

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE ÇİFT KABUK  
CAM CEPHE SİSTEMLERİNİN TASARIMI İÇİN  
KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM**

**Ebru ALAKAVUK**

**HAZİRAN, 2010**

**İZMİR**

**SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE ÇİFT KABUK  
CAM CEPHE SİSTEMLERİNİN TASARIMI İÇİN  
KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Doktora Tezi  
Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı**

**Ebru ALAKAVUK**

**HAZİRAN, 2010  
İZMİR**

## DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**EBRU ALAKAVUK**, tarafından **YARD. DOÇ. DR. ABDULLAH SÖNMEZ** yönetiminde hazırlanan “**SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE ÇİFT KABUK CAM CEPHE SİSTEMLERİNİN TASARIMI İÇİN KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

.....  
Yard. Doç. Dr. Abdullah SÖNMEZ

\_\_\_\_\_  
Danışman

.....  
Doç. Dr. Dilek KUMLUTAŞ

\_\_\_\_\_  
Tez İzleme Komitesi Üyesi

.....  
Yard. Doç. Dr. Cengiz YESUGEY

\_\_\_\_\_  
Tez İzleme Komitesi Üyesi

.....  
Doç. Dr. Aslıhan TAVİL

\_\_\_\_\_  
Jüri Üyesi

.....  
Yard. Doç. Dr. Müjde ALTIN

\_\_\_\_\_  
Jüri Üyesi

.....  
Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŐEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında ve tez çalıŐmalarında, yardımlarıyla destek olan ve çalıŐmalarımı yönlendiren tez danışmanım Yard. Doç. Dr. Abdullah Sönmez'e teŐekkürü bir borç bilirim. Tez alıŐmaları süresince yardımlarını esirgemeyen, özellikle de tez izlemesi sırasında değerli görüşlerini paylaşarak katkıda bulunan tez izleme komite üyeleri Doç. Dr. Dilek Kumlutaş'a ve Yard. Doç. Dr. Cengiz Yesügey'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Tezimin yazımı asamasında her an bana büyük bir sabırla destek olan arkadaşım Yard. Doç. Dr. Ecehan ÖZMEHMET'e, ve son olarak, her türlü sıkıntımı paylaŐtığım, varlıklarıyla güç bulduğum sevgili aileme: biricik annem Őansel KOCAMAN'a, kızı olmakla her zaman onur duyduğum babam Arslan KOCAMAN'a, dert ortağım abim Altar Murat KOCAMAN'a, hayat arkadaşım, değerli eŐim İsmail ALAKAVUK'a ve uslu durarak bana yardım eden, canım oğlum Mert'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Ebru ALAKAVUK

## SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE ÇİFT KABUK CAM CEPHE SİSTEMLERİNİN TASARIMI İÇİN KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

### ÖZ

Soğuk iklim tipine sahip olan bölgelerde, yaygın kullanım alanı bulmuş olan çift kabuk cephe sistemleri, binanın enerji performansını arttırmaktadır. Soğuk iklim tipine göre tasarlanmış olan çift kabuk cephe sistemlerinin, aynı şekilde sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde uygulanması olumlu sonuçlar vermez. Soğuk iklim tipine sahip bölgelerde, cam giydirme cephe kullanılmasında karşılaşılan en önemli problem; cam bileşen üzerinden olan ısı kaçıışı olduğu için, binanın içinde ısıtılan havanın dış ortama kaçışını engellemek üzere önlemler alınmış ve bileşen kombinasyonları belirlenmiştir. İç mekandaki ısıtılan havanın dış mekana geçişini engelleyen low-E kaplamalı camlar tercih edilmiştir. Kış aylarında, iç mekânın ısıtılmasında kullanılmak üzere güneş ışınlarının içeriye girmesine olanak sağlayan şeffaf cam bileşenler tercih edilmiştir.

Sıcak iklim tipine sahip bölgelerde, cam giydirme cephe kullanımından kaynaklanabilecek en önemli problem, yaz aylarında binanın aşırı ısınması ve bundan dolayı iç mekanda sera etkisinin ortaya çıkmasıdır. Bu bölgelerde çift kabuk cephe tasarımı yapılırken, yaz aylarında yoğun güneş ışınlarının binanın içine alınmasını engelleyecek elemanların kombinasyonu kullanılmalıdır. Güneş kontrol elemanı, güneş kontrol camları ve güneş kontrol camlarıyla Low-E kaplamalı camların birarada kullanıldığı bileşenler, güneş ışınlarının iç mekâna girişinde kısıtlayıcı önlemler olarak kullanılabilir.

Sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde, fazla kullanım alanı bulamamış olan çift kabuk cephelerin, performans değerleri üzerinde çalışmalar az miktardadır. Bu bağlamda; binanın aşırı ısınmasının önlenmesi için, çift kabuk cam cepheyi oluşturan elemanların seçiminin doğru yapılması, cephe sisteminde yerinin doğru belirlenmesi ve binanın doğru yönde konumlandırılması gerekmektedir. Doğru çözümlere

ulaşabilmek için, farklı alternatiflerin kullanılmasıyla elde edilecek sonuçlar bu çalışmada ortaya konulmuştur.

Çift kabuk cepheyi oluşturabilecek bileşenlerin kombinasyonları oluşturup, bu elemanların kullanımıyla elde edilen cephelerin U değerleri (ısı iletim katsayısı) hesaplanmıştır. Belirlenen ift kabuk cephe sistemleri, öncelikle tek hacimli bir binaya uygulanmıştır. Tek hacimli binada, farklı cephelere uygulanmış olan cephe sistemlerinin ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi belirlenirken, önce sadece tek bir cepheye, sonra iki cepheye, sonra üç cepheye ve dört cepheye de uygulanarak çift kabuk cephe sisteminin bina enerji performansına etkisi belirlenmiştir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında; çift kabuk cephe sistemi dört farklı plan tipindeki binanın tek bir cephesine uygulanarak, bina saat yönünde 15°'lik açılarla döndürölmüştür. Böylelikle ift kabuk cepheli binanın formunun ve yönlendirilmesinin, enerji yüklerine etkisi belirlenmiştir. Çalışmanın bir sonraki aşamasında yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen ısıtma ve soğutma yük değerleri ölçeklenerek, değer verilmiştir. Bu çalışmayla; çift kabuk cephe sisteminde kullanılabilircek bileşenlerin ve bina yönlendirmesinin binanın enerji yüklerine etkileri hakkında fikir sahibi olunması sağlanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** ift kabuk cephe, enerji, enerji yükleri

# **A DESIGN APPROACH FOR THE DOUBLE SKIN GLASS FACADE SYSTEMS IN HOT CLIMATIC REGIONS**

## **ABSTRACT**

The existing buildings that have double skin facades are mostly built in cold countries. The energy performances of buildings in hot climates are not well known. To have an opinion about the performances of buildings with double skin facades, in this thesis a design approach for the double skin facades is proposed. In the proposed method, firstly facades components calculations are done with WIS programme. The effects of components, on the facades' U values are brought out. Secondly, the calculations are done for a building with only one zone. Double skin facade is applied to the various elevations of the building. The cooling and heating energy loads of the building are calculated by using Ener-Win programme.

The study, which proposes an approach to the design of double skin facades in hot climatic regions, consists of six chapters.

In the first chapter, the subject, description of the problem, aim of the study and method of the study is explained.

In the second chapter, double skin facade systems are described, historical development and the classifications that are done till now are explained.

In the third chapter, approaches for the design of double skin facades and studies that are made about them are explained.

In the fourth chapter, a new approach for the design of double skin facades is explained.

In the fifth chapter, approach for the design of double skin facade is applied to buildings in Izmir.

In the sixth chapter, which is the conclusion, the outputs of approach for the design of double skin facades in hot climatic regions are discussed.

**Keywords:** double skin facade, energy, energy loads.



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜRLER.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi

### **BÖLÜM BİR – GİRİŞ..... 1**

1.1 Problemin Tanımı.....	2
1.2 Tezin Amacı .....	2
1.3 Tezin Yöntemi.....	3
1.3.1 Çift Kabuk Cepheyi Oluşturan Bileşenlerin Parametrik Olarak İncelenmesi.....	3
1.3.2 Çift Kabuk Cephenin Binaya Uygulanması.....	4

### **BÖLÜM İKİ – ÇİFT KABUK CEPHE KAVRAMI, TARİHSEL GELİŞİMİ VE SINIFLANDIRILMASI.....6**

2.1 Çift Kabuk Cephe Kavramı.....	6
2.2 Çift Kabuk Cephelerin Tarihçesi.....	9
2.3 Çift Kabuk Cephelerin Sınıflandırılması.....	14
2.3.1 Tek Kabuk Cepheler.....	15
2.3.2 Çift Kabuk Cepheler.....	15
2.3.2.1 Kutu Pencereler.....	21
2.3.2.2 Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cepheler .....	23
2.3.2.3 Kat Yüksekliğinde Çift Kabuk Cepheler.....	27
2.3.2.4 Şaft Cepheler.....	31
2.3.3 İklim Holleri.....	34
2.4 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Türkiye’deki Uygulanması.....	36

2.5 Bölümün Sonuçları.....	40
----------------------------	----

**BÖLÜM ÜÇ – ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİNİN TASARIMI İÇİN  
KULLANILIBİLECEK YÖNTEMLER VE MEVCUT  
ÇALIŞMALAR..... 41**

3.1 Çift Kabuk Cephe Sistemini İnceleyen Mevcut Çalışmalar.....	41
3.2 Çift Kabuk Cephe Sisteminin İncelenmesinde Kullanılabilecek Bilgisayar Programları.....	44

**BÖLÜM DÖRT – ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİNİN TASARIMI İÇİN  
KULLANILACAK YAKLAŞIM..... 46**

4.1 Bilgilerin Toplanması .....	48
4.1.1 İklim Verilerinin Belirlenmesi .....	48
4.1.2 Çift Kabuk Cephe Sisteminin Uygulanacağı Binanın Tanımlanması ....	50
4.2 Çift Kabuk Cephe Sistemini Oluşturan Elemanların Parametrik İncelenmesi .. .....	51
4.2.1 Kabuk Biçimlenmesi.....	51
4.2.2 Kabuk Bileşen Özellikleri.....	52
4.3 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Cephe Sayısının Ve Cephe Yönünün, Binanın Enerji Yükleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi.....	58
4.4 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Yönlendirilmesinin, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi.....	59
4.5 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Formunun, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi.....	60
4.6 Çift Kabuk Cephelerin Bağlı Değerlendirme Metodu İle Değerlendirilmesi. 61	
4.7 Bölümün Sonuçları .....	62

**BÖLÜM BEŞ – ÖNERİLEN YAKLAŞIMIN İZMİR İLİ'NE UYGULANMASI**  
..... **63**

5.1 Bilgilerin Toplanması .....	63
5.1.1 İzmir İli'nin İklim verilerinin Belirlenmesi.....	63
5.1.2 Çift Kabuk Cephe Sisteminin Uygulanacağı Ofis Binanın Tanımlanması.....	68
5.2 İzmir İli İklim Verilerine Göre Çift Kabuk Cephe Sisteminin Ofis Binasına Uygulanması.....	70
5.3 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Cephe Sayısının Ve Cephe Yönünün, Binanın Enerji Yükleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi.....	91
5.4 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Formunun, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi .....	98
5.5 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Yönlendirilmesinin, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi.....	99
5.6 Çift Kabuk Cephelerin Bağlı Değerlendirme Metodu İle Değerlendirilmesi.....	114
5.7 Bölümün Sonuçları .....	124

**BÖLÜM ALTI – SONUÇLAR.....175**

**KAYNAKLAR.....180**

**EKLER**

- EK A WIS 3.0.1 Programına Veri Yüklenmesi
- EK B Ener-Win Programına Veri Yüklenmesi
- EK C Çalışmada Kullanılan Cam Bileşenlerin Özellikleri

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Hızla gelişen malzeme özellikleri ve teknolojisine paralel olarak, cam giydirme cepheler de gelişim süreci içine girmiştir. Fosil kaynakların tükenmekte olduğu ve çevreye verdiği büyük zarar dikkate alınarak, cam giydirme cephelerin kullanımıyla kış aylarında meydana gelen ısı kayıpları, ve yaz aylarında meydana gelen aşırı birikmesi için çeşitli önlemler geliştirilmiştir. Geliştirilen önlemlerle beraber giydirme cephe sistemlerinde de değişim görülmektedir. Giydirme cephe sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılması, bina içindeki konforun sağlanmasına katkıda bulunur.

Cam giydirme cephe sistemlerinin kullanımından kaynaklanan, soğutma sezonunda bina içinde meydana gelen aşırı ısı birikmesine önlem olarak yapılan ilk uygulamalarda cephe tabakası üzerine ek elemanlar yerleştirilmiştir. Kullanılmış olan ek elemanlar giydirme cephenin dış yüzeyine veya iç yüzeyine yerleştirilmiştir.

Dıştan gölgelemeli cephelerde güneş kontrol elemanı olarak; cepheden fırlayan çatı veya güneş kontrol elemanı, panjur, jaluzi, kumaş perde, stor ve ışık yansıtıcı elemanlar kullanılmıştır. Güneş kontrol elemanlarının üzerinde meydana gelen yeniden ışıının, binanın dışında kalması bu sistemin avantajı, bu elemanların hava şartlarından etkilenmesinden dolayı temizleme ve bakım masraflarının yüksek olması ise dezavantajdır. İçten gölgelemeli giydirme cephelerde güneş ışınlarından elde edilen ısı, binanın içinde kalmaktadır. Düşey perdeler, makaralı perdeler ve fabrika perdeleri, içten gölgelemeli sistemde kullanılmaktadır. Bir diğer ek elemanlarla gölgeleme yöntemi ise cam tabakaları ile entegre olmuş güneş kontrol elemanlarının kullanımındır. Bu sistemde elektrik motorları cam tabakaları arasına yerleştirilmektedir.

Giydirme cephe üzerine yerleştirilmiş olan ek elemanların kullanımıyla bina içindeki ısı kazanç miktarı istenilen düzeylerde azalmamıştır. Bu sebepten dolayı giydirme cephelerde farklı sistemler denenmeye devam edilmiştir.

Fosil enerji kaynaklarının gün geçtikçe azaldığı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttığı günümüzde, giydirme cephelerin tasarımında yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Giydirme cepheler; doğaya duyarlı, doğal havalandırma yapan, enerjiyi verimli kullanan ve aydınlatma, ısıtma, soğutma için mümkün olduğunca az enerji kullanan cepheler olarak tasarlanmaktadır.(Kocaman, 2002, s.3). Bu bağlamda çift kabuk cephe sistemleri geliştirilmiştir.

### **1.1 Problemin Tanımı**

Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygın kullanım alanı bulmuş olan çift kabuk cepheler, soğuk iklim tiplerinde uygulandığında bina performansını arttırmada önemli rol oynar. Sıcak ve ılıman iklim tiplerinde fazla uygulama alanı bulamamış olan çift kabuk cephelerin, bu iklim tipleri için performans değerlerinin tam olarak araştırılması gerekmektedir. Çalışmanın ana problemi; sıcak iklim tipine sahip bölgelerde binanın aşırı ısınmasının önlenmesi için, çift kabuk cam cepheyi oluşturan bileşenlerin seçiminin doğru yapılması, cephe sisteminde yerinin doğru belirlenmesi ve binanın doğru yönde konumlandırılmasıdır.

### **1.2 Tezin Amacı**

Çift kabuk cephelerin avantajları, kaynak ve araştırma yetersizliğinden dolayı yeteri kadar bilinmemektedir. Çift kabuk cephelerin ilk yatırım maliyeti yüksek olduğu için, karar aşamasında ülkemizdeki yapılarda uygulama alanı fazla bulamamıştır.

Çift kabuk cephelerle uygulandıkları ülkelerde çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bina performansları artmış, binadaki yapay enerji kullanımı azaltılmış, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmış, binanın enerji giderleri azalmış ve bina kullanıcıları için daha sağlıklı ortamlar yaratılmıştır. Avrupa ülkelerinin iklim koşullarına göre geliştirilmiş olan çift kabuk cephe modellerinin, farklı iklim koşullarında aynı şekilde uygulanmasıyla istenilen sonuçlar elde edilemeyebilir. Mevcut uygulanmış bir modelin, her iklim tipi için uygun olması düşünülemez. Soğuk iklim tipine göre tasarlanmış olan çift kabuk cephe sistemlerinin, akdeniz

iklim tipine uygulanabilirliğinin araştırılması ve bu iklim tipine uygun bir çift kabuk cephe sisteminin belirlenmesi tezinin amacıdır.

Bu tez; İzmir ilinde uygulanacak çok katlı ofis binalarında kullanılacak olan çift kabuk cephe sistemlerini oluşturan elemanlarının seçilmesi aşamasında bir yön gösterici olacaktır. Ayrıca plan tipinin belirlenmesinde ve plan tipinin yönlendirilmesinde de bir öneri getirmektedir.

### **1.3 Tezin Yöntemi**

Çift kabuk cephelerin, Akdeniz iklim tipine sahip olan İzmir iline uygulanabilirliğinin araştırılması ve bu cephelerin sıcak iklim koşullarında performanslarının ölçülmesi, bu tezde iki aşamada gerçekleşmektedir;

#### ***1.3.1 Çift Kabuk Cepheyi Oluşturan Bileşenlerin Parametrik Olarak İncelenmesi***

Bu tezin birinci aşaması olan, cepheyi oluşturan elemanların parametrik incelemesi için WIS bilgisayar programı kullanılmıştır. WIS bilgisayar programı; pencere sistemlerinin ısı ve güneşle ilgili değerlerini hesaplamak için kullanılmaktadır. Bu programdaki önemli bir özellik; cam tabakaları, güneş gölgeleme elemanları ve doğal-mekanik havalandırmanın birleşimini dikkate alarak hesaplama yapabilmesidir. Programın bu özelliği sebebiyle çift kabuk cephelerin hesaplamaları yapılabilmektedir.

WIS bilgisayar programında cephe tasarımı yaparken, elemanları ve özelliklerini seçebiliriz;

- Cam; Şeffaf (float) cam, Low-E kaplamalı cam, güneş kontrol camı, güneş kontrol camı ve Low-E kaplamalı camın beraber kullanımı,
- Çift cam tercihi için iki cam arasına kullanılan gazın cinsi; hava, argon gazı,
- Gölgeleme elemanı olarak; Jaluze, Perde.

WIS programı kullanılarak Akdeniz iklimine sahip İzmir İli'nde tasarlanacak olan çift kabuk cephe sisteminde kullanılabilir olan cephe elemanları belirlenecek ve bu elemanların kullanımının cephenin ısı iletim katsayısını nasıl etkilediği belirlenecektir.

### **1.3.2 Çift Kabuk Cephenin Binaya Uygulanması**

Çift kabuk cephenin bir binaya uygulanması aşamasında; WIS programından elde edilen değerler, Ener-win programında kullanılmıştır.

Ener-win bilgisayar programıyla;

- a. Yapının enerji stratejilerinin doğrulanması
- b. Yapının tasarım aşamasında alternatif tasarım tekliflerinin belirlenmesi
- c. Yapının kabataslak çizimlerinin enerji analizleri için kullanılması
- d. İklim verileri, yapının cephe özellikleri, kullanım zamanları ve doluluk oranı,
- e. Binada kullanılan klima sisteminin özellikleri
- f. Bina kullanımı süresince maliyet parametreleri elde edilebilir.

Ener-win programıyla binanın enerji simülasyon hesaplamaları yapılabilmektedir. Bina enerji simülasyonu bu tezde iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada; çift kabuk cephenin uygulandığı bina cephe yönünün ve uygulandığı cephe sayısının binanın enerji yüklerine etkisinin belirlenmesi için hesaplamalar yapılacaktır. Bu hesaplamalar için, tek hacimli bina ele alınarak, bu binanın tek cephesine, iki cephesine, üç cephesine ve dört cephesine çift kabuk cephe uygulanacaktır. Çift kabuk cephenin uygulandığı bina cephe sayısı değişirken, aynı zamanda cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği de farklı değerlerde alınarak, boşluk genişliğinin enerji yüklerine etkisi belirlenecektir.

Bina enerji simülasyon hesaplamalarının ikinci aşamasında; binanın tek bir cephesine çift kabuk cephe sistemi uygulanarak, bina 15°'lik açılarla saat yönünde döndürülmüştür. Yapılan hesaplamalarla, çift kabuk cephe sistemli binanın yönlenmesinin ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi belirlenecektir. Çift kabuk cephe

sistemli binanın formunun, binanın enerji yüklerine etkisinin belirlenebilmesi amacıyla hesaplamalar dört farklı plan tipi için yapılacaktır. Bu hesaplamalarla, aynı taban alanına sahip, farklı plan tiplerinde çift kabuk cephe uygulamalarında, binaların enerji yükleri hesaplanacaktır.

Bu çalışmadaki hesaplamalar ile, Akdeniz iklim tipine sahip İzmir ili için yapılacak olan çift kabuk cephe tasarımlarında bir ön bilgi elde edilecektir. Tasarım aşamasında değerlendirilebilecek olan bu sonuçlarla, tasarımcı çift kabuk cephe sisteminde kullanılacak olan eleman seçiminde, binanın enerji yükleri açısından, daha doğru kararlar alabilecektir.



## **BÖLÜM İKİ**

### **ÇİFT KABUK CEPHE KAVRAMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ**

#### **2.1 Çift Kabuk Cephe Kavramı**

Betonarme ve çelik karkas taşıyıcı sistemlerinin gelişmesiyle, yapının dış duvarları taşıyıcı sistemin bir elemanı olmaktan çıkmış, iç ve dış mekanı bölen, yapının iç ve dış mekanları arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde kurmaya çalışırken kullanıcı gereksinimlerini göz önüne alarak bina performansının yükseltilmesine çalışan elemanlar olmuştur.

Her geçen gün teknolojik gelişmelerle beraber yeni yapı malzemeleri de ortaya çıkmış ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Endüstri devrimiyle beraber, geniş boyutlu pencere kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, geçmişi çok eskilere dayanan camın kullanımı pencere boyutunda kalmayıp, bina cephelerinin tamamına yayılmasıyla giydirme cephe kavramı ortaya çıkmıştır.

Giydirme cephe; yapıları örtü gibi sararak, iç ve dış ortam arasında filtre görevi gören, sadece kendi yükünü taşıyan ve taşıyıcı sisteme her katta bağlanan dış duvar sistemi olarak tanımlanabilir. Doğan Hasol'un Mimarlık Sözlüğü'nde yaptığı giydirme cephe tanımı ise şöyledir: "Çok katlı bir yapıda, döşemelerin önünden geçerek devam eden, bunlara veya kolonlara asılan, taşıyıcı olmayan çoğu bol camlı dış duvar". Bir başka tanıma göre giydirme cepheler; bina taşıyıcı sisteminden bağımsız olup bina dış yüzeylerine giydirilen, yük taşımayan ama yük ileten elemanlardan oluşan, binanın dış ortam ile ilişkisini iki yönlü bir filtre görevi görerek sağlayan, taşıyıcı olmayan dış örtü sistemleridir. Giydirme cepheler; yük taşımayan, kendi ağırlığını ve rüzgar yükünü taşıyıcı sisteme ayarlanabilir bağlantılar aracılığıyla ileten, dış kabuk boyunca kesintisiz olarak yalıtım ve koruma görevi yapan, yapı öğeleridir. Metal, granit, mermer, cam v.b. paneller giydirme cephelerde dolgu elemanı olarak kullanılmaktadır.

Giydirme cepheler tasarlanırken sadece yağmur, nem, don, güneş ısınları, emisyon, ses gibi dış etkenler değil, bina kullanımından ortaya çıkan ısı yayılımı, su buharı kondensasyonu gibi iç mekanda oluşabilecek etkenler de göz önüne alınmalıdır. Giydirme cephelerde cam malzemenin kullanılmasıyla yapıdaki enerji kayıpları artmıştır. Dolayısıyla giydirme cephenin kullanıldığı binalarda yapının iç mekanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması için gereken ve harcanan enerji miktarı artmıştır.

1970’li yıllarda ortaya çıkan enerji kriziyle beraber enerjinin verimli kullanılması büyük önem kazanmıştır. Yapıdaki ısı kayıplarının önlenmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının artırılması yapının tasarım aşamasında önde gelen kriterlerden biri olmuştur. Yapının her elemanı gibi giydirme cephelerde de enerji tasarruflu tasarımlar geliştirilmiş, böylece enerji kayıpları minimuma indirilmiştir. Cephenin sadece iç ve dış mekan arasında bir ayırıcı eleman olması görüşü yerine, cepheden termal yük kontrolü, güneş ısı kazanımı, havanın filtre edilmesi, doğal havalandırmanın sağlanması, ses kontrolü, estetik değerleri sağlaması özellikleri de beklenmektedir. Hatta fotovoltaiik panel elemanlarının kullanımıyla yapı kendi enerjisini kendi üretecek konuma gelmiştir.

Giydirme cam cephelerin kullanımında problem; cam malzemeyle estetik değerleri sağlarken, doğal gün ışığını binanın iç mekanına alınması kullanıcılar için uygun performans kriterlerinin sağlanması açısından önemliyken, cam cephe tabakalarından ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin boşa gitmemesini sağlamaktır. Bunu sağlamak için çift kabuk cepheler geliştirilmiştir.

Çift kabuk cephe sistemleri; dış çevreye uyum sağlayan, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, mekan içi konfor kriterlerinin sağlanması amacıyla ayarlanabilen, iç ve dış mekan arasında filtre gibi çalışan ve doğaya duyarlı giydirme cephelerdir.

Çift kabuk cephelerdeki doğal havalandırma, doğal aydınlatma, yaz akşamlarında soğutma ve kışın öğle saatlerindeki binanın ısıtılması gibi özellikleriyle enerji

tasarrufu elde edilir. Kış aylarında; dış cephe tabakası üzerinde bulunan menfezler kapalı konuma getirilerek, iki cephe tabakası arasında hava akımının olmadığı bir tampon bölge yaratılır. Bu tampon bölgede güneş ışınlarıyla ısınan hava iç mekanların ısıtılması için kullanılır. Yaz aylarında ise; dış cephe tabakası üzerindeki menfezler açık konuma getirilerek, iç cephe tabakasının üzerindeki açıklıklar kapalı konuma getirilir. Böylelikle dışarıdan iki cephe tabakalarının arasına alınan sıcak hava iç mekana alınmadan dışarıya atılır. Bu da iç mekanın gereksiz ısıtılmasını engeller. Bu yöntemlerin verimli olarak işlemesi, çalışabilmesi için binanın sistemleri, bulunduğu ortam ve cephesi arasındaki bağlantının iyi bir şekilde tasarlanıp organize edilmesi, enerji tasarım heaplarının yapılması gerekir. Havanın ve ısının bina üzerindeki etkileri; yapı ve cephe elemanlarının bu etkilerden dolayı şekil değişikliğine uğrayıp uğramadığı dikkatli bir şekilde analiz edilmeli. Bu analizler için birçok farklı bilgisayar programı kullanılmaktadır. CFD (Computer Fluid Dynamics) bu simülasyon programlarının en yaygın olarak kullanılanıdır. Bu metodla havanın hızı, ısısı ve yoğunluğu simülasyonlarla ölçülebilmektedir.

Çift kabuk cephelerin avantajları;

- Gürültünün yoğun olduğu bölgelerde ses yalıtımına imkan vermesi,
- Doğal havalandırmaya olanak sağlaması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması nedeniyle yapının enerji giderlerini azaltması,
- Yapıyı rüzgar ve hava şartlarına karşı koruması,
- Estetik değerlerin sağlanması istemiyle, yüksek şeffaflığa olanak sağlaması, ve
- Çok katlı yüksek binaların üst katlarında iç cephe pencerelerinin açılmasına olanak sağlamasıdır.

Çift kabuk cephelerin dezavantajları ise;

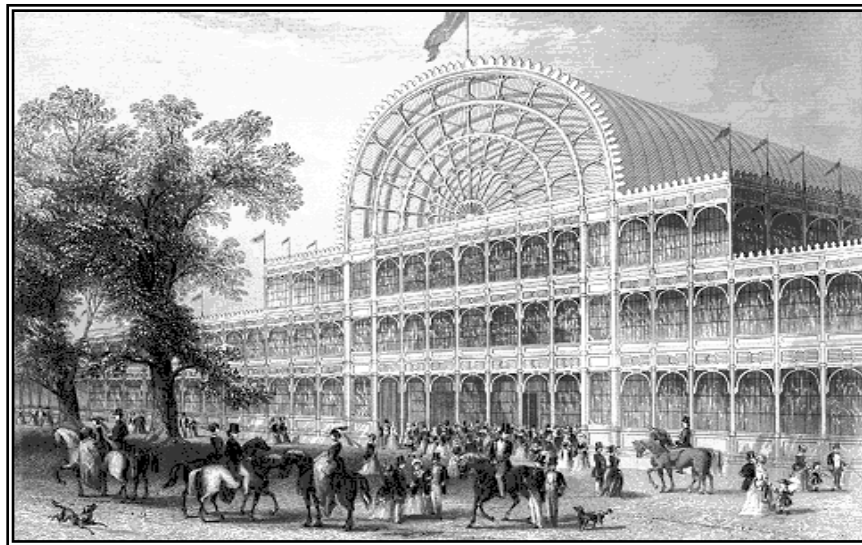
- İlk yatırım maliyetinin yüksek olması,
- Bina yüksekliğince kesintisiz olarak devam eden çift kabuk cephelerde iki tabaka arasında kalan boşlukta yükselen havanın aşırı ısınması, ve
- Yaz aylarında yapının içindeki ısı birikmesine karşılık gece havalandırılmasının yeterli olmamasıdır.

Çift kabuk cepheler modern yapı teknolojisinde gün geçtikçe önem kazanmasına rağmen uygulanmış örnek sayısı oldukça azdır. Bu nedenle çift kabuk cephelerin uygulandıktan sonraki kullanım aşamasındaki bina kazançlarının belirlenmesi açısından çok sayıda ölçüm ve değerlendirilme yapılamadığı için, bu cephe tipinin kullanımı önerildiğinde şüpheli bir yaklaşımla karşılaşılmaktadır. İlk yatırım maliyetinin yüksek olmasının dezavantajının arka planda kalması için, çift tabakalı cephelerin avantajları net bir şekilde ortaya konmalıdır. Çift kabuk; ses yalıtımı, doğal havalandırma ve kullanıcı konforunun sağlanması açısından etkili elemanlar olarak karşımıza çıkar.

Giydirme cephe tasarımları yapılırken çevre ve iklim koşulları dikkate alınmalıdır. Her iklim koşulu için farklı özellikte bir cephe önerisi yapılmalıdır. İzmir'in de içinde bulunduğu Akdeniz iklimindeki (sıcak-nemli) cephe tasarımları, performansı, hedefi ve ihtiyaçları soğuk iklim bölgelerindekilerden farklı olmalıdır.

## 2.2 Çift Kabuk Cephelerin Tarihçesi

1851 yılında düzenlenen Expo (great exhibition) için James Paxton tarafından tasarlanmış ve kısa sürede tamamlanmış olan Crystal Palace (Şekil 2.1) sergi yapısı cam ve çelik yapı mantığıyla oluşturulmuştur. Bu yapı giydirme cephe sistemlerinin gelişimi için temel yapı olarak kabul edilir.



Şekil 2.1 Crystal Palace Binası'nın dış görünüşü, ((b.t.).  
22 Haziran 2009, [http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Crystal\\_Palace](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Crystal_Palace)).

1903 yılında Giengen, Almanya’da inşa edilen Steiff Factory binası (Şekil 2.2) çift kabuk cephelerin kullanıldığı ilk yapı olarak tarihe geçmiştir. Fabrikanın sahibinin oğlu, Richard Steiff tarafından oyuncak fabrikası olarak tasarlanmıştır. Tasarımdaki önde gelen faktör, soğuk iklim koşullarına rağmen gün ışığından olabildiğince yararlanmaktır. Üç katlı olan yapının zemin katı depolama amaçlı olarak, diğer katları çalışma alanları olarak tasarlanmıştır. Kolonların iç ve dış kenarlarına kelepçelerle T kesitli elemanlardan oluşan bir çerçeve birleştirilmiştir. Bu çerçeve 25 cm boşluklu çift kabuk cepheyi desteklemektedir. Cephe elemanları sadece tamir için açılabilir olarak düşünülmüştür, ((b.t.). 10 Mayıs 2009, [www.buildingenvelopes.org](http://www.buildingenvelopes.org))



Şekil 2.2 Steiff Company Binası’nın Dış Görünüşü, ((b.t.). 22 Haziran 2009, [http://www.compagno.ch/EN/Vortrag\\_EN\\_rosenheim.htm](http://www.compagno.ch/EN/Vortrag_EN_rosenheim.htm)).

Otto Wagner, Viyena’daki “Post Office Savings Bank”(Şekil 2.3) için açılan yarışmada birinci olarak projesi uygulamaya değer bulunmuştur. Ana banka holünün üzerine çelik taşıyıcı tarafından taşınan çift tabakalı cam çatı yapılmıştır. ((b.t.). 10 Mayıs 2009, [www.buildingenvelopes.org](http://www.buildingenvelopes.org)).

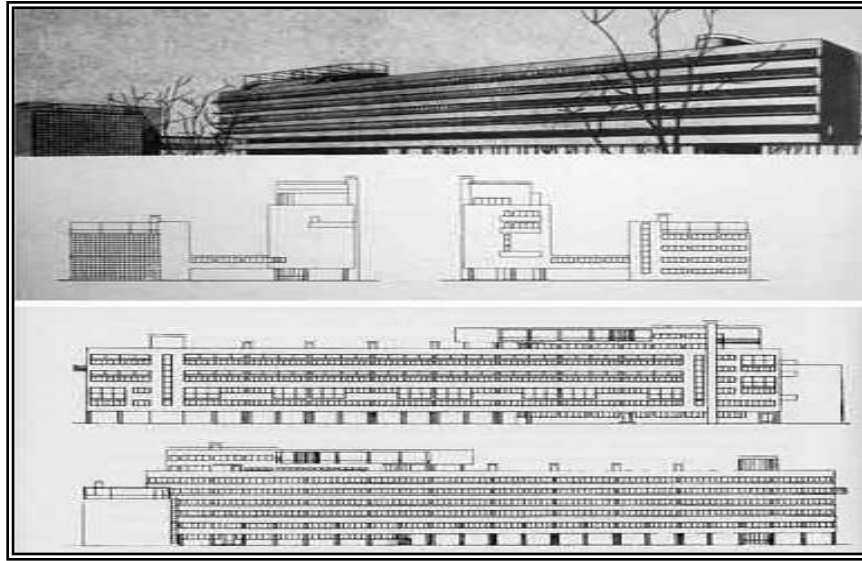


Şekil 2.3 Post Office Savings Bank Binasının İç Mekanı ((b.t), 22 Haziran 2009, [http://www.greatbuildings.com/cgibin/gbi.cgi/Post\\_Office\\_Savings\\_Bank.html](http://www.greatbuildings.com/cgibin/gbi.cgi/Post_Office_Savings_Bank.html))

1928’lerde Monsei Ginzburg tarafından, Rusya’da, Narkomfin Building (Şekil 2.4, Şekil 2.5) apartman kompleksinde çift tabakalı yatay pencere şeritleri kullanılmıştır.



Şekil 2.4 The Narkomfin Apartmanı, ((b.t.),01 Temmuz 2009, [http://en.wikipedia.org/wiki/Narkomfin\\_Building](http://en.wikipedia.org/wiki/Narkomfin_Building))



Şekil 2.5 The Narkomfin Apartmanı, ((b.t.), 01 Temmuz 2009,  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Narkomfin\\_Building](http://en.wikipedia.org/wiki/Narkomfin_Building))

Le Corbusier tarafından 1929 yılında kentte yaşayan gelir düzeyi düşük insanlar için tasarlanmıştır. Güneye bakan, yapının çekirdeğini oluşturan yatakhane kısımlarının cephesi, çift kabuk giydirme cephedir. (Şekil 2.6)



Şekil 2.6 Cité de Refuge Binası, (Evsizler sitesi), ((b.t.). 10 Temmuz 2009,  
<http://www.galinsky.com/buildings/refuge/index.htm>)

1970 li yıllarının sonlarına kadar çift kabuk cam cephe konstrüksiyonunda önemli bir gelişme olmamıştır. 1970 li yıllarda enerji krizinin ortaya çıkmasıyla beraber petrol, kömür, doğal gaz gibi fosil kaynaklı enerjinin kullanımı mümkün olduğunca azaltılmaya çalışılmış, güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ağırlık verilmeye çalışılmıştır. Bu noktadan sonra çift kabuk cephe kavramı önem kazanmaya başlamıştır. Çift kabuk cepheler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına imkan veren, binanın enerji giderlerini azaltan hatta bazı uygulamalarda fotovoltaik panellerin kullanımıyla beraber bina için gerekli olan enerjinin bir kısmını üretmesi nedeniyle tercih edilmeye başlanmıştır. Artan talep nedeniyle çift kabuk cephe kavramı gün geçtikçe geliştirilmiştir.

1978 yılında Londra’da Richard Rogers tarafından tasarlanmaya başlayan The Lloyd’s Building (Şekil 2.7) 1986 yılında tamamlanmıştır. 95 metre yükseklikte olan binanın ortasında 14 katlı 76 metre yüksekliğinde bir atriyum bulunmaktadır. İç mekandan gelen yapay ışığın kırılmasına olanak sağlayan havalandırılmalı cephe, güneş kontrollü 3 tabakalı camlardan oluşur. Binanın cephesinde, zemin katında bulunan fan şekilli elemanlardan cephe tabakaları arasındaki boşluğa alınan hava ısınarak yükselir ve bitkilerin bulunduğu katta toplandıktan sonra tekrar havalandırma sistemine geri verilir.

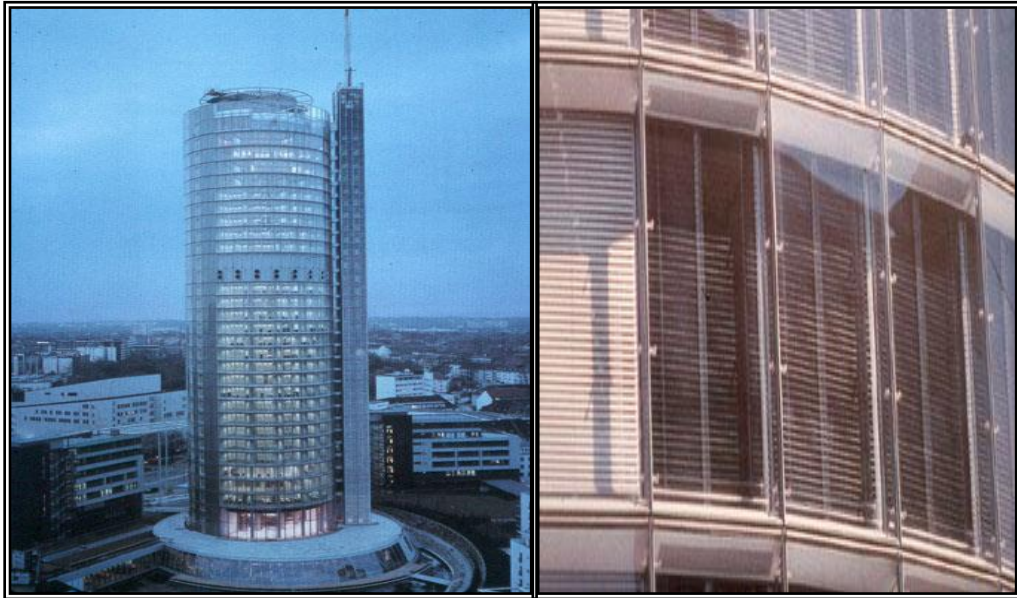


Şekil 2.7 Lloyds Binası, ((b.t.). 10 Temmuz 2009,  
<http://www.essential-architecture.com/LO/LO016.htm>)



90'lı yıllara gelindiğinde doğaya karşı duyarlılığın artması ve enerji krizinin etkilerinin sürmesi nedeniyle çift tabakalı cephelere karşı olan ilgi artmıştır. Cephe kavramı gelişen teknolojiyle birlikte yeniden şekillenmeye başlamış, çok katlı yapılarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

1991-1997 yılları arasında Essen, Almanya'da, RWE AG Headquarters Binası, Ingenhoven Overdiek and Partners tarafından yapılmıştır, (Şekil 2.8). Yapı, 28 katlı ofis binası olarak tasarlanırken müşterinin isteği doğrultusunda gün ışığından maksimum şekilde yararlanma, doğal havalandırma ve güneş kontrolü faktörleri önemli tasarım kriterleri arasında sayılabilir. Bu kriterler doğrultusunda tasarlanan çift kabuk cephe interaktiftir. Çift kabuk cephe; 10 mm kalınlığındaki beyaz düz camdan oluşan dış cephe tabakası ve kat yüksekliğindeki çift camlı 13,5 cm genişliğinde açılabilen iç cephe tabakasından oluşur.



Şekil 2.8 RWE AG Headquarters Binası, ((b.t), 10 Temmuz 2009,  
[http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest\\_j.htm](http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_j.htm))

### 2.3 Çift Kabuk Cephelerin Sınıflandırılması

Çift kabuk cepheler, günlük veya mevsimsel iklim koşullarına adapte olması, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak yapının enerji harcamalarını minimuma indirmesi, kullanıcı performans kriterlerinin sağlanması için gerekli koşulların

oluşturulmasına destek olmaktadır. Binanın ısıtılması, doğal havalandırılması, soğutulması ve aydınlatılması için harcanan enerji miktarı çift kabuk cephe sistemlerinin kullanımıyla azaltılmaktadır.

Giydirme cepheler Anderea Compagno'ya göre, cephe tabakalarının sayısına göre sınıflandırılabilir. Bunlar,

- a. Tek kabuk cepheler,
- b. Çift kabuk cepheler, ve
- c. İklim holleridir.

### **2.3.1. Tek Kabuk Giydirme Cepheler**

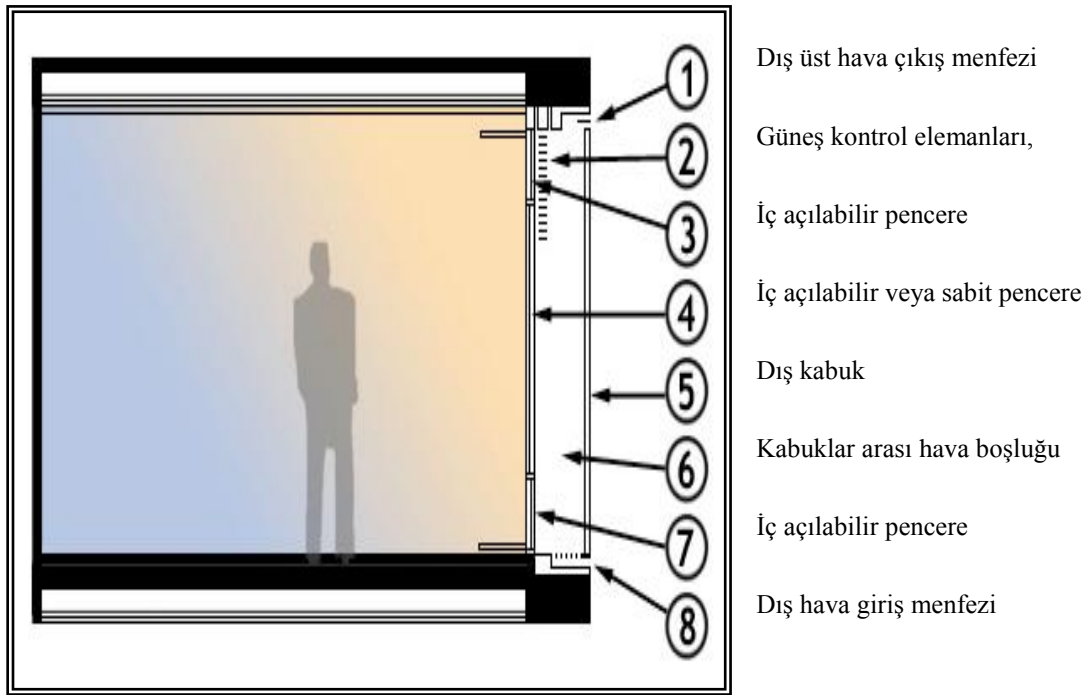
Giydirme cephelerde, cam malzemenin yoğun olarak kullanılmasından kaynaklanan iç mekanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması için harcanan enerji miktarı fazladır. Binanın cephesinden kaynaklı enerji kayıplarını azaltmak için tek kabuk giydirme cepheler uygulanabilecek yöntemlerden biridir.

Doğal hava akımlarının, gün ışığının ve binanın ısı kapasitesinin optimum yararlı bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayan tek tabakalı cepheler geliştirilmiştir. Tek kabuk cephelerin dış tabakasına, iç tabakasına veya cephede çift camın arasına yerleştirilen gölgeleme elemanlarıyla, güneş ışınının istenen miktarı yapının içine alınarak güneş ışınından verimli bir şekilde yararlanmak hedeflenmiştir. Ayrıca bu cephelerin belirli noktalarında, yapının doğal havalandırılmasına olanak sağlamak için giydirme cephenin üzerine menfezler yerleştirilmiştir. Dış ortamdaki havanın iç mekana girmesine ve tekrar dış mekana çıkmasına olanak sağlayan menfezler ile doğal havalandırma gerçekleşirken, yapının kullanıcılarının performans kriterlerinin gerçekleşmesine katkıda bulunurlar.

### **2.3.2. Çift Kabuk Giydirme Cepheler**

Çift kabuk cepheler bir çok farklı fonksiyonlu katmandan oluşur; dış cephe kabuğu, iç cephe kabuğu ve bu cephe kabukları arasındaki boşluk. Dış cephe kabuğu

hava şartlarına karşı koruma sağlarken, aynı zamanda dış ortamdaki sesin binanın içine girmesini engelleyerek ses yalıtımı da sağlar. Dış kabukta açılabilen bileşenler sayesinde, cephe kabukları arasındaki boşluk iç ve dış mekan arasında bir tampon bölge oluşturarak binanın ısı kayıplarını azaltırken yapının doğal havalandırılmasına da olanak sağlar. Doğal havalandırmanın kabuklar arasındaki boşluktan ilerleyerek gerçekleşmesinin sağlanması için, binanın aerodinamik ve termodinamik davranışları incelenmesi gerekmektedir. Cephe kabukları arasındaki boşluktaki havanın hareketi, ısınan havanın yükselmesi prensibiyle ve cephe kabukları arasındaki rüzgar kuvvetiyle gerçekleşir. Bina kütlelerinin yaz aylarında gece akşam saatlerinde soğutulması için yine bu boşluktan ve boşluktaki havanın hareketinden faydalanılır, (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Çift kabuk giydirme cephenin tasarım modülü, ((b.t.). 15 Nisan 2009, [http://gaia.lbl.gov/hpbf/techno\\_c1.htm](http://gaia.lbl.gov/hpbf/techno_c1.htm))

Cephe kabukları arasındaki boşluğa güneş kontrol elemanları da yerleştirilebilir. Güneş kontrol elemanları giydirme cephenin dış yüzeyine yerleştirildiği örneklerdeki aynı etkinliği gösterirken, dış ortamın etkilerinden; hava koşullarından, tozdan da korunur.

Çift kabuk cephe uygulamalarını genellikle yoğun dış gürültü ve rüzgar yüklerine maruz kalan binalarda görmekteyiz. Çok katlı binalarda üst katlardaki pencereler aşırı rüzgar basıncı nedeniyle verimli bir şekilde kullanılamamaktadır. Üst katlardaki pencereler açıldığı zaman, iç mekanda kontrolsüz bir rüzgar akımı oluşması kullanıcılar için rahatsız bir yaşama veya çalışma ortamı oluşturur. Bir başka kullanım alanı da eski binaların cephe rehabilitasyonudur.

Çift kabuk giydirme cepheler, yapıya getirdiği derinlik ve şeffaflık etkisi sebebiyle estetik değer katar. Bu özelliğiyle çift kabuk cephelerin tercih edilmesinin sebepleri arasında yer almaktadır.

Çift kabuk cephelerin yaz aylarında kullanım olanaklarına bakıldığında, ana kriter olarak sıcak havanın iç mekana taşınmasının engellenmesi gelmektedir. Dış cephe tabakasının üzerindeki menfezlerden içeriye alınan havanın cephe tabakaları arasındaki boşluktaki yükselişi sırasında, iç cephe tabakasına temasıyla beraber iç cephe tabakasının yüzey sıcaklığını azaltıcı bir etki yapar. Böylelikle iç cephe tabakasının yüzey sıcaklığı, hava akımının olmadığı durumlara göre daha az derecelerde elde edilir ve iç mekana dış mekandan geçen ısı miktarı azalır. İç mekan fazla ısınmadığı için, iç mekanın soğutulması için harcanması gereken enerji miktarı azalır. Yaz aylarında dış ortamın yüksek ısını iç mekana almamanın bir başka yolu da, iki cephe tabakası arasına güneş kontrol elemanlar yerleştirmektir. Güneş kontrol elemanları istenmeyen güneş ışınlarını yansıtmak ve absorbe etmek için kullanılır. Güneş kontrol elemanları olarak kullanılan jaluziler yaz aylarında kapalı konuma getirilerek, güneş ışınlarının direkt ışınlama yapının içerisine girmesi engellenmeye çalışılır. Alüminyum ve pvc malzemenin kullanımının tercih edildiği güneş kontrollerinin üstünde depolanan ısının atılması için de iki cephe tabakası arasındaki havanın hareketinden faydalanılır. Havanın kabuklar arasındaki yükseliş hareketi sırasında, güneş kontrol elemanlarına temas etmesiyle beraber güneş kontrol elemanlarının ısını azaltarak aşırı ısı depolanması engellenmiş olur. Güneş kontrol elemanlarının üzerinde depolanan güneş ısısının azaltılmasının bir başka yolu da; geri yansımadır. Güneş kontrol elemanların cephe tabakaları arasına yerleştirilmesiyle, dış ortamın ve kötü hava koşullarının olumsuz etkilerinden

korunmuş olur. Bu sebepten dolayı güneş kontrol elemanlarının kullanım ömrü de uzamış olur.

Çift kabuk cephelerin kış aylarındaki kullanım olanaklarına bakılacak olursa; kış aylarında cephe kabukları arasındaki boşlukta ısınan havanın ısısından yararlanılarak iç mekanların ısıtılmasına katkıda bulunulur. Dış kabuk üzerindeki menfezler kapalı konuma getirilerek cephe kabukları arasına dış ortamdaki soğuk havanın girmesi engellenir. Böylelikle iki kabuk arasında içinde hava akımının olmadığı bir tampon bölge oluşturulur. Bu tampon bölge sayesinde dış ortamdaki soğuk havanın iç cephe tabakası ile teması engellenerek, iç kabuk yüzeyinin soğuması engellenerek, dış mekanın ısısının iç mekanı etkilemesi önlenmiş olur. Kış aylarında uygulanabilecek bir başka yöntemde; iç kabuk üzerindeki pencere açıklıkları açılarak iç mekandaki ısıtılmış olan hava, cephe kabukları arasındaki boşluğa aktarılır. Boşluğa aktarılan bu havanın ısısıyla, iç kabuğun tampon bölgeye bakan yüzeyi de ısıtılır. Daha sonra bu hava binanın havalandırma sistemine dahil edilir.

Güneş ışınımının düşük olduğu bölgelerde çift kabuk cephelerden iç mekanın ısıtılmasında büyük fayda sağlanır. Güneş ışınımı fazla olduğu iklim bölgelerinde uygulanmış olan cephelerde ise, cephe kabukları arasındaki aşırı ısınma binanın soğutma giderlerini arttırmaktadır. Binanın soğutma giderlerinin artışı düşürmek için cephe tasarlanırken, iki cephe kabuğu arasında bırakılan boşluğun ve menfezlerin delik boyutlarının doğru bir şekilde belirlenmesi gerekir.

Çift kabuk cephelerde, kabuklar arasındaki boşluktaki havanın dolaşımı, doğal havalandırma, mekanik havalandırma veya hibrid havalandırma şekillerinde olabilir.

Doğal havalandırmada; doğal yollarla dış kabuk üzerindeki menfezlerden cephe kabukları arasına alınan hava, cephe kabukları arasında ısındıkça ısınan hava yükselir prensibiyle yükselir. Isınan havanın yerini dış ortamda bulunan ısısı daha düşük olan hava alır. Soğuk hava, cephe kabukları arasındaki boşluğa girdiğinde, zaten aldığı ısıyla yükselmekte olan hava üzerinde itici bir kuvvet görevi görür, ve

ısınan havanın yükselmesine katkıda bulunur. Isınan hava cephe tabakaları arasındaki boşlukta en üst noktaya ulaştığında, dış kabuk üzerindeki boşluktan dış ortama tekrar verilir. Böylelikle doğal havalandırma tamamlanmış olur.

Mekanik havalandırmada; çift kabuk cephenin iç kabuğun alt seviyelerinde bir açıklık bulunur. Bu açıklık kabuklar arasına havanın akışına olanak sağlar. Kış aylarında iç mekanda bulunan hava bu açıklıklardan cephe tabakaları arasındaki boşluğa alınır. İç ortamın sıcaklığında olan bu hava, cephe tabakaları arasında yükselirken iç kabuğun boşluğa bakan yüzeyinin ısıtılmasına yardımcı olur. Böylelikle ışıınım nedeniyle iç kabuk üzerinde oluşabilecek ısı farklılıkları engellenmiş olur. Cephe kabukları arasındaki hava daha sonra boşluğun üst noktasındaki havalandırma plenumuna alınarak binanın ısıtma, havalandırma ve soğutma merkezine aktarılır. Yaz aylarında ise; cephe kabukları arasındaki boşluğa, iç mekana fazla güneş ışınının girmesini engellemek için yerleştirilmiş olan güneş kontrol elemanların fazla ısınmasını engellemek için mekanik havalandırmadan faydalanır. Yine cephe kabukları arasına alınan hava jaluzilerin fazla ısınımasını engelleyerek yükselir. Cephe kabukları arasındaki boşluğun üst noktasında bulunan plenumla, binanın klima sistemine bu hava geri verilir.

