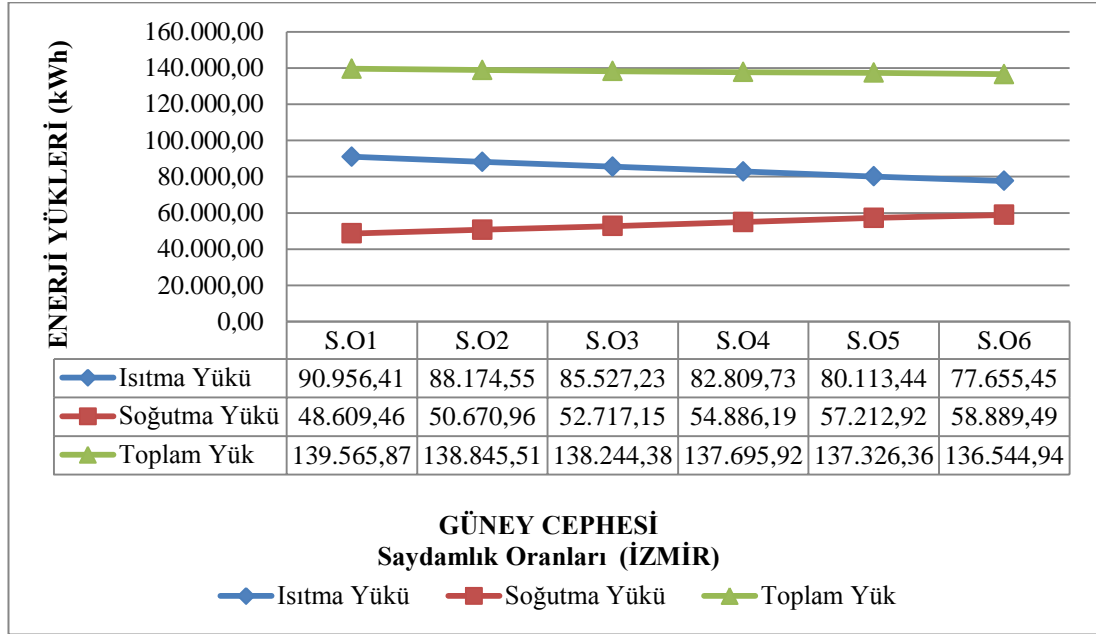
Sıcak kuru iklim bölgesi olan *Diyarbakır* uygulamasında güney cephesinde saydamlık oranının %125 arttırılmasıyla TS 825'e uygun mevcut duruma göre ısıtma enerjisi yüklerinde %17 oranında 16.333 kWh azalma, soğutma enerjisi yüklerinde %19 oranında 10.359 kWh artış olduğu görülmektedir. Toplam enerji yüklerinde ise %6 oranında 5.677 kWh tasarruf elde edilmiştir. Güney cephesinde saydamlık oranının arttırılmasıyla elde edilen sonuçlar şekil 4.29'da görülmektedir. Bu ilde güney cephesindeki saydamlık oranı sabit tutulup, doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranı mevcut duruma göre %125 arttırıldığı takdirde soğutma enerjisi yükü %38 oranında 20.822 kWh artış, ısıtma enerjisi yükünde ise %10 oranında 9.295 kWh azalma tespit edilmiştir. Şekil 4.30'da görüldüğü gibi toplam enerji yüklerinde güney cephesinden farklı olarak %8 oranında 11.528 kWh artış gözlenmektedir.



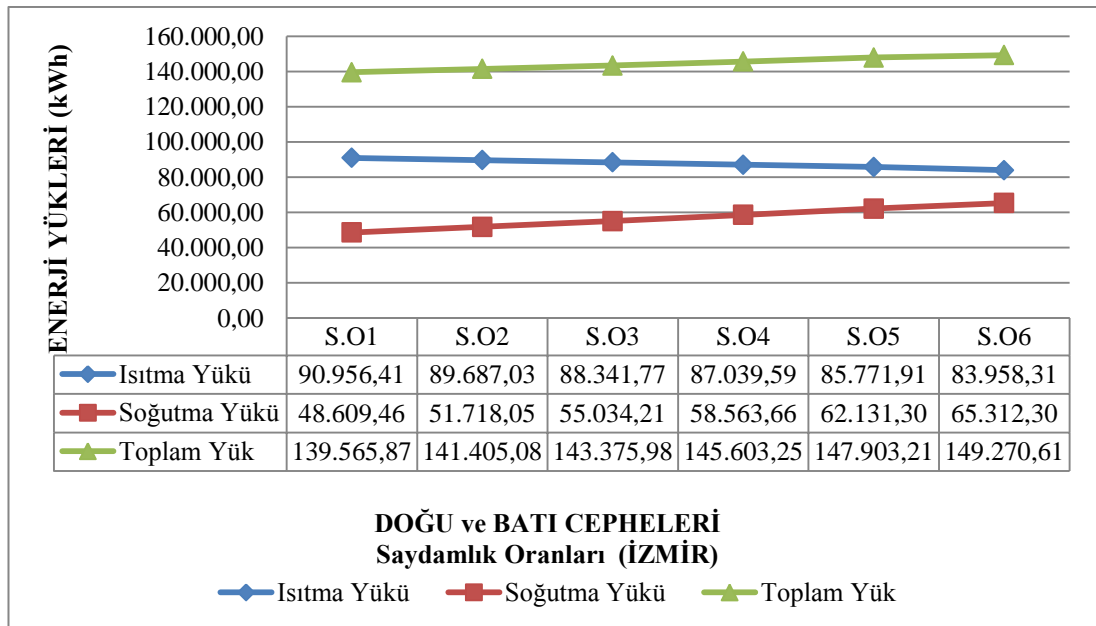
Şekil 4.30 : Diyarbakır ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının arttırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

Sıcak nemli iklim bölgesi örneği olan *İzmir ilinde* güney cephesinin saydamlık oranının %125 arttırılmasıyla ısıtma enerjisi yükünde %15 oranında 13.301 kWh azalma, soğutma enerjisi yükünde ise %21 oranında 10.280 kWh artış gözlenmektedir. Şekil 4.31'de belirtildiği gibi toplam enerji yüklerinde %2 oranında 3.021 kWh düşüş saptanmıştır. Doğru ve batı cephelerindeki saydamlık oranının arttırılmasıyla soğutma yükü enerji gideri %34 oranında 16.703 kWh artış, ısıtma

yükü enerji gideri %8 oranında 6.988 kWh azalma göstermiş olup binanın toplam enerji yükleri %7 oranında 9.705 kWh artmıştır. Şekil 4.32’de binanın doğu ve batı cephelerinde saydamlık oranlarının arttırılmasıyla elde edilen enerji yükleri belirtilmektedir. Sıcak iklim bölgesi örneği olan İzmir ve Diyarbakır illerinde soğutma enerjisi yükleri ön plana çıktığı için soğutmanın istendiği dönem için (yaz ayları) saydam bileşenlere güneş kontrolü uygulamasını gerektirmektedir.

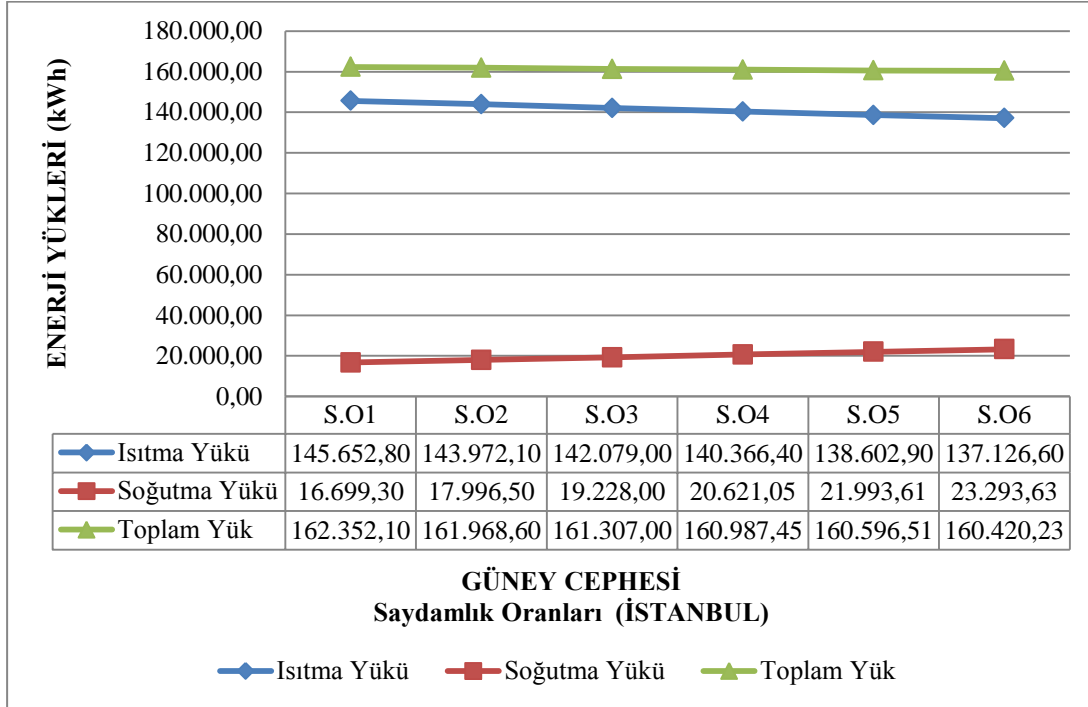


Şekil 4.31 : İzmir ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

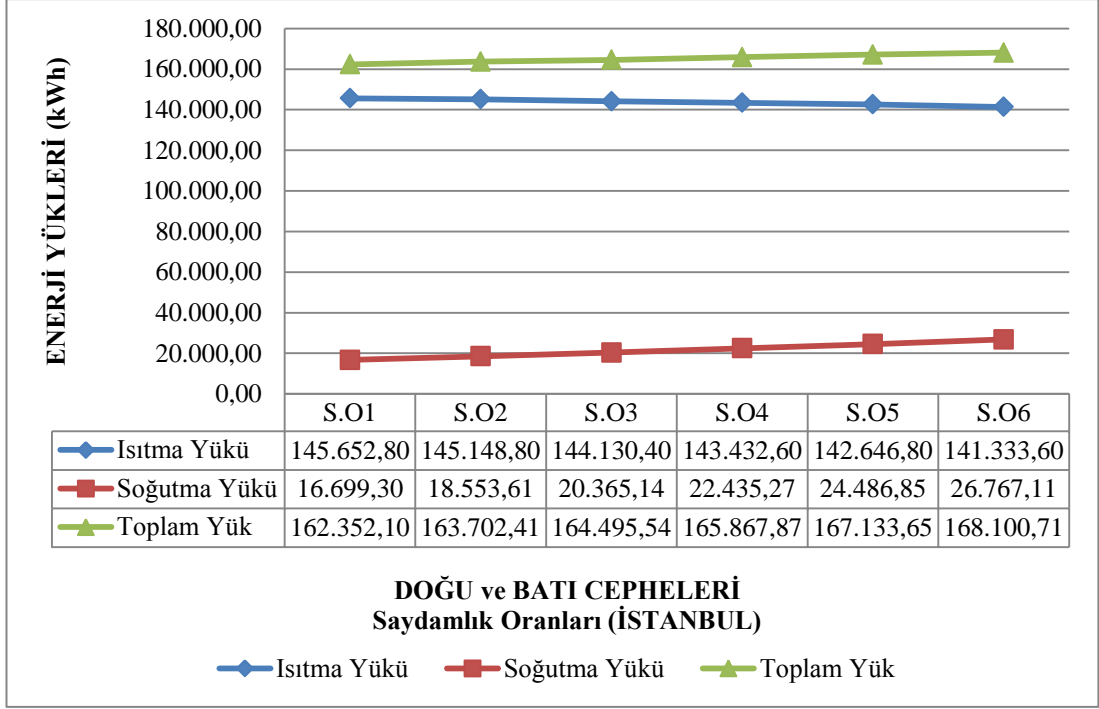


Şekil 4.32 : İzmir ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

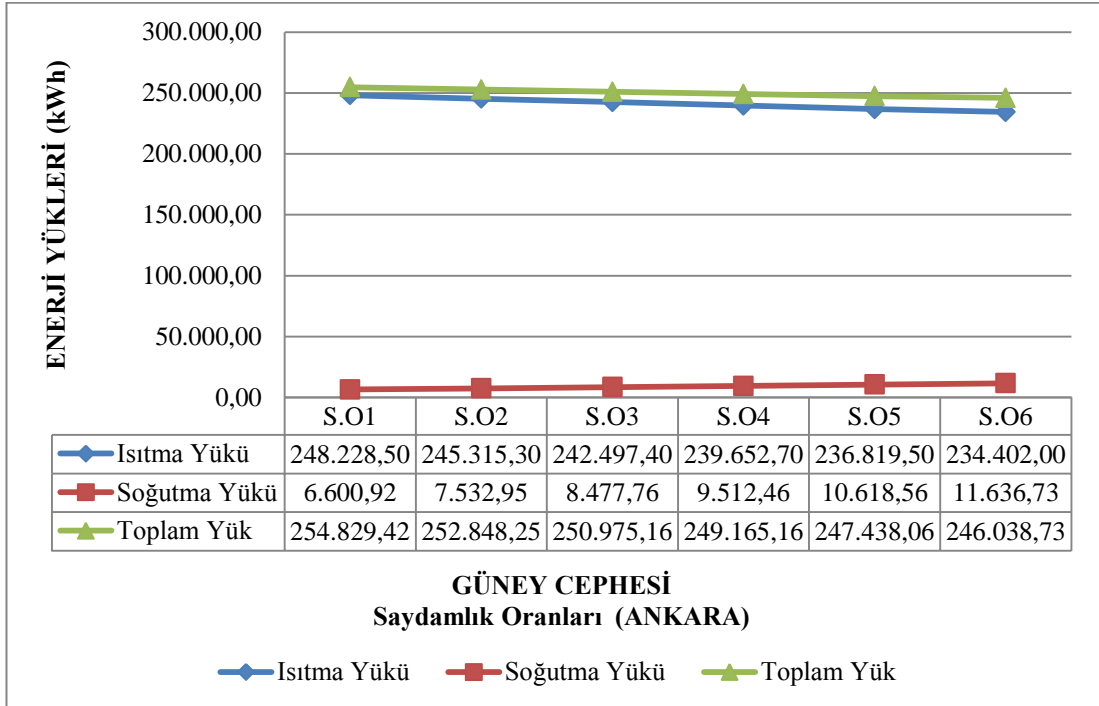
Ilımlı nemli iklim bölgesinde bulunan *İstanbul ili* incelendiğinde güney cephesinde saydamlık oranının %125 arttırılması ısıtma enerjisi yükü %6 oranında 8.526 kWh değerinde bir düşüş sağlamıştır. Soğutma enerjisi yükü %39 oranında 6.594 kWh artış göstermiş, toplam enerji yükleri ise %1 oranında 1.932 kWh azalmıştır. Şekil 4.33'te İstanbul iline ait güney cephesinde saydamlık oranının artırılmasına ilişkin grafik görülmektedir. Şekil 4.34'te ise bu ile ait doğu ve batı cephelerinin saydamlık oranının artırılmasıyla değişen ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri görülmektedir. Doğu ve batı cephelerinde saydamlık oranının %125 artırılmasıyla ısıtma enerjisi yükünde %2 oranında 4.319 kWh azalma, soğutma enerjisi yükünde %60 oranında 10.068 kWh artış tespit edilmiştir. Toplam enerji yüklerinde ise %4 oranında 5.748 kWh artış saptanmıştır. Sıcak iklim bölgesinde bulunan illere göre İstanbul ilinde soğutma enerjisi giderleri daha fazla artış göstermiştir.



Şekil 4.33 : İstanbul ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



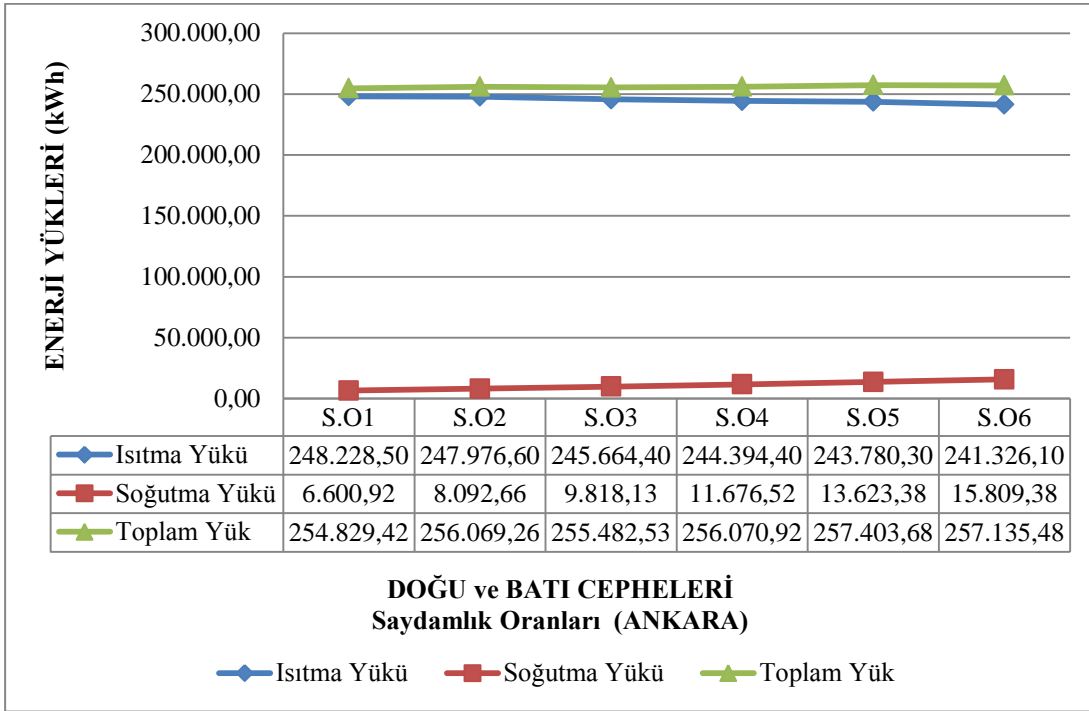
Şekil 4.34 : İstanbul ili için doğu ve batı cephelerindeki saydımlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil 4.35 : Ankara ili için güney cephesindeki saydımlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

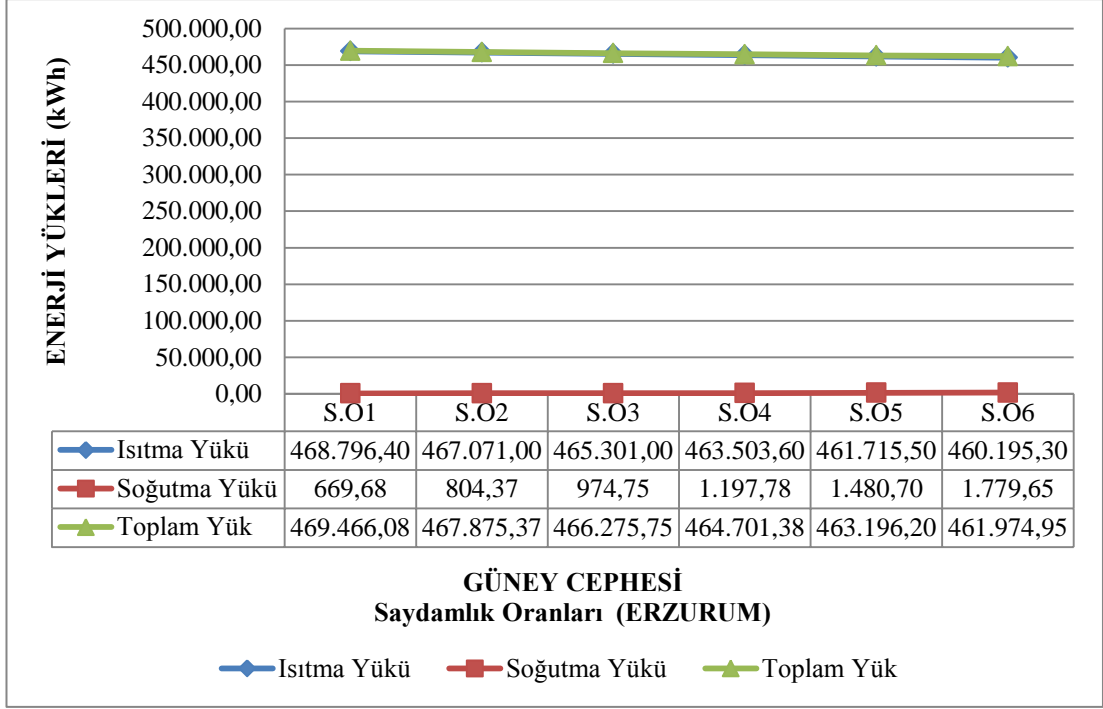
ılımlı kuru iklime sahip *Ankara iline* ait saydımlık oranları şekil 4.35 ve şekil 4.36'da görülmektedir. Bu ilde güney cephesinde saydımlık oranı %125 artırıldığı durumda ısıtma enerjisi yükünde %6 oranında 13.826 kWh düşüş, soğutma enerjisi

yükünde ise %76 oranında 5.034 kWh artış tespit edilmiştir. Güney cephesinde saydamlık oranı artırıldığında ılımlı iklim bölgelerinde, sıcak iklim bölgelerine göre soğutma enerjisi yüklerinde artış oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Toplam enerji yüklerinde %3 oranında 8.791 kWh düşüş saptanmıştır. Doğu ve batı cephelerinde saydamlık oranı %125 artırıldığında ısıtma enerjisi yükünde %2 oranında 6.902 kWh azalma, soğutma enerjisi yükünde ise %139 oranında 9.209 kWh artış tespit edilmiştir. Toplam enerji yüklerinde ise %1 oranında 2.306 kWh artış görülmektedir.

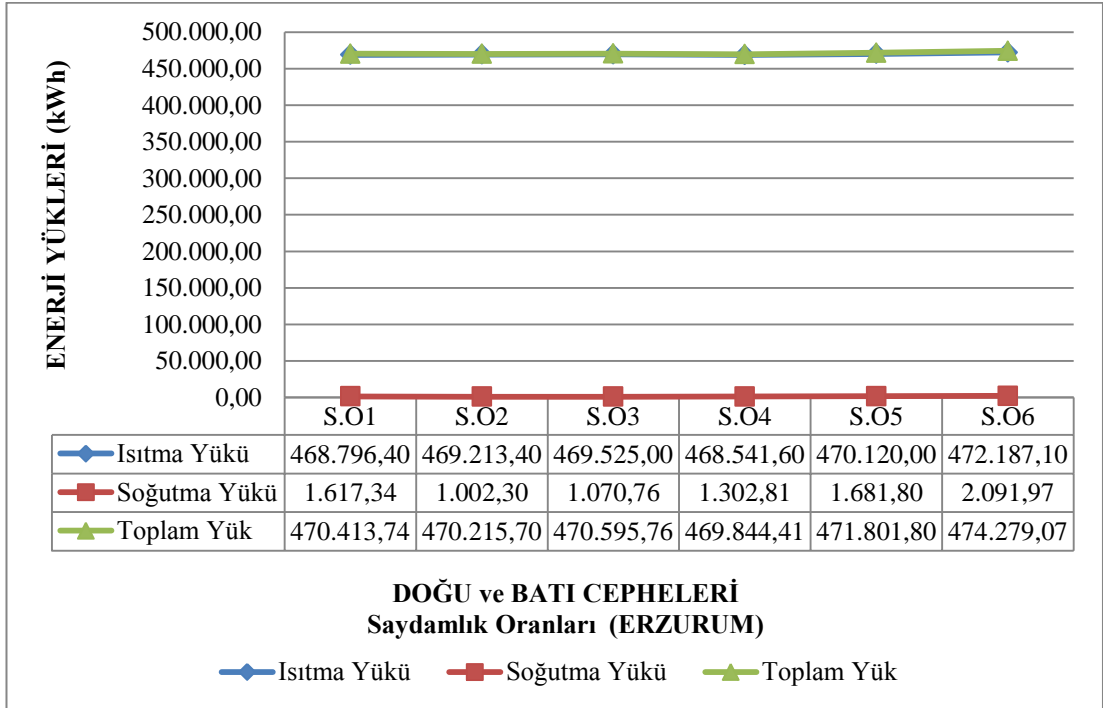


Şekil 4.36 : Ankara ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

Soğuk iklim bölgesi örneği olan *Erzurum ilinde* bulunan konut örneğinde güney cephesinin saydamlık oranının %125 artırılması ile ısıtma ve toplam enerji yüklerinde %1 oranında azalma görülmektedir. Isıtma enerjisi yükünde 7.492 kWh, toplam enerji yükünde ise 8.601 kWh düşüş tespit edilmiştir. Doğu ve batı cephelerinde saydamlık oranı %125 artırıldığı durumda ısıtma ve toplam enerji yüklerinde %1 oranında artış görülmektedir. Isıtma enerjisi yükü 3.866 kWh artış gösterirken, toplam enerji yükü 3.391 kWh artış göstermektedir. Erzurum iline ait güney cephesi saydamlık oranları şekil 4.37’de, doğu ve batı cepheleri saydamlık oranlar şekil 4.38’de görülmektedir.



