
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

SAYDAM CEPHELERDE SOĞUTMA YÜKLERİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ ÖNERİSİ

Peyman Umre ERSAN

DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMMUZ 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Peyman Umre ERSAN

07/07/2021

SAYDAM CEPHELERDE SOĞUTMA YÜKLERİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ ÖNERİSİ

(Doktora Tezi)

Peyman Umre ERSAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2021

ÖZET

Yer, yön, konum ve iklimsel verilerden bağımsız olarak tüm cephe yüzeylerinde benzer nitelikleri taşıyan saydam giydirme cephe sistemlerine sahip binalarda yaşanan problemlerin başında yaz aylarında iç mekânlarda oluşan aşırı ısınma ve oluşan enerji tüketimi artışı gelmektedir. Enerji performansına olumlu katkı sağlayabilmek için aşırı ısınma problemini göz önünde bulunduran mimari tasarım kararlarının alınması gerekmektedir. Çalışmada, saydam cephelere sahip yüksek katlı binalarda sıcak dönemde artan soğutma yükünü azaltmak amacıyla etkin tasarım stratejilerini tespit etmek ve tespit edilen stratejilerin etki düzeylerini belirleyen bir tasarım destek sistemi geliştirmek hedeflenmiştir. Bu amaçla kapsamlı bir literatür taraması yapılarak etkinliği bilimsel olarak kabul edilen soğutma stratejileri belirlenmiştir. Daha sonra uygulaması gerçekleşmiş, sürdürülebilir ve ekolojik yapı olma özelliği ile kabul görerek literatüre geçmiş, bütün cepheleri saydam olan 50 bina örneği analiz edilmiş ve literatürden elde edilen soğutma stratejilerinin uygulamalarda nasıl yer bulduğu ve etkinliği incelenmiştir. Tasarım karar konuları ile ilişkilendirilen soğutma stratejilerinin performans değerlendirmesi ve etki derecelerinin belirlenmesi amacıyla Cross'un beş dereceli skalasından yararlanılmıştır. Her strateji ikili karşılaştırma metodu ile teker teker karşılaştırılmış, önem dereceleri belirlenmiş ve etkinlik düzeylerinin tespiti için bağıl ağırlık matrisi hazırlanmıştır. Tüm stratejilerin amaç/fonksiyon puanları ve amaç/fonksiyon ağırlık değerleri kullanılarak en yüksek değerin en avantajlı durumu ifade ettiği toplam amaç/fonksiyon değerleri tespit edilmiştir. Sistemin belirlediği avantajlı stratejilerin sınanması amacıyla, mevcut bir ofis binasının iyileştirilmesi için senaryolar oluşturulmuş ve Design Builder simülasyon programıyla bu senaryoların soğutma yükleri hesaplanmıştır. Mevcut ofis binasında soğutma yükünü azaltma amaçlı geliştirilen senaryoların sonuçları simülasyon programıyla elde edilmiş, elde edilen sonuçlar analiz edilip karşılaştırılmış, bu veriler neticesinde geliştirilen tasarım destek sisteminin belirlediği avantajlı stratejilerin soğutma yükü üzerindeki etkileri sunulmuştur. Sonuç olarak geliştirilen tasarım destek sisteminin soğutma yüklerinin azaltılmasında tasarımcılara ilk tasarım aşaması itibariyle karar verme süreçlerinde doğru bir yönlendirme yapabileceği ispatlanmıştır.

Bilim Kodu	:	80103
Anahtar Kelimeler	:	Saydam cephe, enerji verimliliği, soğutma stratejileri
Sayfa Adedi	:	218
Danışman	:	Prof. Dr. Figen BEYHAN

SUGGESTION FOR A DECISION SUPPORT SYSTEM TO REDUCE COOLING LOADS ON TRANSPARENT FACADES

(M. Sc. Thesis)

Peyman Umre ERSAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2021

ABSTRACT

Regardless of location, direction, location and climatic data, one of the main problems experienced in buildings with transparent curtain wall systems that have similar qualities on all facade surfaces is the increase in energy consumption, which occurs as a result of overheating indoors in the summer months, and therefore, as a result of cooling loads. In the study, it is aimed to identify effective design strategies in order to reduce the cooling load that increases in high-rise buildings with transparent facades in the hot period and to develop a design support system that determines the effect levels of the identified strategies. For this purpose, a comprehensive literature review was conducted to identify cooling strategies whose effectiveness is scientifically accepted. Fifty building examples, which have been implemented, have been accepted in the literature as a sustainable and ecological structure, all of which are transparent, have been analyzed and how cooling strategies obtained from the literature have a place in applications and their effectiveness have been examined. Cross's five-degree scale was used to evaluate the performance and determine the degree of effectiveness of cooling strategies associated with design decision issues. Each strategy was compared with the pairwise comparison method, their importance levels were determined and a relative weight matrix was prepared to determine the effectiveness levels. Finally, using the goal/function scores and goal/function weight values of all strategies, the total goal/function values, where the highest value represents the most advantageous situation, were determined. In order to test the advantageous strategies determined by the system, scenarios were created for the improvement of an existing office building and the cooling loads of these scenarios were calculated with the Design Builder simulation program. The results of the scenarios developed to reduce the cooling load in the existing office building were obtained with the simulation program, the results were analyzed and compared, and the effects of the advantageous strategies determined by the design support system developed as a result of these data on the cooling load were presented. As a result, it has been proven that the developed design support system can guide the designers correctly in the decision-making processes from the first design stage in reducing the cooling loads.

Science Code : 80103
Key Words : Transparent facade, energy efficiency, cooling strategies
Page Number : 218
Supervisor : Prof. Dr. Figen BEYHAN

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın tamamlanmasında engin tecrübeleri ve kıymetli bilgi birikimi ile destek olan, sıcaklığı, pozitif enerjisiyle manevi desteğini benden esirgemeyen, her zor durumda kaldığımda bana yol gösteren, tavsiyeler veren değerli hocam Prof Dr. Figen BEYHAN' a, doktora çalışmamın ilerlemesinde yönlendirici katkılarından dolayı kıymetli hocalarım Prof. Dr. Güçlü YAVUZCAN ve Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN ' e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora çalışmama başlamam için beni cesaretlendiren, maddi manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bugünlere gelmemi sağlayan hayat görüşü, mesleki ve akademik bilgi birikimi ile bana yol gösteren canım babam emekli defterdar Mehmet ERKINAY' a, fedakâr, sabırlı ve her durumda şefkatiyle yanımda olan dualarını benden esirgemeyen canım annem Nevin ERKINAY' a, çalışma sürecinde yoğun çalışma dönemlerinde her açıdan sabır ve anlayış gösteren, maddi manevi yanımda olan varlığıyla güç bulduğum kıymetli eşim Tolga ERSAN' a, hayatımda olduğu için kendimi şanslı hissettiğim canım ablam Dr. Öğr. Üyesi Merve ERKINAY ÖZDEMİR 'e, her anımda yanımda olan desteğini benden esirgemeyen kıymetlim Meral ERSAN 'a ve sevgili İnş. Müh. Tülinay ERSAN' a en içten sevgilerimi sunuyorum. Son olarak hayatıma girerek bana dünyanın en güzel duygusunu yaşatan varlığına şükrettiğim güzel meleğim Nehir ERSAN' a sonsuz sevgilerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xii

RESİMLERİN LİSTESİ xv

SİMGELER VE KISALTMALAR xvi

1. GİRİŞ 1

2. KURAMSAL TEMELLER VE TANIMLAR 9

2.1. Giydirme Cephe Kavramı 9

2.1.1. Giydirme cephenin tarihçesi 10

2.1.2. Giydirme cephenin sınıflandırılması 12

2.1.3. Giydirme cephelerde konfor ve enerji ile ilgili parametreler 25

2.2. Saydam Cephelerde Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Konuları 26

2.3. Saydam Cephelerde Pasif Soğutma Tasarım Stratejileri 28

2.3.1. Doğal havalandırma 29

2.3.2. Gece havalandırması 34

2.3.3. Bina formu/geometrisi 35

2.3.4. Yönlenme 36

2.3.5. Çift kabuk cephe sistemi kullanımı 37

2.3.6. Hareketli cephe tasarımı 42

2.3.7. Güneş kontrol elemanı 43

Sayfa

2.3.8. Gök avlu (gökyüzü bahçesi) 48

2.3.9. Soğuk çatılar(yeşil çatı) 49

2.3.10. Cam çeşitleri 51

2.3.11. Işık rafı 59

2.3.12. Bitkilendirme 61

2.4. Soğutma Stratejilerinin Uygulanmış Örnekler Üzerinden İncelenmesi 62

2.5. Saydam Cephelerde Soğutma Stratejilerinin Avantaj ve Dezavantajları 81

3. MATERYAL VE METOT 89

4. TASARIM KARAR DESTEK REHBERİNİN SINANMASI 111

4.1. Ankara İklim Verileri 112

4.2. Örnek Bina Genel Bilgileri 112

4.3. Örnek Binanın Modellenmesi ve Sıcak Dönem Soğutma Yükünün Hesaplanması 115

4.4. İyileştirme Senaryolarının Oluşturulması 120

4.5. Senaryoların Analizi ve Sonuçları 124

5. BULGULAR 149

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 157

KAYNAKLAR 161

EKLER 173

EK-1. Bina Kimlik Kartları 175

Ek-2. Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi 209

ÖZGEÇMİŞ 216

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Cephe enerji performansını etkileyen tasarım konuları ve tasarım bağlamları 27

Çizelge 2.2. Cam çeşitleri 51

Çizelge 2.3. City Hall binası kimlik kartı 63

Çizelge 2.4. Commerzbank binası kimlik kartı 64

Çizelge 2.5. Deutsche Post ofis binası kimlik kartı 65

Çizelge 2.6. Doha High Rise ofis binası kimlik kartı 66

Çizelge 2.7. Horizontal Skyscraper-Vanke Center binası kimlik kartı 67

Çizelge 2.8. İstanbloom binası kimlik kartı 68

Çizelge 2.9. KFW Headquarters binası kimlik kartı 69

Çizelge 2.10. Maslak No:1 binası kimlik kartı 70

Çizelge 2.11. Solaris binası kimlik kartı 71

Çizelge 2.12. Şehir Yeşil Sarayı kimlik kartı 72

Çizelge 2.13. Tekfen Öz Levent ofis binası kimlik kartı 73

Çizelge 2.14. Torre Cube binası kimlik kartı 74

Çizelge 2.15. GSW Headquarters binası kimlik kartı 75

Çizelge 2.16. Highlight binası kimlik kartı 76

Çizelge 2.17. 1 Blight ofis binası kimlik kartı 77

Çizelge 2.18. İncelenen örnek binalarda kullanılan soğutma stratejileri 78

Çizelge 2.19. Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler 81

Çizelge 3.1. Tasarım karar konuları ve soğutma stratejileri arasındaki ilişki 94

Çizelge 3.2. Beş dereceli skala 95

Çizelge 3.3. Soğutma startejilerinin performans değerlendirmesi ve etki puanlarının belirlenmesi 97

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.4. Bağıl ağırlık matrisi 101

Çizelge 3.5. Soğutma stratejilerinin denklemdeki değerlerinin kısaltmaları 105

Çizelge 3.6. Soğutma stratejilerinin amaç/fonksiyon toplam değeri 106

Çizelge 4.1. Bina künyesi 113

Çizelge 4.2. İklim zonları 117

Çizelge 4.3. Bina kabuk bilgileri 117

Çizelge 4.4. Yüzey şeffaflık oranı 117

Çizelge 4.5. Ofis binasına ait genel bilgiler 118

Çizelge 4.6. Örnek bina için gerekli soğutma enerjisi ihtiyacı 118

Çizelge 4.7. Örnek binanın zonlara göre soğutma yükü ihtiyacı 119

Çizelge 4.8. 21 Ağustos günü binaya ait toplam soğutma yükü 118

Çizelge 4.9. Güneş kırıcılar ve cam tipleri ile geliştirilen senaryolar 122

Çizelge 4.10. 1. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri 124

Çizelge 4.11. 1. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 125

Çizelge 4.12. 2. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 126

Çizelge 4.13. 3.senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 128

Çizelge 4.14. 4. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 130

Çizelge 4.15. 5. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri 131

Çizelge 4.16. 5. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 132

Çizelge 4.17. 6. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 133

Çizelge 4.18. 7. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 134

Çizelge 4.19. 8. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 135

Çizelge 4.20. 9. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri 136

Çizelge 4.21. 9. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 137

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 4.22. 10. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 138

Çizelge 4.23. 11. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 139

Çizelge 4.24. 12. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 140

Çizelge 4.25. 13. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri 142

Çizelge 4.26. 13. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 142

Çizelge 4.27. 14. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 143

Çizelge 4.28. 15. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 145

Çizelge 4.29. 16. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 146

Çizelge 4.30. 17. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı 148

Çizelge 5.1. Senaryoların ve mevcut durumun sıcak dönemde soğutma enerjisi ihtiyacı ve iyileştirme yüzdeleri 149

Çizelge 5.2. Senaryoların maliyet analizi 151

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 1.1. Doktora tez akış şeması 7

Şekil 2.1. Saydam cephelerin sınıflandırılması..... 16

Şekil 2.2. Çift kabuklu cephe kuruluşu 20

Şekil 2.3. Kutu pencere tipi..... 22

Şekil 2.4. Kutu şaft tipi 22

Şekil 2.5. Koridor tipi 23

Şekil 2.6. Çok katlı çift kabuk cepheler..... 23

Şekil 2.7. Çift kabuk cephelerin havalandırılma biçimleri 24

Şekil 2.8. Doğal konveksiyon veya basınç farkları nedeniyle hava akışları..... 29

Şekil 2.9. Dört farklı hava akışı türü..... 29

Şekil 2.10. Bir binanın etrafındaki yüksek ve düşük basınçlı alanlarda türbülans ve girdap akımları 30

Şekil 2.11. Bir binanın etrafında dolaşan hava, eşit olmayan pozitif ve negatif basınç alanları 30

Şekil 2.12. Rüzgârın çatı üzerindeki etkileri..... 31

Şekil 2.13. Venturi tüpünde bernoulli etkisi 31

Şekil 2.14. Tam venturi tüpleri gibi tasarlanan çatı açıklığı 31

Şekil 2.15. Tek yönlü, karşılıklı/çapraz ve baca etkisiyle havalandırma..... 33

Şekil 2.16. Rüzgar bacasının çalışama ilkesi 33

Şekil 2.17. Güneş bacasının çalışama ilkesi 33

Şekil 2.18. Galeri kullanımı ile doğal havalandırma 34

Şekil 2.19. Eko hücreler..... 34

Şekil 2.20. Gece soğutmasının gün içerisinde çalışma prensibi 35

Şekil 2.21. Binanın yönlenmeye bağlı mevsimsel durumları 37

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.22. Çift kabuklu cephelerin avantajları (2009-2012) 38

Şekil 2.23. Çift cidarlı cephelerin dezavantaj yüzdeleri 39

Şekil 2.24. Boşlukta bitki bulunan çift cidarlı cepheden dikey kesit 41

Şekil 2.25. Dış güneş kontrol elemanları 45

Şekil 2.26. Çift camda güneş kontrol kaplamalı camın ısı yalıtım davranışı 54

Şekil 2.27. Elektrokromik camların şematik gösterimi 56

Şekil 2.28. Işık rafı sistem elemanları ve ışık rafı çalışma prensibi 60

Şekil 3.1. Soğutma yükü esaslı performansa yönelik tasarım destek sisteminin geliştirilme süreci 90

Şekil 3.2. Soğutma stratejilerinin belirlenmesi (ADIM 1) 91

Şekil 3.3. Soğutma stratejilerinin belirlenmesi (ADIM 2) 92

Şekil 3.4. Soğutma stratejilerinin performans değerlendirmesi ve etki derecelendirmeleri (ADIM 3) 95

Şekil 3.5. Soğutma stratejilerinin toplam değeri 108

Şekil 4.1. Ankara iline ait genel istatistik verileri 112

Şekil 4.2. Ofis binasının güney görünüşü 113

Şekil 4.3. Ofis binasının kuzey görünüşü 114

Şekil 4.4. Ofis binasının Doğu-batı görünüşü 114

Şekil 4.5. Ofis binasının Normal kat planı 114

Şekil 4.6. Örnek binanın termal modeli 116

Şekil 4.7. Zonların plan üzerindeki konumları 117

Şekil 4.8. Örnek bina için gerekli soğutma enerjisi ihtiyacı 118

Şekil 4.9. Binaya ait toplam aylık soğutma yükünün zonlara göre dağılımları 119

Şekil 4.10. 21 Ağustos günü binaya ait toplam soğutma yükü 120

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.11. Mevcut durum ve 1. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 125

Şekil 4.12. 2. senaryoda kullanılan güneş kırıcıların design builder programı görüntüsü..... 126

Şekil 4.13. Mevcut durum ve 2. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 127

Şekil 4.14. 3. senaryoda kullanılan güneş kırıcıların design builder programı görüntüsü..... 128

Şekil 4.15. Mevcut durum ve 3. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 129

Şekil 4.16. 4.senaryoda kullanılan güneş kırıcıların design builder programı görüntüsü..... 129

Şekil 4.17. Mevcut durum ve 4. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 130

Şekil 4.18. Mevcut durum ve 5. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 132

Şekil 4.19. Mevcut durum ve 6. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 133

Şekil 4.20. Mevcut durum ve 7. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 135

Şekil 4.21. Mevcut durum ve 8. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 136

Şekil 4.22. Mevcut durum ve 9. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 137

Şekil 4.23. Mevcut durum ve 10. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 139

Şekil 4.24. Mevcut durum ve 11. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 140

Şekil 4.25. Mevcut durum ve 12. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 142

Şekil 4.26. Mevcut durum ve 13. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 143

Şekil 4.27. Mevcut durum ve 14. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 144

Şekil 4.28. Mevcut durum ve 15. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 145

Şekil 4.29. Mevcut durum ve 16. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 146

Şekil 4.30. Kullanılan güneş kırıcının design builder programındaki detayı 147

Şekil 4.31. Mevcut durum ve 17. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması..... 148

Şekil 5.1. Mevcut duruma göre toplam soğutma enerjisi ihtiyacı iyileştirmesi..... 150

Şekil 5.2. Senaryoların maliyet analizlerinin karşılaştırılması 155

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1. Center For Urban Waters 16

Resim 2.2. Hong Kong ve Shanghai bankası güneş kontrol elemanları 17

Resim 2.3. Veolia Binası..... 17

Resim 2.4. Tubitak Gebze binası entegre güneş kontrol elamanı kullanımı..... 18

Resim 2.5. Hotel Industriel Jean-Baptiste Berlier Binası,..... 18

Resim 2.6. GSW Yönetim Binası 24

Resim 2.7. Al Bahar Towers binasının dıştan görünümü ve gölgeleme elemanı detayı 42

Resim 2.8. Loducca Agency binası yatay güneş kırıcı 46

Resim 2.9. Terreal binası düşey güneş kırıcı kullanımı 46

Resim 2.10. DUO Twin kuleleri kafes güneş kırıcı kullanımı..... 47

Resim 2.11. Housing Building Sucre 812 binası hareketli güneş kırıcı kullanımı..... 38

Resim 2.12. Spire Edge Manesar binası..... 49

Resim 2.13. Staircase ofis binası yeşil çatı uygulaması 50

Resim 2.14. Termokromik camın değişik durumlarda görünümleri..... 56

Resim 2.15. Swiss Re binası fotovoltaik cam görünümü 58

Resim 2.16. Clackamas high school binasında ışık raflarının dış cephede görünümü ... 60

Resim 2.17. Editt ofis kulesi 61

Resim 4.1. Ofis binası vaziyet planı 113

Resim 4.2. Ofis binası görünüşleri 115

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklamalar**
ºC	Derece santigrat
epw	Hava durumu dosya uzantısı
U değeri	Isı iletkenlik kat sayısı
m²	Metrekare
W/m²K	Toplam ısı geçiş katsayısı
Pa	Pascal
Kg/m²	Kilogram/metrekare
Mm	Milimetre
TİO2	Titanyum dioxide
m/s	m/saniye
kWh	Kilowatt saat
V	Hız
M	Metre

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BBRI	Belgian Building Research Institute
BS	British Standarts
DIN	Alman standartlar enstitüsü
EN	European Norms
HVAC	Ventilating and Air Conditioning-ısıtma, havalandırma ve iklimlendirmeyi içeren sistem
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
PV	Photovoltaik

Kısaltmalar	Açıklamalar
PVC	Polivinil Klorür
SHGC	Güneş ısı kazancı katsayısı
TS EN	Türk standartları enstitüsü
TS	Türk standart
UV	Ultraviyole

1. GİRİŞ

Enerji kullanımı; 18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan endüstri devriminin ve 1970 yıllarından bu yana yaşanan petrol krizlerinin etkileriyle en çok önem verilen konulardan biri olmuştur. Toplam enerjinin büyük bir kısmı ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma amaçlı olarak binalarda kullanılmaktadır. Diğer sektörlerde olduğu gibi yapı sektöründe de ağırlıklı olarak yenilenemeyen fosil tabanlı yakıtların enerji kaynağı olarak kullanılması nedeniyle enerji etkin tasarımların önemi her geçen gün artmaktadır. Özellikle enerji tüketim profilleri yüksek olan, yüksek içsel ısı kazançları paralelinde ısıtma yanı sıra soğutma gereksinimleri, kaynak tüketimi ve atık üretimi potansiyelleri fazla olan yapı tipleri yeşil kriterler ışığında yeniden ele alınmaktadır.

Günümüzde her alanda "saydamlık" ve "enerji etkinlik" kavramları öne çıkmaktadır. Yapıların biçimlenmesinde de bu kavramların etkisi hissedilmeye başlanmıştır. Yüksek binaların artması ile birlikte yeni inşaat malzemelerinin ve inşaat teknolojilerinin gelişimi hızlanmış ve tüm cephelerin aynı performansla tasarlandığı saydam cepheler daha fazla kullanım alanı bulmuştur. Yapı kabuğunu tasarlarken amaç; gün ışığından maksimum düzeyde yararlanırken, iç ortama temiz hava girişine imkân veren ve kullanıcı gereksinmelerine uyum sağlayan, aynı zamanda enerji etkin sistemlerin ortaya konmasıdır. Sayısı hızla artan yüksek binaların tasarımında soğutma sezonunda bina içinde meydana gelen aşırı ısınma problemine karşı üretilecek pasif çözümler ile ihtiyaç duyulan enerjinin azaltılması ve soğutma yükünün minimuma indirilmesi, bugünün çok katlı katlı/yüksek saydam cepheleri için dikkate alınması zaruri hale gelen en önemli problemler arasında yerini almıştır. Bütün cepheleri benzer özellikler taşıyan ve saydam olan yüksek ofis binalarının özellikle soğutma yükü ile ilgili performansları konusunda akademik çalışmaların yetersizliği bu tezin başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Bu araştırma açığı doğrultusunda pasif soğutmalar için büyük bir uygulama alanı ofis binalarına yoğunlaşarak pasif soğutma stratejilerini incelemek ve bu stratejierin etkin bir şekilde uygulanması yoluyla sürdürülebilir binalar tasarlanmasına destek vermek amaçlanmıştır.

Saydam cepheler, saydam cephe performansını etkileyen parametreler, saydam cephe çeşitleri, çift kabuk cephe sistemleri ve bu sistemlerin olumsuz etkilerinden biri olan aşırı ısınma problemini kapsayan birçok akademik çalışma yapılmıştır. Tez çalışmasında, bu

akademik çalışmaları ve ilgili mevzuatları içeren geniş kapsamlı literatür taramasından sonra elde edilen veriler bağlamında, giydirme cephe kavramı ve sınıflandırılması yapılarak saydam giydirme cepheler hakkında bilgi verildikten sonra saydam cephe performansını etkileyen parametreler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Binalarda en sıcak dönemde artan soğutma yükü kavramının tanımı yapılmış ve yüksek katlı ofis binalarında soğutma yükünü azaltan stratejiler cephe uygulamaları örnekleri üzerinden değerlendirilmiştir. Literatürde erken tasarım aşamasında, enerji verimliliği odaklı bütün cepheleri aynı özelliklere sahip saydam cephe tasarım yaklaşımlarında, tasarımcıyı yönlendirici çözüm yollarının olmadığı saptanmıştır. Bu yüzden çalışmada, Saydam cephelere sahip olan yüksek katlı binalarda, soğutma yüklerinin azaltılmasına yönelik tasarım kararlarını ve etki düzeylerini belirleyerek erken tasarım sürecinde alınacak kararlara destek vermeyi amaçlayan bir sistem önerilmiştir.

Araştırmanın problemi

Cephe performans gereksinimlerinden bağımsız tasarlanan saydam giydirme cephe sistemlerine sahip binalarda sıcak dönemde artan soğutma yükü tezin ana problemini oluşturmaktadır. Özellikle çok katlı/yüksek ve saydam giydirme cepheye sahip binalarda enerji verimliliğinin sağlanması hususunda önemli bir paya sahip olan soğutma yüklerinin azaltılması tasarım sürecinde alınacak kararlarla mümkündür. Bu bağlamda tasarım sürecinde çok katlı/yüksek ve saydam giydirme cepheye sahip binalarda soğutma yükünü azaltma esaslı tasarım stratejilerini saptamak için nasıl bir yöntem uygulanması gerektiği problemin temelini oluşturmaktadır.

Araştırmanın amacı

Bu araştırmanın amacı saydam cephelere sahip olan yüksek katlı binalarda soğutma yüklerinin azaltılmasına yönelik tasarım kararlarını ve etki düzeylerini belirleyerek tasarım sürecinde alınacak kararlara destek vermektir. Bu amaç doğrultusunda tasarlanacak olan çok katlı/yüksek saydam giydirme cepheye sahip binalarda soğutma yüklerini azaltma konusunda önemli bir yaklaşım oluşturulacağı gibi ülke ekonomisine de büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Binaların enerji performansında son derece önemli bir paya sahip olan cephe yüzeylerinin tasarım kararlarında soğutma hedefli tasarım stratejileri ile ilişkilendirilmesi önemlidir. Bu husus dikkate alınarak tasarım karar konuları ile soğutma stratejilerinin ilişkilendirilmesini sağlayan, yüksek katlı binalarında soğutma yükünü

azaltmak amacıyla tespit edilen stratejilerinin etki düzeylerini belirleyen bir destek sistemi geliştirmek tezin temel amacını oluşturmaktadır.

Araştırma soruları

Çalışmada, “Bir binanın her cephesi kendi bağlamları içerisinde tasarlanmalıdır.” hipotezi sorgulanmıştır. Bu çerçevede aşağıdaki araştırma soruları belirlenmiştir:

1. Saydam giydirme cepheye sahip binalarda her bir cephenin performans gereklilikleri nelerdir? Bu gerekliliklere göre tasarlanması soğutma yüklerinin azaltılmasında etkili midir?
2. Saydam cephelere sahip olan yüksek katlı binalarda soğutma yüklerinin azaltılmasına yönelik tasarım kararları nelerdir?
3. Çok katlı/yüksek ve saydam giydirme cepheye sahip binalarda enerji verimliliğinin sağlanmasında etkili olan soğutma yüklerinin azaltılması için uygulanabilecek stratejiler nelerdir?
4. Soğutma Stratejilerinin performans değerlendirilmesi nasıldır ve etki düzeyleri nelerdir?
5. Saydam giydirme cepheye sahip binalarda soğutma yükünü azaltmak için kullanılan soğutma stratejilerinin önem dereceleri tespit edilebilir mi? En etkin tasarım stratejisinin saptanması mümkün müdür?
6. Binalarda soğutma yükünün hesaplanmasında kullanılan simülasyon programı hangisidir? Performansın ölçülmesinde etkili midir?

Araştırmanın önemi

Bu araştırma saydam cephelere sahip olan yüksek katlı binalarda soğutma yüklerinin azaltılmasına yönelik tasarım kararlarını ve etki düzeylerini belirleyerek tasarım sürecinde alınacak kararlara destek vermeyi amaçlamaktadır. Araştırmada geliştirilen destek sistemi, tasarımcılara enerji verimliliği bağlamında soğutma yükünü azaltan yapı kabuğu çözümlerine ulaşmaları için erken tasarım aşamasında yol gösterici olacaktır. Aynı zamanda bu sistemle oluşturulacak tasarımlarda enerjiden maksimum kazanç sağlanacağından ülke ekonomisine de büyük kazanç sağlanacaktır.

Sınırlılıklar

Yapı kabuğu kullanıcının konfor şartlarını sağlamalıdır. Konfor şartlarının sağlanması için binanın iklimlendirme sistemi oldukça önemlidir. İklimlendirme sisteminde ısıtma ve soğutma yükü enerji tasarrufu açısından dikkate alınması gereken temel kıstaslardır. Araştırma sadece soğutma yükü kapsamında sınırlandırılmıştır.

Son yıllarda mimarinin en önemli elemanlarından biri olan giydirme cepheler gelişen teknoloji ile birlikte binanın doğal havalandırmasını sağlama, güneş enerjisinden maksimum yararlanma ve enerji üretme gibi görevleri üstlenmiştir. Giydirme cepheler, saydam, yarı saydam veya mat yüzeylerin birleşmesinden meydana gelen yapı elemanlarıdır. Araştırma her geçen gün önemi artan camın kullanıldığı saydam cepheler kapsamında tutulmuştur.

Araştırmada saydam cephelerin en yaygın olarak kullanıldığı ofis yapıları seçilmiştir. ºçalışması olarak Ankara ilinde bulunan bir ofis binası tercih edilmiştir. Bu ofis binasının mevcut durumu ve geliştirilen tasarım destek sisteminin önerdiği senaryolarla geliştirilen modeller soğutma yükü bağlamında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Yapılan alan çalışmasında;

- Simülasyon hesaplamaları için Ankara ilinde en yüksek sıcaklıkların görüldüğü haziran, temmuz ve ağustos ayları tercih edilmiştir.
- Simülasyon testi saat 08.00-19.00 arasındaki zaman diliminde gerçekleştirilmiştir.
- Analiz aşamasında her katta çalışan kişi sayısı 120 olarak varsayılmıştır.
- Soğutma tasarım sıcaklığı 24 ºC olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın yöntemi

Araştırmada öncelikle ilgili mevzuatları ve literatüre geçmiş akademik çalışmaları, soğutma yüklerinin azaltılması hususunda var olan tasarım yaklaşımlarını, teknikleri, yöntemleri, sınırlılıkları içeren geniş kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra çalışmanın amacına uygun önceden yapılmış örnek 50 binanın analizi yapılmıştır. Literatür taraması ve örnek binaların analizinden elde edilen veriler neticesinde soğutma stratejileri belirlenmiştir.

Tasarım karar konuları ile soğutma stratejileri arasındaki ilişki sorgulanmış elde edilen cevaplarla ilişki düzeyleri tespit edilmiştir.