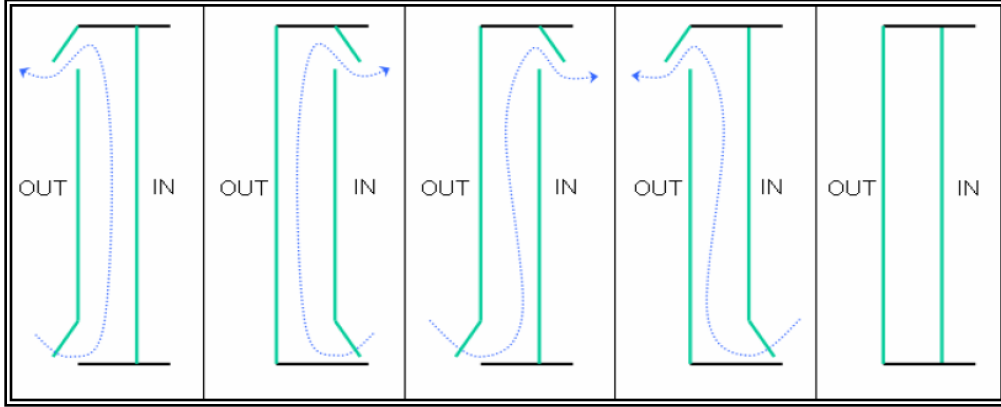
Hibrid havalandırmada; doğal havalandırmayla mekanik havalandırma bir arada kullanılır. Fakat ana havalandırma sistemi olarak doğal havalandırma kabul edilir. Doğal havalandırma gerçekleşirken hava akımının sürekliliğinin sağlanmasında problemle karşılaşıldığı durumlarda ancak mekanik havalandırma kullanılır. Fazla yaygın olarak kullanılan bir havalandırma şekli değildir.

Çift kabuk cephelerde, iki cephe tabakası arasındaki havalandırma çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir.(Şekil 2.10) Çift kabuk cepheler bu havalandırma tiplerine 5 gruba ayrılabilir: (Lancour ve diğer., 2004)

1. Dış ortamdan iki cephe kabuğu arasındaki boşluğa, cephenin alt kısmındaki açıklıktan alınan hava, cephe kabukları arasında yükselir ve iç mekana alınmadan cephenin üst tabakasındaki boşluklardan dışarıya atılır. Havanın

cephe kabukları arasında yükselişi sırasında iç kabuğun boşluğa bakan yüzeyine temas etmesiyle beraber iç kabuğun güneş ışınımından dolayı sahip olduğu ısı miktarını azaltır. Böylelikle iç kabuğun yüzey sıcaklığı, hava akımının olmadığı durumlara göre daha az derecelerde elde edilir ve iç mekana dış mekandan geçen ısı miktarı azalır.

2. Kış aylarında; iç ortamdan, iç kabuğun üzerinde alt seviyelerde bulunan boşluklardan, iki kabuk arasına alınan hava, cephe kabukları arasında yükselirken ısınır ve iç cephe tabakasının üst noktalarındaki boşluklardan iç mekana geri verilir. Böylelikle sıcaklığı artmış olan hava, iç mekanın ısıtılmasında kullanılır.
3. Dış ortamdan, dış kabuğun üzerinde alt seviyelerinde bulunan menfezlerden iki kabuk arasındaki boşluğa alınan hava burada ısınarak yükselerek iç kabuk üzerinde üst noktalarda bulunan boşluklardan iç mekana alınır. Bu yöntemle dış ortamdaki soğuk havanın sıcaklığı yükseltilerek iç mekana alınmış olur. İç mekanda bulunan havanın istenilen sıcaklık değerlerine getirilmesi için harcanacak enerji miktarı bu önceden ısıtma yöntemiyle azaltılır.
4. İç mekanın havalandırılması için kullanılan bu havalandırma yönteminde; iç kabuğun üzerinde alt seviyelerinde bulunan boşluklardan iki kabuk arasına alınan hava, dış kabuğun üzerinde üst noktalarda bulunan boşluklardan dış mekana atılır.
5. Bu havalandırma şeklinde iç ve dış cephe tabakaları üzerindeki boşluklar kapalı konumda tutulur. İki cephe kabuğu arasına hava giriş-çıkışı yapılmayarak burada bir tampon bölge oluşturulur. Oluşturulmuş olan tampon bölgeyle iç mekanın ve dış mekanın arasındaki ısı alışverişi engellenerek, dış mekandaki ısının iç mekanı etkilemesi engellenir.



Şekil 2.10 Genel havalandırma çeşitleri ((b.t). 26 Temmuz 2009,  
<http://www.bbri.be/activefacades/images/schema/ventilation-modes-ADE-001.jpg>)

Bunun yanında, çift kabuk cepheler dört grupta incelenebilir;

1. Kutu pencereler (box windows)
2. Kat yüksekliğinde çift kabuk cepheler
3. Bina yüksekliğinde çift kabuk cepheler
4. Şaft cepheler

#### 2.3.2.1. Kutu Pencereler (Box Windows)

Kutu pencereler çift kabuk cephelerin uygulanmış olan en eski şeklidir. Kutu pencereler uygulanırken mekanın penceresinin önüne tek camlı bir pencere sistemi daha uygulanır. İki pencere sistemi arasına 200-400 mm boşluk bırakılır. Bu boşluk sadece pencere boyutunda devam eder; yatayda ve düşeyde diğer katlardaki pencereler arasında bir bağlantı yoktur. Bu pencere bazındaki ayırım mekanlar arasındaki ses, koku ve hava transferinin engellenmesini sağlar. Kutu pencereler dış ortamdaki sesin fazla olduğu binalarda tercih edilmiştir.

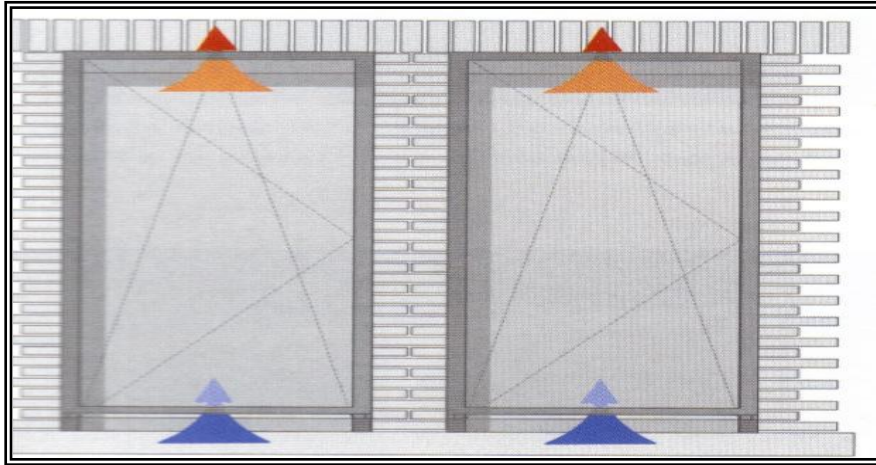
Kutu pencerelere örnek olarak; Berlin’de mimar Hans Kollhoff tarafından tasarlanmış 90 metre yüksekliğindeki Potsdamer Platz binasını verebiliriz, (Eisele ve Kloft, 2003), (Şekil 2.11).





Şekil 2.11 Potsdamer Platz Binası Dış Görünüşü, ( High Rise Manual s.140)

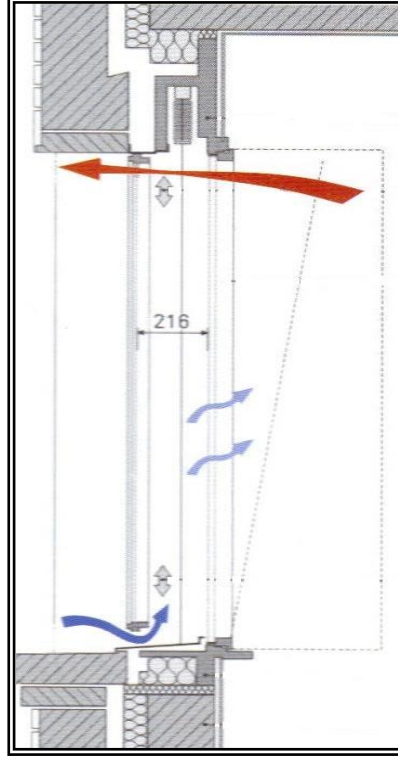
İç cephe tabakası yukarıdan aşağıya ve yana doğru açılabilir olarak tasarlanmıştır, (Şekil 2.12). Dış yüzeyi alüminyum malzemeyle kaplı olan ahşap çerçevede Low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. 220 mm genişliğindeki iki cephe tabakası arasına, gölgeleme elemanı olarak bu bina için özel olarak tasarlanmış olan jaluzi sistemi yerleştirilmiştir.



Şekil 2.12 Potsdamer Platz Binası'nın cephe elemanlarındaki ısı değişimi, (High Rise Manual s.140)

Dış kabuğu oluşturan çerçeve temizleme amacıyla yana doğru açılabilen konumda tasarlanmıştır. İç mekanın ve cephe kabukları arasındaki boşluğun havalandırılmasına imkan sağlamak için dış cephenin alt ve üst noktalarında 50-60 mm yüksekliğinde boşluk bırakılmıştır. Dış kabuktaki kaldırılabilen dişlilerle kullanıcı tarafından

cephenin altındaki ve üstündeki hava giriş-çıkışı için bırakılmış olan boşluklar kısmen veya tamamen kapatılabilir. Kış aylarında bu boşlukların kapatılmasıyla cephe tabakaları arasındaki havanın ısıtılması iç mekanın ısıtılmasına katkıda bulunur, (Lancour ve diğer., 2004), (Şekil 2.13)



Şekil 2.13 Potsdamer Platz Binası'nın cephesinin kesiti, (High Rise Manual s.140)

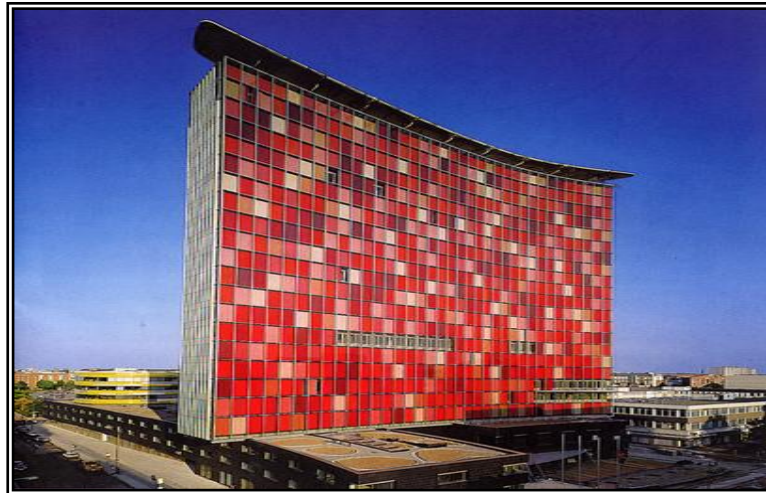
#### 2.3.2.2. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe

Bina yüksekliğinde çift kabuk cephelerde cephe kabukları arasındaki boşluk, bina yüksekliği boyunca kesintiye uğramadan devam eder. Menfezler binanın en alt seviyesine ve en üst seviyesine yerleştirilmiştir. Alt seviyedeki menfezlerden iki kabuğun arasına alınan hava, cephe kabukları arasında ısındıkça yükselir. Yükselen havanın yerini dış ortamdan cephe kabukları arasına giren yeni soğuk hava alır. Bu soğuk hava önceden cephe kabukları arasına alınmış olan sıcak havanın yükselmesinde itici bir kuvvet rol oynar. Böylelikle ısınarak yükselen hava, binanın üst noktasındaki menfezlerden dışarıya atılır.

Bina yüksekliğinde çift kabuk cephelerde, dış ortamla iç mekan arasında koruyucu bir ek tabaka oluşturulduğundan, dış mekandaki sesin bina içine girmesi engellerken aynı zamanda iç cephe bileşenlerini de yağmur, rüzgar gibi hava şartlarına karşı da korur. Güneş kontrol elemanlarının iki kabuk arasında yerleştirildiği binalarda, güneş kontrol elemanları hava şartlarına karşı korunurken kullanım ömürleri de uzamış olur.

Bina yüksekliğindeki çift kabuk cephelerde, iki kabuk arasındaki boşlukta bulunan hava güneş ışınlarıyla ısındıkça yükselir. Bu özellik az katlı yapılarda önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmazken, çok katlı yapılarda; üst kat seviyelerine ulaşan havanın sahip olduğu yüksek sıcaklık değerleri büyük bir problemdir. Üst katlara ulaştığında aşırı ısınmış olan havanın iç mekanı yaz aylarında etkilememesi için ek önlemler alınması gerekebilir. Cephe boşluğunun bina boyunca devam etmesinin bir diğer dezavantajıysa, katlar arasındaki yangın, duman ve ses izolasyonunun sağlanamamasıdır.

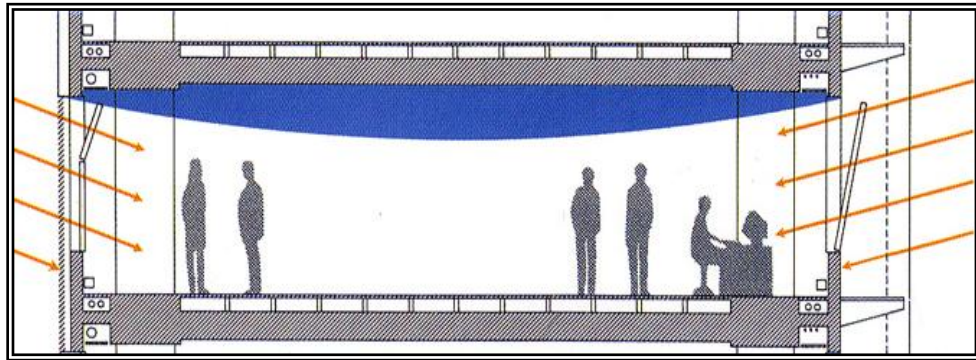
Bina yüksekliğindeki çift kabuk cephe sistemi, Berlin'deki GSW Headquarters (Gemeinnützige Siedlungs Und Wohnbaugenossenschaft mbH) binasında uygulanarak binanın doğal olarak havalandırılması ve gün ışığından yararlanmasını sağlamıştır. 1999 yılında yapımı tamamlanan bina Sauerbruch Hutton Mimarları tarafından tasarlanmış olan bina, 2000 yılında Berlin Mimarlık Ödülü'nü (Berlin Architecture Award) almıştır, (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 The GSW Headquarters Office Block, ((b.t.). 06 Haziran 2008  
[http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study/case/ger/GSW\\_Berlin/GSW-Index.htm](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study/case/ger/GSW_Berlin/GSW-Index.htm))

Mevcut 17 katlı yapıya ek bina olarak tasarlanan 22 katlı kavisli binanın cephesine sarı, yeşil ve mavi renkli alüminyum kaplama elemanları kullanılmıştır.

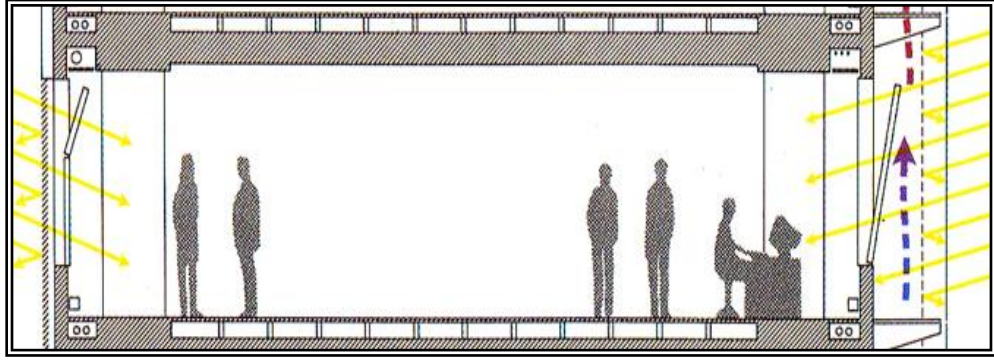
Yapının içine ve dışına doğru olan hava akımı ve ısı depolama kapasitesi ile %40 oranlarda enerji tasarrufu sağlanır. Bina yüksekliğince devam eden çift kabuk cephe sistemiyle gün ışığından optimal bir şekilde yararlanılırken aynı zamanda temiz havalı iç mekanlar elde edilir. Gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmak ve doğal havalandırmanın en uygun koşullarda gerçekleşmesinin sağlanması için yapının planı mümkün olduğunca dar olarak tasarlanmıştır, (Şekil 2.15).



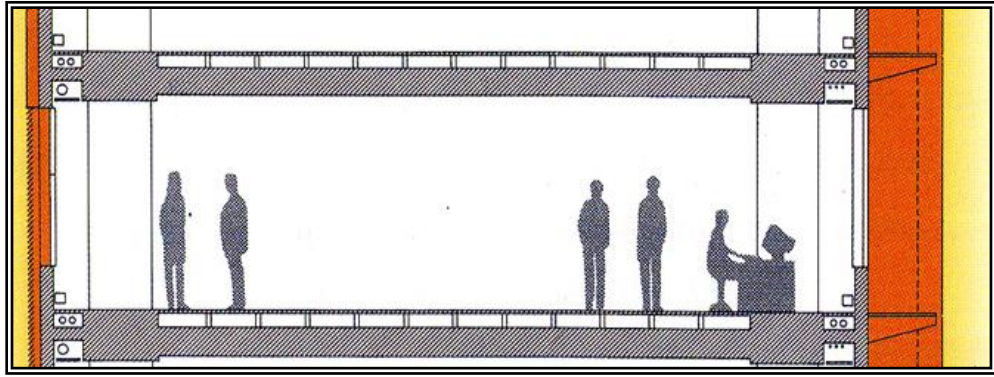
Şekil 2.15 The SW Headquarters Office Block Kesiti ((b.t), 06 Haziran 2008, [http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study/case/ger/GSW\\_Berlin/GSW-energy-light.ht](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study/case/ger/GSW_Berlin/GSW-energy-light.ht)

Yapının batı ve kuzey cephelerinin çift kabuk cephe ile tasarlanmış olmasından dolayı, dış ortam ile iç ortam arasında termal bir tampon bölge oluştururken, aynı zamanda yoğun olan trafik gürültüsünün iç mekana girmesini de engeller.

Gün ışığından optimum düzeyde faydalanılırken iç mekanların aşırı miktarda ısınmasını engellemek için iki kabuk arasına, kullanıcılar tarafından kontrol edilebilen güneş kontrol elemanları yerleştirilmiştir. Binanın batı cephesinde uygulanmış olan çift kabuk cephede, cephe kabukları arasında 1 metre boşluk bırakılmıştır. Cephe kabukları arasında bulunan hava doğal konveksiyonun sonucu olarak ısındıkça yükselir, (Şekil 2.16, şekil 2.17).

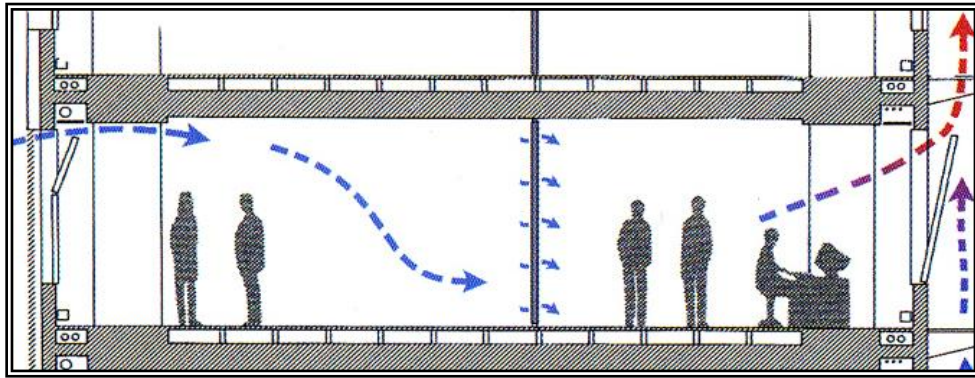


Şekil 2.16 The GSW Headquarters Office Block Kesiti ((b.t), 06 Haziran 2008,  
[http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study/case/ger/GSW\\_Berlin/GSW-energy-buffer.htm](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study/case/ger/GSW_Berlin/GSW-energy-buffer.htm))

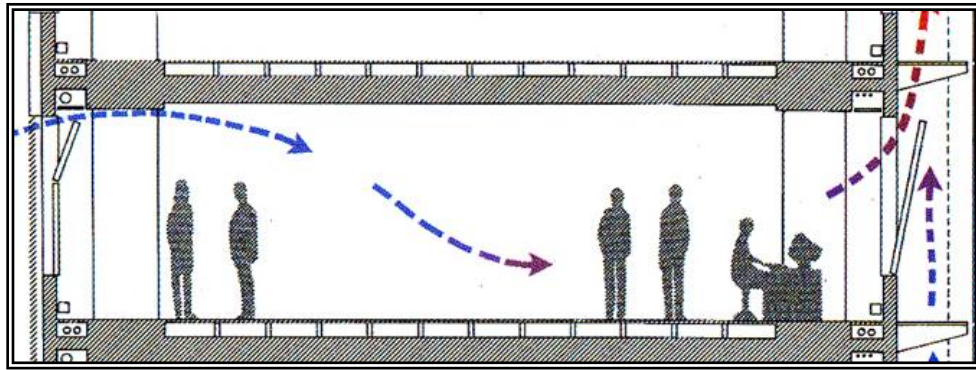


Şekil 2.17 The GSW Headquarters Office Block Kesiti ((b.t), 06 Haziran 2008,  
[http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study/case/ger/GSW\\_Berlin/GSW-energy-solar.htm](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study/case/ger/GSW_Berlin/GSW-energy-solar.htm))

Yapının doğu cephesindeki pencerelerin açılmasıyla iç mekana alınan temiz hava, ofislerin doğal havalandırılması için kullanılır. Doğu cephesindeki, çift kabuk cephenin cephe tabakaları arasındaki boşlukta bulunan hava, ısındıkça yükselirken boşluğun alt seviyelerinde alçak basınç oluşturur. Doğu cephesinden iç mekana alınan hava, oluşan bu basınç farklılığı nedeniyle batı cephesindeki çift cephe tabakaları arasındaki boşluğa girer. Böylelikle ofislerde kullanılmış olan kirli hava dışarıya atılmış olur, (Şekil 2.18, Şekil 2.19).



Şekil 2.18 GSW'nin Yönetim Merkezi'ndeki Çapraz Havalandırma-Açık Plan.  
(Compagno, 1999, s.151).



Şekil 2.19 GSW'nin Yönetim Merkezi'ndeki Çapraz Havalandırma-Batı Cephesiyle  
Kombinasyonlu, (Compagno, 1999, s.151).

### 2.3.2.3. Kat Yüksekliğinde Çift Kabuk Cepheleer

Kat yüksekliğindeki çift kabuk cepheleerde; cephe kabukları arasındaki boşluk kat yüksekliğinde devam eder. Her katın alt ve üst seviyelerinde kesintiye uğrar. Dış kabuğun üzerinde, kat yüksekliğinin alt ve üst noktalarında, döşeme seviyesinde menfezler yerleştirilmiştir. Dış ortamdaki hava, iki kabuk arasındaki boşluğa dış kabuğun alt noktasındaki menfezlerden alınır. Boşlukta ısınan hava yükselir ve katın üst seviyesindeki menfezden dışarı atılır. Her katın havalandırılması kendi içinde gerçekleşir.

Boşluk içine alınan havanın boşluktaki hareket süresi kat yüksekliği ile sınırlı kaldığı için ve boşluk içinde kalma süresinin az olmasından dolayı, havanın boşluğa

girdiği ilk andaki sıcaklığı ile boşluğu terk edişi sırasındaki son sıcaklığı arasında fazla ısı farkları oluşmaz. Bu sebepten dolayı; boşlukta ısınan havanın boşluğu terk ediş noktasında bile doğal havalandırmanın gerçekleşmesini olumsuz şekilde etkileyecek ısı değerlerine rastlanılmaz, etkin bir doğal havalandırma elde edilir.

Bu cephe tipinde her katın havalandırması ayrı ayrı gerçekleştiği için, cephe kabukları arasındaki boşluktaki havanın aşırı ısınma riski olmadığı gibi, dumana, sese ve yangına karşı yalıtım geliştirilmiştir. Ekstra yangın önlemine gerek yoktur.

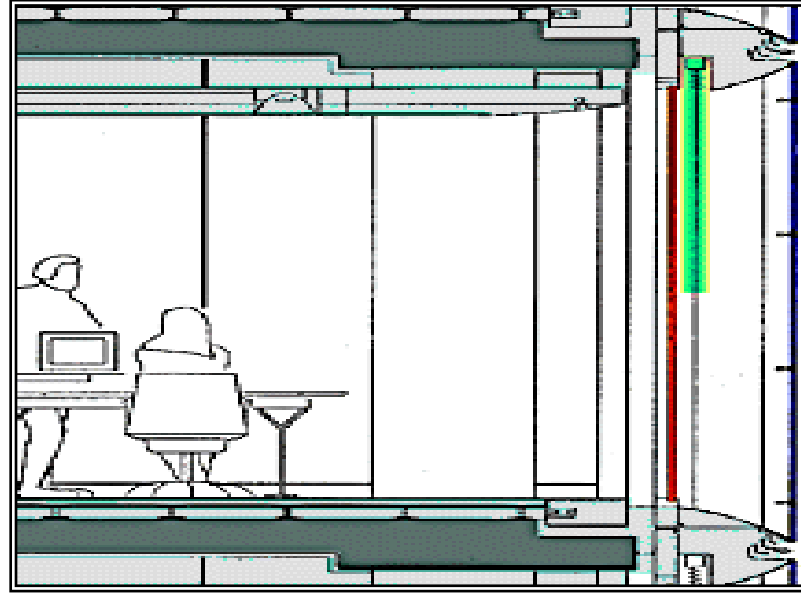
Güneş kontrol elemanları, diğer çift kabuk cephelerde de olduğu gibi cephe kabuğunun arasındaki boşluğa yerleştirilmiştir. Böylelikle güneş kontrol elemanları hava koşullarına karşı korumuş olur, kullanım ömürlerinin uzar ve bakım kolaylığı sağlanır.

Kat yüksekliğindeki çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı RWE AG Yönetim Binası, silindirik formulu olarak 1990-1997 yılları arasında mimar Ingenhoven Overdiek ve ortakları tarafından Essen’de 31 katlı olarak tasarlanmıştır. Yapının silindirik formda tasarlanmış olması diğer formlu yapılara göre iç hacim ve dış yüzey arasındaki ilişkinin ideal şekilde kurulmasına olanak sağlar.( Şekil 2.20)



Şekil 2.20 RWE Yönetim Binası'nın Dış Görünüşü. (Compagno, 1999, s.138).

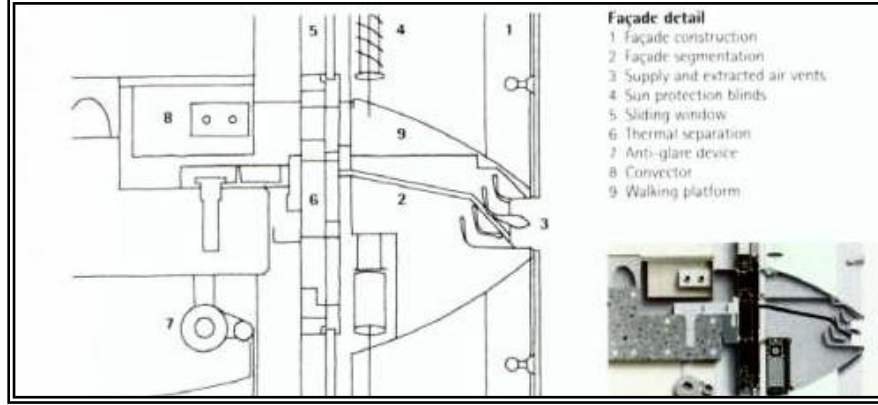
Yapının ana tasarım konseptini doğal havalandırmanın uygulanabilirliği oluşturur. Doğal havalandırmanın gerçekleşmesi, binanın nefes alması, çift kabuk cephe sistemiyle gerçekleşmiştir. İki kabuk arasında 50 cm lik boşluk bırakılmıştır. Dış kabuk 2x3.6 metrelik sabit modüllerden oluşurken iç kabuk için hareketli panel elemanlar kullanılmıştır. İç kabukta, kat yüksekliğinde, 6+14+6 mm kalınlığında ısı yalıtımlı camlardan oluşan sürme cam sistemi kullanılmıştır. Sürme cam sistemi, güvenlik gerekçeleriyle, kullanıcılar tarafından 13.5 cm'e kadar açılabilir, (Şekil 2.21).



Şekil 2.21 RWE Binası'nın sistem kesiti (Compagno, 1999, s.138).

Çift kabuk cephenin, cephe kabukları arasındaki boşluğa havanın giriş ve çıkışını sağlamak için kat döşemelerinin olduğu seviyelerde yerleştirilmiş olan menfezler RWE Binası'nda özel olarak tasarlanmıştır. Cephe kabukları arasındaki boşluğa havanın girişini ve çıkışını sağlayan balık ağzı formundaki bu menfezlere “fish mouth” denilmiştir, (Şekil 2.22).



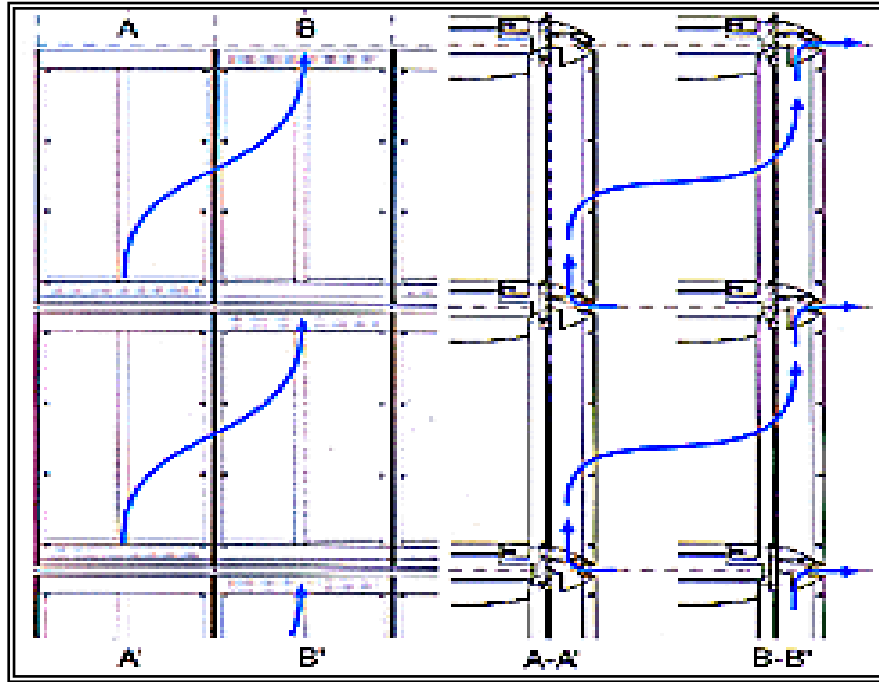


Şekil 2.22 RWE Binası'nın cephe eleman detayı.  
 ((b.t). 01 Ağustos 2009, [http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study))

Yapının döşeme seviyelerinde yerleştirilmiş olan balık ağzı formundaki menfezlerden, alt döşeme kotunda bulunanlardan iki giydirme cephe tabakası arasındaki boşluğa alınan hava, ısındıkça yükselir ve üst döşeme seviyesindeki menfezlerden dış ortama verilir. Giydirme cephe tabakaları arasındaki boşluk her kat seviyesinde kesintiye uğradığı için ofislerin havalandırılması birbirinden bağımsız olarak tamamlanır. Ofislerin içindeki kirli havanın birbirine karışması engellenirken, seslerinde ofisler arasında gezmesi önlenmiş olur, ( Şekil 2.23, Şekil 2.24).



Şekil 2.23 RWE Binası'nın cephe eleman detayı.(b.t). 01 Ağustos 2009,  
[http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study)



Şekil 2.24 RWE Binası'nın doğal havalandırma hava akış şeması  
(b.t). 01 Ağustos 2009, [http://www.hku.hk/mech/sbe/case\\_study](http://www.hku.hk/mech/sbe/case_study)

#### 2.3.2.4. Şaft Cepheler

Şaft cepheler kutu pencerelerin özelleştirilmiş şeklidir. Bina yüksekliğinde çift kabuk cephelerle, kat yüksekliğinde çift kabuk cephelerin bir kombinasyonudur. Şaft cephelerde kutu pencerelere ek olarak baca sistemleri geliştirilmiştir. Baca sistemleri cephe boyunca devam eder ve her kat seviyesinde kutu pencerelere bağlanır.

Kutu pencerelerin iki kabuk arasındaki boşluğuna, dış kabuk üzerindeki kat yüksekliğinin alt seviyelerindeki açıklıklardan alınan hava ısınarak cephe kabukları arasında yükselir. Yükselen hava, kutu pencerelerin üst-yan noktalarındaki açıklıklardan baca sisteminin içine girer ve bacanın içinde yükselmeye devam ederek binanın üst noktalarında dışarıya atılır. Şaftın içindeki hava akımı, ısınan havanın yükselmesi prensibiyle gerçekleşir. Şaftın içindeki kaldırma kuvveti, hava akımının alt katlarda ısındıkça yükselmesine destek olur. Dışarıdaki ortamda en ufak bir hava akımı olması halinde, shaftın içindeki kaldırma kuvvetiyle binanın doğal havalandırması gerçekleşir.

Şaft cephelerin uygulama kararı verilirken çevre faktörleri, bölgeye hakim olan rüzgar tipinin belirlenmesi ve şaft cephenin uygun olup olmadığına karar verilmesi gerektiğinden her bina için ayrı hesaplama yapılmalıdır. Kat yüksekliğinin fazla olduğu binalarda şaftın içindeki hava akımının kontrolü zor olduğundan uygulanması uygun değildir.

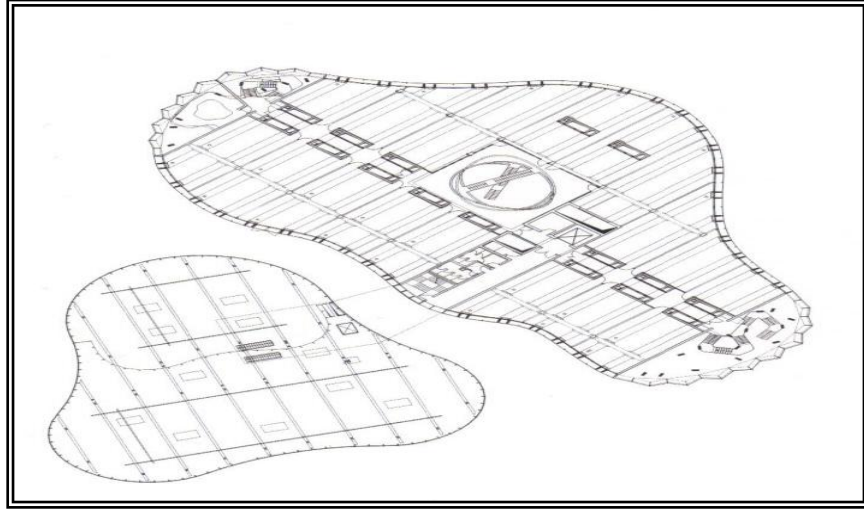
Sauerbruch Hutton Mimarları tarafından tasarlanmış olan, 1995-1998 yıllarında, Berlin’de yapımı tamamlanmış olan Photonics Centre şaft cephelere örnek olarak verilebilir, ( Şekil 2.25).



Şekil 2.25 Photonics Centre Binası'nın Dış Görünüşü. (Compagno, 2002, s 154).

Photonics Centre biri 3 katlı diğeri 2 katlı iki yapıdan oluşan bir araştırma merkezidir. 3 katlı binanın çift kabuk cephesi şaft cephe olarak tasarlanmıştır.

Photonics Centre Binası'nın çift kabuk cephesinin, cephe kabukları arasındaki boşlukta birbirinden 0.75 cm uzaklıkta iki tane prefabrike boyalı betonarme kolon elemanı yerleştirilmiştir. Bu kolonların arası baca görevini görmektedir, (Şekil 2.26, Şekil 2.27).



Şekil 2.26 Photonics Centre Binası'nın Planı, (Compagno, 2002, s 154).

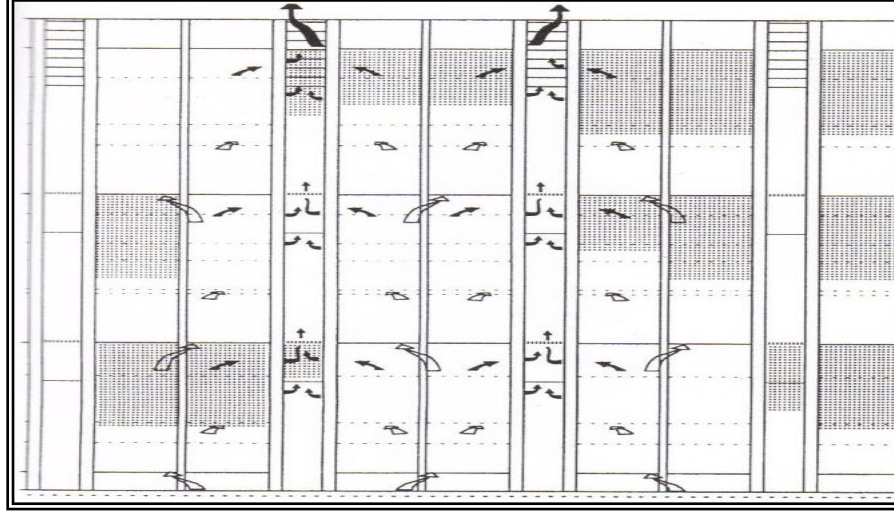


Şekil 2.27 Photonics Centre Binası'nın Giydirme Cephesinin Yakından Görünüşü (Compagno, 2002, s 155).

Dış kabuk tek tabakalı camdan oluşmaktadır. İç kabuk ise çift tabakalı Low-E kaplamalı, kat yüksekliğinde, sürmeli camdan oluşur. İki kabuk arasındaki 70 metre genişliğindeki boşluğa renkli jaluzi elemanlar yerleştirilmiştir, (Compagno, 2002, s.155).

Çift kabuk cephenin, cephe kabukları arasındaki boşluğunun içine alınan hava, mekan kullanıcılarının havalandırma için iç kabuktaki pencereleri açmasıyla birlikte iç mekanın içine girer. İç mekandaki kullanılmış olan hava, 0.75 metre genişliğindeki

bacanın içine girer. Bacanın içinde yükselen hava çatı seviyesinden binanın dışına atılır, (Şekil 2.28), (Compagno, 2002, s.155).



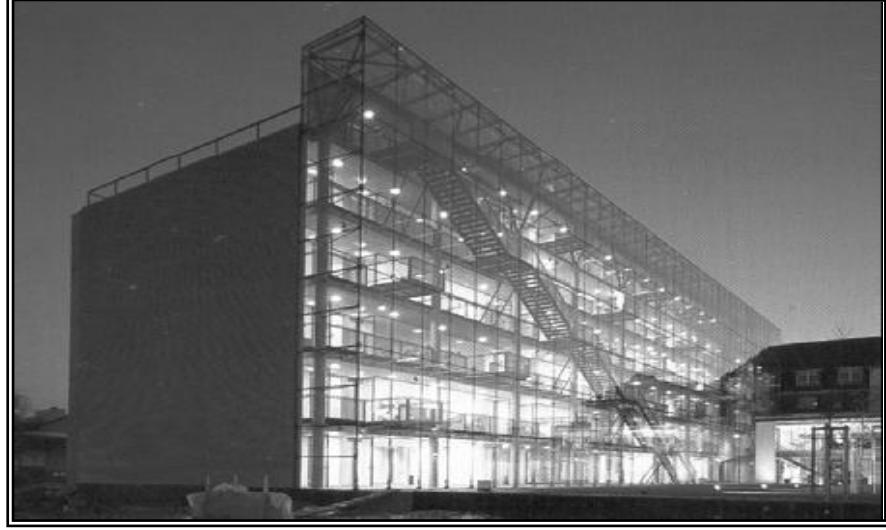
Şekil 2.28 Photonics Centre Binası'nın Giydirme Cephesinin Doğal Havalandırma Şeması, (Compagno, 2002, s 155).

Çift kabuk cephenin, cephe kabuğu arasındaki boşluğunun içine alınan hava, mekan kullanıcılarının havalandırma için, iç kabuktaki pencereleri açmasıyla birlikte iç mekânın içine girer. İç mekândaki kullanılmış olan hava, 0.75 metre genişliğindeki bacanın içine girer. Bacanın içinde yükselen hava çatı seviyesinden binanın dışına atılır (Compagno, 2002, s.155).

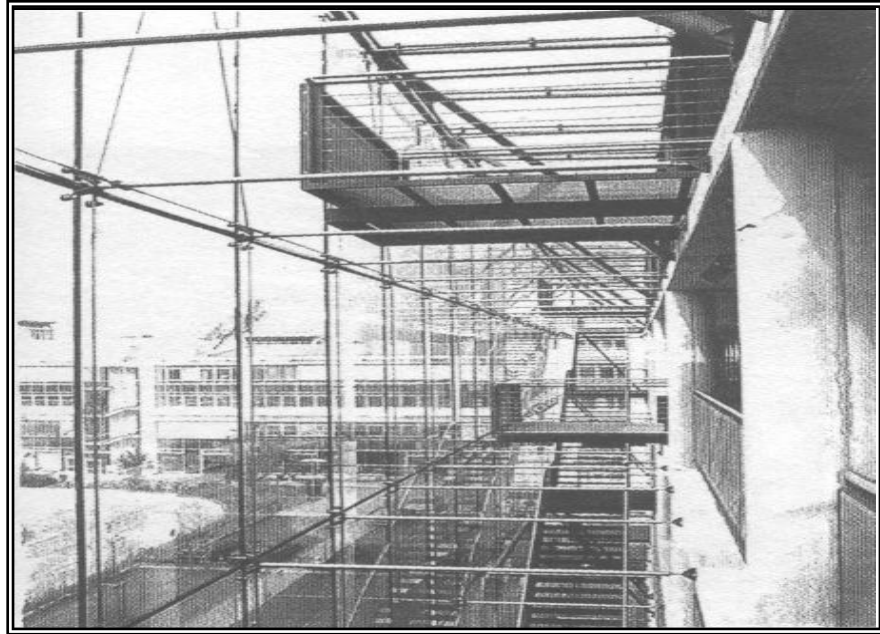
### 2.3.3. İklim Holleri

Çift kabuk cepheler, genellikle çok katlı yapılarda rüzgar basıncına karşı önlem olarak kullanılır. Bununla beraber çift kabuk cephelerde oluşan tampon bölge, alçak yapılarda da enerji tasarrufu sağlar. Kış bahçeleri, atriyum ve iklim holleri ise, cephe kabuğu arasındaki boşluğun genişletilmiş hali olarak yorumlanabilir. Bunlar etkisi azaltılmış bir tampon bölge gibi davranış gösterirler; ısı kayıplarını azaltırlar, pasif olarak güneş ışımasından ısı kazandırır ve yapının doğal havalandırmasında rol oynar (Kocaman, 2002, s.105).

Frankfurt am Main’de 1995 yılında yapımı tamamlanan Thompson Advertising Agency Binası iklim holüne sahip olan binalar için örnek olarak verilebilir. Kış bahçesi, yapıyı trafik gürültüsünden korurken aynı zamanda soğuk mevsimlerde ısı tampon bölgesi olarak çalışır. Giydirme cephe kuzeye baktığı için, yaz aylarında aşırı ısınma tehlikesi de yoktur, ( Şekil 2.29, Şekil 2.30).



Şekil 2.29 Thompson Advertising Agency Binası’nın Dış Görünüşü, (Compagno, 1999, s 158).

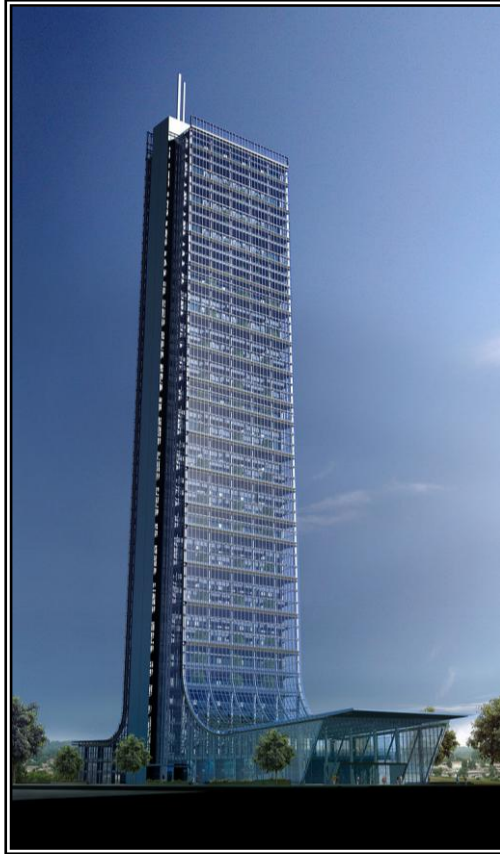


Şekil 2.30 Thompson Advertising Agency Binası’nın Giydirme Cephesinin İçeriden Görünüşü, (Compagno, 1999, s 159).

## 2.4 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Türkiye’deki Uygulaması

Çift kabuk cepheler, yüksek ilk yatırım maliyeti nedeniyle Türkiye’de yaygın kullanım alanı bulamamıştır. Tek uygulama İstanbul’daki “İstanbul Sapphire” binasıdır.

Kentin “iş yönetimi” merkezi Büyükdere Caddesi’nde yükselen, bir konut, alışveriş ve eğlence merkezi projesi olan İstanbul Sapphire, çevresindeki yüksek yapılanmaya uyumlu, İstanbul’un Maslak bölgesindeki en yüksek binalardan biri olacak. Bina 261m yüksekliği, ekolojik özellikleri ve tasarımının estetiği nedeniyle, İstanbul’un her yerinden görülen ve tanınan bir bina olmayı hedefliyor. Toplam 165 bin 139m<sup>2</sup>’lik inşaat alanına sahip bina 10 kat zemin altı olmak üzere 61 katlı olup 30 metre antenle birlikte 261m yüksekliği ile Türkiye’nin halihazırdaki en yüksek binası olacaktır, (Şekil 2.31), (Tasarım 199, s.106).



Şekil 2.31 İstanbul Sapphire Binası Dış Görünüşü, (İstanbul Sapphire mimari raporu).

Bina otopark, alışveriş merkezi ve konut içerecek şekilde tasarlanmıştır. Zemin altında 10 adet bodrum kat bulunmaktadır. Bodrum katlardan alttaki 6 adedi otopark, diğer zemin altı 4 adedi ise alışveriş merkezi ve hipermarket için kullanılmıştır, (Şekil 2.32), (İstanbul Sapphire binası mimari raporu).



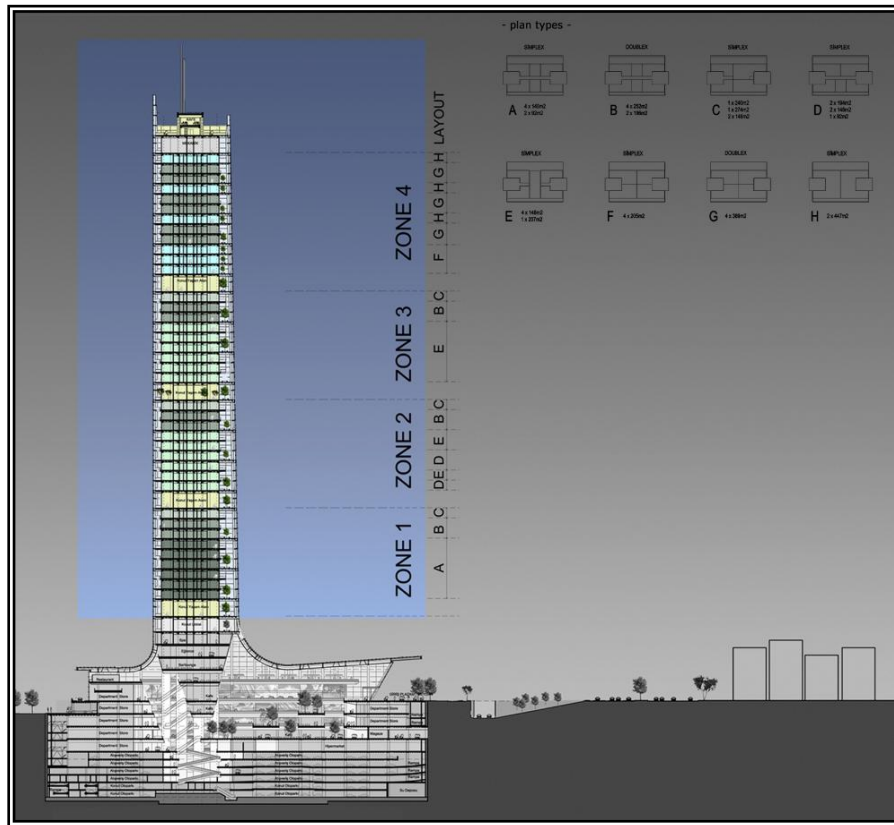
Şekil 2.32 İstanbul Sapphire binası *AVM Giriş plaza*, (İstanbul Sapphire binası mimari raporu)

Bina taşıyıcı sistemi betonarme ve çelik olarak tasarlanmıştır. Bodrum katlar ve alışveriş merkezi katları betonarme olarak planlanmış, dış cephe ve devamı niteliğindeki alışveriş merkezi çatı örtüsü çelik konstrüksiyondur. Bina içindeki düşey sirkülasyonda, 8 adedi yüksek hızlı olmak üzere, toplam 14 adet asansör, 13 adet yürüyen merdiven ve 8 adet yürüyen yol bulunmaktadır, (Tasarım 199, s.106).

Bina, dışarıdan bakıldığında yukarıya doğru hafifçe incelmektedir. Dördüncü kattan itibaren aşağı doğru genişleyerek, binanın yüzeyini kaplayan cam örtü yumuşak bir kıvrımla, yatay olarak binanın eteği şeklinde uzayarak cafe, bar, restoran ve dükkanların yer aldığı alanın üzerini, saçağa dönüşerek örtmektedir. Özellikle ve kaliteli marka alışverişine uygun olarak tasarlanan ve doğal ışıktan maksimum yararlanan bu alan, çok katmanlı, hareketli, havaalanı yolcu salonlarında olduğu gibi tek bir büyük mekan olarak algılanmaktadır, (Arredomento Mimarlık 226, s.85).



Binanın konut kısımlarında 120 m<sup>2</sup>'den 1100 m<sup>2</sup>'ye kadar değişen, birbirinden farklı büyüklükte 177 adet konut yer almaktadır. Residans kısmında 4 konut zonu bulunmakta ve bu zonlar da kendi içerisinde her 3 katta bir gökyüzü bahçesi oluşturmaktadır. Zonlar arasında konumlanan katlarda konut kullanıcıları için çeşitli rekreasyon alanları düşünülmüştür, (Şekil 2.33), (İstanbul Sapphire binası mimari raporu).

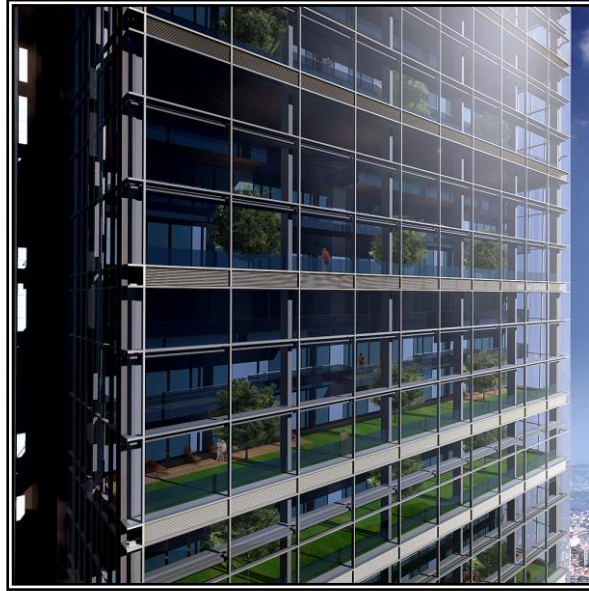


Şekil 2.33 İstanbul Sapphire binası *kesit ve planları* (İstanbul Sapphire binası mimari raporu)

Bina birbirinden bağımsız iki cam cepheden meydana geliyor. Böylelikle iç mekanlar, dışta oluşturulan iki cam cepheyle olumsuz meteorolojik koşullardan korunuyor. Ayrıca yapıya tek cepheli bir binada mümkün olmayacak gelişmiş ses yalıtımı, yüksek ısı kazanımı, yapının doğal olarak havalandırılması, güneşten korunmanın etkinleştirilmesi, yaşayanların konfor koşullarının iyileştirilmesi gibi özellikler kazandırılıyor, (Natura Dergisi, sayı 4).

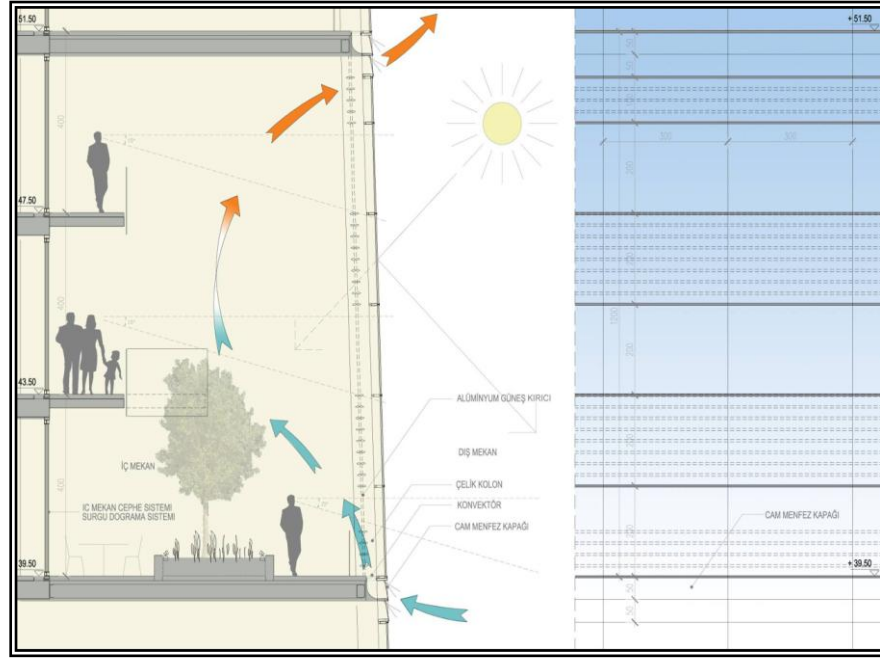
İstanbul Sapphire, mimari tasarım gereği çift cepheli bir bina. Çift cephe uygulaması ilk kez bu yapıda denendi. İki cephenin arasında kalan hacim bahçe atriumu olarak tasarlandı. Bu hacim; kesinlikle iklimlendirilmiyor, cephe fonksiyonu sayesinde doğal olarak havalandırılıyor, (Natura Dergisi, sayı 4).