Şekil 4.37 : Erzurum ili için güney cephesindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

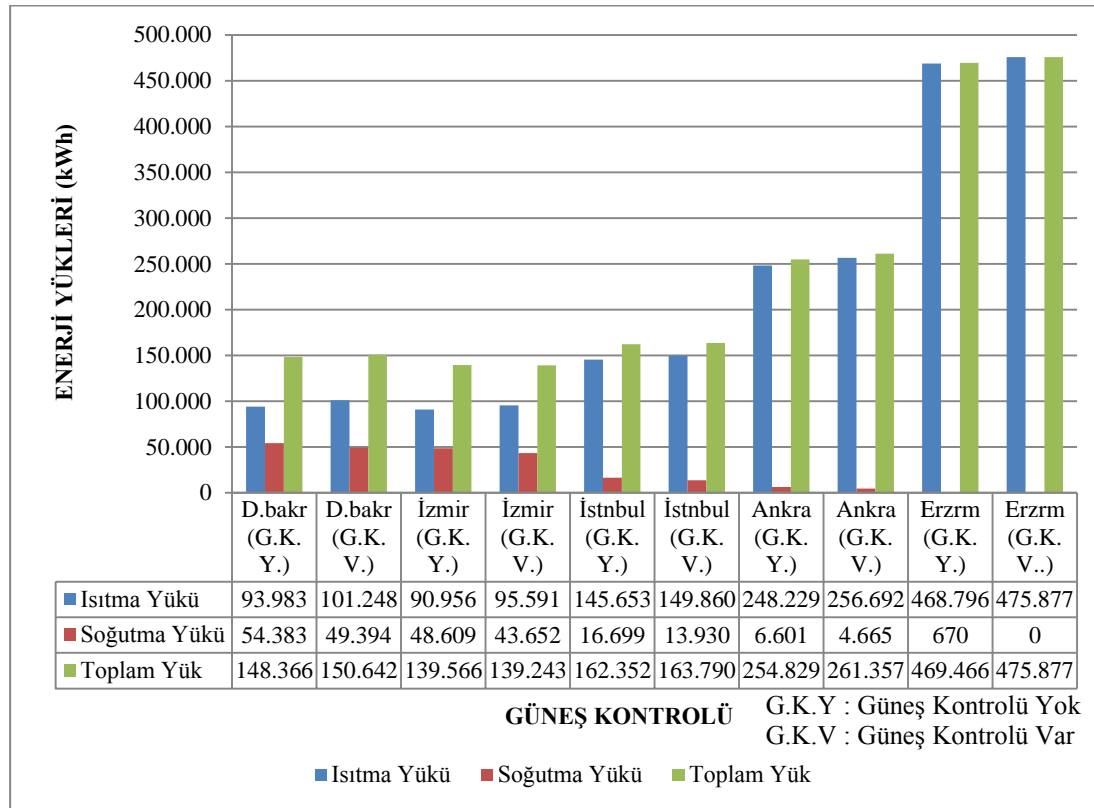


Şekil 4.38 : Erzurum ili için doğu ve batı cephelerindeki saydamlık oranının artırılması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

4.3.2.6 Dış cephe yüzeyinde güneş kırıcıların kullanılması ile birlikte ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi

Binalarda güneşin ısı ışınımının etkilerinden korunmak için uygulanacak en etkili kontrol, ışınımın yapı kabuğu düzenlemede (camlar) ve kabuk içerisinde (perde, jaluzi) kontrolünden önce yapı kabuğunun dışında kontrol edilmesi ile sağlanabilmektedir. Güneş kontrol elemanlarının boyutları, güneş kontrol elemanlarının esnek ve hareketli olması, güneş kontrolünün performansını etkilemektedir. Binanın yeri, konumu, enlemi, yönlenmesi de etkin bir güneş kontrol sisteminin tasarlanması açısından önemlidir.

Çalışmada güney cephesine yatay güneş kontrol elemanları kullanılarak simülasyonlar yapılmıştır. Güneş kontrol elemanları bölüm 4.3.2.2’de belirtilen TS 825 ile uyumlu duruma getirilmiş alternatif baz alınarak test edilmiştir. Uygulanan güneş kontrol elemanı dış duvar yüzeyinden 50 cm dışarı saçak oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. 5 farklı ilde ait konut örneğinin güneş kontrolü uygulanması halinde ısıtma ve soğutma yükü enerji yüklerindeki değişimleri Şekil 4.39’da tablolar halinde belirtilmiştir.



Şekil 4.39 : Güneş kontrol elemanlarının beş farklı iklim bölgesinde uygulanması durumunda ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

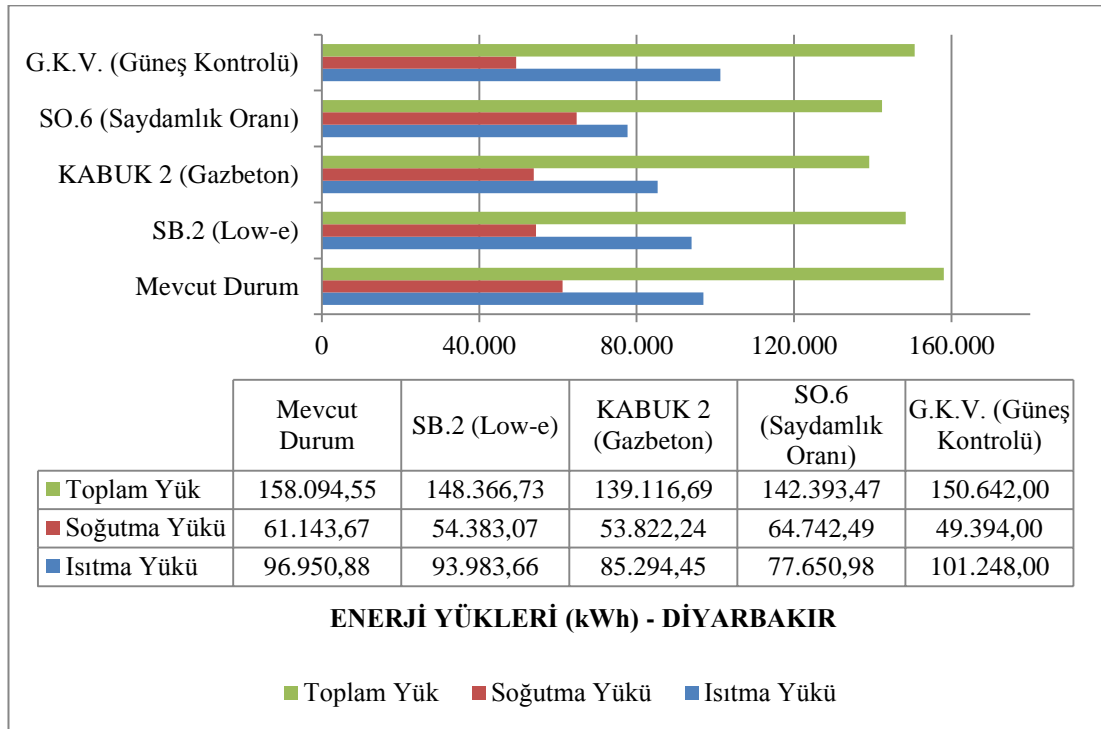
4.3.2.7 Geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderleri sağlayan kombinasyonların seçilmesi ve enerji yükleri açısından değerlendirilmesi

Bu bölümde önceki bölümlerde geliştirilen enerji etkin alternatifler arasından her iklim bölgesi için en düşük toplam enerji giderlerini sağlayan alternatifler seçilerek, bu alternatiflerin oluşturduğu kombinasyonların uygulanması ile binanın enerji simülasyonu yapılmış ve mevcut durumdaki enerji yükleri ile karşılaştırılmıştır.

Daha açık ifade edilecek olursa, bu bölümde;

- TS 825'in gerektirdiği azami U değerlerinin karşılanması durumunda ele alınan alternatifler arasından en düşük enerji giderlerini sağlayan alternatifin,
- TS 825'in gerektirdiği azami U değerlerini karşılamak yoluyla en düşük enerji giderlerini sağlayan saydamlık oranı alternatifinin,
- TS 825'in gerektirdiği azami U değerlerine karşılamak yoluyla güneş kontrolü alternatiflerinin,

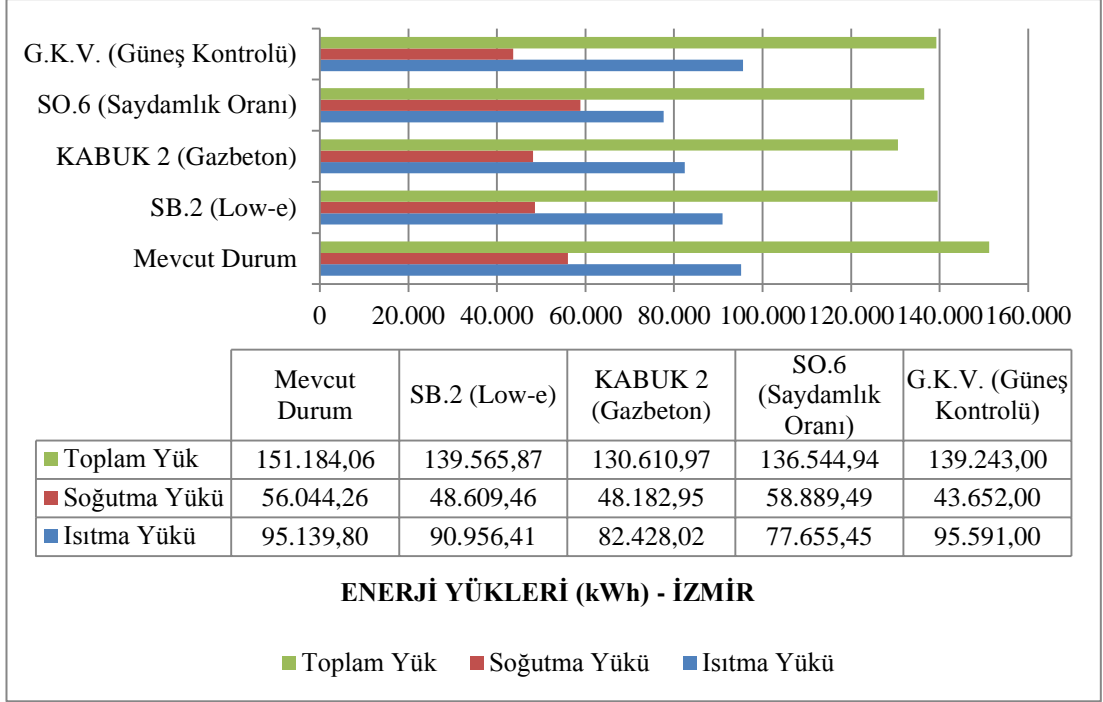
uygulanması yoluyla binanın enerji simülasyonu yapılarak enerji giderleri mevcut durumdaki (referans binanın) enerji giderleri ile karşılaştırılarak, sağlanan enerji tasarrufu belirlenmiştir.



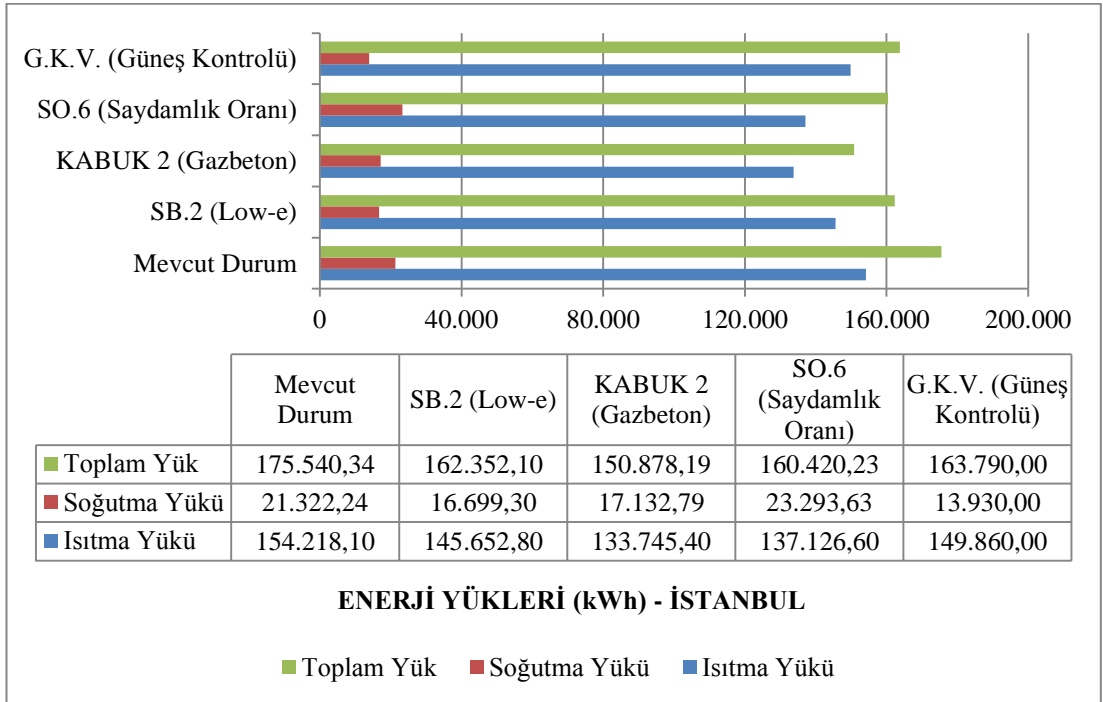
Şekil 4.40 : Diyarbakır iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.

Sıcak kuru iklim bölgesi örneği olan *Diyarbakır iline* ait alternatiflerden en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar ve enerji simülasyon sonuçları şekil 4.40'ta görülmektedir. Mevcut durum, TS 825'e uygun duruma (SB.2) göre revize edildiğinde %6 oranında 9.728 kWh düşüş görülmektedir. Kabuk alternatiflerinden gazbeton (KABUK.2) seçildiği durumda mevcut duruma göre %12 oranında 18.978 kWh toplam enerji yükünde azalma tespit edilmiştir. Güney cephesinde saydamlık oranının %125 artırılmasıyla (SO.6) mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %10 oranında 15.701 kWh azalma meydana gelmiş fakat soğutma enerjisi yükünde ise %6'lık artış gözlenmiştir. Binaya TS 825'e uygun durumda güney cephesine yatay güneş kontrolü uygulandığı durumda (G.K.V) mevcut duruma göre soğutma enerjisi yükünde %19 oranında 11.749 kWh azalma, ısıtma enerjisi yükünde ise %8 oranında 4.298 kWh artış tespit edilmiştir. Diğer kombinasyonlara göre en az soğutma enerjisi yükü güney cephesine güneş kontrolü uygulandığı takdirde sağlanmaktadır.

Şekil 4.41'de sıcak nemli iklim bölgesi örneği olan *İzmir iline* ait geliştirilen alternatiflerden en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar gösterilmiştir. Bina kabuğu TS 825'in belirttiği azami U değerlerinin sağlanmasıyla (SB.2) mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %8 oranında 11.619 kWh düşüş görülmektedir. Kabuk alternatiflerinden gazbeton kullanıldığı durumda (KABUK.2) mevcut duruma göre toplam enerji yüklerinde %14 oranında 20.574 kWh azalma görülmektedir. Güney cephesinin saydamlık oranı %125 artırıldığı takdirde (SO.6) mevcut duruma göre toplam enerji yüklerinde %10 oranında 14.640 kWh azalma olmaktadır. Soğutma enerjisi yükünde ise mevcut duruma göre %5 oranla 2.845 kWh'lık artış gözlenmiştir. Güney cephesinde 50 cm genişliğinde yatay güneş kontrol elemanlarının kullanılmasıyla (G.K.V) mevcut duruma göre soğutma enerjisi yüklerinde %22 oranında 12.392 kWh azalma, ısıtma enerjisi yüklerinde ise %1 oranında 452 kWh artış tespit edilmiştir. Diyarbakır ilinde olduğu gibi bu ilde de güney cephesinde güneş kontrol elemanının uygulanmasıyla diğer kombinasyonlara göre en düşük soğutma enerjisi yükü sağlanmıştır.



Şekil 4.41 : İzmir iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.

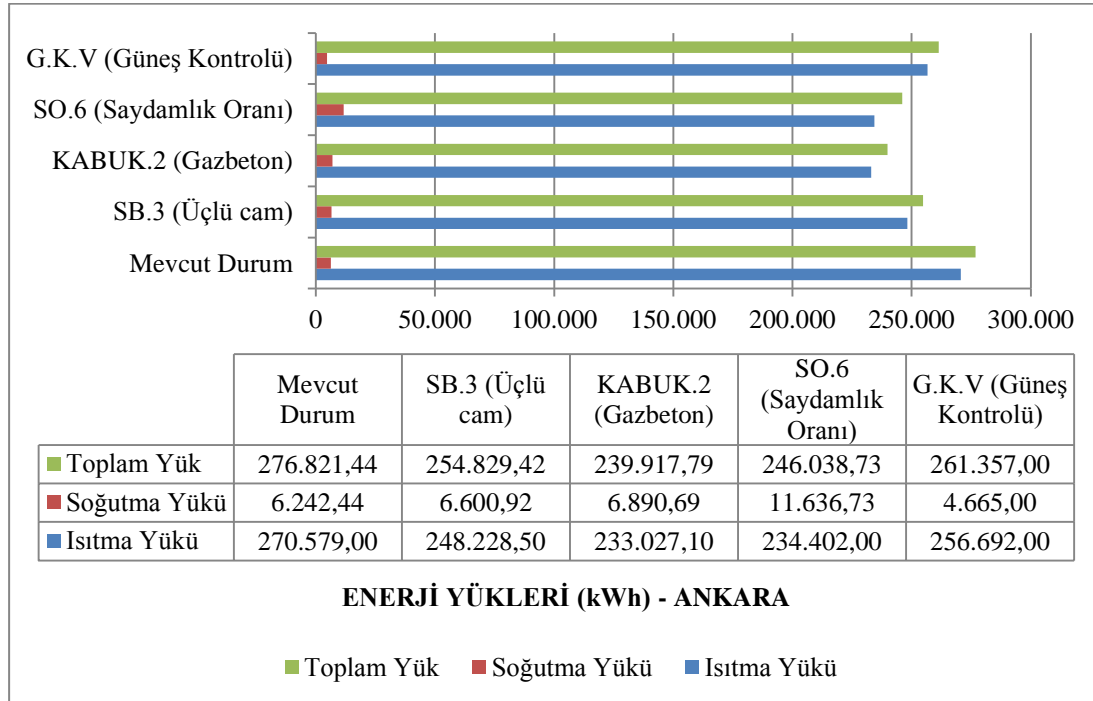


Şekil 4.42 : İstanbul iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.

İstanbul ili için geliştirilen alternatiflerden en düşük enerji giderlerini sağlayan kombinasyonlar şekil 4.42’de belirtilmiştir. Yapı kabuğu TS 825’e göre tasarlandığında (SB.2) toplam enerji yüklerinde mevcut duruma göre %8 oranında

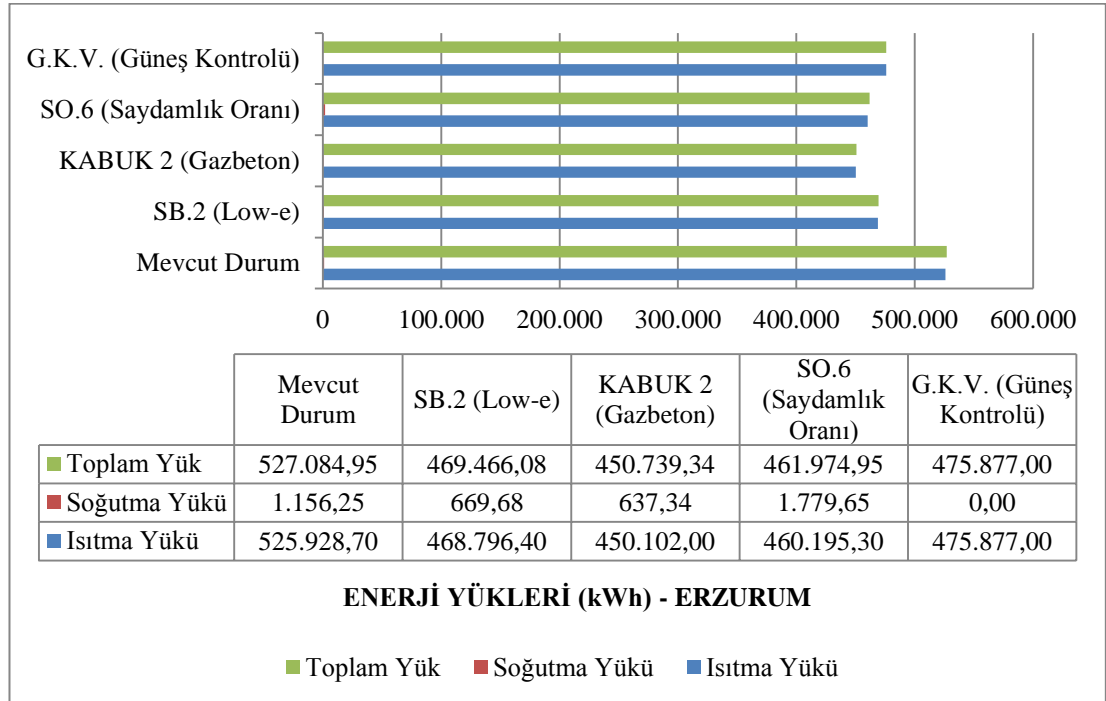
13.190 kWh düşüş görülmektedir. Yapı kabuğu alternatiflerden en düşük enerji performansını sağlayan gazbeton seçeneği (KABUK.2) kullanılmasıyla beraber toplam enerji yükünde mevcut duruma göre %14 oranında 24.662 kWh düşüş tespit edilmiştir. Güney cephesinde saydamlık oranının %125 arttırılmasıyla (SO.6) toplam enerji yüklerinde %9 oranında 15.120 kWh düşüş gözlenmiştir. Güney cephesine güneş kontrolü uygulandığı takdirde (G.K.V) soğutma enerjisi yükünde %34 oranında 7.392 kWh düşüş görülmektedir.

Şekil 4.43'te Ankara iline ait geliştirilen alternatiflerden en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar görülmektedir. Bina kabuğu TS 825'e uygun halde tasarlandığı takdirde (SB.3) mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %8 oranında 21.922 kWh azalma saptanmıştır. Kabuk alternatiflerinden gazbeton seçeneği uygulandığı durumda (KABUK.2) ise mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %13 oranında 36.904 kWh düşüş görülmektedir. Yapı kabuğunun güney cephesindeki saydamlık oranının %125 arttırılmasıyla (SO.6) mevcut duruma göre toplam enerji yüklerinde %11 oranında 30.783 kWh azalma meydana gelmektedir. Güney cephesinde sabit güneş kontrol elemanı kullanıldığı durumda mevcut duruma göre soğutma enerjisi yüklerinde %25 oranında 1.577 kWh azalma görülmektedir.



Şekil 4.43 : Ankara iline ait geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.