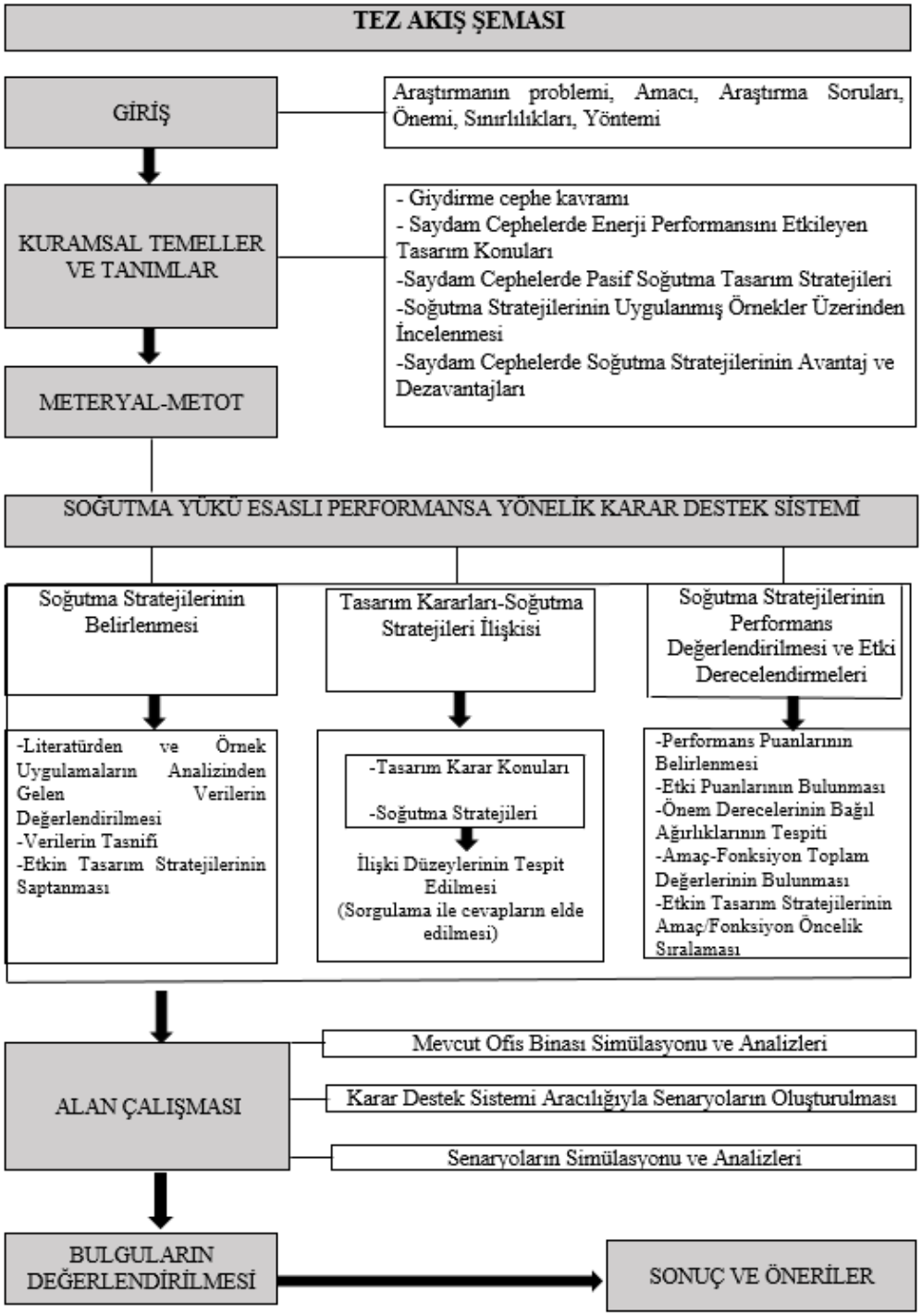
Soğutma stratejilerinin performans değerlendirilmesi etki derecelendirilmeleri için soğutma yükü esaslı performansa yönelik bir tasarım destek sistemi geliştirilmiştir. Yüksek katlı binalarında soğutma yükünü azaltmak amacıyla tespit edilen stratejilerinin etki düzeylerini belirleyerek tasarımcılara sunmak için geliştirilen destek sisteminin nihai haline ulaşmasında 3 aşama takip edilmiştir. Öncelikle soğutma stretejilerinin belirlenmesi amacıyla geniş kapsamlı literatür araştırması yapılmıştır. Soğutma stratejilerini destekleyen dünya literatüründe yer alan uygulama örnekleri tespit edilmiş ve bu örneklerin analizi yapılmıştır. Veri tasnifi ve değerlendirilmesi yapıldıktan sonra yüksek katlı ofis binalarında kullanılabilecek pasif soğutma stratejileri saptanmıştır. İkinci aşamada, sorgulama yöntemi ile tasarım karar konuları ve soğutma stratejilerinin ilişki düzeyleri tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada, yüksek katlı binalarda soğutma yükünü azaltmak için tespit edilen stratejiler Cross'un beş dereceli skalasından yararlanılarak puanlandırılmıştır. Sonraki adımda, stratejilerin birbirlerine göre önemlilik derecelerinin belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma metodundan yararlanılmıştır. Her strateji birbiriyle teker teker karşılaştırılmış, önem derecelerine göre seçeneklere değerler verilmiştir. Tüm satırların toplanması ile ulaşılan değer seçeneklerin önem derecelerini/bağıl ağırlıklarını ortaya çıkarmıştır. İkili karşılaştırmanın yapılarak stratejilerin birbirlerine göre etkinlik düzeylerini belirlemek için ise bağıl ağırlık matrisi hazırlanmıştır. Son olarak tüm stratejilerin amaç/fonksiyon puanları ve amaç/fonksiyon ağırlık değerleri kullanılarak amaç/fonksiyon toplan değerleri hesaplanmıştır. Soğutma stratejilerinin toplam değer sıralaması tespit edilmiştir. En yüksek değer en avantajlı durumu göstermektedir.

Tez çalışmasında, amaca ulaşmak için toplam altı ana bölüm bulunmaktadır. Şekil 1.1'de tez akış şemasında da gösterildiği gibi;

- Birinci bölümde; araştırmanın problemi, amacı, araştırma soruları, önemi, sınırlılıkları ve yöntemi açıklanmıştır.
- İkinci bölümde; sistematik ve geniş kapsamlı bir literatür taraması yapılmış, enerji verimliliği odaklı tanımlar ve kavramlar belirlenerek, soğutma yüklerinin azaltılması hususunda var olan tasarım yaklaşımları, teknikleri, yöntemleri, sınırlılıkları ve sınır

değerleri akademik çalışmalar ile yönetmelikler, standartlar, teknik raporlar vb. ilgili mevzuat incelenerek ortaya konmuştur.

- Üçüncü bölümde araştırmanın temelini oluşturan soğutma yükü kavramı açıklanmış, literatüre geçmiş, yetkin 50 uygulama örneği soğutma stratejileri bağlamında analiz edilmiş ve literatür verileri ile karşılaştırılarak soğutma enerjilerinin azaltılması hususunda etkin tasarım stratejileri belirlenmiştir.
- Dördüncü bölümde materyal ve metot detaylı olarak anlatılmıştır.
- Beşinci bölümde gerçekleştirilen alan çalışması ile mevcut ofis binasının soğutma yükü simülasyonları yapılmış, geliştirilen tasarım karar destek rehberinde yer alan soğutma stratejilerinin değer sıralaması bağlamında tasarım sürecinde tasarımın amaç, hedef ve konsepti ile örtüşen en yüksek değere sahip stratejilerin kombinasyonu ile senaryolar oluşturulup tez kapsamında belirlenen ofis binasında soğutma yükleri test edilmiştir. Alan çalışması üzerinden elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.
- Altıncı bölümde ise; sonuç bölümüdür. Elde edilen verilere dayalı olarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Gelecek araştırmalar için önerilere yer verilmiştir.



Şekil. 1.1. Doktora tez akış şeması

2. KURAMSAL TEMELLER VE TANIMLAR

Bu bölümde saydam giydirme cephe kavramı açıklanmakta enerji verimliliği odaklı tanımlar ve kavramlar belirlenerek, saydam cephelerde enerji performansını etkileyen parametreler ve tasarım bağlamları, soğutma yüklerinin azaltılması hususunda var olan tasarım yaklaşımları, teknikleri, yöntemleri, akademik çalışmalar ile yönetmelikler, standartlar, teknik raporlar vb. ilgili mevzuat incelenerek ortaya konmuştur.

2.1. Giydirme Cephe Kavramı

Doğan Hasol' un Mimarlık Sözlüğü' nde yaptığı giydirme cephe tanımı şöyledir: "Çok katlı bir yapıda, döşemelerin önünden geçerek devam eden, bunlara veya kolonlara asılan, taşıyıcı olmayan çoğu bol camlı dış duvar".

Giydirme cephe sistemleri kendi yükü ve çevresel yükler dışında yük taşımayan, çoğunlukla düşey formda bulunan bina kabuğu olarak tanımlanmaktadır [1].

Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM E631-06), bina taşıyıcı sistem bileşenleri tarafından desteklenen taşıyıcı olmayan dış duvar olarak tanımlanmaktadır [2].

Brookes ve Meijs' e (2008) göre; "giydirme cepheler yük taşımayan duvarlardır, genellikle taşıyıcı sistemin önünden asılır, kendi yüklerini ve rüzgâr yüklerini ankraj noktalarından taşıyıcı sisteme aktarırlar [3].

Morris (2013) giydirme cephe terimini: "Kaplama (cladding) ya da bina cephesi (building facade) ile eş tutmuş, birincil işlevinin iç ve dış ortamı ayırmak ya da sınır oluşturmak olan, binayı saran bir deri" olduğunu söylemiştir [4].

TS EN 13119 (2016) 'da giydirme cepheler için kapsamlı bir tanım yapılmıştır: "Genellikle yatay ve düşey profillerin oluşturduğu bir çerçeveden meydana gelen, birbirine bağlanmış, binanın taşıyıcı sistemine ankrajlanmış, sabit ve/veya açılabilir dolgu elemanları içeren, bir dış ya da iç duvarın tüm gereksinimlerini ya da bir kısmını karşılayan ancak binanın taşıyıcılığına ya da dayanımına katkı sağlamayan, bina kabuğunun bir parçası olan

sistemlerdir ”. Giydirme cepheler; kendisini taşıyabilen ancak ölü yükleri, hareketli yükleri, çevre kaynaklı yükleri (kar, rüzgâr vs.) ve deprem yüklerini bina taşıyıcısına aktaran yapısal elemanlardır [5].

Günümüzde yapılı çevrede ağırlıklı olarak inşa edilen cephe sistemlerinden biri olan saydam giydirme cephe sistemleri gün geçtikçe daha çok tercih edilmektedir. Estetik çekicilik, daha hafif bileşenler ve yapım kolaylığı, alçak ve orta katlı binalardaki popülerliğini artıran şeydir. Aynı zamanda yüksek katlı ofis yapılarında da yaygın olarak uygulanmaktadır.

2.1.1. Giydirme cephenin tarihçesi

Mimari yapılaşma süreci, teknolojik gelişmelerin paralelinde yeni bir sistem arayışı, yeni bir malzeme arayışı içine girmiştir. Mimari yapılaşma sürecinde gelişimden en çok etkilenen öğelerden biri de yapıların dış cephesi olmuştur [6].

Dünyadaki ilk giydirme cephe uygulamasının 1828 yılında Philadelphia' da iki katlı bir banka binasını cephesinde yapılmış olduğu görülmektedir. Giydirme cephe konseptinin ortaya çıkmasına neden olan çelik konstrüksiyonlu ilk gökdelen ise 1883 yılında inşa edilen Chicago'daki "Home Insurance" binasıdır. 1851 yılında Londra'da inşa edilen Crystal Palace sergi merkezi, dökme demir taşıyıcı çubuklar arasına yerleştirilmiş 300.000 parça cam kullanılarak oluşturulmuş, tamamen şeffaf olan kabuğu ile yeni bir kavramı dünyaya tanıtmıştır [7].

Yine 1844-1866 yılları arasında yapılan Palm House, ilk cam binalardan biri olmuştur. Şeffaf kabuk kavramı 1890 yılında Amerikalı mimar Louise Sullivan tarafından Chicago'da inşa edilen Auditorium building ve 1891 yılında Daniel H. Burnham ve John Wellborn Root tarafından yine Chicago 'da inşa edilen Monadnock binasında, bu defa kalıcılık göstermiştir [8].

1904 yılında ilk cam patenti Belçika da alınmıştır. Bu gelişmeyle birlikte camın metallerle birlikte kullanımı yaygınlaşmıştır. A.B.D erken dönem binalarından biri olan 1908 yılında inşa edilen Boley Clothing Company Building, cam ve demirin birlikte kullanıldığı giydirme cephe örneğidir [9].

1934 yılında, Oregon' da bir ticaret merkezi tamamen giydirme cephe ile kaplanmıştır. 1930'lu yıllardan itibaren gelişen teknolojiyle birlikte cam ve alüminyumun bir arada kullanımı artmıştır. 1950'li yıllardan sonra ise giydirme cephe yüksek yapıların sembolü haline gelmiştir [10].

Türkiye'de ilk giydirme uygulamalarından biri, 1959 yılında Enver Tokay ve İlhan Tayman tarafından Ankara'da yapılan Kızılay İş Hanıdır. Mehmet Konuralp ve Salih Sağlamer'in 1973-1979 yılları arasında İstanbul'da yaptıkları Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü binası da başarılı örneklerden birisi olmuştur. Giydirme cephe sistemini Türkiye'de ilk taşıyan firma Çuhadaroğlu Alüminyum Sanayi ve Ticaret A.Ş olmuştur [8].

Giydirme cephe tasarımının bağlı olduğu standartlar ve yönetmelikler

Giydirme cephe sistem seçiminde dikkate alınması gereken kriterlerin başında standartlara uygunluk gelmektedir. Türkiye'de henüz giydirme cephe sistemlerine yönelik belirgin standartlar yürürlükte olmamakla birlikte, ASTM, BS ve DIN normlarında, giydirme cephelere yönelik çeşitli standartlar mevcuttur. Ülkemizdeki büyük firmalar, bu standartlar doğrultusunda sistem üretimini gerçekleştirmektedirler.

Qualanod ve Qualicoat belgeleri, cephe sisteminde kullanılan alüminyum yüzeyler için verilen kalite belgeleridir.

Merkezi Almanya'nın Rosenheim şehrinde bulunan IFT Rosenheim Türkiye laboratuarı pencere, kapı, cam ve cepheler için cam taşıma gücü, iklim değişikliği etkileri, hava geçirgenliği, sürekli mekanik mukavemet, rüzgar yükü direnci, çok katlı izole cam yüksek derece dayanıklılığı, montaj, çarpma yağmur direnci, sistem kontrolü, yoğuşma suyu durumu, su buharı geçirgenliği ve sıcaklık değişim dayanıklılığı gibi testleri EN ISO/IEC 17025' e göre gerçekleştirmektedir. Bu testler sonucu malzemelere ift (Institut für FensterTechnik) Rosenheim sertifikaları verilmektedir.

ASHRAE 55-66 standartında ısısal konfor açıklanmaktadır. Bir yapma çevredeki kullanıcı ısıl konforunun belirlenmesinde; hava sıcaklığı, hava nemi, hava hareketi, hızı ve ortalama ışınımsal sıcaklık gibi fiziksel parametreler ile kıyafetlerin yalıtım direnci ve metabolizma

hızı gibi kullanıcıya ilişkin parametreler etkilidir. Temel olarak ısısal konfor, vücut ile çevre arasında meydana gelen ısıl değişimin bir sonucudur [11].

ASHRAE 62.1.bina dahilindeki mekanlara verilen taze hava miktarını belirleyen standarttır.

ISO 7730 standardında ışınımsal sıcaklık tanımlanmaktadır. Bu tanım; farklı cephe seçeneklerinin iç yüzey sıcaklıklarındaki değişimin, iç ortam ısıl konfor düzeyini farklı şekillerde etkileyeceğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de binalarda birim alanı ısıtmak için kullanılan enerjinin Avrupa birliği ülkelerine göre 2–3 kat daha fazla olması nedeniyle 1985 tarihli 'Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Türk standardı' TS 825 ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın 'Isı Yalıtım yönetmeliği' revize edilmiş ve 2000 tarihinden itibaren zorunlu olarak yürürlüğe girmiştir.

Ülkemizde Bina Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) (2010) ve önündeki olan BEP-Tr binaların enerji ihtiyaçlarının tespit edilmesinde, hesap yapılacak bölgeye ait iklimsel ve coğrafik verilerin kullanımı ile yönlere göre güneş ışınımı şiddetlerinin anlık olarak hesaplanmasını, dış ortam sıcaklık değerlerinin de meteoroloji istasyonları tarafından ölçülen değerler olmasını öngörmektedir. Söz konusu hesaplamaların karmaşık ve zaman alıcı olması nedeniyle 1998 yılında yürürlüğe giren ve halen yürürlükte olan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı (2008) daha fazla rağbet görmektedir.

9 Ekim 2008 yılında binalardaki ısı kayıplarının azaltılmasına, enerji tasarrufu sağlanmasına dair binalarda ısı yalıtımı yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. 5 Aralık 2008 tarihinde binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları içeren binalarda enerji performansı yönetmeliği yürürlüğe girmiştir.

2.1.2. Giydirme cephenin sınıflandırılması

Günümüzde pek çok türde giydirme cephe sistemleri mevcuttur ve bu konuda çeşitli sınıflamalar yapılmıştır. Çok çeşitli ifadelere rağmen, çoğu giydirme cephe, çerçeveler ve panellerden oluşan bir hiyerarşi kullanarak tasarımın temel ilkelerine dayanmaktadır. Ana bileşenler tipik olarak dikmeler, dolgu panelleri ve ankrajlardır [12].

Nispeten yüksek mukavemet-ağırlık oranı nedeniyle genellikle ekstrüde alüminyumdan imal edilen dikey ve yatay kirişler, giydirme cephenin yapısal çerçevesini oluşturmakta ve binanın kolon ve kirişlerden oluşan yapısal çerçevesine benzemektedir. Varyasyonlar yaygın olmakla birlikte, birincil dikmeler tipik olarak bir kattan diğerine dikey olarak uzanmakta ve dikeyler arasında uzanan ara yatay dikmeler arsına cam, metal, taş veya diğer malzemeler yerleştirilerek çerçeve oluşmaktadır. Dolgu malzemesi ile orta kayıt arasındaki bağlantının doğru şekilde ayrıntılandırılması önemlidir [12].

Giydirme cephe sistemleri imalat ve montaj yöntemlerine göre ayrıca sınıflandırılmaktadır. Çoğu giydirme cephe iki ana kategoriden birine girer: çubuk sistemi veya ünite sistemi. Bir çubuk sistemli perde duvarda, münferit bileşenler şantiyede parça parça (veya çubuk çubuk) monte edilmektedir. İlk olarak, birincil dikmeler bina yapısına tutturulmakta, ardından birincil elemanlar arasında uzanan herhangi bir ara dikme yerleştirilmekte ve son olarak, gölgeleme cihazları veya dekoratif kanatçıklar gibi diğer ikincil bileşenlerle birlikte dolgu panelleri kurulmaktadır. Çoğu çubuk sistemi standart, hazır ürünlerdir ve bu nedenle nispeten düşük malzeme maliyetine sahiptir. Çubuk sisteminin bir başka avantajı, ayrı bileşenleri verimli bir şekilde paketleme ve taşıma kabiliyeti nedeniyle düşük nakliye ve taşıma maliyetidir. Çubuk sisteminin ana dezavantajları, genellikle daha yavaş bir hız, daha yüksek işçilik maliyetleri ve fabrika prefabrikasyonuna kıyasla işin kalitesi ve hassasiyeti ile ilgili daha büyük bir problem potansiyeli içeren sahadaki montaj yönteminden kaynaklanmaktadır. Çubuk sistemler genellikle alçak veya orta yükseklikteki uygulamalarla sınırlıdır [12].

TS EN 13830’ da (2005) giydirme cephe sistemleri montaj türüne göre sınıflandırılmaktadır [13]:

- Çubuk sistem, ön yapımlı, opak ya da saydam dolgu panellerini taşıyan yerinde monte edilen hafif bileşenlerden oluşan iskelet olarak tanımlanmaktadır.
- Panel sistem, ön montajlı, bir ya da birkaç kat yüksekliğinde, dolgu panelleriyle birlikte hazırlanan modüllerdir.
- Modüler sistem, birbirine geçebilen, katın bir bölümü yüksekliğinde olan ve dolgu panelleriyle birlikte hazır olan ön üretimli modüller olarak tanımlanmaktadır.

Yeun, Han, Lee, Kim (2011) giydirme cephe sistemlerini malzemelerine göre, taşıyıcı sistemine göre ve yapım sistemine göre olmak üzere 3 başlık altında sınıflandırmaktadır [14]. Malzemelerine göre,

- Metal giydirme cepheler
- Polimer beton giydirme cepheler
- Prefabrik panel duvar sistemleri

Taşıyıcı sistemine göre,

- Düşey kayıt (mulyon) sistemler
- Spandrel sistemler
- Kapak tipi

Yapım sistemine göre,

- Çubuk sistem
- Panel sistem
- Yarı-panel sistemdir.

Giydirme cepheler, kullanılan elemanların ağırlıklarına göre yapılan sınıflandırmada ikiye ayrılmaktadır.

1.Ağır Giydirme Cepheler(> 100 kg/ m²)
2.Hafif Giydirme Cepheler(<100 kg/m²)

Ağır giydirme cepheler; beton esaslı panellerden oluşan giydirme cephe sistemidir. Bu elemanların oluşumunda; normal beton, hafif beton ve gaz beton gibi malzemeler kullanılmaktadır. Kalıp kullanımındaki geniş olanaklar betona istenilen şeklin verilmesine izin vermektedir ve istenilen yüzey dokusu elde edilmektedir [7].

Hafif giydirme cepheler ise; cephe elemanlarının taşıyıcı bir iskelet üzerine yerleştirildiği şeffaf veya opak panellerin oluşturduğu giydirme cephe türüdür. Kullanılan malzemeye göre metal çerçeveli ve saydam cepheler olmak üzere sınıflandırabiliriz. Giydirme cepheler çok

çeşitli dolgu malzemeleri (paslanmaz çelik, metal sandviç panel, granit, cam vb.) içerebilse de, cam en yaygın olanıdır.

Bu çalışmada saydam giydirme cepheler detaylı olarak incelenecektir.

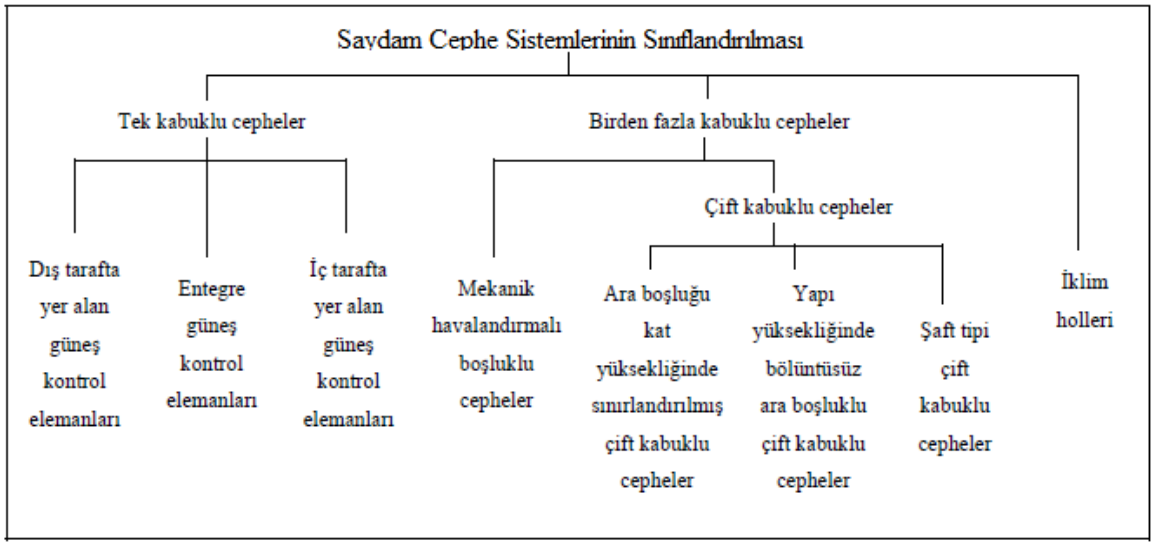
Saydam giydirme cepheler

Teknolojik gelişmelerle beraber yeni yapı malzemeleri ortaya çıkmış ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Kompozit, granit, mermer, taş, cam v.b. paneller giydirme cephelerde dolgu elemanı olarak kullanılmaktadır. Endüstri devrimiyle beraber, kullanımı çok eskilere dayan cam bina cephelerinin tamamında kullanılmaya başlamıştır.

20.YY başlarından itibaren malzeme ve yapı teknolojisinde gerçekleşen gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan saydam cepheler hafif olmaları, estetik görünümleri, imalat ve montajlarının kolay olması, iklim koşullarına dayanıklılıkları nedeniyle kısa zamanda, özellikle yüksek katlı yapılar için vazgeçilmez bir yapı kabuğu haline gelmişlerdir [8]. Camın yapılarda daha fazla kullanılmaya başlanması ise giydirme cephe sistemlerinde şeffaflığın öne çıkmasını sağlamıştır.

Camlı yüzeyler ısıl direçlerinin opak kabuk bileşenlerinden daha düşük olmasına karşın, ısıtma gerektiren dönemde güneşten pasif kazanç sağlamaları, doğal aydınlatma açısından vazgeçilmez oluşları nedeniyle, binanın enerji performansı açısından yapı kabuğunun en önemli bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

Saydam cephelerin sınıflandırılması şekil 2.1’ de ifade edilmiştir [15].



Şekil 2.1. Saydam Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması [15]

Tek kabuklu cepheler

Tek tabakalı cephelerde güneş kontrolünün sağlanabilmesi için ek yüzey kaplamaları kullanılmaktadır. Bu tip cephelerde ayarlanabilir ek güneş kontrol elemanlarını kullanmak kaçınılmazdır.

Güneş kontrol elemanlarının cephedeki konumuna göre tek kabuklu cephe sistemleri üçe ayrılmaktadır.

1. Dış tarafta yer alan güneş kontrol elemanları: Dış tarafta yer alan güneş kontrol elemanları, binanın dışında kalan güneş ışınımını yansıtır. Cihazlar sabitlenebilir veya hareketli olabilir. Dış gölgelendirmelerin en yaygın sorunu bakım maliyetleridir [16].



Resim 2.1. Center For Urban Waters [17]

Bu ünitelerin üç tip uygulaması bulunmaktadır [18].

1.tip; Bu tip cephelerde saçaklı çatılar ya da bina bölümleri, tenteler, cephelerden fırlayan güneş kırıcılar ve sabit açılı panjur gölgeleme elemanları bulunmaktadır.



Resim 2.2. Hong Kong ve Shanghai bankası güneş kontrol elemanları [19]

2. tip; bu cephe uygulamalarında kumaş storlar, perdeler, jalûziler veya büyük panjurlar gibi ürünler bulunmaktadır.
3. tip; daha az yaygın olan üçüncü tip cephelerde ise, paneller, hareketli cephe elemanları, ızgara perdelemeleri ve ışık saptırma elemanları gibi cephe üniteleri kullanılmaktadır.



Resim 2.3. Veolia Binası [20]

2. Entegre güneş kontrol elemanları: Bir diğer gölgeleme yöntemi ise cam tabakaları ile entegre olmuş güneş kontrol elemanlarının kullanımıdır. Camlı ünite içinde bütünleştirilmiş güneş kontrol elemanlarının dezavantajı, temizlik ve bakım maliyetlerinin yüksek olması ve elektrik motorlarının cam tabakaları arasına yerleştirildiği için bakımının pahalı olmasıdır.



Resim 2.4. Tubitak Gebze binası entegre güneş kontrol elamanı kullanımı [21]

3. İç tarafta yer alan güneş kontrol elemanları: Güneş kontrol elemanlarının iç tarafta yer aldığı çözümlerin etkinliği azdır. Bina sakinleri tarafından kontrol edilebilirler ancak dış güneş kontrol elemanlarından daha az etkilidirler. Çünkü güneş radyasyonun meydana getirdiği ısı odanın içerisinde kalmaktadır [16].



Resim 2.5. Hotel Industriel Jean-Baptiste Berlier Binası [22]

Tek kabuklu cepheler bileşenlerinde güneş kontrol elemanları bulundursalar dahi tek başlarına çevresel faktörlerin tümüne direnç gösterebilecek bir yapıya sahip olmamakla birlikte istenilen konfor şartlarını sağlamada yetersiz kalmaktadırlar. Bu yüzden aşırı ısı kazançlarına da engel olabilmek için bazı katmanlara gereksinim duyarlar. Birden fazla katman sayesinde içlerinde farklı amaçlar barındıran sistem ve mekanizmaların

kurgulanabileceği boşluklara sahip cepheler, tek kabuk cephelerin yetersiz kaldığı durumlar için geliştirilmiş sistemlerdir.

Birden fazla kabuklu cepheler

Birden fazla kabuklu cepheler ikiye ayrılmaktadır:

- Mekanik havalandırmalı boşluklu cepheler
- Çift kabuklu cepheler

1. Mekanik havalandırmalı cepheler: Bu tip cephe sistemlerinin karakteristiği, cephe gerisinde güneş kontrol elemanları ile birlikte bir cam bölme yüzey eklenmesidir. Boşluktaki göreli az basınç sayesinde iç ortamdaki kullanılmış havanın bir kısmı bu ara boşluğa çekilmekte, burada ısınan hava güneş kontrol elemanlarının ısısını da alarak mekanik havalandırma yoluyla dışarı atılmaktadır. Katlar arasında hava bağlantısı yoktur ve hava, ara boşluk içinde yukarı veya aşağı yöne doğru hareket etmektedir. Mekandan dışarı atılan havanın ısısını geri kazanmak için ısı dönüştürücüleri kullanılabilmektedir [15].

Havalandırmalı boşluklu cephelerin avantajı, iç ortamdaki hava sıcaklığı ile cam yüzeyin sıcaklığı arasındaki farkın minimize edilmesidir. Bu sayede iç ortamda, cephe yanında ısıl konfor artmakta ve ısıtma ile soğutma için kullanılan enerji maliyeti azalmaktadır [15].

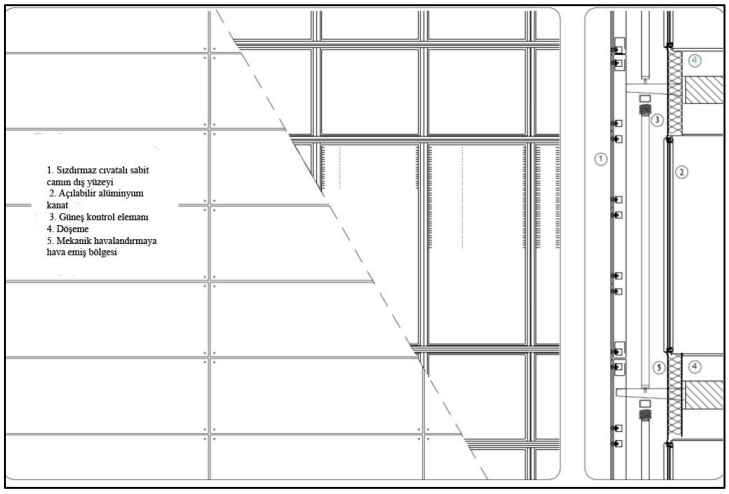
Mekanik sistemlerin kullanıldığı uygulamalarda ek enerji yükü söz konusudur. Ayrıca tasarımda mekanik sistemlerin boyutlandırılması ve gereken tesisat hacimlerinin dikkate alınması gerekmektedir. Mekanik havalandırmalı sistemler, doğal havalandırmalı sistemlere göre daha fazla gürültülü olabilmektedir.

2. Çift kabuklu cepheler: Çift kabuklu cephe sisteminde birçok farklı fonksiyonlu katman vardır; dış cephe kabuğu, iç cephe kabuğu ve bu cephe kabukları arasındaki boşluk. Güneş kontrol elemanları cephe kabukları arasındaki boşlukta iklim etkilerinden korunaklı şekilde yer almaktadır.

Çift kabuklu cephelerde, bir dış katman, tipik olarak tek camlı cıvatalı sabit camlı duvar olmak üzere tek bir cam kaplama içermektedir. Bu, iç katmandan 750 mm ile 1000 mm arasında bir boşlukla ayrılmaktadır. Geniş boşluk, öncelikle bakım erişimi için gereklidir. İç

yüzey tipik olarak çubuk veya birleştirilmiş sistemler kullanan, açılır pencereleri olan standart bir çift camlı perde duvar sistemidir. Dış katman iç katmanı rüzgârla savrulan yağmurdan koruduğu için iç katmanı oluşturmak için metal ve cam dışında malzemeler kullanılabilir. Bu sistemde, temiz havanın dış duvardan iki kabuk arasındaki bölgeye geçmesine izin verilmektedir. Hava boşluğa girdiğinde rüzgar hızı önemli ölçüde düşer ve camlı iç duvarın temiz hava girmesi için açılan pencerelere sahip olmasına izin vermektedir. Bu yöntem, özellikle ofis binaları ve kamu binalarında, rüzgar hızının pencerelerin güvenli bir şekilde açılmasına izin vermeyecek kadar yüksek olduğu üç kattan daha yüksek katlı binalarda özellikle yararlıdır. Boşluğa kolay erişim sağlamak ve yürüyüş yolunun binanın dışarısını kapatmamasını sağlamak için genellikle iç kat ile aynı seviyeye bir yürüyüş yolu yerleştirilmektedir. Yürüme yolu, boşluğa bakan cam yüzeylerin kolayca temizlenmesine ve korunmasına izin vermektedir [23].