Menfezler ve teknik donanımla sağlanan doğal havalandırma sayesinde “nefes alan bina”, iklimlendirme için daha az enerji tüketmektedir. Ayrıca dış cephe ve iç cepheler arasında çeşitli iklimlendirme alanları düzenlenmekte, bu tampon bölümlerde ayrıca binanın işletim destek sistemleri ve mekanik sistemler bulunmaktadır, (Şekil 2.34), (İstanbul Sapphire Binası mimari raporu).



Şekil 2.34 İstanbul Sapphire Binasının Dikey Bahçeleri (Natura Dergisi, sayı 4, s.48)

Çevre dostu sistemlerin kullanılmasıyla enerji tüketimi kontrol edilirken, her 3 katta iklimlendirme alanı olarak düzenlenen yeşil alanlar, yüksek kotta bulunan oturma alanları da doğal ve sıcak bir atmosfer sağlamakta; en yüksek katlarda dahi bahçeli ev ölçeğini ve hissini korumaktadır, (Şekil 2.35), (Tasarım 199, s.106).



Şekil 2.35 İstanbul Sapphire binasının Cephe Sistemi (İstanbul Sapphire Binası mimari raporu)

## 2.5 Bölümün Sonuçları

Çift kabuk cephe kavramının, tarihçesinin ve sınıflandırılmasının anlatıldığı bu bölüm, genel bilgiler içermektedir. Çift kabuk cephenin tanımlamaları, özellikleri, avantajları ve dezavantajları ortaya konmuş, tarihsel süreç içinde giydirme cephenin gelişimi ele alınmıştır. Cam giydirme cephenin yaygın kullanımıyla beraber, bina performansı açısından ortaya çıkan dezavantajları minimum düzeyde tutmak ve hatta ortadan kaldırmak amaçlı çalışmalar sonucunda geliştirilen, çift kabuk cephelerin gelişim süreci örneklerle anlatılmıştır. Ayrıca bölüm içinde çift kabuk cephelerin sınıflandırılması örneklerle verilmiştir. Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde kullanılacak olan çift kabuk cephe sistemleri detaylı bir biçimde sınıflamanın içinde incelenerek, diğer bölümler için bir ön bilgi oluşturmuştur.

## **BÖLÜM ÜÇ**

### **ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİNİN TASARIMI İÇİN**

#### **KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER VE MEVCUT ÇALIŞMALAR**

Günümüzde, çift kabuk cephe sistemlerinin kullanıldığı bina tasarımları hızla yaygınlaşmaktadır. İlk yatırım maliyeti yüksek olan bu cephe sistemlerinin kullanımıyla, binaya getireceği avantajların net olarak belirlenebilmesi için bugüne kadar birçok çalışma yapılmış ve çok sayıda bina enerji simülasyon programından yararlanılmıştır. Çift kabuk cepheyi etkileyen birçok faktör olduğu için hesaplamaları elle yapmak aylar sürebileceğinden, bilgisayar programlarını kullanmak akılcı çözümdür, (L. O. Degelman, kişisel iletişim, Ağustos 2009).

### **3.1 Çift Kabuk Cephe Sistemini İnceleyen Mevcut Çalışmalar**

Çift kabuk cephe sistemlerini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bir kısmı; çift kabuk cepheyi oluşturan elemanların incelenmesi üzerine, bir kısmı da çift kabuk cephenin ekonomik etkinliğinin yaşam dönemi maliyet analizi üzerine yapılmıştır.

Mevcut çalışmalar:

- Ebru KOCAMAN tarafından, 2002 yılında, “Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheleer” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; ülkemizde yüksek ilk maliyet yüzünden kullanım olanağı bulamayan, güneş enerjisini en etkin şekilde kullanan, pasif enerji üretimi sağlayan akıllı giydirme cepheleer olarak nitelendirebileceğimiz, giydirme cephe sistemlerinin irdelenmiştir, (Kocaman, 2002, s.4).
- İkbal ÇETİNER tarafından, 2002 yılında, “Çift Kabuk Cam Cepheleerinin Enerji Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; çift kabuk cephe sistemleerinin ülkemizde kullanılması halinde enerji tüketimi ve toplam maliyet açısından ne ölçüde bir etkinlik sağlayacağını belirlemek amacıyla bir değerlendirme yapılması

amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, ülke kaynakları ve bina sahipleri açısından en fazla fayda sağlayacak olan enerji ve ekonomik etkin seçeneklerin seçimi ve uygun bileşen özelliklerinin belirlenmesi için bir çözüm aranmaktadır, (Çetiner, 2002, s. 1).

- Dirk SAELENS tarafından 2002 yılında, “Energy Performance Of Single Storey Multiple-Skin Facades” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; kat yüksekliğindeki çift kabuk cephelerin enerji performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda doğal havalandırmalı ve mekanik havalandırmalı çift kabuk cephe sistemler için deneysel çalışma yapılmıştır, (Saelens, 2002, iii).
- Ayça BAYRAM tarafından, 2003 yılında, “Energy Performance of Double-Skin Facades In Intelligent Office Buildings: A Case Study In Germany” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; çift cepheler ile bina yönetim sistemleri arasındaki ilişki enerji performansı açısından incelenmekte ve bu sistemlerin akıllı binalara dahil edilmesi halinde daha iyi bir enerji performansı sunup sunmadıkları araştırılmaktadır. Örnek durum incelemesi olarak düşük enerji tüketimiyle kullanıcılarına yüksek konfor koşulları sunan çift katmanlı cepheye sahip akıllı bir ofis binası ele alınmıştır. Bu tez örnek bina üzerinden inceleme yaparak bina enerji sistemlerine dahil edilmiş çift cephe sistemlerinin çalışma prensiplerini avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte sunmaktadır, (Bayram, 2003, s.vi).
- Kemal Ferit ÇETİNTAŞ tarafından, 2004 yılında, “Çift Kabuklu Cephelerin Isı Kayıplarının Hesaplanmasında Kullanılabilecek Yeni Bir Yaklaşım” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; çift kabuklu cephelerin ülkemizde uygulanması halinde enerji tüketimi açısından getireceği avantaj irdelenmiş ve ülkemizdeki mevcut büro binalarında enerji etkin kabuk yenilenmesi için, çift kabuklu cephelerin bir alternatif olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda iç kabuğu saydam ve opak bileşenden oluşan çift kabuklu cephelerin ısı kayıplarının belirlenmesine yönelik yaklaşımlar incelenmiş ve yeni bir yaklaşım geliştirilerek, uygulanmıştır.

- Harris Poirazis tarafından, 2004 yılında, “Double Skin Facades For Office Buildings A Literature Review” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; çift kabuk cephe sistemiyle ilgili literatür taraması yapılmıştır, (Poirazis, 2004, s.3).
- Vijaya YELLAMRAJU tarafından 2004 yılında, “Evaluation And Design Of Double-Skin Facades For Office Buildings In Hot Climates” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; sıcak iklimlerde, ofis binalarında çift kabuk cephelerin termal etkisi araştırılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda, çift kabuk cephelerin etkin tasarımı için öneriler geliştirilmiştir, (Yellamraju, 2004, s.3).
- Gülay ERTAN TATLI tarafından, 2006 yılında, “Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyet Analiziyle İrdelenmesi” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; çift kabuk cephelerin enerji tüketimi ve toplam maliyet açısından binaya ne ölçüde etkinlik sağlayabileceğinin değerlendirilmesi için bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada enerji kullanımı bağlamında ekonomik etkinlik açısından en fazla fayda sağlayan seçenekler belirlenmiştir. İlk yatırım aşamasında maliyetleri yüksek olan çift kabuk cephe sistemlerinin yıllık ne kadar enerji harcaması yapacağı, bunun sonucunda yaşam dönemi maliyetinin ne olacağı ve ne kadar sürede bu sistemlerin kendi maliyetlerini amorti edebileceği (amortisman süresi) hesaplanmıştır, (Tatlı, 2006 s.1).
- Murat ÜNAL tarafından, 2006 yılında, “Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada uygulanan örneklerden yola çıkılarak en çok tercih edilen cephe tipi, havalandırma tipi ve destekleyici strüktür tipleri tespit edilmiş ve nedenleri anlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca çift kabuk cepheli binaların Türkiye’de uygulanabilirliği üzerine bir değerlendirme yapılmıştır, (Ünal, 2006, s.5).
- Esra LAKOT tarafından, 2007 yılında, “Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması” başlıklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada; literatür çalışmasında enerji etkin tasarım yaklaşımına ağırlık verilerek mimari tasarım ve uygulamalarında kullanılabilecek aktif ve

pasif güneş enerji sistemleri detaylı şekilde anlatılmış, enerji etkin cephe tasarımlarının yöntem ve teknikleri saptanarak, bundan sonraki çalışmalara ve uygulamalara temel kaynak oluşturmak amacıyla net bir şekilde ortaya konmuştur, (Lakot, 2007, s.2).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, çift kabuk cepheler ile ilgili çalışmaların soğuk iklim bölgeleri için yapıldığı görülmektedir. Çift kabuk cephe sistemlerinin uygulandığı binanın yönlendirilmesi üzerine ise çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu çalışma ile, çift kabuk cephe sistemlerinin sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde, binanın enerji yükleri üzerindeki etkisi ortaya konulacaktır. Çift kabuk cephe sistemlerinin uygulandığı binanın yönlendirilmesinin binanın enerji yükleri üzerindeki etkileri belirlenecektir.

### **3.2 Çift Kabuk Cephe Sisteminin İncelenmesinde Kullanılabilecek Bilgisayar Programları**

“Benzeşim” olarak da türkçeleştirilebilen simülasyon, karmaşık bir istemin basitleştirilmiş bir modelini oluşturarak, gerçek sistemin davranışını tahmin etmek ve analiz etmek üzere bu modeli kullanma süreci olarak tanımlanabilir. Gerçek sistemleri tüm karmaşıklıkları içinde analiz etmek çok zor, hatta imkansızdır ve genellikle bunu, bu karmaşıklık içinde gerçekleştirmek gereksizdir. Simülasyonun temel amacı, gerçek sistemden dikkatlice çekip çıkartılarak, sadece belirli gereklerle ilgili elemanların dikkate alınması ve görece olarak daha önemsiz olanların göz ardı edilmesi ile, gerçek sistem davranışını doğru olarak tahmin etmek üzere kullanılabilen bir model geliştirmektir, (Harputlugil, 2009, s.34).

Bugün artık mimarlıkta “tasarım kararı destek sistemi” olarak sadece görsel simülasyon tekniklerinden yararlanılmaktadır. Enerji ve çevresel faktörlerin sadece yönetmeliklerde yer alan, yasal gerekliliklerin yerine getirilmesi ile sınırlı kalmaması gerektiği, mutlaka mimari tasarımın ilk aşamalarından itibaren göz önünde bulundurulması gerektiği, son 10-15 yıldır gerçekleşen tartışmaların odak noktasıdır, (Harputlugil, 2005, s.21).

Enerji tüketiminde pay sahibi olan pek çok sektör içinde, bina sektörü, büyük oranda enerji korunumu potansiyeli barındırması açısından oldukça önemli bir konumdadır. Binalardaki enerji tüketiminin yaklaşık %40-%70 arasındaki bir oranı, yapay ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma için kullanılmaktadır ve enerji etkinliğine yönelik yaklaşımlar ile, iç ortam konfor düzeyi iyileştirilirken, ısıtma ve soğutma çerçevesinde yaklaşık %60, yapay aydınlatma çerçevesinde %50, enerji tasarrufu sağlanacağı bilinmektedir, (Utkutuğ, G., Ulukavak, G., 2002).

Çift kabuk cephe sistemlerinin değerlendirildiği bilgisayar programları; Flamant, G., Heijmans N., Guiot E., Gratia, E. & Bruyer, e I. (2004), göre iki grupta incelenebilmektedir:

- a) Eleman düzeyinde simülasyon programları,
- b) Bina düzeyinde simülasyon programlarıdır.

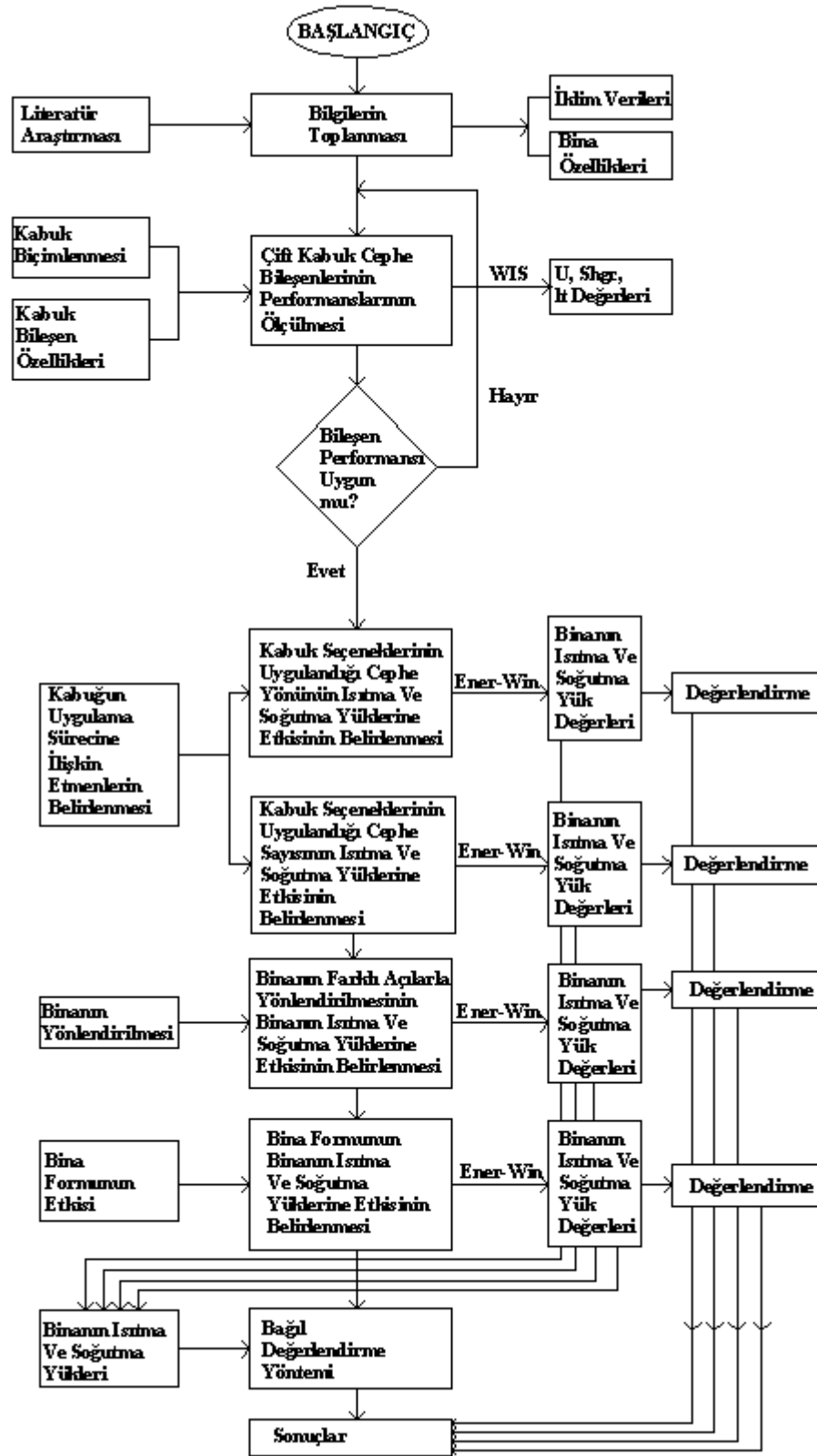
WIS 3, BISCO/TRISCO/VOLTRA; eleman simülasyon programları, CAPSOL, TRNSYS, ESP-r, TAS, IDA ICE 3.0 ve Ener-Win bina simülasyon programlarından en yaygın kullanım alanı olanlardır.



## **BÖLÜM DÖRT**

### **ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMİNİN TASARIMI İÇİN KULLANILACAK YAKLAŞIM**

Binanın dış görünüşüne olan katkısı, gün ışığının mümkün olduğunca yüksek miktarlarda binanın iç mekanlarına alınması isteği ve binanın kolay ayırt edilebilmesini sağlayan cam giydirme cephelerin kullanımı yaygınlaştıkça, bina performansı üzerindeki etkilerinin araştırılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çift kabuk cephelerin performansının ölçülmesi için, bir yaklaşımın belirlenmesiyle, bu cephelerin tasarımı aşamasında bir yön gösterici olacaktır, (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çift kabuk cephe tasarımı için kullanılacak yaklaşım

#### 4.1 Bilgilerin Toplanması

Binaların performansının ölçülmesi için ön araştırma gerekmektedir. Bu ön araştırmanın ilk aşaması bilgilerin toplanmasıdır. Binanın uygulanacağı yerin iklimi, binanın enerji performansını önemli derecede etkileyeceği için, ilk olarak iklim verilerinin belirlenmesi gerekmektedir. İklim verilerinin yanında cephenin uygulanacağı binanın formu, yönlendirilmesi, kullanım şekli, kullanım saatleri gibi özellikleri de binanın performansını önemli derece etkileyeceği için binanın özelliklerinin de net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

##### 4.1.1 İklim Verilerinin Belirlenmesi

70'li yıllarda ortaya çıkmış olan enerji kriziyle beraber, yapılarda enerjinin verimli kullanımı, yapıların tasarım aşamasında önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaya başlamıştır. Enerjinin verimli kullanımına olanak sağlayan yapı tasarımları üzerinde yoğunlaşmanın yaşandığı günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneşin enerji kaynağı olarak kullanıldığı örneklerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır.

İklimin, binanın hem enerji ve çevresel performansı hem de kullanıcıları üzerinde çok önemli etkileri vardır. Binalarda tüketilen enerji miktarı iklimin etkisinin direk etkisi sonucudur. Binaların dinamik tüm enerji performanslarının hesaplanabilmesi için bir yıllık süreyi kapsayan saatlik tipik iklim verilerine ihtiyaç vardır. Tipik iklim verileri, ölçülmüş gerçek verilerin istatistiksel işlemlerden geçirildikten sonra ortalama olarak iklimi temsil edeceği düşünülmüş seçilmiş değerlerden oluşur. Pek çok ulusal organizasyon dünyadaki pek çok bölge için temsili saatlik iklim verilerini oluşturmak için çalışmaktadır. Bu değerler genel olarak sıcaklık, güneş radyasyonu ve rüzgâr verileri gibi değişkenleri içermektedir. Veriler farklı biçimlerde mevcuttur ve genel olarak çeşitli organizasyonlardan belli bir bedel karşılığında elde edilebilirler. (Bayraktar, Schulze ve Yılmaz, 2009).

ASHRAE tarafından desteklenen WYEC ('Weather Year for Energy Calculations') yönteminde seçim aylık KT sıcaklığı ve global güneş ışınımı ortalamalarına dayanır. Ayların seçiminden sonra bazı günler başka yılın aynı ayının

bir günü ile değiştirilerek oluşan datada ortalamaların uzun yıllar ortalamalarına çok yaklaşması sağlanmaktadır, (Bayraktar, Schulze ve Yılmaz, 2009).

Güneş ışınları açısından bir yapının yönlendirilişindeki ana ilke, kışın güneş ışınlarından olabildiğince yararlanmak, yazın ise aşırı etkisinden korunmaktır. 32° - 56° kuzey enlemlerinde yer alan yapıların güney yüzleri, kışın doğu ve batı yüzlerine göre üç kat daha fazla güneş ışınımı alabileceği söylenebilir. Bu durumda doğu ve batı yüzeyleri, güney yüzeyine göre kışın daha soğuk, yazın daha sıcaktır. Güneydoğu ve güneybeti yüzleri kış aylarında, yaz aylarına göre daha fazla güneş ışınımı alır. Yatay yüzler ise en fazla güneş ışınımını yaz aylarında alır. Kış aylarında ise bu yüzler güney, güneydoğu ve güneybatı yüzeylerinden daha az ışınım alır, (Ekinci, 2003).

Binanın yazın güneş ışınımından korunması;

- Şeffaf yüzeylerin enerji geçirgenliğine,
- Şeffaf yüzeylerin dış cephedeki oranlarına,
- Bu yüzeylerin coğrafi yönüne,
- İç hacmin havalandırılmasına,
- Bina iç elemanlarının ısı depolama özelliğine ve
- Yapı dış kabuğunun ısı ataletine bağlıdır.

Cam giydirme cephelerin kullanımının estetik amaçlı olarak tercih edilmesiyle beraber, binanın ısıtma ve soğutma yüklerinde bir artış ortaya çıkar. Yapıların üzerine gelen bu ek yüklerin azaltılmasında, sürdürülebilir mimarlık kapsamında çift kabuk cepheler geliştirilmiştir. Çift kabuk cepheler mekanların yapıların iç mekanlarının pasif-aktif olarak havalandırılmasına olanak sağlarken, yapıyı kötü hava şartlarına karşı korur ve hijyenik olarak havalandırılmasını gerçekleştirir.

Sürdürülebilir mimarlık kapsamında, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisini kullanarak binanın pasif olarak havalandırılmasını, ısıtılmasını ve soğutulmasını sağlayan çift kabuk cephelerin tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken önemli kriterler vardır. Bu kriterlerin başında iklim koşulları gelmektedir.

Türkiye'nin, dış iklim koşullarını analizleri sonucunda 5 farklı karakterde iklim bölgesinden oluştuğu saptanmıştır (Akşit, 2005, s.124-130):

1. Soğuk İklim Bölgesi: Ağrı, Bingöl, Bitlis, Bolu, Bolu, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kastamonu, Kars, Muş, Sivas, Tunceli, Van, Yozgat
2. Ilımlı-Nemli İklim Bölgesi: Amasya, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Giresun, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Trabzon, Zonguldak, Tokat
3. Ilımlı-Kuru İklim Bölgesi: Afyon, Ankara, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Uşak
4. Sıcak-Nemli İklim Bölgesi: Adana, Antalya, Aydın, Denizli, İçel, İskenderun, İzmir, Manisa, Muğla
4. Sıcak-Kuru İklim Bölgesi: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş.

Bu sınıflamaya göre İzmir İli sıcak-nemli iklim bölgesindedir. Başta İsviçre, Almanya ve Finlandiya olmak üzere serin iklim koşullarına sahip olan ülkelerde çift kabuk cephe sistemlerinin örneklerine rastlanmaktadır. Sıcak iklim tipine sahip olan ülkelerde çift kabuk cephe sistemlerinin uygulanabilirliğinin araştırılması yeteri kadar yapılmamıştır. Çift kabuk cephe sistemlerinin sıcak iklim koşullarında bina içi konforuna etkileri tam olarak belirlenmemiştir. Sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde çift kabuk cephe sistemlerinin kullanımının enerji korunumu açısından uygun olup olmadığı araştırılmalıdır.

#### ***4.1.2 Çift Kabuk Cephe Sisteminin Uygulanacağı Binanın Tanımlanması***

Binanın modellenmesi ve tasarıma ilişkin parametrelerin belirlenmesi, bilgi toplama aşamasının önemli bir bölümünü kapsamaktadır. Binanın arazi üzerinde yönlenmesi, tasarımı, çevresindeki binaların binaya göre konumlanması ve binanın plan, kesit ve görünüşleri hakkındaki bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Elde

edilen bilgiler, bu çalışmada önerilen yöntem dahilinde kullanılacak olan bilgisayar programlarında girdi olarak kullanılır.

## **4.2 Çift Kabuk Cephe Sistemini Oluşturan Elemanların Parametrik İncelenmesi**

Çift kabuk cephe sistemini oluşturan elemanların doğru seçimi, cephe sisteminden beklenen performansının elde edilmesine yardımcı olacaktır. İklim tipine ve kullanım amacına uygun cephe elemanı seçimi, binanın enerji tüketiminin azalmasına neden olur. Çift kabuk cephe sisteminini oluşturan elemanların parametrik incelenmesi, iki aşamadan oluşmaktadır:

- Kabuk biçimlenmesi,
- Kabuk bileşen özellikleri.

### **4.2.1 Kabuk Biçimlenmesi**

Çift kabuk cephe sisteminin biçimlenmesi, 3 farklı aşamada incelenebilmektedir. Bunlar:

- a) Cephe kabukları arasında bulunan havanın havalandırma tipi
  - Doğal havalandırma
  - Mekanik havalandırma
  - Hybrid havalandırma
- b) Cephe bölümlenmesi
  - Kutu yüksekliğinde çift kabuk cepheler
  - Kat yüksekliğinde çift kabuk cepheler
  - Bina yüksekliğinde çift kabuk cepheler
  - Saft Cepheler
- c) Havalandırma şekli

Çift kabuk cephelerde, beş tip havalandırma uygulaması görülür. Bunlar;

- Dış hava perdesi; dış ortamdan, cephe kabukları arasına alınan havanın, tekrar dış ortama verildiği havalandırma tipi,
- İç hava perdesi; iç ortamdan, cephe kabukları arasına alınan havanın, tekrar iç ortama verildiği havalandırma tipi,
- Hava sağlama sistemi; dış ortamdan, cephe kabukları arasına alınan havanın, iç ortama verildiği havalandırma tipi,
- Hava boşaltma sistemi; iç ortamdan, cephe kabukları arasına alınan havanın, dış ortama verildiği havalandırma tipi,
- Tampon bölge yaratma; Cephe kabuklarının arasındaki boşluğun, tampon bölge olarak konumlanması.

#### **4.2.2 Kabuk Bileşen Özellikleri**

##### a) Saydam Panel

Çift kabuk cepheler oluşturulurken, iç ve dış cephe tabakalarının tek-çift cam olmasına göre farklı uygulamalar öngörülmüştür. İç ve dış cephe tabakalarının cam sayısı belirlenirken yapının içinde bulunduğu atmosferik koşullar ve yapının konumlandığı arazi, bölge dikkate alınmaktadır. Dış cephe tabakası rüzgar basıncı ve aşırı sıcaklık gibi atmosferik koşulların ağır olduğu bölgelerde çift kabuk olarak tasarlanmıştır. Diğer bölgelerde ise; yapıyı trafik gürültüsü gibi çevre koşullarından korumak ön planda tutularak dış cephe tabakası tek cam olarak tasarlanmıştır (Kocaman, 2002).

Çift kabuk cam cephelerde, saydam panelin cinsi, rengi ve cephe sistemindeki konumunun belirlenmesinde, tablo 4.1'den faydalanılabilir.

Tablo 4.1 Saydam Panel Özellikleri

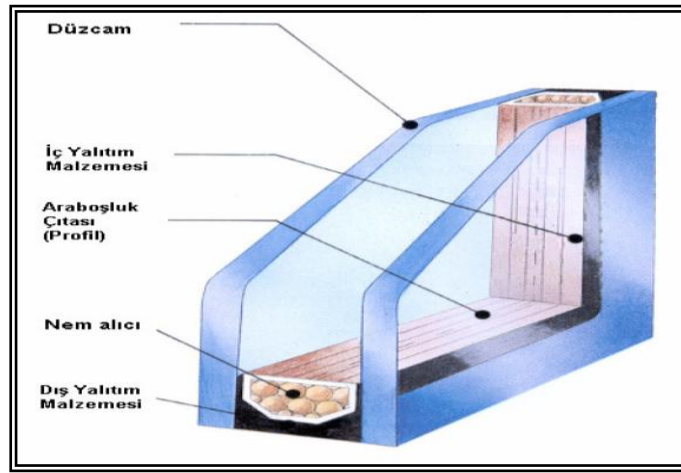
	Saydam Panel Özellikleri		
		Tek Cam	Çift Cam
<b>Cephe Sistemindeki Konumu</b>	Dışta		
	Ortada		
	İçte		
<b>Camın Cinsi</b>	Berrak Cam		
	Güneş kontrol camı		
	Low-E kaplamalı cam		
	Güneş kontrol camı + Low-E kaplamalı cam		
<b>Camın Rengi</b>	Berrak		
	Füme		
	Mavi		
	Yeşil		
	.....		
<b>Camın Arasındaki Gazın Cinsi</b>	Hava		
	Argon Gazı		

Çift kabuk cam cephe sistemlerinde, cephenin tümü cam ile giydirilerek bir kabuk sistemi oluşturulduğundan dolayı, kullanılan camın cinsine göre, binanın enerji yükleri belirlenecektir. Bu sebepten dolayı, giydirmeye cephe sisteminde kullanılan cam bina performansını doğrudan etkilemektedir. Çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılan, bu çalışmada incelenecek olan cam çeşitleri aşağıda listelenmiştir;

- Şeffaf cam,
- Yalıtım camı,
- Low-E kaplamalı cam,
- Güneş kontrol camı,
- Güneş kontrol camı ve Low-E kaplamalı camın birada kullanıldığı camdır.

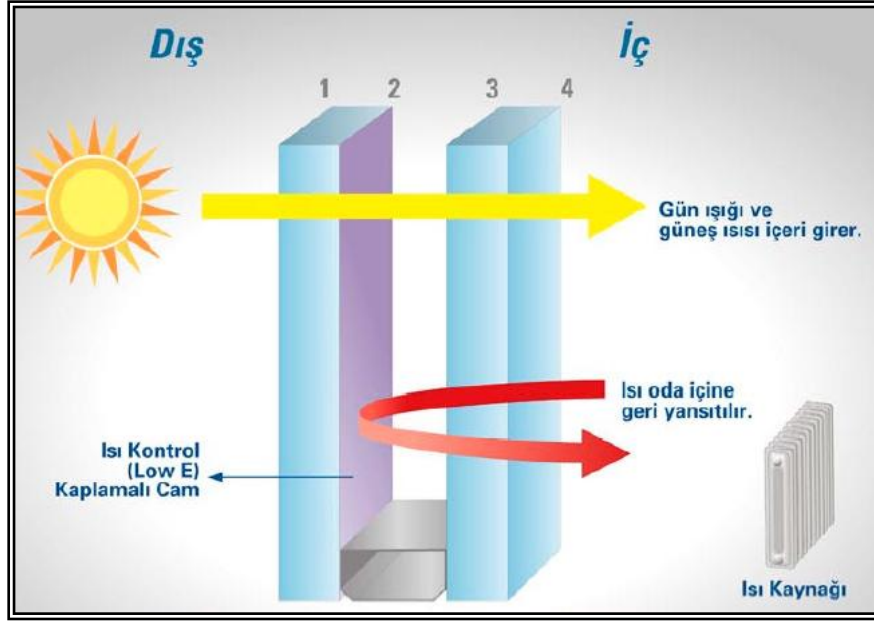


Yalıtım camı, iki veya daha çok sayıda cam plakasının, aralarında kuru hava veya argon, kripton, xenon gibi ağır gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında birleştirilmesiyle oluşturulmalıdır. Cam plakalar arasında gaz boşluğu oluşturabilmek için ara boşluk çitası kullanılmalı, ara boşluk çitası içinde boşluk çapı maksimum 3 Åo (Angstrom) olan nem alıcı malzeme bulunmalıdır. Cam plakalar ve ara boşluk çitası, iç yalıtım malzemesi (butil/poliisobutilen) kullanılarak birleştirilmeli ve yalıtım camının sızdırmazlığının sağlanması için dış yalıtım malzemesi (polisülfid, poliüretan veya silikon) uygulanmalıdır, (Şekil 4.2), ([www.izoder.org.tr](http://www.izoder.org.tr)).



Şekil 4.2 Yalıtım camı birimi, ([www.izoder.org.tr](http://www.izoder.org.tr)).

Giydirme cephe sisteminde şeffaf cam kullanıldığında, yapı içinde yaz aylarında sera etkisi meydana gelir. Bundan dolayı, cam bileşenlerin tercihinde dikkatli davranılması gerekmektedir. Low-E kaplamalı camlar, üzerlerine yansıyan iç mekanın ısını, tekrar geri iç mekana yansıtırlar. Kış aylarında; iç mekandaki sıcak havanın dış mekana, yaz aylarında ise; iç mekandaki soğuk havanın dış mekana geçmesi önlenir. İç mekanın ısının dış mekana kaçmasının önlenmesiyle beraber, yazın binanın soğutulması için harcanan enerji miktarı, kışın ise binanın ısıtılması için harcanan enerji miktarı azalır. Giydirme cephe sistemlerinde, Low-E kaplamalı camların tercih edilmesiyle giydirme cephenin bina üzerinde yarattığı sera etkisi azaltılabilmekte, yapının soğutulması için harcanacak olan enerji miktarı azalmaktadır, (Şekil 4.3).

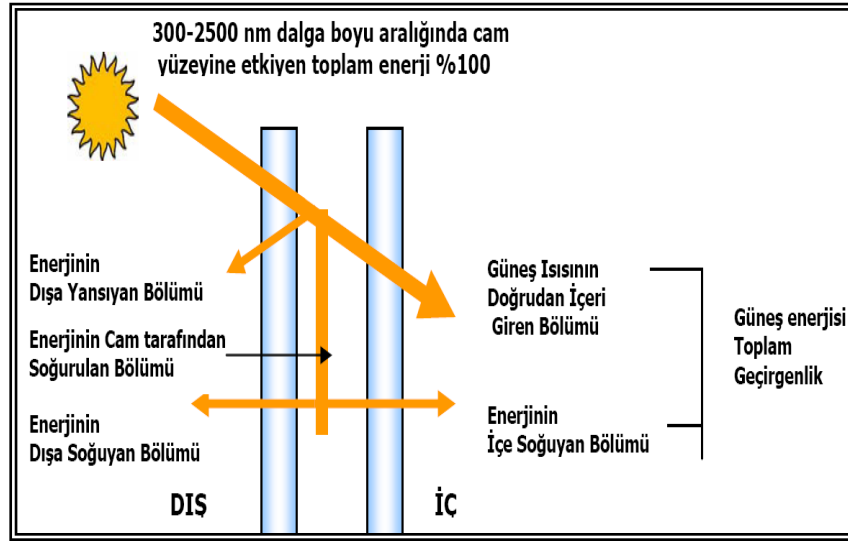


Şekil 4.3 Low-E (ısı kontrol) kaplamalı yalıtım camı,  
[www.izoder.org.tr. (09 Mart 2009)].

Low-E kaplamalı çift cam üniteleri, oda ısısını görünmez bir ayna gibi tekrar içe yansıtarak, bina ısısının dışa kaçışını, klasik çift cama göre yarıya yakın bir düzeye indirebilmektedir. Bu da tek cama göre yaklaşık 3-4 kat iyileştirme demektir. İç ortamdan dışa ısı kaybı; klasik çift camlarda % 70 oranında ışınlama, % 30 oranında iletimle olmaktadır. Low-E kaplamalar ısı kaybının bu % 70'lik büyük bölümünü denetleyebildiği için ısı kontrolünde bu derecede etkili olabilmektedir. Low-E kaplamaların önemli ikinci özelliği ise, güneşin bedava sıcaklığından yararlanarak ısınmaya katkıda bulunmasıdır. Bu nedenle low-E kaplamaların Erzurum, Ankara, İstanbul, Trabzon, Kayseri gibi illerimizde tek başına; İzmir, Antalya ve Mersin gibi illerimizde ise, yaz koşullarını dengelemek için güneş kontrol kaplamaları veya önlemleriyle birlikte kullanılması önerilmektedir. (Güreren, 2005). Kaplamalar Türkiye genelinde dış camın iç yüzeyinde (2. yüzey), çok soğuk bölgelerde ise pasif solar kazançlardan maksimum düzeyde yarar sağlamak amacıyla iç camın iç yüzeyinde (3. yüzeyde) yer almalıdır, ([www.izoder.org.tr](http://www.izoder.org.tr)).

Güneş kontrol camları (reflektif camlar); güneş ışınlarının aşırı parlaklığını ve radyasyon ısısını denetlemektedirler. Işığın kuvvetli olduğu taraftan diğer tarafın görünmesini engelleyen, arka plandaki yapı unsurlarını gizleyerek cephede bütünlük sağlayan ve yapılara renk veren çevre kontrol camları olarak tanımlanmaktadır.

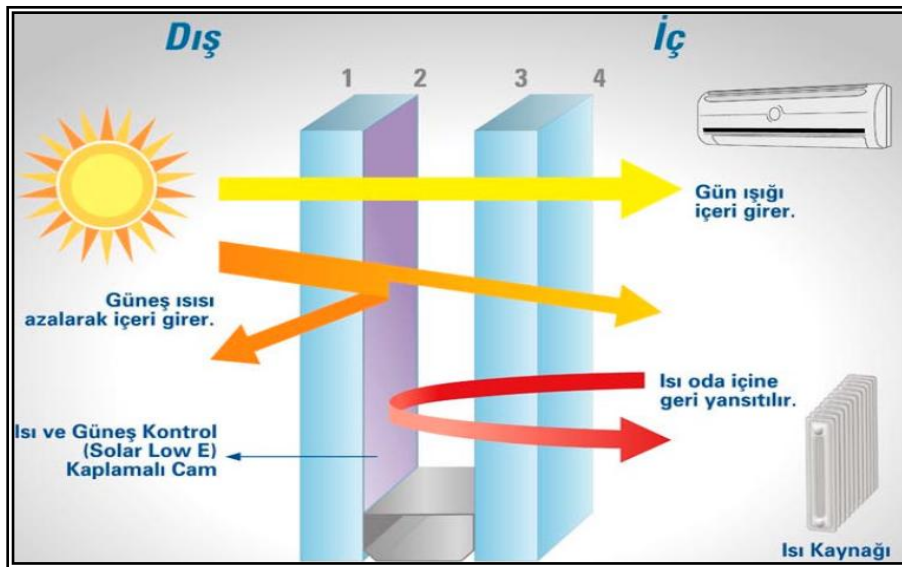
(Şekil 4.4) (Sezer,2005). Güneş kontrol camlarının kullanılmasıyla, binanın soğutma giderlerinde azalma söz konusudur.



Şekil 4.4 Çift Camda Güneş Kontrol kaplamalı camın ısı yalıtım davranışı,

[www.trakyacam.com.tr, (09 Mart 2009)]

Düşük yayımlı ısı ve güneş kontrol (Solar Low-E) kaplamalı camlarla üretilen yalıtım camları, gün ışığını içeri geçirirken güneşin ısısını azaltarak içeri almaktadır. Düşük yayımlı ısı ve güneş kontrol (Solar Low-E) kaplamalı cam, güneş kontrol özelliğine ilaveten ısı yalıtımı da sağlamaktadır, (Şekil 4.5). Kaplama dış camın ara boşluğa bakan iç yüzeyinde (2. yüzeyde) yer almalıdır, (www.izoder.org.tr.)



Şekil 4.5 İklim Kontrol Camı, [www.izoder.org.tr. (09.03.2009)]

İç cephe tabakasında ise, incelenen örneklerde genellikle 6mm cam + 16mm gaz + 6mm cam uygulamalarıyla karşılaşılmıştır. İç cephe ve dış cephe tabakalarında, yalıtım camı, ısı kontrol camı, ısı ve iklim kontrol camı veya güneş kontrol camı farklı konumlarda kullanılarak hesaplamalar yapılacaktır. Bu camların doğru konumda kullanılması, cephenin U değerini dolayısıyla binanın enerji performansını etkileyecektir.

#### b) Havalandırma Boşluğu

Çift kabuk cephe örneklerinde, cephe kabukları arasındaki boşluk boyutu 20-150 cm arasında değişmektedir. Boşluk boyutunun minimum 20 cm, maksimum 150 cm olduğu görülmektedir. Boşluk boyutunun belirlenmesinde boşluktaki hava akımının sağlanması, baca etkisi ve binanın cephesindeki rüzgar basıncı etkili olmaktadır. Bu verilere göre düzenlenen boşluk boyutunda önemli bir diğer kriter de; boşluk boyutunun 50 cm den fazla olduğu örneklerde, cephe tabakalarının temizliğinin ve bakımının yapılabilmesi amacıyla boşluğa yerleştirilen ızgaralar üzerinde yürünebilir. Böylelikle bakım ve temizliğin rahat bir şekilde yapılması sağlanır. Boşluk boyutunun 50 cm'den az olduğu örneklerde ise; cephe kabuklarının bakım ve temizliği için iç kabukta bulunan camlar açılır, böylelikle boşluğa ve dış cephe kabuğuna ulaşılır ancak bu durum doğrama maliyetini arttırmaktadır, (Kocaman, 2002).

#### c) Güneş Kontrol Elemanı

Çift kabuk cephelerin geliştirilmesinden sonra, güneş kontrol elemanları cephe kabukları arasındaki boşluğa yerleştirilmeye başlanmıştır. Güneş kontrol elemanların temizliği ve bakımı, cephe kabukları arasındaki boşluğa bağlı olarak, ya iç cephe kabuğun üzerindeki cam elemanlar açılarak ya da cephe kabukları arasındaki boşluğun içinde, kat seviyelerinde yerleştirilmiş olan ızgaralar üzerine geçilerek yapılmaktadır. Bu çalışmada, çift kabuk cepheler için yapılacak olan hesaplamalarda, hem güneş kontrol elemanı kullanılan, hem de güneş kontrol elemanı kullanılmayan kombinasyonlar için hesaplamalar yapılacak, iki kabuk arasına güneş kontrol elemanı kullanılmasının, cephenin U değerine etkisi belirlenecektir, (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Güneş Kontrol Elemanı Özellikleri

		Güneş Kontrol Elemanı	
<b>Cinsi</b>	Jaluzi		
	Stor		
<b>Kontrol Şekli</b>	Manuel		
	Otomatik		
	Manuel + otomatik		
<b>Konumu</b>	Cephe kabukları arasındaki boşlukta	Dışa yakın	
		Ortada	
		İçe Yakın	
	İç mekanda		

- d) Yürüme yolu
- e) Taşıyıcı bileşenler
- f) Tespit bileşenleri

Çift kabuk cephe sistemlerinin, enerji performanslarının hesaplanması ve değerlendirilmesi oldukça karmaşık hesaplamalar gerektiren bir süreç olup, bilgisayar programlarından yararlanılması gerekmektedir. Bu çalışmada; hesaplamalarda eleman bazında; WIS 3.0.1 programından yararlanılacaktır.

#### 4.3 Çift Kabuk Cam Cephenin Uygulandığı Cephe Yönünün Ve Sayısının Binanın Enerji Yükleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi

Ener-Win programının kullanıldığı çalışmanın bu aşamasında, çift kabuk cam cephenin uygulandığı cephe sayısının ve cephe yönünün, binanın enerji yükleri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla hesaplamalar yapılır. Yaklaşımın bir önceki aşamasında incelenmiş olan cephe tiplerinden bir tanesi seçilerek, tek hacimli, bir binaya uygulanır. Çift kabuk cephenin, cephe tabakaları arasındaki boşluk genişliğinin, farklı boyutlarda olduğu durumlar ele alınarak, boşluk genişliğinin, binanın ısıtma ve soğutma yükleri üzerindeki etkisi belirlenir.

Çift kabuk cephenin uygulandığı yönün, binanın enerji yüklerine etkisini belirleyebilmek için; dört cepheye teker teker, ikişer ikişer, üçer üçer ve tüm cephelere çift kabuk cephe uygulaması yapılır.

#### **4.4 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Yönlendirilmesinin, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi**

Güneş ışınlarından kış aylarında, iç mekanların ısıtılması için yararlanılır. Bu sebepten dolayı, kışın güneş ışınlarının mümkün olduğunca iç mekan alınması sağlanmak için, kuzey yarımkürede yer alan bölgelerde, binalarda güney ve doğu yönlerindeki pencere alanları geniş tutulurken, kuzey yönündeki pencere alanları mümkün olduğunca küçük tutulur. Kış aylarında binanın içine alınan güneş ışınları, iç mekandaki hareketli elemanlar; eşyalar, sabit elemanlar; duvarlar, döşemeler ve binanın taşıyıcı sistemi tarafından emilerek, binanın ısıtılması için kullanılır.

Kış aylarında, maksimum güneş ışının binanın iç mekanına alınmasını ve dolayısıyla binanın ısıtılmasını sağlamak amacıyla büyük pencereler kullanılması yaz aylarında önemli bir problem olarak karşımıza çıkar. Yaz aylarında da güneşin ışınlarının bina içine alınması, binanın aşırı ısınmasına, binayı soğutmak için harcanacak enerji miktarının artmasına dolayısıyla da binanın soğutma yükünün artmasına neden olur. Bunu engellemek için cephe elemanlarının üzerine güneş kontrol elemanları yerleştirilmesi gerekmektedir.

Güneş ışınlarının geliş yönüne göre binanın konumlandırılması, binanın yüzeylerinin üzerine düşen güneş ışınlarının yoğunluğu etkilemektedir. Yatay yüzeyler en yoğun güneş radyasyonunu üzerlerine alırlar, (Nielsen, 2002).

Çift kabuk giydirme cepheli binanın yönlendirilmesinin, binanın enerji yüklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla, tek bir cepheye çift kabuk cephe, diğer cephelerinin ise sağır tuğla cephe olarak düşünülen tek hacimli bir bina, saat yönünde 15°lik açılarla döndürülür. Binanın döndürülmesiyle birlikte, çift kabuk cephe yüzeyine gelen güneş ışını miktarı da değişeceğinden, farklı elemanlarla tasarlanmış cephenin

binanın enerji yükleri de etkilenir. Binanın yönlendirilmesinin, enerji yüklerine etkisinin belirlenebilmesi için Ener-Win programı kullanılır.

Güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmada yön önemli bir etkidir. Yöne göre değişim gösteren dış iklim koşulları, iklimsel konfor gereksinimlerine bağlı olarak optimize edilebilir. Bu nedenle binaların yönlendirilişine bağlı olarak, bina kabuğunun dış yüzeyindeki güneş ışınım yoğunluğu ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı da değişik gösterir, (Göksal, T., Özbalta, N., 2002).

Güneş ışınım şiddeti, bölgesel rüzgarların hızı, kalite ve sürekliliği gibi özellikler yönler göre değişiklik gösterir. Mevsimlere göre yeryüzünün farklı noktalarında, farklı yönlerden, farklı saatlerde, farklı şiddette güneş ışınımı alması, binanın yönlenmesine göre farklı aydınlatma olanağı ve ısı kazancı sağlanmasına neden olur, (Soysal, 2008, s.42).

#### **4.5 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Formunun, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi**

Yapıların tasarlanması sürecinde, enerji harcamalarını en aza indirecek önlemlerin alınması zorunludur ve “yapı formu” da en az ısı kaybına yol açacak şekilde ele alınması ve belirlenmesi gereken önemli bir tasarım değişkenidir. Yapı formu; biçim faktörü (planda uzunluğun derinliğe oranı), yapı yüksekliği, çatı türü gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenler aracılığı ile tanımlanabilir, (Yılmaz, Z., Oral, G., 1999, s.155)

Bina formu, ısı kayıp ve kazancını etkileyen önemli bir faktördür. Bina formu; plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı, bina yüksekliği, çatı türü, eğimi, cephe eğimi ve çıkıntıları gibi binayı oluşturan geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir. Binaların ısı kaybı- kazancı, mekanı oluşturan yüzeylerin hacme olan oranlarına bağlı olarak artar veya azalır (Göksal ve Özbalta, 2002).

Bina formunun binanın ısıtma ve soğutma yüklerine etkisini belirleyebilmek için, farklı plan tipine sahip tek hacimli binalara, çift kabuk cephe sistemi uygulanır. Bu plan tipleri;

- Kare planlı bina,
- Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı bina,
- Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı bina,
- Uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binadır.

Hesaplamalarla, aynı taban alanına sahip, farklı plan tipindeki binaların ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi belirlenir.

#### **4.6 Çift Kabuk Cephelerin Bağlı Değerlendirme Metodu İle Değerlendirilmesi**

Bir ölçek, nesne ya da özellikleri daha büyük ya da daha küçük diye sıraya dizmekle kalmayıp bunlar arasındaki kesin uzaklığı da gösterme imkanı veriyorsa ve bu uzaklık ölçüm boyutunun tüm değerleri için aynıysa aralıklı bir ölçek demektir. Diğer bir ifadeyle, bir ölçek, sıralama ölçeğinin tüm özelliklerini taşıdığı gibi, ölçtüğü nesnelere arasındaki uzaklığın ölçülmesine de imkan tanıyorsa aralıklı bir ölçek özelliği kazanır (Sencer, 1989, s.253). Aralıklı bir ölçekte, herhangi bir nesne ya da bireyin, öteki nesne ya da bireylerin değerlerinden bağımsız olarak özel bir ölçek değeri vardır. Aralık ölçek, ya iki noktası belirlenip bu iki nokta arası eşit aralıklar bölünerek veya bir noktası belirlenip bu noktadan itibaren belli bir ölçü birimiyle bölmelenerek genişletilir, (Karagöz, Y., Ekici, S., 1995, s.36).

Aralık ölçeğinde başlangıç noktası keyfi olarak seçilmiştir. Bu ölçekteki sıfır değeri, ölçülen özelliğin gerçekten hiç bulunmadığı anlamına gelmez. Aynı şekilde ölçüm karakteristiklerinden biri diğerinin katları ile ifade edilememekle beraber ölçümler arasındaki farklar birbirinin katı olarak ifade edilebilirler, (Daniel, 1990, s.17).



Çift kabuk cephenin uygulandığı binada, üzerinde çalışılan alternatiflerin kullanımıyla elde edilen ısıtma ve soğutma yüklerinin karşılaştırılması için kullanılan ölçeklemede, ilk önce bütün değerlerin ortalaması alınır. Ortalama değer veya ona yakın bir değer seçilerek, baz model olarak belirlenir. Bu baz modelin değeri 100 olarak kabul edilir. Alternatifler, baz modele göre indekslenir.

Alternatiflerin maksimum ve minimum değerleri belirlenir. Daha sonra aşağıdaki formül uygulanarak, alternatiflerin değerlendirilmesi yapılır.

Max - (max-min) x (yüzdelerik değer, çok iyi; 0.9, iyi 0.75, orta;0.5, ortanın altı; 0.25, kötü; 0)

Yapılan hesaplamalar sonucu; ısıtma ve soğutma yüklerinin bulunduğu yüzdelerik değere göre numaralandırma yapılır. Bu numaralandırma; çok iyi=5, iyi=4, orta=3, ortanın altı=2, kötü=1) şeklindedir.. Böylelikle elde edilen enerji yüklerine göre, oluşturulmuş olan alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılmaları yapılır.

#### 4.7 Bölümün Sonuçları

Bu bölümde, çift kabuk cephe sisteminin tipinin, iklim koşullarına bağlı olarak seçilmesi sürecinde kullanılabilir bir yaklaşım (Şekil 4.6) önerilmiştir. Bu yaklaşımda; önce bileşen parametreleri incelenir, daha sonra bina bazında hesaplamalar yapılarak, çift kabuk cephe sisteminin seçilen bölgede uygulanması sonucunda, binanın ısıtma ve soğutma yük hesapları yapılır. Böylelikle cephe sisteminin uygulanmasıyla, binaya gelecek ek soğutma ve ısıtma yüklerinin belirlenmesi sağlanır.

Isıtma ve soğutma yüklerinin belirlenmesinden sonra, ölçekleme yapılarak alternatiflere değerler verilir. Verilen değerlerle, binanın değerlendirilmesi yapılır.

## **BÖLÜM BEŞ**

### **ÖNERİLEN YAKLAŞIMIN İZMİR İLİ'NDE BULUNAN BİR OFİS BİNASINA UYGULANMASI**

Soğuk iklim tipleri için geliştirilmiş olan çift kabuk cephelerin, sıcak iklim tiplerinde uygulamalarında karşılaşılabilecek sorunların başında bina içinde aşırı ısı birikmesi, buna bağlı olarak da binanın soğutma yükünün artması gelmektedir. Bu sebepten dolayı, sıcak ve ılıman iklim tipine sahip bölgelerde, çift kabuk cephe uygulamalarında ek önlemler alınması ve kullanılacak olan elemanların, sıcak iklim tipine uygun olması gerekmektedir.

#### **5.1 Bilgilerin Toplanması**

Bilgilerin toplanması aşamasında, iklim verileri ve cephe sisteminin uygulanacağı binaya ait olan bilgiler toplanmaktadır. İklim koşullarının, binanın enerji performansını büyük ölçüde etkilediği göz önüne alındığında, iklime duyarlı yapı tasarımının önemi daha net bir şekilde anlaşılabilir.

##### **5.1.1 İzmir İli'nin İklim Verilerinin Belirlenmesi**

Akdeniz iklim tipinde; yazlar sıcak kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Maksimum yağış kışın, minimum yağış yazın düşer. Yaz ve kış yağışları arasındaki fark oldukça fazladır. Yıllık ortalama yağış miktarı 600 – 1000 mm arasında değişir. Yıllık sıcaklık ortalaması 18 – 20°C'dir. Ocak ayı ortalaması 8 – 10°C, temmuz ayı ortalaması 28 – 30°C'dir. Yıllık sıcaklık farkı 15 - 18°C arasında değişir. Akdeniz iklimi en belirgin olarak Akdeniz çevresinde görülmekle birlikte, Güney Portekiz, Afrika'nın güneyinde Kap Bölgesi, Avustralya'nın güneybatısı ve güneydoğusu, Orta Şili ve ABD'nin Kaliforniya eyaletinde de etkili olmaktadır. (e-cografya.com)

Akdeniz iklim tipine Türkiye'de, Akdeniz ve Ege bölgelerinde rastlanır. Akdeniz iklim tipine sahip olan İzmir ili için, 1975 – 2006 yılları aranda gerçekleşen ortalama değerlerle, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri Tablo 5.1 de gösterildiği gibidir.