Erzurum ili için geliştirilen alternatiflerden en düşük enerji giderlerini sağlayan kombinasyonlar şekil 4.44'te belirtilmiştir. Bina kabuğu elemanlarının toplam ısı geçirme katsayısı TS 825'in gerektirdiği azami U değeri sınırına çekildiği takdirde (SB.2) toplam enerji yüklerinde %11 oranında 57.620 kWh'lık azalma görülmektedir. Bu ilde soğutma enerjisi yükleri oldukça az çıkmıştır. Bu sebeple soğuk iklim bölgesi örneği olan Erzurum ilinde sadece ısıtma enerjisi yükleri göz önünde bulundurulmuştur. Kabuk alternatiflerinden diğer illerde olduğu gibi en etkin sonucu gazbeton seçeneği vermiştir. Gazbeton seçeneğinin uygulanmasıyla (KABUK.2) mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %15 oranında 76.345 kWh'lık bir azalma sağlanmıştır. Güney cephesinde saydamlık oranının %125 artırılmasıyla (SO.6) mevcut duruma göre toplam enerji yükünde %12 oranında 65.110 kWh azalma tespit edilmiştir. Güney cephesine güneş kontrolü uygulandığı takdirde TS 825'e uygun duruma (SB.2) göre ısıtma enerjisi yükünde %2 oranında 7.081 kWh artış saptanmıştır. Soğuk iklim bölgesi örneği olan Erzurum ili ile ılımlı kuru iklim bölgesi örneği olan Ankara illerinde sabit güneş kontrolü elemanlarının uygulanmasıyla soğutma enerjisi giderleri daha az önem taşıdığı için ısıtma enerjisi yüklerini artırdığı görülmektedir.



Şekil 4.44 : Erzurum iline ait geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji giderini sağlayan kombinasyonlar.

4.3.3 Mevcut binanın ısıtma ve soğutma yüklerinin ısıl zon ölçeğinde değerlendirilmesi

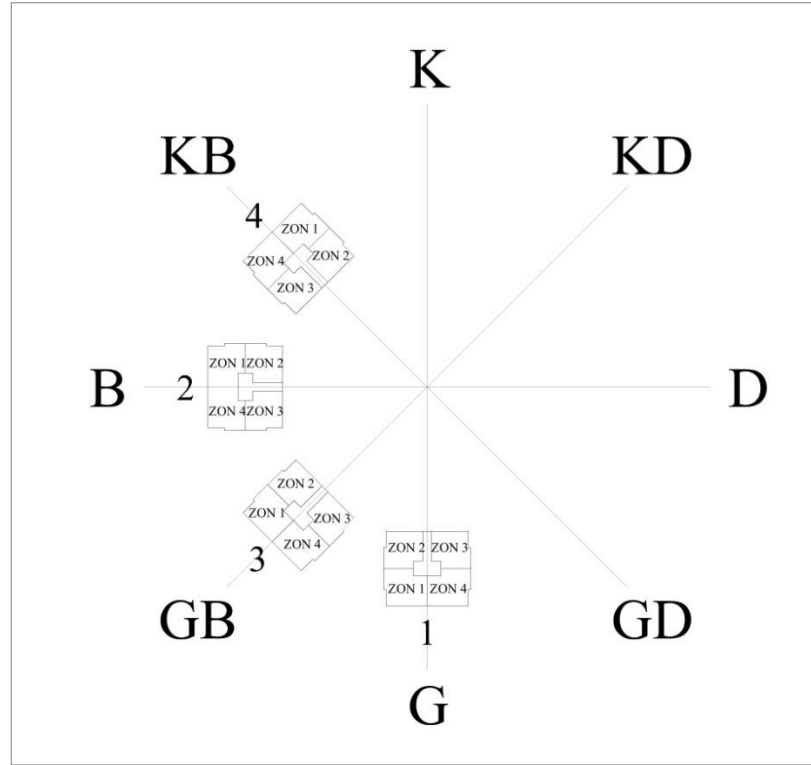
Çalışmanın bu bölümünde konut örneğine ait 4 dairenin ısıtma, soğutma ve toplam enerji giderleri hesaplanmıştır. Şekil 4.44'te hesaplaması yapılan 4 farklı ısıl zonun konumları belirtilmiştir. Çalışmanın;

- Binanın mevcut durumundaki haliyle ısıl zonların 4 farklı yöne yönlendirilmesiyle ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi,
- Binanın TS 825 standardına uygun hale getirilmesi ve farklı kabuk alternatiflerinin uygulanmasıyla ısıl zonlara ait enerji yüklerinin değerlendirilmesi,
- Isıl zonların eşit ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine sahip olabilmesi için kabuk sisteminde enerji etkin iyileştirmelerin yapılması,

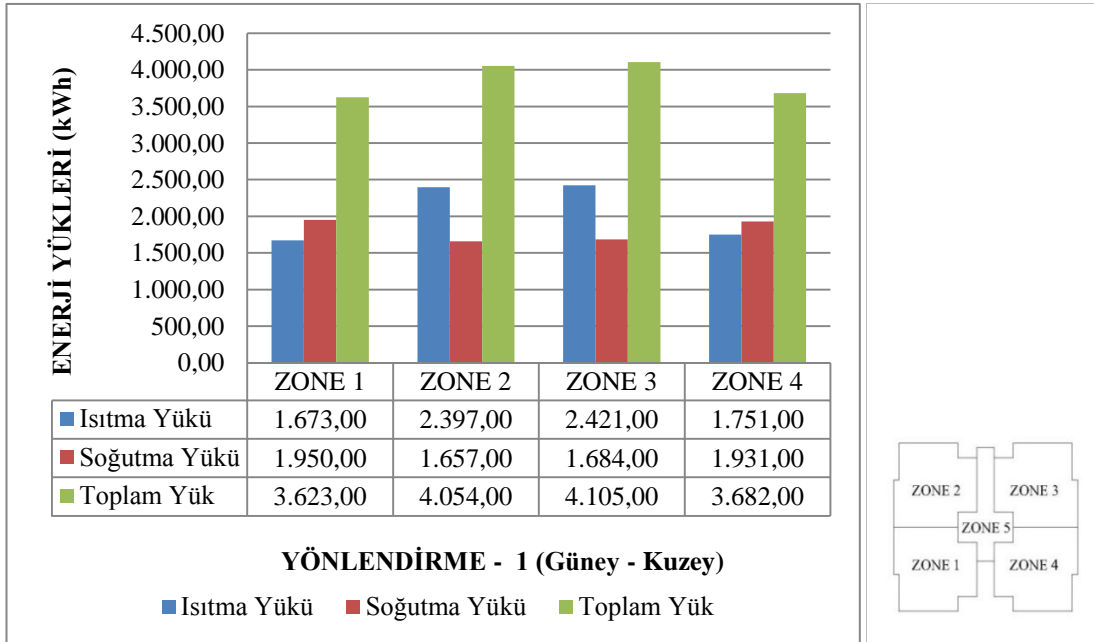
adımları sırasıyla izlenmiştir.

4.3.3.1 Isıl zonların farklı yönlere yönlendirilmesiyle ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi

Bu adımda yapının mevcut durumunun 4 farklı yöne yönlendirilmesiyle binaya ait 4 farklı dairenin ısıl zon ölçeğinde enerji giderleri hesaplanmıştır. Şekil 4.45'te ısıl zonların (daireler) farklı yönlere yönlendirilmesiyle konumları gösterilmiştir. Hesaplamaların 4 farklı yönde yapılmasının sebebi bölüm 4.3.2.1'de önceden bahsedildiği gibi yapının simetrik olmasından dolayı güney-kuzey, doğu-batı, kuzeydoğu-kuzeybatı ve güneybatı-güneydoğu yönlerinde birbirine yakın enerji yüklerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple ısıl zonların sadece 1 (güney), 2 (batı), 3 (güneybatı) ve 4 (kuzeybatı) numaralı yönlendirmeleri için hesaplamalar yapılmıştır. Binanın mevcut durum referans alınarak hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 4.45 : Konut dairelerinin yönlendiriliş durumları.

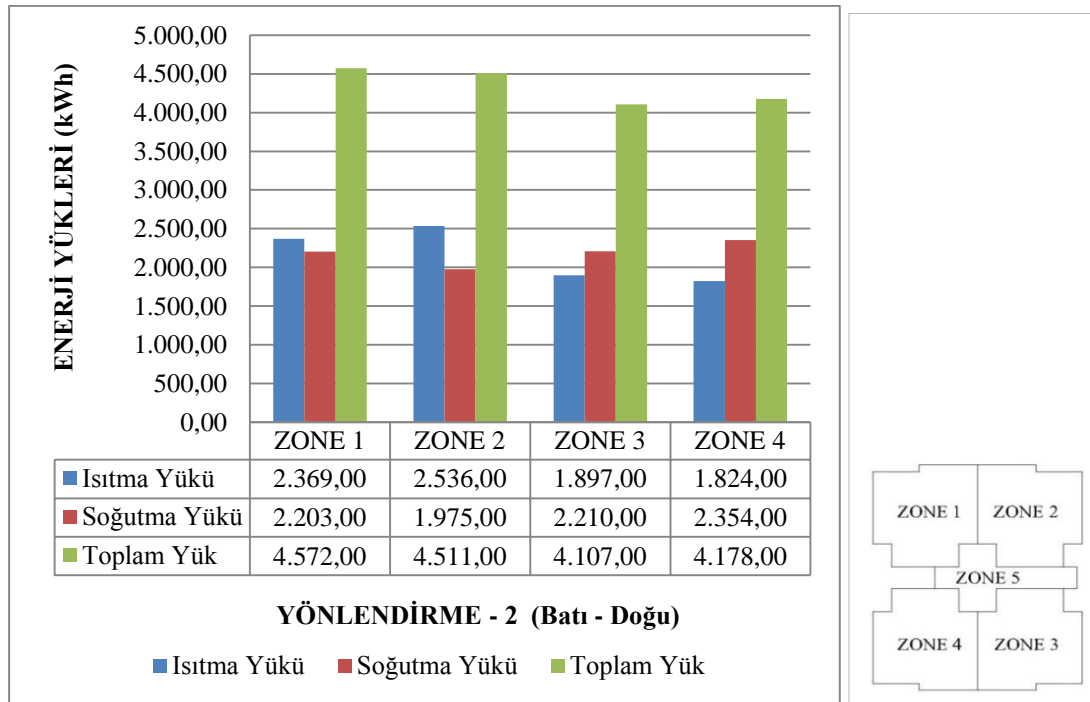


Şekil 4.46 : Diyarbakır ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısıtma zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

Diyarbakır ilinde TOKİ konut örneğinin 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda şekil 4.46'da görüldüğü gibi en az enerji yüklerinin zon 1 ve zon 4'te, en fazla enerji yüklerinin ise zon 2 ve zon 3'te olduğu görülmektedir. Soğutmanın istendiği dönemlerde zon 1 ve zon 4 ısıtma bölgelerinde soğutma enerjisi yükleri daha fazla

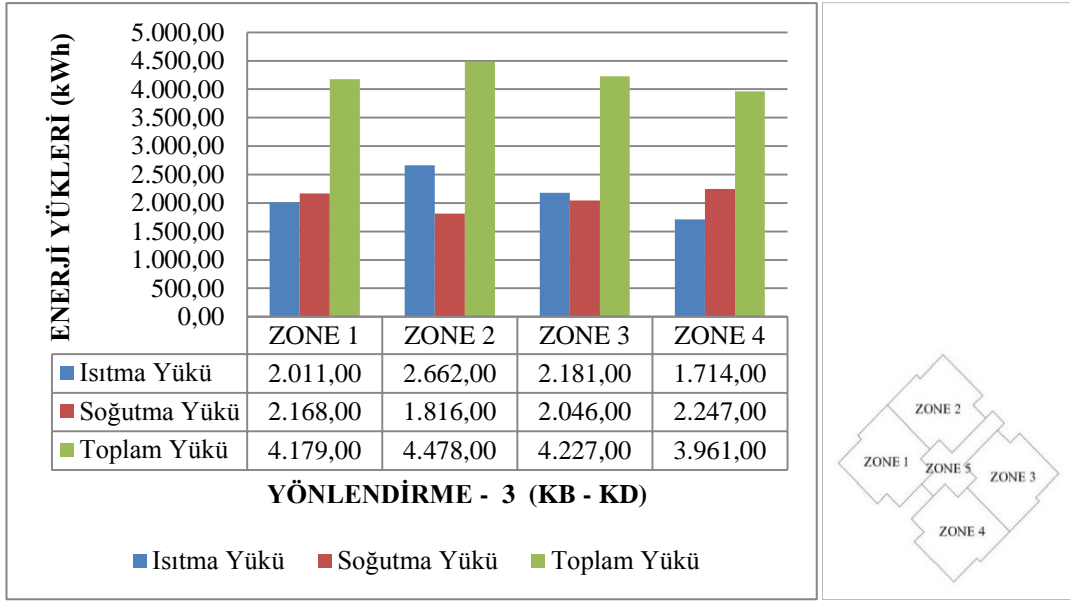
çıkılmaktadır. Güney cephesi yaz aylarında diğer cephelere oranla daha fazla güneş ışınımına maruz kalmaktadır. Bu durum ısıtmanın istendiği dönemler için avantajlı bir durum olurken soğutmanın istendiği dönemler için dezavantajlı olduğu görülmektedir. Bundan dolayı güney cephesinde güneş kontrolü gibi önlemler alınması gerekmektedir.

Bina 2 numaralı (batı – doğu) yöne yönlendirildiğinde, zon 3 ve zon 4'ün toplam enerji yükleri, zon 1 ve 2'nin toplam enerji yüklerine göre yaklaşık 500 kWh daha az olduğu görülmektedir. 2 numaralı yönlenme 1 numaralı yönlenmeye göre daha fazla enerji yüküne sahiptir. Bunun sebebi şekil 4.47'de görüldüğü üzere 2 numaralı yönlendirmede, binanın güney cephesinde pencere boyutları daha küçük olduğundan güneş ışınımı kazancı düşmekte, güney cephesine nazaran doğu ve batı cephelerindeki pencere boyutları daha büyük olduğundan enerji kayıpları artmaktadır.



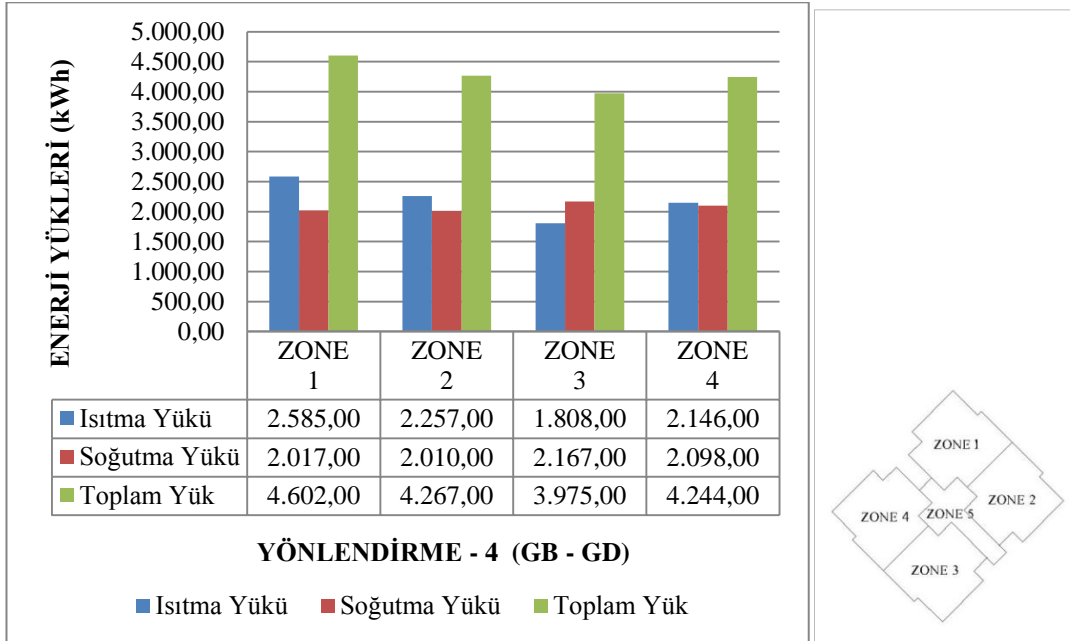
Şekil 4.47 : Diyarbakır ilinde konutun 2 numaralı yöne yönleneşmesi durumunda ısılı zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

3 numaralı (kuzeybatı – kuzeydoğu) yönlenmesine ait enerji yükleri şekil 4.48'de gözükmektedir. En yüksek ısıtma ve toplam enerji yüklerine zon 2 sahiptir. Bunun sebebi zon 2'nin kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlerinde her iki cepheye de sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Güneydoğu ve güneybatı yönlerinde cepheye sahip zon 4'te ise en düşük ısıtma enerjisi yükü ve toplam enerji yükü bulunmaktadır.



Şekil 4.48 : Diyarbakır ilinde konutun 3 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

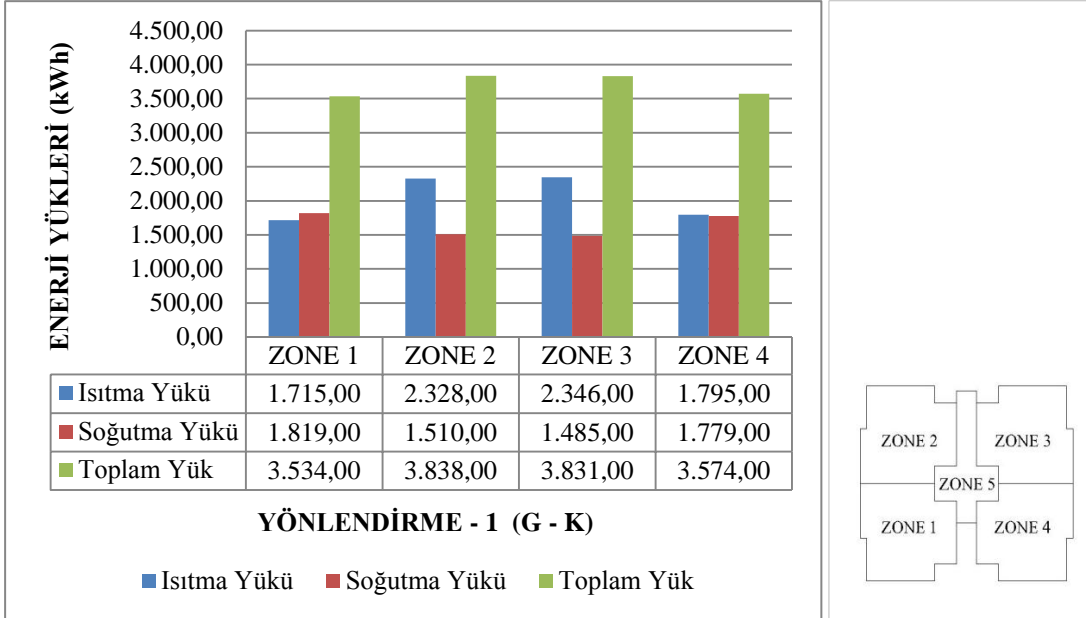
Şekil 4.49’da ise 4 numaralı (güneydoğu – güneybatı) yönlenmede zon 1’in en düşük enerji performansına, zon 3’ün ise en iyi performansa sahip durumda olduğu görölmektedir. Zon 2 ile zon 4’te ise eşit enerji yükleri bulunmaktadır.



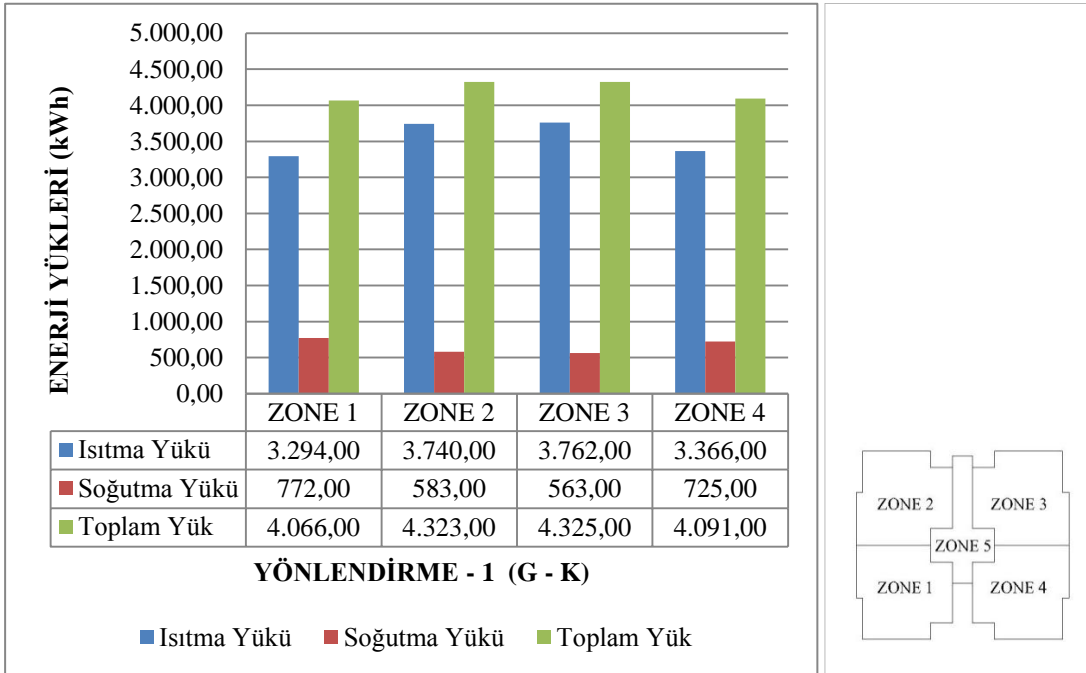
Şekil 4.49 : Diyarbakır ilinde konutun 4 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

Sıcak nemli iklim bölgesinde bulunan *İzmir ilinde* ise konut örneğinin ısı zon ölçęinde sahip olduğu enerji giderleri Diyarbakır ili ile benzer özellikler göstermektedir. Diyarbakır iliyle karşılaştırma yapıldığı takdirde bu ilde zon 1 ve

4'ün ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri birbirine eşit çıkmıştır. Şekil 4.50'de görüldüğü üzere zon 2 ve zon 3'teki ısıtma enerjisi yükü, soğutma enerjisi yükünden 300 kWh daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sıcak nemli iklim bölgesi örneği olan İzmir iline ait diğer yönlendirmelere bağlı tablo ve şekiller ek A bölümünde sunulmuştur.

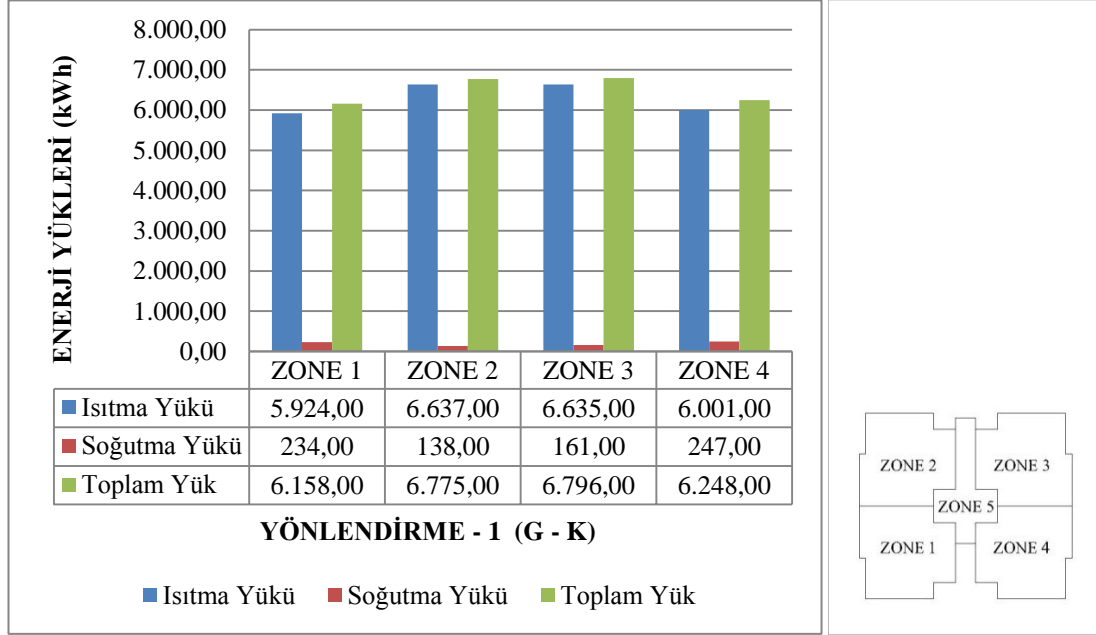


Şekil 4.50 : İzmir ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil 4.51 : İstanbul ilinde konutun 1 numaralı yöne yönelmesi durumunda ısı zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

İstanbul ilinde bulunan konut örneğine ait ısıl zonların enerji yükleri şekil 4.51’de görülmektedir. Isıtma yükleri açısından 1 numaralı (güney) yönlenmede, en iyi performansı güney cephesine bakan zon 2 ve 3 göstermiştir. Binanın güneye bakan zonları ile kuzeye bakan zonlar arasında 400 kWh’lık ısıtma yükü, 175 kWh’lık soğutma yükü farkı bulunmaktadır. Bu ile ait diğer yönlendirmelerle ilgili tablo ve şekiller EK-A bölümünde belirtilmiştir.