Aşağıdaki şekilde çift kabuklu cephe kuruluşunun çalışma ilkesi gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Çift kabuklu cephe kuruluşu [23]

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 kütlesinin yaz aylarında gece akşam saatlerinde soğutulması için yine bu boşluktan ve boşluktaki havanın hareketinden faydalanılır [24]. Ara boşluğu birkaç katta bir sınırlandırmak yangın ve gürültü korunumu için uygun bir yaklaşımdır.

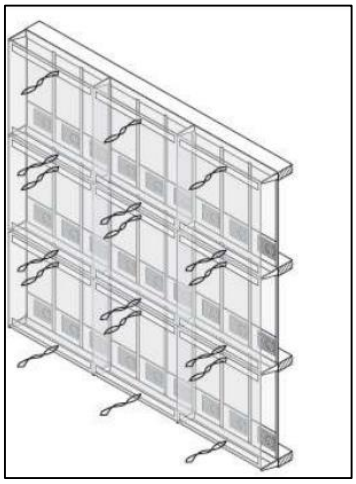
Doğal havalandırmalı çift kabuk cephelerde, alt kottan alınan dış ortam havasıyla, iç ortama taze hava girişi sağlanır ve tampon bölgede ısınan havanın yükselmesi prensibine dayanarak üst kottaki açıklıktan iç ortamın kirli ve sıcak havası dış ortama atılır. Bu durum kaynaklarda "baca etkisi" olarak adlandırılmaktadır [25]. Tampon bölgede yükselerek üst kottan atmosfere karışan havadan ötürü alt kottaki "doğal bir çekiş bacası" vazifesi gören ızgaralı açıklıktan temiz ve serin hava alınır. Isınıp yükselen sıcak hava üst kottaki açıklıkta birikir ve üst kottan atmosfere karışır. Yani bu durumda, tampon bölgenin alt kotundaki açıklık negatif basınca sahip emme bölgesiyken; üst kottaki açıklık da pozitif hava basıncına sahip olup, kirli havanın birikerek dış ortama atıldığı bölgedir [26]. Baca etkisinin büyüklüğü, iç ve dış ortam sıcaklıkları arasındaki farka bağlı olarak değişir. İç ortamla dış ortam arasındaki hava değişimi, cephe tabakaları arasındaki rüzgar kuvvetine ve hava hareketi hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir [25]. Bu tip çift kabuk cephelerde tampon bölge genişliği önemlidir. Belirli değerlerin üzerine çıkması halinde, iç ortam havalandırmasında rüzgarın iç ortama daha az etkide bulunması doğal havalandırmanın etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Çit kabuk cephe uygulamaları genellikle üst kattaki pencerelerin aşırı rüzgar nedeniyle verimli bir şekilde kullanılmadığı yüksek katlı binalarda görülmektedir. Tek katmanlı cepheye ikinci bir cam kabuğun eklenmesiyle rüzgâr basıncının azalması, yüksek bir binanın en üst katında dahi pencere açılmasına ve binanın doğal olarak havalandırılmasına imkan tanımaktadır [27].

Çift kabuklu cephe sistemleri, beş farklı şekilde tasarlanabilmektedir.

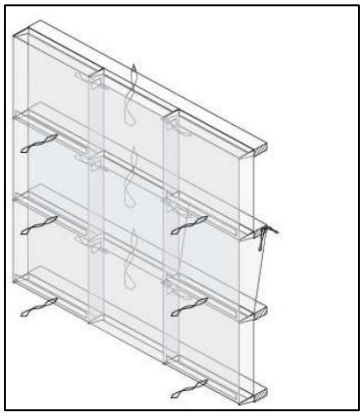
- Kutu pencere tipi: İnşaat endüstrisinde tanıtılan ilk çift cidarlı cephe tipidir [28]. Çift kabuk cephe yatay ve dikey bölümleme ile küçük, bağımsız kutulara bölünmüştür. Kutu pencerelerde dış cephedeki her bir pencere modülünde, doğal havalandırmaya olanak sağlayan hava giriş ve çıkış menfezleri bulunabilmektedir [29,30]. Bu tip cepheler

mahremiyetin önemli olduğu binalar için kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek akustik performansı sunmaktadır.



Şekil.2.3. Kutu pencere tipi [31]

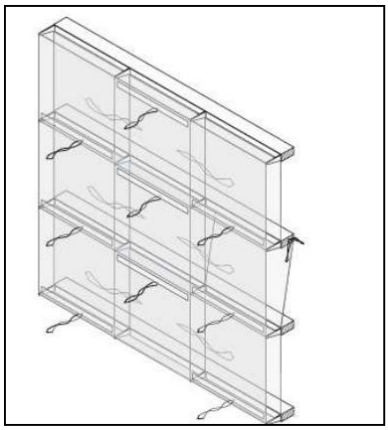
- Kutu şaft tipi: Sistem, bina üzerinde yatay olarak ikiye bölünmüş kutu tipi pencereler ve düşey şaftlardan oluşmaktadır. Yatay bölme kutusu tipi pencereler, özel açıklıklar ile her kattaki dikey bölümlere bağlanmaktadır. Dikey segmentte kullanılan baca efektleri, kutu tipi pencerelerden hava çeker ve tüm cephede hava akışı yaratmaktadır Bazen hava akışına yardımcı olmak için mekanik bir hava akımı sistemi de buna dahil edilmektedir [28].



Şekil. 2.4. Kutu şaft tipi [31]

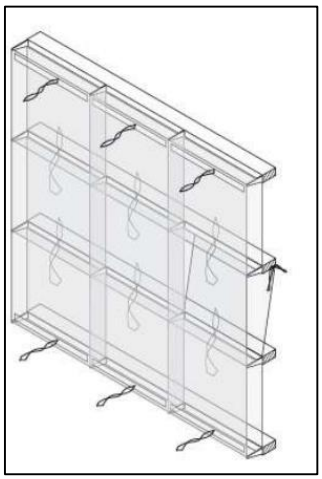
- Koridor tipi: Koridor cephesi sadece her kat tarafından yatay olarak bölünmektedir, böylece boşluk, binanın yatay uzunluğu boyunca açık olmaktadır. Havalandırma hem mekanik hem de doğal olabilmektedir.[30] Bu sistemin avantajı, binanın her katının

kendi içinde hava sirkülasyonunu sağlamasıdır. Dış cephede, her katın kendi alt seviyesinde bulunan açıklığından çift cidar arasındaki koridora alınan hava, yine her katın kendi üst seviyesinde bulunan açıklığından dışarı tahliye edilmektedir [32].



Şekil 2.5. Koridor tipi [31]

- Çok katlı çift kabuk cepheler: Çok katlı çift cidarlı cephelerde hava kanalı yatay ve düşey bölücü elemanlarla bölümlendirilmemiştir. Hava boşluğu bina yüksekliği boyunca tek bir hava kanalı olarak devam eder. Tüm bina yüksekliği boyunca, dış cam cephe yüzeyinde tek bir hava giriş menfezi ve tek bir hava çıkış menfezi bulunmaktadır. Kat hizalarında temizlik, bakım onarım gibi gereksinimleri gidermek için havalandırmaya engel olmayan yürüyüş yolları bulunmaktadır [32].



Şekil. 2.6. Çok katlı çift kabuk cepheler [31]

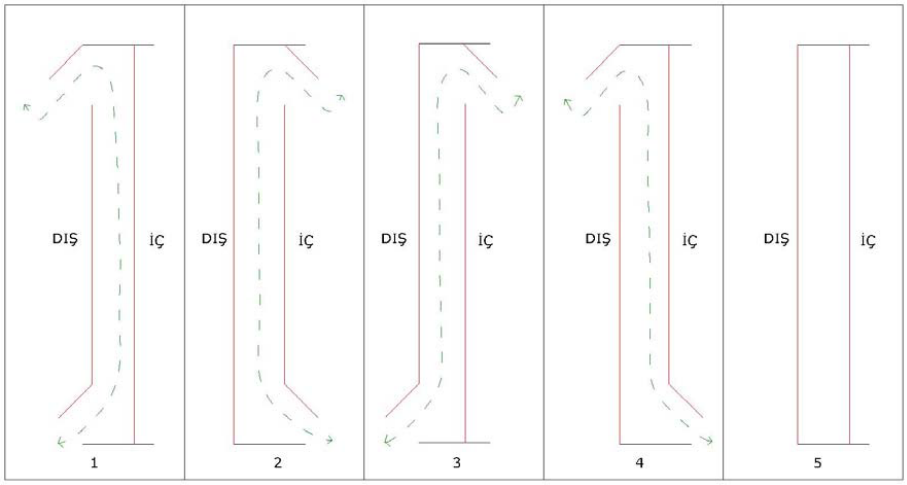
- Çok katlı panjurlu çift kabuk cepheler: Çok katlı panjurlu çift cidarlı cephelerde, dış cephede saydam giydirme cephe yerine hareketli panjurlar bulunmaktadır.

Bu cephelerde güneş ışınlarının çok olduğu durumlarda panjurlar kapalı duruma getirilebilmekte veya dış çevre ile kontağı sağlamak için açılabilmektedir [32].



Resim 2.6. GSW Yönetim Binası [33].

Çift kabuk cephelerin hava akış türlerine göre sınıflandırılması ise aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 2.7. Çift kabuk cephelerin havalandırma biçimleri

1. 1 numaralı tipte boşluk içerisindeki hava dışarıdan gelmekte ve binanın havalandırma sistemiyle etkileşime girmeden dışarı atılmaktadır.
2. 2 numaralı tipte dış hava perdesinin aksine, boşluğun içindeki hava iç mekandan gelmekte ve odaya geri döndürülmektedir.
3. 3 numaralı tipte boşluğun ve bitişik odanın hava kaynağı dış ortam havasıdır. Bu hava boşluktan bitişik odanın içine getirilmektedir.
4. 4 numaralı tipte boşluktaki hava odanın içinden gelip ve dışarı atılmaktadır.

5. 5 numaralı tipte, boşluk havalandırılmaz, bu da iç ve dış kısım arasında bir tampon bölge oluşturmaktadır [34].

Çift kabuk cephelerin havalandırma türüne göre de farklı uygulamaları vardır. Bu uygulamalar 3 şekilde olmaktadır:

1. Doğal havalandırmalı (pasif) cepheler
2. Mekanik havalandırmalı (aktif) cepheler
3. Doğal ve mekanik havalandırmalı (hybrid ya da interaktif) cepheler [BBRI, 2004].

2.1.3. Giydirme cephelerde konfor ve enerji ile ilgili parametreler

Cephenin ısıl performansını belirleyen temel faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

Pencerenin ortalama ısı geçirme katsayısı (Uo, W/m2K)

Pencere bileşenlerinin ortalama ısı geçirme katsayısı olan Uo değeri, pencereyi oluşturan opak ve şeffaf bileşenlerin alana bağlı olarak hesaplanan, birim alan için kondüksiyon, konveksiyon ve ışıma yolları ile ısı transferi miktarını belirtmektedir. Bu değer pencerenin ısı geçirme direncinin tersidir, yani Uo = 1/R'dir. Uo değeri düştükçe ısı transferi miktarı azalmakta, pencerenin ısı korunum düzeyi artmaktadır [35].

Güneş ısısı kazanç katsayısı (solar heat gain coefficient, SHGC, g pencere)

Pencerenin güneş ışınımına karşı güneş kontrolü veya ısı kazancı açısından performansına yönelik hassas değerlendirmelerde kullanılmaktadır. SHGC pencere değeri cam tarafından iç ortama geçirilen ısı enerjisi ile çerçeve ve cam tarafından soğurulduktan sonra iç ortama verilen ısı enerjisi miktarlarının toplamı şeklindedir. Tüm pencerenin güneş ışınımına karşı performansını belirlemektedir. Güneş ısı kazanç katsayısı (SHGC); 0 ile 1 değerleri arasında değişmektedir. Yüksek SHGC değeri yüksek ısı kazancını, düşük SHGC değeri düşük ısı kazancını ifade etmektedir.

Serinlik indeksi (Coolness index-Dx,)

Değer doğal aydınlatma düzeyinin yeterliliğini kontrol için kullanılmaktadır. Görülebilir alan ışınım geçirgenliğinin (Tvis), gölgeleme katsayısına (SC) oranıdır (Dx= Tvis/SC). Düz camın Dx değeri 1,0'dir [36].

Pencerenin sızdırmazlık düzeyi (L)

Pencerenin iç dış ortam arasında 50 Pa basınç farkı olduğu koşullardaki infiltrasyon oranını belirtmektedir. Amerika ve Kanada standartlarında basınç farkı 75 Pa olarak alınmaktadır [35].

2.2. Saydam Cephelerde Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Konuları

Binaların enerji performansında son derece önemli bir paya sahip olan cephe yüzeylerinin tasarım kararlarında belirleyici olan tasarım konuları söz konusudur. Bu tasarım konularında verilecek kararlar tasarımın ısıl konfor koşullarını sağlamada büyük etkiye sahiptir.

Mimari tasarımın ilk evrelerinden itibaren bu etkili tasarım kararlarının seçiminde dikkatli olunmalıdır. Bu tasarım kararları da ısı, güneş ışığı, ses, rüzgar, estetik vb. gibi birçok tasarım etmenine bağlıdır. Bu etmenlere bağlı olarak saydam cephelerin enerji performansını desteklemek için mimari tasarımın ilk evrelerinde verilmesi gereken tasarım karar konuları ve tasarım bağlamları Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Cephe enerji performansını etkileyen tasarım konuları ve tasarım bağlamları

Cephe Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Konuları	Tasarım Bağlamları
İklim	• Sıcaklık • Nem • Yağış miktarı • Rüzgâr hızı ve yönü • Güneşlenme süresi • Güneş ışınımı verileri • Atmosferik kirlilik
Yönlenme	Kuzey, Güney, Doğu, Batı Güneydoğu, Güneybatı Kuzeydoğu, Kuzeybatı
Bina formu/Geometrisi	• Plan • Kesit • Dış görünüm • Denge ve sadelik, • Oran ve ölçek, • Mekânların birbiri ile ilişkisi, • Görsel etki, • Stil, • Süsleme ve dekor
Cam seçimi	• Cam türü • Cam özellikleri • Cam kalınlıkları
Gölgeleme	• Türü • Konumu • Malzemesi • Açısı • Rengi

Tasarım konuları, soğutma hedefli tasarımlarda cephe performansını belirlemede oldukça önemlidir.

2.3. Saydam Cephelerde Pasif Soğutma Tasarım Stratejileri

Dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık %55'i konut geri kalanı da ticari binalar tarafından tüketilmektedir. Soğutma enerji tüketimi, konut ve ticari binaların toplam enerji tüketiminin sırasıyla % 2,9 ve % 6,7'sini temsil etmektedir [37]. Bu da binaları yaşam evreleri boyunca daha az enerji tüketen binalar olarak tasarlamayı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle enerji etkin bina arayışı, mimaride gün geçtikçe önemli bir rol kazanmaktadır. Bu yaklaşım mimari tasarım kararlarının gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda enerji kayıplarını minimuma indirmeyi ve kullanılan enerjiden maksimum düzeyde faydalanmayı hedefleyen yapı kabuğu arayışı üzerine yapılan araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Saydam cepheler, hafif olmaları, estetik görünümleri, imalat ve montajlarının kolay olması, iklim koşullarına dayanıklılıkları nedeniyle kısa zamanda, özellikle yüksek katlı yapılar için vazgeçilmez bir yapı kabuğu haline gelmişlerdir. Saydam cepheye sahip binalarda günışığının iç hacimlerde yarattığı olumlu etkilerine karşın, günışığı kaynaklı problemlerle de karşı karşıya kalınmaktadır. Yaz döneminde günışığının kontrolsüz ve dolaysız olarak iç hacme ulaşması aşırı ısınmaya ve binanın soğutma yüklerinin artmasına, dolayısıyla da soğutma amacıyla tüketilen enerjinin artmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir bir tasarım sürecinde, termal konforu sağlamak için ısıdan kaçınma ve pasif soğutma ön planda olmalıdır. Mekanik ekipman ısıdan kaçınma ve pasif soğutmanın yeterli gelmediği durumlarda devreye girmelidir. Oldukça az miktarda kullanılmalıdır.

Pasif tasarım yaklaşımlarının temel amacı her mevsim, binada termal konforu elde etmektir. Bir binanın pasif sistem olarak gösterdiği enerji performansı binaya ilişkin mimari tasarım parametreleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu parametreler içerisinde en önemlileri olarak, iklimsel ve mevsimsel koşullar, yönlenme, bina formu, cam seçimi, güneş kontrol elamanlarının seçimi sayılabilir. Çalışmada; bu parametreler çerçevesinde soğutma yükünü azaltma esaslı tasarım stratejileri belirlenmiştir.

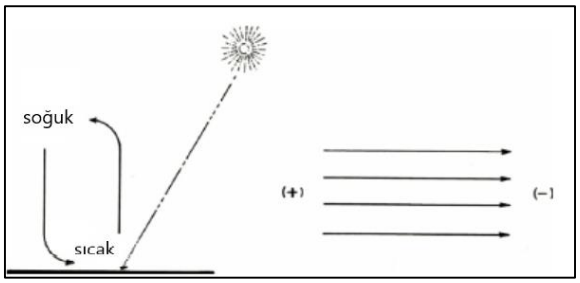
Binanın pasif sistem olarak enerji performansını etkileyen tasarım stratejileri:

2.3.1. Doğal havalandırma

Binalarda doğal havalandırma, pasif soğutma stratejilerinden en çok uygulananlardan bir tanesidir. Binada doğal havalandırma mekanik araçlar kullanılmadan temiz havanın bina içine alınması, binada dolaştırılması ve kirlenen havanın binadan uzaklaştırılması prensibi ile sağlanmaktadır.

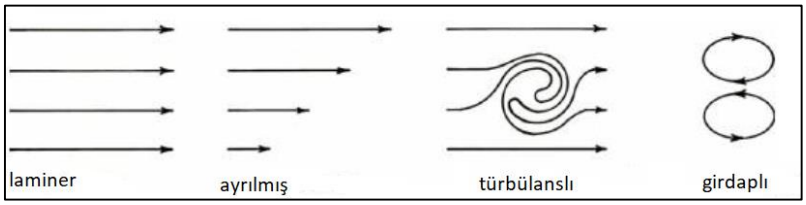
Bir binanın doğal havalandırma sistemi tasarlanırken yaz ve kış ayları için ayrı ayrı tasarım kararları alınmalıdır. İyi düzeyde doğal havalandırmanın sağlanmasında hava akışının oluşumu, hızı, davranışı, bina içerisinde ve çevresinde oluşturduğu basınç bölgelerinin dağılımı önemlidir. Yaz aylarında havalandırma veya kışın rüzgârdan korunmak için başarılı tasarımda aşağıdaki hava akışı ilkelerine dikkat edilmelidir [38].

1. Hava akışının nedeni: Hava, sıcaklık farklılıklarından kaynaklanan doğal konveksiyon akımlarından veya basınç farklarından dolayı akmaktadır.



Şekil 2.8. Doğal konveksiyon veya basınç farkları nedeniyle hava akışları [38]

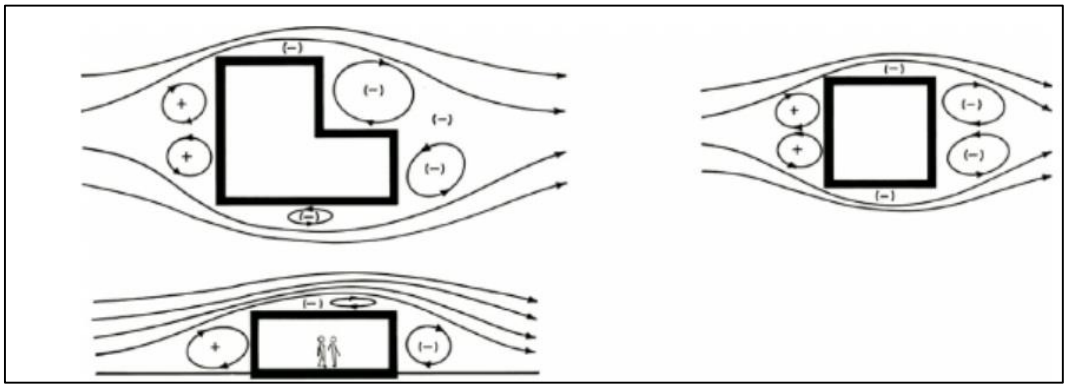
2. Hava akışı türleri: Dört temel hava akışı türü vardır. Bunlar, laminer, ayrılmış, türbülanslı ve girdaplı akımlardır.



Şekil 2.9. Dört farklı hava akışı türü

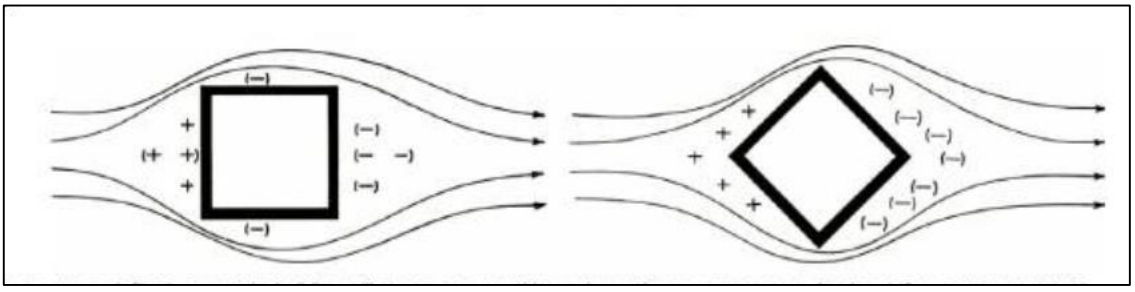
Binalar gibi keskin engellerle karşılaştığında hava akışı laminerden türbülansa geçmektedir. Girdap akımları, laminer hava akışlarının neden olduğu dairesel hava akışlarıdır. Bir binanın

etrafındaki yüksek ve düşük basınçlı alanlarda türbülans ve girdap akımları meydana gelmektedir. Bu akımlar şekil 2.10' da ifade edilmektedir.



Şekil 2.10. Bir binanın etrafındaki yüksek ve düşük basınçlı alanlarda türbülans ve girdap akımları [38]

3. Atalet: Havanın bir miktar kütlesi olduğundan, hareket eden hava düz bir çizgide gitme eğilimindedir. Yön değiştirmeye zorlandıklarında, hava akışları eğrileri takip edecek, ancak asla dik açıları izleyemeyecektir.

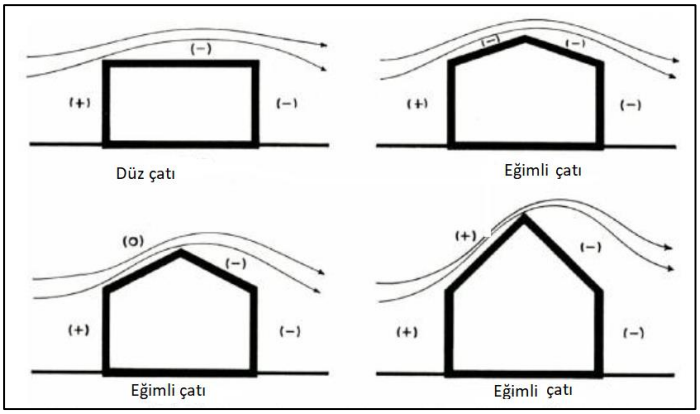


Şekil 2.11. Bir binanın etrafında dolaşan hava, eşit olmayan pozitif ve negatif basınç alanları [38]

4. Havanın korunumu: Bir binaya yaklaşan hava, binadan çıkan hava ile aynı olmalıdır. Bu nedenle hava akımlarını temsil eden çizgiler sürekli olarak çizilmelidir.
5. Yüksek ve alçak basınç alanları: Hava bir binanın rüzgar tarafına çarptığında, basınç oluşturur ve pozitif basınç oluşturmaktadır.

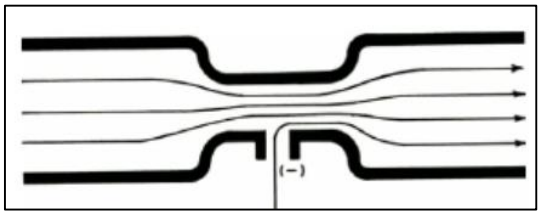
Aynı zamanda, hava rüzgar tarafından emilerek negatif basınç oluşturmaktadır. Yanlarda yön değiştiren hava genellikle negatif basınç da yaratır. Bu basınçlar eşit olarak dağılmamaktadır. Çatı üzerinde oluşturulan basınç türü, çatının eğimine bağlıdır. Bir çatının

kuytu tarafındaki basınç her zaman negatiftir, ancak rüzgar yönünde bu, çatının eğimine bağlıdır.



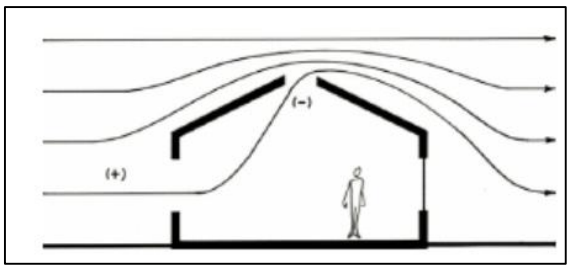
Şekil 2.12. Rüzgârın çatı üzerindeki etkileri [38]

6. Bernoulli etkisi: Bernoulli etkisinde, bir sıvının hızındaki artış, statik basıncını düşürmektedir. Bu prensipten dolayı, bir venturi tüpünün daralmasında negatif basınç vardır. Venturi tüpü Bernoulli etkisini göstermektedir. Havanın hızı arttıkça statik basınç azalmaktadır. Böylece daralmadaki bir açıklık havayı emmektedir.



Şekil 2.13. Venturi tüpünde bernoulli etkisi [38]

Üçgen çatı da yarım bir venturi tüpü gibidir. Böylece, sırtın yakınındaki herhangi bir açıklıktan hava emilmektedir. Çatı açıklıkları tam venturi tüpleri gibi tasarlanarak etki daha da güçlü hale getirilebilir.



Şekil 2.14. Tam venturi tüpleri gibi tasarlanan çatı açıklığı [38]

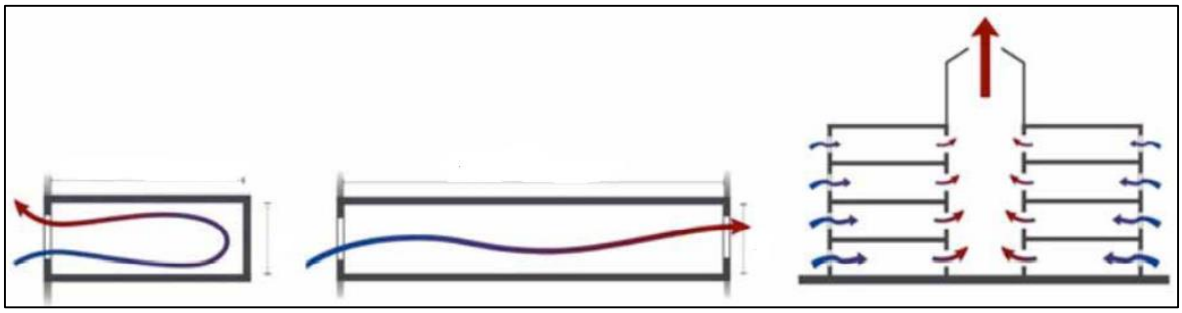
Doğal havalandırmanın etkin bir şekilde sağlanmasında binanın konumunun, biçiminin, planının ve boşluklarının bu hava hareketlerine göre düzenlenmesi önemlidir.

Binalarda doğal havalandırma için en yaygın yöntemler; açılabilir pencereler, kat bahçeleri, çapraz havalandırma, havalandırma bacaları, rüzgar kepçesi(rüzgar bacası), iç galeriler (atriumlar), eko hücrelerdir.

1.Açılabilir pencereler: Açık pencerelerden sağlanan hava akımı ile iç ortamda temiz ve istenilen sıcaklık seviyesi sağlanabilir ve iç ortamdaki kirli hava açık pencerelerden uzaklaştırılabilir. Duvar boşluğunun/pencerenin üst kısmında sıcak ve kirlenmiş hava, alt kısmında ise serin ve temiz hava, orta kısımda ise hava deviniminin olmadığı tarafsız bölge yer alır. Kanat düzenlemeleri ve kanat açılış biçimlerinde, bu ilkeye dikkat edilmesi verimli hava devinimi sağlanabilmesi için önemlidir [39]. Etkin bir doğal havalandırma sağlamak için pencereler, hakim rüzgar yönünde ve buna dik konumda tasarlanmalıdır. Ancak özellikle yüksek katlı binalarda pencereleri açmak pek mümkün olmadığından bu yapı grubunda tercih edilen bir yöntem değildir.

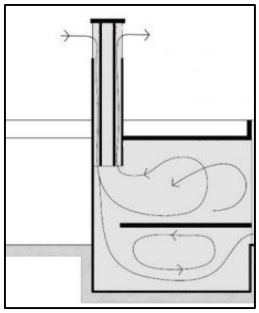
2.Çapraz havalandırma: Binanın çevresindeki hava akımları rüzgarın geldiği cephede yüksek basınç bölgeleri diğer cephelerde ise alçak basınç bölgeleri oluşturmaktadır. Çapraz havalandırma yöntemi rüzgarın yüksek basınçtan alçak basınç yönüne hareket etmesi ile gerçekleşmektedir. En üst düzeyde havalandırma giriş çıkış alanları büyük ve pencere açıklıkları rüzgarı dik aldığı durumlarda sağlanmaktadır.

3. Baca etkisi ile havalandırma: Rüzgarın esmediği ya da yapının rüzgar almadığı durumlarda yapının etrafında bir hava hareketine gereksinim duymayan baca havalandırması yapıda serinletici etki yapabilmektedir. Baca etkisiyle havalandırma prensibi, sıcak havanın yükselip odanın en üst noktasından çıkması ve serin havanın alt kotta bulunan açıklıktan içeri girmesi şeklindedir.



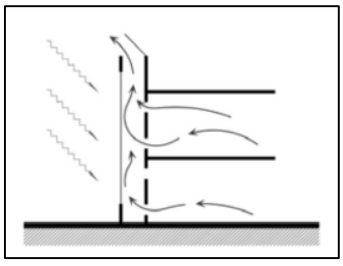
Şekil 2.15. Tek yönlü, karşılıklı/çapraz ve baca etkisiyle havalandırma [26]

4. Rüzgar bacası: Genellikle binanın en üst noktasına yerleştirilen rüzgar bacası ile doğal havalandırma sağlanabilmektedir. Güneş ve rüzgarın birlikte kullanıldığı bir yöntemdir. Yüksek basınç ve düşük basınç bölgeleri arasında hava dolaşımı prensibiyle çalışmaktadır. Sıcak havanın yükselmesi ile baca çıkışlarından kullanılmış hava dışarı atılmaktadır.



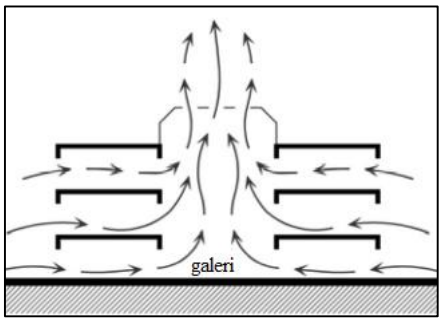
Şekil 2.16. Rüzgar bacasının çalışama ilkesi

5. Güneş Bacası: Güneş bacasında dışarıya açılan biri sıcak diğeri soğuk iki egzos bacası bina içerisinde hava akımı oluşturmaktadır. Bu sistemde bacanın bir yüzü camdır ve bina ile temasta olan kısımlar yüksek sıcaklığa karşı iyi derecede yalıtılmıştır. Cam yüzeye gelen güneş ışınları bu yüzey arkasındaki havayı ısıtır. Isınan bu hava ile dış ortamdaki soğuk hava arasında oluşan yoğunluk farkı hava akımı oluşmasını sağlamaktadır. Temiz hava binanın merkezine doğru taşınır kullanılmış hava ise baca etkisiyle dış ortama atılır.