Tablo 5.1 İzmir ili için, 1975 – 2006 yılları arasında gerçekleşen ortalama değerlerle, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri Kaynak : www.meteor.gov.tr (Ağustos 2008)

Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2006)												
İZMİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama sıcaklık(°C)	8.9	9.1	11.7	15.9	20.8	25.7	28.1	27.4	23.6	18.1	13.7	10.3
Ortalama En Yüksek sıcaklık(°C)	12.6	13.2	16.4	20.9	26.0	31.0	33.3	32.7	29.2	24.2	18.2	13.8
Ortalama En Düşük sıcaklık(°C)	5.9	5.8	7.7	11.4	15.6	20.1	22.7	22.4	18.7	14.7	10.4	7.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.3	5.0	6.6	7.5	9.5	11.8	12.2	11.6	10.0	7.5	5.3	3.8
Ortalama yağışlı gün sayısı	11.4	10.3	8.3	8.4	5.0	2.2	1.7	1.3	3.7	5.4	8.9	12.3
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2007)												
En Yüksek sıcaklık(°C)	20.4	23.5	30.5	31.8	37.5	41.3	42.6	43.0	38.0	36.0	28.6	25.2
En Düşük sıcaklık(°C)	4,00	5,00	3,10	0,60	7,00	10,00	16,10	15,60	12,60	5,70	0,00	-2,70

İzmir'de bağıl nem oranı sıcaklığın yüksek, bulutluluğun az olduğu yaz aylarında düşüktür. Buna karşılık nemli hava akımlarının etkisine girildiği yılın soğuk döneminde artış görülmektedir. Yıl içinde Mart ayından itibaren azalmaya başlayan değerler en düşük oranına Temmuz ayında ulaşmaktadır. Bu ayda aylık ortalama bağıl nem Bergama'da %52, İzmir kent merkezinde %50'dir. Kış mevsiminde ise aylık ortalama %70 civarındadır. İzmir'de iklim elemanları içinde en büyük değişkenliği yağış miktarı göstermektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm. olmasına karşın, genel atmosfer dolaşımında görülen değişmelere bağlı olarak bazı yıllarda yağış toplamı 1000 mm'ye yaklaşmakta, bazı yıllarda ise 300 mm civarına düşmektedir. Yıl içinde yağış miktarı ekim ayının ikinci yarısından itibaren artış göstermekte ve Mayıs ayına kadar devam etmektedir. Aylık ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu aylar Aralık, Ocak, Şubat'tır. Ortalama yağış değerlerine göre, sadece Aralık ayında

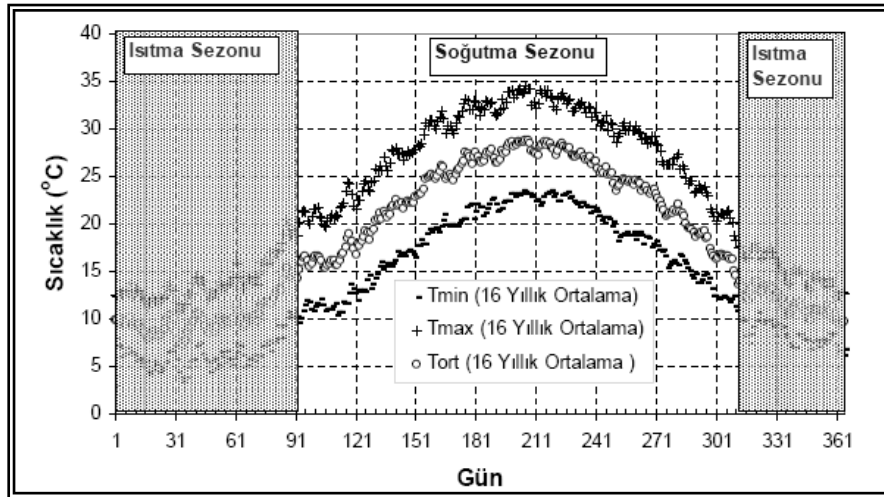
düşen yağışların yıllık toplama katkısı %20 civarındadır. Yaz aylarında aylık yağış miktarının yıllık toplam içindeki payı ise, %2 düzeyine düşmektedir. İzmir ilinde en yüksek rüzgar hızları ve yönleri incelendiğinde, Güzelyalı istasyonunda, 41.2 m/sn ile güneydoğu yönüne, Seferihisar'da 32.1 m/sn ile güneydoğu, Ödemiş'te 26.7 m/sn ile kuzeydoğu, Bornova'da 25.0 m/sn ile kuzeydoğu ve Çiğli istasyonunda 31.8 m/sn ile kuzeydoğu yönüne ait olduğu görülür. ([www.izmir.gov.tr](http://www.izmir.gov.tr)) (20.08.08).

Çift kabuk cephenin enerji performansının belirlenmesinde, uygulanacağı bölgelerin iklim koşulları önemli rol oynar. Akdeniz iklim tipine sahip olan İzmir İli için, cam giydirmeye cephenin kullanılmasıyla beraber, yapıya gelen ek soğutma yükleri ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çift kabuk cephe tasarımında, ilk aşama iklim verilerini belirlemektir. Binanın uygulanacağı bölgenin iklim koşullarına uygun olarak seçilen cephe elemanı ile binanın enerji verimliliğini önemli derecede etkilenir.

Ortalama soğutma sezonu, ortalama ısıtma sezonu ve ekstrem soğutma sezonu için yapılacak olan hesaplamalarda, İzmir İli için sıcaklık değerlerinin belirlenmesinde İzmir Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen saatlik değerler baz alınmıştır. Radyasyon değerinin belirlenmesinde IWEC istatistikleri dikkate alınmıştır.

Uzun dönem günlük ortalama sıcaklıklarının yıllık değişimine göre İzmir ilinin soğutma sezonu tespit edilmiştir. Şekil 5.1'de İzmir İli için günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin yıl boyunca değişimi görülmektedir. Şekildeki değerler, 16 yıllık uzun dönem ortalamalardan elde edilmiştir. 15°C ortalama dış sıcaklık değerine göre (ortalama maksimum sıcaklık 22°C civarındadır), soğutma sezonu 1 Nisan'da (91. gün) başlamakta, 31 Ekim'de (305. gün) bitmektedir. Ortalama dış sıcaklık değerlerinin 15°C ile 22°C arasındaki olduğu dönem, soğutma yükünün bağıl olarak düşük olduğu geçiş dönemi kabul edilirse, Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim geçiş ayları olarak ele alınabilir (Aktacir ve Bulut, 2008).



Şekil 5.1 İzmir İli'nin uzun dönem sıcaklıklarının yıl boyunca değişimi

Hesaplamaların yapılacağı birinci iklim koşulları; ısıtma sezonu için gerçekleşen ortalama iklim değerleridir. 1975 – 2007 yılları arasında, gerçekleşen sıcaklık değerleri incelendiğinde ısıtma sezonu sıcaklık değerlerinin ortalamasının  $11^{\circ}\text{C}$  olduğu tespit edilmiştir. Hesaplamalarda dış ortam sıcaklık değeri  $11^{\circ}\text{C}$  kabul edilecektir. Ortalama radyasyon değerinin belirlenmesinde, soğutma sezonundaki aylarındaki saat dilimlerinde tespit edilmiş olan ortalama değerlerin ortalaması alınarak,  $255 \text{ Wh/m}^2$  değeri kabul edilmiştir. Bu iklim koşullarında yapı içi sıcaklık konfor değeri için orta değer olan  $21^{\circ}\text{C}$  kabul edilmiştir.

Hesaplamaların yapılacağı ikinci iklim koşulları; soğutma sezonu için gerçekleşen en yüksek sıcaklığa sahip gün için elde edilen iklim değerleridir. 1975 – 2007 yılları arasında, yaz aylarında gerçekleşen en yüksek sıcaklık değerleri incelendiğinde 30.07.2000 tarihinde  $41^{\circ}\text{C}$  olduğu, radyasyon değerinin ise  $768 \text{ Wh/m}^2$  tespit edilmiştir. Hesaplamalarda dış ortam sıcaklık değeri  $41^{\circ}\text{C}$ , radyasyon değerinin ise  $768 \text{ Wh/m}^2$  kabul edilecektir. Bu iklim koşullarında yapı içi sıcaklık değeri, konfor koşullarının sağlanması için maksimum değer olan  $26^{\circ}\text{C}$  kabul edilmiştir.

Hesaplamaların yapılacağı üçüncü iklim koşulları; soğutma sezonu için gerçekleşen ortalama iklim değerleridir. 1975 – 2006 yılları arasında, yaz aylarında gerçekleşen sıcaklık değerleri incelendiğinde soğutma sezonu sıcaklık değerlerinin ortalamasının  $23^{\circ}\text{C}$ , ortalama radyasyon değerinin  $442 \text{ Wh/m}^2$  olduğu tespit edilmiştir.

Hesaplamalarda dış ortam sıcaklığı; 23°C, ortalama radyasyon değeri; 442 Wh/m<sup>2</sup> kabul edilecektir. Bu iklim koşullarında, yapı içi sıcaklık konfor değeri için en düşük değer olan 22°C kabul edilmiştir, (Tablo 5.2).

Tablo 5.2 WIS 3.0.1 programı için iç ve dış ortam koşullarının belirlenmesi

	<b>Dış Ortam Sıcaklığı (°C)</b>	<b>İç Ortam Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Direk Güneş Radyasyonu (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Ortalama Isıtma Sezonu Günü</b>	11	21	255
<b>Ortalama Soğutma Sezonu Günü</b>	23	22	442
<b>Ekstrem Soğutma Sezonu Günü</b>	41	26	768

Konveksiyon katsayısı belirlenmesinde TSE 825 değerleri baz olarak kabul edilmiştir. Dış ortamın konveksiyon katsayısı 23 W/m<sup>2</sup>K, iç ortamın konveksiyon katsayısı 8 W/m<sup>2</sup>K olarak kabul edilmiş ve kullanılacaktır.

Binanın arazi üzerindeki yönlendirilmesi güneşe ve bölgeye hakim olan rüzgar yönüne göre yapılmalıdır. Güneş ışınları üzerine düştükleri yüzeylerin ısıtılması için kullanılırken, rüzgar yönü; binanın aşırı ısınmasını engelleyerek soğutulmasında kullanılmaktadır.

Kuzey yarımkürede, güneş ışınlarından maksimum oranlarda yararlanmak için, kış aylarında ısıtılması gereken mekanlar mümkün olduğunca güney cephesine yerleştirilmelidir.

İzmir için, çift kabuk giydirme cepheye sahip olan binanın, güneş ışınlarına göre farklı yönlendirilmeleriyle elde edilecek ısı kazanımları, Ener-Win programıyla irdelenecektir.

### **5.1.2 Çift Kabuk Cephe Sisteminin Uygulanacağı Ofis Binasının Tanımlanması**

İzmir İli'nde olduğu varsayılan bir ofis binasına, çift kabuk cephe sistemi uygulanacaktır ve bu örnek bina için hesaplamalar yapılacaktır. Çift kabuk cephe sistemi kare planlı, tek hacimli ve 6 katlı bir binaya uygulanacaktır. Binanın kenar uzunluğu 10 metre, toplam taban alanı 100 m<sup>2</sup>'dir. Binadaki kat yüksekliği 3 metre olarak düşünülmüştür.

Ofis binası olduğu kabul edilen binanın kullanıcılar tarafından kullanıldığı sürenin yüzde değerleri, saatlere göre, tablo 5.3'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre; en yoğun kullanım sabah 8:00-11:00 ile öğleden sonra, 13:00-16:00 arasındır.

Binanın kullanıcılarının konfor koşullarının sağlanması için, yaz ve kış aylarında iç mekanın belirli sıcaklık derecelerinde olması gerekmektedir. mekanların kullanıldığı ve kullanılmadığı süreler için, yaz ve kış aylarında kabul edilen iç mekan sıcaklık dereceleri, saatlere göre, tablo 5.4'te verilmiştir.

Binanın aydınlatılması için, floresan ışık kullanılacaktır. Floresan ışığın, binadaki kullanım yüzdeleri, saatlere göre tablo 5.5'da verilmiştir.



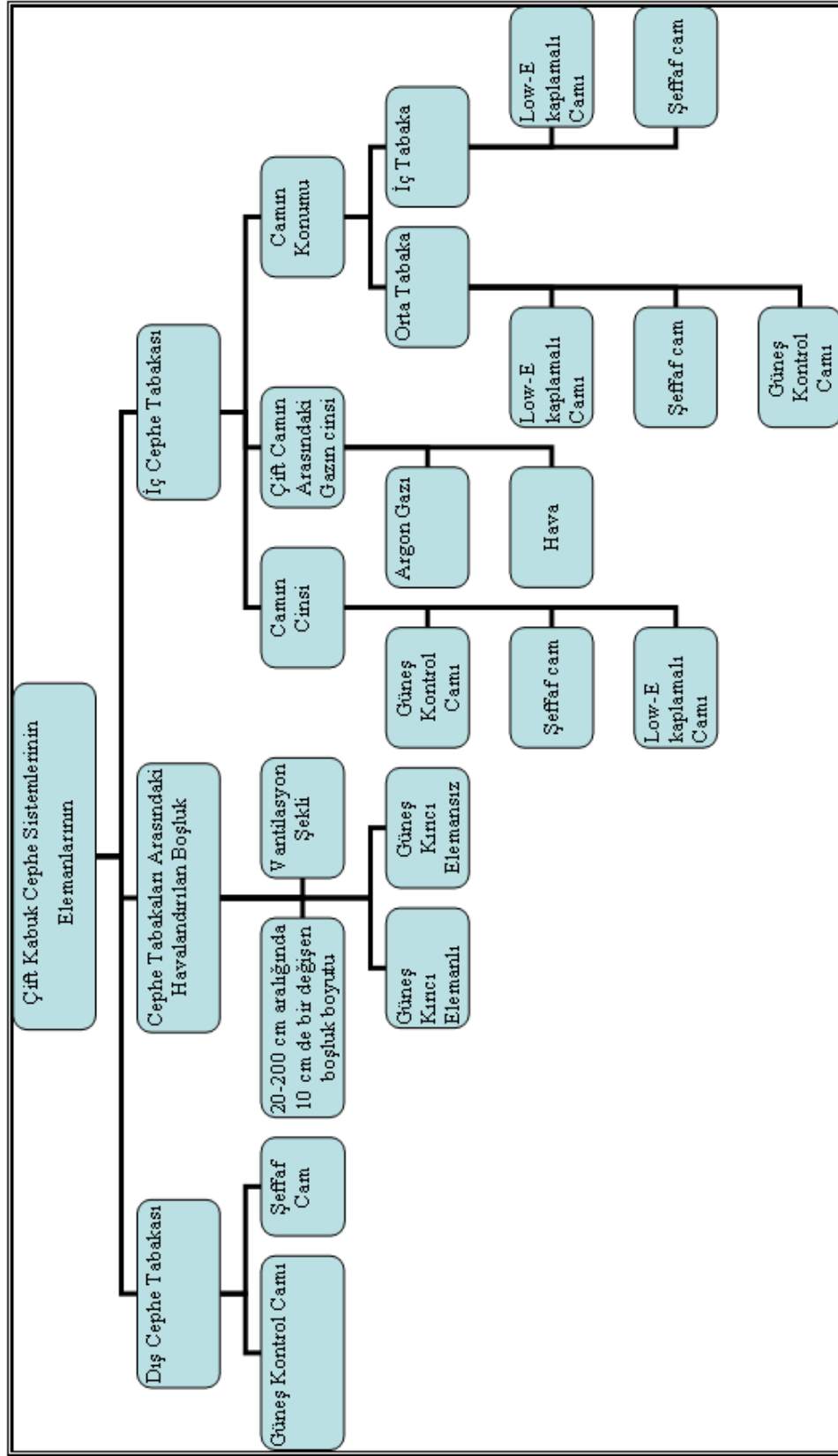


## **5.2 İzmir İli İklim Verilerine Göre Çift Kabuk Cephe Sisteminin Ofis Binasına Uygulanması**

Sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde, özellikle yaz aylarında binanın içerisindeki ısı birikme miktarının artması riski, çift kabuk cepheler tasarlanırken dikkat edilmesi gereken en önemli faktördür. Yapının cephe elemanlarının üzerinden gerçekleşen ısı transferi, binanın içerisinde ısı birikmesinin gerçekleşmesini sağlayan en önemli faktördür. Bu nedenden dolayı, kullanılacak olan cephe elemanlarının bina soğutma yüklerini azaltması, yapının doğal havalandırma yapmasına olanak sağlaması ve doğal gün ışığından faydalanmaya olanak sağlayacak şekillerde seçilmesi gerekmektedir.

Akdeniz iklim tipine sahip olan İzmir İli'nde, yüksek sıcaklıklar görülse de, genelde ılıman iklim özellikleri hakimdir. Bu nedenle, çift kabuk cephe hesaplamalarında; dış cephe tabakası tek cam, iç cephe tabakası çift cam olan cephe kombinasyonu kullanılacaktır. WIS programıyla, çift kabuk cepheleri oluşturan parametrik olarak incelenmesi tablo 5.6'da kısaca özetlenmiştir.

Tablo 5.6 Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Parametrik Olarak İncelenmesi



Çift kabuk cephelerin parametrik olarak incelenmesi üç ana aşamadan oluşmaktadır.

1. Cephe kabukları arasındaki boşluğun incelenmesi
2. Dış kabuğun incelenmesi
3. İç kabuğun incelenmesi

Birinci aşama olan, cephe kabukları arasındaki boşluğun incelenmesi, üç bölümden oluşur;

- Boşlukta bulunan havanın havalandırma şekli
- Boşluğun genişliği
- Güneş kontrol elemanı kullanımı

Beş havalandırma tipinden, dış ortamdan, cephe tabakaları arasına alınan havanın tekrar dış ortama verildiği havalandırma tipi, hem yaz hem de kış iklim şartlarında, kullanıcılar için uygun koşulları sağladığından hesaplamalarda tercih edilmiştir. Bu havalandırma tipinde; iki cephe tabakası arasına alınan hava, ısınarak yükselir. İç ortamdaki havanın, cephe tabakaları içindeki havayla arasındaki sıcaklık farkı, dış ortamdaki havayla olandan daha azdır. Bu sebepten dolayı, iç cephe tabakasının elemanlarından, taşınım yoluyla geçen ısı tranferi daha düşük olur. İç mekanın, konfor koşullarındaki sıcaklık değerlerine ulaşması için harcanacak olan enerji miktarı azalır.

Çift kabuk cephe sistemlerinin uygulandığı örnekler incelendiğinde, birkaç örnekte cephe tabakaları arasındaki boşluğun 200 cm'e kadar çıktığı görülmektedir. Bu sebepten dolayı, yapılacak olan hesaplamalarda 20 cm'den 200cm'e kadar, 10 cm de bir değişen değerler için hesaplamalar yapılacaktır. Boşluk boyutunun değişiminin, cephe sisteminin U (ısı iletkenlik katsayısı) değerine etkisi belirlenmeye çalışılacaktır.

***U değeri (Isı Geçirme Katsayısı) (W/m<sup>2</sup>K):*** U değeri, camın merkezi bölgesindeki ısı aktarımını (uç etkiler göz önüne alınmaksızın ısı aktarımını) karakterize eder ve camın her iki tarafındaki çevre sıcaklıkları arasındaki sıcaklık

farkı başına ısı aktarım hızının yatışkın haldeki yoğunluğunu ifade eder. U değeri, metrekare ve derece Kelvin başına watt olarak [ $W/(m^2K)$ ] verilir, (TS EN 673, 2001, s.2) .

İki farklı sistemin (kapı, pencere veya cephe) ısı yalıtımı açısından karşılaştırılması ve en iyi ısı yalıtımına sahip olan sistemin seçilmesinde en önemli teknik değer U (Isı Geçirim Katsayısı) değeridir. U değeri, ısı transferinin ölçütüdür (Yılmaz ve Gökdemir, 2003).

U değerinin yükselmesi ısı transferinin yükselmesi, ısı yalıtımının kötüleşmesi anlamına gelmektedir. U değeri aynı olan iki sistemin karşılaştırılmasında, güneş enerjisi geçirgenliği ve hava geçirim değerleri önem kazanmaktadır. Güneş enerjisi geçirgenliği kullanılan cama bağlı olarak değişirken, hava geçirgenlik değeri sisteme (sistem tasarımı ve uygulaması) bağlı olarak değişmektedir. Binanın bulunduğu bölgenin sıcak olması durumunda, klima masraflarının azaltılması için güneş enerji geçirgenliği (g) düşük camlar tercih edilmelidir. Soğuk bölgelerdeki binalar için, güneş enerji geçirgenliği yüksek, düşük emissiviteli, düşük U değerli camlar, hem soğutma hem de ısıtma günleri fazla olan bölgeler için güneş enerjisi geçirgenliği ve U değeri düşük camlar kullanılmalıdır. (Yılmaz ve Gökdemir, 2007).

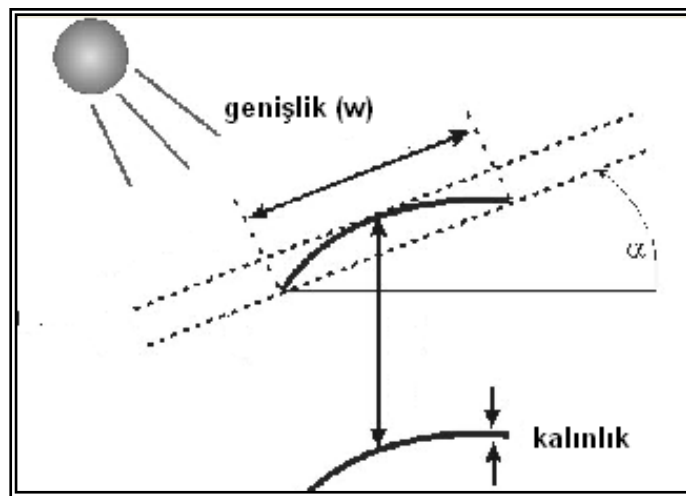
***Pencerenin Ortalama Isı Geçiş Katsayısı: ( $U_o$ ,  $W/m^2K$ ):*** Pencere bileşenlerinin ortalama ısı geçirme katsayısı olan  $U_o$  değeri, pencereyi oluşturan opak ve şeffaf bileşenlerin alana bağlı olarak hesaplanan, birim alan için kondüksiyon, konveksiyon ve ışıma yolları ile ısı transferi miktarını belirtir. Bu değer pencerenin ısı geçirme direncinin tersidir, yani  $U_o = 1/R$ 'dir.  $U_o$  değeri düştükçe ısı transferi miktarı azalır. Pencerenin ısı korunum düzeyi artar.(Ayçam, 2006).

***Güneş Isısı Kazanç Katsayısı (Solar Heat Gain Coefficient, SHGC, g pencere ):*** Pencerenin güneş ışınımına karşı güneş kontrolü veya ısı kazancı açısından performansına yönelik hassas değerlendirmelerde kullanılır. “g” pencere değeri cam tarafından iç ortama geçirilen ısı enerjisi ile çerçeve ve cam tarafından soğurulduktan sonra iç ortama verilen ısı enerjisi miktarlarının toplamıdır, tüm pencerenin güneş

ışınımına karşı performansını belirler. Bu değerler salt cam veya salt çerçeve için de hesaplanabilmektedir. “g” cam değeri camlı yüzeyin, performansının etüdünde kullanılır. Camların güneşten ısı kazançları açısından performanslarının değerlendirilmesinde son yıllarda önem kazanan bu değer, camın soğurma (a) ve geçirgenlik (t) değerlerine, güneş ışınımının geliş açısına ( $\theta$ 'ya) göre değişim göstermektedir. Güneşten ısı kazancı sağlamak açısından g değeri yüksek olan cam tipleri tercih edilmelidir. Güneş kontrolü açısından ise, g değerinin düşük olması gereklidir, (Ayçam, 1998).

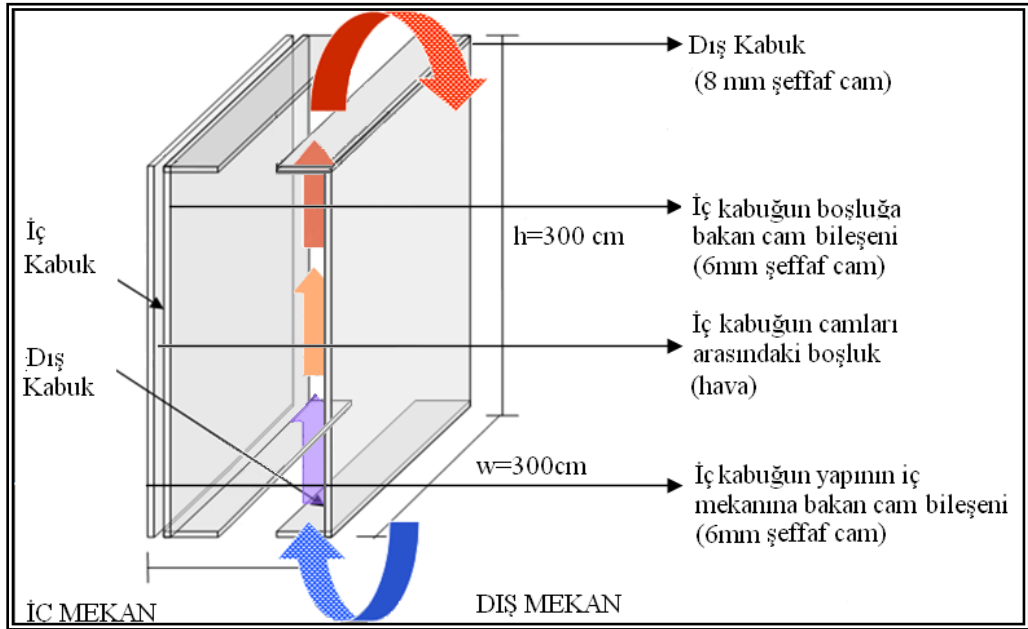
Sıcak veya ılıman iklim tipine sahip olan bölgelerde, binanın ısıtılması ve soğutulması için harcanan enerji miktarları karşılaştırıldığında; binayı soğutmak için harcanan enerji miktarının, ısıtmak için harcanacak olana göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Binanın soğutma yüklerini azaltmak için başvurulacak yaklaşımlardan biri, ısıyı mümkün olduğunca yapının iç mekanına almamaktır. Çift kabuk cephe sistemlerinde, cephe tabakaları arasındaki boşlukta güneş kontrol elemanı kullanımı, ısının iç mekana alımını azaltacağından, soğutma sezonunda mekanın soğutulması için harcanacak olan enerji miktarını düşürecektir.

Kullanılacak olan jaluzi elemanının kanat genişliği; 50 mm, jaluzi kanadının yatay düzlemlerle yaptığı açı;  $45^\circ$ , jaluzi elemanını et kalınlığı; 0.22 mm, malzeme iletkenliği;  $99 \text{ W/m}^2\text{K}$  dir, (Şekil 5.2).

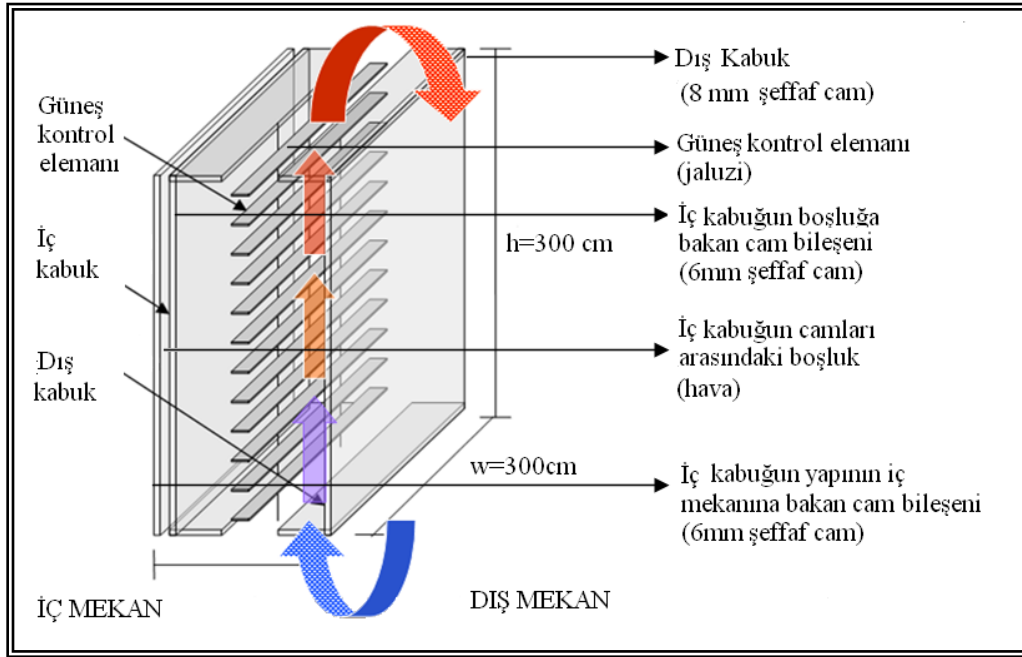


Şekil 5.2 Güneş kontrol elemanı olarak kullanılan jaluzi

Çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılan güneş kontrol elemanların, cephenin U değerine etkisini belirleyebilmek için, örnek iki adet cephe modeli ele alınmış, bu modellere göre hesaplamalar yapılmıştır, (Şekil 5.3, şekil 5.4). İki cephe modelinde de, dış cephe tabakası 8 mm şeffaf cam, iç cephe tabakası ise 6mm şeffaf cam, 16 mm hava ve 6mm şeffaf çift camdan oluşmaktadır. Cephenin yüksekliği 300 cm, genişliği ise 300 cm olarak düşünülmüştür. Dış ortamdan cephe tabakaları arasına alınan hava, tekrar dış ortama verilir. Cephe modelleri arasındaki fark, modelin birinde cephe tabakaları arasındaki boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılması diğerinde ise kullanılmamasıdır. Cephe tabakaları arasındaki boşluğun 20cm-200cm olduğu 10 cm'lik artışlar ele alınarak hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 5.3 Cephe Modelinde Güneş Kontrol Elemanı Kullanılmadığı Durum



Şekil 5.4 Cephe Modelinde Güneş Kontrol Elemanı Kullanıldığı Durum

İzmir ili için, ortalama soğutma günü iklim verilerine göre yapılan hesaplamalar sonucu, güneş kontrol elemanı kullanımının, cephe modelinin U değerlerini azalttığı görülmektedir, (Tablo 5.7). Sıcak veya ılıman iklim tipine sahip bölgelerde, cephe tabakaları arasında güneş kontrol elemanları kullanmak, iç mekanının aşırı ısınmasını engellemesinin sağlanmasında yardımcı olarak, binanın enerji tüketimini de azaltacaktır.

Tablo 5.7 Cephe Sisteminde Güneş Kontrol Elemanı Kullanılmasına Göre U Değeri Değişimi

<b>Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Boyutu (cm)</b>	<b>Güneş Kontrol Elemanın Kullanılmadığı cephe sistemi için u değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>Güneş Kontrol Elemanın Kullanıldığı cephe sistemi için u değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>
20	2.07	1.82
30	2.02	1.73
40	1.99	1.68
50	1.97	1.66
60	1.96	1.63
70	1.96	1.63
80	1.96	1.63
90	1.97	1.61
100	1.97	1.58
110	1.97	1.58
120	1.97	1.59
130	1.97	1.57
140	1.97	1.58
150	1.97	1.57
160	1.97	1.57
170	1.97	1.57
180	1.97	1.57
190	1.97	1.58
200	1.97	1.57

İkinci aşama olan dış kabuğun incelenmesi, iki bölümden oluşmaktadır. Dış kabukta kullanılacak olan,

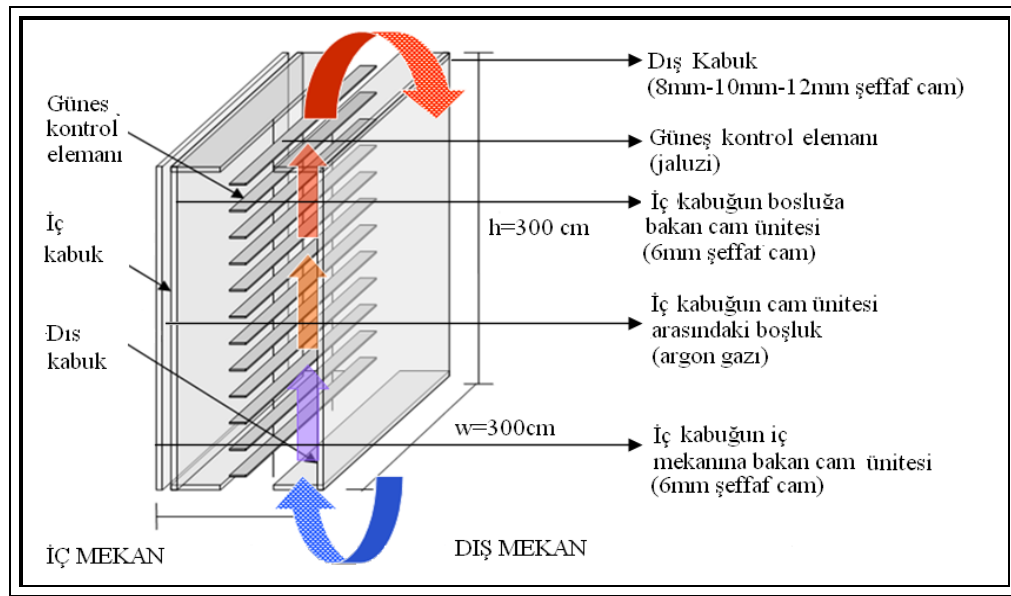
- Camın kalınlığının,
- Camın cinsinin belirlenmesi.

Dış kabuk tek cam, iç cephe tabakası çift cam ünitesi kombinasyonu ile oluşturulmuş olan çift kabuk cephe örnekleri incelendiğinde; dış kabuk elemanı olarak kullanılan camın kalınlığının genellikle 8mm, 10mm, 12mm olduğu görülmektedir. Bu çalışmada; cam kalınlığının, cephenin U değeri üzerindeki etkisinin



belirlenebilmesi için, 8mm, 10mm, 12mm kalınlığındaki cam elemanlar için hesaplamalar yapılmıştır.

Çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılan camın kalınlığının, cephenin U değerine etkisini belirleyebilmek için, örnek bir cephe modeli alınmış, bu modele göre hesaplamalar yapılmıştır, (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Cam kalınlığının belirlenmesinde kullanılan cephe modeli

Yüksekliği ve genişliği 300 cm olarak düşünülen cephe modelinde, kullanılan camlar, şeffaf cam olarak tercih edilmiştir. Cephe modelinde, gerçekleşen doğal havalandırmatipi; dış ortamdan cephe kabukları arasına alınan havanın, boşlukta yükselip, tekrar dış ortama verildiği şekildedir. Cam kalınlığının, cephe sisteminin U değerine etkisi hakkında fikir sahibi olabilmek için, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliği 20cm - 200cm mesafelerde, 10 cm'lik artışlarla değiştirilmiştir. Cephe kabukları arasındaki boşluğa, güneş kontrol elemanı yerleştirilmiştir. Hesaplamalarda İzmir İli için, ortalama soğutma sezonu günü için belirlenmiş sıcaklık ve radyasyon değerleri kullanılmıştır. Dış ortam sıcaklığı; 23°C, iç ortam sıcaklığı; 22°C ve direkt güneş radyasyonu değeri; 442 W/m<sup>2</sup> olarak kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalardan elde edilen sonuçlar tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5.8 Dış Kabukta Kullanılan Camın Kalınlığının Cephe Sisteminin U Değerine Etkisi

	<b>8 mm cam</b>	<b>10 mm cam</b>	<b>12mm cam</b>
<b>Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Boyutu (cm)</b>	<b>U değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>U değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>U değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>
20	1.78	1.77	1.75
30	1.68	1.67	1.67
40	1.64	1.65	1.65
50	1.62	1.61	1.61
60	1.6	1.61	1.6
70	1.59	1.59	1.57
80	1.58	1.59	1.57
90	1.57	1.57	1.55
100	1.56	1.54	1.54
110	1.55	1.54	1.53
120	1.54	1.53	1.53
130	1.55	1.54	1.53
140	1.56	1.53	1.53
150	1.54	1.55	1.53
160	1.54	1.54	1.54
170	1.56	1.53	1.54
180	1.53	1.54	1.54
190	1.54	1.55	1.54
200	1.55	1.54	1.53

Cam kalınlığı değişiminin, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin değişimine göre, cephe sisteminin U değerine etkisini gösteren Tablo 5.8 incelendiğinde, cam kalınlığı değişiminin U değerine etkisi 0.01 W/(m<sup>2</sup>K) olduğu görülmektedir. U değeri, tek başına ele alındığında bu 0.01 W/(m<sup>2</sup>K)'lik fark ihmal edilebilecek kadar küçük bir değerdir. Cam kalınlığının artmasının, yapının ilk yatırım maliyetini arttıracığı göz önüne alındığında 8 mm – 10 mm - 12 mm cam kalınlıkları arasından en düşük maliyetli olan, 8 mm kalınlığındaki cam tercih edilebilir.

Dış cephe tabakasında kullanılacak olan camın cinsinin belirlenmesi, bir sonraki aşama olan iç cephe tabakasının incelenmesinde beraber yapılacaktır.

Çift kabuk cephelerin elemanlarının, parametrik olarak incelenmesindeki üçüncü aşama, iç kabuğun incelenmesidir. Bu aşama iki bölümden oluşur. Bunlar:

1. İç kabuğu oluşturan çift cam ünitesinin arasını dolduran gazın cinsi
2. İç kabukta kullanılacak olan camın cinsi, çift cam ünitesindeki konumu

Çift cam ünitesi kombinasyonlarında, cam kabukları arasında hava veya argon gazı kullanılmaktadır. İç kabuğu oluşturan çift cam ünitesinin arasına, hava veya argon gazı konularak oluşturulan kombinasyonlar için hesaplamalar yapılacaktır. Çift cam ünitesi arasında kullanılan gazın cinsinin, cephenin U değerine olan etkisi tespit edilecektir. Hesaplamalar için yine aynı cephe modeli (şekil 5.5) ele alınmıştır. Hesaplamaların sonucu incelendiğinde (Tablo 5.9), argon gazı kullanımıyla daha düşük U değerleri elde edildiği görülmektedir.

Tablo 5.9 İç Cephe Tabakasının, Çift Cam Ünitesinin Arasındaki Gazın U Değerine Etkisi

<b>Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Boyutu (cm)</b>	<b>Hava dolgulu u değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>Argon gazı dolgulu u değeri W/(m<sup>2</sup>K)</b>
20	1.82	1.78
30	1.73	1.68
40	1.68	1.64
50	1.66	1.62
60	1.63	1.60
70	1.63	1.59
80	1.63	1.58
90	1.61	1.57
100	1.58	1.56
110	1.58	1.55
120	1.59	1.54
130	1.57	1.55
140	1.58	1.56
150	1.57	1.54
160	1.57	1.54
170	1.57	1.56
180	1.57	1.53
190	1.58	1.54
200	1.57	1.55

Çift kabuk cephe sisteminde kullanılabilir olan cam cinslerinin yerlerinin belirlenmesi aşamasında 10 adet cephe tipi belirlenmiştir, (Tablo 5.10).

Belirlenen cephe tiplerinden Tip 1, çalışmada model olarak kullanılan cephe kombinasyonudur. Bu cephe tipinde, dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm’de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabukta, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk genişliği, 16 mm olarak düşünülmüş ve içi hava ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 2’de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm’de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabukta, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk genişliği 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 3’te; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm’de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe tabakaları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı, 6 mm kalınlığında şeffaf cam, iç mekana bakan cam elemanı olarak, low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 4’de; dış kabuğu, 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm’de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe tabakaları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı, 6 mm kalınlığında güneş kontrol camı, iç mekana

Tablo 5.10 Cephe Sistemini Oluşturan Cam Elemanların, Cephe Sistemindeki Konumları

	Dış Cephe Tabakası		Havalandırılan Boşluk			İç Cephe Tabakası		
	Dış Tabaka	Boşluk	Güneş Kırıcı Eleman	Boşluk	Orta Tabaka	Çift Cam Arası Boşluk (16 mm)	İç Cam	
<b>Tip1</b>	8 mm Şeffaf cam	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Şeffaf Cam	Hava	6 mm Şeffaf Cam	
<b>Tip2</b>	8 mm Şeffaf cam	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Şeffaf Cam	Argon	6 mm Şeffaf Cam	
<b>Tip3</b>	8 mm Şeffaf cam	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Şeffaf Cam	Argon	6 mm Low-E Kaplamalı Cam	
<b>Tip4</b>	8 mm Şeffaf cam	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Güneş Kontrol Camı	Argon	6 mm Şeffaf Cam	
<b>Tip5</b>	8 mm Güneş Kontrol Camı	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Şeffaf Cam	Argon	6 mm Şeffaf Cam	
<b>Tip6</b>	8 mm Güneş Kontrol Camı	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Şeffaf Cam	Argon	6 mm Low-E Kaplamalı Cam	
<b>Tip7</b>	8 mm Şeffaf cam	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Güneş Kontrol Camı	Argon	6 mm Low-E Kaplamalı Cam	
<b>Tip8</b>	8 mm Şeffaf cam	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm İklim Kontrol Camı	Argon	6 mm Şeffaf Cam	
<b>Tip9</b>	8 mm İklim Kontrol Camı	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Şeffaf Cam	Argon	6 mm Şeffaf Cam	
<b>Tip10</b>	8 mm İklim Kontrol Camı	10cm -100 cm	Jaluzili	10cm -100 cm	6 mm Güneş Kontrol Camı	Argon	6 mm Şeffaf Cam	

bakan cam elemanı olarakta, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 5'te; dış kabuğu 8 mm kalınlığında, güneş kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm'de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabukta, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk, 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 6'da; dış kabuğu 8 mm kalınlığında güneş kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm'de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe tabakaları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak 6 mm kalınlığında şeffaf cam, iç mekana bakan cam elemanı 6 mm kalınlığında low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 7'de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında, şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm'de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı olarak jaluzi kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe tabakaları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak 6 mm kalınlığında güneş kontrol camı, iç mekana bakan cam elemanı, 6 mm kalınlığında low -E kaplamalı cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 8'de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında, şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm'de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift

cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe tabakaları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı 6 mm kalınlığında iklim kontrol camı (güneş kontrol+Low-E), iç mekana bakan cam elemanı, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 9'da; dış kabuğu 8 mm kalınlığında, iklim kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm'de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı olarak jaluzi kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğu, oluşturan cam elemanlar olarak, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Cephe tipi 10'da; dış kabuğu 8 mm kalınlığında, iklim kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk, 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm'de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı jaluzi kullanılmıştır. İç kabuk; çift cam ünitesinden oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe tabakaları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı 6 mm kalınlığında güneş kontrol camı, iç mekana bakan cam elemanı, 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur.

Bu cephe tipleri için, ortalama soğutma sezonu, ortalama ısıtma sezonu ve ekstrem soğutma sezonu günleri için hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 5.11, tablo 5.12, tablo 5.13, tablo 5.14 ve tablo 5.15'te gösterilmiştir.













Bütün cephe tiplerinde, cephe kabukları arasındaki boşluk miktarı 20 cm'den 200 cm'e doğru arttırıldıkça U değerlerinde bir düşme, sonrada sabit kalma veya çok küçük değişiklikler olduğu görülmektedir. Bununla beraber, cephe kabukları arasındaki boşluk miktarının incelenen her boyutu için, en düşük U değeri cephe tipi 8'de 0.89-0.83 W/(m<sup>2</sup>K) aralığında elde edilmiştir. Cephe tipi 8, dış kabukta 8 mm kalınlığında şeffaf cam, cephe kabukları arasındaki boşlukta güneş kontrol elemanı, orta cam tabakası olarak 6 mm kalınlığında Low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camı, iç mekana bakan cam tabakası olarak 6 mm kalınlığında şeffaf camın kullanıldığı cephe kombinasyonudur. İç kabuğun çift cam ünitesi arasında 16 mm kalınlığındaki boşluk, argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 8'in g değeri 0.17'dir.

İncelenen cephe tiplerinde en yüksek g değerinin 0.30, en düşük g değerinin ise 0.14 olduğu tespit edilmiştir. Sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde uygulanacak olan cam bileşenlerin, U değerlerinin ve g değerlerinin düşük olması istendiği göz önüne alındığında, U değeri en düşük olan cephe tipinin, aynı zamanda g değeri en düşük olan cam kombinasyonunu sağlayamadığı görülmüştür. En düşük g değerine sahip olan cephe kombinasyonu cephe tipi 10'da 0.14'tür. Cephe tipi 10'un dış kabuğu, 8 mm kalınlığında Low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camı, iç kabuğu oluşturan çift cam; 6 mm kalınlığında Low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camı ve 6 mm kalınlığında şeffaf camdan oluşmaktadır. İç kabuğu oluşturan çift camın arasındaki, 16 mm kalınlığındaki boşlukta argon gazı kullanılmıştır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta, güneş kontrol elemanı bulunmaktadır.

En düşük U değerine sahip olan cephe tipi 8 ile, en düşük g değerine sahip olan cephe tipi 10 karşılaştırıldığında, cephe tipi 10'da, dış kabuk olarak kullanılan Low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camı, cephe tipi 8'de orta cam elemanı olarak kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanında cephe tipi 10'da, orta cam elemanı olarak güneş kontrol elemanı, cephe tipi 8'de ise, şeffaf cam kullanılmıştır. Nitelikli cam elemanı kullanımının fazla olmasına rağmen, cephe tipi 10'daki U değeri 1.75-1.53 W/(m<sup>2</sup>K) aralığında değişmektedir. Kullanılan cam bileşenin işlem görme miktarı artıp, ek özellikler kazandığında maliyetinin de arttığı göz önüne alınacak olursa,

cephe tipi 10'da daha fazla nitelikli cam bileşen kullanılmasına rağmen, cephenin U değerinde buna paralel doğrultuda bir düşüş görülmektedir. Cephe tipi 10, düşük g değeri sağlayabilmekte, fakat düşük U değerini sağlayamamaktadır. Cephe tipi 8 ise düşük U değerini ve düşük g değerini sağlayabilmektedir. Bu bağlamda, cephe tipi 8, çift kabuk cephe sistemlerinin tasarımı için kullanılacak olan yaklaşımın bir ileri aşamasında, aşamasında kullanılacaktır.

### **5.3 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Cephe Sayısının Ve Cephe Yönünün, Binanın Enerji Yükleri Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi**

Çift kabuk cephe sistemleri, binaların enerji verimliliğine önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Doğru malzemenin, doğru konumda kullanılmasıyla binanın enerji verimliliği artacaktır.

Kuzey yarımkürede yer alan binalarda, güneş ışınlarının binanın iç mekanına alınabilmesi ve kış aylarında binanın iç mekanlarının ısıtılmasında kullanılabilmesi için güney ve doğu yönündeki cephelerde cam alanları geniş yapılmaktadır. Kış aylarında binanın ısıtılması için daha az enerji tüketimine olanak sağlayan bu uygulama, yaz aylarında da binanın iç mekanının ısınmasına neden olduğu için soğutma yüklerinde artışa sebep olmaktadır. Yaz aylarındaki bu olumsuz durumu gidermek için, cepheye güneş kontrol elemanları yerleştirilmektedir. Çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılan Low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camının kullanımıyla, hem yaz aylarında hem de kış aylarında olumlu sonuçlar alınmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta kullanılan güneş kontrol elemanları, yaz aylarında bina içinde alınan güneş ışınları kontrolünde katkıda bulunurlar.

Çift kabuk cephe sistemli binaların, İzmir İli iklim verileri baz alınarak, enerji verimliliği hakkında bir fikir sahibi olabilmek için, bölüm 5.1.2'de anlatılan bina ele alınmıştır.

Sıcak iklim tipine sahip olan İzmir İli'nde, çift kabuk cephe uygulamalarında kullanılacak olan cam bileşenlerin kombinasyonları, bölüm 5.2'de belirlenmiş ve

bu kombinasyonların kullanımıyla elde edilebilecek olan U ve g değerleri hesaplanmıştır. Elemanların parametrik olarak incelenmesiyle, yapılan bu hesaplamaların devamı olarak, çift kabuk cephe eleman kombinasyonlarından bir tanesi, tek hacimli binaya uygulanmıştır. İncelenen cephe tipleri içerisinde, en düşük U değerine sahip olan cephe, Tip 8 seçilmiştir, (Tablo 5.16).

Tablo 5.16 Cephe Tipi 8'in Eleman Kombinasyonu

	Dış Cephe Tabakası	Havalandırılan Boşluk			İç Cephe Tabakası		
	Dış Tabaka	Boşluk	Güneş Kontrol Elemanı	Boşluk	Orta Tabaka	Çift Cam Arası Boşluk (16 mm)	İç Tabaka
<b>Tip8</b>	8 mm Şeffaf Cam	10cm - 100 cm	jaluzili	10cm - 100 cm	6 mm İklim Kontrol Camı	Argon	6 mm Şeffaf Cam

Bölüm 5.2'de yapılan hesaplamalarda, cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluğun genişliği 20 cm - 200 cm arasında değişmektedir. Bu değerler arasında, 10 cm'lik artışlarla hesaplamalar yapılarak, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin değişiminin, cephenin U değerine etkisi belirlenmiştir. Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarları, 20 cm, 50 cm, 110 cm ve 200 cm olan çift kabuk cephe sistemleri, tek hacimli binaya uygulanmıştır. Farklı boşluk genişliklerine sahip cephe kombinasyonlarının tek hacimli binaya uygulanmasıyla ve hesaplamalarının yapılmasıyla, belirlenen boşluk boyutları için binanın enerji simülasyon sonuçları ortaya konulmuştur.

Dört farklı boşluk genişliğine sahip olan, çift kabuk cephe sistemi tek hacime sahip binanın, kuzey, doğu ve batı cephelerine farklı kombinasyonlar denenmiştir. Böylelikle çift kabuk cephenin uygulandığı yöne göre, enerji yüklerinin değişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Çift kabuk cephenin uygulanmadığı, bina cephelerinde yalıtımsız sağır tuğla duvar uygulanmıştır.

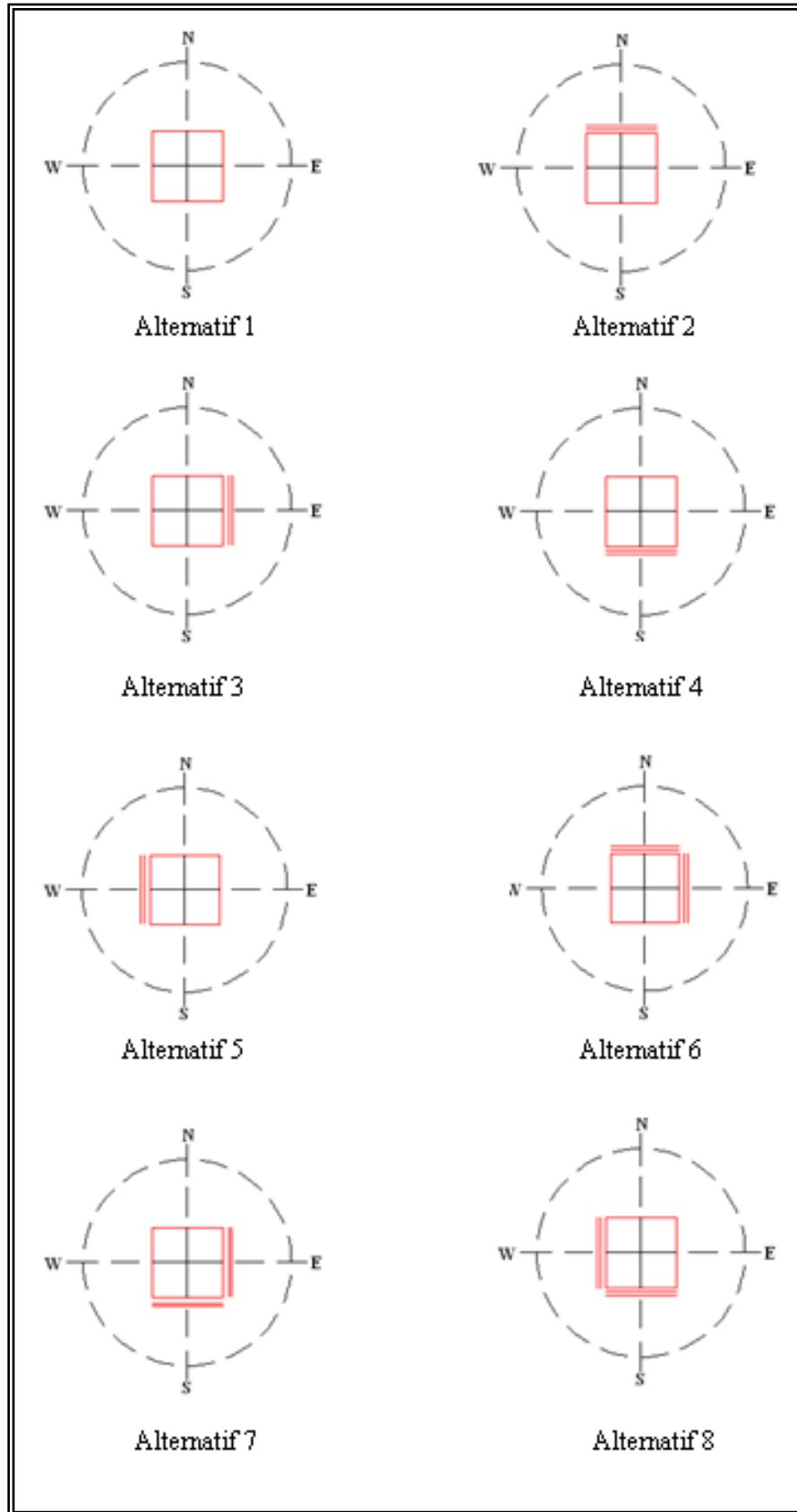
Çift kabuk cephe sistemi, ilk olarak binanın tek bir cephesine bütün yönlerde tek tek uygulanmıştır. Böylelikle yöne bağlı olarak, çift kabuk cephenin binanın enerji verimliliğine etkisini belirlenmiştir. Çift kabuk cephe sisteminin uygulanmış olduğu

cephesinin, iki, üç ve dört cepheye kadar yükseltilmiştir.