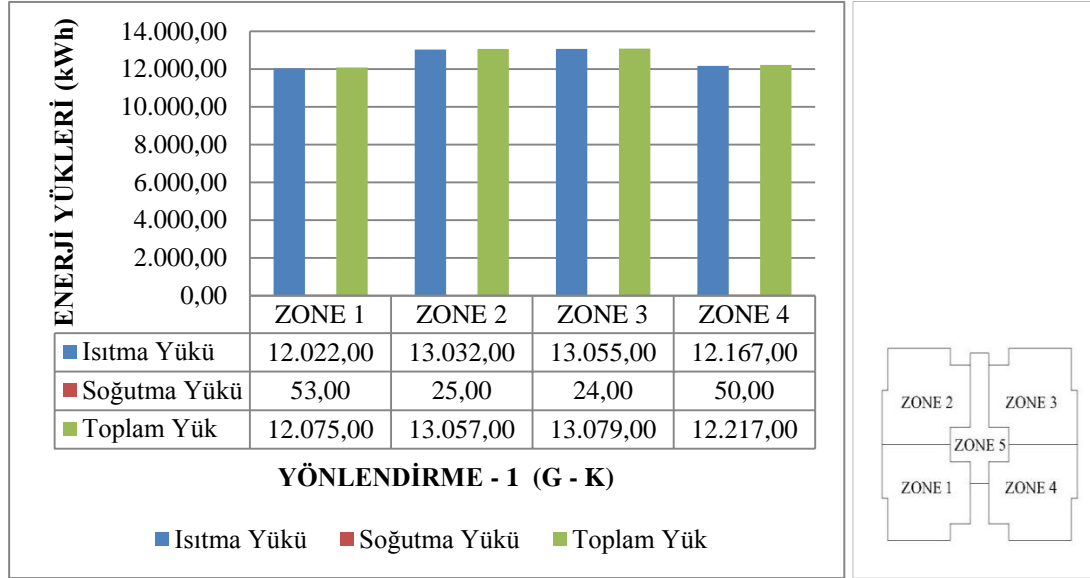


Şekil 4.52 : Ankara ilinde konutun 1 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıl zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

Isıl zon ölçeğinde enerji giderleri incelendiğinde ılımlı kuru iklim bölgesi uygulaması olan *Ankara ilinde* en iyi performansı diğer illerde olduğu gibi 1 numaralı (güney) yönlenmesi göstermiştir. 1 numaralı yönlenmeye ilişkin sonuçlar şekil 4.52’de görülmektedir. Zon 2 ve zon 3 bölgelerinde 6.635 kWh ısıtma enerjisi yükü, zon 1 ve zon 4’te ise 5.925 kWh ile 6.000 kWh arasında ısıtma yükü olduğu görülmektedir. Bu bölgede ısıl zon ölçeğinde soğutma enerjisi yükü ısıtma enerjisi yükünün %3’ü kadardır. Bu ilde ısıtma yükleri ön plana çıktığı için enerji etkin yenileme çalışmasında kuzey cephesinin kabuk detaylarında alternatifler geliştirilmelidir.

Şekil 4.53’te *Erzurum iline* ait konutun ısıl zonlarına ait enerji yükleri belirtilmiştir. Soğutma yükleri hesaba katılmayacak kadar düşük çıkmıştır. Bundan dolayı ısıtma yükleri soğuk iklim bölgesi olan Erzurum’da ön plana çıkmaktadır. Bu çizelgeye göre kuzeye bakan dairelerin, güneye bakan dairelere göre ısıtma enerjisi yüklerinin

daha fazla olduğu görülmektedir. Güney ve kuzey daireleri arasında toplam enerji yüklerinde 1.000 kWh'a yakın fark olduğu görülmektedir. Diğer illere göre ısıl zonlar arasındaki en yüksek enerji yükü farkının soğuk iklim bölgesi örneği olan Erzurum ili olduğu görülmektedir.



Şekil 4.53 : Erzurum ilinde konutun 1 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıl zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

4.3.3.2 Isıl zonlarda farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulmasıyla ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin belirlenmesi

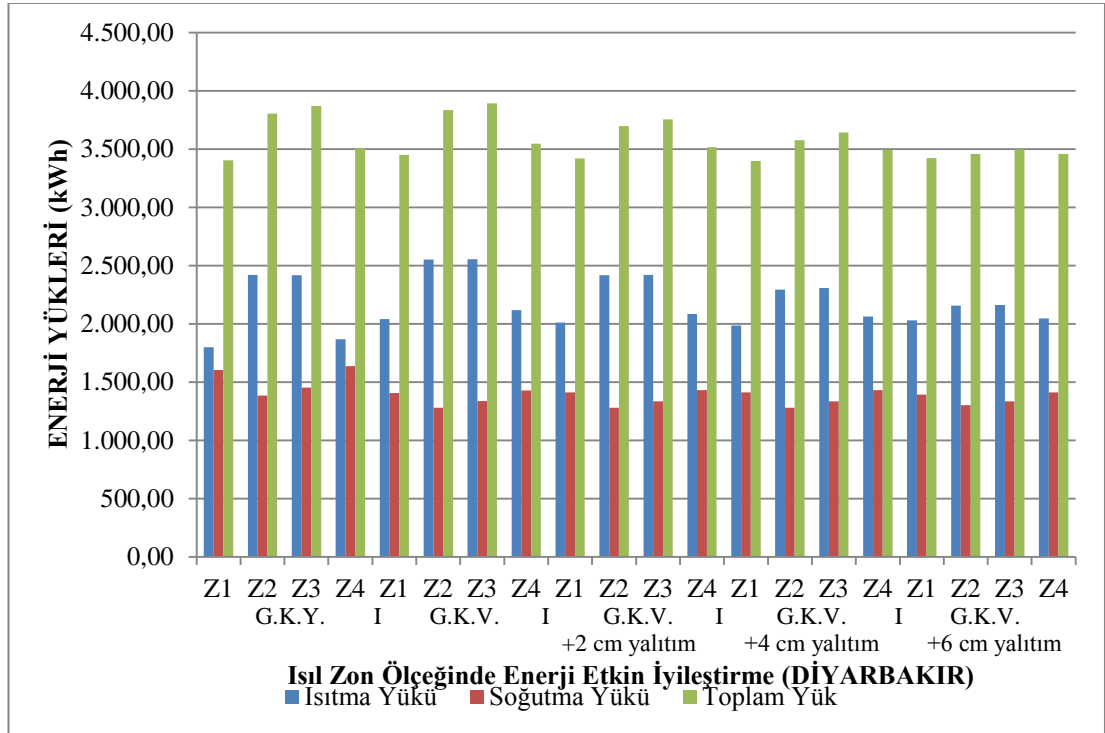
Çalışmanın bu adımında farklı kabuk alternatiflerinin oluşturulmasıyla normal bir katta bulunan her bir ısıl zona ait ısıtma yükü, soğutma yükü ve toplam yük enerji giderleri belirlenmiştir. Hesaplamalar 1 numaralı (güney) yönlenmesi esas alınarak yapılmıştır. İlk alternatifte yapı kabuğunun TS 825'in belirttiği azami toplam ısı geçirme katsayılarının (U) sağlanmasıyla her bir ısıl zonun ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri belirlenmiştir. İkinci alternatifte ise TS 825'e uygun olarak mevcut tünel kalıp sistem yerine betonarme karkas gazbeton duvarlı kabuk alternatifi uygulanmıştır. Ek B bölümünde farklı kabuk alternatiflerine ilişkin ısıl zonların ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine ait sonuçlar görülmektedir.

4.3.3.3 Isıl zonların eşit ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine sahip olabilmesi için bina kabuğunda enerji etkin iyileştirme yapılması

Çalışmanın bu adımında yapının seçilen normal katlarından birinde bulunan 4 farklı ısıl zonun (1, 2, 3 ve 4 numaralı zonlar) eşit ısıtma ve soğutma enerji yüklerine sahip olması hedeflenmiştir. Buna bağlı olarak beş farklı iklim bölgesindeki illerdeki konut örneğine;

- TS 825'e uygun olarak güney cephesine güneş kontrol elemanlarının uygulaması,
- Kuzey cephesine bakan dairelerin opak bileşenlerine TS 825'in gerektirdiği kabuk bileşenine ve güneş kontrol elemanlarına ilaveten yalıtım uygulaması,

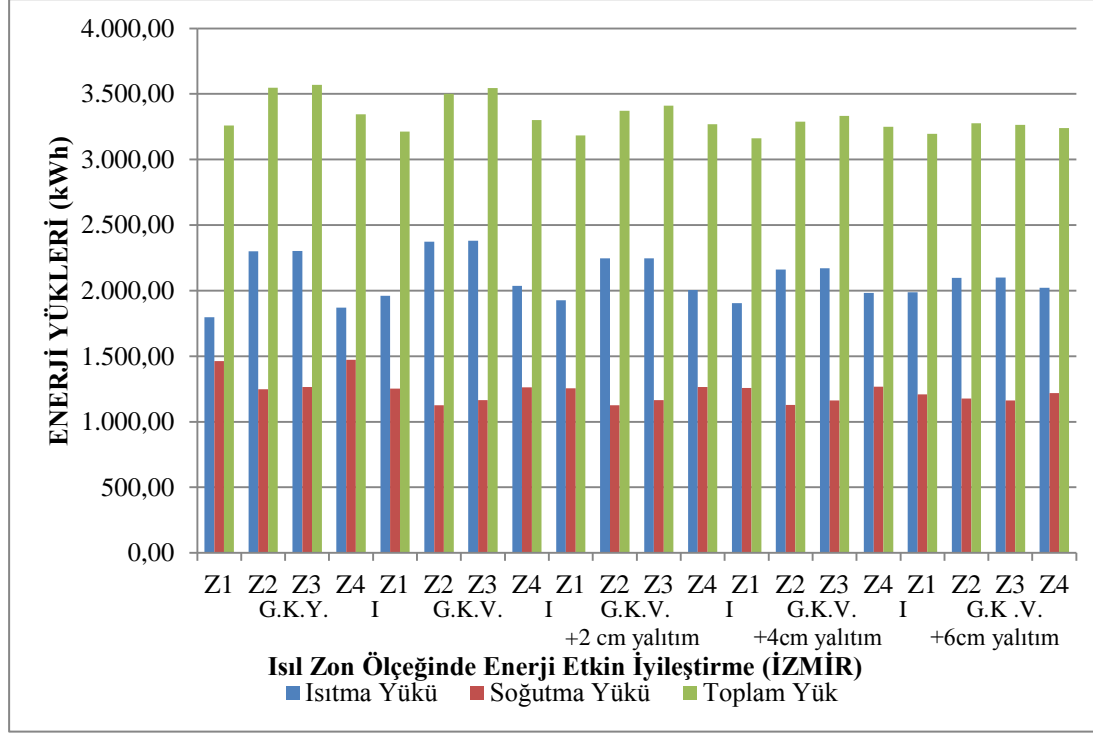
yapılmıştır.



Şekil 4.54 : Diyarbakır iline ait ısıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.

Sıcak kuru iklim bölgesi örneği olan *Diyarbakır ili* için ısıl zon ölçeğinde yapılan enerji etkin iyileştirme şekil 4.54'te görülmektedir. Yapının mevcut durumuna ilk olarak güneş kontrolü uygulanmış, zon 1 ve zon 4'te soğutma yükü enerji gideri azaltılmıştır. Güneş kontrolü uygulamasına ilaveten kuzey cephesindeki dairelerin yalıtım kalınlıkları 2'şer cm artırılarak 6 cm yalıtım uygulaması yapılmıştır. Yalıtım kalınlığı 6 cm arttırıldığı takdirde güneşe bakan zonlar (zon1- zon4) ile kuzeye bakan (zon 2-zon 3) arasında ısıtma yükü enerji giderinde ortalama 100 kWh,

soğutma yükü enerji giderinde ise ortalama 50 kWh değerinde bir fark bulunmaktadır. Enerji etkin iyileştirme yapılmadan önce güneş kontrolü ve ilave yalıtımın uygulanmadığı ilk durumda, güneye ve kuzeye bakan zonlar arasında ısıtma yükü enerji gideri yaklaşık 600 kWh, soğutma yükü enerji gideri ise 225 kWh olmaktadır.

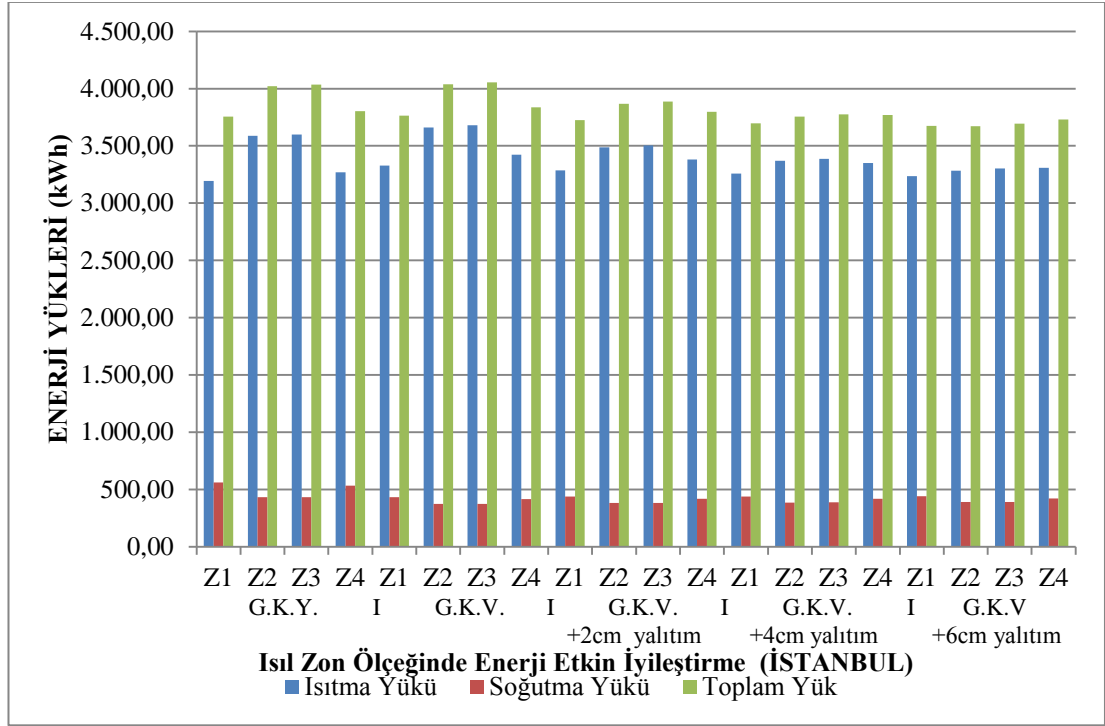


Şekil 4.55 : İzmir iline ait ısıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.

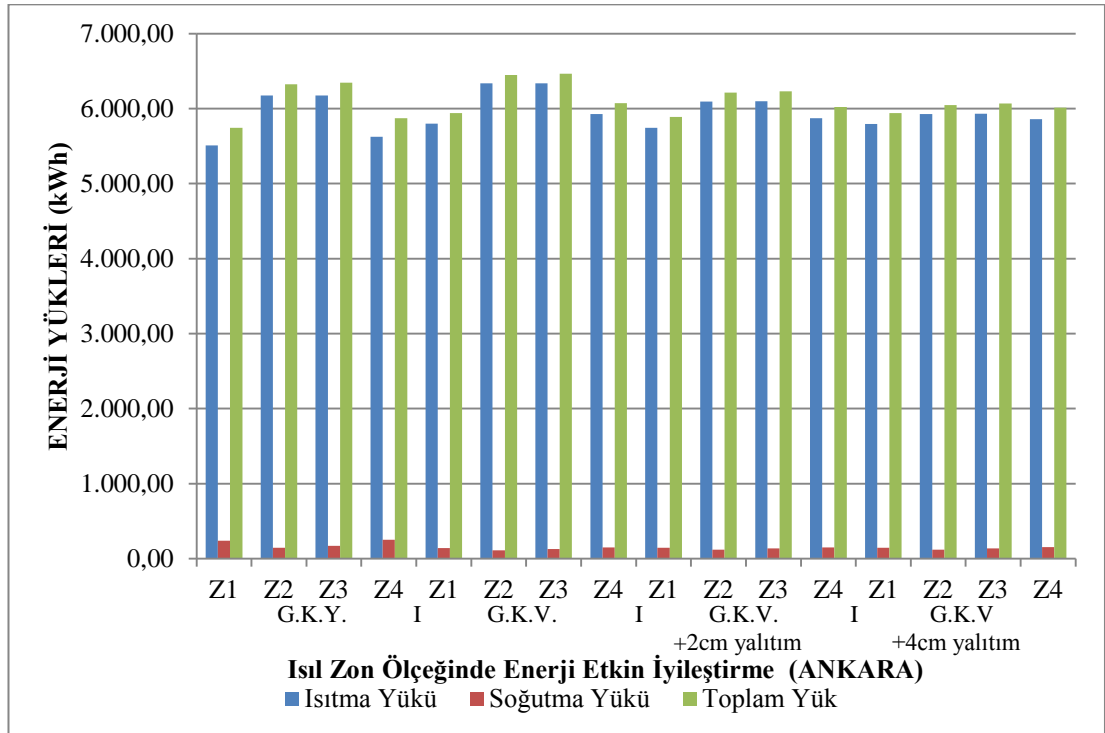
Sıcak nemli iklim bölgesi uygulaması olan *İzmir ili* için ısıl zon ölçeğinde yapılmış olan enerji etkin iyileştirme şekil 4.55'te görülmektedir. Diyarbakır ilinde olduğu gibi bu ilde de güney cephesinde güneş kontrolü ve buna ek olarak kuzey cephesinde yalıtım kalınlığının 6 cm artırılması uygulaması yapılmıştır. Enerji etkin iyileştirmenin yapılmadığı ilk durumda, güney cephesine bakan daireler ile kuzey cephesine bakan daireler arasında ısıtma yükü enerji gideri farkı 475 kWh, soğutma yükü enerji gideri farkı ise 200 kWh olmaktadır. Güneş kontrolü yapılması ve kuzey cephesinin yalıtım kalınlığının artırılması ile bu fark ısıtma yükü enerji giderinde 90 kWh'a, soğutma yükü enerji gideri ise 75 kWh'a kadar azalmaktadır.

Ilımlı nemli iklim bölgesinde bulunan *İstanbul iline* ait hacimlere ilişkin ısıl zon ölçeğinde yapılan enerji etkin iyileştirme şekil 4.56'da görülmektedir. Güneş kontrolünün uygulaması ve kuzeye bakan dairelerdeki yalıtım kalınlığının 6 cm arttırılmasıyla zon 1-4 (güney) ile zon 2-3 (kuzey) arasında ısıtma yükü enerji

giderlerinde 75 kWh, soğutma yükü enerji giderlerindeki fark ise 40 kWh olmuştur. Enerji etkin yenilemenin yapılmadığı ilk durumda güneye ve kuzeye bakan zonlar arasında ısıtma yükü enerji farkı 320 kWh, soğutma yükü enerji farkı ise 180 kWh olarak tespit edilmiştir.

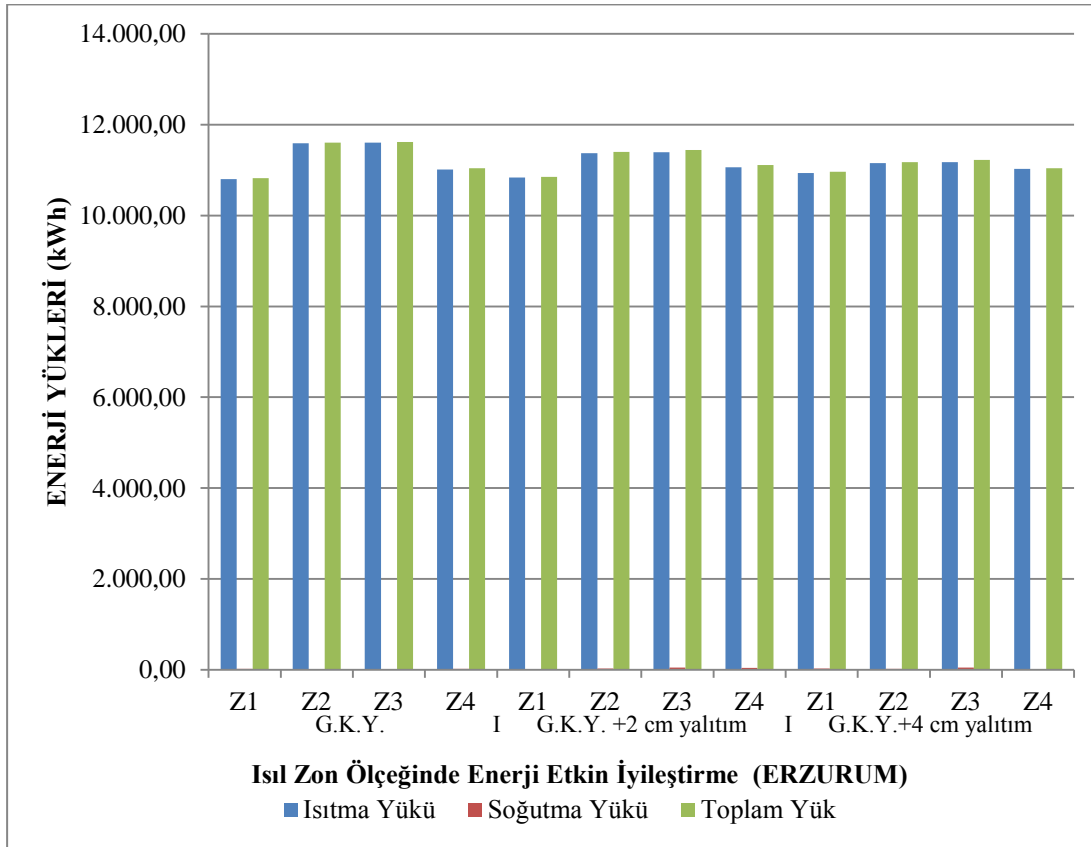


Şekil 4.56 : İstanbul iline ait ısıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.



Şekil 4.57 : Ankara iline ait ısıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.

Ilımlı kuru iklim bölgesi örneği olan *Ankara ili* için ısıl zon ölçeğinde yapılan enerji etkin iyileştirme şekil 4.57’de görülmektedir. Yapının TS 825’e uygun mevcut durumuna ilk olarak güneş kontrolü uygulanmış, zon 1 ve zon 4’e ait soğutma yükü enerji gideri azaltılmıştır. Kuzey cephesindeki dairelerin yalıtım kalınlıkları 2’şer cm artırılarak toplamda 4 cm yalıtım kalınlığı uygulanmıştır. Yalıtım kalınlığı 4 cm arttırıldığı ve güneş kontrolü uygulandığı takdirde güneşe bakan zonlar (zon1- zon4) ile kuzeye bakan (zon 2-zon 3) arasında ısıtma yükü enerji giderinde ortalama 125 kWh, soğutma yükü enerji giderinde ise ortalama 25 kWh değerinde bir fark bulunmaktadır. Enerji etkin iyileştirme yapılmadan önce güneş kontrolü ve ilave yalıtımın uygulanmadığı ilk durumda güneşe ve kuzeye bakan zonlar arasında ısıtma yükü enerji gideri 350 kWh, soğutma yükü enerji gideri ise 130 kWh olmaktadır.



Şekil 4.58 : Erzurum iline ait ısıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirme.