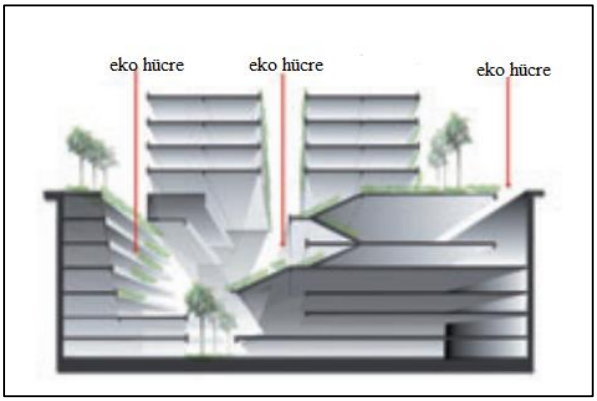
Şekil 2.17. Güneş bacasının çalışama ilkesi

6. Kat bahçeleri: Binalarda kullanılan kat bahçeleri dikey peyzaj olanağı sağlarken özellikle yüksek katlı, pencere açılamayan binalarda kullanıcılara doğal hava alma imkanı sağlamaktadır.
7. İç galeri(Atriumlar): Bu sistemde, ısınan hava yükselir prensibi ile binanın içinde oluşan kirli hava binanın galeri/atriumunda bulunan hava çıkış noktalarından dışarı atılmaktadır. Isınan hava yükselir ve binanın pencerelerinde binaya temiz hava alınır.



Şekil 2.18. Galeri kullanımı ile doğal havalandırma

8. Eko hücreler: Bu sistemler bina cephesinde tasarlanan, gün ışığını ve doğal havalandırmayı binanın iç derinliklerine getiren hücrelerdir.

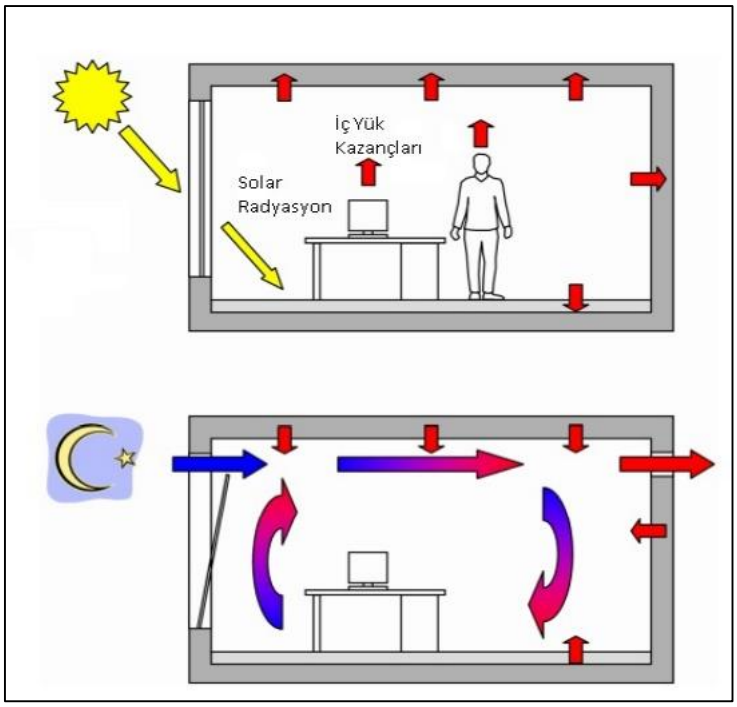


Şekil.2.19. Eko hücreler

2.3.2. Gece havalandırması

Yaygın olarak kullanılan pasif soğutma yöntemlerinden bir tanesi de gece havalandırmasıdır. Diğer soğutma tekniklerinde olduğu gibi gece havalandırmasında da yerel iklim özellikleri yöntemin etkinliği açısından son derece önemlidir. Gece soğutması prensibi temel olarak gün içerisinde yapıda biriken ısıyı serin gece havasını kullanarak

uzaklaştırmaya dayanır. Sıcaklık değerleri kontrol edilerek iç ortamdan daha serin hava mahal içerisinde sirküle edilir ve yapının duvarlarında, döşemesinde ve çatısında bulunan termal kütle yüzeylerinden ısı çekilir [40]. Şekil 2.20'de gün içerisinde depolanan ısının gece boyunca dışarıdan alınan hava ile yer değiştirmesi ve uzaklaştırılması gösterilmektedir.



Şekil.2.20. Gece soğutmasının gün içerisinde çalışma prensibi [40]

Gece soğutması binalarda havalandırma kapakları, menfezler, çift kabuk cepheler veya kutu pencereler vasıtası ile yapılabilmektedir.

2.3.3. Bina Formu/Geometrisi

Bina formu, ısı kayıp ve kazancını etkileyen önemli bir faktördür. Bina formu/geometrisi;

- Plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı,
- Bina yüksekliği,
- Çatı türü, eğimi,
- Cephe eğimi ve çıkıntıları
- Farklı yönlere bakan çatı ve cephe yüzey alanları

- Cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar gibi binaya ilişkin değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir.

Soğutma yükünü azaltmak için tasarım sürecinde iklim koşullarına en uygun bina formunun seçilmesi önemlidir. Bina formu her iklim bölgesi için farklı şekilde ele alınması gereklidir. Isıl konfor koşullarının sağlanması ve tüketilen enerjinin azaltılması için çevresel veriler değerlendirilerek bina formları belirlenmedir. Nemli iklimlerde hakim rüzgar yönünde geniş cepheli dikdörtgen formlar, sıcak iklimlerde güneşin olumsuz etkisini azaltmak için dış yüzey alanlarının minimize edildiği kare avlulu formlar, soğuk iklimlerde ise ısı kayıplarını azaltmak için kompakt formlar tercih edilmelidir.

2.3.4. Yönlenme

Güneş ışınımı ve rüzgâr gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim göstermektedir. Dolayısıyla güneş ışınımlarının ve rüzgar etkilerinin doğru yönlenme ile optimizasyonunu sağlamak mümkündür. Bina yönlendirilmesindeki temel amaç ısınmanın istenmediği dönemlerde güneşin ısıtıcı etkisinden korunurken rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmak, ısınmanın istendiği dönemde ise güneşin ısıtıcı etkisinden yararlanırken rüzgarın serinletici etkisinden korunmaktır.

Güneş ışınım şiddetleri cephelerin baktığı yönlere göre değişim göstermektedir. Kuzey yarımküre için güneşlenme süresinin en fazla olduğu yön güneydir. Kış mevsiminde binanın güneyi en fazla güneşlenme süresine sahiptir. Yaz aylarında ise güneş ışınlarının dik gelmesinden dolayı doğu ve batı yönlerine göre daha az güneşlenme süresine sahiptir. Yaz aylarında batı cephesi binaların en elverişsiz olan cepheleridir Bu nedenle sık kullanılan mekânlar güney cepheye yerleştirildiği zaman binalar güneşten en fazla kazanımı sağlarlar (güney yarımküre için kuzey cephe) [41]. Yaz aylarında batı cephesi ise binaların en elverişsiz olan cepheleridir.

Binanın konumu özellikle ısıtma ve soğutma enerjisinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Şekil 2.26'da her bir cephe için doğrudan güneş ışığı almalarına bağlı olarak ısıtma enerjisi ihtiyaçları ve soğutma enerjisi ihtiyaçları belirtilmiştir [42]. Yaz aylarında soğutma enerjisi ihtiyacının batı ve doğu cepheli odalarda diğer cephelere oranla daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 2.21. Binanın yönlenmeye bağlı mevsimsel durumları [42]

Yaz aylarında pencere alanı oranının oda iklimlendirilme üzerinde önemli bir etkisi vardır. Cephede pencere alanının büyük olması, mekânların yoğun güneş ışığı almasına neden olmaktadır. Yönlenmenin etkisi gözetilmeden yapılan tasarımlarda cam oranı arttıkça yaz aylarında soğutma yükü kış aylarında ise ısıtma yükü artacaktır.

Yönlenmede güneş ışınımı kadar hakim rüzgar da etkili olmaktadır. Hakim rüzgar yönleri dikkate alınarak tasarımda uygun değerler yakalanabilmektedir. Binada depolanan ısı enerjisi miktarının doğru yönlenme ile azaltılması mümkündür.

2.3.5. Çift kabuk cephe sistemi kullanımı

Bölüm 2.1.3' te çift kabuk giydirme cephelerin çalışma prensibi, türleri ve sistem özellikleri hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Bu bölümde ise binalarda soğutma yükünü azaltma performansı açısından değerlendirmiştir.

Bina kabuğunun büyük bir bölümünü oluşturan cepheler, 'iç ve dış mekânların ara bağlantısı, sabit ve değişken açılardan görüntüsü, biçim ve işlev ilişkisi gibi temel sorunların yoğunlaştığı bir alandır. Temelde cepheler, iç ve dış arasında yer alan ayırıcı bir bölme olarak mekân içinde yaşayanları dış etkilerden korumak işlevini üstlenmektedir. Tarihsel

gelişim süreci içinde mimaride enerji ve çevre bilinçli tasarımın giderek önem kazanması ile birlikte cephe oluşumları ve cephelerin performans beklentilerinde büyük değişimler yaşandığı görülmektedir. Bu değişimler sonucunda da enerji etkin cephe sistemleri geliştirilmiştir. Enerji etkin akıllı binalarda sıklıkla kullanılan bu cepheler genelde çift kabuklu olarak tasarlanmakta ve enerji etkinlik bağlamında tasarımcıya geniş olanaklar sağlamaktadır [43].

Gerek yapı kabuklarının enerji tüketimindeki önemli rolü, gerekse çift cidarlı cephe sistemlerinin değişen iklim koşullarına karşı adaptasyon sağlayarak enerji performansına olumlu katkı sağlama iddiası, küresel ölçekte yaygın olarak araştırılan ve uygulanan çift cidarlı cephe sistemlerinin ülkemiz koşuları için de araştırılmasını gerektirmektedir.

İnan ve Başaran 2001-2012 yılları arasında literatürde yapılmış olan araştırmalar doğrultusunda, çift kabuklu cephe sistemlerinin avantaj ve dezavantajlarını belirlemişlerdir. Şekil 2.22'de çift kabuklu cephelerin avantajları listelenmiştir [44].

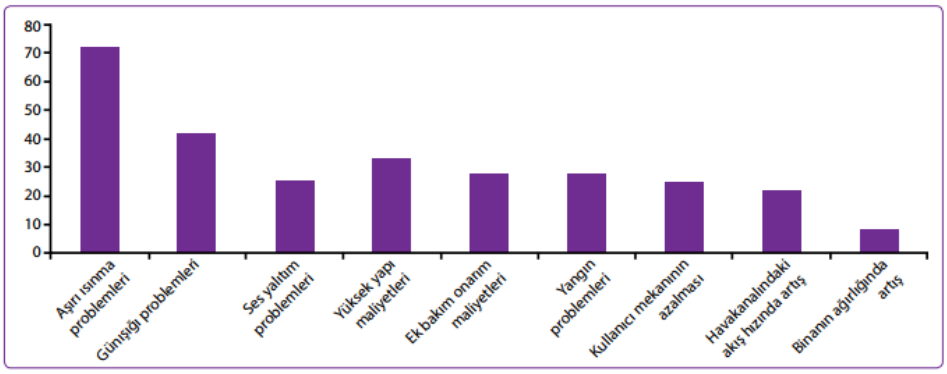
Avantajlar	Oesterle vd., (2001)[18]	Li, (2001)[19]	Hendriksen vd., (2002)[10]	Zöllner vd., (2002)[11]	Saelens vd., (2003)[12]	Jager vd., (2003)[13]	Loncour vd., (2005)[14]	Yilmaz ve Çetintaş, (2005)[15]	Safer, vd., (2005)[16]	Ding vd., (2005)[17]	Faggembauu (2006)[18]	Poizaris (2006)[19]	Bestfacade (WP5), (2007)[20]	Gratia and Herde, (2007)[21]	Haase vd., (2007)[22]	Asdrubali ve Baldinelli, (2007)[23]	Gavan vd.[24]	H'ségen vd. (2008)[25]
Şeffaflık	–	√	√	√	√	–	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Isı yalıtımı	√	√	√	–	√	–	√	√	–	√	√	√	√	–	√	√	√	√
Ses yalıtımı	√	√	√	–	–	√	√	√	–	√	√	√	√	√	√	√	√	–
Güneş kırıcı elemanları koruma	√	–	√	–	√	√	–	–	√	√	√	√	√	√	√	–	√	√
Gece havalandırması	√	–	√	–	–	–	√	–	–	–	√	√	√	√	–	√	–	–
Doğal havalandırma	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Yüksek rüzgar hızlarında indirgem	√	–	√	√	–	√	√	–	√	–	–	√	√	√	–	√	–	–
Isıl konfor	√	√	√	–	–	–	–	√	√	√	√	√	√	√	–	–	√	√
Düşük U-katsayısı ahd g-katsayısı	–	–	√	√	√	–	√	√	–	–	√	√	√	√	√	√	–	√
Enerji kazanımı	–	√	√	–	√	–	√	–	√	–	–	√	√	√	√	√	√	–
Uygun maliyet	√	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	√	√	–	–	–	–

Şekil 2.22. Çift kabuklu cephelerin avantajları (2009-2012) [44]

Çalışmada çift kabuklu cephe sistemlerinin en çok vurgulanan başlıca avantajları sırasıyla; doğal havalandırmaya imkan sağlaması, şeffaflık oranı yüksek olan cephe sayesinde bina ile çevre etkileşiminin artmasına olanak sağlaması, yapının ısı yalıtımını desteklemesi, aşırı gürültülü bölgelerde ses yalıtımına katkı sağlaması, ısı iletim katsayısı ve güneş ısı kazanç katsayısını düşürmesi, iç mekanın ısıl konforunu arttırması, enerji tasarrufu sağlaması, güneş kırıcı elemanların hava kanalında tasarlanmasına olanak sağlayarak, güneş kırıcı elemanları rüzgar ve olumsuz hava koşullarından koruması, yapıyı yüksek rüzgar hızlarından ve hava

koşullarına karşı koruma sağlaması ve gece havalandırması yaparak yazın gün içerisinde yapı kütlelerinin depoladığı ısıl enerjinin azaltılmasını sağlaması olduğu tespit edilmiştir [44].

Çalışmada çift cidarlı cephelerin dezavantajları da belirlenmiştir. Şekil 2.23' te bu dezavantajların yüzdeleri gösterilmiştir.



Şekil 2.23.Çift cidarlı cephelerin dezavantaj yüzdeleri [44]

Tüm çift cidarlı cephe türleri doğal havalandırmaya olanak sağlarken, doğru tasarlanmayan hava akış modunun kanalda aşırı ısınma problemine neden olabileceği aşikârdır. Bu sistemlerin en çok vurgulanan dezavantajlarının başında %72 oranla hava kanalındaki aşırı ısınma problemleri gelmektedir [44].

Çift cidarlı cepheler geleneksel cephelerin eksik yönlerini gidermek için geliştirilmiş uygulamalardır. Yaz koşullarında, çift kabuk cephe sistem seçeneklerinin tek kabuk cephe sistem seçeneklerine göre iç ortam ısıl konforu açısından daha etkin sonuçlar verdiği birçok çalışmada görülmektedir. Ancak Güneş ışınlarının çok fazla ve dik geldiği zaman aralığında, özellikle yaz döneminde aşırı ısınmayı önlemek için bu iki cephe arasında kalan boşluktaki havalandırmanın çok iyi yapılması gerekmektedir.

Yapılan bilgisayar simülasyonları ve testler, doğal hava sirkülasyonunun boşlukta güneş radyasyonundan kaynaklanan ısının %25 kadarlık kısmını uzaklaştırdığını ortaya çıkarmıştır [45]. 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 [24]. Güneş radyasyonunun fazla olduğu durumlarda aşırı ısınmaya karşı ara boşlukta iyi havalandırma yapılmalıdır. Havalandırmanın etkinliği boşluk genişliğine ve dış kabuktaki havalandırma açıklıklarının boyutuna bağlıdır. Dış ortam ve ara boşluk arasındaki hava değişimi; cephe üzerindeki hava basınç şartlarına, baca etkisine ve açıklıkların hava boşaltım katsayısına bağlıdır [45]. Bu delikler pasif sistemler ya da el veya makine ile açılabilir nitelikte (aktif sistemler) olabilmektedir. Dış ortamın yüksek ısısını 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. Kullanılan güneş kontrol elemanı jaluzi, stor vb. ise kapalı konuma getirir.

Kış aylarında ise iki kabuk arasındaki boşluk, ısıl tampon bölge oluşturarak ısı kayıplarını azaltmakta ve güneş radyasyonundan pasif ısı kazanımına imkan vermektedir.

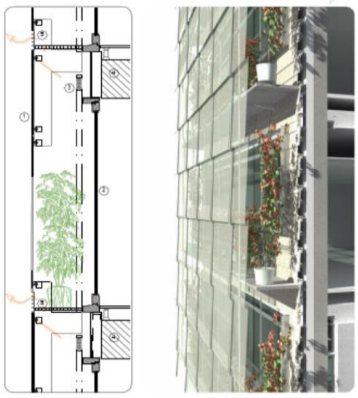
Çift kabuk cepheler tek kabuk cephelerin neden olduğu olumsuz etkilerin üstesinden gelmek için geliştirilmiştir [46]. Havalandırılmış boşluk termal tampon bölge gibi çalışmaktadır. Bu boşluk, soğutma döneminde istenmeyen ısı kazançlarını, ısıtma döneminde ise istenmeyen ısı kayıplarını azaltmaktadır. Bu sistemler güneşin neden olduğu kamaşma sorununu kontrol edilebilir hale getirmekte ve gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmayı sağlamaktadır. Enerji kayıplarını minimuma indirmeyi ve kullanılan enerjiden maksimum düzeyde faydalanmayı hedefleyen yapı kabuğu arayışı içinde olan yapı sektöründe çift kabuk cephe sistemi yaygınlaşmıştır. Bu cephe sistemleri enerji etkinlik ve termal konfor bakımında diğer cephelere nazaran daha iyi performans göstermektedirler [47]. Doğru tasarım ve kontrol stratejileri olan çift kabuk cephe tasarımı, yapının toplam enerji tüketimini olumlu şekilde etkileyebilir [48-52]. Ancak, olumlu etkilerinin yanı sıra, özellikle yaz dönemlerinde, aşırı ısınması nedeniyle olumsuz etkileri olduğunu ve enerji tüketimini artırdığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır [53,54]. Yaz aylarında oluşacak aşırı ısınma problemleri için tedbirler alınmalıdır.

Gratia ve Herde (2004), çift katmanlı cephelerde yaz aylarında oluşan aşırı ısınma probleminin iyi boyutlandırılmış açıklıklarla sağlanacak doğal havalandırma yöntemleriyle

çözülebileceğini belirtmişlerdir [53]. Hien, Chandra, Pandey, Xiaolin yaptıkları çalışmada doğal havalandırmalı ve mekanik havalandırmalı çift kabuk cephe sisteminin tek kabuk cephe sistemine göre termal konfor elde etmek için daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır [46].

Çift cidarlı cephelerde katmanlar arasındaki ara boşluk mesafesinin önemli etkileri bulunmaktadır. Ara boşluk mesafeleri cephenin ısı iletim katsayısını (u değeri) etkilemektedir. Boşluğun eni daraldıkça boşlukta önemli basınç kayıpları oluşmaktadır. Bu durum boşluktaki hava akışının cephenin boyutu ve formu ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Aradaki boşluğun boyutu estetik faktörler, güneş kırıcı eleman türleri, temizlik/bakım gibi ihtiyaçlar neticesinde 20 cm ile 200 cm arasında değişmektedir [54].

Çift cidarlı bir cephe içindeki boşluk, bir seranınkine benzer şekilde davranmaktadır. Bu alan birçok bitkinin büyümesi için ideal bir ortamdır. Bitkiler sadece cephenin görünümünü iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda çift cidarlı sistemin çevresel faydalarını da geliştirmektedir. Çift cidar, binayı yalıtmaya yardımcı olmakta, yazın güneşin ısısını emmekte ve kışın sıcaklığı korumaktadır. Birçok araştırmaya göre bitkiler, bu ortamları kontrol etmede geleneksel jaluziler ve diğer güneş cihazlarından daha etkilidir ve iç mekanlara çok verimli gölgeleme sağlayabilmektedirler [23].



Şekil.2.24. Boşlukta bitki bulunan çift cidarlı cepheden dikey kesit [23]

2.3.6.Hareketli Cephe Tasarımı

Hareketli cepheler binanın enerji performansını etkileyen bir diğer tasarım bağlamıdır. Doğru tasarlanan ısıtma-soğutma-aydınlatma-havalandırma çözümleri ile binanın enerji

etkinliğine katkıda bulunup, iç mekanda konfor koşullarını sağlamaktadırlar. Değişen dış koşullara göre kendini adapte ederken/uyarlarken aynı zamanda iç mekan konfor koşullarını da sağladığı için bu cepheler daha az enerji tüketimini sağlaması ile enerji korunumlu binalar inşa edilmesine katkıda bulunurlar.

Uyarlı cephelerin, dış koşullara cevap verebilmesi iki şekilde olur:

- Kendisini uyarlı yapan bir sisteme sahip olması,
- Kendisini uyarlı yapan bir malzeme ile inşa edilmiş olması [55]

Al Bahar Towers hareketli cephenin uygulandığı bir örnektir. 145 metre yüksekliğindeki kulelerin “masharabiya” gölgeleme sistemi Aedas Architects'in sayısal tasarım ekibi tarafından geliştirildi. Sistem, çok sayıda üçgen biçimli güneş filtresinden oluşuyor ve hareketleri bilgisayar ile kontrol edilmektedir.

Fiberglas ile yapılmış bir şemsiyeyi andıran üçgenler, kulelerden iki metre uzaklıkta bulunan cepheden bağımsız bir çerçeve üzerine yerleştirilmiştir. Cephelerin dışını saran bu duvar, güneşe karşı bir perde işlevi görmektedir. Güneş ışınlarını algılayan üçgenler kulelerin ısı ve ışıktan korunmasını sağlamaktadır. Sabahları güneşin doğuşuyla kapanan paneller güneş batmaya başladığında ise açılmaktadır.

Bu perdenin ısı kazanımını en az %50 oranında azalttığı ve iklimlendirme için gerekli olan enerji miktarında da düşüş sağladığı belirtilmektedir.



Resim 2.7. Al Bahar Towers binasının dıştan görünümü ve gölgeleme elemanı detayı [55]

2.3.7. Güneş kontrol elemanı

Güneş kontrol elemanları, güneşten gelen ışınlara karşı binayı aşırı ısınmadan koruyan, özellikle yaz döneminde yapının dış kabuğundan bina içine geçmesi istenmeyen güneş ışınlarını yansıtarak veya bir kısmını absorbe ederek binadan uzaklaştıran elemanlardır. Binanın soğutma yüküne olumlu yönde etki etmektedirler. Genel olarak panjur, jaluzi ve stor olarak ya da aliminyum, pvc sabit-hareketli şeklinde güneş kırıcı eleman kullanılmaktadır. Enerji etkin cephe tasarımında kullanılan güneş kontrol elemanlarının tipi(jaluzi, panjur, stor, kepenk vb.), konumu (dışta, içte, ortada) ve geometrisi, açısı, rengi cephedeki hava boşluğunun termal özelliklerini, boşlukta oluşan hava akımını ve kullanıcıların görsel konforunu önemli ölçüde etkilemektedir [56]. Aynı zamanda yatay-düşey, hareketli-sabit oluşu, malzeme özellikleri (yansıtıcılık ve yutuculuk değerleri),kontrol edilebilirliği de önemli parametrelerdir.

Özellikle gün boyu kullanılan bina tipolojilerinden olan ofis binalarında güneş kırıcı kullanımı görsel konfor, sürdürülebilirlik ve enerji etkinlik açısından önem kazanmaktadır. Güneş kontrol elemanlarının ofis binası cephelerinde uygun şekilde kullanımı, binalarda oluşan ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi yüklerinin optimize edilmesi ve günışığına bağlı olarak oluşabilecek görsel konfor problemlerinin en aza indirgenmesi hedefleriyle tercih edilmektedir [57].

Hwang ve Shu (2013) çalışmalarında Tayvan'da bulunan bir ofis binası üzerinde yaptıkları analizler neticesinde mevcut binanın güney cephesine uyguladıkları güneş kırıcı tasarımıyla soğutma yükünde %7-%11 oranında azalma saptamışlardır [57]. Ferrari ve Zanotto çalışmalarında, İtalya'nın birkaç şehrinde bulunan ofislerin güneye bakan cephelerinde dış tarafta konumlanan panjurlar sayesinde binaların soğutma yükünün %10-%20 arasında azaldığını belirtmişlerdir [56].

Gavan, Woloszyn, Kuznik, Roux (2010) yaptıkları çalışmada çift cidarlı cephe içerisindeki sıcaklık profillerini bir deney düzeneği aracılığıyla incelemişlerdir. Çalışmaların sonucunda hava boşluğu içerisindeki sıcaklığın ve cephelerdeki yüzey sıcaklığının güneş kırıcı elemanların açısına bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Güneş kırıcı elemanlar tamamen kapalı olduğu durumda, elemanların açık olduğu duruma göre güneş kırıcı elemanın dış cepheye bakan hava boşluğunda ve güneş kırıcı elemanlarda aşırı yüksek sıcaklıklar

görülmüştür. Bir başka çalışmada ise hava boşluğunda iç cam cepheye daha yakın yerleştirilen güneş kırıcı elemanların yazın olan ısı kazanımını % 40 oranında azalttığı görülmüştür [59]. Bu da çift cam cephe arasındaki hava boşluğunda gözlenebilecek aşırı ısınma problemlerine doğal havalandırmanın olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Popovici, Cirlan, Mateescu, Chereches, Hudisteanu çalışmalarında çift kabuk cephenin iç yüzeyi için güneş kırıcı analizleri yapmışlardır. Dinamik yalıtım verimi maksimum % 68.9 değerine ulaştığında optimum güneş kırıcı elemanlarının açısının 45 derece olduğunu saptamışlardır [60].

Çift cidarlı cephelerde, güneş kırıcı elemanların konumu da çift cidarlı cephenin ısıl performansı üzerinde belirleyici role sahiptir. Güneş kırıcılar genellikle tampon bölgede yer almaktadırlar. Bu durum, güneş kırıcının bakım ve temizliğinin kolaylaşması ve toz / kire daha az maruz kalarak performans düşüşlerinin daha az yaşanması anlamına gelmektedir. Ayrıca, tampon bölgede dış kabuk tarafından korunan güneş kırıcı, iç kabuğun da önünde yer aldığı için, güneş ışınları daha iç ortama girmeden yani kısa dalga boylu ışınım, uzun dalga boylu ışınıma henüz dönüşmeden yansıtıldığından, yapma çevredeki ısıl koşullar, güneş kırıcının iç ortamda bulunmasına göre iyileştirilmiş olur [45].

Gratia ve Herde yaptıkları bir çalışmada en etkili güneş koruyucu konumunun dış cephe olduğunu ancak kötü hava şartlarının yaşanmasından dolayı şayet çift cidarlı cephe uygulanacaksa iç tampon bölgede konumlandırılabileceğini belirtmişlerdir [61].

2008 yılında İsviçre'de Lund Üniversitesi Mimarlık Bölümünde Harris Poirazis tarafından "Tek ve Çift kabuklu Ofis Binalarının Enerji Kullanımı ve İç Ortam İkliminin Analizleri" adlı doktora tezi yayınlanmıştır. Bu çalışmada dışardan monte sabit güneş kırıcılarının soğutma yüküne pozitif etkisi olmakla birlikte kışın ısıtma yükünü arttırdığı ortaya konmuştur. Bu nedenle sabit yerine hareketli güneş kırıcılarının kullanılması önerilmektedir [62].

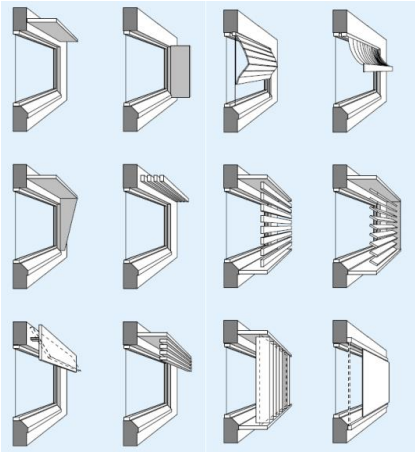
Güneş kırıcı elemanlarla ilgili bir diğer önemli konuda renk ve malzeme seçimidir. Güneş kırıcı elemanların yüzeyleri güneş ışınımından dolayı yüksek sıcaklıklara maruz kalmaktadır. Siyah renkli güneş kırıcı elemanlar boşlukta aşırı ısınmaya neden olur. Beyaz renkli olanlar boşluktaki sıcaklığı düşürür ve aşırı ısınma sorununu azaltmaya katkı sağlar

[63]. Güneş kırıcı elamanların yüzey sıcaklıklarını azaltmak için alüminyum profiller yerine fotovoltaik paneller kullanılabilir. Bu binanın enerji üretimine katkı sağlar.

Güneş kontrol elemanları cam yüzeyi ile olan konumlarına göre üç genel kategoride incelenebilir:
a. içeride yer alan güneş kontrol elemanları
b. dışarıda yer alan güneş kontrol elemanları
c. cam yüzeyinde yer alan kontrol elemanları

İçeride uygulanan güneş kontrol elemanları genellikle ayarlanabilir ve katlanabilir olmaktadırlar. Formları genellikle, stor perdeler, perdeler ve jalûziler şeklindedir. Uygulamaları ve bakımları kolaydır ve gece dış mekân ile iletişimin kesilmesini de sağlarlar [64]. İç güneş kontrol elemanları ortama ulaşan direkt gün ışığını pencere sistemini geçene kadar bloke edemezler. Bu sebeple iç güneş kontrol termal olarak efektif değildirler. Yüksek sıcaklıklarda, aşırı ısınmayı önlemede etkin bir çözüme ulaştıramayacaktır.

Dış güneş kontrol elemanları kullanımı, hacimde güneşin neden olduğu ısı kazançlarının önlenmesinde başarılı bir yöntemdir. Pek çok güneş kontrol elemanı tipi içerisinde en etkili olan kontrol sistemi, güneş ışınlarını durdurması ve güneş ışınlarının yarattığı enerji kazançlarını dağıtması sebebiyle dış güneş kontrol elemanlarıyla oluşturulandır. Ancak, bina imalatı sırasında uygulaması pahalı olan ve ileriye dönük bakım zorluğu olan ve estetik karakterini etkileyecek olan güneş kontrol sistemi de dış güneş kontrol sistemidir [64].



Şekil 2.25. Dış güneş kontrol elemanları [65]

Güneş kontrol elamanları aynı zamanda yatay, dikey ve grid (kafes) şeklinde uygulanabilmektedir.

Yatay gölgeleme elemanları, güneş irtifa açısının yüksek olduğu durumlarda, doğrudan güneşten korunmak ve güneş ısı kazancını engellemek için en yaygın kullanılan gölgeleme elemanlarıdır. Yatay güneş kırıcı güneşin doğuşunun bir sonucu olarak yaz boyunca güneye bakan pencerelerde çok etkilidir. Daha az etkili olsa da, ek olarak güneybatı, batı, doğu, güneydoğu ve benzeri yönlerde de etkilidir [66].



Resim 2.8. Loducca Agency binası yatay güneş kırıcı kullanımı [67]

Düşey gölgeleme elemanları, güneşin alçak olduğu konumlarda (güneş irtifa açısının düşük olduğu), sabah saatlerinde ve/veya akşam saatlerinde doğrudan güneş ışığının engellenmesini sağlayan elemanlardır. Bu nedenle genellikle, doğu ve batı cephelerinde etkili olabilmektedirler [68].



Resim 2.9. Terreal binası düşey güneş kırıcı kullanımı [69]

Girid (kafes) tipi gölgeleme elemanları, yatay ve düşey elemanların birlikte kullanılmalarıyla elde edilen tiplerdir. Hem tasarım ögesi hem de gölgeleme elemanı olarak kullanılmaktadırlar. Cephenin içine, dışına veya cepheye entegre edilerek kullanılabilirler.