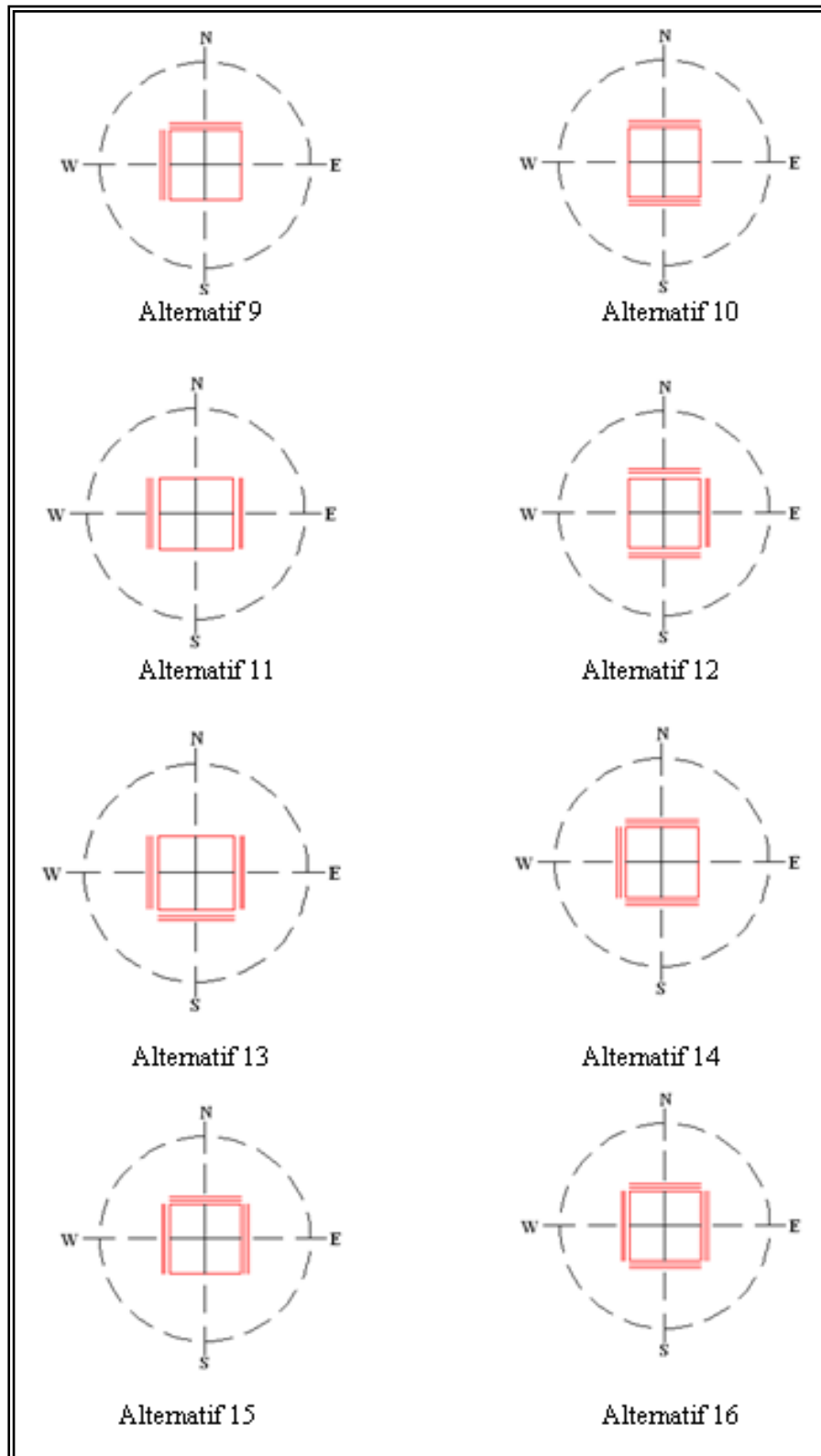
Hesaplamalar için 16 farklı alternatif geliştirilmiştir. Alternatif 1’de; kare planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Alternatif 2’de; binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 3’de; binanın doğu cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 4’de; binanın güney cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 5’de; binanın batı cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 6’da; binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 7’de; binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve batı cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 8’de; binanın güney ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 9’da; binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 10’da; binanın kuzey ve güney cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 11’de; binanın batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve güney cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 12’de; binanın kuzey, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 13’de; binanın batı, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 14’de; binanın batı, güney ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, doğu cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 15’de; binanın batı, doğu ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Alternatif 16’da; binanın bütün cephelerine çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır (Şekil 5.6).

Belirlenmiş olan 16 cephe kaplama alternatifleri, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarları, 20 cm, 50 cm, 110 cm ve 200 cm olan çift kabuk cephe sistemleri için tek tek incelenmiştir. Bu alternatiflerle yapılan hesaplamaların sonuçları, tablo 5.17, tablo 5.18, tablo 5.19, tablo 5.20’de verilmiştir.





Şekil 5.6 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Cephe Sayısı Ve Cephe Yönleri



Şekil 5.6 (Devamı) Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Cephe Sayısı Ve  
Cephe Yönleri

Tablo 5.17 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliği, 20 cm Olan Çift Kabuk Cephenin Isıtma ve Soğutma Yük Değerleri

	Yıllık Isıtma Yükü (Gjoules)	Yıllık Soğutma Yükü (Gjoules)
<b>Alternatif 1</b>	24,72	156,94
<b>Alternatif 2</b>	30,29	220,84
<b>Alternatif 3</b>	24,95	283,09
<b>Alternatif 4</b>	19,45	309,64
<b>Alternatif 5</b>	25,3	282,32
<b>Alternatif 6</b>	32,82	348,13
<b>Alternatif 7</b>	22,07	442,72
<b>Alternatif 8</b>	22,28	441,42
<b>Alternatif 9</b>	31,55	347,56
<b>Alternatif 10</b>	25,63	375,14
<b>Alternatif 11</b>	26,97	413,82
<b>Alternatif 12</b>	28,14	509,28
<b>Alternatif 13</b>	25,54	576,95
<b>Alternatif 14</b>	28,88	507,81
<b>Alternatif 15</b>	33,82	479,66
<b>Alternatif 16</b>	32,82	643,05

Tablo 5.18 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliği, 50 cm Olan Çift Kabuk Cephenin Isıtma ve Soğutma Yük Değerleri

	Yıllık Isıtma Yükü (Gjoules)	Yıllık Soğutma Yükü (Gjoules)
<b>Alternatif 1</b>	24,72	156,94
<b>Alternatif 2</b>	29,84	220,24
<b>Alternatif 3</b>	24,57	282,66
<b>Alternatif 4</b>	19,02	309,7
<b>Alternatif 5</b>	24,89	281,75
<b>Alternatif 6</b>	32,57	478,97
<b>Alternatif 7</b>	21,39	442,16
<b>Alternatif 8</b>	21,6	441,13
<b>Alternatif 9</b>	30,79	347,16
<b>Alternatif 10</b>	24,9	374,91
<b>Alternatif 11</b>	26,26	413,25
<b>Alternatif 12</b>	27,09	508,67
<b>Alternatif 13</b>	24,44	576,48
<b>Alternatif 14</b>	27,76	507,44
<b>Alternatif 15</b>	32,57	478,97
<b>Alternatif 16</b>	31,29	641,82

Tablo 5.19 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliği, 110 cm Olan Çift Kabuk Cephenin Isıtma ve Soğutma Yük Değerleri

	Yıllık Isıtma Yükü (Gjoules)	Yıllık Soğutma Yükü (Gjoules)
<b>Alternatif 1</b>	24,72	156,94
<b>Alternatif 2</b>	29,71	220,13
<b>Alternatif 3</b>	24,45	282,43
<b>Alternatif 4</b>	18,89	309,51
<b>Alternatif 5</b>	24,77	281,5
<b>Alternatif 6</b>	29,78	347,15
<b>Alternatif 7</b>	21,19	442,06
<b>Alternatif 8</b>	26,05	413,3
<b>Alternatif 9</b>	30,59	346,84
<b>Alternatif 10</b>	24,7	374,74
<b>Alternatif 11</b>	26,05	413,3
<b>Alternatif 12</b>	26,78	508,64
<b>Alternatif 13</b>	24,12	576,29
<b>Alternatif 14</b>	27,45	507,49
<b>Alternatif 15</b>	32,21	478,79
<b>Alternatif 16</b>	30,84	641,84

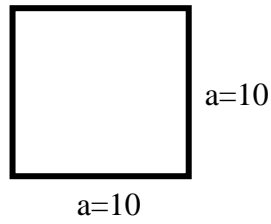
Tablo 5.20 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliği, 200 cm Olan Çift Kabuk Cephenin Isıtma ve Soğutma Yük Değerleri

	Yıllık Isıtma Yükü (Gjoules)	Yıllık Soğutma Yükü (Gjoules)
<b>Alternatif 1</b>	24,72	156,94
<b>Alternatif 2</b>	29,6	219,95
<b>Alternatif 3</b>	24,34	282,35
<b>Alternatif 4</b>	18,77	309,2
<b>Alternatif 5</b>	30,43	281,45
<b>Alternatif 6</b>	29,59	347,12
<b>Alternatif 7</b>	21,03	442,17
<b>Alternatif 8</b>	25,84	413,08
<b>Alternatif 9</b>	30,36	346,71
<b>Alternatif 10</b>	24,51	374,93
<b>Alternatif 11</b>	25,84	413,08
<b>Alternatif 12</b>	26,5	508,42
<b>Alternatif 13</b>	23,82	576,38
<b>Alternatif 14</b>	27,11	507,29
<b>Alternatif 15</b>	31,89	478,55
<b>Alternatif 16</b>	30,43	641,53

#### 5.4 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Formunun, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi

Çift kabuk cephenin uygulandığı binanın formunun, binanın enerji yüklerine etkisinin belirlenebilmesi için, tek hacimli, aynı kat yüksekliğine sahip ve taban alanı aynı olan, 4 farklı plan tipi ele alınmıştır. Bu plan tipleri;

- Kare planlı bina,



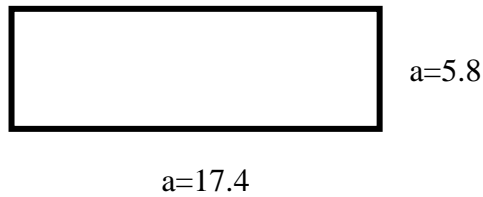
Taban alanı:  $10 \times 10 = 100 \text{ m}^2$

- Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı bina ( $a=2b$ ),



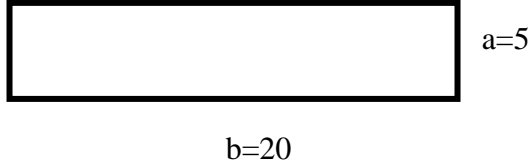
Taban alanı:  $14 \times 7 = 98 \text{ m}^2$

- Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı bina ( $a=3b$ ),



Taban alanı:  $17.4 \times 5.8 = 100.9 \text{ m}^2$

- Uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binadır ( $a=4b$ ).



Taban alanı:  $20 \times 5 = 100 \text{ m}^2$

Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarı 20cm - 50cm – 110cm ve 200 cm olan çift kabuk cam cephelerin, kare planlı binanın dört cephesine de uygulandığı durumlar için soğutma yükleri incelendiğinde; soğutma yük değerleri 20 cm boşluklu cephe sisteminde, 50 cm boşluğuna göre daha yüksektir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20). 50 cm, 110 cm ve 200 cm boşluklu cephelerde soğutma yükü değerleri, birbirine çok yakın değerler olarak elde edilmiştir. Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarının 50 cm’den 200 cm’ kadar arttırılmasının, binanın toplam yıllık soğutma yüklerini ihmal edilebilecek kadar küçük değerlerde etkilemesinden dolayı, sadece U değerleri göz önüne alındığı durumlar için, cephe tabakaları arasındaki boşluk genişliğini 50 cm olarak belirlemek doğru bir yaklaşım olacaktır.

Yukarıda belirtilen plan tiplerindeki binaların, tek bir cephesine cephe kabukları arasındaki boşluğun 50 cm olduğu çift kabuk cephe uygulanmış, diğer cephelerine ise yalıtımsız sağır tuğla duvar uygulaması yapılmıştır. Uygulanmış olan çift kabuk cephe, cephe Tip 8 olarak seçilmiş ve binanın kuzey cephesine yerleştirilmiştir.

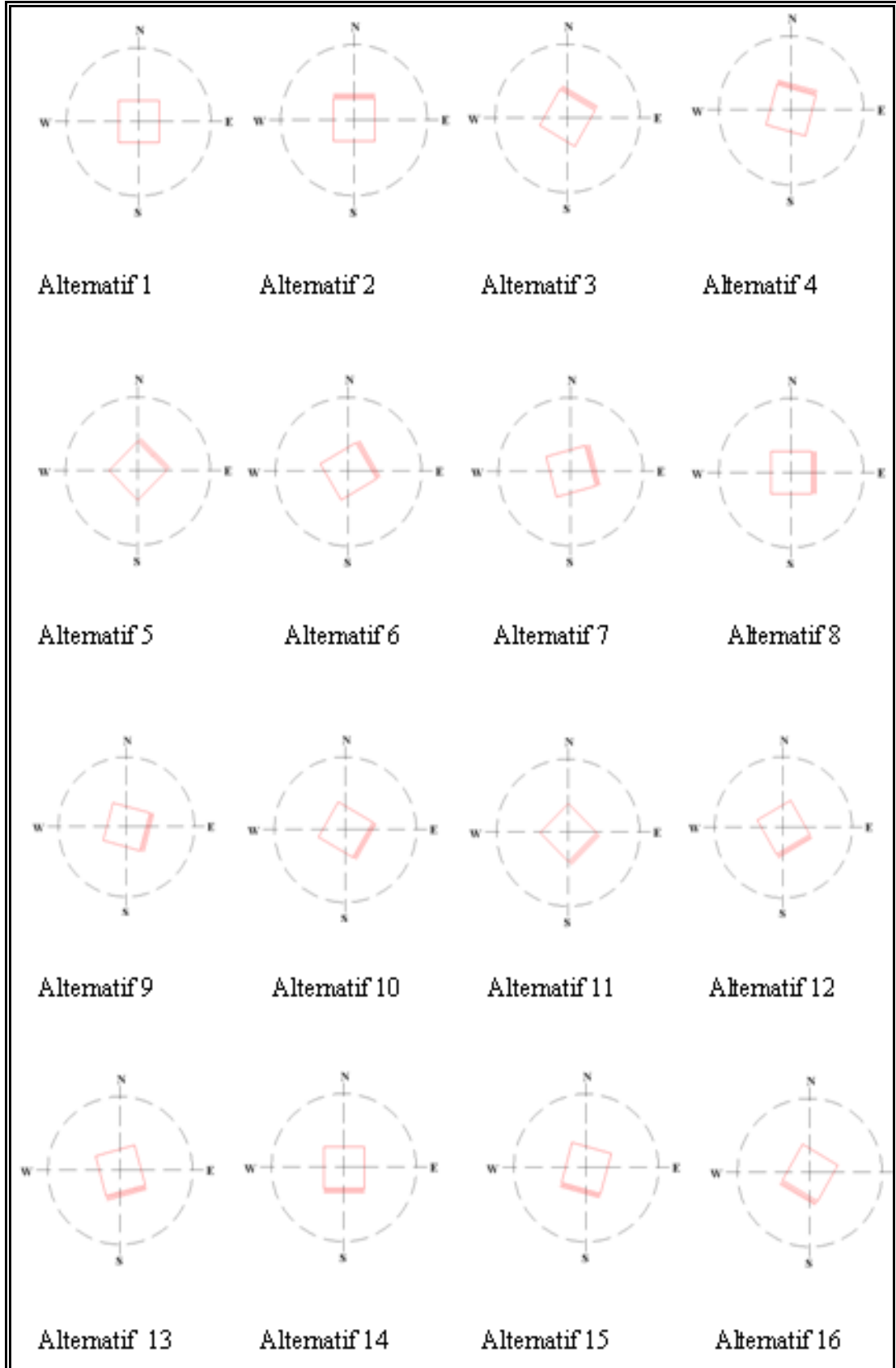
### **5.5 Çift Kabuk Cephenin Uygulandığı Binanın Yönlendirilmesinin, Binanın Enerji Yüklerine Etkisinin Belirlenmesi**

Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, çift kabuk cephenin uygulandığı binanın yönlendirilmesinin binanın enerji yüklerine etkisinin belirlenebilmesi için hesaplamalar yapılmıştır.

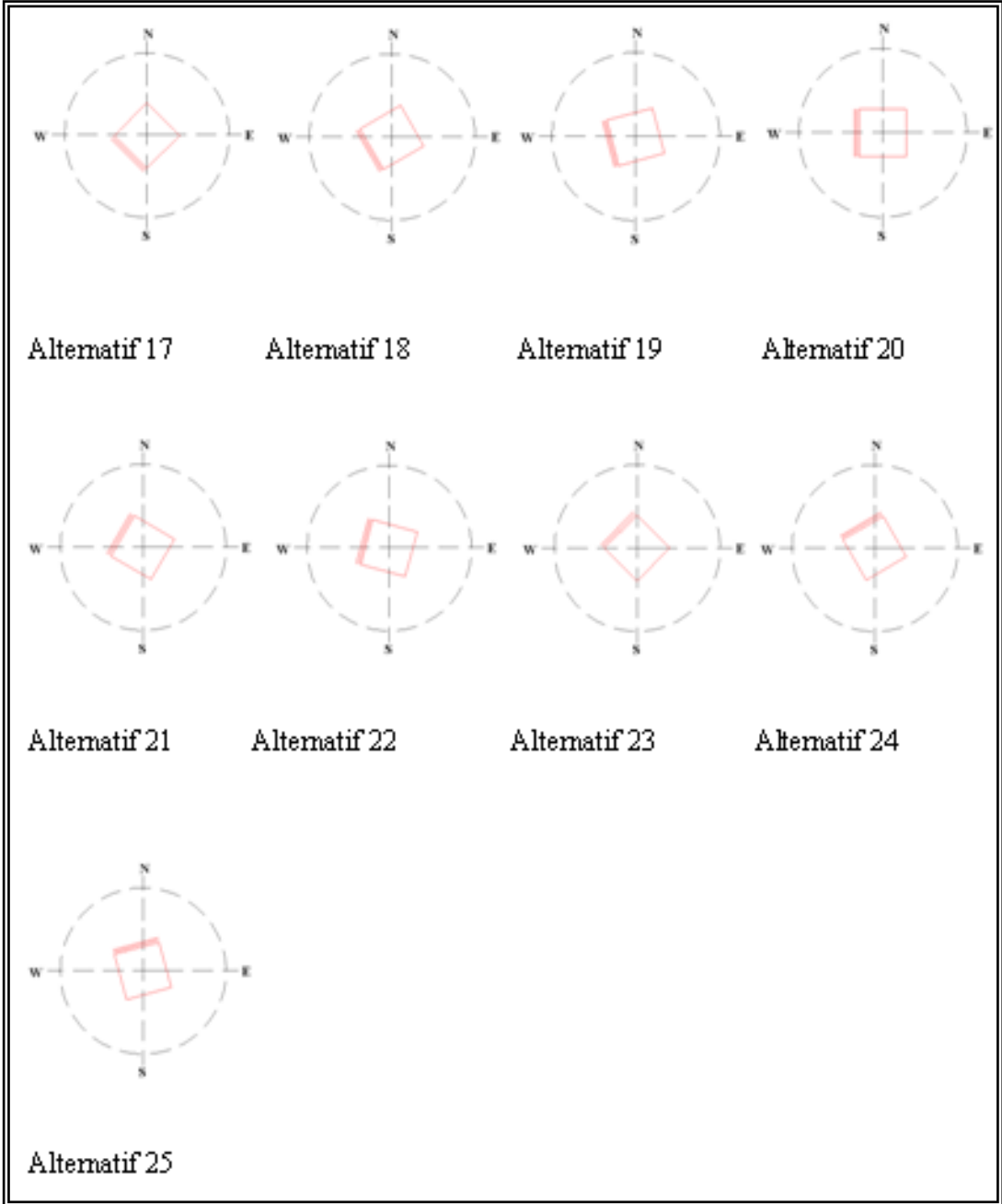
Yukarıda sayılmış olan plan tipleri, 15° lik açı aralıklarıyla, saat yönünde döndürülerek 25 farklı alternatif elde edilmiştir. Bu alternatifler; alternatif 1; binanın cephelerinin sağır tuğla duvar ile oluşturulduğu durum, alternatif 2; binanın kuzey cephesinde çift kabuk cephenin ve diğer cephelerin sağır tuğla cephe uygulandığı durum, alternatif 3; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 15° yönünde konumlandığı durum, alternatif 4; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 30° yönünde konumlandığı durum, alternatif 5; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 45° yönünde konumlandığı durum, alternatif 6; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 60° yönünde konumlandığı durum, alternatif 7; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 75° yönünde konumlandığı durum, alternatif 8; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 90° yönünde konumlandığı durum, alternatif 9; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 105° yönünde konumlandığı durum, alternatif 10; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 120° yönünde konumlandığı durum, alternatif 11; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 135° yönünde konumlandığı durum, alternatif 12; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 150° yönünde konumlandığı durum, alternatif 13; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 165° yönünde konumlandığı durum, alternatif 14; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 180° yönünde konumlandığı durum, alternatif 15; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 195° yönünde konumlandığı durum, alternatif 16; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 210° yönünde konumlandığı durum, alternatif 17; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 225° yönünde konumlandığı durum, alternatif 18; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 240° yönünde konumlandığı durum, alternatif 19; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 255° yönünde konumlandığı durum, alternatif 20; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 270° yönünde konumlandığı durum, alternatif 21; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 285° yönünde konumlandığı durum, alternatif 22; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 300° yönünde konumlandığı durum,

alternatif 23; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 315° yönünde konumlandığı durum, alternatif 24; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 330° yönünde konumlandığı durum, alternatif 25; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 345° yönünde konumlandığı durumdur, (Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10).

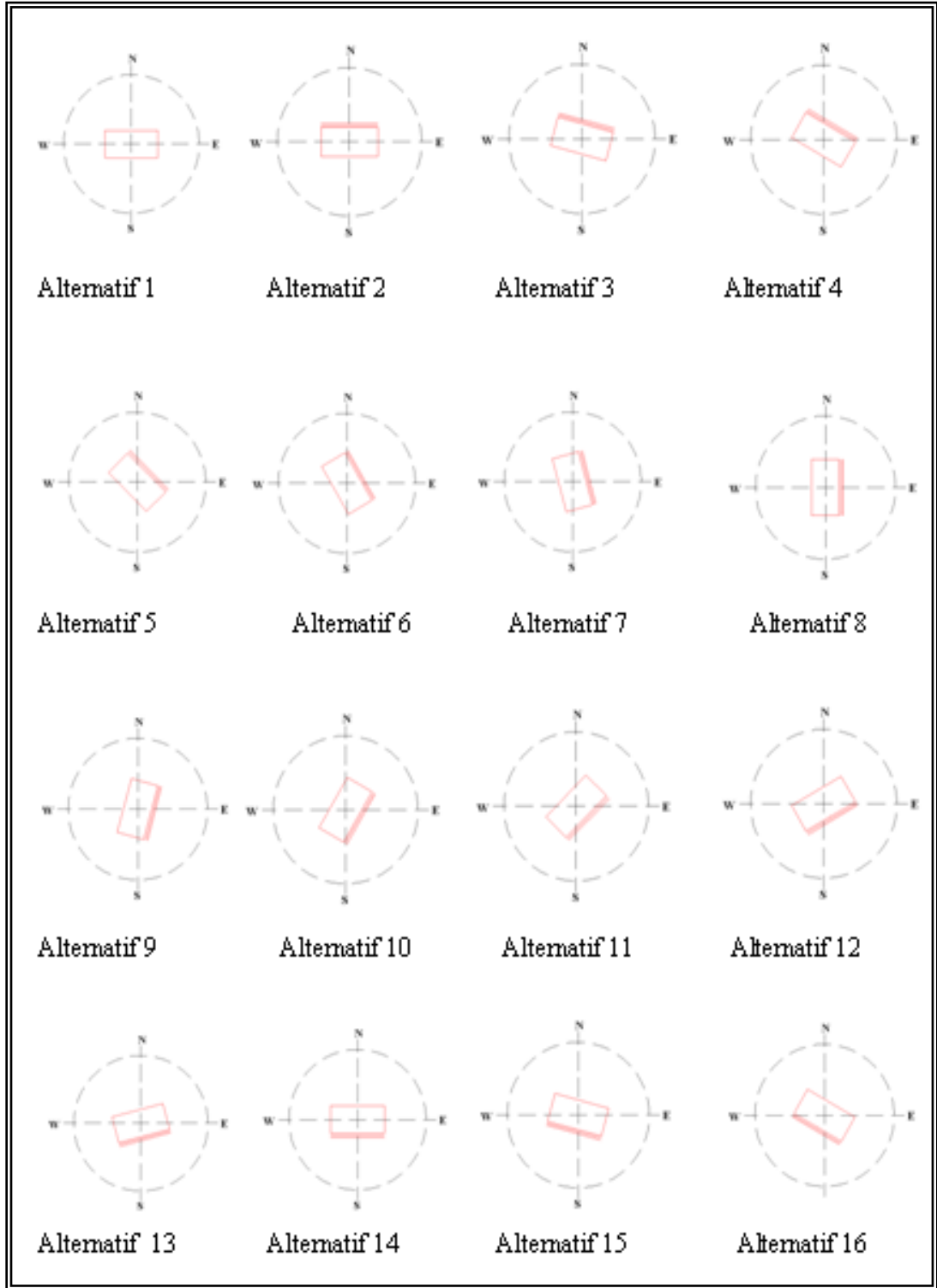




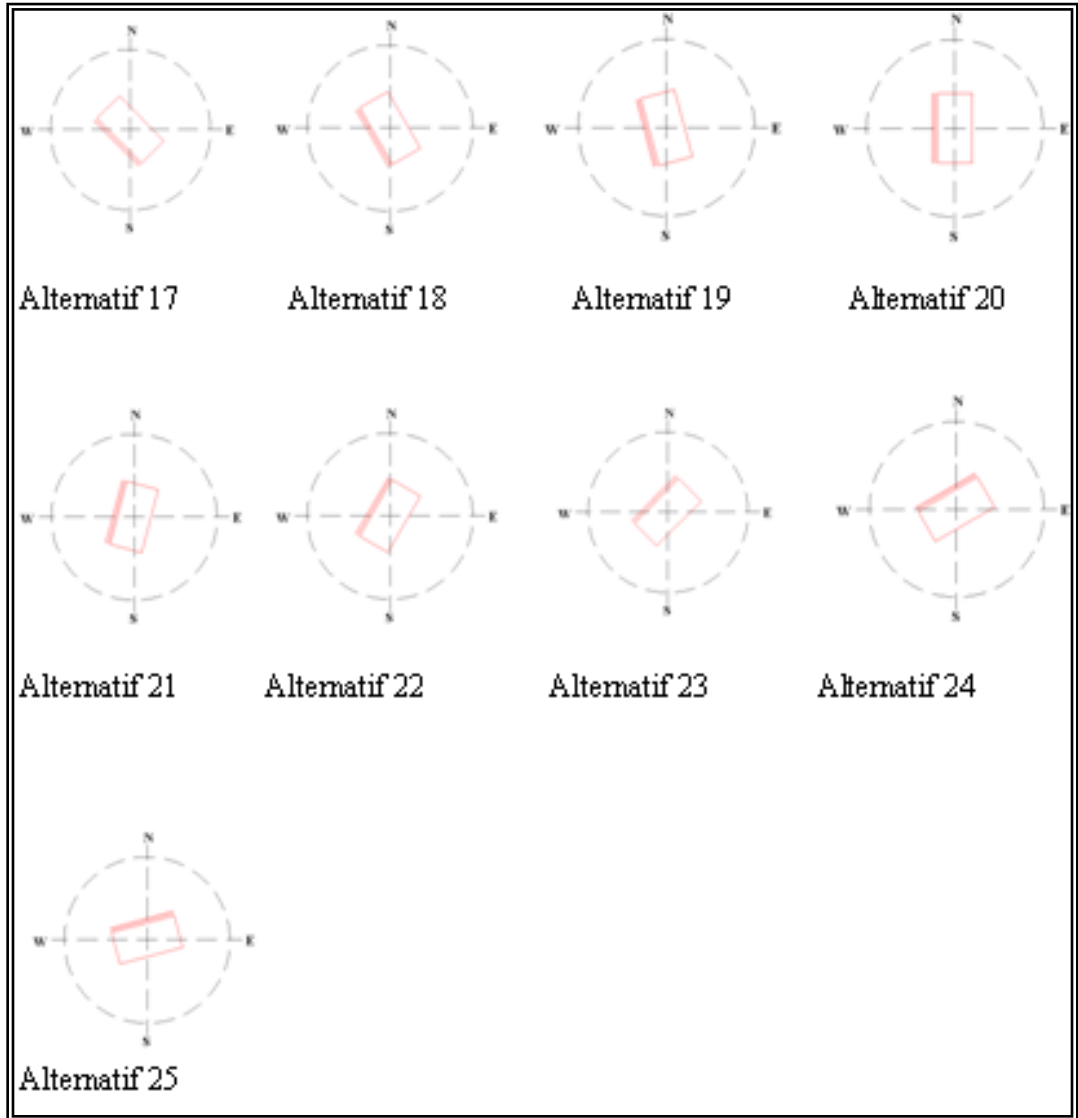
Şekil 5.7 Kare planlı binanın yönlendirilmesi



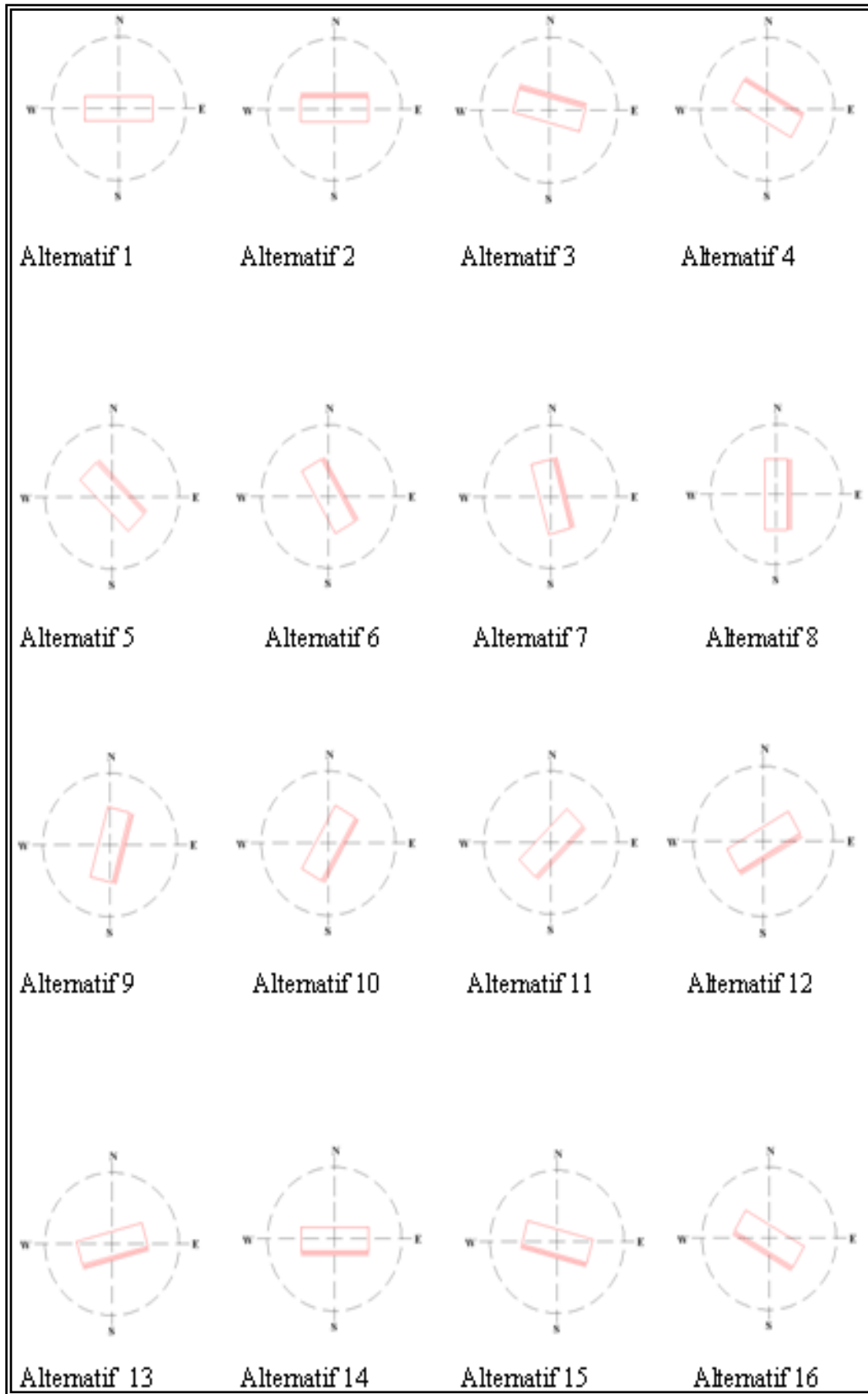
Şekil 5.7 (Devamı) Kare Planlı Binanın Yönlendirme



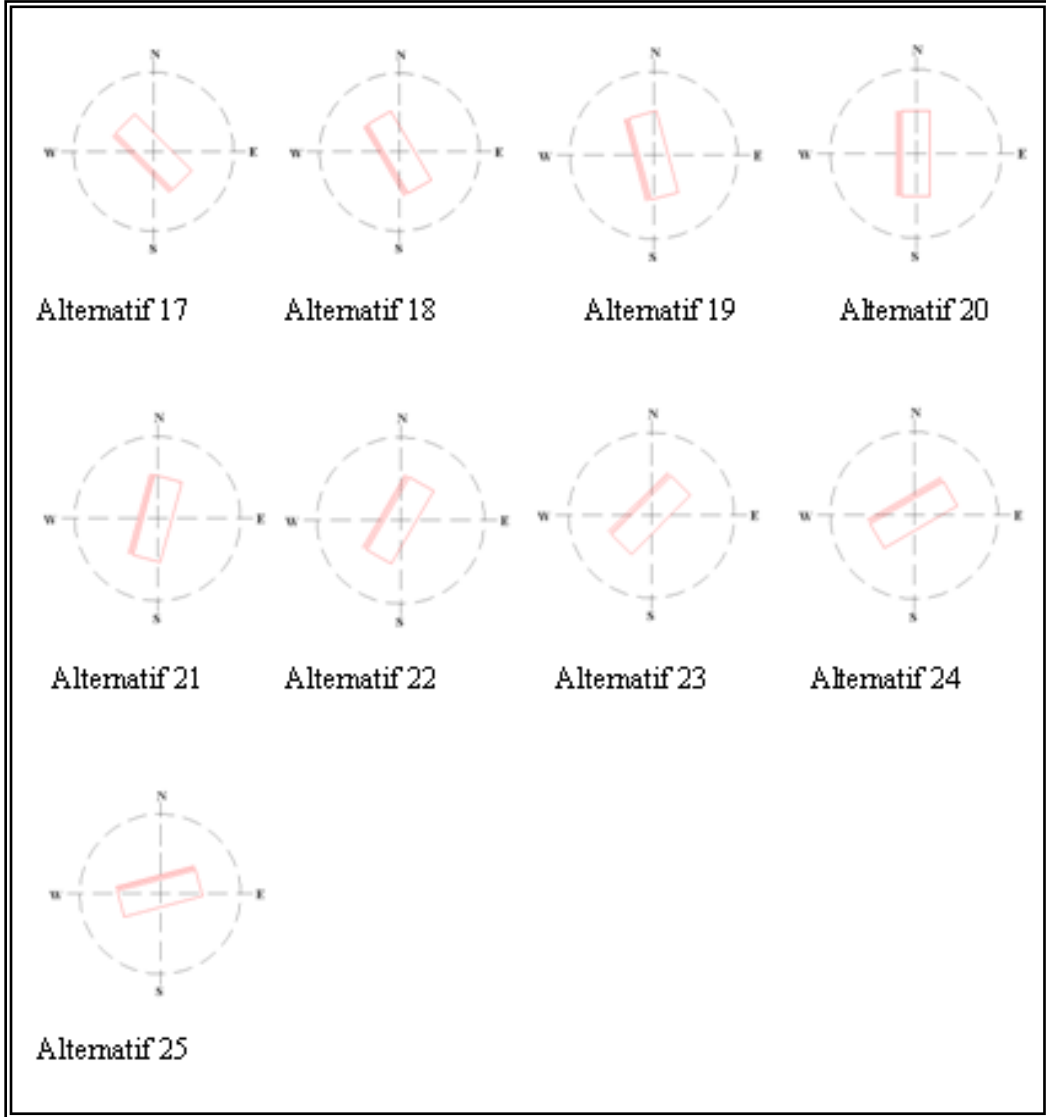
Şekil 5.8 Uzun Kenarı Kısa Kenarının İki Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın Yönlendirilmesi



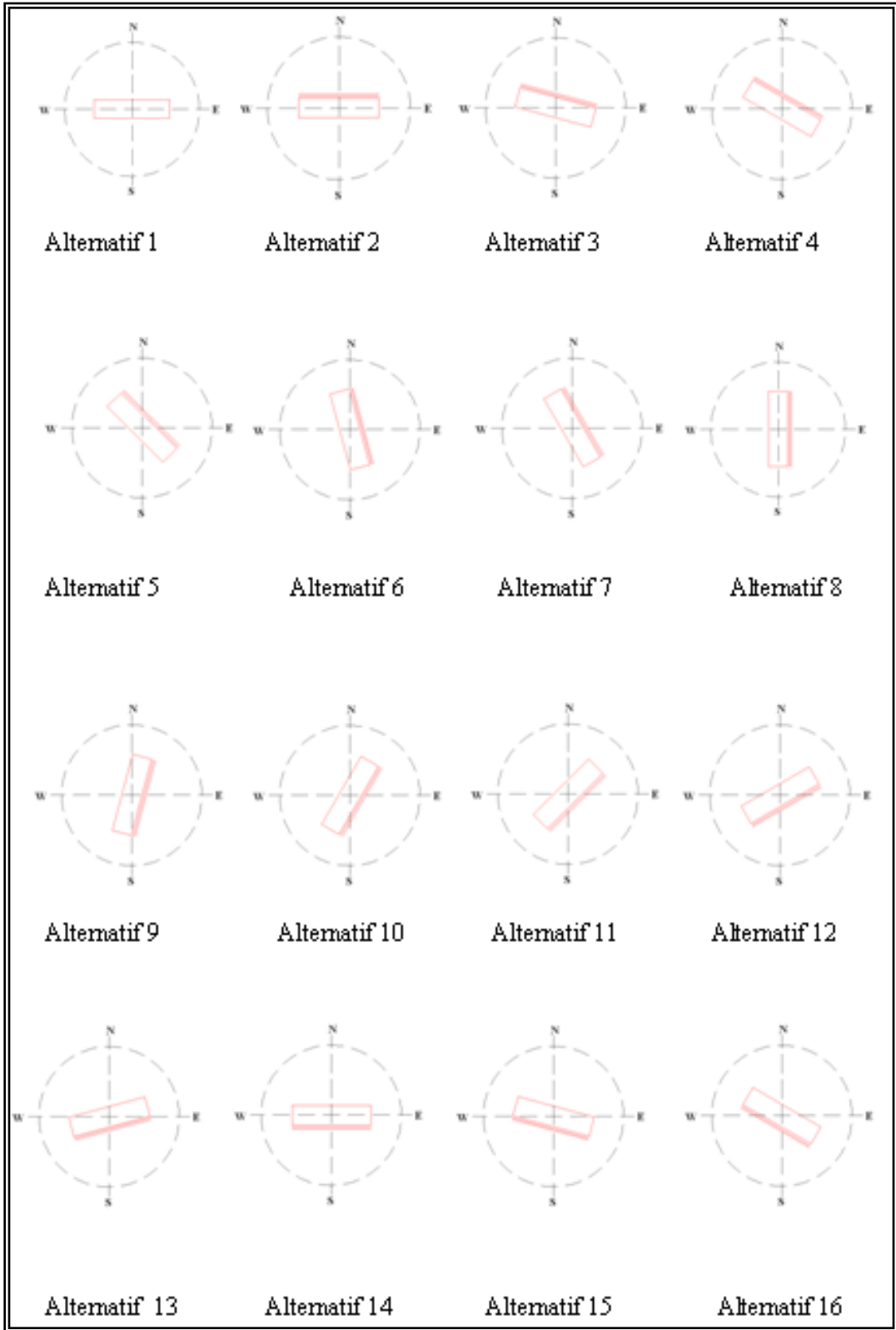
Şekil 5.8 (Devamı) Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı binanın Yönlendirilmesi



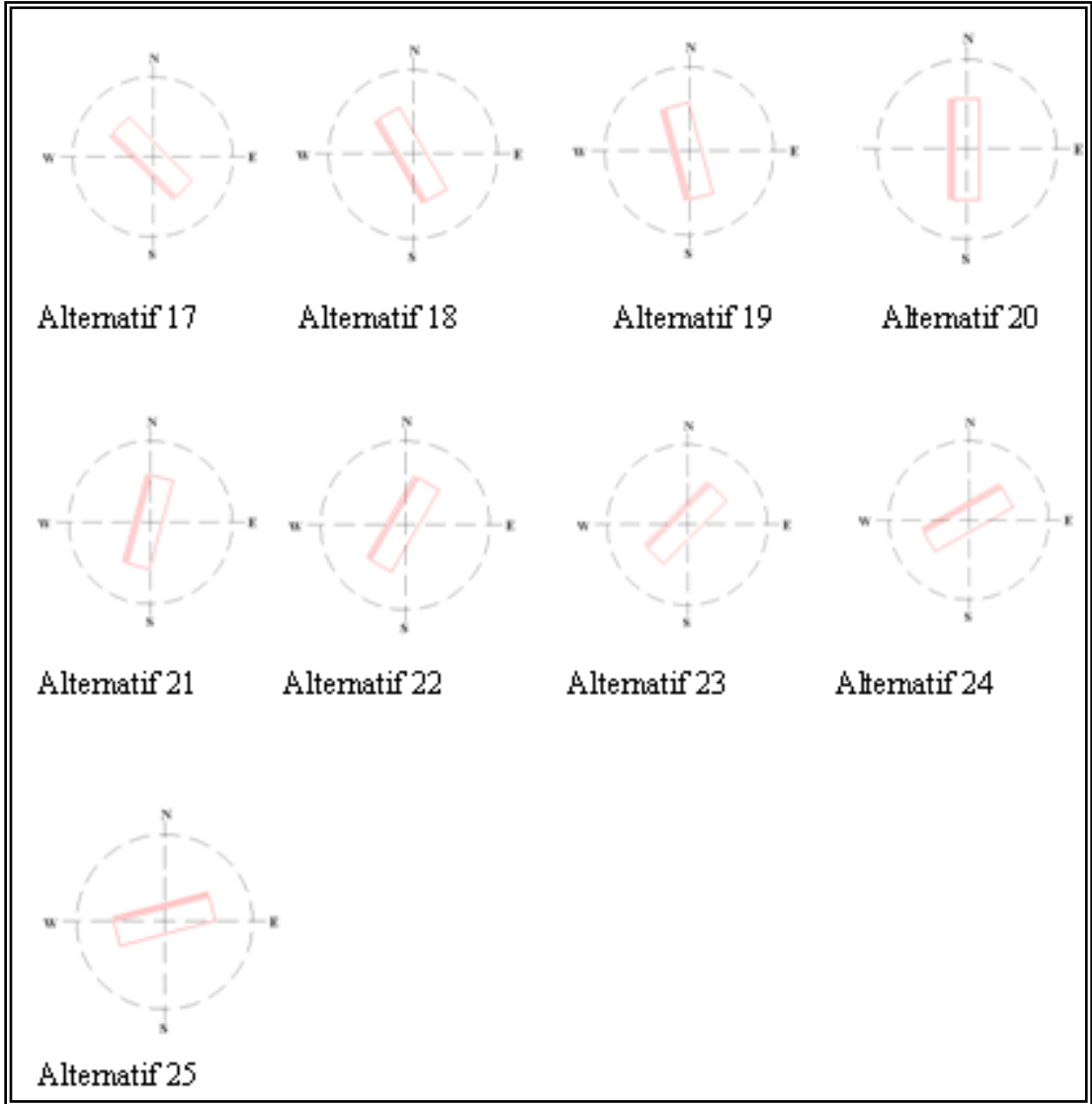
Şekil 5.9 Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı binanın Yönlendirilmesi



Şekil 5.9 (Devamı) Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı binanın yönlendirmesi



Şekil 5.10 Uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binanın Yönlendirilmesi



Şekil 5.10 (Devamı) Uzun Kenarı Kısa Kenarının Dört Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın Yönlendirilmesi

Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen değerler tablo 5.21, tablo 5.22, tablo 5.23, tablo 5.24’de verilmiştir.



Tablo 5.21 Kare Planlı Binanın Yönlendirilmesinin Sonuçları

		<b>Toplam Yıllık Isıtma Yüğü (Gjoules)</b>	<b>Toplam Yıllık Soğutma Yüğü (Gjoules)</b>
0°	Alternatif 1	24,72	156,94
0°	Alternatif 2	29,84	220,24
15°	Alternatif 3	29,74	223,67
30°	Alternatif 4	29,39	231,88
45°	Alternatif 5	28,7	243,55
60°	Alternatif 6	27,5	256,25
75°	Alternatif 7	26,04	269,88
90°	Alternatif 8	24,57	282,66
105°	Alternatif 9	23,29	293,86
120°	Alternatif 10	22,13	302,58
135°	Alternatif 11	21,09	307,87
150°	Alternatif 12	20,14	310,05
165°	Alternatif 13	19,36	309,78
180°	Alternatif 14	19,02	309,7
195°	Alternatif 15	19,17	309,66
210°	Alternatif 16	19,8	309,79
225°	Alternatif 17	20,75	307,5
240°	Alternatif 18	22,02	302,06
255°	Alternatif 19	23,4	292,99
270°	Alternatif 20	24,89	281,75
285°	Alternatif 21	26,41	269,12
300°	Alternatif 22	27,82	255,73
315°	Alternatif 23	28,85	242,81
330°	Alternatif 24	29,44	231,61
345°	Alternatif 25	29,76	223,4

Tablo 5.22 Uzun Kenarı Kısa Kenarının İki Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın Yönlendirilmesinin Sonuçları

		Toplam Yıllık Isıtma Yüğü (Gjoules)	Toplam Yıllık Soğutma Yüğü (Gjoules)
0°	Alternatif 1	24,32	153,09
0°	Alternatif 2	31,19	240,96
15°	Alternatif 3	31,05	245,52
30°	Alternatif 4	30,6	257,4
45°	Alternatif 5	29,64	273,39
60°	Alternatif 6	28,07	292,16
75°	Alternatif 7	26,18	311,54
90°	Alternatif 8	24,25	329,75
105°	Alternatif 9	22,62	345,93
120°	Alternatif 10	21,26	358,4
135°	Alternatif 11	19,96	365,88
150°	Alternatif 12	18,79	369,83
165°	Alternatif 13	17,81	369,3
180°	Alternatif 14	17,4	368,3
195°	Alternatif 15	17,62	368,12
210°	Alternatif 16	18,37	367,57
225°	Alternatif 17	19,57	365,26
240°	Alternatif 18	21,06	357,56
255°	Alternatif 19	22,82	344,73
270°	Alternatif 20	24,77	329,12
285°	Alternatif 21	26,75	310,26
300°	Alternatif 22	28,54	291,16
315°	Alternatif 23	29,93	272,98
330°	Alternatif 24	30,7	256,98
345°	Alternatif 25	31,08	245,56

Tablo 5.23 Uzun Kenarı Kısa Kenarının Üç Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın Yönlendirilmesinin Sonuçları

		Toplam Yıllık Isıtma Yüğü (Gjoules)	Toplam Yıllık Soğutma Yüğü (Gjoules)
0°	Alternatif 1	25,62	174,28
0°	Alternatif 2	34,3	287,95
15°	Alternatif 3	34,13	293,64
30°	Alternatif 4	33,63	308,78
45°	Alternatif 5	32,53	330,21
60°	Alternatif 6	30,6	354,32
75°	Alternatif 7	28,22	379,8
90°	Alternatif 8	25,92	404,2
105°	Alternatif 9	23,96	425,24
120°	Alternatif 10	22,25	441,82
135°	Alternatif 11	20,69	451,77
150°	Alternatif 12	19,19	455,51
165°	Alternatif 13	18,11	455,63
180°	Alternatif 14	17,62	454,68
195°	Alternatif 15	17,91	454,05
210°	Alternatif 16	18,83	453,3
225°	Alternatif 17	20,22	449,29
240°	Alternatif 18	21,96	432,72
255°	Alternatif 19	24,1	423,13
270°	Alternatif 20	26,47	402,59
285°	Alternatif 21	28,93	378,06
300°	Alternatif 22	31,16	352,69
315°	Alternatif 23	32,85	329,1
330°	Alternatif 24	33,77	308,45
345°	Alternatif 25	34,21	293,54

Tablo 5.24 Uzun Kenarı Kısa Kenarının Dört Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın  
Yönlendirilmesinin Sonuçları

		Toplam Yıllık Isıtma Yüğü (Gjoules)	Toplam Yıllık Soğutma Yüğü (Gjoules)
0°	Alternatif 1	25,26	153,53
0°	Alternatif 2	34,09	277,83
15°	Alternatif 3	33,91	284,46
30°	Alternatif 4	33,35	301,13
45°	Alternatif 5	30,08	324,66
60°	Alternatif 6	30,08	351,7
75°	Alternatif 7	27,45	379,39
90°	Alternatif 8	24,75	406,31
105°	Alternatif 9	22,57	430,47
120°	Alternatif 10	20,69	448,01
135°	Alternatif 11	18,95	459,01
150°	Alternatif 12	17,48	463,48
165°	Alternatif 13	16,45	463,45
180°	Alternatif 14	16,06	462,77
195°	Alternatif 15	16,39	462,59
210°	Alternatif 16	17,38	462,12
225°	Alternatif 17	18,83	457,33
240°	Alternatif 18	20,7	446,43
255°	Alternatif 19	23	428,38
270°	Alternatif 20	26,07	405,65
285°	Alternatif 21	28,16	378,28
300°	Alternatif 22	30,7	350,06
315°	Alternatif 23	32,57	324,03
330°	Alternatif 24	33,53	300,7
345°	Alternatif 25	33,98	284,33

## 5.6 Çift Kabuk Cepheilerin Bağlı Değerlendirme Yöntemi İle Değerlendirilmesi

Çift kabuk cephenin alternatiflerinin karşılaştırılması yapılabilmesi için, bağlı değerlendirme yapılmıştır. Bağlı değerlendirme yöntemi, bu çalışmada iki aşamadan oluşmaktadır; cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin değerlendirilmesi, bina yönlendirilmesinin değerlendirilmesi.

Cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin değerlendirilmesinde, boşluk genişliği 20 cm, 50 cm, 110 cm, 200 cm olan çift kabuk cephe alternatiflerinin uygulanmasıyla elde edilen ısıtma ve soğutma yük değerlerinin ortalaması alınmıştır. Isıtma yükü için 25 Gjoules, soğutma yükü için ise 400 Gjoules seçilerek, 100 değerine indekslenmiştir. Bina yönlendirme sonuçları değerlendirmesinde, ısıtma yükü için 25 Gjoules, soğutma yükü için ise 350 Gjoules seçilerek, 100 değerine indekslenmiştir. Bu değerler, baz olarak kabul edilmiştir. Diğer alternatif sonuçları bu değere göre indekslenmiştir. Alternatiflerin kullanımıyla elde edilen sonuçlar küçükten büyüğe sıralanmıştır. Minimum ve maksimum değerler belirlendikten sonra aşağıdaki formül kullanılarak, alternatifler ölçeklenir.

Max - (max-min) x (yüzdelerik değer, çok iyi; 0.9, iyi 0.75, orta;0.5, ortanın altı; 0.25, kötü; 0)

Yapılan hesaplamalar sonucu; ısıtma ve soğutma yüklerinin bulunduğu yüzdelerik değere göre numaralandırma yapılır. Bu numaralandırma; çok iyi=5, iyi=4, orta=3, ortanın altı=2, kötü=1) şeklindedir.. Böylelikle elde edilen enerji yüklerine göre, oluşturulmuş olan alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılmaları yapılır.

Cephe tabakaları arasındaki boşluk genişliğinin 20cm, 50 cm, 110 cm ve 200 cm olduğu durumlar için, çift kabuk cephenin kapladığı bina cephe yönünün ve cephe sayısının, ısıtma ve soğutma yükleri açısından değerlendirilmesi , Tablo 5.25, Tablo 5.26, Tablo 5.27, Tablo 5.28'de yapılmıştır.

Bina yönlendirilmesinin sonuçları Tablo 5.29, Tablo 5.30, Tablo 5.31, Tablo 5.32'de görülmektedir.