Isıl zon ölçeğinde enerji etkin iyileştirmenin yapılmış olduğu soğuk iklim bölgesi uygulaması olan *Erzurum iline* ait grafik şekil 4.58’de verilmiştir. Bu ilde güney cephesine güneş kontrolü uygulandığı takdirde, binanın ısıtma yükü enerji giderlerinde artış meydana gelmektedir. Soğutma yükleri hesaba katılmadığı için güneş kontrolü uygulanmamıştır. Kuzey yönüne bakan cephelerde yalıtım kalınlığı 4

cm arttırıldığı takdirde güneye bakan zonlar (zon1- zon4) ile kuzeye bakan (zon 2- zon 3) arasında ısıtma yükü enerji giderinde 175 kWh, enerji etkin iyileştirme yapılmadan önceki durumda güneye ve kuzeye bakan zonlar arasında ısıtma yükü enerji giderinde yaklaşık 800 kWh olmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, mevcut TOKİ konutlarından seçilen C tipi konut örneğinde Türkiye'nin farklı iklim bölgelerine göre binanın enerji performansı değerlendirilerek enerji giderlerinin azaltılmasına yönelik önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Enerji performansının değerlendirilmesi, ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerinin hesaplanmasında Designbuilder arayüzlü Energy Plus simülasyon programından yararlanılmıştır. Uygulama çalışmasında projenin enerji etkin yenilenmesi için TOKİ konut yapısının yönlendiriliş durumuna, yapı kabuğunun optik ve termofiziksel değerlerine, saydamlık oranlarına, güneş kontrolünün uygulanmasına, ısıl zonların yönlendiriliş durumuna ve bu zonların eşit ısıtma ve soğutma enerjisi yüklerine sahip olabilmesine ilişkin alternatifler geliştirilmiştir. Önerilerin her bir iklim bölgesinde uygulanması için ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar çizelgeler aracılığı ile karşılaştırılmıştır. Geliştirilen alternatifler arasından en düşük enerji yüklerini sağlayan kombinasyonlar seçilmiştir. Ayrıca, binanın ısıl zonları da ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri açısından değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde belirlenen yenileme seçenekleri, ilk aşamada farklı iklim bölgeleri için bina kabuğunun opak ve saydam bileşenlerinin TS 825 standardına göre enerji etkin iyileştirilmesiyle mevcut duruma göre toplam enerji tüketim miktarında %8 ile %10 arasında azalma görülmektedir. Çalışmanın ikinci adımında seçilmiş olan kabuk alternatiflerinden en etkin performansı gazbeton uygulaması göstermiştir. Gazbeton alternatifinin uygulanmasıyla ısıtma enerji giderlerinde %5 ile %10'a varan bir azalma gözlemlenmiştir. Soğutma enerjisi yükleri incelendiğinde ise İzmir ve Diyarbakır illerinde oldukça %1 ile %2 oranı arasında azalma görülmekte, İstanbul ve Ankara illerinde ise %2 oranında artma olduğu belirlenmiştir. Güney cephesinde saydamlık oranlarının artırılmasıyla ısıtma enerjisi yükleri incelendiğinde Diyarbakır ilinde %20 oranında (19.300 kWh) azalma, İzmir ilinde %18 oranında (17.484 kWh) azalma görülmektedir. Çizelge 5.1 ve 5.2'de farklı iklim bölge için seçilmiş olan pilot illere ait ısıtma ve soğutma enerji giderleri

görülmektedir. Güney cephesinde güneş kontrol elemanlarının uygulanmasıyla en verimli sonuç Diyarbakır ve İzmir illerinde elde edilmiştir. Diyarbakır ilinde soğutma enerjisi yükü 11.749 kWh, İzmir ilinde ise 12.392 kWh azalmıştır. Toplam enerji yükleri göz önünde bulundurulduğunda güneş kontrolü uygulandığı takdirde TS 825'e uygun mevcut duruma göre toplam enerji yükleri artmaktadır. Bu sebeple TOKİ C tipi konutlarında hareketli güneş kontrol elemanlarının uygulanması enerji giderlerinin de kontrol edilmesine olanak sağlayacaktır. Çizelge 5.3'te toplam enerji yükleri gözükmemektedir.

Çizelge 5.1 : Farklı iklim bölgeleri için seçilen pilot şehirlere ait ısıtma yükleri.

Isıtma Enerjisi Yükleri (kWh)					
	D.bakır	İzmir	İstanbul	Ankara	Erzurum
Mevcut Durum	96.950	95.139	154.218	270.579	525.928
SB.2 (Low-e) (Sadece Ankara ilinde SB.3 üçlü cam alternatifi vardır.)	93.983	90.956	145.652	248.228	468.796
KABUK 2 (Gazbeton)	85.294	82.428	133.745	233.027	450.102
SO.6 (Saydımlık Oranı)	77.650	77.655	137.126	234.402	460.195
G.K.V. (Güneş Kontrolü)	101.248	95.591	149.860	256.692	475.877

Çizelge 5.2 : Farklı iklim bölgeleri için seçilen pilot şehirlere ait soğutma yükleri.

Soğutma Enerjisi Yükleri (kWh)					
	D.bakır	İzmir	İstanbul	Ankara	Erzurum
Mevcut Durum	61.143	56.044	21.322	6.242	1.156
SB.2 (Low-e) (Sadece Ankara ilinde SB.3 üçlü cam alternatifi vardır.)	54.383	48.609	16.699	6.600	669
KABUK 2 (Gazbeton)	53.822	48.182	17.132	6.890	637
SO.6 (Saydımlık Oranı)	64.742	58.889	23.293	11.636	1.779
G.K.V. (Güneş Kontrolü)	49.394	43.652	13.930	4.665	0

Ayrıca konut yapısının ısı zonlarının farklı yönlere yönlendirilmesiyle her bir zonun enerji gideri yükleri tespit edilmiştir. Isıl zonların eşit ısıtma ve soğutma enerjisi

yüklerine sahip olabilmesi için bina kabuğunda alternatifler geliştirilmiştir. Güney cephesine güneş kontrol elemanları uygulanmış ve kuzeye bakan dairelerin kabuklarında yalıtım kalınlığı optimum kalınlıkta artırılmıştır. Isıl zonlar arasındaki ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri farkının giderilmesi yönünde alternatifler geliştirilmiştir.

Çizelge 5.3 : Farklı iklim bölgeleri için seçilen pilot şehirlere ait toplam enerji yükleri.

Toplam Enerji Yükleri (kWh)					
	D.bakır	İzmir	İstanbul	Ankara	Erzurum
Mevcut Durum	158.094	151.184	175.540	276.821	527.084
SB.2 (Low-e) (Sadece Ankara ilinde SB.3 üçlü cam alternatifi vardır.)	148.366	139.565	162.352	254.829	469.466
KABUK 2 (Gazbeton)	139.116	130.610	150.878	239.917	450.739
SO.6 (Saydamlık Oranı)	142.393	136.544	160.420	246.038	461.974
G.K.V. (Güneş Kontrolü)	150.642	139.243	163.790	261.357	475.877

Sonuç olarak, ülkemizde son yıllarda artan toplu konut uygulamalarında TOKİ uygulamaları etkin bir rol oynadığından, TOKİ uygulamalarının enerji etkin olarak gerçekleştirilmesiyle elde edilecek enerji tasarrufunun ülke konut sektörüne önemli bir katkı sağlayacağı açıktır. TOKİ uygulamalarında aynı tip konut projelerinin Türkiye'nin tüm iklim bölgeleri için benzer şekilde uygulandığı bilinmektedir. Ancak, bu çalışmada yapılan enerji simülasyonu sonuçlarından da görüldüğü gibi enerji etkin alternatiflerin sağladığı enerji tasarrufu oranları Türkiye'nin farklı iklim bölgeleri için önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu nedenle, konut sektöründe ısıtma ve soğutma enerjisi tasarrufu sağlamak için çok sayıda kullanıcıyı etkileyen toplu konutların tasarımında, kullanıcının iklimsel gereksinimleri ve bölgenin iklimsel koşulları gözönünde bulundurularak ısıtma ve soğutma enerjisi tasarrufunda etkili tasarım parametrelerinin optimum değerleri belirlenmelidir. Tasarım parametrelerinin optimum değerler kombinasyonu, enerji tasarrufunda optimum performans gösteren konutları tanımlarlar. Bu tür konutlar ile gerçekleştirilen konut yerleşmeleri ise, yaşanabilir, sağlıklı, konforlu, sürdürülebilir yerleşmelerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.enerji.gov.tr/>, Enerji Verimliliği, 02.11.2011.
- [2] **YILMAZ, Z.**, 2005. Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, 7. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- [3] **OVALI, P.**, Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematığının Oluşturulması, Doktora Tezi, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [4] **COLOMBO, R., ve diğ.**, 1994. Passive Solar Architecture for Mediterranean Area Design Handbook, Joint Research Center, Comission of the European Communities.
- [5] **BERKÖZ, E ve diğ.**, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak-Intag 201, Araştırma Raporu, İstanbul.
- [6] **YILMAZ, Z.**, 2006. Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 91.
- [7] **OSANMAZ, İ.**, 2006. Türkiye’de Binalarda Isıtma Enerjisi Korunumu Yönetmeliğinin Sıcak Kuru İklim Bölgesi için Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- [8] **UZUN, T.**, 1997. Mimari Tasarıma Ekolojik Yaklaşım, Adana’da Bir Tasarım Denemesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Adana.
- [9] **BURBERRY P.**, 1979. Building For Energy Conseration, Syf. 17.
- [10] **GIVONI. B.**, 1976. Man, Climate & Architecture.
- [11] **ÇENGEL Y.A.**, Çengel, 1998. Heat Transfer, A Practical Approach, WCB/McGrow – Hill, New York.
- [12] **KOCAASLAN, G.**, 1991. Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yöntem, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [13] **Anonim, ASHRAE**, 1981. Standart 55-81 : Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.
- [14] **YILMAZ, Z. ve diğ.**, 2006. Türkiye ve İrlanda Binaların Enerji Etkin Tasarım ve Yapımı için Sürdürülebilirlik Strateileri, syf 190-240, İ.T.Ü. Araştırma Fonu, Proje No:30657.
- [15] **BAHAR ÖZDEMİR, B.**, 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [16] **ORAL KOÇLAR, G. Ve diğ.**, 2010. Fiziksel Çevre Kontrolü Ders Notları, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi, İ.T.Ü., İstanbul.
- [17] **LECHNER, N.** Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects, Jon Wiley & Sons.
- [18] **ZEREN, L. Ve diğ.**, 1990. Fiziksel Çevre Kontrolü Ders Notları, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi, İ.T.Ü., İstanbul.
- [19] **OLGYAY, V.**, 1963. Design with Climate-Bioclimate Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press, New Jersey.
- [20] **ORAL KOÇLAR, G.**, 2007. Sağlıklı Binalar için Enerji Tasarrufu ve Isı Yalıtımı, syf 253-265. VII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İzmir.
- [21] **ASHRAE / IWEC.** 2002. The International Weather for Energy Calculation, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.
- [22] **CIBSE**, 2007. Chartered Institution of Building Services Engineers
- [23] **UK NCM**, 2008. Energy Performance of Buildings Directive, United Kingdom National Calculation Method, London.
- [24] **TS 825**, 2008. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [25] **YURTTAKAL, Ö.**, 2007. Pencere Sistemlerinin Isıl Performansının Eleman ve Bina Düzeyinde Değerlendirilmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [26] <http://designbuilder.co.uk/>, Designbuilder Resmi Sitesi, 21.11.2011.
- [27] **Designbuilder Software.** 2008-2011. Simulation and CFD Training Guide.
- [28] <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>, Energy plus resmi sitesi, 22.11.2011

EKLER

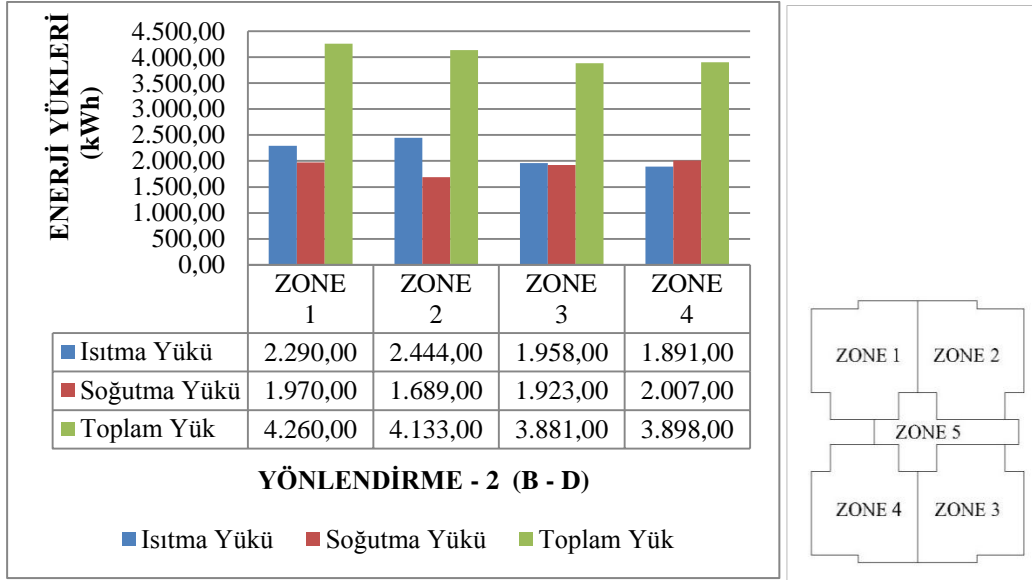
EK-A Isıl Zonların Yönlendirmeye Bağlı Olarak Yıllık Enerji Giderleri

EK-B Farklı Kabuk Alternatiflerine Sahip Isıl Zonların Yıllık Enerji Giderleri

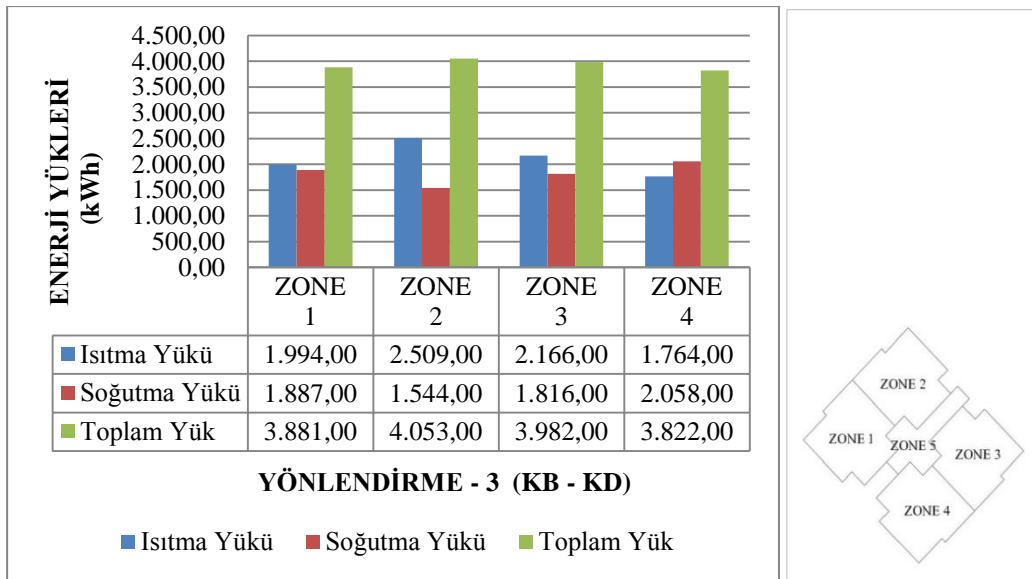
EK-C Bina Enerji Simülasyon Programı Designbuilder

EK-D TOKİ C Tipi Konuta Ait Plan Kesit ve Görünüşler

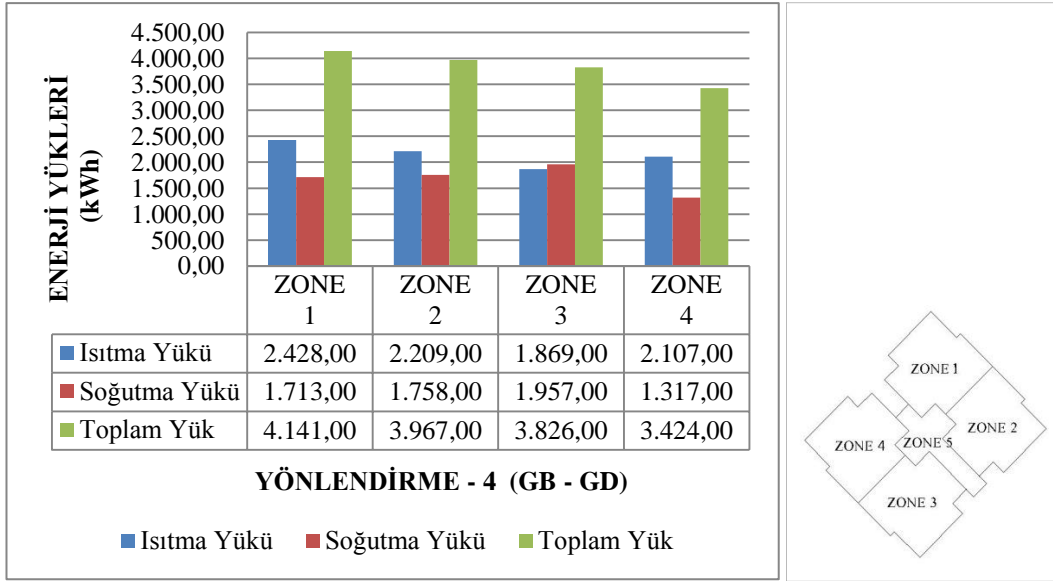
EK-A ISIL ZONLARIN YÖNLENDİRMEYE BAĞLI OLARAK YILLIK ENERJİ GİDERLERİ



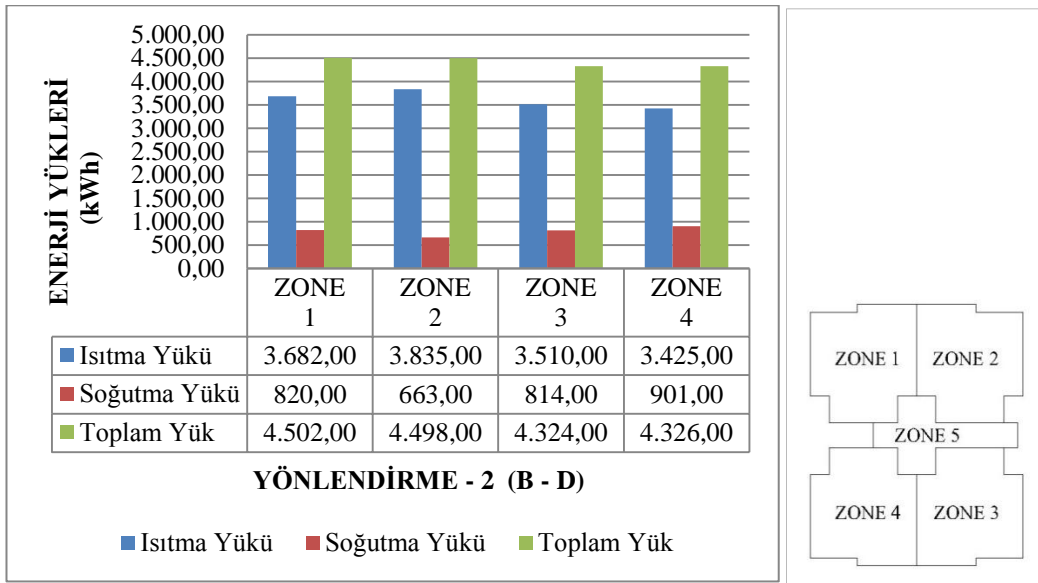
Şekil A.1 : İzmir ilinde konutun 2 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtıl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



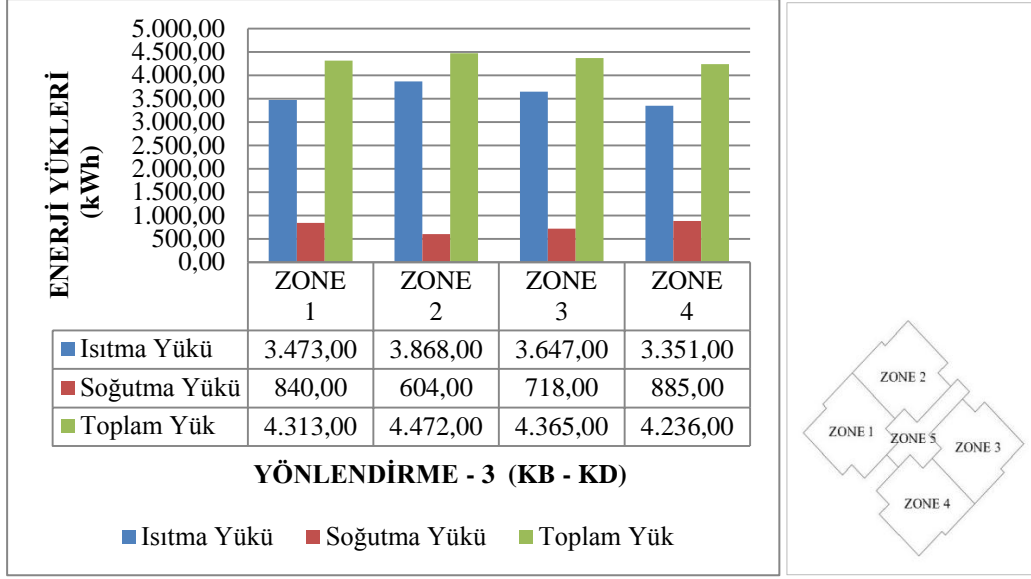
Şekil A.2 : İzmir ilinde konutun 3 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtıl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



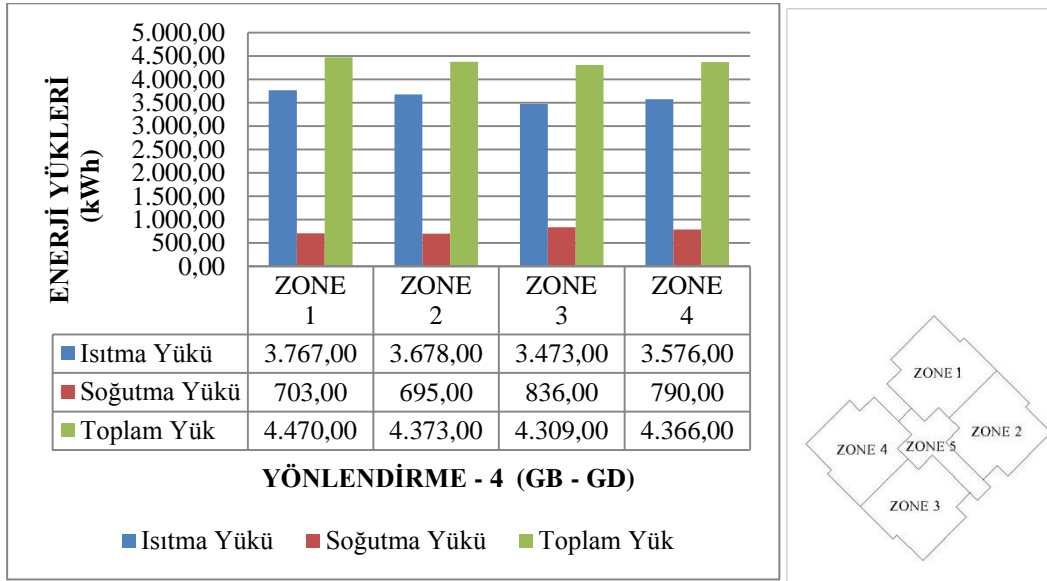
Şekil A.3 : İzmir ilinde konutun 4 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtma zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