Resim 2.10. DUO Twin kuleleri kafes güneş kırıcı kullanımı [70]

Hareketlerine göre güneş kontrol elemanları ise; sabit ve hareketli olarak iki kategoride incelenebilir.

Sabit güneş kontrol elemanları genellikle bina dış cephesinde tasarlanmaktadır. Yatay saçaklar, düşey elemanlar, ya da düşey ve yatayı kombine edilmiş grid sistemler olarak cephelerde uygulanmaktadır. Direkt güneş ışığını engellemede başarılıdır, imalat sırasında herhangi bir ekstra maliyet çıkarmaz, ancak yaygın ya da yansıyan ışığı engellemede efektif olamamaktadır [64].

Hareketli (ayarlanabilir) güneş kontrol elemanları, dış cepheye, pencere camları arasına, iç mekana yerleştirilebilir. Uygulaması ve imalatı kolay olduğundan ayarlanabilir ya da hareketli elemanlar iç mekanlarda rahatlıkla uygulanabilmektedirler. Dış cepheye uygulanmış bir hareketli güneş kontrol elemanı, güneş ışığını istenildiği zaman iç mekana dahil eder, istenilmediğinde ise kolayca dış mekana doğru yönlendirebilir ve bu yöntem yaygın, yansıyarak gelen ve alçak açılı gelen güneş ışınlarını kontrol etme imkanı sağlamaktadır. Bu sistem pek çok iklim koşulunda kullanıma uygundur [64].

Hareketli güneş kontrol elemanlarının çalışma sistemi kullanıcı kullanımına bağlı olduğu gibi bina otomasyon sistemi kontrolünde de olabilmektedir. Bakım ve tamir ihtiyaçları diğer güneş kırıcılara göre daha fazla olabilmektedir.



Resim 2.11. Housing Building Sucre 812 binası hareketli güneş kırıcı kullanımı [71].

2.3.8. Gök avlu (Gökyüzü bahçesi)

Gök avlu, binaların ara katlarındaki yeşil alan olarak tanımlanmaktadır. Binalarda yeşil alan oluşturarak soğutma giderlerinin azaltmaktadır. Yüksek katlı binalarda kullanıcılara doğal yolla havalandırılan açık alan imkanı sunmakla birlikte ekolojik ekonomik ve sosyal faydalar da sağlamaktadır.

Gök avlular yaşam ve çalışma ortamlarını iyileştirmekte ve kompakt şehirlerin zemin seviyesindeki sınırlı yeşil alan sorunlarını çözmektedir. Çok fazla alana ihtiyaç duymadan zemindeki yeşil alanlara benzer birçok fayda sağlamaktadırlar. Bu nedenle gök avlular yağmur suyu yönetimi, enerji verimliliği ve kentsel ekolojiyi bitkiler, su ve çevre düzenlemesi yoluyla birleştirerek sürdürülebilir şehirlerin gerçekleştirilmesinde önemlidir [72].

“Gök avlu, bir şehrin çevre kalitesini iyileştiren bir unsurdur. Kentsel kirliliği iyileştirebilir, güneş ışığını emer, radyasyonu tutar, mikro iklimi iyileştirir, hava kirliliğini absorbe eder, gürültü seviyesini azaltır ve soğutma yükünde büyük oranda azalma sağlamaktadır. ” (James, 2004)



Resim 2.12. Spire Edge Manesar binası [73]

2.3.9. Soğuk Çatılar(Yeşil çatı)

Yeşil çatılar "çatı bahçeciliği" veya "bitkilendirilmiş çatı teknolojisi" diye bilinir. Bunun dışında, yaşayan çatılar veya eko çatılar olarak da tanımlanabilen yeşil çatılar, basit olarak normalin altındaki ağırlıktaki çevrede yetişen mikroorganizmaların ve bitkilerin yaşayan biyolojik topluluklarıdır [74].

Bina performansını etkileyen yapı bileşenlerinden biri olan çatılarda yeşil çatı uygulamaları binanın soğutma yüküne olumlu katkı sağlamaktadır.

Seçer Kariptaş (2010) yeşil çatıların enerji verimliliği etkisinden şu şekilde bahsediyor ‘‘kış mevsiminde toprak tabakası ek bir yalıtım sağlayarak binaların ısıtma gereksinimini azaltır. Yaz mevsiminde ise çok fazla yükselen çatı sıcaklığını önleyerek, binanın hem iç çevresini hem de dış çevresini doğrudan etkiler’’ [75].

Yeşil çatıların bina performansına katkılarını incelersek;

- Bitkilendirilmiş çatı sistemleri, canlılar için yaşam alanı oluşturarak biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamaktadır.

- Bitkilerin evapotranspirasyon, gölgeleme ve ısı depolama özellikleri sayesinde sıcaklık artışının engellenmesine katkı sağlamaktadırlar.
- Yaz aylarında, bitki tabakasının ısı depolama özelliği ve gelen ışınım şiddetini yansıtması sayesinde azalan ısıl yükü iç ortama daha az geçirerek kışın ise iç ortamdaki ısının dışarı transferini azaltarak soğutma ve ısıtma giderlerinden tasarruf sağlamaktadırlar.
- Bitkilerde bulunan yapraklar tarafından tozlar emilerek toprağa iletilir. Böylelikle yeşil çatılar hava kirliliğine önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca oksijen miktarını da arttırmaktadır.
- Şehir içindeki sürekli trafik gürültüsü binalardan ve kaldırım yüzeylerinden yansır çimenlik benzeri yumuşak yüzey veya yeşil çatılar ise onları yansıtmak yerine sesleri emerek azaltır. Alçak frekansları (3-30 Hz) toprak, yüksek frekanslar (30-300 Hz) bitki örtüsü bloke eder [74].
- Yeşil çatılar, yağmur suyuna havadan karışan ağır metaller ve tuzu toprak tarafından tutarak sera gazlarının yok olmasında yardımcı olur. Kadmiyum, bakır ve kurşunu %98, çinkoyu %16 oranında tutarak sudan arındırdığı görülmüştür [76].
- Yeşil çatıların yağmur suyunu tutma özelliği vardır. Kuzey Carolina üniversiesinde yapılan bir araştırmaya göre 10 cm kalınlığında bir yetiştirme alanına sahip bir yeşil çatının yağmur suyunun % 60'ını tuttuğu tespit edilmiştir [77].



Resim 2.13. Staircase ofis binası yeşil çatı uygulaması [78]

2.3.10. Cam çeşitleri

Giydirme cephelerde cam seçimi yaparken, camın ısı yalıtımı, ses geçirgenliği, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıtma özellikleri, statik dayanımı, yangın dayanımı ve güvenlik değerlendirilerek bir seçim yapılması çok önemlidir. Bu değerlendirme kriterleri, binanın bulunduğu bölgenin gürültü düzeyi, iklim koşulları ve yönlenmesi ile birlikte düşünülerek ve değerlendirilerek tasarımı ve uygulaması gerçekleşecek bina için cam seçimine gidilmelidir [79].

Günışığının ve güneşin insan üzerinde olumlu psikolojik etkilerinin olmasına karşın günışığı kaynaklı problemlerle de karşı karşıya kalınmaktadır. Bunlar ısısal ve görsel olmak üzere iki grupta ele alınabilir. Isısal problem, yaz döneminde günışığının kontrolsüz ve dolaysız olarak iç hacme ulaşması aşırı ısınmaya ve binanın soğutma yüklerinin artmasına neden olmaktadır. Görsel problem ise, kontrolsüz olarak iç hacime alınan günışığının kamaşmaya neden olmasıdır. Bu nedenle cam seçimi yaparken güneşin istenmeyen etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Cam endüstrisi çok çeşitli yalıtım ve solar kontrol cam üniteleri geliştirmeyi başarmıştır. Aşağıdaki tabloda günümüz cephe sistemlerinde kullanılan cam çeşitleri gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. Cam çeşitleri

CAM ÇEŞİTLERİ				
Basit Cam	Güvenlik emniyet camları	Güneş-ısı kontrol camları	Akıllı camlar	Enerji üreten camlar
	Lamine camlar	Renkli camlar	Fotokromik camlar	Fotovoltaik camlar
	Temperli camlar	Reflektif camlar	Termokromik camlar	
		Kaplamalı camlar	Gazokromik camlar	
		Yalıtımlı camlar	Elektromik camlar	

Basit cam

Levha cam, maliyeti en az olan cam türü olup, kum, kireç ve sodadan oluşan hammaddenin tanklar içinde eritilmesiyle elde edilir. Erimiş haldeki cam daha sonra bu tanklardan alınarak

düşey olarak merdanelerden geçirilmekte, soğutulduktan sonra istenen boyutlarda kesilmektedir. Cam yüzeyi pürüzsüz olmayıp, merdanelerin neden olduğu ufak darbe ve izlere sahiptir. Genellikle konut yapılarında kullanılır [80].

Güvenlik emniyet camları

Güvenlik camları, temperli cam, kısmi tamperli cam ve tabakalı (lamine cam) camlar olarak nitelendirilmektedir.

Temperli cam, ölçüsüne uygun kesilmiş ve işlenmiş cam panoların yumuşama noktasına yakın bir dereceye (650-700°C) kadar ısıtılıp hızla soğutulmasıyla elde edilmektedir. Temperleme işlemi sonucu camın dış yüzeylerine sıkıştırma gerilmesi (kompresyon), cam ortasına ise dolaylı bir çekme gerilmesi (tansiyon) kazandırılmaktadır. Böylece cam, çekme ve darbelere karşı dayanıklı hale gelmektedir. Ayrıca termal şok direnci artmakta, 150 ~ 200°C'ye kadar sıcaklık değişimlerine dayanabilmektedir. Temperleme işlemi camın hacmini, kimyasal yapısını, renk ve berraklığını değiştirmemektedir [81].

Kısmi temperli cam; temperli camlarla aynı fırında üretilmektedir. Yavaş soğutulduğundan, yüzey gerilimi daha azdır. Mukavemeti temperli camın yarısı kadardır. Kısmi temperli cam kırıldığında temperli camlara göre daha büyük parçalara bölünmektedir. Bu nedenle de emniyet camı sınıflandırmasının dışında kalmaktadır [81].

Tabakalı (lamine)camlar; renksiz, renkli veya opak özel bağlayıcı polivinil bütiral (PVB) tabakalar yardımıyla iki veya daha fazla cam plakanın ısı ve basınç altında birleştirmesiyle üretilen camlardır. Düşük UV geçirgenliği ile UV ışınlarının geçişini %97-99 oranında engellemekte, eşyaların doğal renklerinin daha uzun süre korunmasını sağlamaktadır [81].

Güneş-ısı kontrol camları

Güneş kontrol camları güneş enerjisinin binaya girmesini ve güneş ışınlarını aşırı parlaklığını denetleyen, yapılara renk verebilen camlar olarak tanımlanmaktadır.

Yalıtımlı camlar

Yalıtımlı camlar, iki veya daha çok sayıda cam plakanın aralarında ortam basıncına uygun kuru hava veya gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır. Arada yer alan boşluk ısı yalıtım görevini üstlenmektedir.

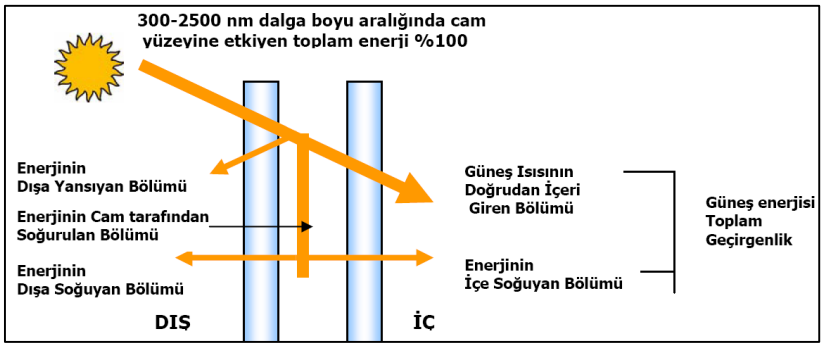
Renkli camlar

Normal cama metal oksitlerin eklenmesiyle, camın kaplama rengi artar. Böylelikle, camın ısı emme oranının ve camın ısısı artar, güneş enerjisinin iç mekana geçişinde 1/3'lük oranda azalma görülür. İçeri alınan güneş ısısı miktarında normal renksiz cama göre düşme sağlanır. Cama metal oksid ilaveleriyle geniş renk yelpazesi elde edilir. Buna karşılık ışık geçirgenliği azalır. 4mm'lik yeşil camda T-değeri 0.78 (beyaz camda 0.92) ve g-değeri 0.67 (beyaz camda 0.90)'dir [80]. Bu camın dezavantajı ısıyı emmesinden dolayı camın sıcaklığının artmasıdır. Cephede kullanılan renkler genellikle yeşil, mavi, bronz, füme gibi renklerdir.

Yoğun şekilde renklendirilmiş cam, önemli miktarda doğrudan güneş ışığını engelleyebilir. Ancak renkli camlar, aynı zamanda gün ışığını engelleyerek görüşleri kısıtlayabilmektedir.

Yansıtıcı (reflektif) camlar

Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanarak yüksek yansıtıcılık özelliği kazandırılmış camlar olarak tanımlanabilir. İnce metalik kaplamaların başlıca dezavantajları yumuşak yüzeyleri ve metallerin (özelikle gümüş ve bakırda) kimyasal dirençlerinin düşüklüğünden dolayı korozyon sorunlarıdır. Krom, titan ve çelik alaşım gibi metal kaplamalarda güneş spekrumunun görünür ve yakın infrared bölgelerdeki geçirgenlikleri yaklaşık aynıdır. Renkleri saydama yakındır. Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yöntemlerle cam yüzeyine uygulanması ile mekanik ve kimyasal direnci yüksek yansıtıcı camlar elde edilmektedir [18].



Şekil 2.26.Çift camda güneş kontrol kaplamalı camın ısı yalıtım davranışı [81].

Kaplamalı Camlar

Yumuşak kaplamalar genellikle 6 ve 9 tabakadan oluşur. Malzemenin farklılaşmasıyla kaplama kalınlığı, ışık geçirimi ve diğer özellikler kontrol edilebilir. Cam yüzeyindeki yansımayı azaltan bu kaplamalar için iyi iletken olan metal katmanlar tercih edilmektedir. Son yıllarda gümüş esaslı kaplamalar ışığı yüksek oranda geçirmesi ve doğal renkleri nedeniyle baskın gelmektedir. Güneş kırıcı amacıyla, yansıtırken ısı geçirimini azaltan yüksek reflektif özelliklere sahip metal oksid kaplamalar kullanılmaktadır. Yansıtıcı camlarda t değeri 0.10-0.77 ve g-değeri 0.20-0.70 arasındadır [27].

Low-e camlar

Kışın ısınma yazın soğutma harcamalarını azaltmak ve bina kullanıcılarının konfor düzeyini yükseltmek için camlara kaplama uygulamak yaygın biçimde kullanılmaya başlamıştır. Low-e ısı kontrol kaplamaları ısı cam üniteleri oda ısısını iç mekâna yeniden yansıtarak bina sıcaklığının dış kaçışını tekrar yarıya yakın bir düzeye indirebilmektedir. Bu da tek cama göre 3, 5 – 4 kat daha iyi yalıtım sağlaması demektir.

Low-E cam, düşük emisiviteye sahip camdır. Uzun dalga boyuna sahip kızılötesi ışımayı (ısıyı) yansıtarak ısı kazanımını ve kaybını azaltır ve böylece U değeri ile güneş enerjisi faktörünü düşürür ve bunu yaparken camın ısıl yalıtımını iyileştirir [60].

Low-e düşük yayınımlı ısı kontrol kaplamaları, cam üzerine etkiyen güneş enerjisini büyük bir bölümünü içeri geçirerek pasif güneş ısısı kazançlarını artırır. Güneş ışınlarını soğurarak ısınan halı, mobilya, duvar ve çatı yüzeyleri ile radyatör, aydınlatma armatürleri, insan

vücudu gibi kaynaklardan yayımlanan 3000-30.000 nm aralığındaki çok uzun dalga ışınım enerjisi pencerelerden dışa verilirken, bu enerji "Low-e" kaplamaları tarafından tutularak kaynağına geri yansıtılır [29]. Sıcak ve ılıman iklimlerde low-e kaplamalı camlara kaplama ilave edilerek güneş kontrolü ve ısı yalıtımı bir arada sağlanmaktadır. Solar low-e cam olarak adlandırılan bu cam türü yakıt ve klima giderlerini azaltmaktadır. Pencere önlerinin yazın sıcak kışın soğuk olmasını önlemektedir.

Akıllı camlar

Yüksek performanslı cephe sistemlerinde dinamik kontrol olanağı sağlayan cam sistemleri genel olarak "akıllı camlar" olarak tanımlanmaktadır. Akıllı camlar genel olarak üzerlerindeki ısı, ışık yoğunluğu veya elektriksel alana bağlı olarak berrak durumdan renkli duruma geçerek optik özelliklerini değiştirebilen camlardır.

Fotokromik camlar

Fotokromik camda TiO2 ve TiN kaplamalar, farklı tabakalama yöntemleri ile kullanılmaktadırlar (Anonim, 2014). Fotokromik camların ışık geçirgenliği, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmektedir. Kamaşmanın önlenerek görsel konforun sağlanması açısından uygundur. Cam bünyesindeki metallerin optik özellikleri, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmekte, ışık miktarı arttığında yutuculuk artmakta ve geçirgenlik azalmakta, bulutlu bir görüntü oluşmaktadır.

Bu camlar gün ışığına duyarlıdır ve geçirgenlikleri değişiklik göstermektedir. Gün ışığındaki değişikliklere göre ısı soğurma oranı değiştikçe geçirgenlikleri artmaktadır. Soğuk güneşli günlerde, güneşin ısısını ve odanın kaynak ısısını emmekte ve daha sonra etrafına bir miktar ısı yaymaktadırlar [83]. Sıcak güneşli günlerde yansıtıcı cam kadar yansıma yapmamaktadır, tepkileri otomatiktir. Yüksek maliyetleri ve kullanım sistemlerinin karmaşık olması sebebiyle tercih edilmemektedir.

Termokromik camlar

Termokromik camların geçirgenliği sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Kullanılan malzeme cam katmanları arasına yerleştirilen bir tür jeldir. Soğukta saydam haldeyken,

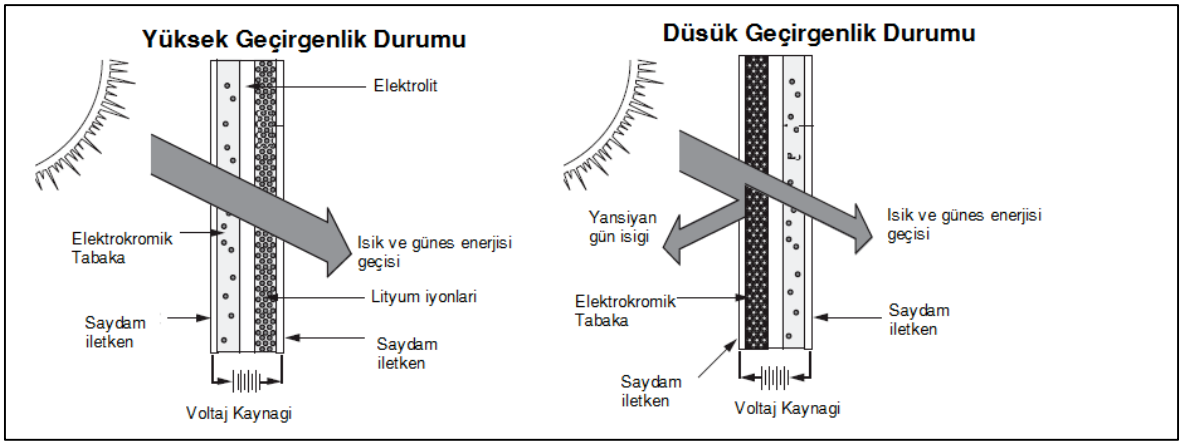
sıcaklık arttığında saydamlığı azalmakta ve yansıtıcı özelliği artmaktadır. Bu camlar, henüz ticari olarak satışları ve uygulamaları yaygın değildir ve araştırılma aşamasındadır.



Resim 2.14. Termokromik camın değişik durumlarda görünümleri [84].

Elektrokromik camlar

Elektrokromik camlar dinamik pencerelere bir örnektir. Bu pencereler istenen kontrolü sağlamaktadırlar. Bu tür pencerelerle konfor, enerji tasarrufu ve estetik gereksinmelerin sağlanmasında içte veya dışta herhangi bir güneş kontrolü elemanına gereksinim duyulmaz. Tamamen camlı cepheler için uygundurlar. Uygulanan voltaja bağlı olarak renkli durumdan orta ve tamamen renksiz hale geçmektedirler. Bu geçiş manuel veya bina iletim sistemine bağlı olarak gerçekleştirilebilir.



Şekil 2.27. Elektrokromik camların şematik gösterimi [84].

Temel olarak bu camları kablolar vasıtasıyla binaların elektrik tesisatlarına sağlayabildiğimiz gibi düşük enerji ihtiyacı(yaklaşık olarak 1-10V) sayesinde fotovoltaik ünitelerle de besleyebiliriz. Bu sayede düşük enerji tüketimi ile maliyetinden tasarruflar sağlanır [85].

Elektrokromik cam kullanımının iç hacim aydınlatma düzeyine ve görsel konfora olan etkilerini inceleyen çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Lee ve Tahvil'in yürüttüğü ve günışığı kontrol stratejilerinin mimari çözümlerle geliştirilmesini hedefleyen ve bunun içinde elektrokromik camların görsel konforun arttırılması ile birlikte enerji verimliliğini de sağlanması konularını simülasyon aracılığıyla araştıran çalışmadır. Bu çalışmada, elektrokromik cam ile saçak kullanılan pencerenin olduğu oda ile referans odasında alınan ölçümler karşılaştırılmıştır. Saçak ile birlikte kullanılan bu tür camın yıllık ortalama günışığı kamaşma indekslerini (daylightglare index-DGI) azalttığı, pencere alanı arttıkça da yıllık elektrik enerjisi tüketimlerinde de belirgin bir düşüş olduğu görülmüştür [84].

Elektrokromik camlar iç hacme ulaşan güneş ışınımı değerlerini etkilediğinden parlak gök ışıklılığından kaynaklı rahatsızlık kamaşmasının önlenmesi amacıyla da incelenmektedir.

Elektrokromik camların faydaları yanında bazı zararları da bulunmaktadır. Bu zararlar şunlardır; elektrokromik camlar yavaş tepki verirler, kullanım ömürleri kısadır, camın rengi kenarlardan merkeze doğru akar şekilde değişir (iris etkisi), maliyetleri yüksektir, kamaşmaya neden olabilirler, performansları, soğutma sistemi ve aydınlatma sistemleri ile bütünleşik tasarlanmalarına bağlıdır [86].

Gazokromik camlar

Gazokromik camların etkileri elektrokromik camlar gibidir, camı renklendirmek için cam katmanları arasına hidrojen verilir ve saydamlığın ilk haline geri dönmesi için de oksijenle birleştirilir. Film kalınlığı ve hidrojen konsantrasyonunun değişmesi ile renklenme özellikleri değişir. Renklenme için süre 20 saniye ve berraklaşma için de bir dakikadan azdır [87].

Enerji üreten camlar

Cam günümüzde ısı ses yalıtımı sağlayan, kamaşma problemini engelleyen, güneş ışınımının neden olduğu ısı denetleyen bir yapı elemanı olmasının yanında fotovoltaik hücreler yerleştirilerek elektrik elde edilmesini sağlamaktadır.

Fotovoltaik cam

Fotovoltaik cam, iki cam arasına veya sadece bir ön cam arkasına yerleştirilmiş silikon esaslı veya özel ince film kaplamalı fotovoltaik (PV) sistemlerle gün ışığından elektrik elde edilerek işletim giderlerine katkı sağlamaktadır [88]. Fotovoltaik camlar; etkin güneş koruması sağlarlar. Fotovoltaik modüller güneş yönlü en uygun ayarla ve çok iyi geri havalandırmayla birlikte gölgeleme unsurları olarak çalışırlar. Fotovoltaik camlar güneş yönündeki cephelerde veya çatılarda kullanılabildiği gibi güneşle birlikte hareket edebilen panjurlar içinde uygundurlar.

Fotovoltaik modüller güneş koruması sağlamak için tasarlanmışlardır ve soğuk, sıcak cephelere, cam ve çatı örtülerine yerleştirilebilirler. Tam temperlenmiş cam modüller kırılma ve hava direnci sağlamaktadır. Cepheye entegrasyon ek hava direnci, ses ve ısı yalıtımı ve etkin güneş koruması sağlamaktadır. Modül ve cephe arasında bir boşluk olduğunda, odanın havalandırması için dışarıdaki hava ön ısıtmalı olarak besleme havası şeklinde kullanılabilmektedir [89].



Resim 2.15. Swiss Re binası fotovoltaik cam görünümü [90]

2.3.11.Işık Rafı

Işık rafı, pencerelerin içinde, dışında veya her iki yönde konumlandırılabilen, üst yüzeyi yansıtıcı olan, yatay veya açılı düzlemsel plakadır [91]. Gölgeleme elemanı olarak, gelen direkt güneş ışığını engellemekte, kamaşmayı azaltarak mekânın aşırı ısınmasını önlemeye ve binanın soğutma yükünü azaltmaya yardımcı olmaktadır. Gün ışığı aydınlatma sistemi olarak ise, gelen aydınlığı mekânın içlerine ulaştırmakta ve gün ışığı aydınlık seviyelerini

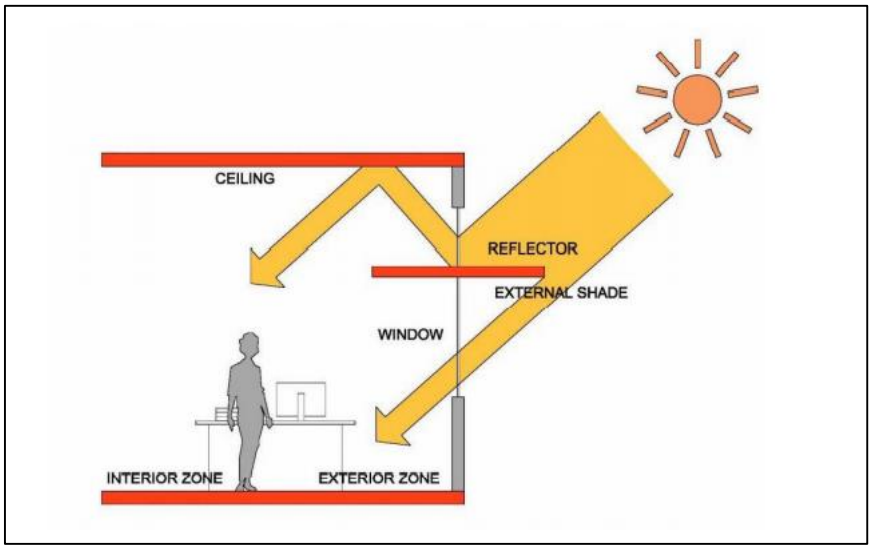
düzenlemektedir [92]. Işık rafı sistemi, gelen günışığının tavandan mekânın içerilerine yansıtılması ilkesine dayanmaktadır [91].

Işık rafı boyutları, raf yerleşimi ve yansıtıcılığı, mekân ve tavan geometrisi, binanın yeri, iç ve dış engeller, kullanılan malzeme, cam geçirgenliği vb. ışık rafı performansını etkileyen başlıca faktörlerdir [91].

Işık rafı sistemi, aşağıda açıklanan 4 bileşenden oluşmaktadır.

1. Işık rafı; dışarıdan gelen ışığı tavana yansıtır, iç mekânda homojen aydınlık seviyesi oluşumuna katkı sağlar, pencere kenarındaki yüksek aydınlık seviyelerini düzenler, gölgeleme elemanı görevi görür. Gün ışığı haricinde herhangi ek bir enerjiye ihtiyaç duymaz.
2. Pencere sistemi; ışık rafının monte edildiği veya birlikte düzenlenildiği, dış aydınlığın içeriye alındığı cephe elemanıdır.
3. Tavan; ışık rafından yansıyan gün ışığını mekânın içerilerine dağıtan yapı elemanıdır. Sistem içinde tavan, yapay aydınlatma elemanı gibidir. Tavan yansıtıcılığının yüksek olduğu yerlerde iç mekândaki aydınlık miktarı da artar.
4. Yardımcı elemanlar(Gölgeleme elemanları); ihtiyaç duyulması halinde, pencere kenarı bölgesindeki kamaşmayı engellemek amacıyla, ışık rafının hemen altında düzenlenen; içeride panjur, jaluzi, dışarıda yatay ışık kırıcılar vb. sabit veya hareketli elemanların sistem içinde kullanılmasıdır [93].

Aşağıdaki şekilde ışık rafı sistem elemanları ve gelen aydınlığın içerilere yansıması gösterilmektedir (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Işık rafı sistem elemanları ve ışık rafı çalışma prensibi [92]



Resim 2.16. Clackamas high school binasında ışık raflarının dış cephede görünümü [94]

Yukarıdaki fotoğrafta, kullanılan ışık raflarının dış cephedeki yerleşimi gösterilmektedir.

Işık rafından maksimum verim elde etmek için uygun şekilde yerleştirilip, boyutlandırılması gerekmektedir. Meydana gelebilecek kamaşmayı engellemek amacıyla göz hizasının üzerinde konumlandırılması uygundur.

2.3.12. Bitkilendirme

İklime uygun peyzaj tasarımı yazın gerekli olan soğutma harcamalarını azaltmaktadır. Rüzgar esiş yönünü değiştirerek rüzgardan korunma sağlamaktadır. Ağaçlar ve çalılar binanın içindeki ve etrafındaki havalandırma koşullarını kontrol amacı ile de kullanılmaktadır. Ağaçlar gece topraktan gökyüzüne doğru giden ışımaları yani ısı kaçışlarını engellemektedir. Böylece ağaçların çevresinde gece sıcaklığı daha fazla iken gündüz sıcaklığı açık alanlara göre daha azdır. Binanın çevresinde gece sıcaklığı daha fazla iken gündüz sıcaklığı açık alanlara göre daha azdır. Binanın çevresinde kullanılacak ağaçlar, gece esintilerini değiştirmemeleri için belli bir mesafede yerleştirilmelidir. Rüzgarlara açık cephelerdeki ağaçlar, binanın yüksekliğinin 1-1,5 katından daha uzağa yerleştirilmemelidir. Kışın yapraklarını döken ağaçlar, soğukta güneş ışınlarının alımına izin verirken, yazın güneş ışığına karşı gölgeleme sağlamaktadırlar. Cephelerde sarmaşık türü bitkilerin kullanımı ise binanın kabuktan ısı alışverişini azaltacak yöntemlerdendir.

> Mimarlık özellikle de gökdelenler küçük bir alanda toplanmış inorganik malzemelerden meydana gelmektedir. Bu inorganik malzeme bütünü yerleştiği alanın ekolojik dengesini bozmaktadır. Buna önlem olarak tasarımcı yüksek binada, içeride ve dışarıda bitki ağaçlandırma gibi mümkün olduğu kadar çok ve uyumlu organik madde kullanmalıdır.(Yeang,1996).

Günümüzde tasarımcılar, yüksek katlı binalarda dikey peyzajı gerekli görmektedir. Bu duruma bağlı olarak ofis alanlarının çevresinde bir mikroklima yaratılmakta, temiz hava, görsel ve ısısal konfor sağlanmaktadır.



Resim 2.17. Editt ofis kulesi [95]

2.4. Soğutma Stratejilerinin Uygulanmış Örnekler Üzerinden İncelenmesi

Bu analiz ekolojik ve sürdürülebilir mimarlık bağlamında bütün cepheleri cam olan yapılarda uygulanan soğutma stratejilerinin işlevsel, kavramsal ve teknik olarak daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır. Yapılan analizde, uygulaması gerçekleşmiş, sürdürülebilir ve ekolojik yapı olma özelliği ile kabul görerek literatüre geçmiş çağdaş ve öncü bina örnekleri (50 bina örneği) belirlenmiştir. Örneklerin belirlenmesinde etkin olan diğer parametreler ise yapının bütün cephelerinin cam olması, yüksek katlı ofis kullanımında soğutma stratejilerinden en az birinin kullanılmış olması gereğidir.