Tablo 5.25 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliğinin 20cm Olduğu Çift Kabuk Cephenin Değerlendirilmesi

	Toplam Yıllık Isıtma Yüklü						Toplam Yıllık Soğutma Yüklü					
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Aln (2)	Kötü (1)	GT	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Aln (2)	Kötü (1)	GT
Alternatif 2					X	1	X					5
Alternatif 3			X			3		X				4
Alternatif 4	X					5		X				4
Alternatif 5			X			3		X				4
Alternatif 6					X	1			X			3
Alternatif 7		X				4				X		2
Alternatif 8		X				4				X		2
Alternatif 9					X	1		X				3
Alternatif 10						3		X				3
Alternatif 11						2		X				3
Alternatif 12						2			X			2
Alternatif 13			X			3					X	1
Alternatif 14				X		2			X			2
Alternatif 15					X	1			X			2
Alternatif 16					X	1					X	1

Tablo 5.26 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliğinin 50cm Olduğu Çift Kabuk Cephenin Değerlendirilmesi

	Toplam Yıllık Isıtma Yüğü						Toplam Yıllık Soğutma Yüğü					
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Alın (2)	Kötü (1)	GT	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Alın (2)	Kötü (1)	GT
Alternatif 2					X	1	X					5
Alternatif 3			X			3		X				4
Alternatif 4	X					5		X				4
Alternatif 5			X			3		X				4
Alternatif 6					X	1			X			2
Alternatif 7		X				4			X			2
Alternatif 8		X				4			X			2
Alternatif 9					X	1			X			3
Alternatif 10			X			3			X			3
Alternatif 11				X		2			X			3
Alternatif 12				X		2			X			2
Alternatif 13			X			3				X		1
Alternatif 14				X		2			X			2
Alternatif 15					X	1			X			2
Alternatif 16					X	1				X		1

Tablo 5.27 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliğinin 110cm Olduğu Çift Kabuk Cephenin Değerlendirilmesi

	Toplam Yıllık Isıtma Yüğü						Toplam Yıllık Soğutma Yüğü					
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortann Aln(2)	Kötü (1)	GT	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortann Aln(2)	Kötü (1)	GT
Alternatif 2					X	1	X					5
Alternatif 3			X			3		X				4
Alternatif 4	X					5		X				4
Alternatif 5			X			3		X				4
Alternatif 6					X	1			X			3
Alternatif 7		X				4			X			2
Alternatif 8		X				4			X			2
Alternatif 9					X	1						3
Alternatif 10			X			3		X				3
Alternatif 11						2						3
Alternatif 12				X		2			X			2
Alternatif 13			X			3				X		1
Alternatif 14				X		2			X			2
Alternatif 15					X	1			X			2
Alternatif 16					X	1				X		1



Tablo 5.28 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliğinin 200cm Olduğu Çift Kabuk Cephenin Değerlendirilmesi

	Toplam Yünlük Isıtma Yüklü					Toplam Yünlük Soğutma Yüklü				
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Kötü (1)	GT	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Kötü (1)	GT
Alternatif 2				X	1	X				5
Alternatif 3			X		3		X			4
Alternatif 4	X				5		X			4
Alternatif 5			X		3		X			4
Alternatif 6				X	1			X		3
Alternatif 7		X			4			X		2
Alternatif 8		X			4			X		2
Alternatif 9				X	1			X		3
Alternatif 10					3			X		3
Alternatif 11			X		2			X		3
Alternatif 12					2				X	2
Alternatif 13			X		3				X	1
Alternatif 14				X	2				X	2
Alternatif 15					1				X	2
Alternatif 16				X	1				X	1

Tablo 5.29 Kare Planlı Binanın Oryantasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

	Toplam Yıllık Isıtma Yüklü					Toplam Yıllık Soğutma Yüklü						
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortaman Altı (2)	Kötü (1)	GT	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortaman Altı (2)	Kötü (1)	GT
Alternatif 2					X	1	X					5
Alternatif 3					X	1	X					5
Alternatif 4					X	1		X				4
Alternatif 5					X	1		X				3
Alternatif 6					X	1		X				3
Alternatif 7				X		2			X			2
Alternatif 8				X		2			X			2
Alternatif 9			X			3				X		1
Alternatif 10			X			3				X		1
Alternatif 11		X				4				X		1
Alternatif 12		X				4				X		1
Alternatif 13	X					5				X		1
Alternatif 14	X					5				X		1
Alternatif 15	X					5				X		1
Alternatif 16	X					5				X		1
Alternatif 17		X				4				X		1
Alternatif 18			X			3				X		1
Alternatif 19			X			3				X		1
Alternatif 20				X		2			X			2
Alternatif 21				X		2			X			2
Alternatif 22					X	1					X	3
Alternatif 23					X	1				X		3
Alternatif 24					X	1		X				4
Alternatif 25					X	1	X					5

Tablo 5.30 Uzun Kenarı Kısa Kenarın İki Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın Oryantasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

	Toplam Yıllık Isıtma Yüğü					Toplam Yıllık Soğutma Yüğü					
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Alın(2)	Kötü (1)	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Alın(2)	Kötü (1)	
Alternatif 2					X	1	X				5
Alternatif 3					X	1	X				5
Alternatif 4					X	1		X			4
Alternatif 5					X	1		X			3
Alternatif 6					X	1		X			3
Alternatif 7				X		2			X		2
Alternatif 8			X			3			X		2
Alternatif 9			X			3				X	1
Alternatif 10			X			3				X	1
Alternatif 11		X				4				X	1
Alternatif 12		X				4				X	1
Alternatif 13	X					5				X	1
Alternatif 14	X					5				X	1
Alternatif 15	X					5				X	1
Alternatif 16	X					5				X	1
Alternatif 17		X				4				X	1
Alternatif 18			X			3				X	1
Alternatif 19			X			3				X	1
Alternatif 20				X		2			X		2
Alternatif 21				X		2			X		2
Alternatif 22					X	1					3
Alternatif 23					X	1		X			4
Alternatif 24					X	1					4
Alternatif 25					X	1					5

Tablo 5.31 Uzun Kenarı Kısa Kenarının Üç Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binaın Oryantasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

	Toplam Yıllık Isıtma Yüğü					Toplam Yıllık Soğutma Yüğü					
	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Altı (2)	Kötü (1)	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanan Altı (2)	Kötü (1)	
Alternatif 2					X	1	X				5
Alternatif 3					X	1	X				5
Alternatif 4					X	1		X			4
Alternatif 5					X	1		X			3
Alternatif 6					X	1		X			3
Alternatif 7				X		2			X		2
Alternatif 8			X			2			X		2
Alternatif 9			X			3				X	1
Alternatif 10			X			3				X	1
Alternatif 11		X				4				X	1
Alternatif 12	X					5				X	1
Alternatif 13	X					5				X	1
Alternatif 14	X					5				X	1
Alternatif 15	X					5				X	1
Alternatif 16	X					5				X	1
Alternatif 17		X				4				X	1
Alternatif 18			X			3				X	1
Alternatif 19			X			3				X	1
Alternatif 20				X		2			X		2
Alternatif 21				X		2			X		2
Alternatif 22					X	1					3
Alternatif 23					X	1		X			4
Alternatif 24					X	1		X			4
Alternatif 25					X	1		X			5

Tablo 5.32 Uzun Kenarı Kısa Kenarının Dört Katı Olan Dikdörtgen Planlı Binanın Oryantasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi

	Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanın Aln (2)	Kötü (1)		Çok İyi (5)	İyi (4)	Orta (3)	Ortanın Aln (2)	Kötü (1)	
Alternatif 2					X	1	X					5
Alternatif 3					X	1	X					5
Alternatif 4					X	1		X				4
Alternatif 5					X	1			X			3
Alternatif 6					X	1			X			3
Alternatif 7				X		2				X		2
Alternatif 8			X			2				X		2
Alternatif 9			X			3					X	1
Alternatif 10			X			3					X	1
Alternatif 11		X				4					X	1
Alternatif 12	X					5					X	1
Alternatif 13	X					5					X	1
Alternatif 14	X					5					X	1
Alternatif 15	X					5					X	1
Alternatif 16	X					5					X	1
Alternatif 17		X				4					X	1
Alternatif 18			X			3					X	1
Alternatif 19			X			3					X	1
Alternatif 20				X		2				X		2
Alternatif 21				X		2				X		2
Alternatif 22					X	1			X			3
Alternatif 23					X	1					X	4
Alternatif 24					X	1					X	4
Alternatif 25					X	1	X					5

## 5.7 Bölümün Sonuçları

Yapılan değerlendirmelere göre; soğuk iklimlere göre tasarlanmış olan çift kabuk cam cephe sistemlerinin, sıcak iklim tipine sahip olan bölgelerde uygulanması olumlu sonuçlar vermediği anlaşılmaktadır. Soğuk iklim tipine sahip bölgelerde, cam giydirme cephe kullanılmasında karşılaşılan en önemli problem, cam bileşenler üzerinden olan ısı kaçışı olduğu için, binanın içinde ısıtılan havanın dış ortama kaçışını engellemek üzere önlemler alınmış ve eleman kombinasyonları belirlenmiştir. İç mekandaki ısıtılan havanın dış mekana kaçışını engelleyen low-E kaplamalı camlar tercih edilmiştir. Kış aylarında iç mekânın ısıtılmasında kullanılmak üzere, güneş ışınlarının içeriye girmesine olanak sağlayan şeffaf cam bileşenler tercih edilmiştir.

Sıcak iklimli bölgelerde, cam giydirme cephe kullanımından kaynaklanabilecek en önemli problem, yaz aylarında binanın aşırı ısınması ve bundan dolayı iç mekanda sera etkisinin ortaya çıkmasıdır. Bu bölgelerde çift kabuk cam cephe tasarımı yapılırken, yaz aylarındaki yoğun güneş ışınlarının binanın içine girmesini engelleyecek bileşenlerin kombinasyonu yapılmalıdır. Güneş kontrol elemanları, güneş kontrol camları ve Low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camları, güneş ışınlarının iç mekana girişinde kısıtlayıcı önlemler olarak kullanılabilir.

Tez çalışmasının bu bölümünde; çift kabuk cam cephe sisteminin tasarımı için bölüm 4'te anlatılmış olan yaklaşımın, İzmir İli'ne uygulaması yapılmıştır. İlk aşama olan bilgi toplama kısmında, İzmir İli'nin iklim verileri araştırılmış ve elde edilen iklim verilerine göre hesaplamalar yapılmıştır.

İncelenmiş olan örnekler baz alınarak belirlenen, çift kabuk cam cephe elemanlarının kombinasyonları ortaya konulmuştur. Kullanılabilecek olan cam bileşenlerin kalınlıklarının ve cephe içindeki yerlerinin belirlenmesinden sonra, her bir kombinasyon için hesaplamalar yapılmıştır. Belirlenen kombinasyonların kullanımıyla, cephe sisteminin U değerleri hesaplanarak ortaya konulmuştur. Hesaplamalar ısıtma sezonu ortalama günü, soğutma sezonu ortalama günü ve

ekstrem soğutma sezonu günü için yapılmıştır. Her ne kadar İzmir İli için soğutma yükleri, binanın enerji verimliliğinde önemli bir yer tutsa da, ısıtma yükleri hakkında fikir sahibi olmak doğru olacaktır.

Çift kabuk cam cephelerde, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin 20 cm-200 cm aralığında değiştiği, uygulanmış olan örneklerde karşımıza çıkmaktadır. Cephe kabukları arasındaki boşluk genişliği değişiminin, cephenin U değeri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için, 20 cm genişlikten başlanarak 200 cm'e kadar olan aralıkta, 10 cm lik artışlar için hesaplamalar yapılmıştır. Dış kabukta 8 mm şeffaf cam, iç kabukta 6 mm kalınlığında şeffaf cam bileşenlerin kullanıldığı ve cephe kabukları arasında güneş kontrol elemanların konumlandırıldığı, cephe bileşen kombinasyonu için, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin değişimi, cephenin U değerini %13.7'e varan oranlarda etkilemektedir. Bu sebepten dolayı, kullanılan cephe elemanının U değeri üzerindeki etkisi araştırılırken, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliği 20cm-200cm aralığında 10 cm'lik artışlarla hesaplamalar yapılmıştır.

İzmir İli için, ortalama soğutma günü iklim verilerine göre yapılan hesaplamalar sonucu, güneş kontrol elemanlarının cephe kabukları arasında kullanımının, çift kabuk cam cephe sisteminin U değerlerini önemli ölçülerde etkilediği görülmektedir. Güneş kontrol elemanları kullanıldığında cephe sisteminin U değerlerinde %12.1-%20.3 oranları arasında azalma görülmüştür, (Tablo 5.7). Sıcak veya ılıman iklim tipine sahip bölgelerde, cephe kabukları arasında güneş kontrol elemanları kullanmak, iç mekanın aşırı ısınmasının engellenmesinde katkıda bulunacağından, binanın enerji tüketimini de azaltacaktır.

Çift kabuk cephe sistemlerinin uygulandığı örnekler incelendiğinde, dış kabukta kullanılmış olan cam bileşenin kalınlığının 8 mm, 10 mm, 12 mm olduğu görülmektedir. Dış kabukta kullanılan cam bileşenin kalınlığının cephe sisteminin U değerine etkisini ölçmek için hesaplamalar üç kalınlık için de yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu (Tablo 5.8), cam kalınlığının arttırılmasının, cephe sisteminin U değerini %0.6 azalttığı belirlenmiştir. Cam kalınlığının ses yalıtımı, rügar basıncı

üzerindeki etkileri bu çalışmanın konusu olmadığı ve sadece U değerleri göz önüne alındığı için, cam kalınlığının etkisi ihmal edilebilir.

İç kabuğu, çift cam ünitesi oluşturmaktadır. Cam bileşenlerin arasındaki boşluk, argon gazı veya hava ile doldurabilmektedir. Cam bileşenlerin arasındaki boşluğa doldurulan gazın cinsinin, cephenin U değerine etkilerinin belirlenebilmesi için hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarda, yine iki cephe modeli alınmıştır. Bu cephe modellerinin birinde çift camın arasına hava, diğerinde ise çift camın arasına argon gazı doldurulmuştur. Yapılan hesaplamaların sonuçları (Tablo 5.9) incelendiğinde; çift cam arasında argon gazı kullanıldığında cephe sisteminin U değerinde, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğinin değişimine göre %0.63 - %2.8 oranlarında azalmalar meydana gelmiştir. Çift kabuk cephe sisteminin, iç kabuktaki çift cam ünitesinin, cam bileşenleri arasında argon gazı kullanmak doğru bir uygulama olacaktır.

Çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılacak olan cam bileşenlerin cinsi ve yeri, cephe kabuğunun U değerinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Soğuk iklim tipine sahip olan bölgelerde; iç cephenin çift cam ünitesinin 3. yüzeyinde low-E kaplamalı kullanımı karşımıza çıkmaktadır. Soğuk iklim tipi için doğru olan bu uygulama, sıcak bölgeler için uygun değildir. Güneş kontrol camları veya low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camı kullanmak daha doğru bir uygulama olacaktır. Çift kabuk cephe sisteminde kullanılacak olan camın, cinsinin ve yerinin belirlenmesi için, farklı varyasyonlarda alternatifler belirlenip hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalarda şeffaf cam, low-E kaplamalı cam, güneş kontrol camı ve low-E kaplamalı cam+güneş kontrol camı kullanılmıştır.

Belirlenen cephe tiplerinden Tip 1; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol eleman olarak jaluzi kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabukta 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi hava ile doldurulmuştur. Cephe kabukları arasındaki boşluğun



genişliğinin 20 cm-200 cm aralığındaki değişimi, cephenin U değerini %13.26 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 2’de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk 20 cm – 200 cm aralığında her 10 cm de bir arttırılmıştır ve bu boşlukta güneş kontrol elemanı olarak jaluzi kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabukta 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 1 ile cephe tipi 2 arasındaki tek fark; iç kabukta kullanılan çift camın içinde kullanılan gazın cinsidir. Cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliğinin 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %12.5 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 3’te; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğun cephe kabukları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak, 6 mm kalınlığında şeffaf cam, iç mekana bakan cam elemanı olarakta Low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 2 ile cephe tipi 3 arasındaki tek fark; iç kabuğun iç mekana bakan camı, tip 2’de şeffaf cam, tip 3’te ise Low-E kaplamalı cam kullanılmış olmasıdır. Cephe tipi 3’te; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %9.4 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 4’de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğun cephe kabukları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak 6 mm kalınlığında güneş kontrol camı, iç mekana bakan cam elemanı olarakta 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 4’te; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-

200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %13.07 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 5'te; dış kabuğu 8 mm kalınlığında güneş kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabukta 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 5'te; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %12.5 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 6'da; dış kabuğu 8 mm kalınlığında güneş kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğun, cephe kabukları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak, 6 mm kalınlığında şeffaf cam, iç mekana bakan cam elemanı olarakta 6 mm kalınlığında low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 6'da; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %9.4 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 7'de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğun cephe kabukları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak 6 mm kalınlığında güneş kontrol camı, iç mekana bakan cam elemanı olarakta 6 mm kalınlığında low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 7'de; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %8.6 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 8'de; dış kabuğu 8 mm kalınlığında şeffaf cam oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğun cephe kabukları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak, 6 mm kalınlığında iklim kontrol camı (güneş kontrol+Low-E), iç mekana bakan cam elemanı olarakta 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 8'de; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %7.9 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 9'da; dış kabuğu 8 mm kalınlığında iklim kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğu oluşturan cam elemanlar olarak 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 9'da; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm olduğu aralıkta, U değeri %12.07 oranında bir değişime uğramıştır.

Cephe tipi 10'da; dış kabuğu 8 mm kalınlığında iklim kontrol camı oluşturmaktadır. Cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşlukta güneş kontrol elemanı kullanılmıştır. İç kabuk; çift camdan oluşmaktadır. İç kabuğun cephe kabukları arasındaki boşluğa bakan cam elemanı olarak 6 mm kalınlığında güneş kontrol camı, iç mekana bakan cam elemanı olarakta 6 mm kalınlığında şeffaf cam kullanılmıştır. Çift camın arasındaki boşluk 16 mm olarak düşünülmüş ve içi argon gazı ile doldurulmuştur. Cephe tipi 10'da; cephe kabukları arasındaki boşluğun genişliği 20cm-200cm aralığındaki değişimi, cephenin U değeri %12.07 oranında bir değişime uğramıştır.

Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, çift kabuk cam cephenin uygulandığı cephe sayısının ve cephe yönünün, binanın enerji yükleri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla hesaplamalar yapılmıştır. İncelenmiş olan cephe tiplerinden bir tanesi seçilerek, tek hacimli, kare planlı bir binaya uygulanmıştır. U

değeri en düşük olan cephe tipi 8 seçilmiştir. Çift kabuk cephe alternatifi Tip 8'in cephe kabukları arasındaki havalandırılan boşluk miktarının 20 cm, 50 cm, 110 cm ve 200 cm olduğu durumlarda, tek hacimli binaya uygulanmış, çift kabuk cephenin uygulanmadığı diğer cephelerde ise yalıtımsız sağır tuğla duvar kullanılmıştır.

Tek hacimli, kare planlı binaya, uygulanan çift kabuk cephe sisteminin, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 20 cm olduğu durumda, yukarıda sayılan alternatifler uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Şekil 5.14, Şekil 5.15):

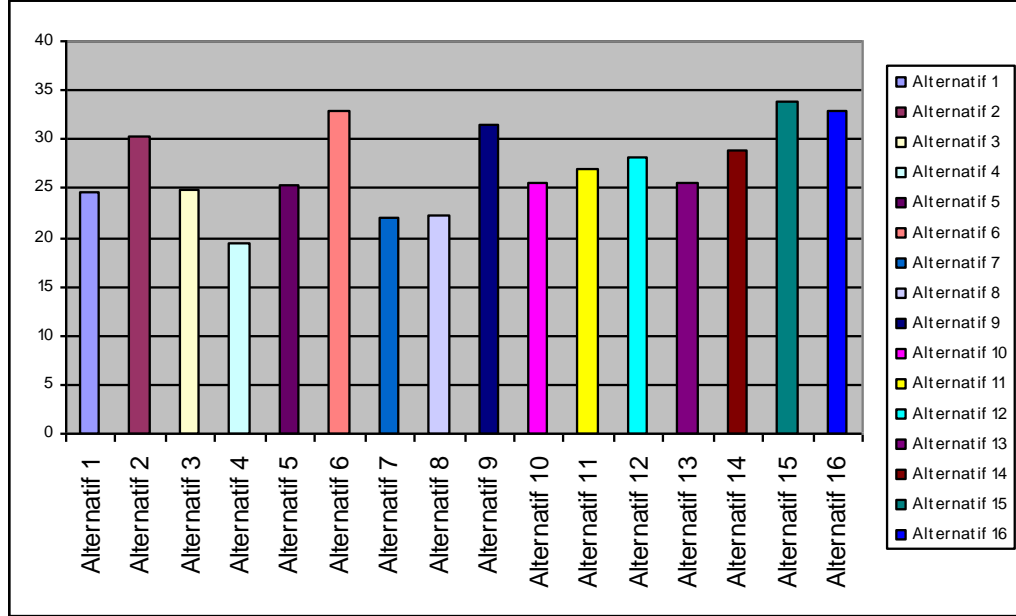
- Alternatif 1: kare planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 156.94 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.72 Gjoulles olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 220.84 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 30.29 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %22.53 artış, binanın toplam soğutma yükünde %40.72 artış olmuştur.
- Alternatif 3: binanın doğu cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 283.09 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.95 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.93 artış, binanın toplam soğutma yükünde %80.38 artış olmuştur.
- Alternatif 4: binanın güney cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.64 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 19.45 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %21.32 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.30 artış olmuştur.
- Alternatif 5: binanın batı cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 282.32 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 25.3 Gjoulles olarak elde edilmiştir.

Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %2.35 artış, binanın toplam soğutma yükünde %79.89 artış olmuştur.

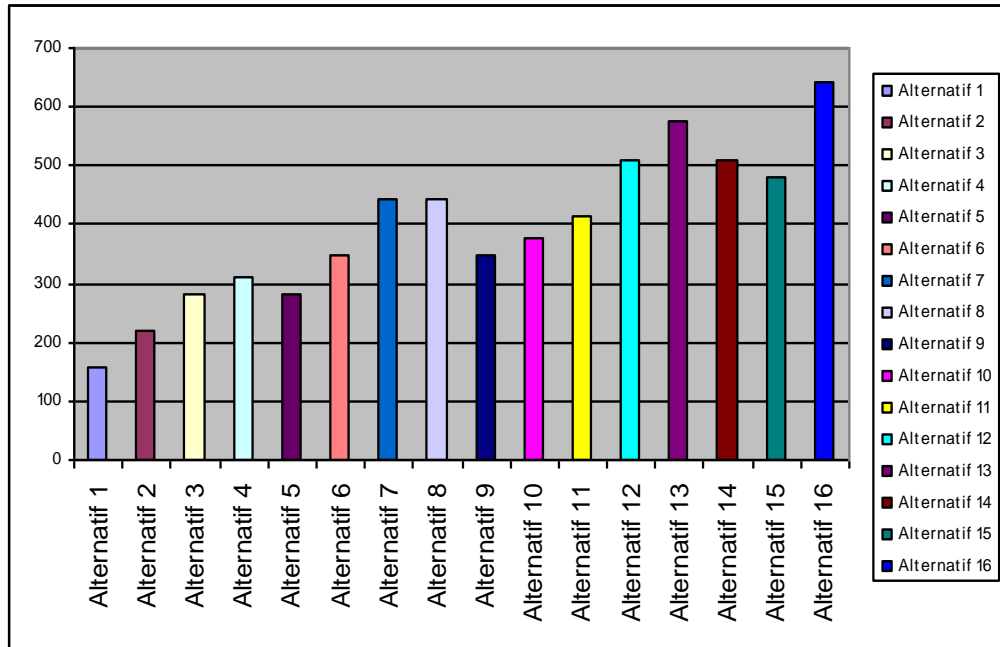
- Alternatif 6; binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 348.13 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 32.82 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %32.77 artış, binanın toplam soğutma yükünde %121.82 artış olmuştur.
- Alternatif 7: binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve batı cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 442.72 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.07 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %10.72 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %182.10 artış olmuştur.
- Alternatif 8: binanın güney ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 441.42 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.28 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %9.87 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %181.27 artış olmuştur.
- Alternatif 9: binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 347.56 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 31.55 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.63 artış, binanın toplam soğutma yükünde %121.46 artış olmuştur.
- Alternatif 10: binanın kuzey ve güney cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 375.14 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 25.63 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %3.68 artış, binanın toplam soğutma yükünde %139.03 artış olmuştur.

- Alternatif 11: binanın batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve güney cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 413.82 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 26.97 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %9.10 artış, binanın toplam soğutma yükünde %163.98 artış olmuştur.
- Alternatif 12: binanın kuzey, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 509.28 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 28.14 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %13.83 artış, binanın toplam soğutma yükünde %224.51 artış olmuştur.
- Alternatif 13'de; binanın batı, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 576.95 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 25.54 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %3.32 artış, binanın toplam soğutma yükünde %267.62 artış olmuştur.
- Alternatif 14'de; binanın batı, güney ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, doğu cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 507.81 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 28.88 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %16.83 artış, binanın toplam soğutma yükünde %223.57 artış olmuştur.
- Alternatif 15'de; binanın batı, doğu ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 479.66 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 33.82 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %36.81 artış, binanın toplam soğutma yükünde %205.63 artış olmuştur.
- Alternatif 16'da; binanın bütün cephelerine çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 643.05 Gjoules,

toplam yıllık ısıtma yükü 32.82 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'ın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %32.77 artış, binanın toplam soğutma yükünde %309.74 artış olmuştur.



Şekil 5.14 Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarının 20 cm olduğu durumda, toplam Isıtma yük değerleri



Şekil 5.15 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 20 cm olduğu durumda, toplam soğutma yük değerleri

Tek hacimli kare planlı binaya, uygulanan çift kabuk cephe sisteminin, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 50 cm olduğu durumda, yukarıda sayılan alternatifler uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Şekil 5.16, Şekil 5.17):

- Alternatif 1: kare planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 156.94 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.72 Gjoules olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 220.24 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 29.84 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %20.71 artış, binanın toplam soğutma yükünde %40.33 artış olmuştur.
- Alternatif 3: binanın doğu cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 283.66 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.57 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.61 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %80.11 artış olmuştur.
- Alternatif 4: binanın güney cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.7 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 19.02 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.06 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %54.11 artış olmuştur.
- Alternatif 5: binanın batı cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 281.75 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.89 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.69 artış, binanın toplam soğutma yükünde %79.53 artış olmuştur.
- Alternatif 6; binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 478.97 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 32.57 Gjoules

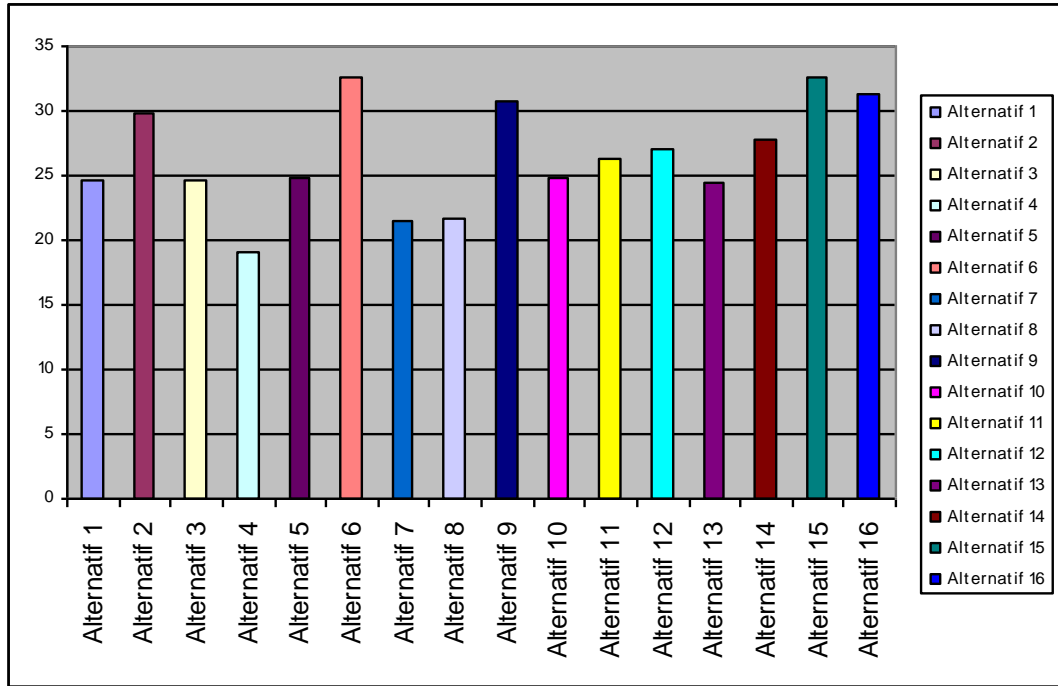


olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %31.76 artış, binanın toplam soğutma yükünde %205.19 artış olmuştur.

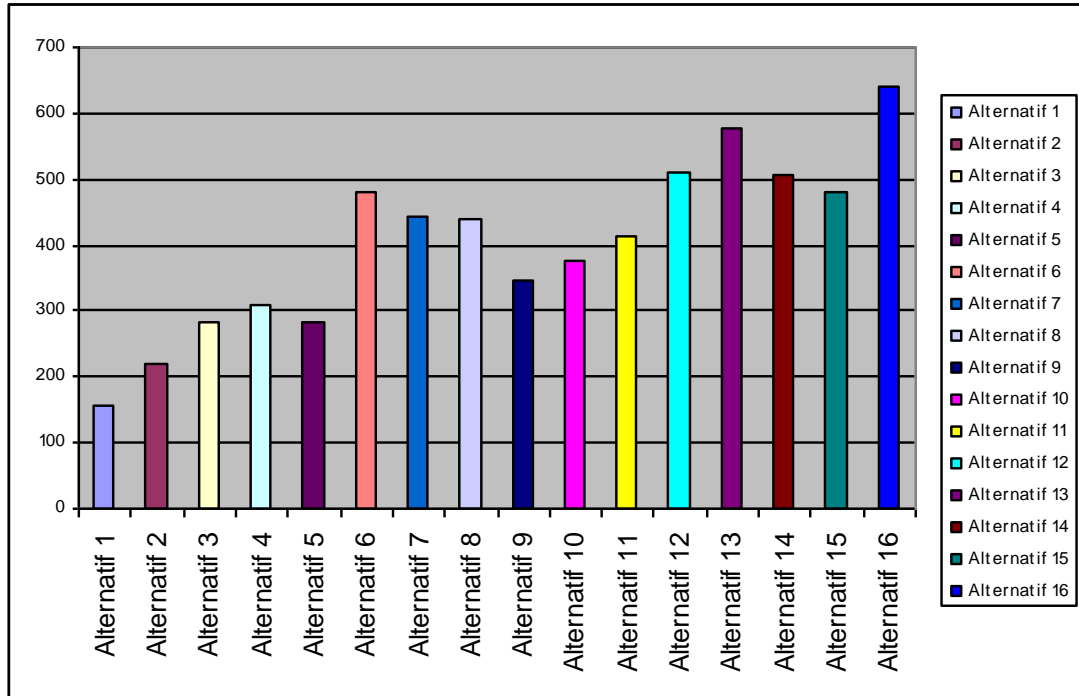
- Alternatif 7: binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve batı cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 442.16 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 21.39 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %13.49 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %181.74 artış olmuştur.
- Alternatif 8: binanın güney ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 441.13 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 21.6 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %12.62 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %181.08 artış olmuştur.
- Alternatif 9: binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 347.16 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 30.79 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.56 artış, binanın toplam soğutma yükünde %121.21 artış olmuştur.
- Alternatif 10: binanın kuzey ve güney cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 374.91 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.9 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.73 artış, binanın toplam soğutma yükünde %138.89 artış olmuştur.
- Alternatif 11: binanın batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve güney cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 413.25 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.6 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'un uygulanmasıyla,

binanın toplam ısıtma yükünde %6.23 artış, binanın toplam soğutma yükünde %163.32 artış olmuştur.

- Alternatif 12: binanın kuzey, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 508.67 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 27.09 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %9.59 artış, binanın toplam soğutma yükünde %224.12 artış olmuştur.
- Alternatif 13'de; binanın batı, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 576.48 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 25.44 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %1.13 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %267.33 artış olmuştur.
- Alternatif 14'de; binanın batı, güney ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, doğu cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 507.44 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 27.76 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %12.30 artış, binanın toplam soğutma yükünde %223.33 artış olmuştur.
- Alternatif 15'de; binanın batı, doğu ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 478.97 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 32.57 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %31.76 artış, binanın toplam soğutma yükünde %205.19 artış olmuştur.
- Alternatif 16'da; binanın bütün cephelerine çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 641.82 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 31.29 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %26.58 artış, binanın toplam soğutma yükünde %308.96 artış olmuştur.



Şekil 5.16 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 50 cm olduğu durumda, toplam ısıtma yük değerleri



Şekil 5.17 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 50 cm olduğu durumda, toplam soğutma yük değerleri

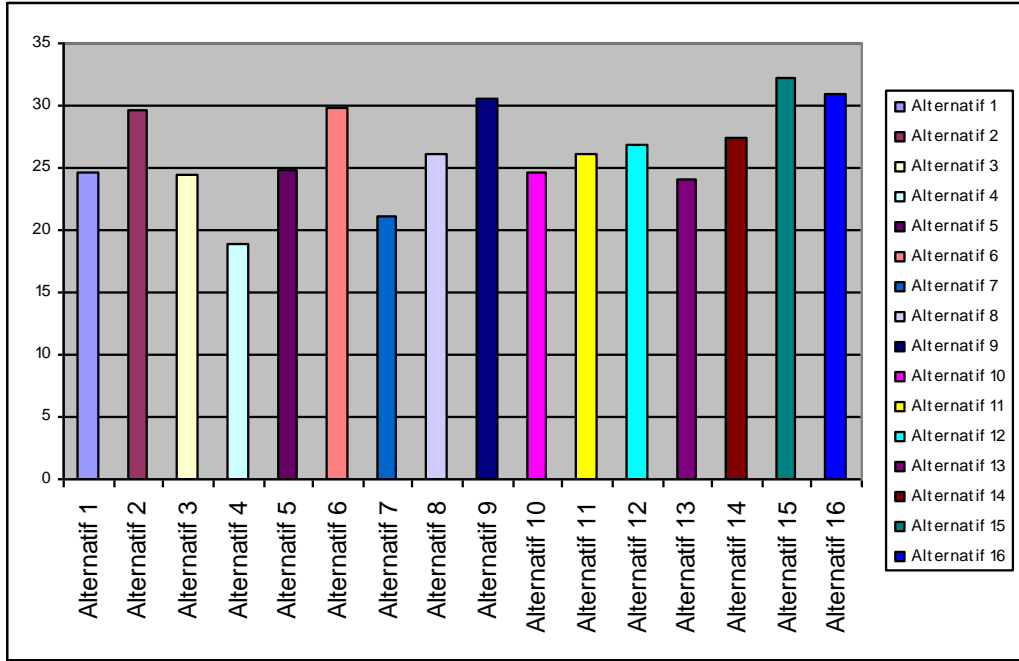
Tek hacimli kare planlı binaya, uygulanan çift kabuk cephe sisteminin, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 110 cm olduğu durumda, yukarıda sayılan alternatifler uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.19, Şekil 5.18, Şekil 5.19):

- Alternatif 1: kare planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 156.94 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.72 Gjoulles olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 220.13 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.71 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %20.19 artış, binanın toplam soğutma yükünde %40.26 artış olmuştur.
- Alternatif 3: binanın doğu cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 282.43 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.45 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %1.09 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %79.96 artış olmuştur.
- Alternatif 4: binanın güney cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.51 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 18.89 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.58 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.22 artış olmuştur.
- Alternatif 5: binanın batı cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 281.5 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.77 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.20 artış, binanın toplam soğutma yükünde %79.37 artış olmuştur.
- Alternatif 6: binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 347.15 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.78 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın

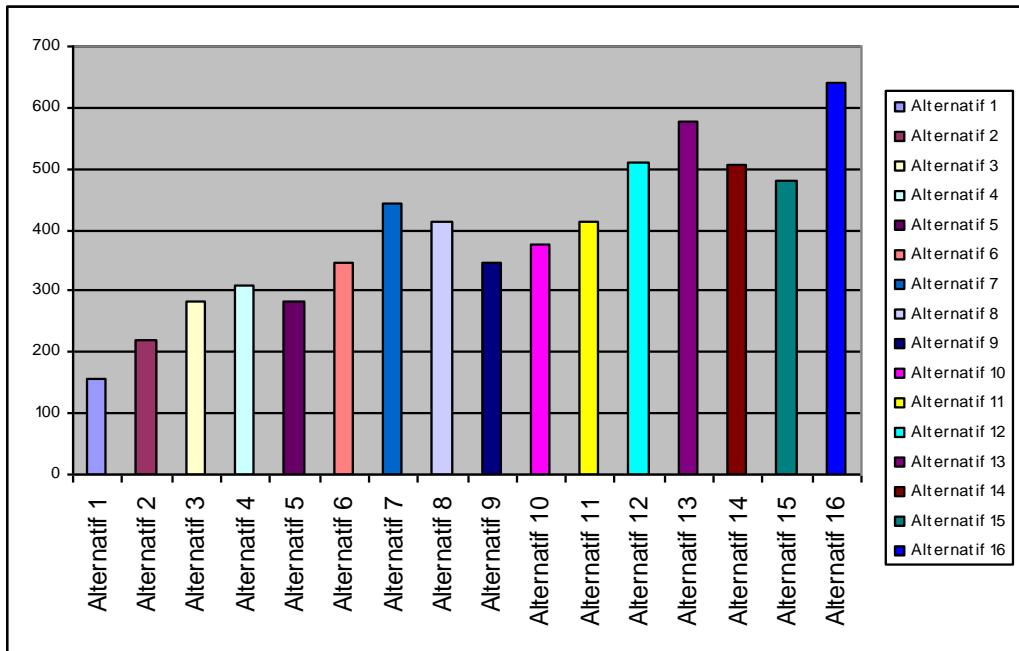
toplam ısıtma yükünde %20.46 artış, binanın toplam soğutma yükünde %121.20 artış olmuştur.

- Alternatif 7: binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve batı cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 442.06 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 21.19 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %14.28 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %181.67 artış olmuştur.
- Alternatif 8: binanın güney ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 413.3 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 26.05 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %5.38 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %163.35 artış olmuştur.
- Alternatif 9: binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 346.84 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.59 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.75 artış, binanın toplam soğutma yükünde %121 artış olmuştur.
- Alternatif 10: binanın kuzey ve güney cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 374.74 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.7 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.08 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %138.78 artış olmuştur.
- Alternatif 11: binanın batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve güney cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 413.3 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 26.05 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %5.38 artış, binanın toplam soğutma yükünde %163.35 artış olmuştur.

- Alternatif 12: binanın kuzey, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 508.64 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 26.78 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %8.33 artış, binanın toplam soğutma yükünde %224.10 artış olmuştur.
- Alternatif 13'de; binanın batı, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 576.29 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 25.12 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %2.43 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %267.20 artış olmuştur.
- Alternatif 14'de; binanın batı, güney ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, doğu cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 507.49 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 27.45 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %11.04 artış, binanın toplam soğutma yükünde %223.37 artış olmuştur.
- Alternatif 15'de; binanın batı, doğu ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 478.79 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 32.21 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %30.30 artış, binanın toplam soğutma yükünde %205.08 artış olmuştur.
- Alternatif 16'da; binanın bütün cephelerine çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 641.84 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.84 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.76 artış, binanın toplam soğutma yükünde %308.97 artış olmuştur.



Şekil 5.18 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 110 cm olduğu durumda, toplam ısıtma yük değerleri



Şekil 5.19 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 110 cm olduğu durumda, toplam soğutma yük değerleri

Tek hacimli kare planlı binaya, uygulanan çift kabuk cephe sisteminin, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 200 cm olduğu durumda, yukarıda sayılan alternatifler uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.20, Şekil 5.20, Şekil 5.21):

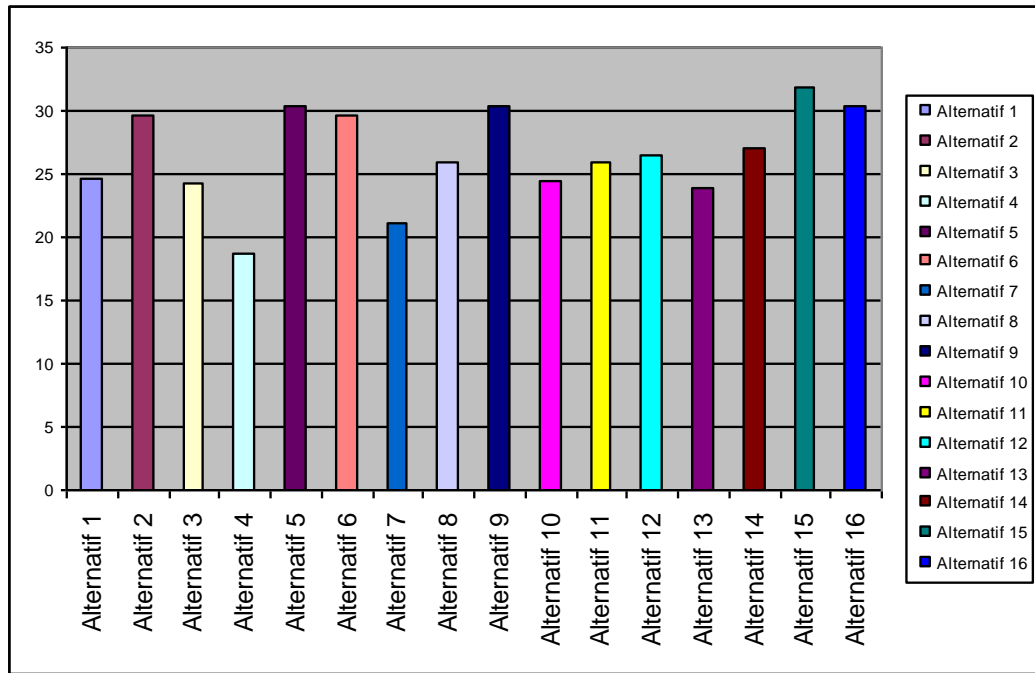
- Alternatif 1: kare planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 156.94 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.72 Gjoulles olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 219.95 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.6 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.74 artış, binanın toplam soğutma yükünde %40.15 artış olmuştur.
- Alternatif 3: binanın doğu cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 282.35 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.34 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %1.54 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %79.91 artış olmuştur.
- Alternatif 4: binanın güney cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.2 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 18.77 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.07 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.02 artış olmuştur.
- Alternatif 5: binanın batı cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 281.45 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 30.43 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.10 artış, binanın toplam soğutma yükünde %79.34 artış olmuştur.
- Alternatif 6: binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 347.12 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.59 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın



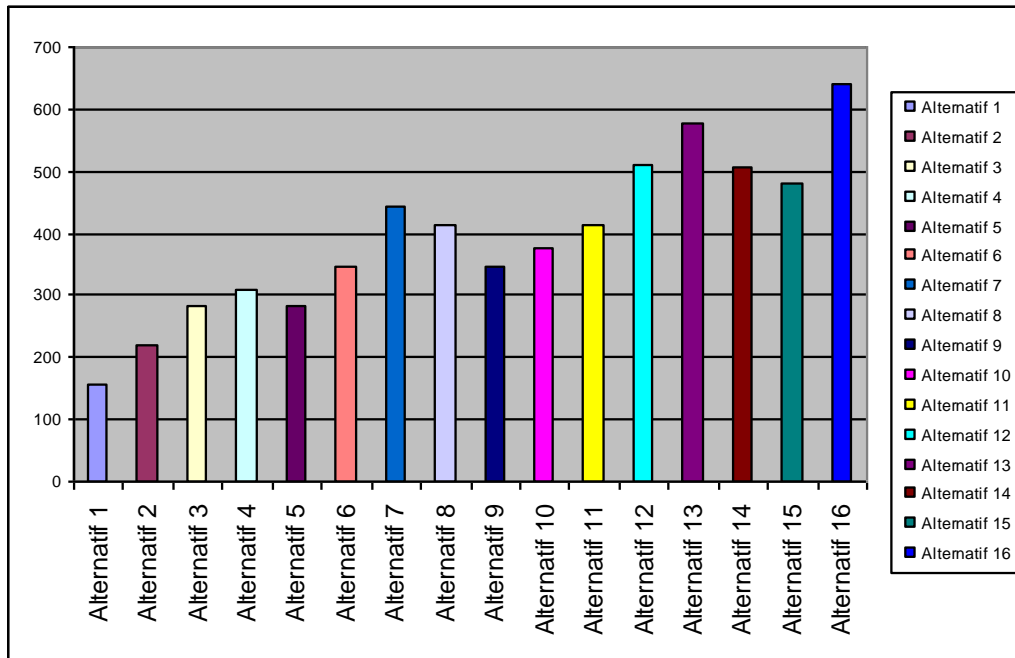
toplam ısıtma yükünde %19.70 artış, binanın toplam soğutma yükünde %121.18 artış olmuştur.

- Alternatif 7: binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve batı cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 442.17 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 21.03 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %14.93 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %181.74 artış olmuştur.
- Alternatif 8: binanın güney ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 413.08 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 25.84 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %4.53 artış, binanın toplam soğutma yükünde %163.21 artış olmuştur.
- Alternatif 9: binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 346.71 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 30.36 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %22.82 artış, binanın toplam soğutma yükünde %120.92 artış olmuştur.
- Alternatif 10: binanın kuzey ve güney cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı ve doğu cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 374.93 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.51 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.85 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %138.90 artış olmuştur.
- Alternatif 11: binanın batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey ve güney cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 413.08 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 25.84 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %4.53 artış, binanın toplam soğutma yükünde %163.21 artış olmuştur.

- Alternatif 12: binanın kuzey, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, batı cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 508.42 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.5 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %7.20 artış, binanın toplam soğutma yükünde %223.96 artış olmuştur.
- Alternatif 13'de; binanın batı, güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe sistemi, kuzey cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 576.38 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 23.82 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %3.64 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %267.26 artış olmuştur.
- Alternatif 14'de; binanın batı, güney ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, doğu cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 507.49 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 27.11 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %9.67 artış, binanın toplam soğutma yükünde %223.24 artış olmuştur.
- Alternatif 15'de; binanın batı, doğu ve kuzey cephelerine çift kabuk cephe sistemi, güney cephesine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 478.55 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 31.89 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %29 artış, binanın toplam soğutma yükünde %204.93 artış olmuştur.
- Alternatif 16'da; binanın bütün cephelerine çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 641.53 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 30.43 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.10 artış, binanın toplam soğutma yükünde %308.77 artış olmuştur.



Şekil 5.20 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 200 cm olduğu durumda, toplam ısıtma yük değerleri



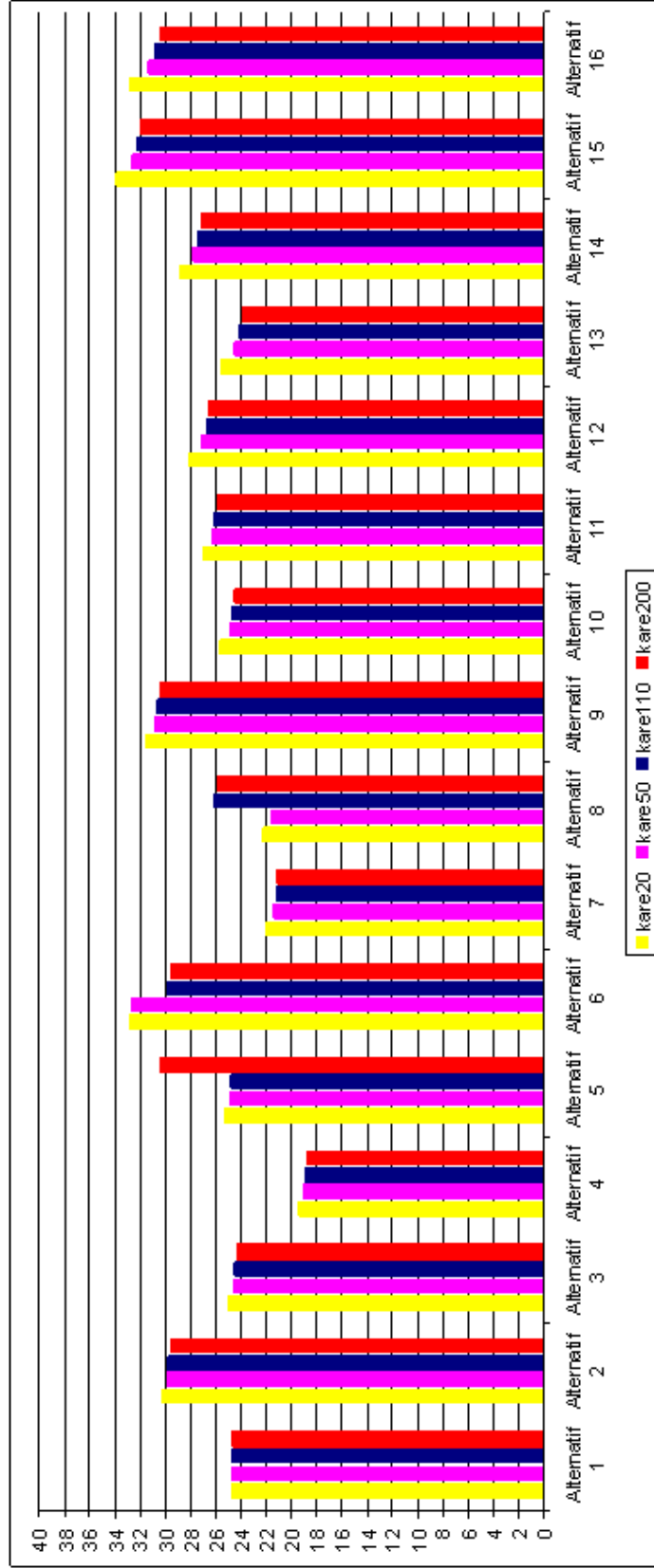
Şekil 5.21 Cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarının 200 cm olduğu durumda, toplam soğutma yük değerleri

Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarı 20 cm – 50 cm – 110 cm ve 200 cm olan çift kabuk cam cephelerin, kare planlı binanın dört cephesine de uygulandığı durumlar için soğutma yükleri karşılaştırıldığında, 20 cm boşlukluda; 643.05 Gjoules, 50 cm boşlukluda; 641.82 Gjoules, 110 cm boşlukluda; 641.84 Gjoules, 200 cm boşlukluda; 641.53 Gjoules elde edilmiştir. Alternatiflerin soğutma yük değerleri yakın değerler olarak elde edilmesine rağmen, en düşük soğutma yükü değeri, boşluk boyutunun 200 cm olduğu durumda elde edilmiştir. bu alternatiflerin ısıtma yük değerleri karşılaştırıldığında; 20 cm boşlukluda; 32.82 Gjoules, 50 cm boşlukluda; 31.29 Gjoules, 110 cm boşlukluda; 30.84 Gjoules, 200 cm boşlukluda; 30.43 Gjoules elde edilmiştir. Alternatiflerin ısıtma yük değerleri de yakın değerler olarak elde edilmesine rağmen, en düşük ısıtma yükü değeri, boşluk boyutunun 200 cm olduğu durumda elde edilmiştir. Dört cephesi sağır tuğla duvar ile kaplanmış olan, kare planlı binanın soğutma yük değeri 156.94 Gjoules, ısıtma yük değeri ise 24.72 Gjoules'dur. Bu sonuçlara göre en düşük ısıtma-soğutma yük değerleri, dört cephesine sağır tuğla duvar uygulanmış olan alternatifle elde edilmiştir, (Tablo 5.33, Tablo 5.34).

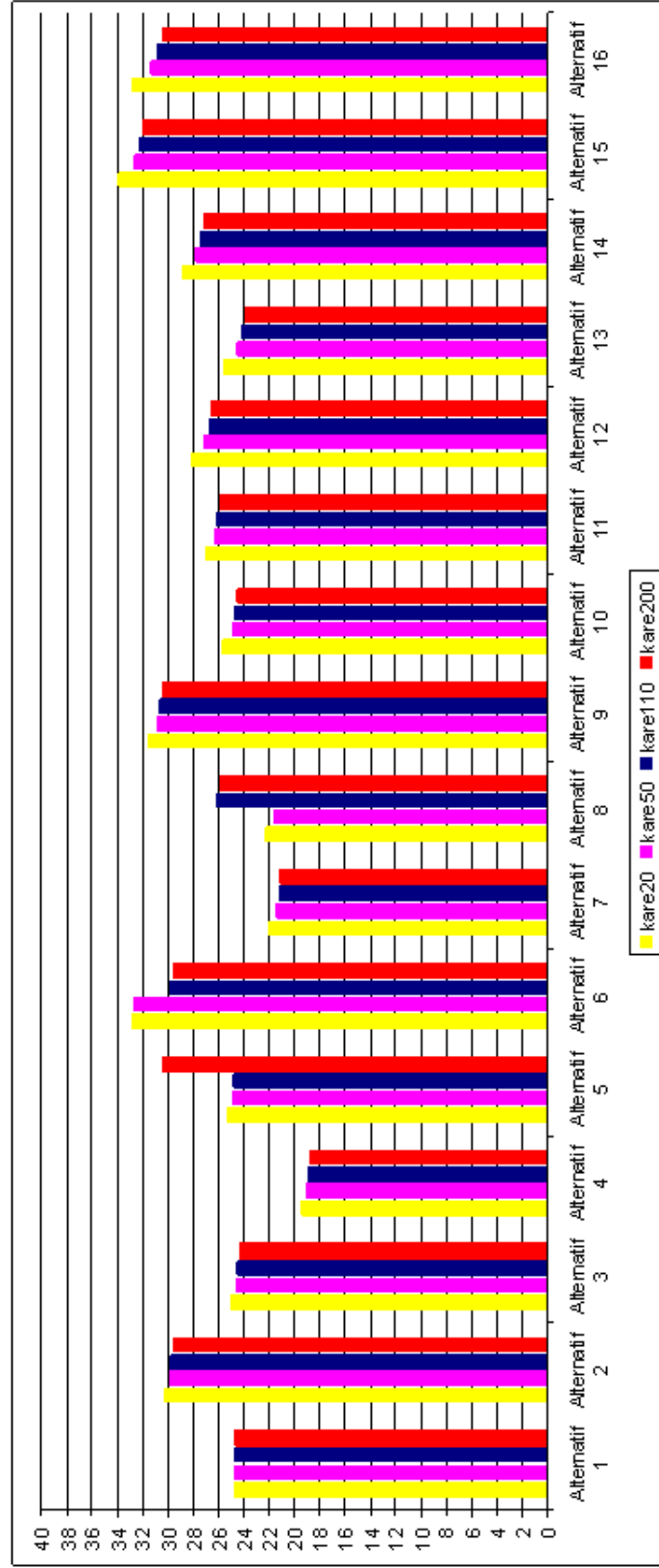
Çift kabuk cam cephenin binanın tek cephesine uygulandığı, diğer cephelerin sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük soğutma yük değerleri binanın kuzey cephesine çift kabuk cam cephe uygulandığı durumda, en düşük ısıtma yük değerleri binanın güney cephesine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir. Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, soğutma yük değerleri göz önüne alınarak yapılacak olan uygulamalarda, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey cephesine uygulandığı durum uygun olacaktır.

Çift kabuk cephenin binanın iki cephesine uygulandığı, diğer cephelerin sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük soğutma yük değerleri binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda, en düşük ısıtma yük değerleri binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir. Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, soğutma yük değerleri göz önüne alınarak yapılacak olan uygulamalarda, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey ve batı cephelerine uygulandığı durum uygun olacaktır.

Tablo 5.34 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliği 20cm-50cm-110 cm-200cm Olan Çift Kabuk Cephe Sistemli Binanın Toplam Yıllık Isıtma Yükleri



Tablo 5.35 Cephe Tabakaları Arasındaki Boşluk Genişliği 20cm-50cm-110 cm-200cm Olan Çift Kabuk Cephe Sistemli Binanın Toplam Yıllık Soğutma Yükleri



Çift kabuk cephenin binanın üç cephesine uygulandığı, diğer cephesine sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük soğutma yük değerleri binanın kuzey, doğu ve batı cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda, en düşük ısıtma yük değerleri binanın güney, batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir. Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, soğutma yük değerleri göz önüne alınarak yapılacak olan uygulamalarda, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey, doğu ve batı cephelerine uygulandığı durum uygun olacaktır.