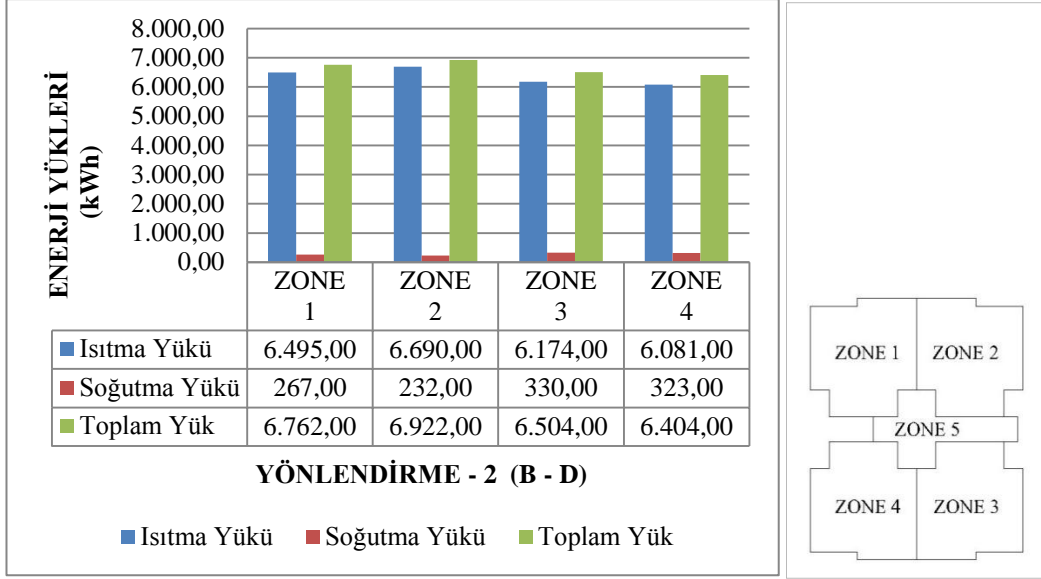
Şekil A.4 : İstanbul ilinde konutun 2 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtma zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



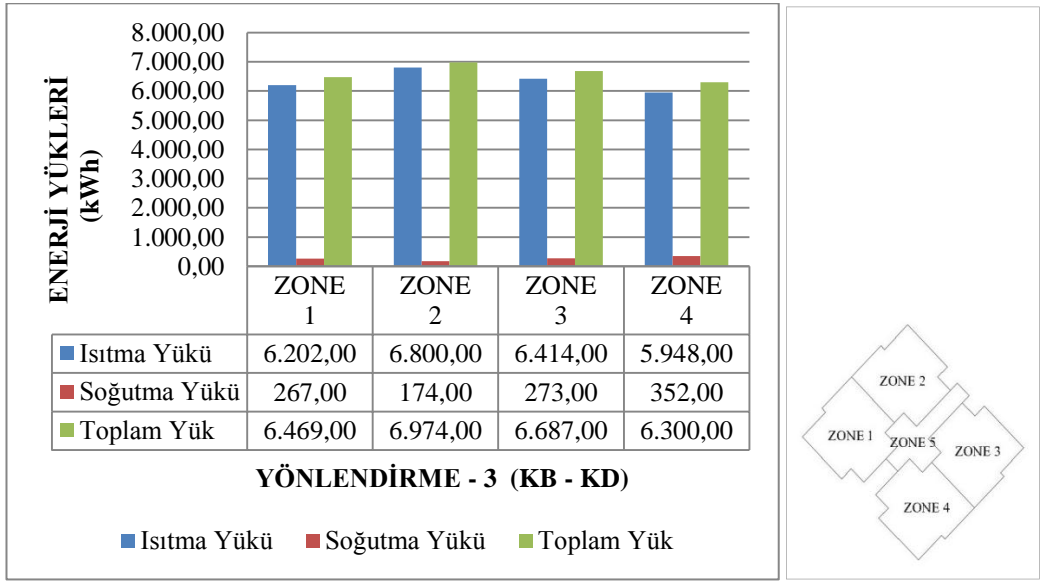
Şekil A.5 : İstanbul ilinde konutun 3 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtıl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



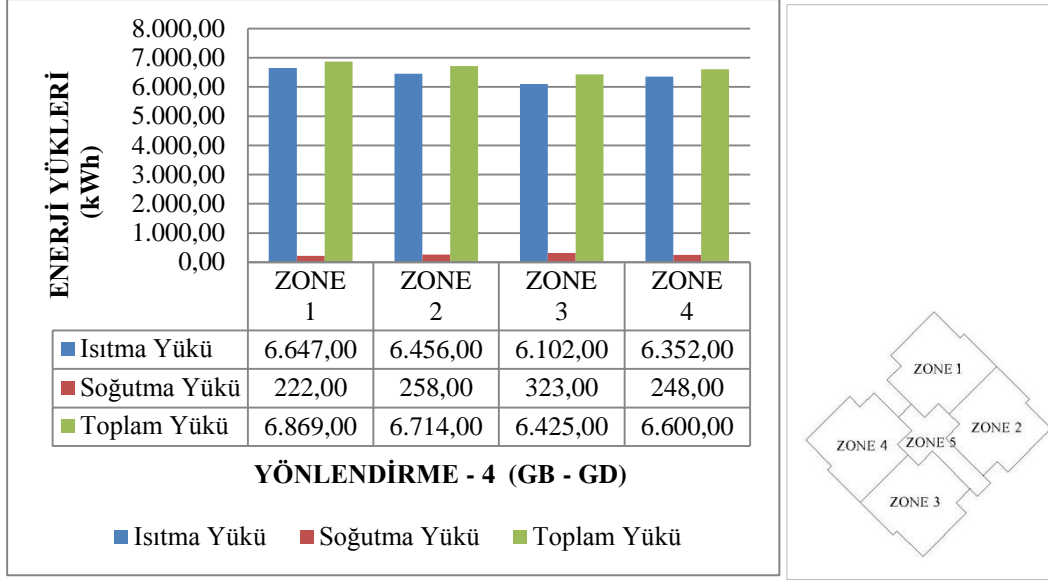
Şekil A.6 : İstanbul ilinde konutun 4 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtıl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



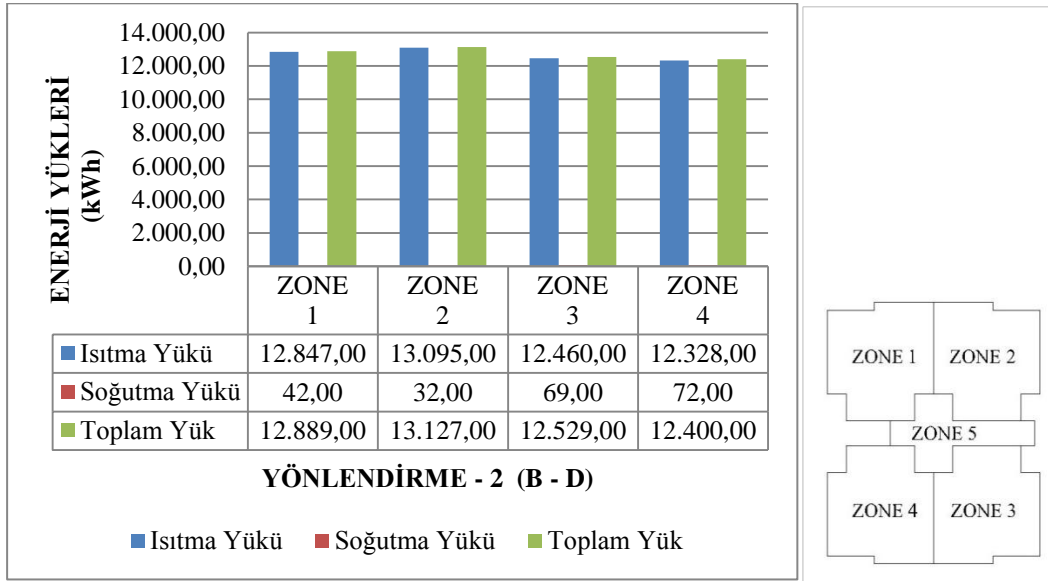
Şekil A.7 : Ankara ilinde konutun 2 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtma zonlarının sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



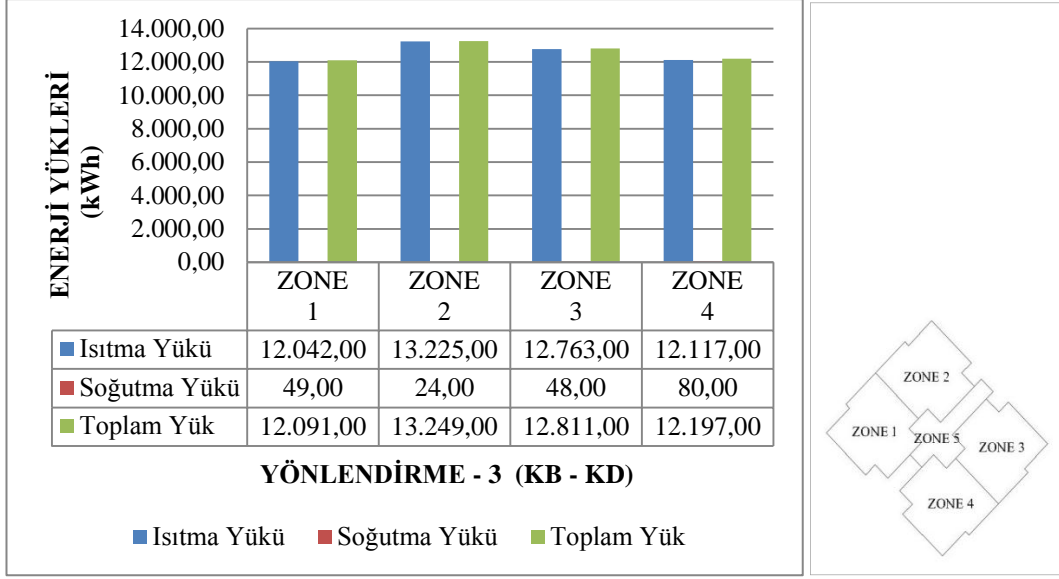
Şekil A.8 : Ankara ilinde konutun 3 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısıtma zonlarının sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



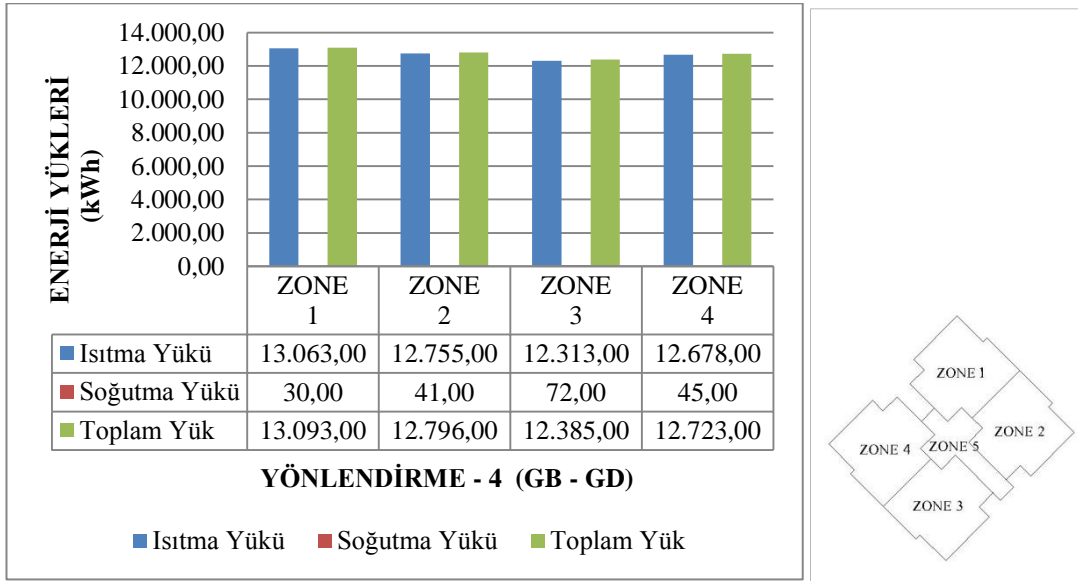
Şekil A.9 : Ankara ilinde konutun 4 numaralı yöne yönlendiğinde ısıtma zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil A.10 : Erzurum ilinde konutun 2 numaralı yöne yönlendiğinde ısıtma zonlarının sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

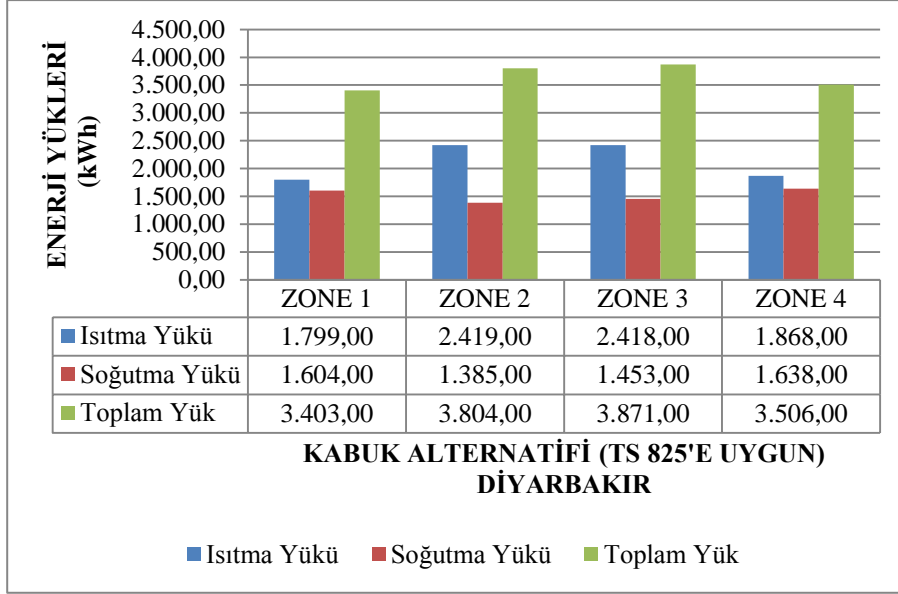


Şekil A.11 : Erzurum ilinde konutun 3 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısııl zonların sahip olduğu yıllık ısııtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

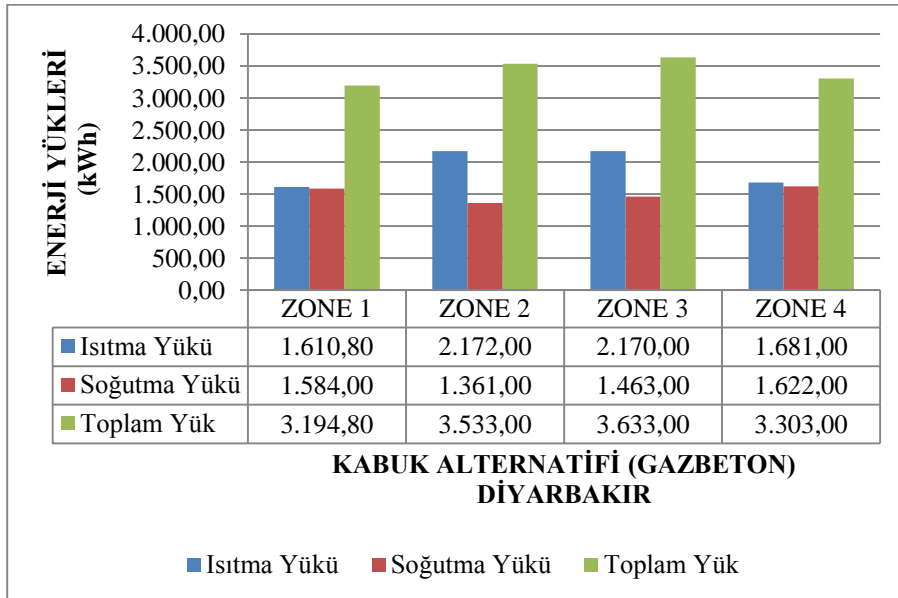


Şekil A.12 : Erzurum ilinde konutun 4 numaralı yöne yönlenmesi durumunda ısııl zonların sahip olduğu yıllık ısııtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

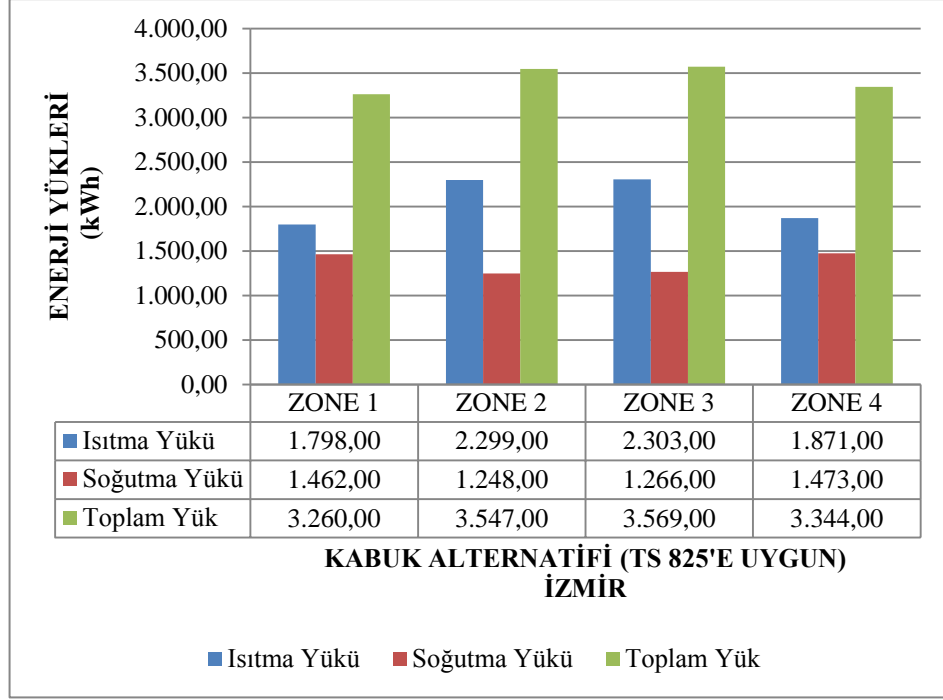
EK-B FARKLI KABUK ALTERNATİFLERİNE SAHİP ISIL ZONLARIN YILLIK ENERJİ GİDERLERİ



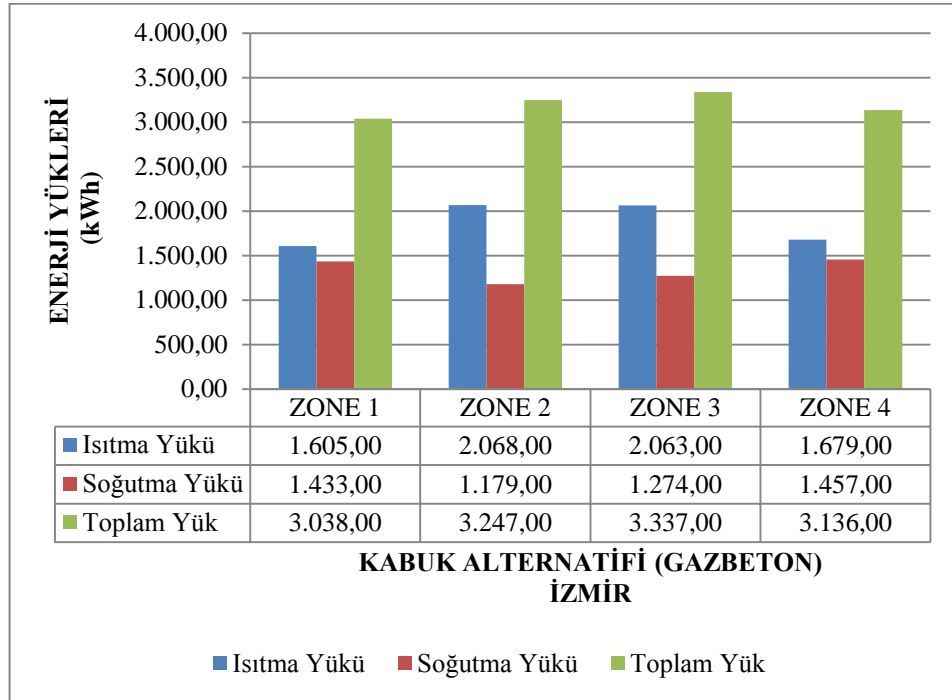
Şekil B.1 : Diyarbakır ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısıl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



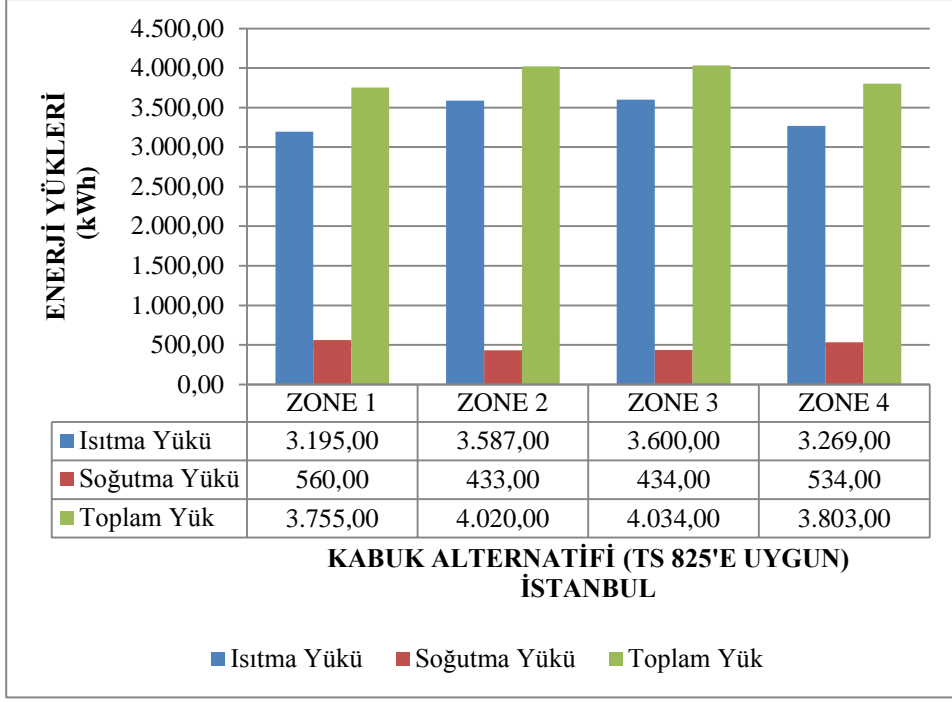
Şekil B.2 : Diyarbakır ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısıl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



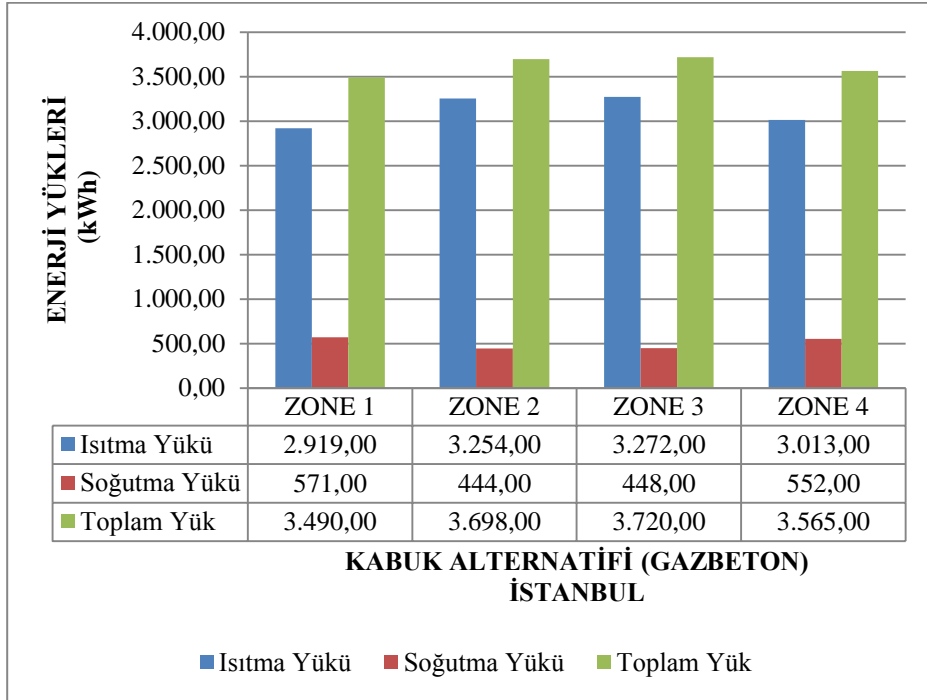
Şekil B.3 : İzmir ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