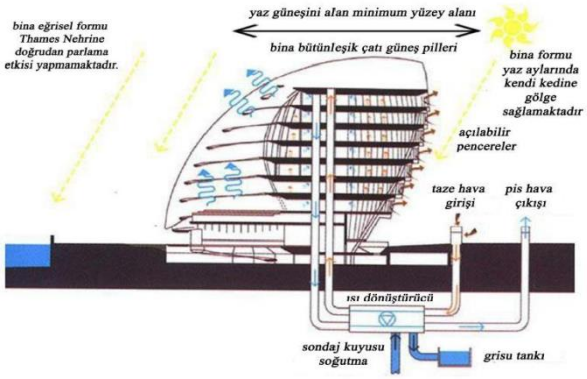
Seçilen örnekler için öncelikle kimlik kartları hazırlanmış ve ikinci olarak soğutma stratejilerinin saptanması amacıyla analiz tabloları oluşturulmuştur. Hazırlanan kimlik kartlarında bina adı, yapının kullanım biçimi, mimarı, yeri ve yapılış tarihi, kat sayısı ve bina yüksekliğine dair bilgiler verildikten sonra yapının daha iyi tanıtılmasını ve görsel olarak da algılanmasını destekleyecek binaya ait genel ve detay fotoğraflarla kimlik kartları 50 örnek için tamamlanmıştır. 15 adet kimlik kartı bu bölümde belirtilmiş olup 35 âdeti EK 1’de ifade edilmektedir. Analizin sonucunda, soğutma stratejilerinin seçilen binalarda birlikte kullanımını belirten çizelge yer almaktadır.

Çizelge 2.3. City Hall binası kimlik kartı

CİTY HALL-LONDRA BELEDİYESİ MECLİS BİNASI		Örnek 1
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	Norman Foster	
Yeri	Londra, İngiltere	
Yapım Tarihi	1998-2002	
Kat Sayısı	10 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe	
	Cephe sayısı:4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[96]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Yönlenme	Güney-kuzey düzleminde yerleştirilmiştir. Londra'da yazın güneyden gelen güneş ışığı ve ısının fazla olmasına karşılık kuzey yöne bakan yüzeylere neredeyse hiç güneş ışığı gelmemektedir.(Resim a)	
Bina Formu	Bina formu, güneyden gelen güneş ışığını engellemek ve katların birbirlerine gölge sağlamak amacıyla güneye doğru katlar arasında basamak basamak kaydırılarak pasif bir çözüm tasarıma yansıtılmıştır.(Resim a)	
Güneş Kontrol Elemanı	Cephelerde kullanıcı kontrollü stor kullanımı mevcuttur.	
Doğal Havalandırma	Doğu, batı ve güney cephe camları açılabilir özellikte olup, yapı kabuğunun tamamında bina otomasyonu tarafından kontrol edilebilir menfezler bulunmaktadır. Menfezler açıldığında, ısıtma ve soğutma sistemleri devre dışı kalmakta ve binanın pasif olarak havalandırılması sağlanmaktadır.(Resim b)	
Kaplamalı Cam ve Renkli Cam Kullanımı	Güneşin izlediği yörüngeye bağlı olarak batı, doğu ve güney yönleri gören 9.kat camlarına belli belirsiz yeşil renk kaplama yapılmıştır. Bina camlarının %75"inden fazlasına gümüş alüminyum kaplama yapılarak istenmeyen aşırı ısınma engellenmek istenmiştir.(Resim a)	
RESİMLER		

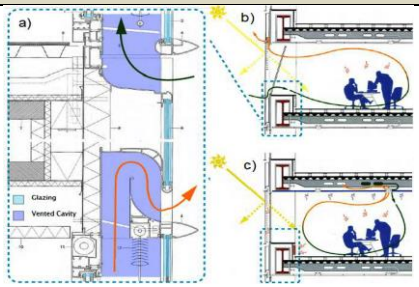


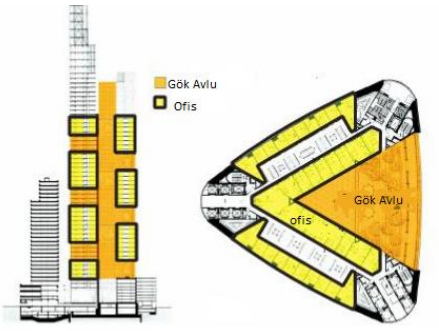
Resim a



Resim b

Çizelge 2.4. Commerzbank binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">COMMERZBANK BİNASI</td><td>Örnek 2</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis-Rezidans</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Foster +Partners</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Frankfurt,Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>1997</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>53 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe
Bina Cephe Sayısı:4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[97]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Doğal Havalandırma</td><td colspan="2">Bina yılın% 60'ı için doğal olarak havalandırılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, eşdeğer klimalı bir ofise kıyasla enerji tüketimini % 50'ye kadar azaltmıştır.</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Binanın planı, ofis katlarını ve tam yükseklikte merkezi bir atriumun oluşturduğu bir üçgen şeklindedir. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Çift Kabuk Cephe Sistemi Kullanımı</td><td colspan="2">Kutu tipi çift kabuk cephe sistemi kullanılmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Gök Avlu</td><td colspan="2">Gök avlular, dört katlı ofis kümelerinin görsel ve sosyal odak noktası olmak için atriyumun etrafında sarılır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş Kontrol Elemanı</td><td colspan="2">Dış camda motorlu jaluziler mevcuttur.(Resim d)</td></tr>
<tr><td>Low-e cam kullanımı</td><td colspan="2">Dış camda 8 mm lamine cam, iç camda low-e kaplamalı cam kullanılmıştır.(Resim e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a


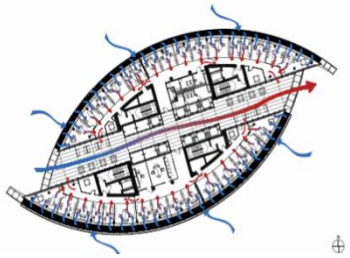
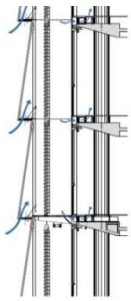
Resim b


Resim c

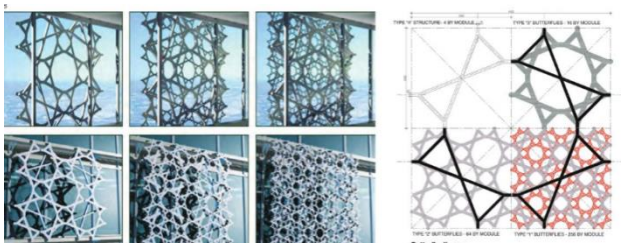
Resim d

Resim e</td></tr>
</table>

Çizelge 2.5. Deutsche Post ofis binası kimlik kartı

DEUTSCHE POST OFİS		Örnek 3
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	Murphy/Jahn Architects	
Yeri	Bonn, Almanya	
Yapım Tarihi	2002	
Kat Sayısı	42 kat+5 bodrum kat	
Cephe Tanımı	Tip: Çift cidarlı cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı:4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[98]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Çift cidarlı cephe kullanımı	Doğal havalandırmaya imkan tanıyan çift cidarlı cephe sayesinde binanın yıllık enerji tüketiminde %79 tasarruf sağlanmaktadır.(Resim a).	
Bina Formu	Bina kullanıcılara verimli gün ışığı kullanımı ve temiz hava imkanı sunmaktadır.(Resim b).	
Atrium	Binada 7.2 metre genişliğinde bir atrium vardır. Dış hava, çift kabuklu cepheden binaya girer, ofislerden koridorlara akar. Atriyumdaki kirli hava her dokuz katta, atriyumun cephesinde yüksekte bulunan çalıştırılabilir pencerelerden dışarı atılır.(Resim c).	
Yönlenme	Binanın iki ana cephesi kuzey ve güneye bakarken, gökyüzü bahçesi cepheleri doğu ve batı yönelimlidir. Bina hakim rüzgar yönünde yönlendirilerek doğal havalandırma için imkan sağlanmıştır.	
Gök yüzü bahçesi	Atriumda bulunan bahçeler bina kullanıcılarının temiz hava almasını sağlar.	
Gece Havalandırması	Pencereler binanın soğuması için geceleri merkezi olarak açılır. (Resim d).	
Doğal Havalandırma	Binanın güney cephesinde her panelin altında binaya temiz hava girmesini sağlayan eğimli cam paneller bulunur. Çalıştırılabilir pencereler binanın havalandırmasına imkan verir. (Resim e).	
Güneş Kontrol elemanı	Otomatik ve manuel ayarlanabilen panjurlar vardır.	
Yüksek Performanslı cam kullanımı	Gün ışığına izin veren güneş kontrolü sağlayan camlar kullanılmıştır. (Resim f).	
RESİMLER		
 Resim a	 Resim b	 Resim c
 Resim d	 Resim e	 Resim f

Çizelge 2.6. Doha High Rise ofis binası kimlik kartı

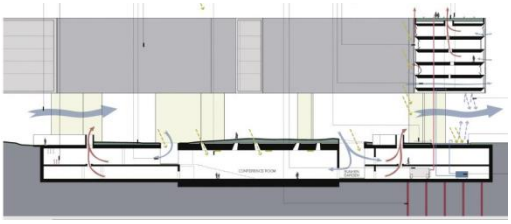
<table>
<tr><td colspan="2">DOHA HIGH RISE OFİS BİNASI</td><td>Örnek 4</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis-Rezidans</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Atelier Jean Nouvel,CCDI</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Doha, Katar</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2004-2012</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>45 kat,4 adet bodrum kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe
Bina Cephe Sayısı:4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[99]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Reflektif Cam</td><td colspan="2">Gün ışığının içeri alınmasına olanak sağlarken fazla ısıyı engeller ve soğutma yükünü azaltır. Genel cephe siteminin soğutma yükünü %20 azalttığı belirtilmektedir. (Resim a,b).</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Cephe yönlerine göre farklı yoğunluklarla yapılan çelik motifler kuzeyde %25 opaklık, güneyde %40,doğu ve batıda %60 olacak şekilde tasarlanmıştır. (Resim c,d).
Ayrıca kullanıcı tarafından çalıştırılabilen storlar da mevcuttur.</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

Çizelge 2.7. Horizontal Skyscraper-Vanke Center binası kimlik kartı

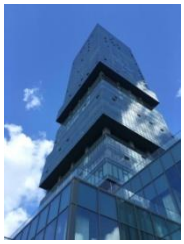
<table>
<tr><td colspan="2">HORİZONTAL SKYSCRAPER-VANKE CENTER</td><td>Örnek 5</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis-Apartman-Otel</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Steven Holl</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Shenzen,Çin</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2009-2011</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>8 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı:4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[100]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Yeşil çatı</td><td colspan="2">Soğutma yükünü azaltmanın yanı sıra üzerindeki güneş panelleri ile enerji üretimine %18 oranında destek olur. (Resim a).</td></tr>
<tr><td>Doğal havalandırma</td><td colspan="2">Bina çapraz havalandırma ile havalandırılmaktadır.(Resim b).</td></tr>
<tr><td>Çatı penceresi</td><td colspan="2">Doğal havalandırmanın yanı sıra doğal gün ışığının mekana alınmasını sağlamaktadır. (Resim c).</td></tr>
<tr><td>Çift katmanlı Low-e cam</td><td colspan="2">Gün ışığının içeri alınmasına olanak sağlarken fazla ısıyı engeller ve soğutma yükünü azaltır. (Resim d).</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Otomatik açılır panjurlar sayesinde gün ışığının iç mekana alınması kontrol altına alınmıştır.(Resim e).</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d

Resim e</td></tr>
</table>

Çizelge 2.8. İstanbloom binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">İSTANBLOOM</td><td>Örnek 6</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>DB Mimarlık</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>İstanbul</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>200--2016</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>28 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Cephe sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[101]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift kabuk cephe kullanımı</td><td colspan="2">Çift cidarlı tasarlanan yapı cephesi, içerdeki kullanıma ve günışığının mevsime ve günün saatlerine göre değişen efektlerine bağlı olarak sürekli bir devinim içermektedir.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Mekân içinde stor perde kullanılmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Dikey bahçe kullanımı</td><td colspan="2">Kat aralarındaki teraslar doğal havalandırmaya imkan vermektedir.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Kaplamalı cam kullanımı</td><td colspan="2">Enerji tasarrufu güneş konrolü sağlayan kaplamalı renkli cam kullanılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

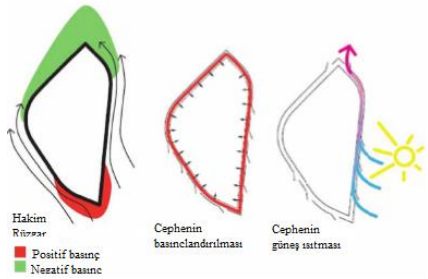
Resim b

Resim c</td></tr>
</table>

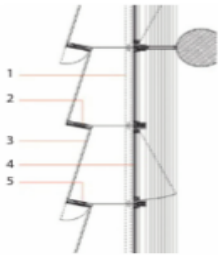
Çizelge 2.9. KFW Headquarters binası kimlik kartı

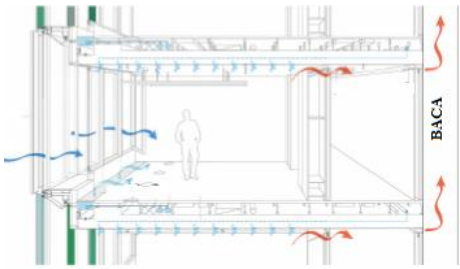
<table>
<tr><td colspan="2">KFW HEADQUARTERS</td><td>Örnek 7</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis-Rezidans</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Sauerbruch Hutton</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Frankfurt,Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2010</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>14 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[102]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Çift kabuklu cephe ile ofislerin kontrollü olarak doğal havalandırılması sağlanmaktadır. Yaz aylarında dış katman tamamen açılabilmektedir.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Hakim rüzgar yönüne göre ve günlük güneş yörüngesine göre konumlandırılmıştır.</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Güne ışığına tekrar yön verme özelliğine sahip güneş panelleri kullanılmıştır. Ofis camlarında da ayrıca storlar kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td>Bina formu</td><td colspan="2">Bina batı rüzgarına bakacak şekilde aerodinamik bir kanat olarak tasarlanmıştır. Bu binanın kuytu tarafında emiş sağlamak için negatif basınç bölgesi oluşturur.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Doğal havalandırma</td><td colspan="2">Cepheden alınan temiz hava ofis ortamına geçmekte, kirlenen hava, dikey bir egzoz bacası ile dış ortama atılır.(Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">

Resim a

Resim b


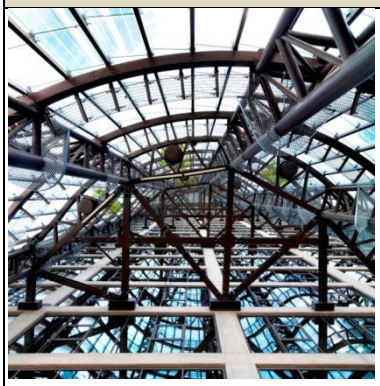
Resim c

Resim a


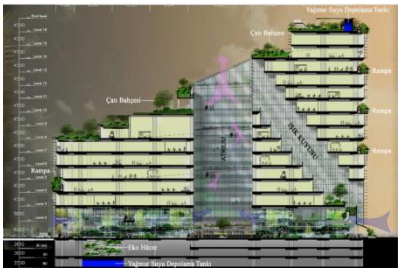


Resim d
</td></tr>
</table>

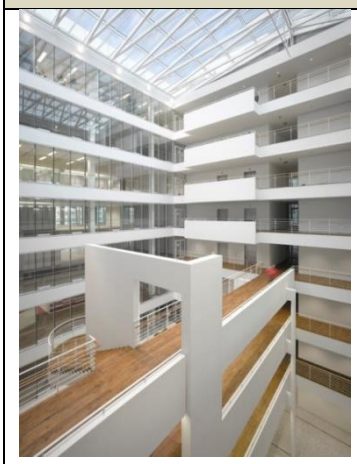
Çizelge 2.10. Maslak No:1 binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">MASLAK NO:1 OFİS BİNASI</td><td>Örnek 8</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Emre Arolat</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>İstanbul</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2009-2015</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>26 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip:Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Cephe sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[103]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift kabuk cephe kullanımı</td><td colspan="2">Güney ve batı yönlerinde ikinci bir cephe gibi hareket eden örtü yapıdan 17 metreye kadar genişleyen açıklıklarla kopartılarak ikinci bir cephe oluşturulmuştur. İki cephe arasında kalan hacmin akustik ve iklimsel koşullara karşı bir tampon vazifesi görmesi planlanmıştır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Dikey bahçe kullanımı</td><td colspan="2">Her katta bir oluşturulan dikey bahçeler kullanıcılara yeşil bir ortamda sağlamakta aynı zamanda doğal havalandırmaya imkan vermektedir.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Kaplamalı cam kullanımı</td><td colspan="2">Cephede, üzerinde yarı saydam film tabakası bulunan silikon esaslı bir cam giydirme sisteminin kullanılmıştır. Film tabakasının opaklığının dairesel cephenin farklı yönlerine göre değişkenlik göstermektedir. Güney cephe için daha az geçirgen bir doku tercih edilirken, kuzey cephede ise neredeyse tamamen şeffaf bir film kullanılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c</td></tr>
</table>

Çizelge 2.11. Solaris binası kimlik kartı

SOLARİS BİNASI		Örnek 9
Yapının Kullanımı	İş Merkezi-Ofis	
Yapının Mimarı	KenYeang	
Yeri	Singapur	
Yapım Tarihi	2008-2011	
Kat Sayısı	18 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe Bina Cephe Sayısı:4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[104]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Kat bahçeleri-teraslar	Dış ortam ve iç ortam arasında tampon görevi yaparak iç ortamın fazla ısınmasını engeller (Resim a).	
Atrium	Hareketli çatı örtüsü ile üstü açılabilir ve güneş korumalı panjurları bulunan atrium doğal havalandırma ve aydınlatma sağlar (Resim b).	
Işık kuyusu	Doğal gün ışığı bina derinliklerine ulaştırabilir ve ışık kuyusuna bakan teraslardan ofisler havalandırılabilir (Resim c).	
(Low-e) cam	Düşük yayınımlı çift katmanlı Low-e cam kullanımı ile güneş kontrolü sağlanır (Resim d).	
Güneş kontrol elamanı	Yapısı ve derinliği güneş yörüngesi dikkate alınarak tasarlanan sabit güneş kırıcılar gölgeleme sağlarken tasarım özelliği gereği aynı zamanda ışık rafı görevini üstlenir (Resim e).	
RESİMLER		
 Resim a	 Resim b	
 Resim c	 Resim d	 Resim e

Çizelge 2.12. Şehir Yeşil Sarayı kimlik kartı

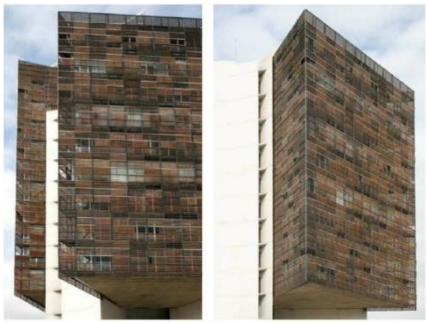
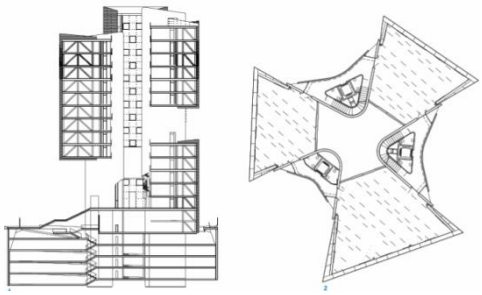
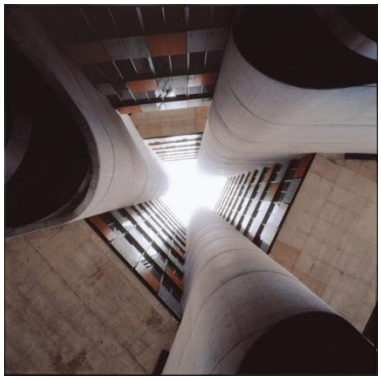
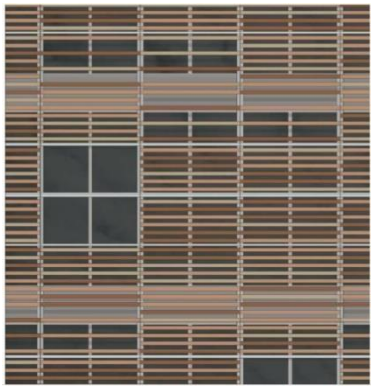
<table>
<tr><td colspan="2">ŞEHİR YEŞİL SARAYI</td><td>Örnek 10</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Richard Meier & Partners Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Prag</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2012</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>8 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Cephe sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[105]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Yaz döneminde atriumun doğal havalandırılması soğutma yükünü azaltmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Güneş Kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Giydirme cepheye göre tasarlanmış ve güneşe göre hareket eden düşey gölgeleme elemanları, güney ve batı cephelerinde, cam cephenin önünde yer almakta ve güneş kazançlarını azaltarak binanın iç mekan konforunu arttırmakta, böylelikle termal konfor koşullarını sağlamak için mekanik sistemlerde kullanılacak enerji ihtiyacını azaltmaktadır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
Resim a Resim b</td></tr>
</table>

Çizelge 2.13. Tekfen Öz Levent Ofis binası kimlik kartı

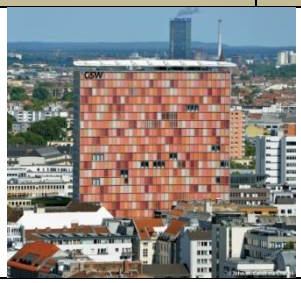
<table>
<tr><td colspan="2">TEKFEN ÖZ LEVENT OFİS BİNASI</td><td>Örnek 11</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Swanke Hayden Connell Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>İstanbul</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2010</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>10 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip:Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Cephe sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[106]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bitkilendirme</td><td colspan="2">Binada kullanılan bitkilerden oluşan kabuk, cephelere göre yoğunluğu ve boyutları değişen bir kabuk alt elemanı olarak tasarlanmış; güney ve batı cephelerinde yoğunluğu ve yüksekliği arttırılarak gölgeleme sağlanmıştır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuk cephe kullanımı</td><td colspan="2">Katlarda oluşturulan kat bahçeleri ile çalışanlara kapalı ofis ortamından çıkıp doğal hava alma imkanı sağlanmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Doğal havalandırma</td><td colspan="2">Katlarda oluşturulan kat bahçeleri ile bir yandan çalışanlara kapalı ofis ortamından çıkıp doğal hava alma imkanı, bir yandan da yeşilin her an hissedildiği konforlu bir ofis ortamı yaratılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Low-e cam kullanımı</td><td colspan="2">Cephede Solar Low-E Cam kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td>Güneş Kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Cephede cephenin bir parçası olarak tasarlanan sabit güneş kırıcılar mevcuttur.(Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c

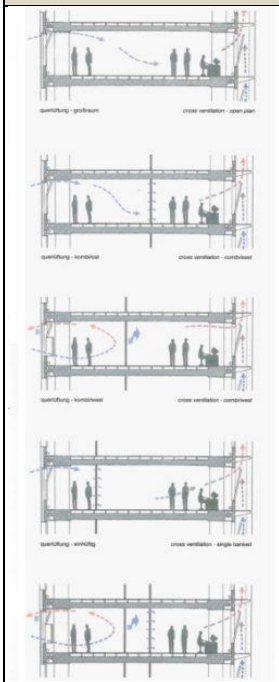
Resim d</td></tr>
</table>

Çizelge 2.14. Torre Cube binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">TORRE CUBE</td><td>Örnek 12</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Carme Pinos</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Zapopan, Meksika</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2004-2005</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>17 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift cidarlı cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[107]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift cidarlı cephe kullanımı</td><td colspan="2">Cam cephedeki açılan camlar ofis ortamına temiz hava girişini sağlar.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Bina Formu</td><td colspan="2">Binanın her iki tarafında ve farklı yüksekliklerde, atriyum içine temiz havanın serbest dolaşımını sağlamak için üç kat ofis modülü ortadan kaldırılmıştır. Bu önlemler sayesinde ofislerde klima gerekmemektedir.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Gökyüzüne açılan bir atrium mevcuttur.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Dış paneller binayı güneş istenmeyen ısısından korumaktadır.(Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

Çizelge 2.15. GSW Headquarters binası kimlik kartı

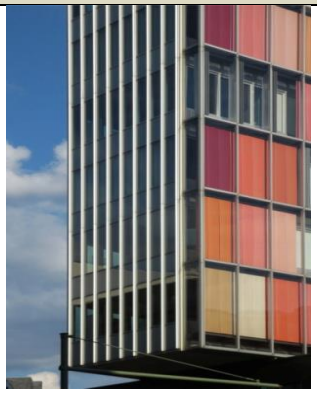
GSW HEADGUARTERS		Örnek 13
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	Sauerbruch Hutton Architect	
Yeri	Berlin, Almanya	
Yapım Tarihi	1999	
Kat Sayısı	22 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Çift cidarlı cephe	
	Bina Cephe Sayısı:4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[108]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Doğal Havalandırma	Çapraz havalandırma ile binanın doğal havalandırması sağlanmaktadır. Kirli hava baca ile dışarı atılmaktadır. (Resim a)	
Güneş Kontrol Elemanı	Doğu ve batı cephesinde çeşitli renklerle tasarlanmış kontrol edilebilir panjurlar mevcuttur. (Resim b)	
Çift cidarlı cephe kullanımı	İki katman arasında kalan 1 metrelik boşluk sayesinde ters basınç oluşmakta ve bina içinde doğudan batıya hava akışı sağlanmaktadır. (Resim c)	
Low-e kaplamalı yalıtımlı cam kullanımı	Çift cidarlı cephenin dış katmanı tek camdan, iç katmanı ise low e kaplamalı yalıtımlı çift camdan oluşmaktadır.	
Venturi bacası kullanımı	Hava akışını sağlayan baca bulunmaktadır. Bu bacanın üstü pvc malzemeli bir membran gölgelikle örtülüdür. Bu gölgeliğin aerodinamik formu bacanın üzerinden geçen rüzgari hızlandırır niteliktedir. (Resim d)	
RESİMLER		



Resim a



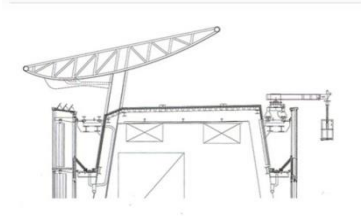
Resim b



Resim c

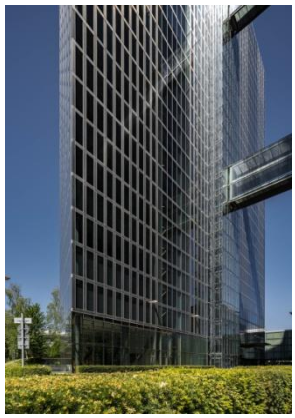


Resim d



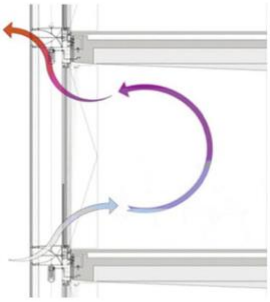
Resim e

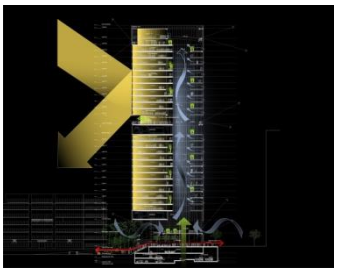
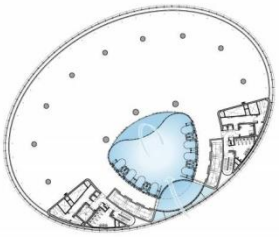
Çizelge 2.16. Highlight binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">HIGHLIGHT TOWERS BİNASI</td><td>Örnek 14</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Murphy Jahn</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Münih, Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2004</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>Kule 1:33kat Kule 2:28 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı:4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[109]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Doğal Havalandırma</td><td colspan="2">Temiz hava döner menteşeli cam panellerden içeri alınır,ofiste dolaşan hava koridorlardan bacaya yönlendirilip dışarı atılır. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Yalıtımlı cam ve reflektif cam kullanımı</td><td colspan="2">Sabit camlar üçlü camdan ve ısıyı yansıtan camlardan oluşmaktadır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Gece havalandırması</td><td colspan="2">Gece bina yönetim sistemi cam panelleri otomatik olarak açarak binaya hava geçişini sağlar.</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elmanı kullanımı</td><td colspan="2">Bina içinde otomatik kontrol edilebilir panjurlar kullanılmıştır. . (Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c</td></tr>
</table>

Çizelge 2.17. 1 Blight ofis binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">1 BLIGH OFİS BİNASI</td><td>Örnek 15</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Ingenhoven architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Sydney, Avusturalya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2011</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>28 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı:4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[110]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Ara boşluktaki ısınan havanın tahliyesi için boşluklar mevcuttur.</td></tr>
<tr><td>Bahçe terası-çatı terası</td><td colspan="2">Ofis çalışanlarının temiz hava almasını sağlamaktadır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Bina içinde ve ara boşlukta panjurlar kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td>Bina formu</td><td colspan="2">Merkezde atrium ve koridorların tasarımı ofislerin doğal havalandırmasına imkan tanımaktadır. Pencere açıklıklarından ve atriumdan alınan temiz hava baca etkisiyle atriumun üst çatısından dışarı atılmaktadır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Doğal gün ışığı ve atriumla karşı karşıya olan ofislerin ve balkonların doğal bir şekilde havalandırılmasını sağlamaktadır.(Resim d)</td></tr>
<tr><td>Cam kullanımı</td><td colspan="2">Yalıtımlı kaplamalı cam kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d

Resim e</td></tr>
</table>

İncelenen 50 örnek binada kullanılan soğutma stratejileri Çizelge 2.18'de verilmiştir.