Çalışmanın bir sonraki aşaması olan, binanın yönlendirmesi için bölüm 5.5'te anlatılan alternatifler, bölüm 5.4'te anlatılan plan tiplerindeki binalara uygulanmıştır. Kare planlı binaya alternatiflerin uygulanmasıyla şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.21, Şekil 5.22, Şekil 5.23):

- Alternatif 1: kare planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 156.94 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.72 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Toplam yıllık ısıtma yükünün, binanın toplam yüküne oranı 13.61'dir. Toplam yıllık soğutma yükünün, binanın toplam yüküne oranı 86.39'dur.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 220.24 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.84 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %20.71 artış, binanın toplam soğutma yükünde %40.33 artış olmuştur.
- Alternatif 3: çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 15° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 223.67 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.74 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %20.31 artış, binanın toplam soğutma yükünde %42.52 artış olmuştur.
- Alternatif 4; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 30° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 231.88 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.39 Gjoulles olarak

elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %18.89 artış, binanın toplam soğutma yükünde %47.75 artış olmuştur.

- Alternatif 5; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 45° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 243.55 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 28.7 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %16.10 artış, binanın toplam soğutma yükünde %55.19 artış olmuştur.
- Alternatif 6; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 60° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 256.25 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 27.5 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %11.25 artış, binanın toplam soğutma yükünde %63.28 artış olmuştur.
- Alternatif 7; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 75° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 269.88 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.04 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %5.34 artış, binanın toplam soğutma yükünde %71.96 artış olmuştur.
- Alternatif 8; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 90° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 282.66 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.57 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.61 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %80.11 artış olmuştur.
- Alternatif 9; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 105° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 293.86 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 23.29 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam



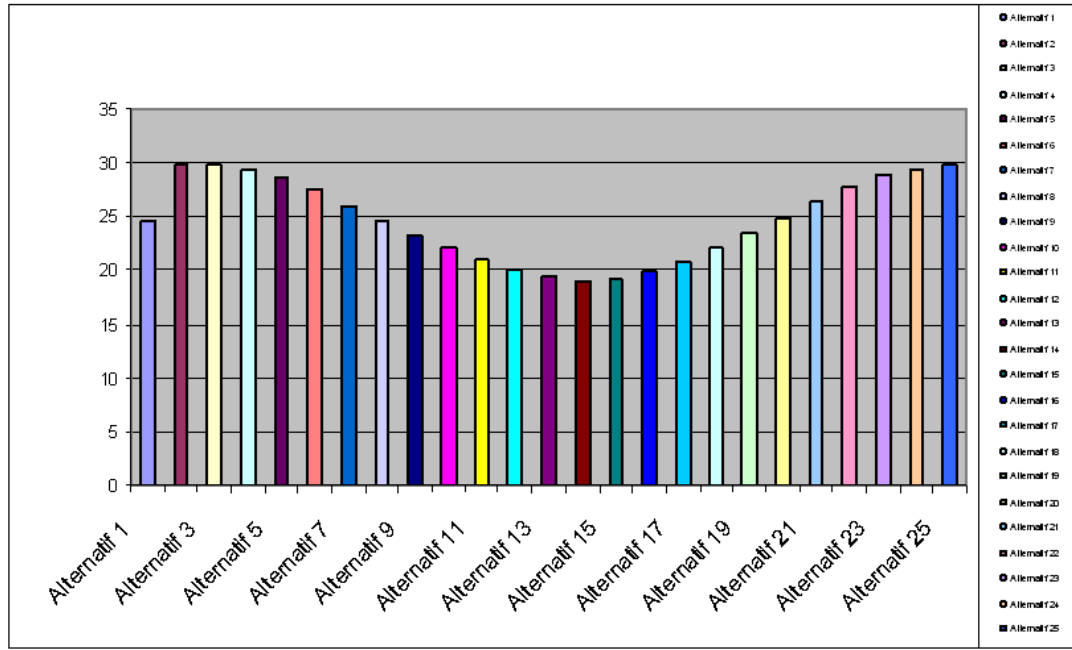
ısıtma yükünde %5.78 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %87.24 artış olmuştur.

- Alternatif 10; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 120° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 302.58 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.13 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %10.48 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %92.80 artış olmuştur.
- Alternatif 11; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 135° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 307.87 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 21.09 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %14.68 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %96.17 artış olmuştur.
- Alternatif 12; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 150° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 310.05 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 20.14 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %18.53 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.56 artış olmuştur.
- Alternatif 13; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 165° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.78 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 19.36 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %21.68 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.39 artış olmuştur.
- Alternatif 14; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 180° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.7 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 19.02 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.06 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.34 artış olmuştur.

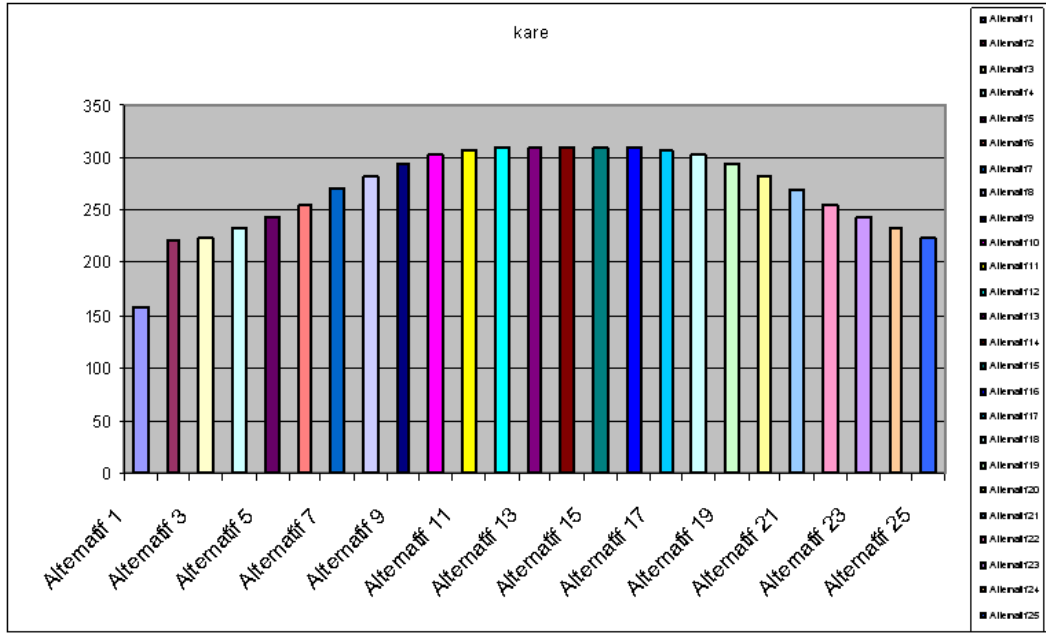
- Alternatif 15; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 195° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.66 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 19.17 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %22.45 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.31 artış olmuştur.
- Alternatif 16; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 210° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 309.79 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 19.8 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.90 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %97.39 artış olmuştur.
- Alternatif 17; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 225° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 307.5 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 20.75 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 17'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.06 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %95.3 artış olmuştur.
- Alternatif 18; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 240° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 302.6 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.02 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 18'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %10.92 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %92.47 artış olmuştur.
- Alternatif 19; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 255° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 292.99 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 23.4 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 19'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %5.34 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %86.69 artış olmuştur.

- Alternatif 20; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 270° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 281.75 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.89 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 20'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.69 artış, binanın toplam soğutma yükünde %79.53 artış olmuştur.
- Alternatif 21; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 285° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 269.12 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.41 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 21'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %6.84 artış, binanın toplam soğutma yükünde %71.48 artış olmuştur.
- Alternatif 22; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 300° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 255.73 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 27.82 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 22'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %12.54 artış, binanın toplam soğutma yükünde %62.95 artış olmuştur.
- Alternatif 23; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 315° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 242.81 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 28.85 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 23'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %16.71 artış, binanın toplam soğutma yükünde %54.72 artış olmuştur.
- Alternatif 24; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 330° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 231.61 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.44 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 24'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.09 artış, binanın toplam soğutma yükünde %47.58 artış olmuştur.

- Alternatif 25; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 345° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 223.4 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 29.76 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 25'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %20.39 artış, binanın toplam soğutma yükünde %42.35 artış olmuştur.



Şekil 5.22 Kare planlı binanın toplam yıllık ısıtma yük değerleri



Şekil 5.23 Kare planlı binanın toplam yıllık soğutma yük değerleri

Bölüm 5.5’te anlatılan alternatiflerin, uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı binaya uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.22, Şekil 5.24, Şekil 5.25):

- Alternatif 1: dikdörtgen planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 153.09 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.32 Gjoules olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 240.96 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 31.19 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2’nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %28.25 artış, binanın toplam soğutma yükünde %57.40 artış olmuştur.
- Alternatif 3: çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 15° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 245.52 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 31.05 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3’ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.67 artış, binanın toplam soğutma yükünde %60.38 artış olmuştur.

- Alternatif 4; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 30° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 257.4 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.6 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %25.82 artış, binanın toplam soğutma yükünde %68.14 artış olmuştur.
- Alternatif 5; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 45° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 273.39 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 29.64 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %21.88 artış, binanın toplam soğutma yükünde %78.58 artış olmuştur.
- Alternatif 6; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 60° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 292.16 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 28.07 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %15.42 artış, binanın toplam soğutma yükünde %90.84 artış olmuştur.
- Alternatif 7; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 75° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 311.54 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 31.08 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.80 artış, binanın toplam soğutma yükünde %103.50 artış olmuştur.
- Alternatif 8; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 90° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 329.75 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.25 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %0.29 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %115.40 artış olmuştur.

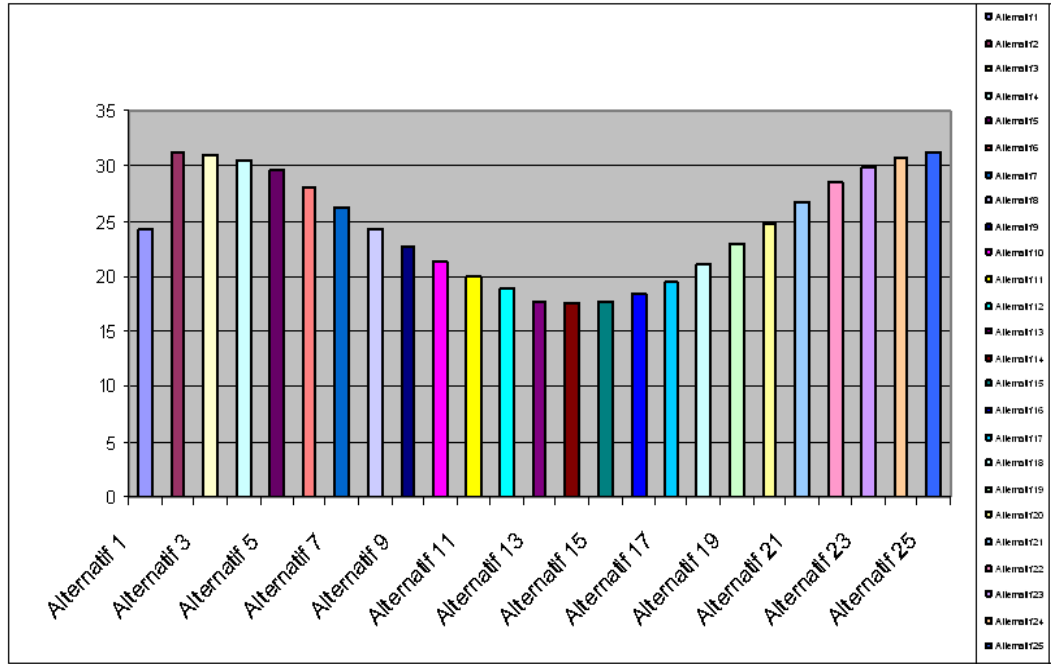
- Alternatif 9; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 105° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 345.93 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.62 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %6.99 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %125.97 artış olmuştur.
- Alternatif 10; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 120° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 358.4 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 21.26 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %12.58 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %134.11 artış olmuştur.
- Alternatif 11; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 135° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 365.88 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 19.96 Gjoulles olarak elde edilmiştir Alternatif 1 yerine alternatif 11'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %17.93 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %139 artış olmuştur.
- Alternatif 12; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 150° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 369.83 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 18.79 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %22.74 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %141.58 artış olmuştur.
- Alternatif 13; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 165° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 369.3 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 17.81 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %26.77 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %141.23 artış olmuştur.

- Alternatif 14; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 180° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 368.3 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 17.4 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %28.45 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %140.58 artış olmuştur.
- Alternatif 15; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 195° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 368.12 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 17.62 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.55 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %140.46 artış olmuştur.
- Alternatif 16; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 210° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 367.57 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 18.37 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.47 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %140.10 artış olmuştur.
- Alternatif 17; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 225° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 365.26 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 19.57 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 17'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.53 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %138.59 artış olmuştur.
- Alternatif 18; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 240° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 357.56 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 21.06 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 18'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %13.40 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %133.56 artış olmuştur.

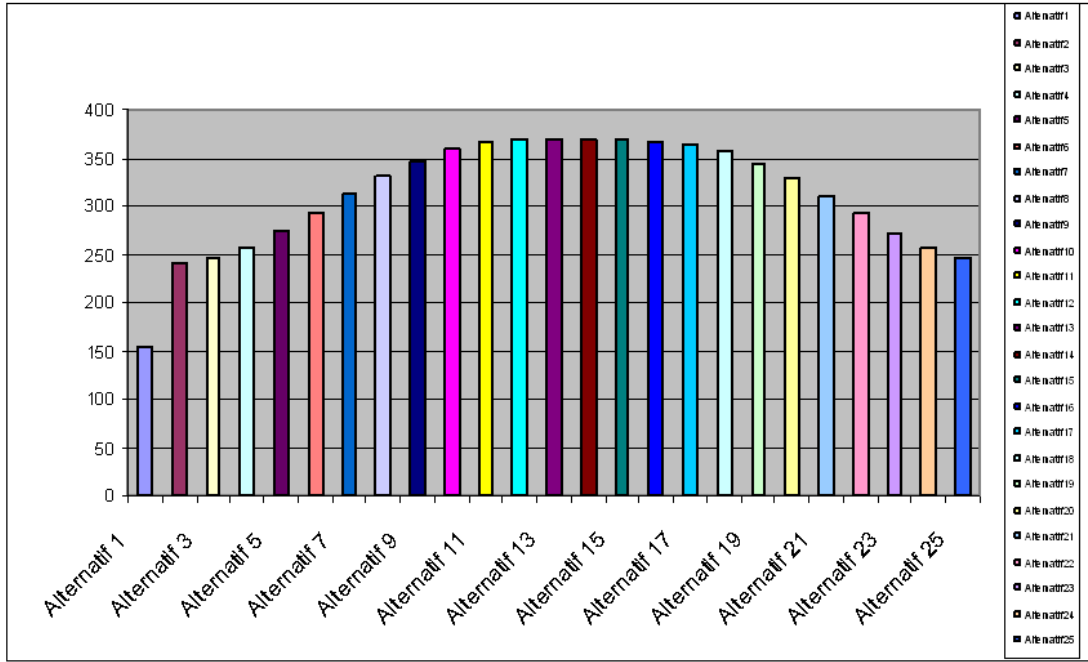


- Alternatif 19; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 255° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 344.73 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.82 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 19'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %6.17 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %125.18 artış olmuştur.
- Alternatif 20; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 270° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 329.12 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 24.77 Gjoulles olarak elde edilmiştir Alternatif 1 yerine alternatif 20'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %1.85 artış, binanın toplam soğutma yükünde %114.98 artış olmuştur.
- Alternatif 21; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 285° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 310.26 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.75 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 21'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %9.99 artış, binanın toplam soğutma yükünde %102.67 artış olmuştur.
- Alternatif 22; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 300° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 291.16 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 28.54 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 22'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %17.35 artış, binanın toplam soğutma yükünde %90.19 artış olmuştur.
- Alternatif 23; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 315° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 272.98 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.93 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 23'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.07 artış, binanın toplam soğutma yükünde %78.31 artış olmuştur.

- Alternatif 24; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 330° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 256.98 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.7 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 24'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %26.23 artış, binanın toplam soğutma yükünde %67.86 artış olmuştur.
- Alternatif 25; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 345° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 245.56 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 31.08 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 25'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.80 artış, binanın toplam soğutma yükünde %60.40 artış olmuştur.



Şekil 5.24 Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı binanın toplam yıllık ısıtma yük değerleri



Şekil 5.25 Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı binanın toplam yıllık soğutma yük değerleri

Bölüm 5.5’te anlatılan alternatiflerin, uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı binaya uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.23, Şekil 5.26, Şekil 5.27):

- Alternatif 1: dikdörtgen planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 229.75 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 34.87 Gjoules olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 344.33 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 45.18 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2’nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %29.57 artış, binanın toplam soğutma yükünde %49.87 artış olmuştur.
- Alternatif 3: çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 15° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 350.39 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 45 Gjoules olarak elde edilmiştir.

Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %29.05 artış, binanın toplam soğutma yükünde %52.51 artış olmuştur.

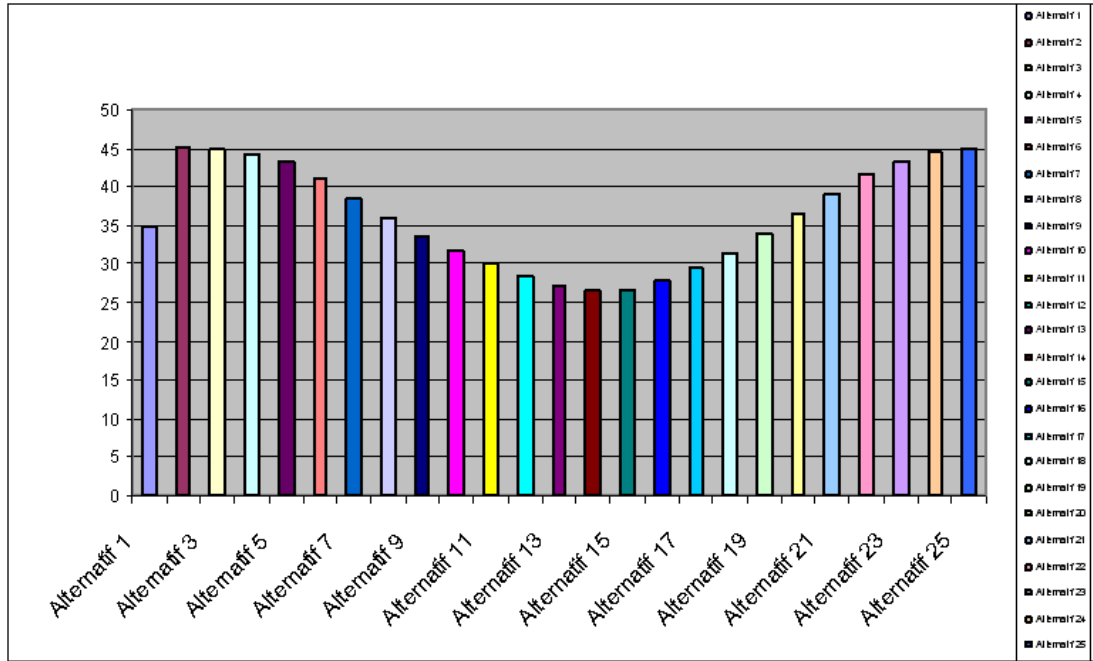
- Alternatif 4; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 30° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 365.3 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 44.36 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.22 artış, binanın toplam soğutma yükünde %59 artış olmuştur.
- Alternatif 5; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 45° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 385.91 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 43.11 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.63 artış, binanın toplam soğutma yükünde %67.97 artış olmuştur.
- Alternatif 6; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 60° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 410.32 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 40.99 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %17.55 artış, binanın toplam soğutma yükünde %78.59 artış olmuştur.
- Alternatif 7; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 75° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 435.4 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 38.44 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %10.24 artış, binanın toplam soğutma yükünde %89.51 artış olmuştur.
- Alternatif 8; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 90° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 459.2 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 35.96 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %3.13 artış, binanın toplam soğutma yükünde %99.87 artış olmuştur.

- Alternatif 9; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 105° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 480.33 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 33.74 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %3.24 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %109.07 artış olmuştur.
- Alternatif 10; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 120° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 496.77 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 31.79 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %8.83 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %116.22 artış olmuştur.
- Alternatif 11; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 135° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 506.48 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.08 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %13.74 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %120.45 artış olmuştur.
- Alternatif 12; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 150° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 511.22 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 28.45 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %18.41 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %122.51 artış olmuştur.
- Alternatif 13; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 165° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 369.3 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 17.81 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %26.77 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %141.23 artış olmuştur.

- Alternatif 14; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 180° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 509.48 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.48 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.06 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %121.75 artış olmuştur.
- Alternatif 15; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 195° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 508.48 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.73 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %23.34 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %121.32 artış olmuştur.
- Alternatif 16; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 210° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 507.64 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 27.84 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %20.16 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %120.95 artış olmuştur.
- Alternatif 17; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 225° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 504.68 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 29.52 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 17'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %15.34 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %119.66 artış olmuştur.
- Alternatif 18; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 240° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 494.95 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 31.52 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 18'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %9.61 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %115.43 artış olmuştur.

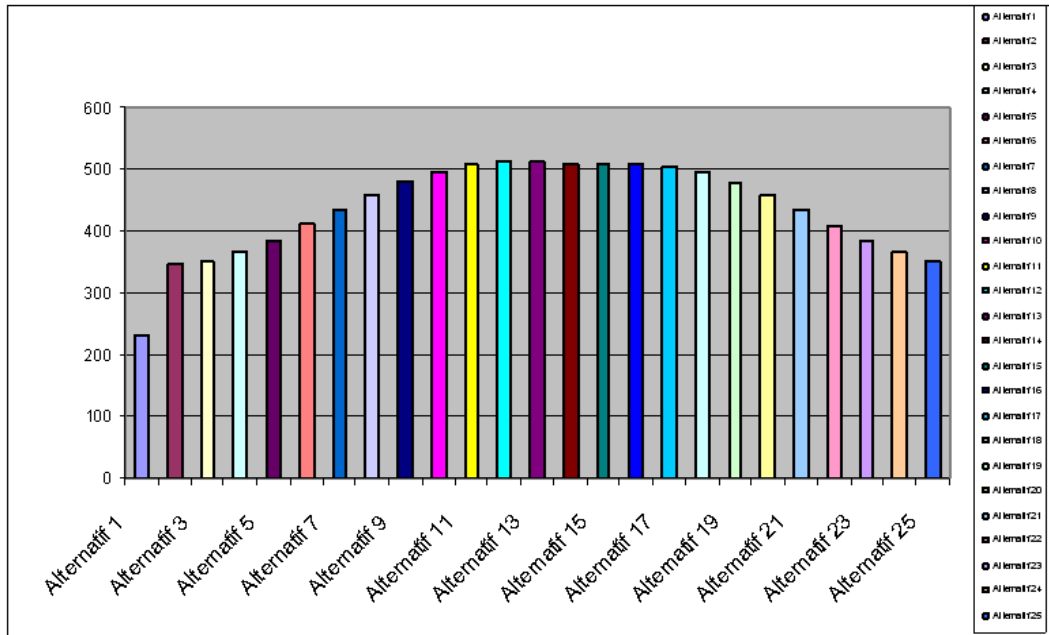
- Alternatif 19; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 255° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 478.47 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 33.92 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 19'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %2.72 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %108.26 artış olmuştur.
- Alternatif 20; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 270° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 458.39 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 36.52 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 20'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %4.73 artış, binanın toplam soğutma yükünde %99.52 artış olmuştur.
- Alternatif 21; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 285° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 433.69 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 39.16 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 21'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %12.30 artış, binanın toplam soğutma yükünde %88.77 artış olmuştur.
- Alternatif 22; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 300° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 408.89 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 41.58 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 22'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.24 artış, binanın toplam soğutma yükünde %77.97 artış olmuştur.
- Alternatif 23; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 315° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 385.18 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 43.4 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 23'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.46 artış, binanın toplam soğutma yükünde %67.65 artış olmuştur.

- Alternatif 24; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 330° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 364.88 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 44.47 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 24'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %27.53 artış, binanın toplam soğutma yükünde %58.82 artış olmuştur.
- Alternatif 25; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 345° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 350.11 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 45.02 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 25'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %29.11 artış binanın toplam soğutma yükünde %52.39 artış olmuştur.



Şekil 5.26 Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı binanın toplam yıllık ısıtma yük değerleri





Şekil 5.27 Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı binanın toplam yıllık soğutma yük değerleri

Bölüm 5.5'te anlatılan alternatiflerin, uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binaya uygulandığında şu sonuçlar elde edilmiştir, (Tablo 5.24, Şekil 5.28, Şekil 5.29):

- Alternatif 1: dikdörtgen planlı binanın dört cephesinde de sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 153.53 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 25.26 Gjoules olarak elde edilmiştir.
- Alternatif 2: binanın kuzey cephesine çift kabuk cephe sistemi, diğer cephelerine ise sağır duvar uygulanmıştır. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 277.83 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 34.09 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 2'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %34.36 artış, binanın toplam soğutma yükünde %80.96 artış olmuştur.
- Alternatif 3: çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 15° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 284.46 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 33.91 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 3'ün uygulanmasıyla, binanın toplam

ısıtma yükünde %34.24 artış, binanın toplam soğutma yükünde %85.28 artış olmuştur.

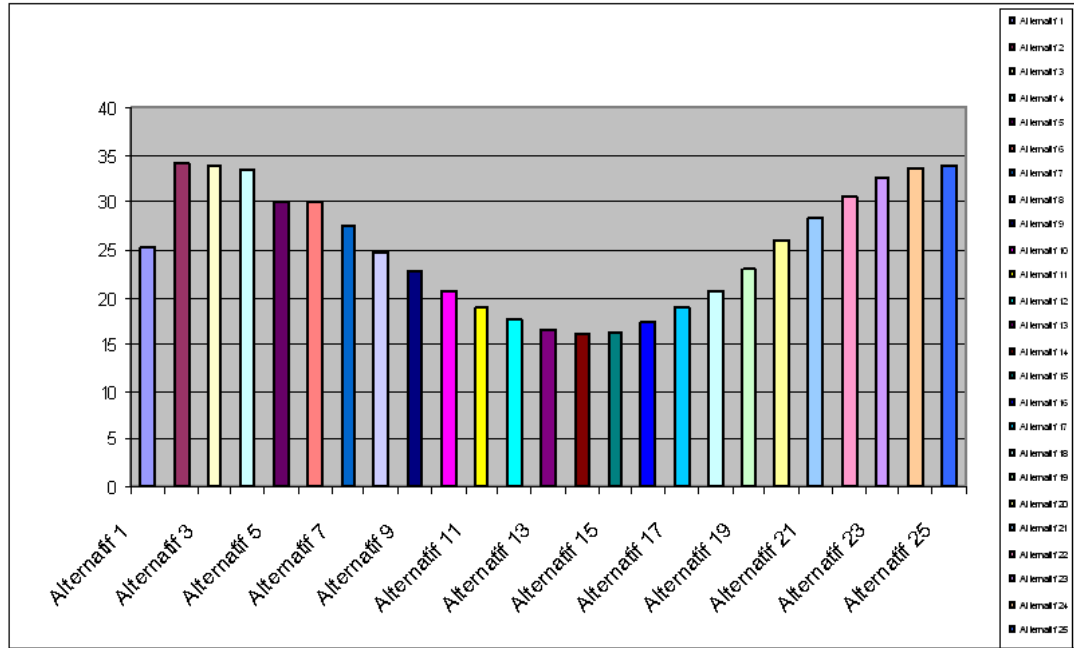
- Alternatif 4; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 30° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 301.13 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 33.35 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 4'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %32.03 artış, binanın toplam soğutma yükünde %96.14 artış olmuştur.
- Alternatif 5; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 45° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 324.66 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.08 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 5'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.08 artış, binanın toplam soğutma yükünde %111.46 artış olmuştur.
- Alternatif 6; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 60° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 351.7 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 30.08 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 6'nın uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %19.08 artış, binanın toplam soğutma yükünde %129.08 artış olmuştur.
- Alternatif 7; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 75° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 379.39 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 27.45 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 7'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %8.67 artış, binanın toplam soğutma yükünde %147.11 artış olmuştur.
- Alternatif 8; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 90° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 406.31 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 24.75 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 8'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %2.02 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %164.65 artış olmuştur.

- Alternatif 9; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 105° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 430.47 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 22.57 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 9'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %10.65 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %180.38 artış olmuştur.
- Alternatif 10; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 120° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 448.01 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 20.69 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 10'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %18.09 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %191.81 artış olmuştur.
- Alternatif 11; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 135° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 459.01 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 18.95 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 11'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %24.98 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %198.97 artış olmuştur.
- Alternatif 12; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 150° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 463.48 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 17.48 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 12'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %30.80 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %201.88 artış olmuştur.
- Alternatif 13; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 165° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 463.45 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 16.45 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 13'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %34.88 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %201.86 artış olmuştur.

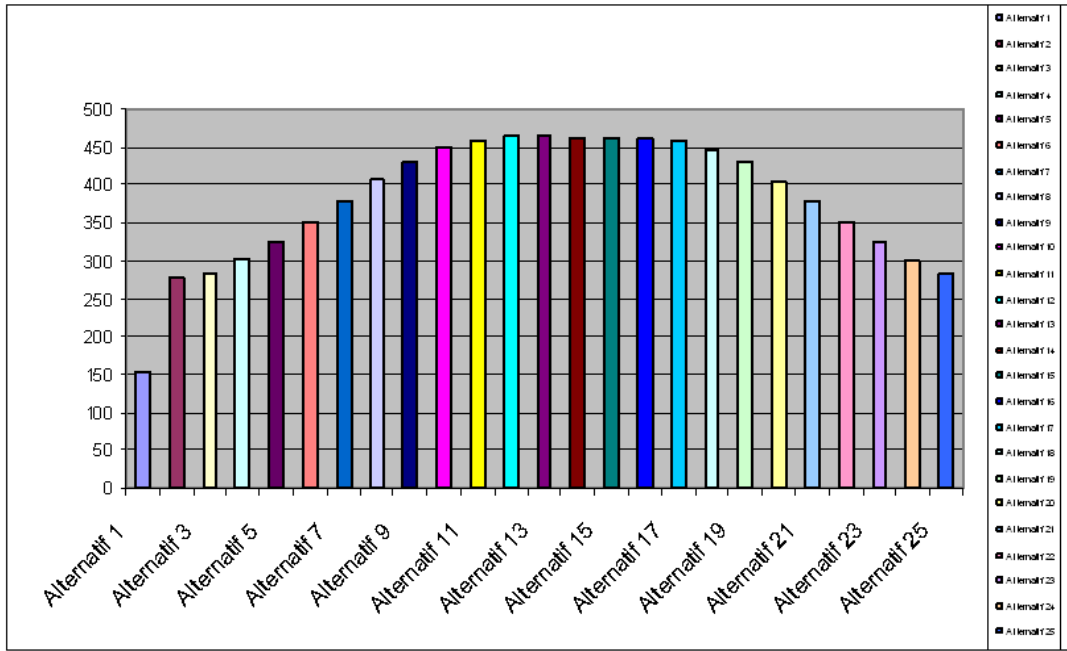
- Alternatif 14; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 180° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 462.77 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 16.06 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 14'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %36.42 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %201.42 artış olmuştur.
- Alternatif 15; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 195° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 462.59 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 16.39 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 15'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %35.11 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %201.30 artış olmuştur.
- Alternatif 16; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 210° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 462.12 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 17.38 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 16'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %31.20 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %201 artış olmuştur.
- Alternatif 17; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 225° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 457.33 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 18.83 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 17'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %25.46 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %197.88 artış olmuştur.
- Alternatif 18; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 240° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 446.43 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 20.7 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 18'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %18.05 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %190.78 artış olmuştur.

- Alternatif 19; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 255° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 428.38 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 23 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 19'un uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %8.95 azalma, binanın toplam soğutma yükünde %179.02 artış olmuştur.
- Alternatif 20; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 270° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 405.65 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 26.07 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 20'nin uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %3.21 artış, binanın toplam soğutma yükünde %164.22 artış olmuştur.
- Alternatif 21; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 285° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 378.28 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 28.16 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 21'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %11.48 artış, binanın toplam soğutma yükünde %146.39 artış olmuştur.
- Alternatif 22; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 300° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 350.06 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 30.7 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 22'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %21.54 artış, binanın toplam soğutma yükünde %128.01 artış olmuştur.
- Alternatif 23; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 315° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 324.03 Gjoulles, toplam yıllık ısıtma yükü 32.57 Gjoulles olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 23'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %28.94 artış, binanın toplam soğutma yükünde %111.05 artış olmuştur.

- Alternatif 24; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 330° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 300.7 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 33.53 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 24'ün uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %32.74 artış, binanın toplam soğutma yükünde %95.86 artış olmuştur.
- Alternatif 25; çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesinin kuzeyle 345° yönünde konumlandığı durumdur. Bu durumda, binanın toplam yıllık soğutma yükü 284.33 Gjoules, toplam yıllık ısıtma yükü 33.98 Gjoules olarak elde edilmiştir. Alternatif 1 yerine alternatif 25'in uygulanmasıyla, binanın toplam ısıtma yükünde %34.52 artış, binanın toplam soğutma yükünde %85.20 artış olmuştur.



Şekil 5.28 Uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binanın toplam yıllık ısıtma yük değerleri



Şekil 5.29 Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı binanın toplam yıllık soğutma yük değerleri

Kare planlı binanın kuzey cephesine, cephe kabukları arasındaki boşluk miktarı 50 cm olan çift kabuk cam cephe sisteminin, diğer cephelerine ise sağır tuğla duvarın uygulandığı ve binanın kuzeyle 15°lik açı aralıklarıyla döndürüldüğü durumlar için, bina yönlendirilmesinin, binanın enerji yüklerine etkisi incelenmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük ısıtma yükü, binanın 180° döndürüldüğü konumda 19.02 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina bu konumdayken, çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesi güney yönüne doğru konumlandırılmıştır. En yüksek ısıtma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 29.84 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük soğutma yükü, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 220.24 Gjoules olarak elde edilmiştir. En yüksek soğutma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın 150° döndürüldüğü konumda 310.05 Gjoules olarak elde edilmiştir, (Tablo 5.21).

Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı binanın kuzey cephesine, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarı 50cm olan çift kabuk cephe

sisteminin, diğer cephelerine ise sağır tuğla duvarın uygulandığı ve binanın kuzeyle 15°lik açı aralıklarıyla döndürüldüğü durumlar için, bina yönlendirilmesinin, binanın enerji yüklerine etkisi incelenmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük ısıtma yükü, binanın 180° döndürüldüğü konumda 17.4 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina bu konumdayken, çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesi güney yönüne doğru konumlandırılmıştır. En yüksek ısıtma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 31.19 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük soğutma yükü, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 240.96 Gjoules olarak elde edilmiştir. En yüksek soğutma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın 150° döndürüldüğü konumda 369.83 Gjoules olarak elde edilmiştir, (Tablo 5.22) .

Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı binanın kuzey cephesine, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarı 50cm olan çift kabuk cephe sisteminin, diğer cephelerine ise sağır tuğla duvarın uygulandığı ve binanın kuzeyle 15°lik açı aralıklarıyla döndürüldüğü durumlar için, bina yönlendirilmesinin, binanın enerji yüklerine etkisi incelenmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük ısıtma yükü, binanın 180° döndürüldüğü konumda 26.48 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina bu konumdayken, çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesi güney yönüne doğru konumlandırılmıştır. En yüksek ısıtma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 45.18 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük soğutma yükü, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 344.33 Gjoules olarak elde edilmiştir. En yüksek soğutma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın 150° döndürüldüğü konumda 511.22 Gjoules olarak elde edilmiştir, (Tablo 5.23) .

Uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binanın kuzey cephesine, cephe tabakaları arasındaki boşluk miktarı 50cm olan çift kabuk cephe



sisteminin, diğer cephelerine ise sağır tuğla duvarın uygulandığı ve binanın kuzeyle 15°lik açı aralıklarıyla döndürüldüğü durumlar için, bina yönlendirilmesinin, binanın enerji yüklerine etkisi incelenmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük ısıtma yükü, binanın 180° döndürüldüğü konumda 16.06 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina bu konumdayken, çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesi güney yönüne doğru konumlandırılmıştır. En yüksek ısıtma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 34.09 Gjoules olarak elde edilmiştir. Bina yönlendirilmesiyle elde edilmiş olan 25 alternatif incelendiğinde, en düşük soğutma yükü, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda 277.83 Gjoules olarak elde edilmiştir. En yüksek soğutma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin binanın 150° döndürüldüğü konumda 463.48 Gjoules olarak elde edilmiştir, (Tablo 5.24).

## BÖLÜM ALTI

### SONUÇLAR

Çift kabuk cam cepheler ısıtma sezonunda, güneş enerjisiyle binanın pasif olarak ısıtılmasına ve böylelikle binanın ısıtma maliyetlerinin düşmesine katkıda bulunmaktadır. Akdeniz iklim tipine sahip olan İzmir ili için, çift kabuk cam cephelerin yapılara uygulanmasında oluşabilecek olan en önemli problem, soğutma sezonunda binanın aşırı ısınması ve buna bağlı olarak bina soğutma yüklerinin artmasıdır. Kış aylarında binanın ısıtma yüklerinin azaltılması açısından olumlu bir yaklaşım olan çift kabuk cam cephelerinin kullanımı, doğru uygulanmadığı takdirde yaz aylarında binayı soğutmak için harcanan enerji miktarının artmasına sebep olur.

Binanın aşırı ısınmasının önlenmesi için, çift kabuk cam cepheyi oluşturan elemanların seçiminin doğru yapılması, cephe sisteminde yerinin doğru belirlenmesi ve binanın doğru yönde konumlandırılması gerekmektedir. Doğru çözümlere ulaşabilmek için, farklı alternatiflerin kullanılmasıyla oluşturulan sistemlere ait sonuçlar bu çalışmada ortaya konulmuştur.

Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, çift kabuk cam cephe sisteminin tasarımında karar verme aşamasında yol gösterici olabilecek olan bu çalışmada, cephe elemanlarının analizi ve hesaplamaları için WIS programı, bina enerji simülasyonu için ise Ener-Win programı kullanılmıştır.

Çift kabuk cepheyi oluşturan elemanların, parametrik olarak incelenmesi aşamasında yapılan hesaplamalar sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Cephe tabakaları arasındaki boşluk genişliği değişiminin, cephenin U değerini %13.7'e varan oranlarda etkilemektedir, (Tablo 5.7).
- Çift kabuk cam cephenin cephe tabakaları arasındaki boşlukta güneş kontrol elemanları kullanıldığında, güneş kontrol elemanı kullanılmadığı durumlara göre cephe sisteminin U değerlerinde %12.1- %20.3 oranları arasında azalma görülmüştür,

(Tablo 5.8). Sıcak veya ılıman iklim tipine sahip bölgelerde cephe tabakaları arasında güneş kontrol elemanları kullanmak, iç mekanın aşırı ısınmasını engellemeye katkıda bulunacağından, binanın enerji tüketiminin de azalmasını sağlayacaktır.

- Yapılan hesaplamalar sonucu (Tablo 5.8), cam kalınlığının artması, cephe sisteminin U değerini azaltacak yönde %0.6 etkilediği belirlenmiştir. Bu nedenle, cam kalınlığının U değeri üzerindeki etkisi ihmal edilebilecek seviyededir.
- Yapılan hesaplamaların sonuçları (Tablo 5.9) incelendiğinde; çift cam ünitesi arasında argon gazı kullanıldığında cephe sisteminin U değerinde, cephe tabakaları arasındaki boşluk boyutunun değişimiyle birlikte %0.63 -%2.8 oranlarında azalmanın meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle, çift kabuk cephe sisteminin iç cephe tabakasındaki çift cam ünitesinin cam elemanları arasında, argon gazı kullanmanın doğru bir uygulama olduğu belirlenmiştir.
- Yapılan hesaplamalar sonucu (Tablo 5.14) cephe tabakaları arasındaki boşluk boyutunun 20cm-200cm aralığında, en düşük U değerini veren alternatif cephe Tip 8 olarak karşımıza çıkmaktadır. Tip 8’de orta cam iklim kontrol camı, diğer camlar şeffaf cam olarak kullanılmıştır.
- Bu çalışma, kullanılacak olan camın yerinin ve cinsinin belirlenmesinde yön gösterici olacaktır.

Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, çift kabuk cam cephenin uygulandığı cephe sayısının ve cephe yönünün, binanın enerji yükleri üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi amacıyla hesaplamalar yapılmıştır. İncelenmiş olan cephe tiplerinden bir tanesi seçilerek, tek hacimli, kare planlı bir binaya uygulanmıştır. U değeri en düşük olan cephe tipi Tip 8 olarak seçilmiştir. Çift kabuk cam cephe alternatifi Tip 8’in cephe tabakaları arasındaki havalandırılan boşluk miktarının 20 cm, 50 cm, 110 cm ve 200 cm olduğu durumlarda, tek hacimli binaya uygulanmış, çift kabuk cam cephenin uygulanmadığı diğer cephelerde ise, sağır tuğla duvar kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarı 20cm - 50cm – 110cm ve 200 cm olan çift kabuk cam cephelerin, kare planlı binanın dört cephesine de uygulandığı durumlar için soğutma yükleri incelendiğinde; soğutma yük değerleri 20 cm boşluklu cephe sisteminde, 50 cm boşlukluya göre daha yüksektir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18,

Tablo 5.19, Tablo 5.20). 50 cm, 110 cm ve 200 cm boşluklu cephelerde soğutma yükü değerleri, birbirine çok yakın değerler olarak elde edilmiştir. Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarının 50 cm'den 200 cm' kadar arttırılmasının, binanın toplam yıllık soğutma yüklerini ihmal edilebilecek kadar küçük değerlerde etkilemsinden dolayı, sadece U değerleri göz önüne alındığı durumlar için, cephe kabukları arasındaki boşluk genişliğini 50 cm olarak belirlemek doğru bir yaklaşım olacaktır.

- Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarı 20cm - 50cm – 110cm ve 200 cm olan çift kabuk cam cephelerin, kare planlı binanın dört cephesine de uygulandığı durumlar için ısıtma yükleri incelendiğinde; ısıtma yük değerleri 20 cm boşluklu cephe sisteminde, 50 cm boşlukluya göre daha yüksektir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20). 50 cm, 110 cm ve 200 cm boşluklu cephelerde ısıtma yükü değerleri, birbirine çok yakın değerler olarak elde edilmiştir. Cephe kabukları arasındaki boşluk miktarının 50 cm'den 200 cm'e kadar arttırılmasının, binanın toplam yıllık ısıtma yüklerini ihmal edilebilecek kadar küçük değerlerde etkilemesinden dolayı, sadece U değerleri göz önüne alındığı durumlar için, cephe tabakaları arasındaki boşluk genişliğini 50 cm olarak belirlemek doğru bir yaklaşım olacaktır.
- Çift kabuk cam cephenin binanın tek cephesine uygulandığı, diğer cephelerin sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük soğutma yük değerleri binanın kuzey cephesine çift kabuk cam cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).
- Çift kabuk cam cephenin binanın tek cephesine uygulandığı, diğer cephelerin sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük ısıtma yük değerleri binanın güney cephesine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).
- Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, soğutma yük değerleri göz önüne alınarak yapılacak olan uygulamalarda, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey cephesine uygulandığı durum uygun olacaktır.
- Çift kabuk cephenin binanın iki cephesine uygulandığı, diğer cephelerin sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük soğutma yük değerleri

binanın kuzey ve batı cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).

- Çift kabuk cephenin binanın iki cephesine uygulandığı, diğer cephelerin sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük ısıtma yük değerleri binanın güney ve doğu cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).
- Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, soğutma yük değerleri göz önüne alınarak yapılacak olan uygulamalarda, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey ve batı cephelerine uygulandığı durum uygun olacaktır, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).
- Çift kabuk cephenin binanın üç cephesine uygulandığı, diğer cephesine sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük soğutma yük değerleri binanın kuzey, doğu ve batı cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).
- Çift kabuk cephenin binanın üç cephesine uygulandığı, diğer cephesine sağır duvar uygulandığı alternatifler incelendiğinde, en düşük ısıtma yük değerleri binanın güney, batı ve doğu cephelerine çift kabuk cephe uygulandığı durumda elde edilmiştir, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).
- Akdeniz iklimine sahip olan İzmir ili için, soğutma yük değerleri göz önüne alınarak yapılacak olan uygulamalarda, çift kabuk cephe sisteminin binanın kuzey, doğu ve batı cephelerine uygulandığı durum uygun olacaktır, (Tablo 5.17, Tablo 5.18, Tablo 5.19, Tablo 5.20).z

Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, çift kabuk cephenin uygulandığı binanın yönlendirilmesinin binanın enerji yüklerine etkisinin belirlenebilmesi için, hesaplamalar yapılmıştır. Binanın tek bir cephesine, cephe tabakaları arasındaki boşluğun 50 cm olduğu çift kabuk cephe uygulanmış, diğer cephelerine ise sağır tuğla duvar uygulaması yapılmıştır. Uygulanmış olan çift kabuk cephe, cephe Tip 8 olarak seçilmiş ve binanın kuzey cephesine yerleştirilmiştir. Binanın diğer cepheleri, sağır tuğla duvarla oluşturulmuştur. Hesaplamalarda, tek hacimli 4 farklı plan tipi ele alınmıştır. Bu plan tipleri;

- Kare planlı bina,

- Uzun kenarı kısa kenarının iki katı olan dikdörtgen planlı bina,
- Uzun kenarı kısa kenarının üç katı olan dikdörtgen planlı bina,
- Uzun kenarı kısa kenarının dört katı olan dikdörtgen planlı binadır.

Yukarıda sayılmış olan plan tipleri, 15° lik açı aralıklarıyla saat yönünde döndürülerek 25 farklı alternatif elde edilmiştir. Bu alternatiflerle yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen sonuçlar:

- Bu çalışma ile bina biçiminin, binanın ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi belirlenmiştir.
- Çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı binanın yönlendirilmesinin, ısıtma ve soğutma yüküne etkisi, ortaya konulmuştur.
- Dört plan tipinde de, en düşük soğutma yükü değeri, çift kabuk cephe sisteminin, binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda, en yüksek soğutma yükü değeri ise binanın 150° döndürüldüğü konumda elde edilmiştir, (Şekil 5.33, Şekil 5.35, Şekil 5.37, Şekil 5.39).
- Dört plan tipinde de en düşük ısıtma yükü değeri çift kabuk cam cephe sisteminin binanın 150° döndürüldüğü konumda durumda (Bina bu konumdayken, çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesi güney yönüne doğru konumlandırılmıştır), en yüksek ısıtma yükü değeri ise binanın kuzey yönünde konumlandığı durumda elde edilmiştir. Bina bu konumdayken, çift kabuk cephe sisteminin uygulandığı bina cephesi güney yönüne doğru konumlandırılmıştır, (Şekil 5.33, Şekil 5.35, Şekil 5.37, Şekil 5.39).
- İzmir İli'nde, çift kabuk cam cephenin tasarım aşamasında yol gösterici olacak olan bu çalışma ile, uygulama sonrasında da binanın enerji verimliliği hakkında fikir sahibi olunması sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aktacir M.A. ve Bulut, H. (2008). *İzmir İli İçin Serbest Soğutma Potansiyelinin Araştırılması*, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 685-687.
- Akşit, F. Ş., 2005. Türkiye'nin Farklı İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Bina Ve Yerleşme Birimi Tasarımı. *Tasarım*, 157 (12), 124–130.
- Ayçam, İ. (1998). *Pencerelerin Isıl Performansının Arttırılmasına Yönelik iyileştirme Teknikleri*, (yayınlanmamış y. lisans tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Ayçam, İ. (2006). *Türkiye Derece Gün Bölgelerinde Isıtma Gerektiren Dönem İçin Alçak Katlı Konut Binalarında Uygun Cam Tiplerinin Saptanmasına Yönelik Bir Yöntem*, (yayınlanmamış doktora tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Bayraktar, M. ve Yılmaz Z. (2007). Bina Enerji Tasarrufunda Pasif Akıllılığın Önemi, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 115-128.
- Bayraktar, M., Schulze T. ve Yılmaz Z. (2009). Binalarda Enerji Simulasyonları İçin Veri Toplama Listeleri Aracılığıyla Veri Yönetimi Modelinin Oluşturulması, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 761-773.
- Bayram A. (2003). *Energy Performance Of Double-Skin Facades In Intelligent Office Buildings: A Case Study In Germany* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara: ODTÜ.
- Tabanlıoğlu, M. (b.t). *İstanbul Sapphire binası mimari raporu*. Kişisel iletişim.
- Compagno, A. (1999). *Intelligent Glass Facades*. (3) içinde (138-159). Germany: Birkhauser–Publishers For Architecture.

- Compagno, A. (2002). *Intelligent Glass Facades*. (5) içinde (154-155). Germany: Birkhauser–Publishers For Architecture.
- Crawley, D., B., Hand J.W., Kummert, M., Griffith, B. T. (2005). *Contrasting the Capabilities Of Building Energy Performance Simulation Programs*. Joint report. Amerika: University of Strathclyde.
- Çetiner, İ. (2002). *Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım* (yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Çetintaş K. F. (2004). *Çift Kabuklu Cephelerin Isı Kayıplarının Hesaplanmasında Kullanılabilecek Yeni Bir Yaklaşım* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Daniel, Wayne W. (1990). *Applied Nonparametric Statistics*, PWS-KENT Publishing, Boston.
- Degelman, L.O. (2007). *Ener-Win Software For Building Energy Analyses User's Manual*, Texas.
- Dijk, V. D.(1996), *WIS (Private) Advanced Windows Information System*. TNO Building and Construction Research, Research.
- Dijk, V. D. (2003). *WIS Version 2.0.1 User Guide Examples Of Windows As Inputs For WIS*. TNO Building and Construction Research.
- Eisele, J. ve Kloft, E. (Ed). (2003). *Highrise Manual: Typology And Design, Construction And Technology*, Germany.
- Ekinci, C. E., (2003). *Yalıtım teknikleri*, Nobel Basımevi, Ankara.



Flamant, G., Heijmans N., Guiot E., Gratia, E. & Bruyer, e I. (2004). *Ventilated Double Facades. Determination Of The Energy Performances Of Ventilated Double Facades By The Use Of Simulation Integrating The Control Aspects – Modelling Aspects And Assessment Of The Applicability Of Several Simulation Software*. Final report, Belgian Building Research Institute, Dept. of Building Physics.

Göksal, T., Özbalta, N.(2002). Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları, *Mühendis ve Makine*, Ankara (28).

Güral, H. (09 Mart 2009). Sağlık Sektöründe Yalıtım Amaçlı Camlama Çözümleri. (09 Mart 2009). [http://www.izoder.org.tr/izolasyon/PDF/sayi64\\_saglik.pdf](http://www.izoder.org.tr/izolasyon/PDF/sayi64_saglik.pdf)

Güreren, H. (2005). Isı Yalıtımı Ve Düzcam. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildirileri*, Mersin, 3.

Harputlugil G. (2009). *Enerji Performansı Öncelikli Mimari Tasarım Sürecinin İlk Aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli* (yayınlanmamış doktora tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.

Harputlugil, U., G. (2005). Mimarlıkta Simülasyon: Bina Enerji Simülasyon Programları, *Mimarlık + Teknik Dergisi*, (2), 20-23.

Hasol, D., (2010). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü* (11. Baskı). İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi.

Helvacı A. (2002). Performans Yönetimi Sürecinde Performans Değerlendirmenin Önemi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*. (35).

*High-Performance Commercial Building Facades: RWE AG Headquarters*. (b.t). 3 Eylül 2008, [http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest\\_j.htm](http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_j.htm).

*İklimi ve bitki örtüsü*, (b.t), 20 Ağustos 2009. <http://www.izmir.gov.tr/?content=222>

*İklim tipleri* (b.t), 19 Ağustos 2009.

<http://www.e-cografya.com/images/sayfalar/dersnotu/lise1/11.iklimtipleri.pdf>

İstanbul Sapphire. (b.t.).(2009). *Arredomento Mimarlık*. (226). 84-87.

İstanbul Sapphire. (b.t.).(2009). *Natura Dergisi* (4). 44-50.

İstanbul Sapphire. (b.t.).(2010). *Tasarım Dergisi* (199). 106-111.

Karagöz, Y. ve Ekici S. (1995). Sosyal Bilimlerde Yapılan Uygulamalı Araştırmalarda Kullanılan İstatiksel Teknikler Ve Ölçekler. C.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi. 5 (1), 25-43.

Kocaman, E. (2002). *Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cephe*ler (yayınlanmamış y. lisans tezi). İzmir: DEU Mimarlık Fakültesi.

Lakot, E. (2007). *Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Trabzon: KTÜ Mimarlık Fakültesi.

Loncour, X., Deneyer, A., Blasco, M., Flamant, G. ve Wouters P. (Ekim 2004). *Ventilated Double Facades Classification & Illustration Of Facade Systems*. Belçika.

Nielsen H.K. (2002). *Stay Cool: A Design Guide For The Built Environment In Hot Climates*, Londra: JamesXJames.

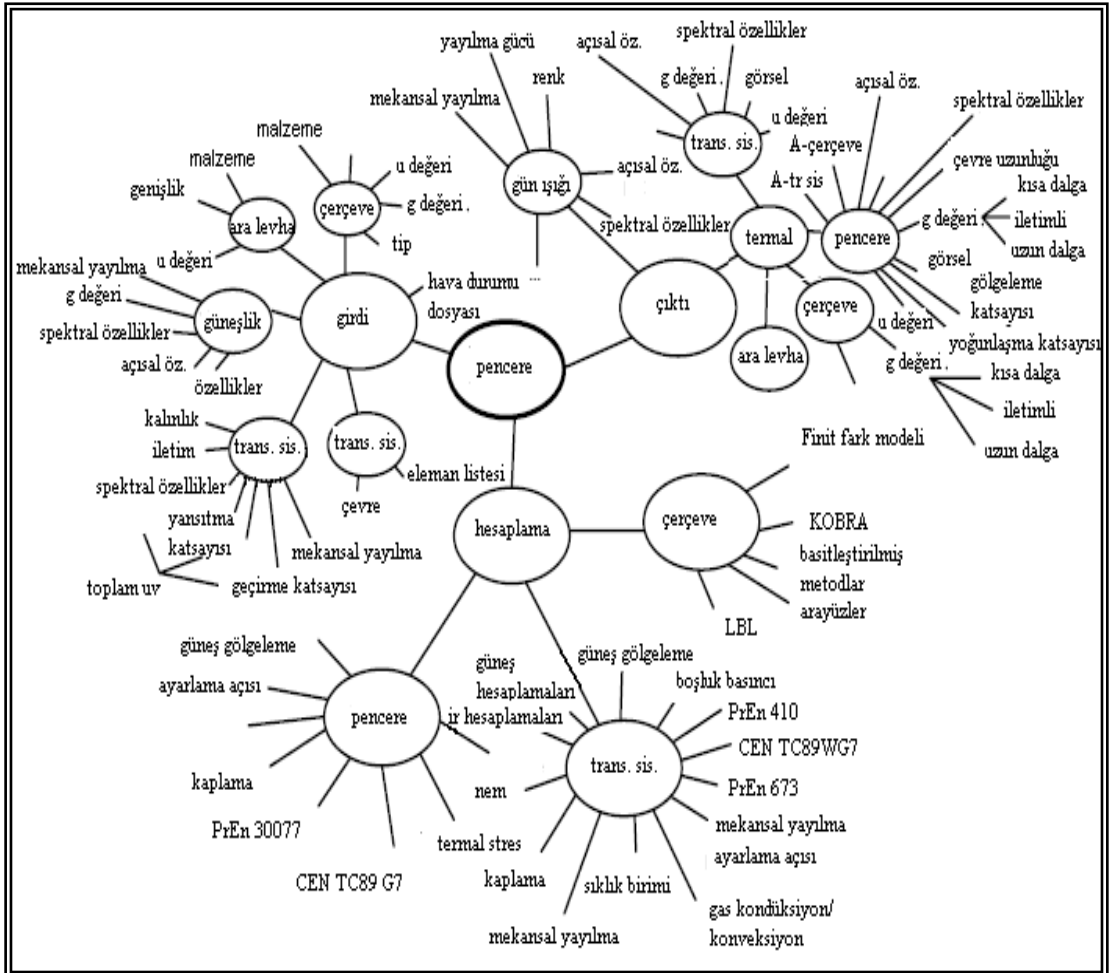
Olsen L., Duer K., Williams R. (2004). *Evaluation Of U-Value Algorithms In WIS*. Danish Technological Institute.