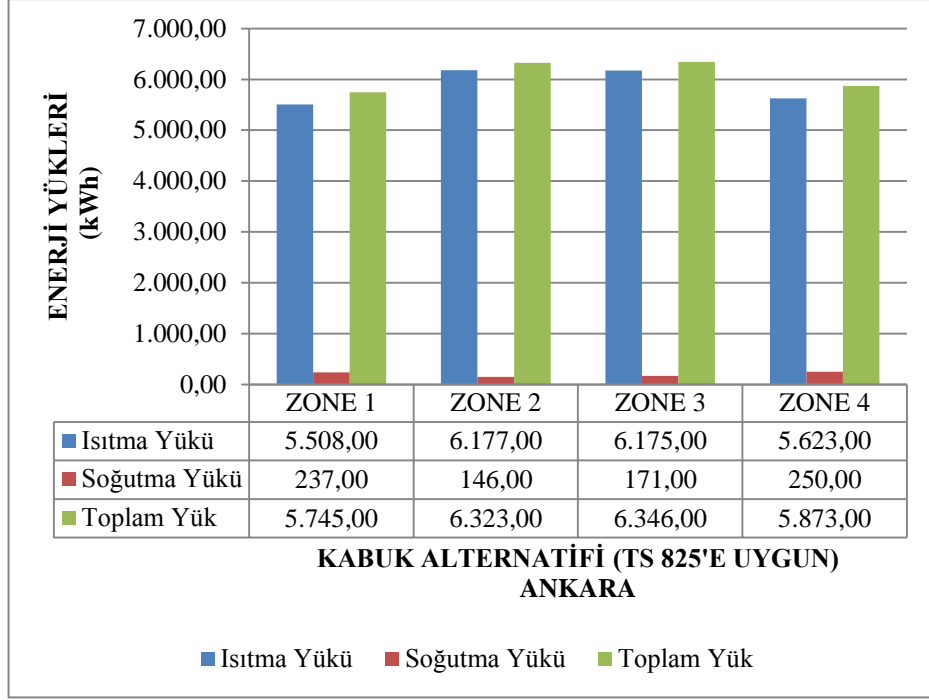
Şekil B.4 : İzmir ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



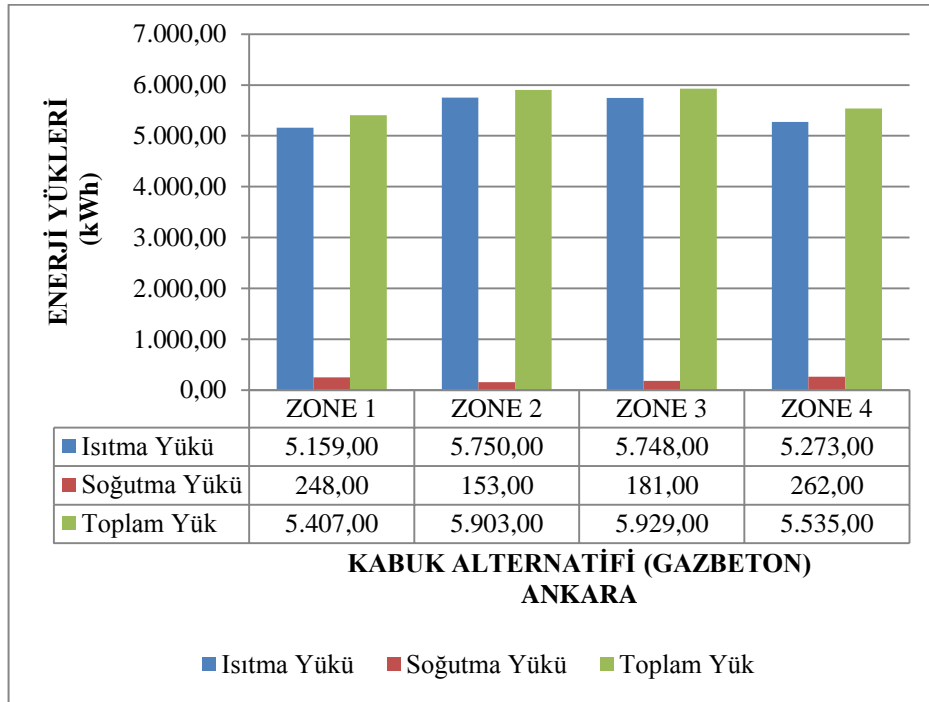
Şekil B.5 : İstanbul ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



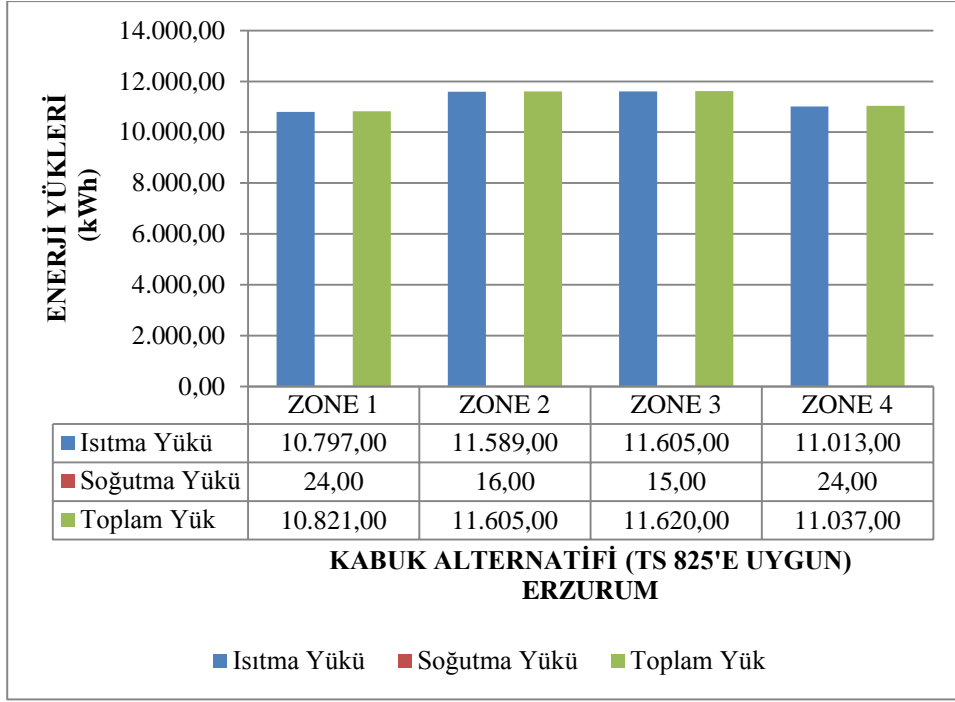
Şekil B.6 : İstanbul ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısı zonların sahip olduğu yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



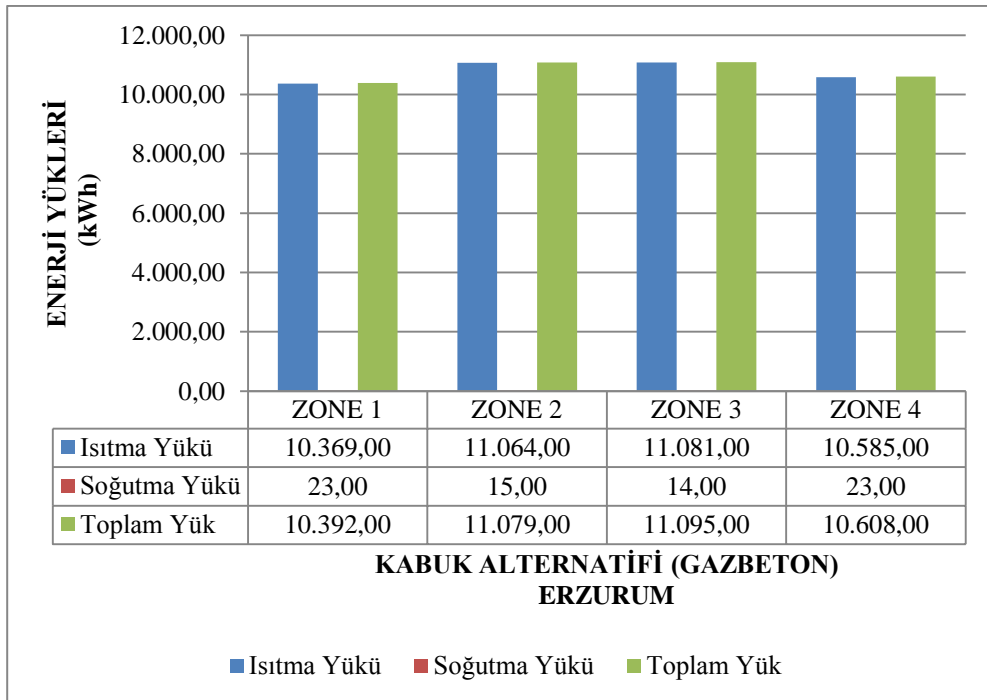
Şekil B.7 : Ankara ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısııl zonların sahip olduğı yıllık ısııtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil B.8 : Ankara ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısııl zonların sahip olduğı yıllık ısııtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil B.9 : Erzurum ilinde TS 825'e uygun kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısııl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.



Şekil B.10 : Erzurum ilinde betonarme karkas sistemli gazbeton duvar kabuk alternatifinin uygulanmasıyla ısııl zonların sahip olduğı yıllık ısıtma, soğutma ve toplam enerji yükleri.

EK-C BİNA ENERJİ SİMÜLASYON PROGRAMI DESIGNBUILDER

Bina simülasyon programlarından biri olan Designbuilder programı, Energy Plus programının bir arayüzü olarak çalışmaktadır. Program yapının 3 boyutlu olarak modellenebilmesine olanak sağlamaktadır. Sahip olduğu geniş yapı malzemesi ve bileşeni veritabanı ile kullanıcıya kolaylık kazandırmaktadır [26,27].

Energy Plus programı, proje aşamasındaki binaların veya mevcut binaların saatlik, günlük, aylık ve yıllık zaman dilimlerinde ısıtma, soğutma ve havalandırma yüklerinden kaynaklanan enerji tüketimlerini, dinamik olarak hesaplayan bir simülasyon programıdır.

Energy Plus programı, DOE2 ve BLAST simülasyon programları temel alınarak geliştirilmiş, yüksek hesaplama kapasitesine sahip bir programdır. Bu program sayesinde tasarım aşamasında olan yeni binaların veya iyileştirilmesi düşünülen mevcut binaların enerji performansı, inşaat aşamasından önce görülebilmektedir. Buna bağlı olarak uzman kişi olası senaryoların hepsini test ederek proje için en uygun olan senaryoyu tespit edebilmektedir [28].

Aşağıdaki adımlar sırasıyla takip edilerek bina simülasyonu yapılmıştır;

1. Genel Proje Bilgileri

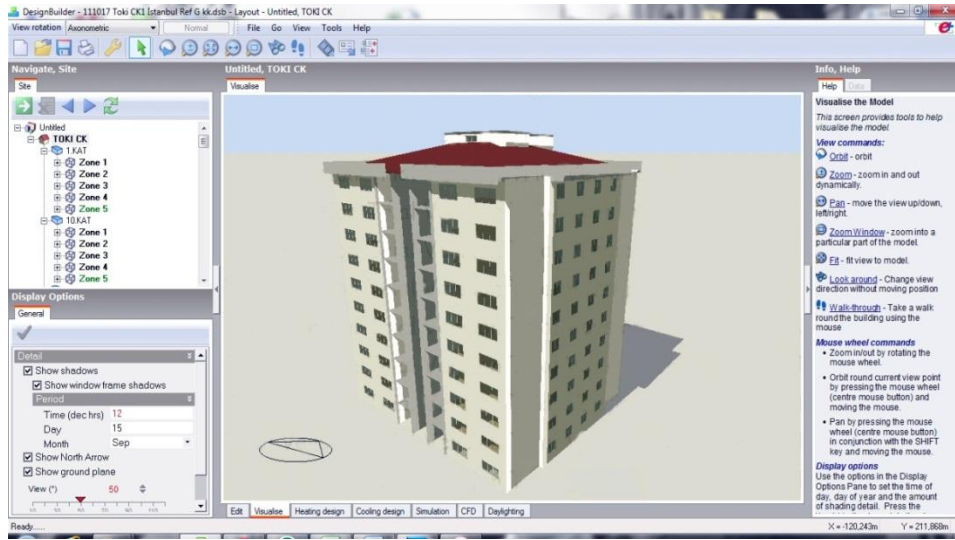
Model geometrisini oluşturmadan önce proje ile ilgili genel bilgiler belirtilmelidir. Projenin ismi, binanın türü, kullanım tipi ve binanın inşa edileceği yer ile ilgili bilgiler girilmelidir. Buna bağlı olarak bölgenin hava dosyaları (*.iwec) modelleme dosyasına yüklenir. İlk olarak aydınlatma miktarı, strüktür sistemi, doğal havalandırma, ısıtma ve soğutma türleri ile ilgili bilgiler genel olarak belirtilir. Sonraki aşamalarda bütün yapı elemanları ve hacimler ile ilgili detaylar ve alternatifler oluşturulur.

2. Model Geometrisinin Oluşturulması

Designbuilder programı AutoCAD (*.dxf) ile hazırlanmış iki boyutlu çizimlerin programın kendi bünyesine aktarılmasını mümkün kılmaktadır. İki boyutlu planlardan yararlanılarak;

- bina formu,
- binanın döşemeden döşemeye kat yüksekliği,
- çatı tipi, çatı eğimi ve saçak uzunluğu,
- binanın yönlendiriliş durumu,

gibi bina parametreleri model geometrisinin oluşturulması aşamasında tanımlanmıştır. Şekil C.1’de model geometrisi görülmektedir.



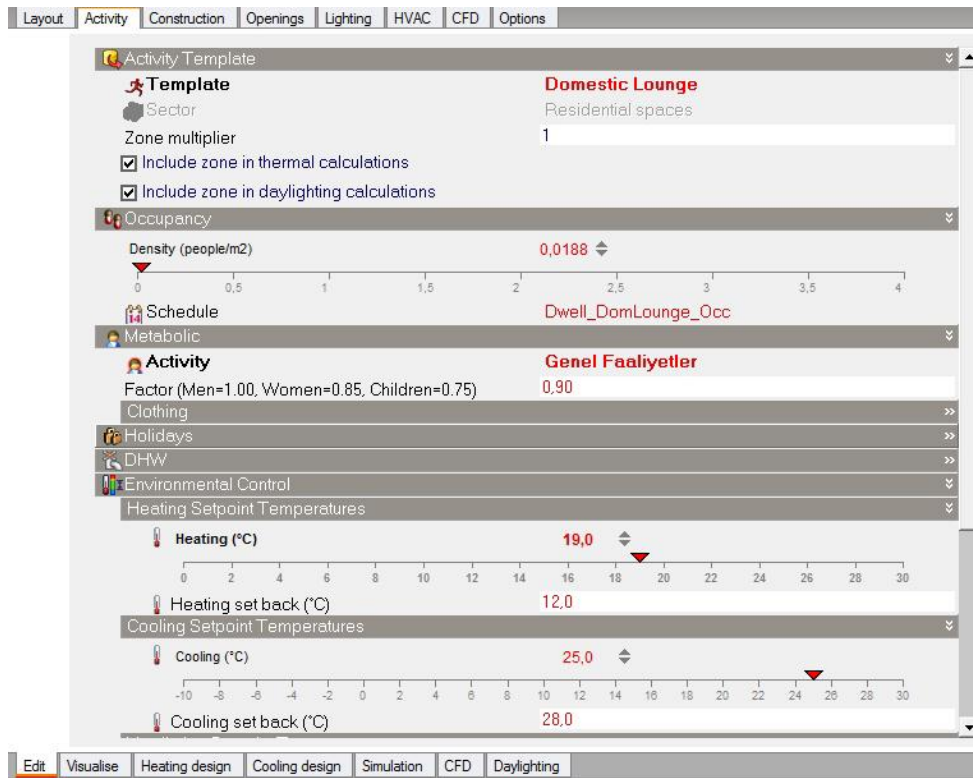
Şekil C.1 : Model geometrisinin oluşturulması.

3. Bina Kullanımı ve Isıl Zonlar için Fonksiyon Tanımlaması

Model geometrisi oluşturulduktan sonra iç duvarların çizilmesiyle hacimler oluşturulmuştur. Her bir hacim farklı ısııl zonları oluşturmaktadır. Isıl zonlara kullanıcı fonksiyonlarının tanımlaması yapılırak;

- Mekanı kullanan maksimum insan sayısı,
- Kullanıcıların yapmış olduğu aktiviteye bağlı olarak kullanıcılardan kaynaklanan iç kazanç değeri,
- İç mekan konfor sıcaklıkları,

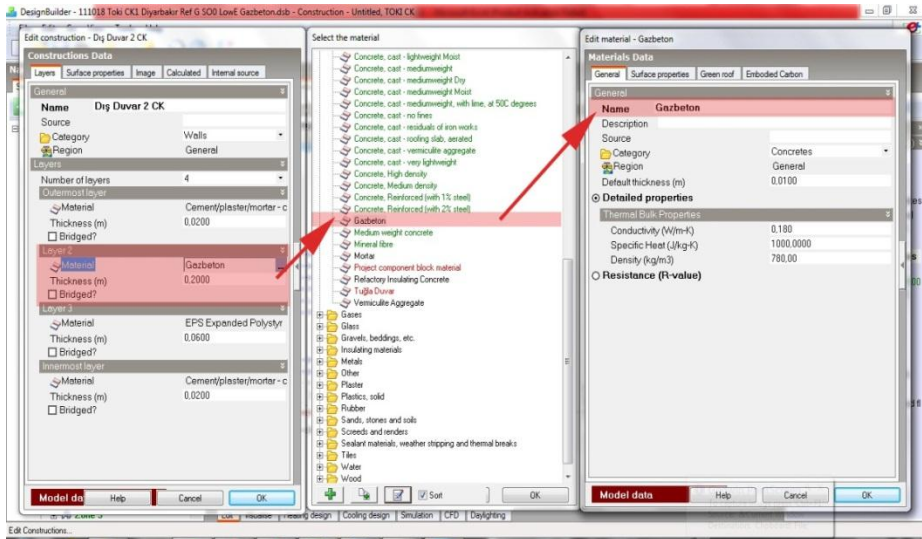
gibi yukarıda belirtilmiş olan veriler programa girilmiştir. Program, hacme girilen kullanıcı fonksiyonu tipine göre, mekanların kullanıldığı ve kullanılmadığı zaman aralıklarına bağlı olarak yapay aydınlatma, ısıtma ve soğutma sistemleri için yukarıda belirtilmiş olan parametrelere, standartlara bağlı olarak değer vermektedir.



Şekil C.2 : Isıl zonlar için fonksiyon tanımlaması.

4. Bina Kabuğunun ve Malzeme Bilgilerinin Tanımlanması

Bina kabuk detayıyla ilgili olarak programın malzeme kütüphanesinde mevcut geniş bir malzeme veritabanı bulunmaktadır. Eğer kütüphane bünyesinde isteğe uygun bir malzeme mevcut değilse, istenilen malzemenin özellikleri programa tanıtılıp kütüphaneye eklenmesi mümkündür. Yeni bir malzeme eklenmesi halinde malzemeyle ilgili olarak malzemenin yoğunluğu, ısı iletkenlik katsayısı, özgül ısı ve kalınlık gibi özelliklerinin belirtilmesi gerekmektedir. Ayrıca önceden hazırlanmış farklı kabuk sistemleri kütüphanede mevcut olup, istenildiği takdirde yeni kabuk sistemleri (iç ve dış duvarlar, döşemeler vs.) kalınlıklarıyla birlikte kütüphaneye eklenebilmektedir. Bina kabuğunun ve malzeme bilgilerinin Designbuilder programında tanımlanmasına ait yöntem şekil C.3'te görülmektedir.



Şekil C.3 : Bina kabuğunun ve malzeme bilgilerinin tanımlanması.

5. Açıklıkların Belirlenmesi ve Malzeme Bilgilerinin Tanımlanması

Pencereler oluşturulurken iki seçenek bulunmaktadır. İlk seçenek pencere alanının bütün cepheye oranı belirlenmesidir. İkinci bir seçenek ise iki boyutlu çizimlerden yararlanarak pencerenin gerçek konumu referans alınarak tam ölçüleriyle oluşturulmasıdır.

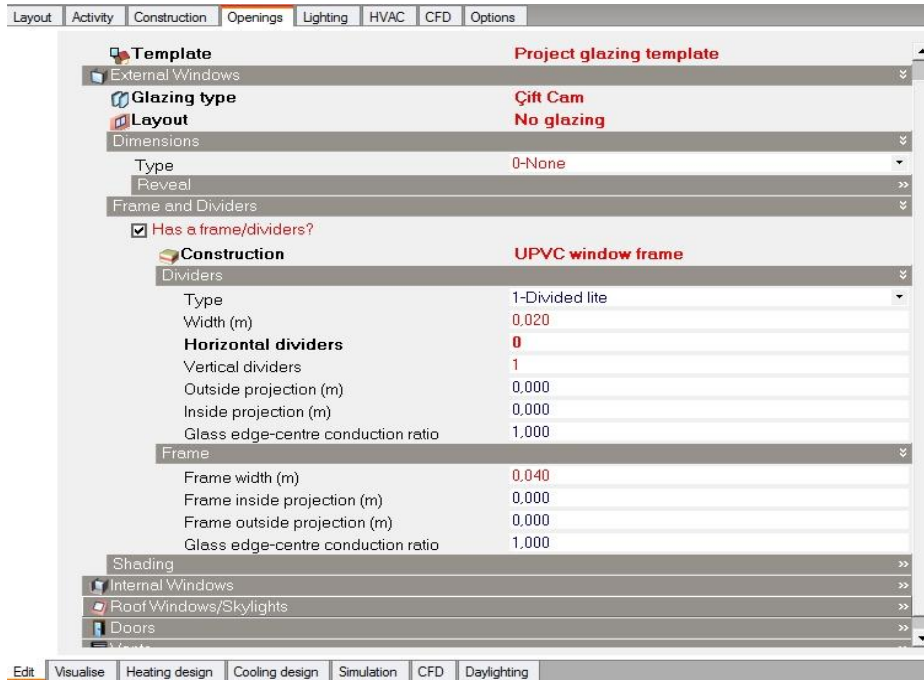
Cam türünün belirlenmesi. (Programın kendi kütüphanesinden cam tipleri belirlenebilmektedir. İstenildiği takdirde termofiziksel ve optik özellikleri ile ilgili değerler girilip yeni cam tipleri oluşturulabilmektedir.)

Çerçeve türünün belirlenmesi. (Çerçevenin dikey ve yatay bölücü adedi ve kasa boyutları belirtilebilmektedir.)

Kapılar oluşturulurken kasa ve kanatların türü ve boyutları belirtilmelidir.

Doğal havalandırmanın sağlanması için, kullanıcı fonksiyonu türü, pencerelerin açık veya kapalı durumda olduğu zaman dilimlerini belirlemektedir.

Açıklıkların ve açıklıklara ait malzeme bilgilerinin tanımlanmasına ait veri girişi örneği şekil C.4'te belirtilmiştir.



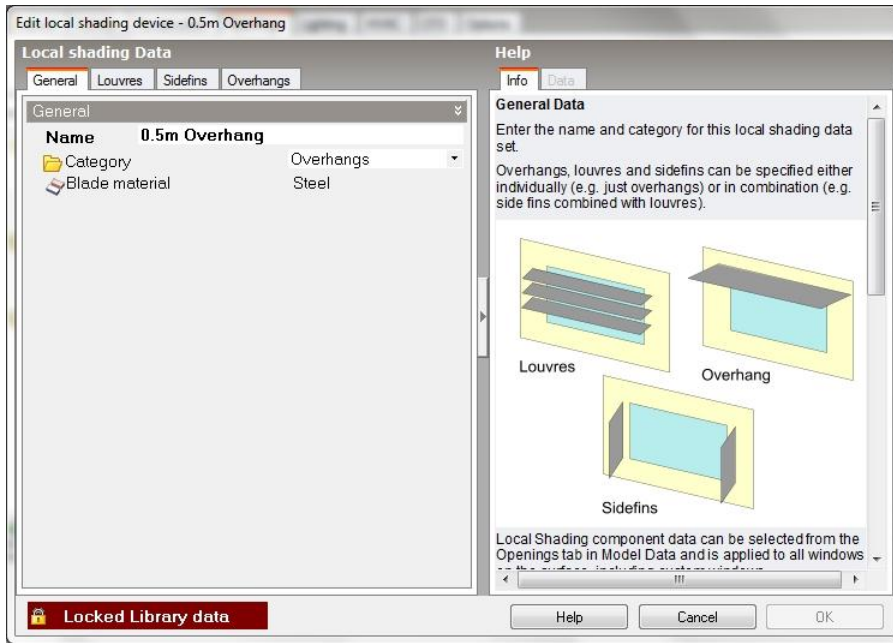
Şekil C.4 : Açıklıkların ve açıklıklara ait malzeme bilgilerinin tanımlanması.