Çizelge 2. 18. İncelenen örnek binalarda kullanılan soğutma stratejileri

SOĞUTMA STRATEJİLERİ	Doğal Havalandırma	Gece havalandırması	Bina Formu/ Geometrisi	Yönlenme	Çift Kabuk Cephe Sistemi Kullanımı	Güneş Kontrol Elemanları	Hareketli Cepheler	Gök Avlu	Soğuk Çatılar	Yalıtımlı Cam Kullanımı	Yansıtıcı Cam Kullanımı	Kaplamalı Cam Kullanımı	Renklii Cam Kullanımı	Fotokromik Cam Kullanımı	Termokromik Cam Kullanımı	Elektrokromik Cam Kullanımı	Gazokromik Cam Kullanımı	Fotovoltaik Cam Kullanımı	Işık Rafı Kullanımı	Bitkilendirme
ÖRNEKLER																				
ÖRNEK 1	■		■	■		■						■	■							
ÖRNEK 2	■				■	■						■								
ÖRNEK 3	■	■	■	■	■	■		■			■									
ÖRNEK 4						■					■									
ÖRNEK 5	■					■			■			■								
ÖRNEK 6					■	■						■								■
ÖRNEK 7	■		■		■	■														
ÖRNEK 8					■							■								■
ÖRNEK 9	■					■		■				■								
ÖRNEK 10	■					■														
ÖRNEK 11	■				■	■						■								■
ÖRNEK 12	■		■		■	■														
ÖRNEK 13	■				■	■				■		■								
ÖRNEK 14	■	■				■				■										
ÖRNEK 15	■		■		■	■		■		■		■								
ÖRNEK 16				■		■				■										
ÖRNEK 17	■		■	■								■								
ÖRNEK 18	■				■	■						■								
ÖRNEK 19	■		■			■														■
ÖRNEK 20	■		■			■		■												■
ÖRNEK 21	■	■			■	■				■										
ÖRNEK 22	■	■			■							■								
ÖRNEK 23	■		■							■										■
ÖRNEK 24				■		■		■	■									■		■
ÖRNEK 25	■	■	■	■	■	■						■								
ÖRNEK 26						■		■												
ÖRNEK 27	■					■				■										■
ÖRNEK 28			■		■	■					■									

Çizelge 2.18. (devam) İncelenen örnek binalarda kullanılan soğutma stratejileri

SOĞUTMA STRATEJİLERİ	Doğal Havalandırma	Gece havalandırması	Bina Formu/ Geometrisi	Yönlenme	Çift Kabuk Cephe Sistemi Kullanımı	Güneş Kontrol Elemanları	Hareketli Cepheler	Gök Avlu	Soğuk Çatılar	Yalıtımlı Cam Kullanımı	Yansıtıcı Cam Kullanımı	Kaplamalı Cam Kullanımı	Renklii Cam Kullanımı	Fotokromik Cam Kullanımı	Termokromik Cam Kullanımı	Elektrokromik Cam Kullanımı	Gazokromik Cam Kullanımı	Fotovoltaik Cam Kullanımı	Işık Rafi Kullanımı	Bitkilendirme
ÖRNEKLER																				
ÖRNEK 29	■		■		■	■		■												
ÖRNEK 30	■					■		■												■
ÖRNEK 31			■	■		■						■								
ÖRNEK 32	■				■			■	■			■								
ÖRNEK 33	■		■		■	■						■								
ÖRNEK 34	■		■		■	■						■								
ÖRNEK 35	■			■		■		■			■									■
ÖRNEK 36	■		■		■	■				■										
ÖRNEK 37	■				■	■														
ÖRNEK 38			■	■	■	■				■		■								
ÖRNEK 39	■		■			■														
ÖRNEK 40			■	■	■	■				■										
ÖRNEK 41			■		■	■		■												
ÖRNEK 42	■		■			■				■										
ÖRNEK 43	■	■	■			■		■		■										
ÖRNEK 44					■	■		■				■								
ÖRNEK 45	■					■				■										
ÖRNEK 46	■				■	■		■		■										
ÖRNEK 47	■					■						■								
ÖRNEK 48	■		■					■		■										■
ÖRNEK 49	■		■									■								■
ÖRNEK 50	■		■		■	■				■										

Çizelge incelendiğinde en çok tercih edilen soğutma stratejilerinin sırasıyla; doğal havalandırma, güneş kontrol elemanı kullanımı, kaplamalı cam kullanımı ve çift kabuk cephe sistemi olduğu gözlemlenmektedir.

2.5. Saydam Cephelerde Soğutma Stratejilerinin Avantaj ve Dezavantajları

Sistematik ve geniş kapsamlı bir literatür taraması ile elde edilmiş soğutma yüklerinin azaltılması hususunda var olan tasarım yaklaşımları, teknikleri, yöntemleri incelenen yetkin 50 uygulama örneğinin analizi ile karşılaştırılarak soğutma enerjilerinin azaltılması hususunda etkin tasarım stratejileri belirlenmiştir. Bu belirlenen stratejiler, stratejilerin kullanım tipleri\uygulama sistemleri, avantajları ve dezavantajları Çizelge 2.19' da belirtilmiştir.

Çizelge 2.19. Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
1.Doğal Havalandırma			
. Pencereler / cam yüzeyler . Kat Bahçeleri . Havalandırma bacaları . Rüzgar kepçeleri . Güneş bacaları . Atriumlar/galeriler . Eko hücreler	- Doğal hava akımları - Çapraz havalandırma	-Doğal havalandırma sayesinde kullanıcı konforunun artması -İklimlendirme sistemlerine harcanan enerji miktarının azalması	- Açılır camların yüksek katlı binalarda rüzgar basıncına neden olması
2.Gece Havalandırması			
. Havalandırma kapakları . Menfezler . Çift kabuk cepheler . Kutu pencereler	- Doğal hava akımları - Çapraz havalandırma	- Gece daha düşük sıcaklıkta olan dış hava ile gündüz ısınan yapı elemanlarının soğutularak yapının gün içerisinde sahip olacağı sıcaklığın düşürülmesi	- Yeterli hava hızı elde edilemediği durumlarda fan kullanılması nedeniyle enerji yükünün artması - Küresel ısınmanın gece havalandırması performansını düşürme etkisi - Yalıtımın dış duvarda olmadığı durumlarda performansın düşmesi
3.Bina Formu/Geometrisi			
. Bina formu . Cephe Tasarımı	- Gün ışığı ile etkileşen yüzeylerin oran olarak dengelenmesi - Gölge oranlarını artıracak formların bulunması - Isı kazançlarını azaltacak konstrüksiyon tasarımlarının yapılması - Hava akımlarına izin veren cephe tasarımları	- Güneş ışınlarına karşı pasif korunma yöntemleri kullanarak ısı kazançlarının azaltılması - Yapı içerisine alınan rüzgar ile iç mekanda ısı artışlarının ısı önüne geçilmesi.	

Çizelge 2.19. (devamı) Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
4.Yönlenme			
- Bina formu - Cephe Tasarımı	- Bina geometrisinde uzun cephelerin ve saydam açıklıkların güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde konumlandırılması - Sıcak dönemde rüzgarın bina içerisine alınmasına imkan tanımak üzere uzun cephelerin ve saydam açıklıkların hakim rüzgar yönüne dik doğrultuda yerleştirilmesi	- Aşırı ısınç kazançlarından kaçınılması - Pozitif ve negatif basınç etkileriyle hava sirkülasyonun artırılması	
5.Çift Kabuk Cephe Sistemi			
- Çift kabuk cephe tasarımı	- İki katman arasında bulunan hava boşluğunda kontrollü bir tampon bölgenin yaratılması	- Özellikle yüksek katlı binalarda pencere açılmasına imkan vererek doğal havalandırmanın sağlanması ve HVAC sistemlerin kullanım maliyetinin azaltılması - Ses yalıtımının sağlanması	- Yanlış tasarım ve yapım söz konusu olduğunda aşırı ısınmaya neden olması - İlk yapım maliyetini artırması
6.Güneş Kontrol Elemanları			
- Saçaklar - Çıkmalar/konsollar - Geri çekmeler - Kepenkler - Panjurlar - Perdeler - Jaluziler	- Yapı kabuğunda özel tasarımlar - Bina cephelerine dışardan montaj - İç mekandan uygulama - Cephe katmanları arasında uygulama	- Binanın istenmeyen ısı kazançlarından korunması - Gün ışığını yeniden yönlendirme veya yönünü değiştirme kabiliyetleri ile doğal aydınlatma performansını artırması - Parlama ve kamaşma etkilerinin önüne geçmesi	-Dış cephede kullanılanlarda kötü hava şartlarından etkilenme olasılığının artması

Çizelge 2.19. (devamı) Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
7.Hareketli Cepheler			
-Bina dış cepheleri	-Değişen dış hava koşullarına göre bilgisayar sistemiyle kontrol edilebilmesi	-Camdan geçen enerji akışını yöneterek ısıtma ve soğutmada enerji tasarrufu sağlaması -Doğal gün ışığını ve dışarıdaki manzarayı gereksiz şekilde kısıtlamaması	- İlk yapım maliyetini artırması
8.Gök Avlu(Gökyüzü Bahçesi)			
-Bina dış cephesi	-cephelerde geri -çekmeler, -balkonlar -birkaç katın birlikte geri çekilmesi	-Yüksek katlı binalarda güneşin istenmeyen etkilerinden korunmak - iç mekânların doğal havalanlandırılmasın ı ve aydınlatılmasını sağlaması	-Yanlış tasarımda istenmeyen hava akımının meydana gelmesi
9.Soğuk Çatılar			
-Bina Çatıları	-Gölgeleme etkisi ile çatının serinlemesi -.Bitkilerin ortamdaki CO2'yi kullanarak ortamı serinletmesi	-Açık renkli yüzey koruma elemanları ile kaplanmış soğuk çatılar sıcak günlerde 10-16°C daha az ısınmaya sebep olması.(Yeang,2012)	-Yüksek su yalıtım önleminin gerekli olması -Maliyet artışına sebep olması -Rüzgâra karşı korunmasının gerekli olması

Çizelge 2.19. (devamı) Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
10.Yalıtımlı Cam Kullanımı			
-Binaların iç cam, dış cam cephelerinde	-2 yâ da 3 cam panelin, yüzeyleri birbirlerine paralel olacak şekilde, kenarlarda ara boşluk çıtaları ile belli bir mesafede sabitlenmesi ve ara boşluktaki hava ya da gazın sızdırmazlığının sağlanmasıyla oluşturulması	-Gün ışığını içeri geçirirken güneşin ısısını azaltarak içeri alması	-Ara boşlukta kullanılan malzemeye göre ısı yalıtımı ve ışık geçirgenliğinin değişmesi
11.Yansıtıcı(Reflektif) Cam Kullanımı			
-Binaların dış cam cephelerinde -özellikle ofis binalarında	-Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yötemlerle cam yüzeyine uygulanması ile edilmesi	-Güneş kontrolü açısından yüksek perfomansa sahip olması	-Yapay aydınlatma gereksinimini arttırması
12.Kaplamalı Cam Kullanımı			
-Binaların iç cam, dış cam cephelerinde -Özellikle ofis binalarında	-Cam yüzeyindeki yansımaları azaltması için metal katmanların kullanılması	-Cam yüzeyindeki yansımayı azaltması -Işık geçirgenliğinin kaplamın kalınlığına göre kontrol edilebilmesi	-Kaplamanın kalınlığına göre yapay aydınlatma gereksiniminin arttırması

Çizelge 2.19. (devamı) Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
13. Renkli Camların Kullanımı			
-Binaların dış cam cephelerinde -Özellikle ofis binalarında	-Cama metal oksit ilaveleriyle geniş renk yelpazesinin elde edilmesi	-Tüm kısa dalga ışınlarını, kullanılan camın rengine ve kalınlığına göre farklı oranlarda bünyesinde soğurma yeteneğine sahip olması	-Bu tip camların yalnızca güneşten gelen ısıyı değil, ışığın da büyük bir kısmını tutması
14. Fotokromik camların kullanımı			
-Binaların dış cam cephelerinde -Özellikle ofis binalarında	- Yapısındaki gümüş klorür sayesinde ışığa maruz kaldığında kararması	- ışık geçirgenliği, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmesi -Kamaşmanın önlenerek görsel konforun sağlanması	-Yapay aydınlatma gereksiniminin artması -Maliyeti artırması
15.Termokromik camların kullanımı			
-Binaların dış cam cephelerinde -Özellikle ofis binalarında	-Cam katmanları arasına yerleştirilen bir tür jel sayesinde saydamlığının azalması	-Soğukta saydam haldeyken, sıcaklık arttığında saydamlığı azalmakta ve yansıtıcı özelliği artması	-Homojen olmayan bir renk dağılımı oluşması -Işık geçirgenliğinin azalması ile pencerenin dış ortamla görsel ilişkiyi sağlama görevinin ortadan kalkması -Maliyeti artırması

Çizelge 2.19. (devamı) Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
16. Elektrokromik camların kullanımı			
-Binaların dış cam cephelerinde -Özellikle ofis binalarında	-Manuel veya bina iletim sistemine bağlı olarak renkli durumdan orta ve tamamen renksiz hale geçmesi	Uygulanan voltaja bağlı olarak renkli durumdan orta ve tamamen renksiz hale geçmeleri	-Yavaş tepki vermeleri, -Kullanım ömürlerinin kısa olması -Maliyeti arttırması -Kamaşmaya neden olmaları
17. Gazokromik camların kullanımı			
-Binaların dış cam cephelerinde -Özellikle ofis binalarında	-Camı renklendirmek için cam katmanları arasına hidrojen verilmesi ve saydamlığın ilk haline geri dönmesi için de oksijenle birleştirilmesi.	- Camın renkli duruma geçerek saydamlığının azalması	-Renkli durumda iç mekana alınan gün ışığının azalması -Maliyeti arttırması
18.Fotovoltaik camların kullanımı			
-Güneş yönündeki cephelerde -Çatılarda -Güneşle birlikte hareket edebilen panjurlar	-İki cam arasına veya sadece bir ön cam arkasına yerleştirilmiş silikon esaslı veya özel ince film kaplamalı fotovoltaik (PV) sistemlerle gün ışığından elektrik elde edilmesi	-Etkin güneş koruması sağlaması	-Maliyeti arttırması

Çizelge 2.19. (devamı) Soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejiler

SOĞUTMA YÜKÜNÜN AZALTILMASINDA KULLANILAN PASİF STRATEJİLER			
Uygulama Biçimleri	Yöntemler	Avantajlar	Dezavantajlar
19. Işık rafı kullanımı			
-Pencerenin iç veya dış yüzeyinde	-Hacimde pencereye yakın bölgeyi güneş ışığından korurken, ışığın tavandan yansıyarak odanın derinliklerini aydınlatması	-Pencere önündeki alanlarda oluşan yoğun gün ışığı seviyesi düşürülerek kamaşmanın önlenmesi -Görsel ve ısısal konfor sağlanması	-Bina yönlenmesine dikkat edilerek tasarlanmadığı taktirde etkinliğinin düşük olması
20. Bitkilendirme			
-Yapının iç mekânları -kat bahçeleri - balkonlar -avlular -teraslar	-Yapay aydınlatmayı arttırmadan, iklim tipine göre bitki türlerinin seçilmesi	-Yapının iç mekânlarını ve dış duvarlarını gölgelerken bina içinde oluşacak parlamayı en aza indirmesi	-İklim tipine uygun seçilmediği taktirde beklenen gölgelemenin sağlanmaması -Yer seçimi doğru yapılmazsa yapay aydınlatmayı arttırması

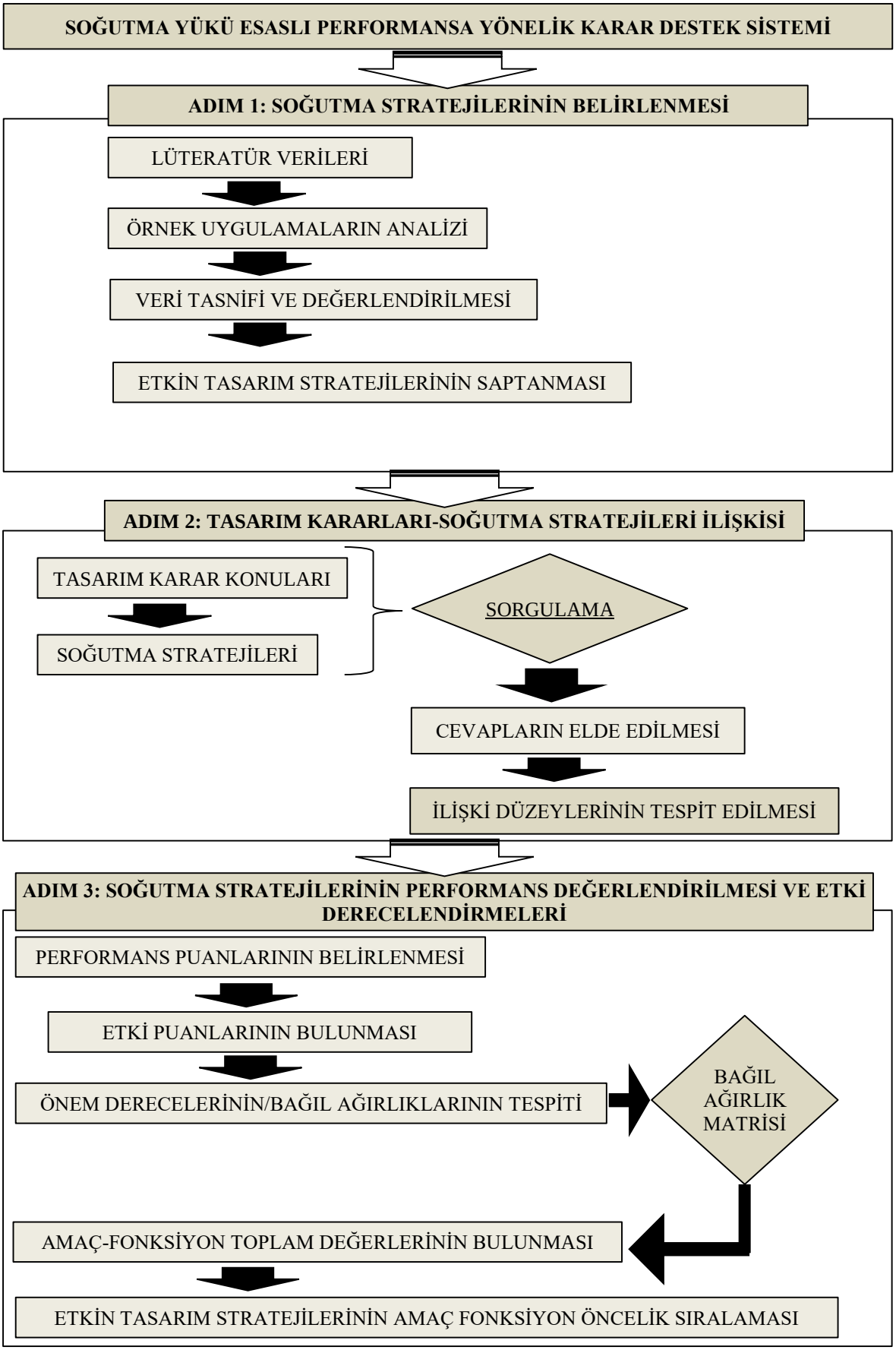
2. bölümde saydam cepheler ve saydam cephelerde kullanılan soğutma stratejilerinin tasarım yaklaşımları, teknikleri, yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Örnek uygulamaların analizi yapılıp, binalarda kullanılan etkin tasarım stratejileri saptanmıştır. Bu bilgiler ışığında yeni bir yöntemin önerilmesi 3. Bölümde anlatılmıştır.

3. METERYAL VE METOT

Bu bölümde, tez çalışması için gerekli literatür taramalarıyla elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve bu değerlendirme neticesinde kurgulanan alan çalışması için materyal ve metot sunulmuştur.

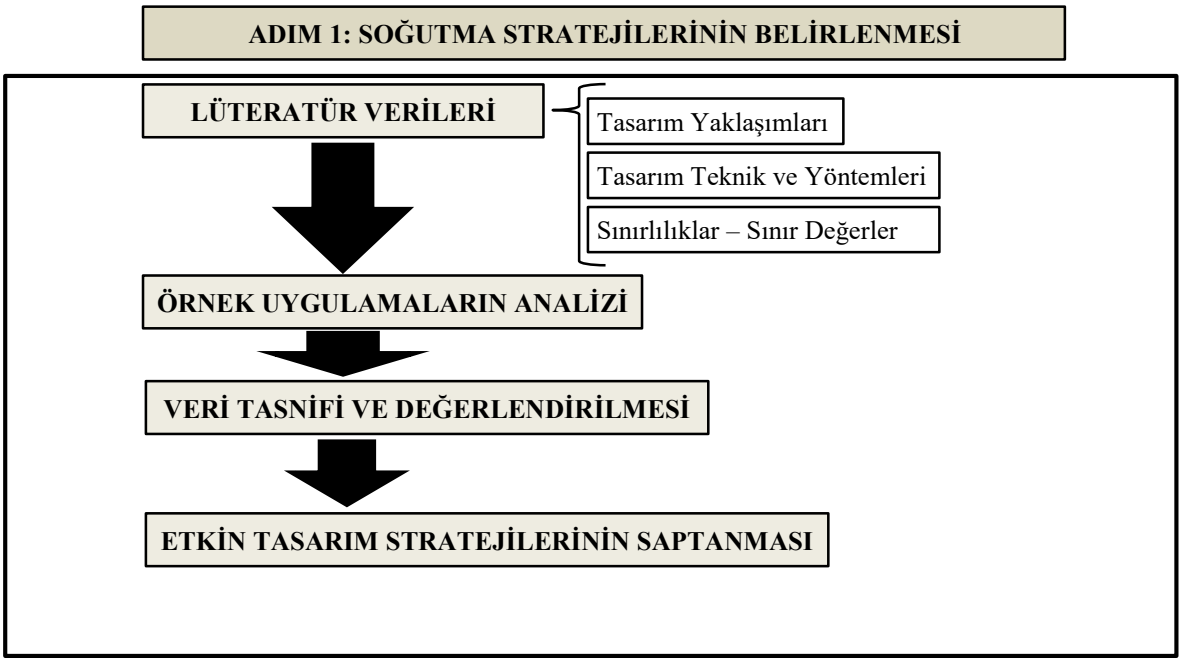
Özellikle çok katlı/yüksek ve saydam giydirme cepheye sahip binalarda enerji verimliliğinin sağlanması hususunda önemli bir paya sahip olan soğutma yüklerinin azaltılması yapı kabuğu tasarımında cephe yüzeylerinin maruz kaldığı güneşlenme süreleri ile yakından ilişkilidir. Bu bağlamda saydam giydirme cephelerin performans özelliklerinin baktığı yönler dikkate alınarak belirlenmesi ve her bir cephenin performans gereklilikleri çerçevesinde tasarımı son derece etkili ve önemlidir.

Saydam cephelere sahip olan yüksek katlı binalarda soğutma yüklerinin azaltılmasına yönelik tasarım kararlarını ve etki düzeylerini belirleyerek tasarım sürecinde alınacak kararlara destek vermeyi amaçlayan tez çalışmasında, ilgili mevzuatları ve literatüre geçmiş akademik çalışmaları içeren geniş kapsamlı literatür taramasından ve etkin uygulamalardan parametreler belirlenerek ilişkilendirilmiş, tasarlanan ilişki ağı çerçevesinde soğutma yükünü azaltma esaslı tasarım stratejileri saptanarak soğutma yükü esaslı performansa yönelik tasarım karar destek sistemi geliştirilmiştir. Karar destek sisteminin geliştirilme süreci Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Soğutma yükü esaslı performansa yönelik tasarım destek sisteminin geliştirilme süreci

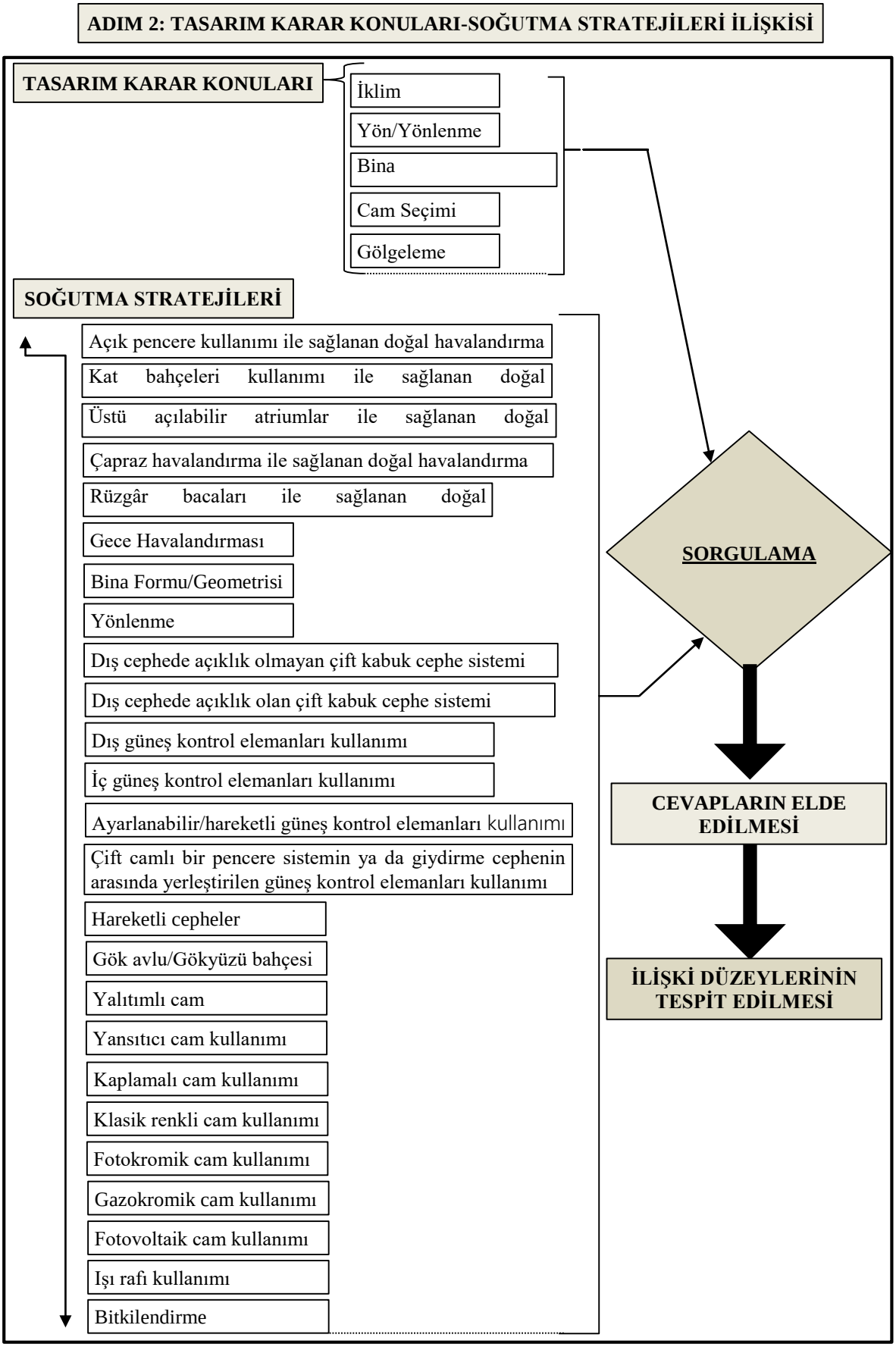
İlk adım olarak sistematik ve geniş kapsamlı bir literatür taraması yapılmış, enerji verimliliği odaklı tanımlar ve kavramlar belirlenerek, soğutma yüklerinin azaltılması hususunda var olan tasarım yaklaşımları, teknikleri, yöntemleri, sınırlılıkları ve sınır değerleri akademik çalışmalar ile yönetmelikler, standartlar, teknik raporlar vb. ilgili mevzuat incelenerek ortaya konmuştur. Yine ilk adım aşamasında literatüre geçmiş, etkin 50 uygulama örneği soğutma stratejileri bağlamında analiz edilmiş ve literatür verileri ile karşılaştırılarak soğutma enerjilerinin azaltılması hususunda etkin tasarım stratejileri belirlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Soğutma stratejilerinin belirlenmesi (ADIM 1)

2. bölümde geniş kapsamlı literatür taramasına, yetkin uygulama örneklerine yer verilmiştir ve bu bilgiler kapsamında binalarda soğutma enerjisini azaltan etkin pasif tasarım stratejileri belirlenmiştir.

Binaların enerji performansında son derece önemli bir paya sahip olan cephe yüzeylerinin tasarım kararlarında belirleyici olan tasarım konuları söz konusudur. İklim, binanın yönlenmesi, bina formu/geometrisi, cephe özelinde tasarım, cam seçimi ve gölgeleme tasarımı hususlarında verilecek kararlar tasarımın etkinlik düzeyi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Cephe performansının önemli bir belirleyicisi olan bu tasarım konularının soğutma hedefli tasarım stratejileri ile ilişkilendirilmesi önemlidir ve ADIM 2' de tasarım karar konuları ile soğutma stratejilerinin ilişkilendirilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.3).



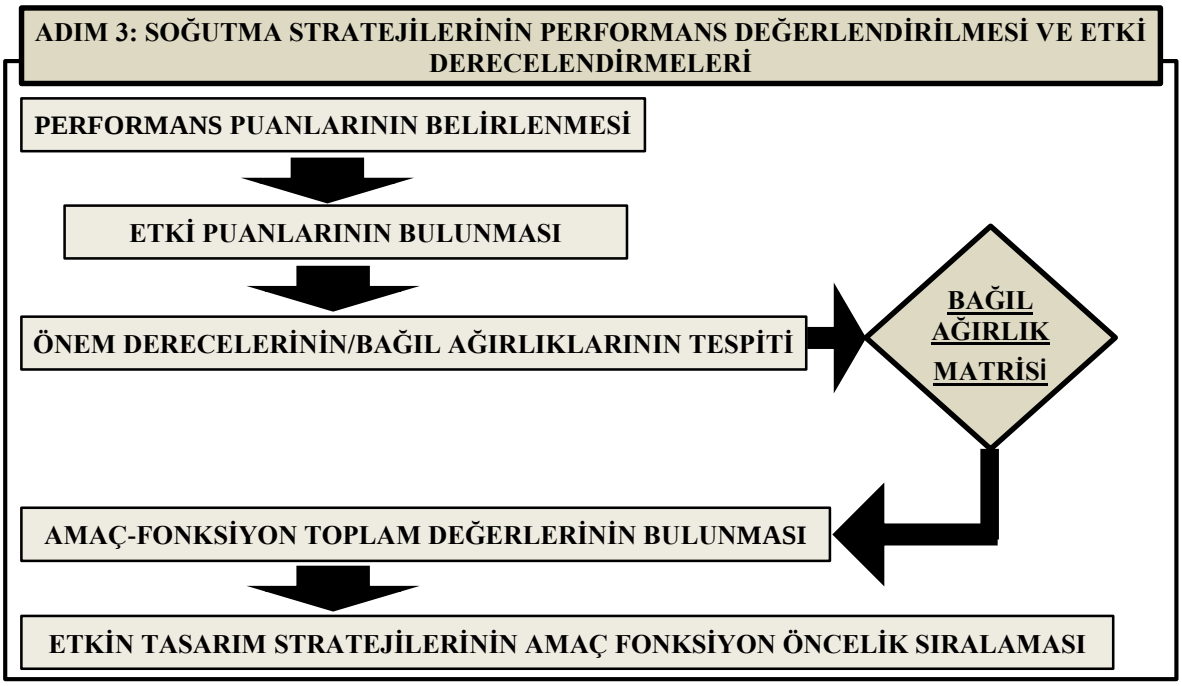
Şekil 3.3. Soğutma stratejilerinin belirlenmesi (ADIM 2)

Tasarım karar konuları ile soğutma stratejileri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için hangi tasarım kararı konusunda hangi soğutma stratejisinin ne derece öneminin olduğunu saptayabilmek amacıyla bir çizelge hazırlanmıştır (Çizelge 3.1). İlişki düzeyleri önem arz edip etmemesi durumuna göre son derece önemli (3), önemli (2), önemli olabilir (1) ve önemsiz (0) olarak ifade edilmiştir. Verilerin çapraz kontrolünün sağlanması amacıyla literatürden elde edilen bilgilerin tasnifi yöntemiyle hazırlanan sorular ve cevapları Ek-2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tasarım karar konuları ve soğutma stratejileri arasındaki ilişki

TASARIM KARAR KONULARI / SOĞUTMA STRATEJİLERİ	İKLİM	YÖNLENME	BİNA FORMU/GEOMETRİSİ	CEPHE TASARIMI	CAM SEÇİMİ	GÖLGELEME
Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma	3	3	3	3	1	1
Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma	3	3	3	3	1	1
Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma	3	3	3	3	1	1
Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma	3	3	3	3	1	1
Rüzgâr bacaları ile sağlanan doğal havalandırma	3	3	3	3	1	1
Gece Havalandırması	3	3	2	3	2	1
Bina Formu/Geometrisi	3	3	-	3	1	3
Yönlenme	3	3	3	3	3	3
Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi	3	3	3	3	3	3
Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi	3	3	3	3	3	3
Dış güneş kontrol elemanları kullanımı	3	3	3	3	3	3
İç güneş kontrol elemanları kullanımı	3	3	3	3	3	3
Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı	3	3	3	3	3	3
Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı	3	3	3	3	3	3
Hareketli cepheler	3	3	3	3	3	3
Gök avlu/Gökyüzü bahçesi	3	3	2	3	0	2
Soğuk(Yeşil Çatılar)	3	0	2	0	0	1
Yalıtımlı cam	3	3	2	3	3	2
Yansıtıcı cam kullanımı	3	3	2	3	3	2
Kaplamalı cam kullanımı	3	3	2	3	3	2
Klasik renkli cam kullanımı	3	3	2	3	3	2
Fotokromik cam kullanımı	3	3	2	3	3	2
Gazokromik cam kullanımı	3	3	2	3	3	2
Fotovoltaik cam kullanımı	3	3	2	3	3	2
Işı rafı kullanımı	3	3	2	3	2	3
Bitkilendirme	3	3	2	3	0	3