- Oranlier, B. ve Eyriboyun, M. (2009). İklimlendirme Amaçlı Isı Kazancı Hesabı İçin Bir Yazılım. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 225-232.
- Özmehmet E. (2006). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Model Önerisi* (yayınlanmamış doktora tezi). İzmir: DEU Mimarlık Fakültesi.
- Pasquay, T. (2004). *Natural Ventilation In High-Rise Buildings With Double Facades, Saving Or Waste Of Energy*. *Energy and buildings* (36), 381–389.
- Poirazis, H. (2004). *Double Skin Façades For Office Buildings: Literature Review*, 95-96.
- Saelens D. (2002). *Energy Assessment Of Single Storey Multiple-Skin Facades* (yayınlanmamış doktora tezi). Belçika: Katholieke Universiteit Leuven
- Sencer, M. (1989), *Toplum Bilimlerinde Yöntem*, Beta Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Sezer, F.Ş. (2005). Farklı Cam Türlerinin Performans Kriterlerinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1(10), 16.
- Soysal S. (2008). *Konut Binalarında Parametreleri İle Enerji Tüketimi İlişkisi* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Tatlı G. (2006). *Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyet Analiziyle İrdelenmesi*, (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Türk Standartları Enstitüsü. TS EN 673. (2001) *Cam Yapılarda Kullanılan – Isı Geçirgenliğinin (U Değeri) Tayini- Hesaplama Metodu*. Ankara.
- Utkutuğ, G., Ulukavak, G. (2002). Building Simulation Programs as a Tool of Energy Performance Evaluation. *TTMD V. International HVAC + R Technology*

- Symposium*, İstanbul, Türkiye.
- Ünal M. (2006). *Çift Kabuk Cepheilerin Sistemik Analizi Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Yalıtım camı üniteleri (b.t), 09 Mart 2009.  
[www.izoder.org.tr/EkoYalitim/.../camlar/yalitim\\_cami\\_uniteleri.pdf](http://www.izoder.org.tr/EkoYalitim/.../camlar/yalitim_cami_uniteleri.pdf)
- Yellamraju V. (2004). *Evaluation And Design Of Double-Skin Facades For Office Buildings In Hot Climates* (yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Texas A&M University.
- Yılmaz, M. ve Gökdemir, H. (2003). Pencere, Kapı Ve Giydirmeye Cepheelerde Isı Geçirim Katsayısının Önemi-1, *Çuhadaroglu Metal Sanayi ve Pazarlama A.Ş.- Dahili Rapor*.
- Yılmaz, M. ve Gökdemir, H. (2007). Sürdürülebilir Gelecek İçin Isı Yalıtımlı Alüminyum Sistemlerin Önemi. *İzolasyon Dünyası Dergisi*, (68), 48-49.
- Yılmaz, Z. Ve Oral G. (1999). Yapı Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Yapı Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi. *Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı* içinde (155-163). İstanbul: MMO Yayını.
- Woods, R.H. (1997). *Human Resources Management*. Educational Institute, American Hotel and Motel Association. (2).

## EK A. WIS 3.0.1 PROGRAMI

Gelişmiş cephe sistemlerinin ve pencerelerin güneşle ilgili ve termal özelliklerini hesaplamak için geliştirilmiş olan bilgisayar programı WIS, gölgeleme elemanlarıyla cephe elemanlarının kombinasyonları üzerinde hesaplamalar yaparken, elemanlar arasında doğal veya yapay havalandırmaya olanak sağlar. Bu özelliğiyle gelişmiş cephe sistemlerinin de termal ve güneşle ilgili hesaplamaları yapılabilir. WIS bilgisayar programının algoritmaları uluslararası ISO 15099 ('Thermal Performance of Windows, Doors and Shading Devices- Detailed Calculations', 2003) standartlarına bağlıdır (şekil 4.1), (Dijk, D., 1996, s.7)

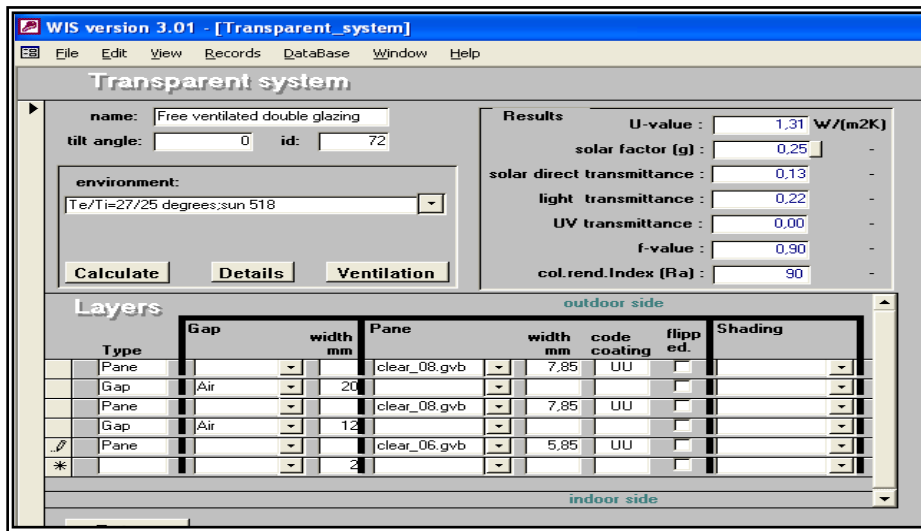


Şekil 4.1 Wis programının kompleks yapısı, (Dijk, D., 1996, s.7)

WIS 3.0.1 programıyla pencerenin veya giydirme cephe modulünün hesaplanabilen özellikleri aşağıdaki gibidir, (Dijk, 2003, s.10);

- Ürün karşılatırmalarına imkan sağlayan U değeri hesaplamalarını, kullanıcı tarafından belirlenmiş olan camın tipi, cephe tabakaları arasında kullanılan havanın cinsi ve cephe tabakaları arasındaki boşluk boyutuna göre yapar.
- Cephe modulünün güneş enerjisi geçirimsizliği (g değeri),
- Işık ve UV geçirimsizliği,
- Renk verme indeksi,
- Spesifik güneş radyasyonu raslantısal açıları,
- Cam tabakalarının orta noktalarındaki sıcaklık değerleri,
- Havalandırılan cephe boşluğundaki, düşey doğrultudaki havanın sıcaklık profili hesaplanabilir.

WIS bilgisayar programıyla oluşturulacak olan pencere veya cephe sisteminin elemanları ve özellikleri seçilebilmektedir. Low-E kaplamalı camlar, güneş kontrol camları ve şeffaf camlar seçilebilecek olan cam alternatifleridir. Çift cam arasındaki boşluk hava kullanılabilir gibi argon gazı kullanım tercihi de yapılabilir. Giydirme cephelerde güneş kontrol elemanı olarak yine farklı seçenekler kullanılabilir; kumaş elemanlar, jaluziler (şekil 4.2).



Şekil 4.2 Transparan sistem hesap ekranı, (Dijk, 2003, s.49)

WIS programında u değerlerinin hesabı için EN 673 standardı kullanılmaktadır. Cam elemanların üzerinden gerçekleşen ısı transferine, cephe tabakaları arasındaki boşlukta gerçekleşen konveksiyondan kaynaklanan ısı transferinin de katkısıyla yapılan hesaplamalarda karmaşık algoritmalar kullanılmaktadır. Bu hesaplama programında aşağıdaki önemli algoritmalar ve durumlar dikkate alınmaktadır (Olsen.L., Duer K., Williams, R., 2004).

Bunlar;

- Konveksiyon
- Kondüksiyon
- Kızılötesi radyasyon değişimi
- Isıya bağlılık
- Çevre koşulları

EN 673 standartından alınan değerler aşağıdaki gibidir:

- Isı değerleri için sınır değerler;
- Cam tabakasının sıcak mekana bakan yüzeyindeki ısı derecesi;
- $T_i = 17.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , cam tabakasının soğuk ortama bakan yüzeyindeki ısı derecesi;
- $T_e = 2.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

Yüzey dirençleri ise,

- İç:  $R_i = 0.125 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
- Dış:  $R_e = 0.0434 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 'tır.

Cam yüzeyler arasındaki ısı farkı için referans değer olan  $\Delta T=15\text{K}$  verilmiştir.

W1s 3.0.1 programında u değerinin hesaplanması için kullanılan denklemler ve akış şeması aşağıdaki gibidir(Dijk, 2003);:

$Q_{gl,trans}$ ; konveksiyon, soğurulan güneş radyasyonu ve termal ışınimsal ısı değişiminin neden olduğu, odadan cama veya cepheye doğru olan ısı akışı.

$$Q_{gl,trans} = (h_{ci} + h_{ri}) * A_{gl} * (T_i - T_{gl,si})$$

$h_{ci}$  ; İç mekanın konveksiyonel ısı iletim katsayısı (W/(m<sup>2</sup>K))

$h_{ri}$  ; İç mekanın radyasyonel ısı iletim katsayısı (W/(m<sup>2</sup>K))

$A_{gl}$  ; Cephenin şeffaf bölümünün alanı (m<sup>2</sup>)

$T_i$  ; İç ortam sıcaklığı (°C)

$T_{gl,si}$  ; Camın iç mekana bakan yüzeyindeki sıcaklığı (°C)

$Q_{gl,vent}$ ; Cephe tabakaları arasındaki boşluktan iç mekana giren hava ve soğurulan güneş radyasyonunun neden olduğu, odadan cama veya cepheye doğru olan ısı akışı.

$$Q_{gl,vent} = \rho * c_p * \phi_v * W * (T_i - T_{gap,out}) \quad (\text{kg/m}^3\text{K})$$

$\rho$  : Havanın hacimsel yoğunluğu=1.21 \* 273 / (273 +  $T_{gap}$ )

$T_{gap}$  : Boşluk içindeki ortalama sıcaklık

$T_i$  : İç ortam sıcaklığı (°C)

$T_{gap,out}$  : Havanın cephe tabakaları arasındaki boşluktan çıkış noktasındaki sıcaklığı (°C)

$c_p$  : Havanın ısı kapasitesi=1010 J/(kgK)

$\phi_v$  : Boşluktaki havanın debisi (m<sup>3</sup>/s per m pencere genişliği<sup>3</sup>)

$W$  ; Pencere genişliği (m)

$Q_{gl,sol,dir}$ ; Camdan veya cepheden geçen, direk güneş radyasyonu tarafından oluşturulan, odadaki enerji kazanımı

$$Q_{gl,sol,direct} = \tau_{sol} * A_{gl} * I_{sol}$$

$T_{sol}$ ; Cephenin direk güneş geçirimsizliği

$A_{gl}$  ; Cephenin şeffaf bölümünün alanı (m<sup>2</sup>)

$I_{sol}$  ; Gelen güneş radyasyonunun miktarı (W/m<sup>2</sup>)

Havalandırılan giydirme cephelerdeki u değeri iki bölümün toplamından oluşur



(Dijk, 2003, s.10);:

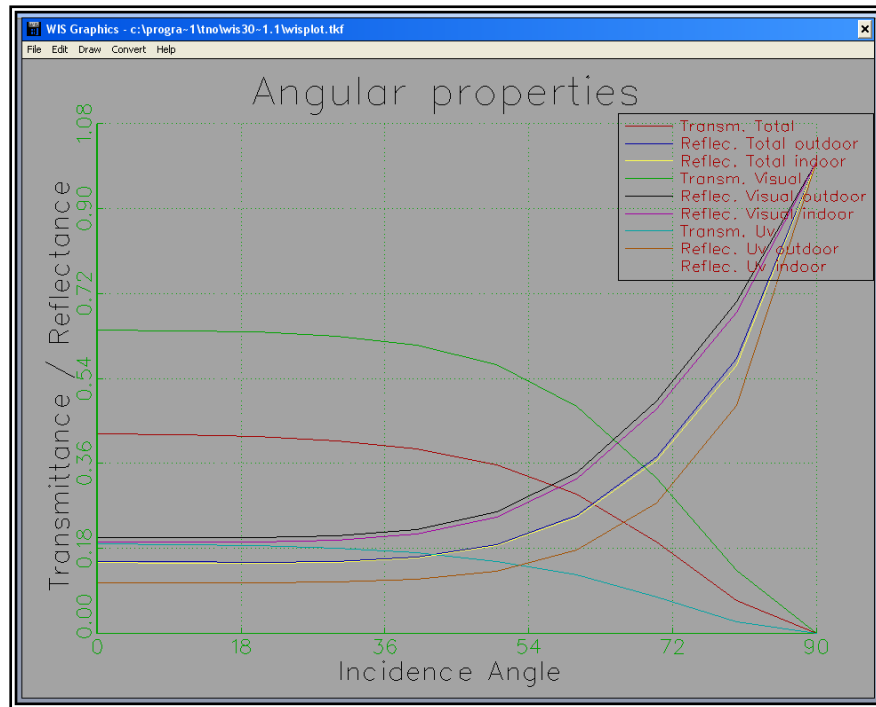
- İç mekandan pencere sistemine doğru konveksiyon yoluyla gerçekleşen ısı akışı;  $U_{trans}$
- İç mekandan pencere sistemine doğru havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı akışı;  $U_{vent}$ ,

$$U_{trans} = [Q_{gl,trans}]_{dark} / (A_{gl} * (T_i - T_e))$$

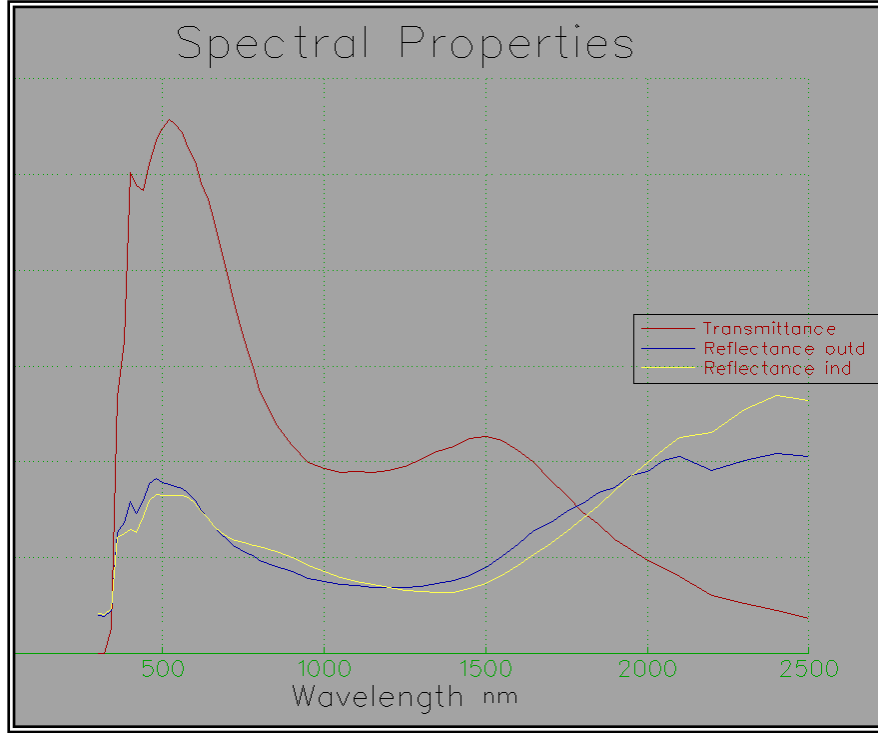
$$U_{vent} = [Q_{gl,vent}]_{dark} / (A_{gl} * (T_i - T_e))$$

Dark indisi, güneş olmadığı durumlar için kullanılmıştır.

WIS 3.0.1 programından elde edilen sonuçlar doğrultusunda açılal özelliklerini gösteren grafik (angular properties) (şekil 4.3), spektral özelliklerini gösteren grafik (şekil 4.4) çizilebilir.

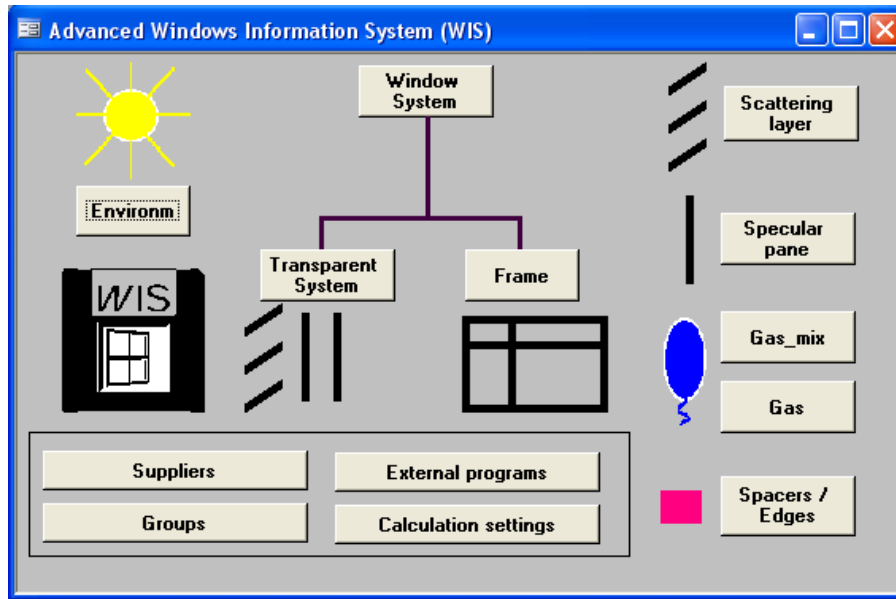


Şekil 4.3 WIS Programı Sonuç Ekran Örneği (Açılal Özellik)



Şekil 4.4 WIS Programı Sonuç Ekran Örneği (spektral özellik)

WIS 3.0.1 programına veri girişi yapılırken karşımıza önce programın ana ekranı çıkmaktadır. Ana ekranda pencere sistemini iki farklı şekilde seçebilme imkanı karşımıza çıkmaktadır. Hesaplamaların pencere sistemleri ve giydirme cephe sistemleri için yapabilmektedir (Şekil A.1).



Şekil A.1 WIS programının ana ekranı

WIS 3.0.1 programında hesaplamaların yapılabilmesi için gerekli olan veri yüklemesi yapılırken, izlenmesi gereken adımlardan ilki çevre verilerinin girilmesidir. İlk önce “*environment*” tuşuna basılarak çevre verilerinin girilmesi gerekmektedir. Çevre verilerinin girildiği pencere açıldığında, girilmesi gereken veriler; dış ortamın sıcaklığı, iç ortamın sıcaklığı, dış ortamın radyant değeri, iç ortamın radyant değeri, direk güneş radyasyon değeri, dış ortamın konveksiyon katsayısı ve iç ortamın konveksiyon katsayısı değerleri girilmektedir. “*Environment*” penceresinin bir örneği aşağıda verilmiştir (Şekil A.2). İstenen veriler bilgisayar ekranına girildikten sonra, “*return*” tuşu kullanılarak ana ekrana dönülür.

temperature [C]		
outdoor	indoor	
air:	27	25
radiant:	27	25

direct solar radiation: 518 W/m2  
convection coeff outdoor: 23 W/(m2.K)  
convection coeff indoor: 8 W/(m2.K)

Return

Select environment: Te/Ti=27/25 degrees; sun: 518

Record: 1 of 3

Şekil A.2 İklim verilerinin yüklenmesi

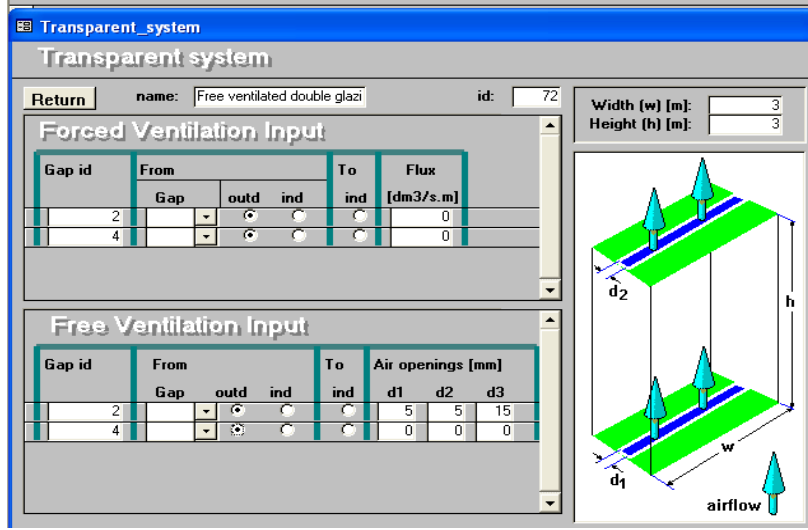
Bilgisayarın ana hesaplama ekranına return tuşuna basılarak geri döndükten sonra ana ekranda hesaplanacak olan sistemin tercihi yapılır. Buna göre pencere sistemi veya giydirme cephe sistemi tercih edilir. Giydirme cephe sistemlerinde yapılacak olan hesaplamalar için “*transparent system*” tuşuna basılır. Açılan pencerede hesaplanacak olan cephe sisteme uygun olan sistem seçeneği pencerenin altında bulunan “*select transparent system*” listesinden seçilir. Hesaplanması istenen giydirme cephe sistemi tercihi yapıldıktan sonra, cephe elemanında kullanılması düşünülen cam elemanının özelliğine göre ve kalınlığına göre seçim yapılır. Cam

tabakaları arasındaki boşluğun boyutu belirlenir. Kullanılacaksa güneş kontrol elemanlarının yerleştirilmesi yapılır. Güneş kontrol elemanı jaluzi veya perde alternatifleri arasından seçilir. Güneş kontrol elemanlarının yatayla yaptığı açı belirlenir ve cephe sisteminde cephe tabakaları arasına veya iç cephe tabakasının iç mekana bakan tarafına yerleştirilir (Şekil A.3). Cephe ve cam kabukları arasındaki gazın seçimi de yine bu ekrandan yapılır. Gaz seçenekleri olarak hava veya argon gazı kullanılabilir.

Type	Gap	width mm	Pane	width mm	code coating	flipp ed.	Shading
Pane			clear_10.gvb	9,850	UU		
Gap	Air	20					
Pane			clear_08.gvb	7,85	UU		
Gap	Air-Argon 10	12					
Pane			KGLASS6.pgl	5,81	CU		
*		2					

Şekil A.3 Cephe elemanlarının girilmesi

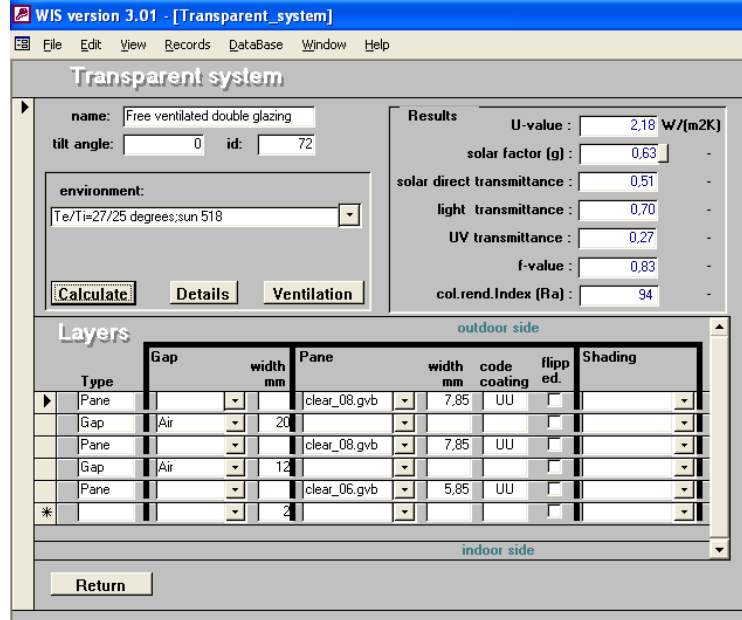
Yine aynı ekranda bulunan “ventilation” tuşu kullanılarak açılan yeni pencerede, cephe sisteminde uygulanacak olan havalandırma tipi belirlenir. Havalandırma tip seçenekleri; doğal havalandırma ve mekanik havalandırma alternatifleridir. Yine aynı pencerede cephe modulünün genişlik ve yükseklik ölçüleri belirlenerek, “return” tuşuyla bir önceki pencereye dönülür (Şekil A.4).



Şekil A.4 Havalandırma şeklinin belirlenmesi

“Transparent system” penceresindeki “calculate” tuşu kullanılarak programın hesaplama başlaması sağlanır.

Hesaplama yapıldıktan sonra karşımıza çıkan sonuç ekranında ayrıntılı bir şekilde hesaplama sonuçları verilmektedir (Şekil A.5).



Şekil A.5 Cephe elemanlarının belirlenmesi

```
report.tmp - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım

--- Registered WIS user ---
Registered organisation : Unregistered!
Registered user name   : Unregistered!

--- Report transparent system : Free ventilated double glazing ---
--- Basics (key thermal and solar properties) ---
name transparent system      : Free ventilated double glazing
U-value                      : 2.18 [w/(m2.K)]
solar factor (g)            : 0.625 [-] (total solar energy transmittance)

The g-value includes the effect of all changes in the situation
with sun and situation without sun.
Consequently, the g-value in case of free (thermally driven)
ventilation in one of the gaps is also influenced by the
increase in the air flow with sun compared to the situation
without sun. This air flow may be cold or warm.
This may lead to g-values higher than 1 (one) or lower than 0 (zero).
See the Help file for more information.

solar direct transmittance   : 0.513 [-]
solar direct reflectance outdoor : 0.144 [-]
solar direct reflectance indoor  : 0.152 [-]

light transmittance         : 0.698 [-]
light reflectance outdoor   : 0.188 [-]
light reflectance indoor    : 0.191 [-]

UV transmittance            : 0.269 [-]
UV reflectance outdoor      : 0.102 [-]
UV reflectance indoor       : 0.111 [-]

general colour rendering index (Ra) : 94.0 [-]

--- split u-value ---
Uconv                       : 1.34 [w/m2.K]
Uir                         : 0.843 [w/m2.K]
Uvent                       : 0.000 [w/m2.K]
utotal                      : 2.18 [w/m2.K]

--- split all 'dark' heat flow coefficients into fractions (h-values) ---
h_conv,indoor               : 1.34 [w/m2.K]
h_ir,indoor                 : 0.843 [w/m2.K]
h_conv,outdoor              : 1.73 [w/m2.K]
h_ir,outdoor                : 0.385 [w/m2.K]
h_vent                      : 0.0678 [w/m2.K]
```

Şekil A.6 Sonuç ekranı

## EK B. ENER-WIN PROGRAMI

Ener-Win programı Texas A&M Üniversitesi'nin mimarlık bölümü tarafından geliştirilmiş olup, Fortran ve Visual Basic arayüzlerinden oluşmaktadır. Yük hesapları, sistem ve enerji simülasyonları Bu programda 2013 adet iklim verisi hazır olarak bulunmaktadır. Bunun yanında programda hazır olarak bulunmayan ülke ve illerin iklim verilerinin programa girilerek, bu iller içinde hesap yapılmasına olanak sağlayan bir bilgisayar programıdır, (Degelmen, 2007).

Ener-Win programında, binanın toplam enerji simülasyon hesaplamaları yapılabilmektedir. Bu hesaplamalar için, ilk önce, binanın kullanım şekli programa girilerek, binanın kullanım saatleri belirlenir. Bu veriler binanın ısıtma ve soğutma yük hesaplamalarında kullanılır.

Binanın en yüksek ısıtma yükleri, en yüksek soğutma yükleri, yıllık ısıtma yük analizi, yıllık soğutma yükleri, aylık ısıtma ve soğutma yükleri hesaplamaları yapılabilmektedir. Ener-win programı hesaplamaları, ASHRAE TETD/TA hesaplama yöntemini esas alarak yapmaktadır.

ASHRAE Temel El Kitabı'nda, TETD/TA hesaplama yöntemi anlatılmaktadır: TETD/TA yöntemi ile ortam soğutma yükünün hesabı için TFM yönteminde uygulananlar aynı veri toplama ve ön hesap analiz teknikleri (ASHRAE; bölüm 26);

### 1. Dış ısı kazançları

$$t_e = t_o + \alpha I_t / h_o - \varepsilon \delta R / h_o$$

$$t_{ea} = t_{oa} + \alpha / h_o (I_{DR} / 24) - \varepsilon \delta R / h_o \quad (\text{K veya } ^\circ\text{C})$$

#### a. Çatılar ve duvarlar

$$q = UA(TETD)$$

$$TETD = t_{ea} - t_i + \lambda(t_{e\delta} - t_{ea})$$

b. Pencereleler

Taşınımıla ısı kazancı;  $q = UA(t_0 - t_i)$

Güneş ışınımı ile ısı kazancı;  $q = A(SC)(SHGF)$

c. Ayrııcı panolar, tavanlar, döşemeler

$q = UA(t_b - t_i)$  eşitliği ile hesaplanabilir.

2. İç ısı kazançları

a. İnsanlar

$q_{duyulur} = N \times \text{duyulur ısı kazancı}$

$q_{gizli} = N \times \text{gizli ısı kazancı}$

b. Aydınlatma araçları

$q_{el} = N \times W \times F_{ul} \times F_{sa}$

c. Cihazlar

$q_P = P \times E_F$  eşitliği ile hesaplanabilir.

3. Havalandırma ve sızma havası

$q_{duyulur} = 1,23Q(t_o - t_i)$

$q_{gizli} = 3010Q(W_o - W_i)$

$q_{total} = 1,20Q(H_o - H_i)$

Katsayıların açıklaması:

1,23:  $W = 0.01(kg_{nem} / kg_{kuruhava})$  değeri için özgül ısı, ( $kJ / kg \cdot K$ )

3010: Ortalama sıcaklık ve nem oranı için (yoğunluk  $\times$  entalpi) değerini temsil eder, ( $kJ / m^3$ )

1.20: Hava yoğunluğu, ( $kg / m^3$ )



Soğutma yükü hesabı için kullanılan formüller:

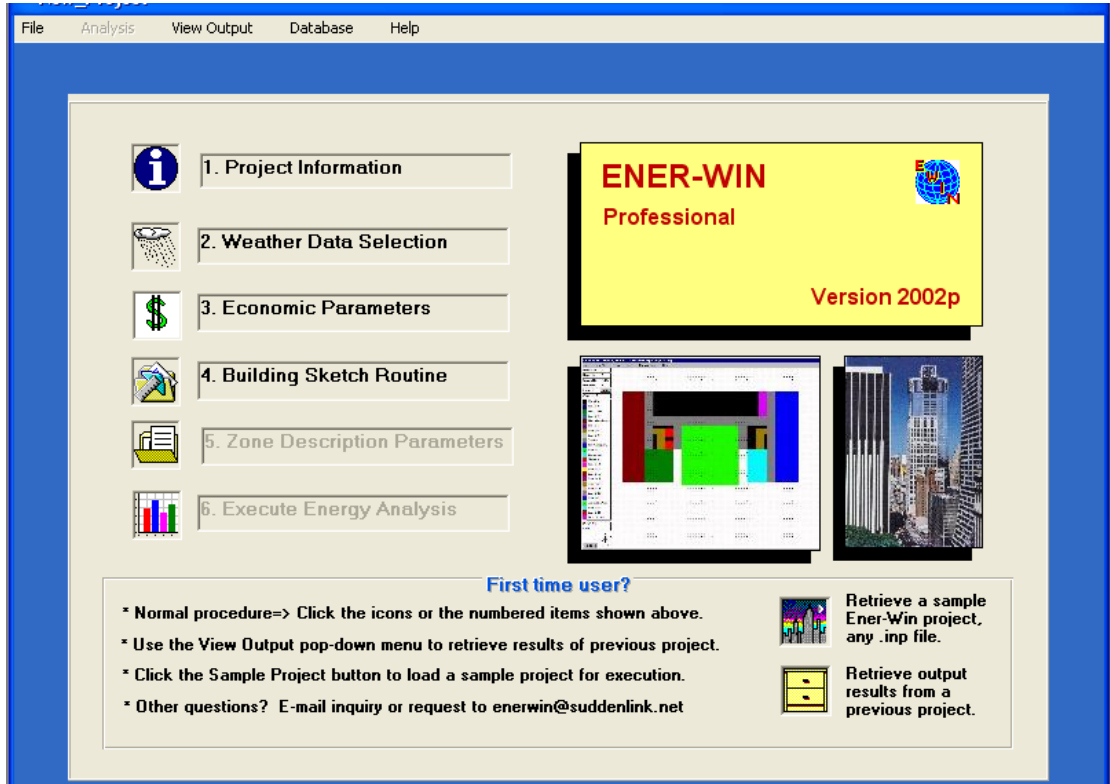
$$q_{duyulur} = (q_{cf} + q_{arf} + q_c)$$

$$q_{cf} = q_{s,1}(1 - rf_1) + q_{s,2}(1 - rf_2) + \dots + q_{s,n}(1 - rf_n)$$

$$q_{arf} = \sum_{\gamma=h_{a+1}-\theta}^{\theta} \frac{(q_{s,1} \times rf_1 + q_{s,2} \times rf_2 + \dots + rf_n)_{\gamma}}{\theta}$$

$$q_c = q_{sc,1} + q_{sc,2} + q_{sc,\beta}$$

Ener-Win programında veri yüklemesi yapılırken karşımıza ilk çıkan ana ekrandaki adımlar incelenecek olursa; projenin bilgilerinin girildiği adım, iklim verilerinin girildiği adım, ekonomik parametrelerin girildiği adım, projenin taslağının çizildiği adım, projede çizilmiş olan alanların özelliklerinin girildiği adım ve enerji analizinin yapıldığı adım (Şekil B.1)



Şekil B.1 Ener-Win programı ana ekranı

Ener-win programında veri girişindeki ilk adım, enerji simülasyonunun yapılacağı binanın bilgilerinin girişidir. Bunun için “project information” tuşuna basılarak veri girişine başlanır. Ekranın üst noktasında bulunan “building type” tuşuna basılarak

hesaplaması yapılacak olan binanın tipi seçilir. Bina tipi için 15 adet alternatif bulunmaktadır. Bunlar; ofis yapısı, ilköğretim okulu, lise, tiyatro, hastane, klinik, fast food restoranı, restoran, spor salonu, toplantı salonu, depo, otel ve huzurevi binalarıdır. Program seçilmiş olan bina tipine göre, kullanıcılar tarafından haftada kaç gün kullanılacağını ve yılda toplam kaç tatil günü kullanılmayacağını otomatik olarak hesaplamaktadır. Ayrıca kullanıcıların günün hangi saatlerinde yoğun olarak yapıyı kullandıklarını da belirlemektedir. Bu değerler program tarafından otomatik olarak belirlenmesine rağmen, istenirse özel profil de oluşturulabilir, (Şekil B.2). Bu ekranda projenin adı ve projenin tanımı yapılabilmektedir.

Project Information -- New\_Project

Building Type Help

General Project Data

Building Type : Office

Project Name : Project Name

Project Description: Project Description

Location : City, State Get Weather

Design Stage : Preliminary

Scheme Number : 1

Evaluation Year : 2008

Orientation : 0 from North

Floor Area : 0 sq.m.

Construction Cost : 0 \$/sq.m.

Occ. Days /week : 5 days

Annual Holidays : 10 days

Hints:  
(1) Begin a new project by clicking the Building Type pulldown menu.  
(2) Initially, do not enter any further information. Just click OK.  
(3) The sketch routing will automatically add the floor area and the orientation.  
(4) You may add project descriptors, occupancy and holidays later.

OK Undo Last Cancel

Şekil B.2 Bina bilgilerinin girilmesi

“ok” tuşuna basılarak ana ekrana dönülür. Ana ekrandaki “weather data selection” tuşuna basılarak, projenin yapılacağı ülke ve şehir seçimi yapılır. Programda kayıtlı olan ülkelerin iklimsel verileri de programda hazır olarak bulunmaktadır. Eğer kayıtlı olmayan bir yerde hesaplama yapmak istiyorsak, yeni bir yeri de kaydedip, hesaplamalar yapılabilmektedir. Bunu için hesaplama yapacağımız yerin enlemi, boylamı, yerden yüksekliği ve zaman alanını girmek gerekmektedir.

Yerin tanımlaması yapıldıktan sonra, yerin iklimsel verilerinin girilmesi gerekmektedir. Uzun yıllar boyunca elde edilen değerler baz alınarak, ortalama değerlerin kullanılması hesaplamaların gerçekliğe yakınlığını sağlayacaktır. Eğer yeni bir yer tanımlanacaksa aylara göre değerler tek tek girilmelidir. Ortalama kuru termometre değerleri, en yüksek kuru termometre değerleri, ortalama çiy düşmesi için gerekli ısı derecesi, ortalama güneş radyasyonu ve ortalama rüzgar hızı değerlerinin de girilmesi gereklidir, (Şekil B.3).

**Climatic Data Summary**

U.S. State Name or Country Name: **ALABAMA** City Name: **BIRMINGHAM**

WMO or WBAN No.: **13876** Latitude: **33.6** Longitude: **86.8**

Time Zone: **90** Elevation: **192**

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Dry Bulb Ave:	5.4	7.7	12.6	16.9	20.9	24.6	26.1	25.7	22.7	16.7	11.7	7.5	Deg. C
Ave. Std. Dev:	4.2	4.1	3.9	2.9	2.5	2.1	3.4	3.2	2.4	3.4	3.8	4.5	Deg. C
Dry Bulb Max:	10.6	13.4	18.6	23.3	26.8	30.3	31.6	31.3	28.5	23.4	17.8	12.8	Deg. C
Max. Std. Dev:	4.8	4.6	4	2.6	2.9	2.4	2.8	2.4	2.7	3.3	3.6	4.4	Deg. C
Dew Point Ave:	4	2.1	6.2	10.6	15.2	19	20.9	20.7	17.8	11.4	6.8	2.7	Deg. C
DP Std. Dev:	4.5	4.3	3.9	2.8	2.7	2.3	3.1	2.8	2.6	3.3	3.7	4.4	Deg. C
Solar Radiation:	9165	11981	15661	19647	21543	22441	21225	20192	17148	14411	10198	8392	kJ/sq.m.
Wind Speed:	3.4	3.7	3.8	3.5	2.9	2.6	2.4	2.3	2.6	2.6	3	3.4	m/sec.

Buttons: **Save As New** **Save As Update** **Cancel** **OK >>**

**For New or Revision only**

If Std. Deviations are unknown, enter Monthly Extreme DB's ever recorded, or Monthly Means of Annual Extreme:

Extreme Dry Bulb: **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** Deg. C

OR:

Mean Ann. Extreme: **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** **0.0** Deg. C

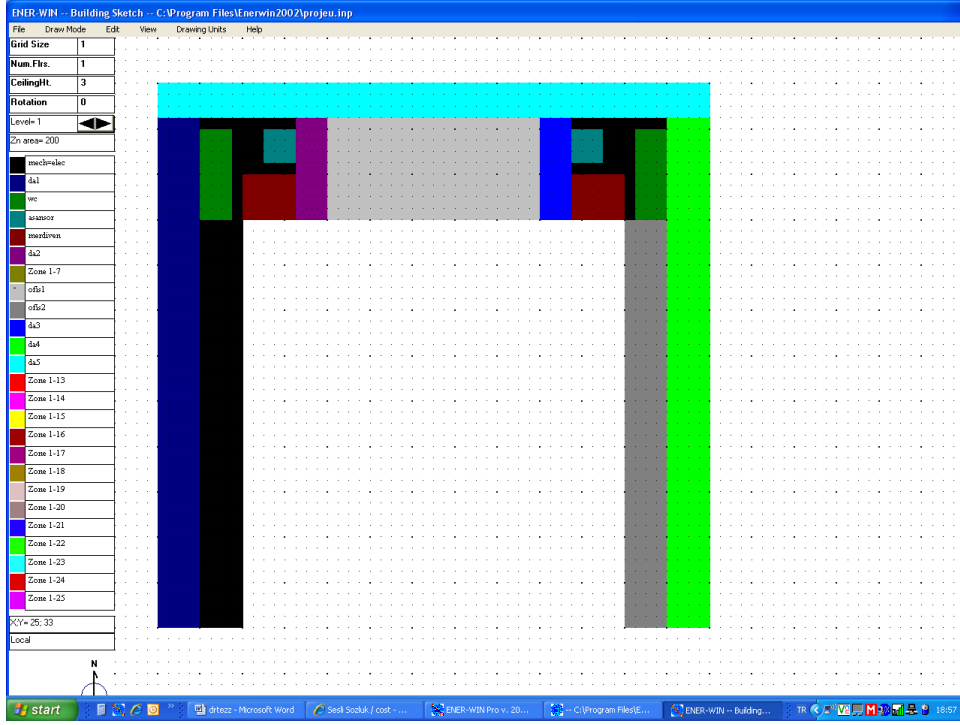
Şekil B.3 İklim verilerinin girilmesi

“ok” tuşuna tekrar basılarak ana ekrana dönülür. Ana ekrandaki “economic parametres” tuşuna basarak açılan yeni ekrana, elektrik, su ve gaz maliyetlerini yazarak programın bu maliyetleri hesaplaması sağlanır, (şekil B.4).

ECONOMIC PARAMETERS		ENERGY COSTS:	
Economic Life :	20 years	0.08 \$/kWh	0.05 Escalation
Mech. System Life:	15 years	5.69 \$/GJoule	0.05 Escalation
Solar System Life :	10 years	.01 \$/1000 L	0.03 Escalation
Discount Rate :	0.07 fraction		
Building Cost Escalation :	0.05 fraction		
		Demand Charge Schedule :	N

Şekil B.4 Maliyet değerlerinin girilmesi

Yine “ok” tuşuna basılarak ana ekrana dönülür. Ana ekrandaki “building sketch routine” tuşuna basılarak projenin çizimine başlanır. Proje çizilirken proje alanlara ayrılır ve alanlara isimler verilir. Proje çizilirken kat yüksekliği, çizime yardımcı olacak gridlerin boyutu, ve projenin kuzey yönüne göre hangi açıyla konumlandırılacağı belirlenmelidir. Gridlerden yararlanılarak çizilen projede her bir alan farklı renkle tanımlanır. İleri tuşuna basılarak bir üst katın çizimi de yapılır, (şekil B.5).



Şekil B.5 Bina planının çizilmesi

“back” tuşuyla ana ekrana tekrar dönülür. Ana ekrandaki “zone description parameters” tuşuna basılarak, bir önceki adımda çizilmiş olan alanların özellikleri tanımlanır. İlk önce mekanın kullanıcı profili belirlenir ve kullanıcı sayısı yazılır. Sıcak su kullanımı, kullanılacak olan ışığın cinsi, havalandırma oranı, iç mekan sıcaklık profili, ısıtma sistemi, doğal havalandırmanın olup olmadığı, güneşiği kullanımının olup olmadığı, kullanılacak olan duvarı özelliği, m<sup>2</sup> si, cam alanı, gölgeleme elemanının olup olmaması bu ekranda girilen değerlerdir. Program bu ekranda girilen değerlere göre hesaplama yapmaktadır, (Şekil B.6).

one Description -- C:\Program Files\Enerwin2002\projeu.inp

Profiles HVAC System Lighting Surface Exp. Properties Help

Bldg. Type: Office ofisu IZMIR, ALABAMA !

Zone No: 11 mech=elec Floor Area: 200 Internal Floor Mass: 340 kg/sq.m.

Occupancy		Hot Water		Ventilation		Lights + Equipment				Temp. Profiles				HVAC System		
No. of people	Prof. No.	Ltr./day/person	Prof. No.	Rate	Prof. No.	Light Type	Cost \$/sq.m.	Watt/ sq.m. Light Equip	Prof. No.	Normal	Holiday	AC type	Heating	1 to 9	1 to 3	
0	1	0	1	CS0.7	1	1	10	5	5	1	9	10	11	12	6	1

Nat. Vent. (Yes/No)	Nat. Vent. L/s/sq.m.	Infiltration Rate (ACH)	Daylight (Yes/No)	Daylighting Depth (m)	Target Lux	Econ Cycle	Static Pres.	Cool COP	Heat COP	Cost (\$/ton) First	Maint.
No	73.2	0.4	No	0	431	No	224	2.49	0.7	1200	54

Wall ID. No.	Wall Area (sq.m.)	Orient. from North (deg)	Surface Exposure (1 to 7)	Exterior Shade RLTF fract.	Window ID. No.	Glass Area (sq.m.)	Roof wall slope	S/W/B	Ven. Blind 0 or 1	Diff. Shade Trans.	Sill Ht. (m.)	Ht. of window top (m.)	Ground Reflec. (fract.)
6	108	90	2	R1 NO F.6	9	0	90	B	0	0	.75	2.25	0
6	12	180	2	NO NO NO	9	0	90	B	0	0	.75	2.25	0
14	40	0	7	NO NO NO	1	0	0	B	0	0	.75	2.25	0
14	160	0	74	NO NO NO	1	0	0	B	0	0	.75	2.25	0

E-Z Parameter Copy

After changes, copy changes to:

All Zones

Selected Zones ...

E-Z Window Sizer

To set same glazing fraction on all walls, set fractional value for each elevation, then click correct box below...

N E S W

Apply new window areas to:

All Zones

Selected Zones ...

OK Undo Last Cancel

Şekil B.6 Alan değerlerinin girilmesi

“ok” tuşuyla ana ekrana dönlür. Bu adıma kadar yapılmış olanlar kaydedilerek enerji hesaplamalarına geçilir. “execute energy analysis” tuşuna basılarak programın enerji hesaplamalarını yapması sağlanır. Enerji analizi iki şekilde yapılabilmektedir; doğal havalandırılmalı, mekanik havalandırılmalı. Bu iki alternatiften biri seçildiğinde enerji analizinin yapılacağı ekran karşımıza çıkar. Bu ekranda enerji analizinin ayın kaç haftası için yapılacağı ve hangi aylar için yapılacağını kararı verilir. Bazı aylardaki enerji analizi gerekmiyorsa, programın bu ayları atlaması sağlanır. İklim verileri olarak programa önceden girmiş olunan veriler kullanılabilceği gibi, iklim verilerinin bulunduğu başka bir dosyadan da bilgi girişi sağlanabilir (şekil C.7).

Run Energy Simulation -- C:\Program Files\Enerwin2002\1.inp

Help

Simulated Weather

Repeat previously run weather sequence

Simulation Length : (Week / month)

Design Temps:

Dry-Bulb Summer Wet-Bulb Dry-Bulb Winter

Recorded Weather  Produce Hourly Output File

Analysis Period: (day-month)  to:

Comfort Zone Temperature Limits:

Lower Limit  Upper Limit

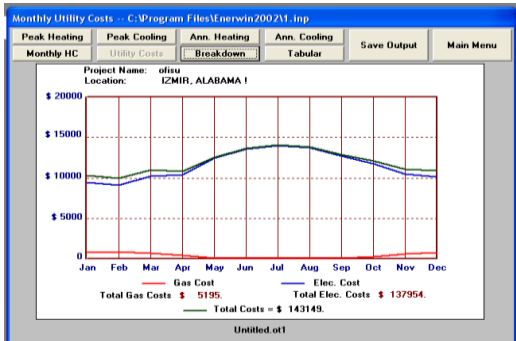
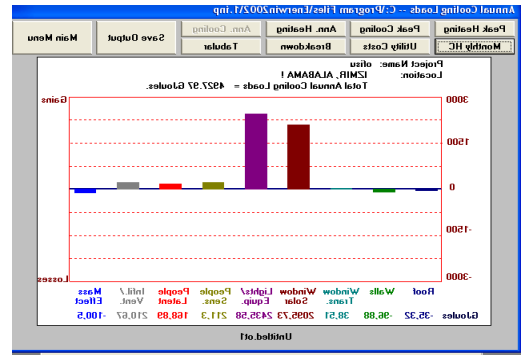
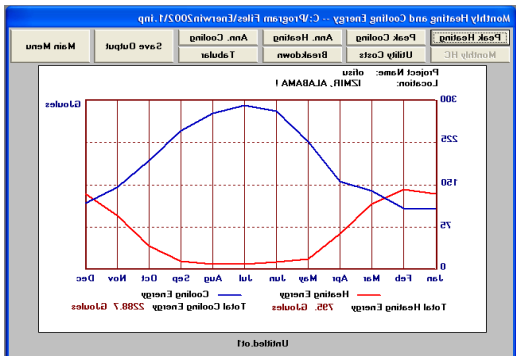
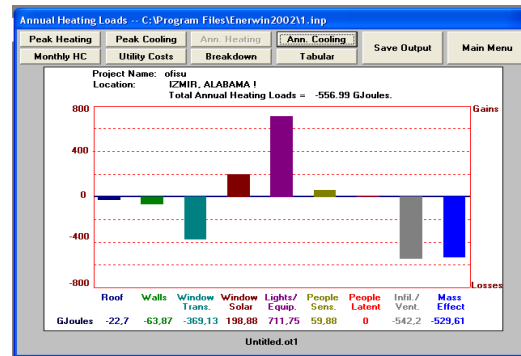
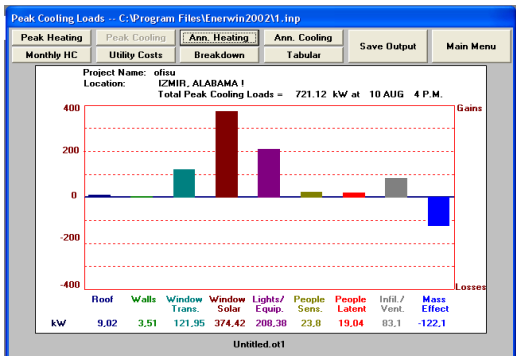
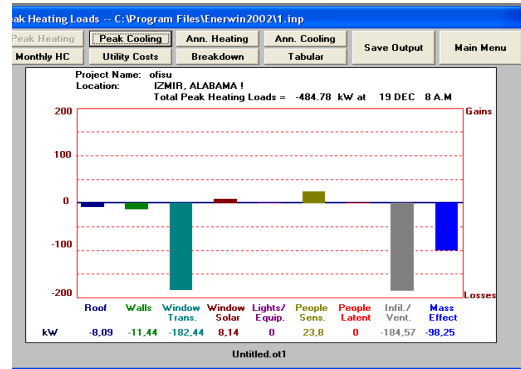
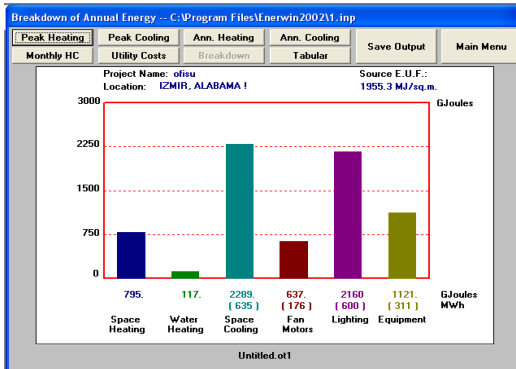
The months you want to skip :

January	May	September
February	June	October
March	July	November
April	August	December

Run Status Indicator... Time=15:36:53

Şekil B.7 Hesaplama ekranı

Programın enerji analizi sonucunda elde edilen sonuç ekranları aşağıdaki gibidir (Şekil B.8).



Şekil B.8 Ener-Win programı sonuç ekranları



**EK C**  
**Çalışmada Kullanılan Cam Bileşenlerin Özellikleri**

Cam Elemanı	Kalınlığı (mm)	Yayma Oranı		Yansıtıcılık		Direk Güneş Işınımı İletimi
		İç Mekan	Dış Mekan	İç Mekan	Dış Mekan	
Şeffaf Cam	6	0.837	0.837	0.073(s)	0.073(s)	0.810(s)
				0.079(v)	0.079(v)	0.888(v)
Şeffaf Cam	8	0.837	0.837	0.074(s)	0.074(s)	0.742(s)
				0.081(v)	0.081(v)	0.870(v)
Şeffaf Cam	10	0.837	0.837	0.068(s)	0.068(s)	0.70(s)
				0.078(v)	0.078(v)	0.869(v)
Şeffaf Cam	12	0.837	0.837	0.066(s)	0.066(s)	0.712(s)
				0.077(v)	0.077(v)	0.860(v)
Güneş Kontrol Camı (optigreen)	6	0.837	0.837	0.053(s)	0.053(s)	0.460(s)
				0.067(v)	0.067(v)	0.751(v)
Güneş Kontrol Camı (optigreen)	8	0.837	0.837	0.053(s )	0.053(s)	0.389(s)
				0.067(v)	0.067(v)	0.703(v)
Low-E kaplamalı cam (Kglass)	6	0.170	0.837	0.108(s)	0.090(s)	0.677(s)
				0.109(v)	0.098(v)	0.822(v)
İklim Kontrol Camı (güneş kontrol +Low-E) (galaxy)	6	0.837	0.042	0.268(s)	0.412(s)	0.198(s)
				0.143(v)	0.133(v)	0.435(v)
İklim Kontrol Camı (güneş kontrol +Low-E) (sunnycl)	8	0.298	0.837	0.102(s)	0.088(s)	0.520(s)
				0.101(v)	0.085(v)	0.669(v)

(v)=görsel  
(s)=solar