6. Gölgeleme Elemanları

Gölgeleme elemanları oluşturulurken;

- Gölgeleme elemanı türünün belirlenmesi (yatay, dikey gölgeleme elemanları vs.),
- Hacim içerisinde bulunan gölgeleme elemanları mevcut ise belirtilmesi,
- Gölgeleme elemanlarının duvarla olan açıları, duvara olan uzaklıkları ve boyutlarının belirlenmesi,
- Gölgeleme elemanını oluşturan malzeme türünün (ahşap, metal vs.) seçilmesi,

gibi yukarıdaki özellikler belirtilmelidir. Şekil C.5'te gölgeleme elemanlarının belirlenmesine ait veri girişi görülmektedir.



Şekil C.5 : Gölgeleme elemanlarının belirlenmesi.

7. Aydınlatma ve Mekanik Sistemlerinin (HVAC) Belirlenmesi

Isıtma, soğutma ve sıcak su sistemleri için kullanılan yakıt türünün belirlenmesi gerekmektedir.

Doğal havalandırma için minimum hava akış miktarı belirtilmelidir.

Doğal havalandırmaya ek olarak mekanik havalandırma sistemi varsa belirtilmelidir.

Tüm bu sistemlerde kullanım türü ve kullanım süresi belirtilmelidir. Girilen verilerin aksi belirtilmedikçe tüm sistem değerleri ASHRAE 90.1 ile uyumludur.

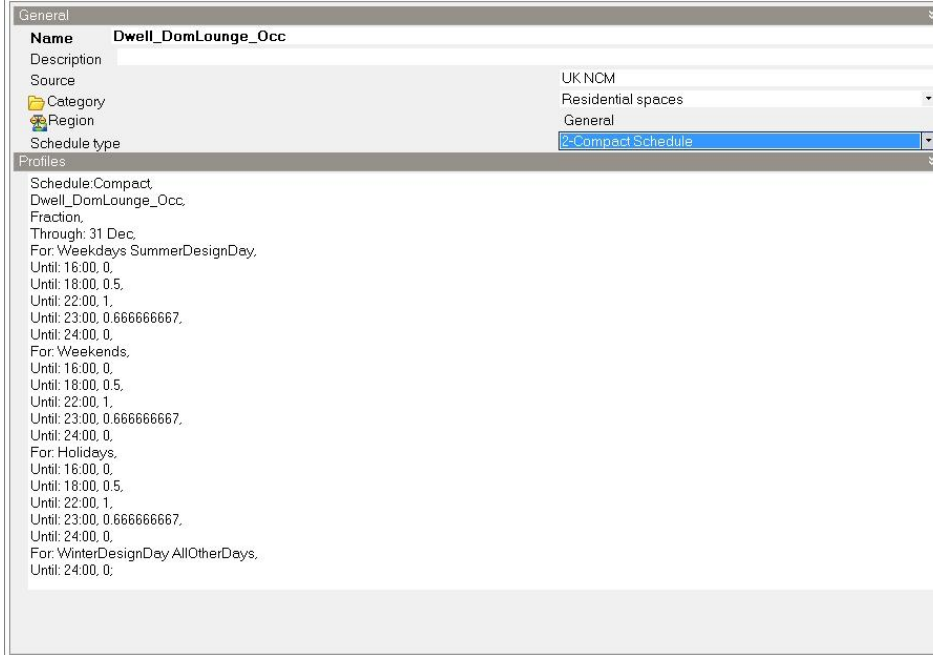
Yapay aydınlatma için metrekare başına düşen watt miktarı belirtilmelidir. Yapay aydınlatmanın istendiği saat aralıkları için program oluşturulmakta ve aydınlatma kontrolü uygulanmaktadır. Şekil C.6'da ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemlerine ilişkin veri girişi görülmektedir.

System	Setting	Value
Heating	Heated	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fuel	2-Natural Gas
	Heating system CoP	0,650
	Type	
Cooling	Cooled	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fuel	1-Electricity from grid
	Cooling system CoP	4,500
	Supply Air Condition	
DHW	On	<input checked="" type="checkbox"/>
	DHW Template	Project DHW
	DHW CoP	0,8500
	Fuel	2-Natural Gas
Water Temperatures	Delivery temperature (°C)	65,00
	Mains supply temperature (°C)	10,00
	Operation	
Natural Ventilation	On	<input checked="" type="checkbox"/>
	Outside air definition method	1-By zone
	Outside air (ac/h)	3,000

Şekil C.6 : Aydınlatma ve mekanik sistemlerin belirlenmesi.

8. Kullanım Dönem ve Saatlerinin Belirlenmesi

Kullanım saat ve dönemleri ile ilgili olarak Designbuilder programının kendi veritabanı bulunmaktadır. Binanın fonksiyonuna göre kullanım tipi ve kullanım saatleri belirlenmektedir. Aksi istendiği takdirde kullanımın istendiği veya istenmediği zaman aralıkları oluşturulabilir ve kütüphane bünyesine eklenebilir.



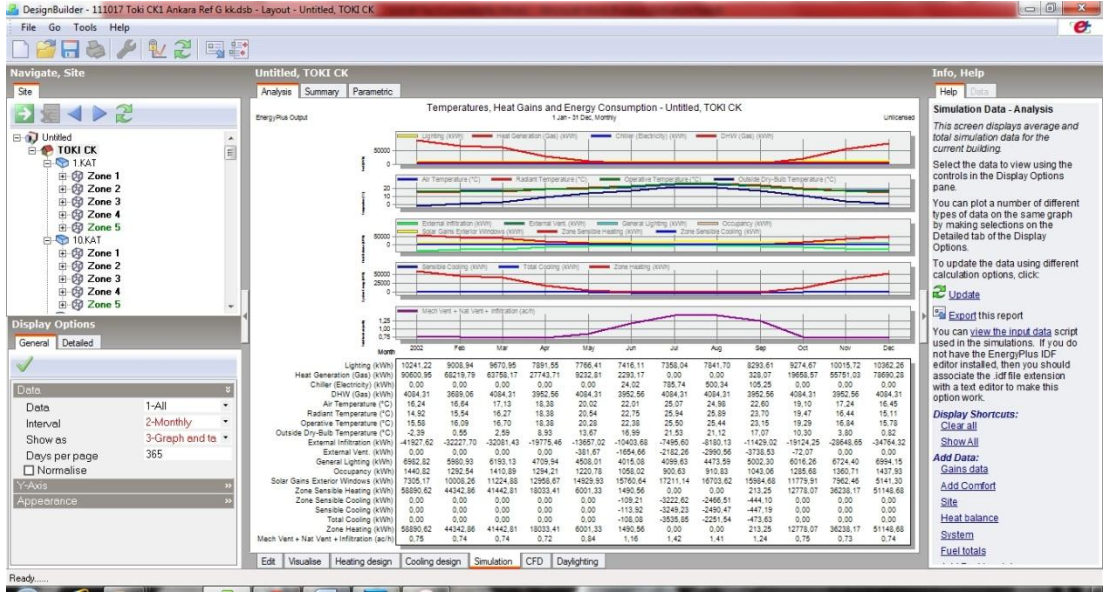
Şekil C.7 : Kullanım dönem ve saatlerinin oluşturulması.

9. Simülasyonların Uygulanması ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Önceden tanımlanmış olan binanın farklı durumlardaki simülasyonları yapılabilmektedir. Yapılan simülasyonlardan alınan sonuçlar Excel programına aktarılıp düzenlenmiştir.

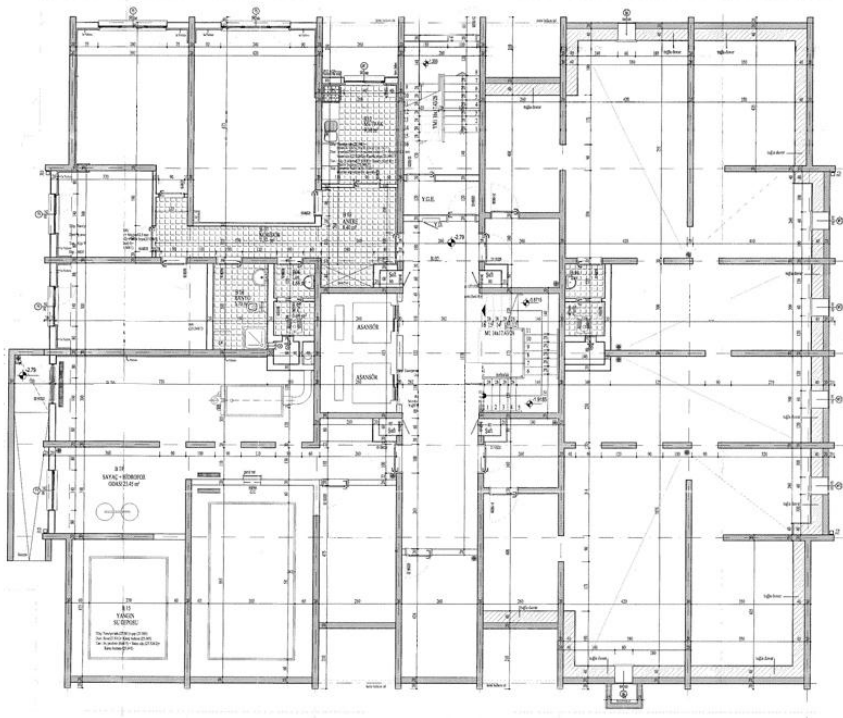
Simülasyonun yapılacağı gün aralıkları belirtilebilmektedir. Yıllık, aylık, günlük ve saatlik raporlar şeklinde çeşitli grafiklere aktarılmaktadır. Program enerji yüklerinin hesaplanmasının yanı sıra hesaplamalı akışkanlar dinamiği hesabı ve günışığı düzeylerinin hacim içerisindeki hesaplamalarını da yapabilmektedir.

Elde edilen farklı simülasyon sonuçları, karşılaştırmalı olarak aylık ve yıllık raporlar halinde sunulmuştur. Şekil C.8'de programa ilişkin simülasyon sonuçlarına ilişkin örnek bulunmaktadır.

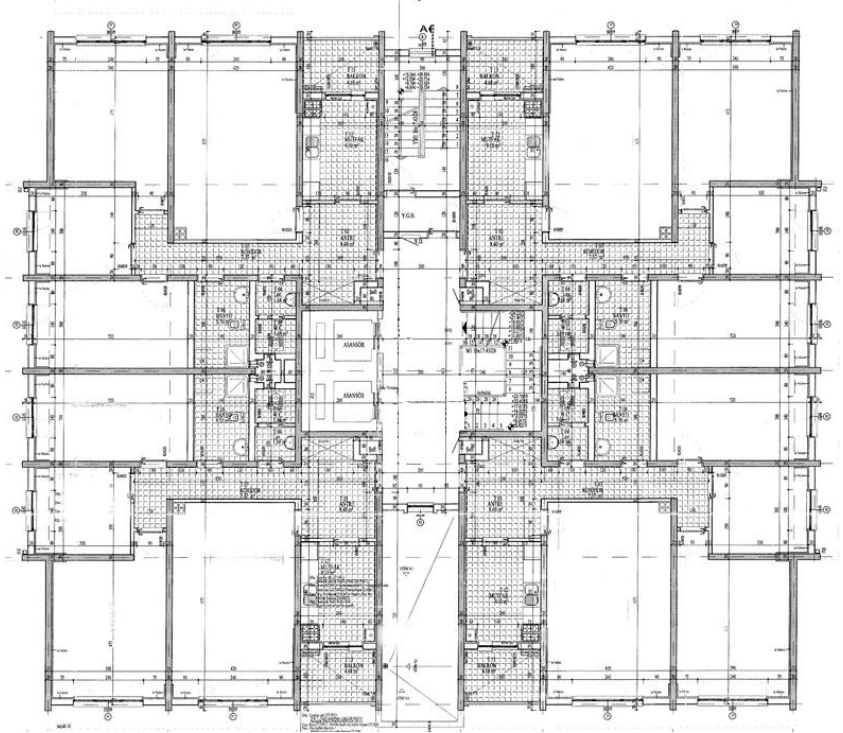


Şekil C.8 : Simülasyonların uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi.

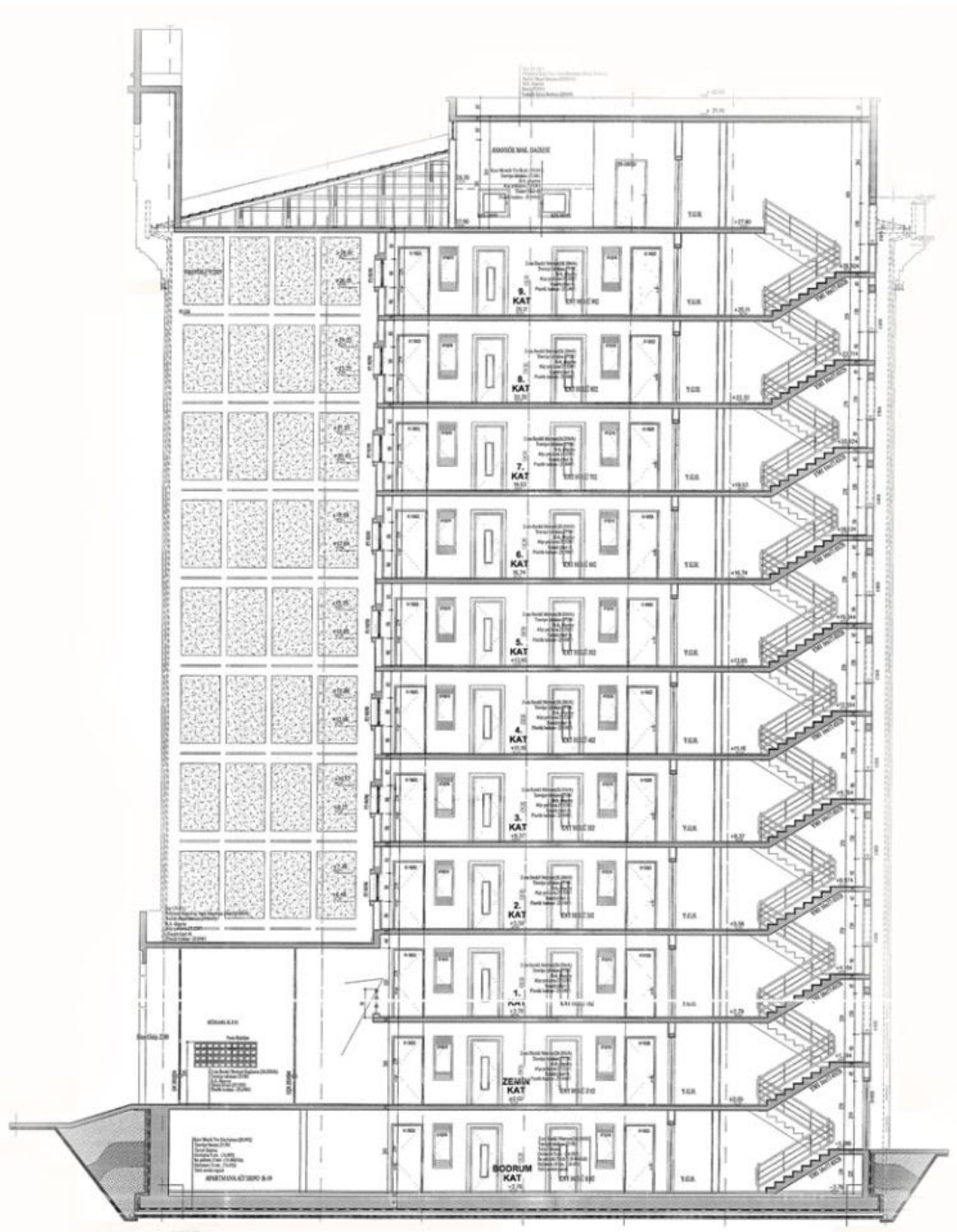
EK-D TOKİ C TİPİ KONUTA AİT PLAN, KESİT VE GÖRÜNÜŞLER



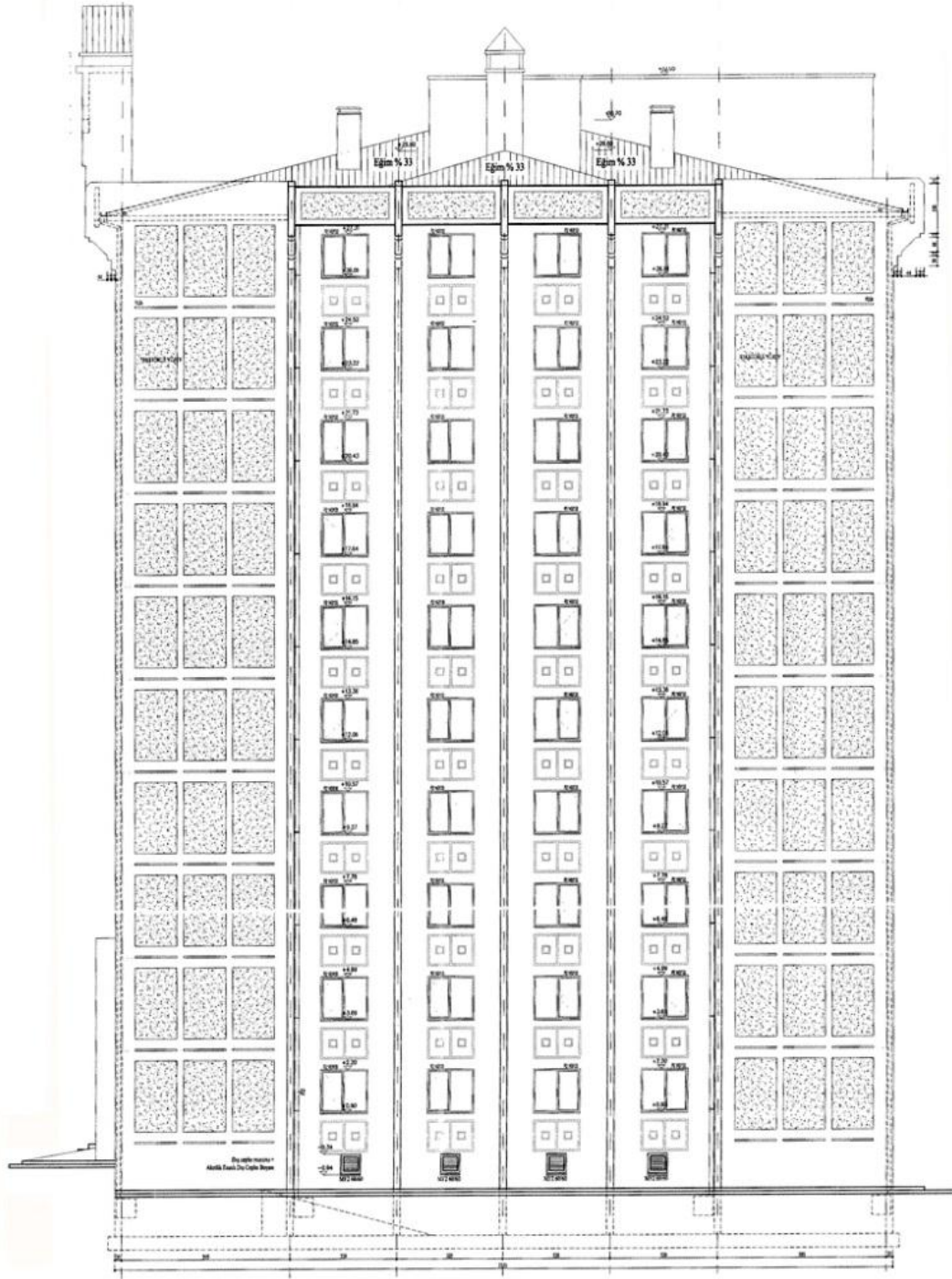
Şekil D.1 : Bodrum kat planı



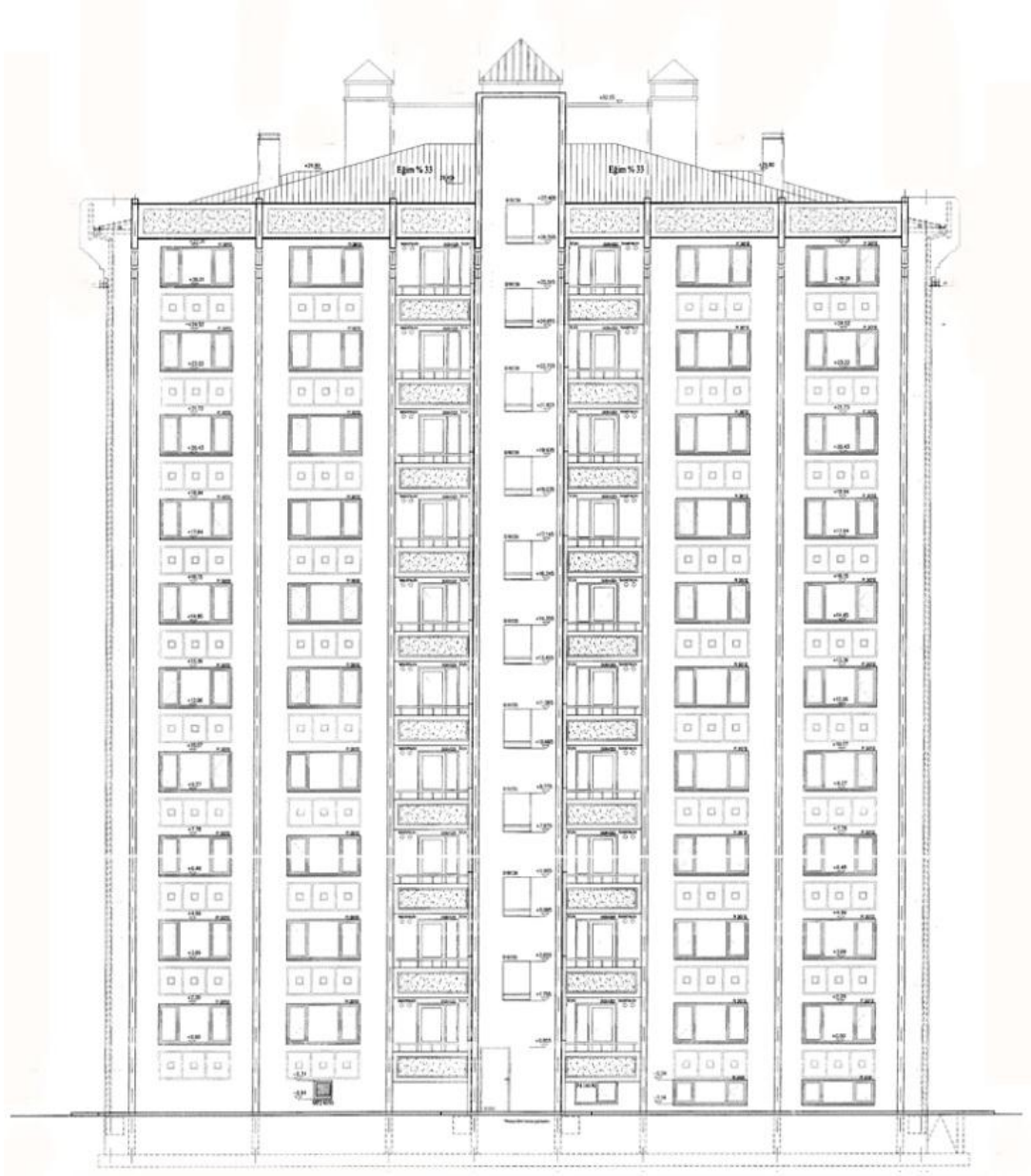
Şekil D.2 : Normal kat planı



Şekil D.3 : B-B kesiti



Şekil D.4 : Yan cephe görünüşü



Şekil D.5 : Arka Cephe Görünüşü

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Başar Ünsal

Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara, 1986

E-posta : Archbasar@gmail.com

Lisans : Trakya Üniversitesi

Yüksek Lisans : Politecnico di Milano