Yüksek katlı binalarda soğutma yükünü azaltmak amacıyla tespit edilen stratejilerinin etki düzeylerini belirleyerek tasarımcılara sunmak için geliştirilen destek sisteminin nihai haline ulaşmasında 3 aşama takip edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Soğutma stratejilerinin performans değerlendirmesi ve etki derecelendirmeleri (ADIM 3)

Öncelikle yüksek katlı binalarda soğutma yükünü azaltmak amacıyla tespit edilen stratejiler için Cross'un beş dereceli skalasından yararlanılarak bir puanlama sistemi hazırlanmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Beş dereceli skala

Beş dereceli skala	Anlamı	
0	Yetersiz çözüm	Çok konforsuz
1	Zayıf çözüm	Az Konforlu
2	Yeterli çözüm	Ortalama konfor
3	İyi çözüm	İyi düzeyde konfor
4	Mükemmel Çözüm	Çok iyi düzeyde konfor

Çizelge 3.3'te soğutma stratejileri uygulama biçimleri bağlamında listelenerek kodlandırılmış, uygulama biçimleri tariflenmiş, amaçları, etkileri, sağladığı avantajlar

çerçevesinde durum açıklamaları yapılmış, performans derecelendirme puanı belirlenmiş ve etki puanı değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.3. Soğutma stratejilerinin performans değerlendirmesi ve etki puanlarının belirlenmesi

SOĞUTMA STRATEJİLERİ	KOD NO	UYGULAMA BİÇİMLERİ	DURUM AÇIKLAMASI	Performans Açısından Değerlendirilmesi					Etki Puan
				0	1	2	3	4	
Doğal Havalandırma	$S1_1$	Açık pencere kanatları sayesinde bina doğal olarak havalandırılmaktadır.	Yüksek katlı binalarda açılır pencereler binada rüzgar basıncına neden olmaktadır.			√			2
	$S1_2$	Belirli katlarda uygulanan kat bahçeleri dış ortam ve iç ortam arasında tampon görevi yaparak iç ortamın fazla ısınmasını engeller.	Kısmi havalandırma sağlanıyor.			√			2
	$S1_3$	Üstü açılabilir atriumlar binanın doğal havalandırmasını ve iç ortamların gün ışığı almasını sağlar.	İç ortama hava girişi sağlanıyor. Üst kısımdan önce atriuma oradan da iç ortama taze hava girişi sağlanıyor				√		3
	$S1_4$	Giriş ve çıkış alanları büyük ve pencere açıklıkları rüzgârı nispeten dik aldığında üst düzeyde çapraz havalandırma oluşur.	Rüzgar her zaman esmeyebilir. Bu durumda iç ortama taze hava girişi azalır.			√			2
	$S1_5$	Rüzgar bacaları doğal ışık ve havalandırma sağlamaktadır.	Hava sıcaklığını, karbondioksit miktarını, rüzgar hareketliliğini, sesi ve nemi ölçecek türden tam otomatik ya da ayarlanabilen algılayıcılarla çalışan bacalar soğutma yükünü azaltmada etkilidir.			√			2
Gece Havalandırması	S2	Gece havalandırılmasında ısı, yapının kütlesinden gece boyunca uzaklaştırılır.	Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı az olduğunda beklenen verim sağlanamaz.			√			2
Bina Formu/ Geometrisi	S3	Yaz güneşini minimum alan, yaz aylarında kendi kendine gölge sağlayan form ve hava girişine imkan veren cepheler binanın fazla ısınmasını engeller.	Yaz güneşinin etkileri azaltılıyor ve iç ortama temiz hava giriyor.				√		3
Yönlenme	S4	Binanın yazın etkin rüzgârın doğrultusuna dik yönde yerleştirmesi pozitif basınç ve negatif basınç etkisiyle hava sirkülasyonunun oluşmasını sağlar.	Bütün cepheleri saydam olan binalarda daha yoğun kullanılan mekanların güneye yerleştirilmesi, batı cephesinde güneşin istenmeyen ışınımına önlem alınması, binanın hakim rüzgar yönü dikkate alınarak konumlandırılması soğutma yükünü azaltır.				√		3
Çift Kabuk Cephe Sistemi	$S5_1$	Yüksek katlı binalarda pencere açılmasına imkan vererek doğal havalandırmayı sağlar.	Dış cephede açıklık yok, katmanlar arasındaki ara boşlukta aşırı ısınma problemi oluşur.			√			2
	$S5_2$	İyi boyutlandırılmış açıklıklarla sağlanacak doğal havalandırma ofislere taze havanın girmesini sağlar.	Doğal havalandırma sağlanıyor, dış kabuktaki havalandırma açıklıkları sürekli açık özelliktedir.				√		3

Çizelge 3.3. (devamı) Soğutma stratejilerinin performans değerlendirmesi ve etki puanlarının belirlenmesi

SOĞUTMA STRATEJİLERİ	KOD NO	UYGULAMA BİÇİMLERİ	DURUM AÇIKLAMASI	Performans Açısından Değerlendirilmesi					Etki Puan
				0	1	2	3	4	
Güneş Kontrol Elemanları	$S6_1$	Dış güneş kontrol elamanları, hacimde güneşin neden olduğu ısı kazançlarının önlenmesinde başarılı bir yöntemdir.	Bina imalatı sırasında uygulaması pahalı olan ve ileriye dönük bakım zorluğu olan sistemlerdir.				√		3
	$S6_2$	Stor perdeler, perdeler, ve jaluziler güneş ışınımının direkt iç mekana ulaşmasını engellerler.	Direkt gün ışığını pencere sistemini geçene kadar bloke edemezler. Aşırı ısınmayı engellemede efektif değillerdir.		√				1
	$S6_3$	Dış cepheye, pencere camları arasına, iç mekana yerleştirilebilen ayarlanabilir ve hareketli güneş kontrol elemanları güneş ışınlarını kontrol etme imkanı sağlamaktadır	Otomasyon sistemine bağlı olduğu için bakıma ve tamire ihtiyaç duyar. Maliyeti yüksektir.				√		3
	$S6_4$	Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları ısıl kazançlar dış ortama iletilebilir.	Dış ortama açılan etkili bir havalandırma ile iç ve dışta uygulanmış güneş kontrol elemanlarının avantajlarını birleştirir.				√		3
Hareketli Cepheler	S7	Camdan geçen enerji akışını yöneterek ısıtma ve soğutmada enerji tasarrufu sağlar.	Yüksek maliyetli bir uygulamadır.			√			2
Gökyüzü bahçesi	S8	Yüksek katlı binalarda, cephelerde geri çekmeler, balkonlar ya da birkaç katın birlikte geri çekilmesi ile gök avlular güneşin istenmeyen etkilerinden korunmak için tasarlanmaktadır.	Doğru konumlandırıldıklarında gölgeleme sağlarlar ve binaya temiz hava girmesini sağlar.			√			2
Soğuk Çatılar	S9	Çatıda bitki kullanımı ile evapotranspirasyon sonucu buharlaşma esnasında yüzeyden enerji soğrulur ve gölgeleme etkisi ile çatının serinlemesi sağlanarak soğutma yükleri hafifletilir. Bitki ortamdaki CO2'yi kullanarak ortamı serinletir.	Soğutma yüküne olumlu katkıları vardır ancak binaya verdikleri yük, bakım maliyetleri ve rüzgar açısından değerlendirilmelidir.			√			2
Yalıtımlı Cam Kullanımı	S10	Çift cam (Isıcam) uygulamasına argon gazı doldurularak ısı yalıtımını güçlendirme işlemi yapılmaktadır.	Isıtma ve soğutma giderlerinde tasarruf sağlar.					√	4
Reflektif Cam Kullanımı	S11	Bina içine güneş ısısı girişini sınırlar, güneşin aşırı parlaklığını denetler.	Güneş ışınlarını yansıtır. Ancak Yapay aydınlatma ihtiyacını arttırır.				√		3

Çizelge 3.3. (devamı) Soğutma stratejilerinin performans değerlendirmesi ve etki puanlarının belirlenmesi

SOĞUTMA STRATEJİLERİ	KOD NO	UYGULAMA BİÇİMLERİ	DURUM AÇIKLAMASI	Performans Açısından Değerlendirilmesi					Etki Puan
				0	1	2	3	4	
Kaplamalı Cam Kullanımı	S12	Yüksek reflektif özelliklere sahip metal oksid kaplamaların kullanıldığı camlar güneş kırıcı amacıyla kullanılmaktadır. Low-e camlar ısı kazanımını azaltır.	Kaplamanın kalınlığı iklime uygun seçildiğinde yazın ısı kazancını; kışın ısı kaybını önler.				√		3
Renkli Cam Kullanımı	$S13_1$	Klasik renkli camlar, güneş ışınımının bir kısmını emip gün ışığını bloke ederler ve kamaşmayı azaltırlar	Işık geçirgenlik değerleri düşüktür, yapay aydınlatmayı arttırırlar.			√			2
	$S13_2$	Yüksek performanslı camlar, güneş ısı kazancı düşük, gün ışığı geçirgenlik değeri klasik renkli cama göre daha yüksektir.	Bu camlar soğutma yükünün azaltılmasında etkindir ve ofis yapılarında kullanımı yaygındır				√		3
Fotokromik camların kullanımı	S14	Işık geçirgenliği, üzerine gelen ışık miktarına bağlı olarak değişmektedir. Kamaşmayı önler.	Yapay aydınlatma ihtiyacı artar.		√				1
Termokromik camların kullanımı	S15	Sıcaklık arttığında saydamlığı azalmakta ve yansıtıcı özelliği artmaktadır.	Yapay aydınlatma ihtiyacı artar. Maliyeti yüksektir.		√				1
Elektrokromik Camların Kullanımı	S16	Uygulanan voltaja bağlı olarak renkli durumdan orta ve tamamen renksiz hale geçmektedirler.	Yapay aydınlatma ihtiyacı artar. Maliyeti yüksektir.		√				1
Gazokromik Camların Kullanımı	S17	Sıcaklık arttığında camı renklendirmek için cam katmanları arasına hidrojen verilir. Güneş ışınımını engeller.	Yapay aydınlatma ihtiyacı artar. Maliyeti yüksektir.		√				1
Fotovoltaik Camların Kullanımı	S18	Cam ısındıkça bu katmandaki bileşimin yapısı değişiyor ve moleküller birbirine tutunuyorlar. En üst ısı seviyesinde cam opak moda geçmektedir ve enerji üretimi artmaktadır.	Cephe tasarımında uygun yönlerde kullanıldığında soğutma yükünü azaltır ve elektrik üretimi sağlar. Maliyeti yüksektir.				√		3
Işık Rafı Kullanımı	S19	Gelen yoğun güneş ışığını tavana yansıtarak mekanın derinliklerini aydınlatır, pencere önündeki alanlarda gün ışığı seviyesini düşürür.	Binanın dışında kullanılan raflarla Isısal konfor sağlanır. Ancak batı ve doğu cephelerinde güneş düşük açılı geldiğinden etkinliği düşüktür.			√			2
Bitkilendirme	S20	Yapının iç mekânlarını ve dış duvarlarını gölgeler.	İklim tipine göre ve yapay aydınlatmayı arttırmayacak şekilde bitki türü seçilmelidir.			√			2

İkinci aşamada stratejilerin birbirlerine göre önemlilik derecelerinin belirlenmesi amacıyla ikili karşılaştırma metodundan yararlanılmıştır. Her strateji birbiriyle teker teker karşılaştırılmış, önem derecelerine göre seçeneklere 1 (önemli) ve 0 (önem dereci düşük) değerleri verilmiştir. İki değerin eşit öneme sahip olduğu durumlar için ise ½ değeri kullanılmıştır. Tüm satırların toplanması ile ulaşılan değer seçeneklerin önem derecelerini/bağıl ağırlıklarını ortaya çıkarmıştır. İkili karşılaştırmanın yapılarak stratejilerin birbirlerine göre etkinlik düzeylerini belirlemek için ise bağıl ağırlık matrisi hazırlanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Bağıl ağırlık matrisi

Ağırlık		84,3	54,9	84,3	84,3	50,9	52,9	100	100
Satır Toplamı		21,5	14	21,5	21,5	13,0	13,5	25,5	25,5
Bitkilendirme		1	1	1	1	1	1	1	1
Işık Rafi Kullanımı		1	1	1	1	1	1	1	1
Fotovoltaik Cam Kullanımı		1	1	1	1	1/2	1	1	1
Gazokromik Cam Kullanımı		1	1	1	1	1	1	1	1
Elektrokromik Cam Kullanımı		1	1	1	1	1	1	1	1
Termokromik Cam Kullanımı		1	1	1	1	1	1	1	1
Fotokromik Cam Kullanımı		1	1	1	1	1	1	1	1
Yüksek performanslı camların kullanımı		1/2	0	1/2	1/2	0	0	1	1
Klasik renkli camların kullanımı		1	1	1	1	1/2	1/2	1	1
Kaplamalı Cam Kullanımı		1/2	0	1/2	1/2	0	0	1	1
Yansıtıcı Cam Kullanımı		1/2	0	1/2	1/2	0	0	1	1
Yalıtımlı Cam Kullanımı		1/2	0	1/2	1/2	0	0	1	1
Soğuk Çatılar		1	1	1	1	1/2	1/2	1	1
Gök Avlu		1	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1
Hareketli Cepheler		1	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1
Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı		1	1/2	1	1	1/2	1/2	1/2	1/2
İç güneş kontrol elemanları kullanımı		1	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1
Dış güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		1/2	0	1/2	1/2	1/2	0	1/2	1/2
Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		1	1	1	1	1	1	1	1
Yönlenme		0	0	0	0	0	0	1/2	-
Bina Formu/ Geometrisi		0	0	0	0	0	0	-	1/2
Gece havalandırması		1	0	1	1	1/2	-	1	1
Rüzgâr bacaları ile sağlanan doğal havalandırma		1	1/2	1	1	-	1/2	1	1
Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma		1/2	0	1/2	-	0	0	1	1
Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma		1/2	1/2	-	1/2	0	0	1	1
Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		1	-	1	1	1/2	1	1	1
Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		-	0	1/2	1/2	0	0	1	1
Kod Numarası		$S1_1$	$S1_2$	$S1_3$	$S1_4$	$S1_5$	S2	S3	S4
Soğutma Strateji leri	Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma								
	Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma								
	Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma								
	Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma								
	Rüzgar bacaları ile sağlanan doğal havalandırma								
	Gece Havalandırması								
	Bina Formu/Geometrisi								
	Yönlenme								

Çizelge 3.4. (devamı) Bağıl ağırlık matrisi

Ağırlık		17,6		90,1		68,6	39,2		47,0		50,9			37,2
Satır Toplamı		4,5		23		17,5	10		11,5			13		9,5
Bitkilendirme		1/2		1		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Işık Rafi Kullanımı		1/2		1		1	1/2		1/2			1/2		1/2
Fotovoltaik Cam Kullanımı		0		1		1	0		0			0		1/2
Gazokromik Cam Kullanımı		0		1		1	1		1			1		1/2
Elektrokromik Cam Kullanımı		0		1		1	1		1			1		1/2
Termokromik Cam Kullanımı		0		1		1	1		1			1		1/2
Fotokromik Cam Kullanımı		0		1		1	1		1			1		1/2
Yüksek performanslı camların kullanımı		0		1/2		1/2	0		0			0		0
Klasik renkli camların kullanımı		0		1		1	1/2		1/2			1/2		1/2
Kaplamalı Cam Kullanımı		0		1/2		1/2	0		0			0		0
Yansıtıcı Cam Kullanımı		0		1/2		1/2	0		0			0		0
Yalıtımlı Cam Kullanımı		0		1/2		1/2	0		0			0		0
Soğuk Çatılar		1/2		1		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Gök Avlu		1/2		1		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Hareketli Cepheler		1/2		1		1/2	1/2		1/2			1/2		-
Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2		1		1/2	1/2		1/2			-		1/2
Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2		1		1/2	1/2		-			1/2		1/2
İç güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2		1		1	-		1/2			1/2		1/2
Dış güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2		1		-	0		1/2			1/2		1/2
Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		0		-		0	0		0			0		0
Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		-		1		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Yönlenme		0		1/2		1/2	0		1/2			1/2		0
Bina Formu/ Geometrisi		0		1/2		1/2	0		1/2			1/2		0
Gece havalandırması		0		1		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Rüzgâr bacaları ile sağlanan doğal havalandırma		0		1/2		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma		0		1/2		1/2	0		0			1/2		0
Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma		0		1/2		1/2	0		0			1/2		1/2
Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		0		1		1/2	1/2		1/2			1/2		1/2
Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		0		1/2		1/2	0		0			1/2		0
Kod Numarası		$S5_1$		$S5_2$		$S6_1$	$S6_2$		$S6_3$			$S6_4$		S7
Soğutma Stratejileri	Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		Dış güneş kontrol elemanları kullanımı		İç güneş kontrol elemanları kullanımı	Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı		Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı			Hareketli Cepheler	

Çizelge 3.4. (devamı) Bağıl ağırlık matrisi

Ağırlık		52,9	23,5	84,3	84,3	84,3	29,4	84,3	19,6
Satır Toplamı		13,5	6	21,5	21,5	21,5	7,5	21,5	5
Bitkilendirme		1	1/2	1	1	1	1/2	1	0
Işık Rafi Kullanımı		1	1/2	1	1	1	1/2	1	0
Fotovoltaik Cam Kullanımı		1	0	1	1	1	1/2	1	1/2
Gazokromik Cam Kullanımı		1	0	1	1	1	1/2	1	1/2
Elektrokromik Cam Kullanımı		1	0	1	1	1	1/2	1	1/2
Termokromik Cam Kullanımı		1	0	1	1	1	1/2	1	1/2
Fotokromik Cam Kullanımı		1	0	1	1	1	1/2	1	-
Yüksek performanslı camların kullanımı		0	0	1/2	1/2	1/2	0	-	0
Klasik renkli camların kullanımı		1	0	1	1	1	-	1	1/2
Kaplamalı Cam Kullanımı		0	0	1/2	1/2	-	0	1/2	0
Yansıtıcı Cam Kullanımı		0	0	1/2	-	1/2	0	1/2	0
Yalıtımlı Cam Kullanımı		0	0	-	1/2	1/2	0	1/2	1
Soğuk Çatılar		1/2	-	1	1	1	1	1	0
Gök Avlu		-	1/2	1	1	1	0	1	0
Hareketli Cepheler		1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	1/2
Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	0
Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	0
İç güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	0
Dış güneş kontrol elemanları kullanımı		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0
Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		0	0	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0
Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		1/2	1/2	1	1	1	1	1	1
Yönlenme		0	0	0	0	0	0	0	0
Bina Formu/ Geometrisi		0	0	0	0	0	0	0	0
Gece havalandırması		1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	0
Rüzgâr bacaları ile sağlanan doğal havalandırma		1/2	1/2	1	1	1	1/2	1	0
Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0
Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0
Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		1/2	0	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0
Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	1/2	1/2	1/2	0	1/2	0
Kod Numarası		S8	S9	S10	S11	S12	$S13_1$	$S13_2$	S14
Soğutma Stratejileri	Gök Avlu(Gökyüzü Bahçesi)								
	Soğuk Çatılar								
	Yalıtımlı cam kullanımı								
	Yansıtıcı cam kullanımı								
	Kaplamalı cam kullanımı								
	Klasik renkli camların kullanımı								
	Yüksek performanslı camkullanımı								
	Fotokromik cam kullanımı								

Çizelge 3.4. (devamı) Bağıl ağırlık matrisi

Ağırlık		19,6	19,6	19,6	37,2	33,3	35,2
Satır Toplamı		5	5	5	9,5	8,5	9
Bitkilendirme		0	0	0	1/2	1/2	-
Işık Rafı Kullanımı		0	0	0	1/2	-	1/2
Fotovoltaik Cam Kullanımı		1/2	1/2	1/2	-	1/2	1/2
Gazokromik Cam Kullanımı		1/2	1/2	-	1/2	1	1
Elektrokromik Cam Kullanımı		1/2	-	1/2	1/2	1	1
Termokromik Cam Kullanımı		-	1/2	1/2	1/2	1	1
Fotokromik Cam Kullanımı		1/2	1/2	1/2	1/2	1	1
Yüksek performanslı camların kullanımı		0	0	0	0	0	0
Klasik renkli camların kullanımı		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Kaplamalı Cam Kullanımı		0	0	0	0	0	0
Yansıtıcı Cam Kullanımı		0	0	0	0	0	0
Yalıtımlı Cam Kullanımı		1	1	1	0	0	0
Soğuk Çatılar		0	0	0	1	1/2	1/2
Gök Avlu		0	0	0	0	0	0
Hareketli Cepheler		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı		0	0	0	1	1/2	1/2
Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı		0	0	0	1	1/2	1/2
İç güneş kontrol elemanları kullanımı		0	0	0	1	1/2	1/2
Dış güneş kontrol elemanları kullanımı		0	0	0	0	0	1/2
Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		0	0	0	0	0	0
Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı		1	1	1	1	1/2	1/2
Yönlenme		0	0	0	0	0	0
Bina Formu/ Geometrisi		0	0	0	0	0	0
Gece havalandırması		0	0	0	0	0	0
Rüzgâr bacaları ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	0	1/2	0	0
Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	0	0	0	0
Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	0	0	0	0
Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	0	0	0	0
Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma		0	0	0	0	0	0
Kod Numarası		S15	S16	S17	S18	S19	S20
Soğutma Stratejileri	Termokromik cam kullanımı						
	Elektrokromik cam kullanımı						
	Gazokromik cam kullanımı						
	Fotovoltaik cam kullanımı						
	Işık rafı kullanımı						
	Bitkilendirme						

İkili karşılaştırma metodu ile amaçların/ fonksiyonların birbirine göre değerlendirilmesi sonucunda satır toplam değerlerine ulaşılmıştır. 1-100 arası değerler kullanılmış, orijinal skalalar üzerinde aritmetik işlemler yapılamayacağı için gerekli işlemleri yapabilmek amacıyla enterval skalaya dönüştürülmüştür.
Son olarak toplam değerlerin bulunması amacıyla aşağıdaki formül kullanılmıştır:

D1U.A = P1U.A x A1

D1U.A: Amaç/fonksiyon değeri
P1U.A: Amaç/fonksiyon puanı
A1: Amaç/fonksiyon ağırlığı

Soğutma stratejilerinin denklemdeki değerlerinin kısaltmaları Çizelge 3.5’ te verilmiştir. Tüm stratejilerin amaç/fonksiyon puanları ve amaç/fonksiyon ağırlık değerleri kullanılarak hesaplanan amaç/fonksiyon toplan değerleri ise Çizelge 3.6’ da gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Soğutma stratejilerinin denklemdeki değerlerinin kısaltmaları

Strateji Kodu	Soğutma Stratejileri	Amaç/Fonksiyon Puanı	Amaç/ Fonksiyon Bağıl Ağırlık Değeri	Toplam Amaç/ Fonksiyon Değeri
$S1_1$	Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_1$	$AS1_1$	$DS1_1$
$S1_2$	Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_2$	$AS1_2$	$DS1_2$
$S1_3$	Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_3$	$AS1_3$	$DS1_3$
$S1_4$	Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_4$	$AS1_4$	$DS1_4$
$S1_5$	Rüzgar bacaları ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_5$	$AS1_5$	$DS1_5$
S2	Gece Havalandırması	PS2	AS2	DS2
S3	Bina Formu/Geometrisi	PS3	AS3	DS3
S4	Yönlenme	PS4	AS4	DS4
$S5_1$	Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı	$PS5_1$	$AS5_1$	$DS5_1$
$S5_2$	Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı	$PS5_2$	$AS5_2$	$DS5_2$
$S6_1$	Dış güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_1$	$AS6_1$	$DS6_1$
$S6_2$	İç güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_2$	$AS6_2$	$DS6_2$
$S6_3$	Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_3$	$AS6_3$	$DS6_3$
$S6_4$	Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_4$	$AS6_4$	$DS6_4$
S7	Hareketli Cepheler	PS7	AS7	DS7
S8	Gök Avlu(Gökyüzü Bahçesi)	PS8	AS8	DS8
S9	Soğuk Çatılar	PS9	AS9	DS9
S10	Yalıtımlı cam kullanımı	PS10	AS10	DS10
S11	Yansıtıcı cam kullanımı	PS11	AS11	DS11
S12	Kaplamalı cam kullanımı	PS12	AS12	DS12
$S13_1$	Klasik renkli camların kullanımı	$PS13_1$	$AS13_1$	$DS13_1$
$S13_2$	Yüksek performanslı cam kullanımı	$PS13_2$	$AS13_2$	$DS13_2$
S14	Fotokromik cam kullanımı	PS14	AS14	DS14
S15	Termokromik cam kullanımı	PS15	AS15	DS15
S16	Elektrokromik cam kullanımı	PS16	AS16	DS16
S17	Gazokromik cam kullanımı	PS17	AS17	DS17
S18	Fotovoltaik cam kullanımı	PS18	AS18	DS18
S19	Işık rafi kullanımı	PS19	AS19	DS19
S20	Bitkilendirme	PS20	AS20	DS20

Çizelge 3.6. Soğutma stratejilerinin amaç/fonksiyon toplam değeri

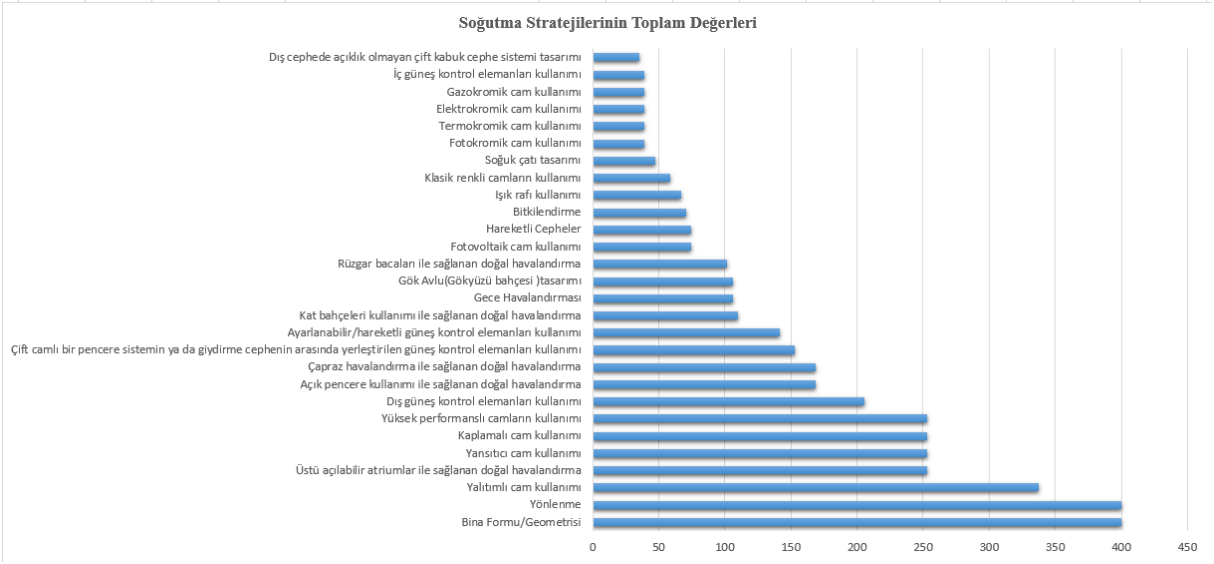
Strateji Kodu	Soğutma Stratejileri	Amaç/Fonksiyon Puanı	Amaç/ fonksiyon bağıl ağırlık Değeri	Toplam Amaç/ Fonksiyon Değeri
$S1_1$	Açık pencere kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_1$	$AS1_1$	$DS1_1$
		2	84,3	168
$S1_2$	Kat bahçeleri kullanımı ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_2$	$AS1_2$	$DS1_2$
		2	54,9	109,84
$S1_3$	Üstü açılabilir atriumlar ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_3$	$AS1_3$	$DS1_3$
		3	84,3	252,9
$S1_4$	Çapraz havalandırma ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_4$	$AS1_4$	$DS1_4$
		2	84,3	168,6
$S1_5$	Rüzgar bacaları ile sağlanan doğal havalandırma	$PS1_5$	$AS1_5$	$DS1_5$
		2	50,9	101,8
S2	Gece Havalandırması	PS2	AS2	DS2
		2	52,9	105,8
S3	Bina Formu/Geometrisi	PS3	AS3	DS3
		4	100	400
S4	Yönlenme	PS4	AS4	DS4
		4	100	400
$S5_1$	Dış cephede açıklık olmayan çift kabuk cephe sistemi tasarımı	$PS5_1$	$AS5_1$	$DS5_1$
		2	17,6	35,2
$S5_2$	Dış cephede açıklık olan çift kabuk cephe sistemi tasarımı	$PS5_2$	$AS5_2$	$DS5_2$
		3	90,1	270,3
$S6_1$	Dış güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_1$	$AS6_1$	$DS6_1$
		3	68,6	205,8
$S6_2$	İç güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_2$	$AS6_2$	$DS6_2$
		1	39,2	39,2
$S6_3$	Ayarlanabilir/hareketli güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_3$	$AS6_3$	$DS6_3$
		3	47,05	141,5
$S6_4$	Çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında yerleştirilen güneş kontrol elemanları kullanımı	$PS6_4$	$AS6_4$	$DS6_4$
		3	50,9	152,7

Çizelge 3.6. (devamı) Soğutma stratejilerinin amaç/fonksiyon toplam değeri

Strateji Kodu	Soğutma Stratejileri	Amaç/Fonksiyon Puanı	Amaç/ fonksiyon bağıl ağırlık Değeri	Toplam Amaç/ Fonksiyon Değeri
S7	Hareketli Cepheler	PS7	AS7	DS7
		2	37,2	74,4
S8	Gök Avlu(Gökyüzü bahçesi)tasarımı	PS8	AS8	DS8
		2	52,9	105,8
S9	Soğuk çatı tasarımı	PS9	AS9	DS9
		2	23,5	47
S10	Yalıtımlı cam kullanımı	PS10	AS10	DS10
		4	84,3	337,2
S11	Yansıtıcı cam kullanımı	PS11	AS11	DS11
		3	84,3	252,9
S12	Kaplamalı cam kullanımı	PS12	AS12	DS12
		3	84,3	252,9
$S13_1$	Klasik renkli camların kullanımı	$PS13_1$	$AS13_1$	$DS13_1$
		2	29,4	58,8
$S13_2$	Yüksek performanslı cam kullanımı	$PS13_2$	$AS13_2$	$DS13_2$
		3	84,3	252,9
S14	Fotokromik cam kullanımı	PS14	AS14	DS14
		2	19,6	39,2
S15	Termokromik cam kullanımı	PS15	AS15	DS15
		2	19,6	39,2
S16	Elektrokromik cam kullanımı	PS16	AS16	DS16
		2	19,6	39,2
S17	Gazokromik cam kullanımı	PS17	AS17	DS17
		2	19,6	39,2
S18	Fotovoltaik cam kullanımı	PS18	DS18	AS18
		2	37,2	74,4
S19	Işık rafı kullanımı	PS19	DS19	AS19
		2	33,3	66,6
S20	Bitkilendirme	PS20	DS20	AS20
		2	35,2	70,4

En yüksek değer en avantajlı durumu göstermektedir. Tespit edilen soğutma stratejilerinin toplam değer sıralaması Şekil 3.5'te verilmiştir. Geliştirilen tasarım karar destek sisteminde yer alan soğutma stratejilerinin değer sıralaması bağlamında tasarım sürecinde tasarımın amaç, hedef ve konsepti ile örtüşen en yüksek değere sahip stratejilere yer verilmesi ile soğutma yüklerinin azaltılabilmesi mümkün olacaktır.

Şekil 3.5. Soğutma stratejilerinin toplam değeri



4. TASARIM KARAR DESTEK SİSTEMİNİN SINANMASI

Geliştirilen tasarım karar destek sistemi, soğutma enerjisi kullanım yükünü dikkate alabilmek amacıyla en az 5 yıldır kullanıma açılmış olan yüksek katlı (18 kat) bir ofis binası üzerinde sınanmıştır. Ankara ili Eskişehir yolu güzergâhında konumlanan ofis binasının dört cephesi de benzer özelliklere sahip saydam cephe olarak tasarlanmıştır. İklim verileri dikkate alınmaksızın tasarlanmış bu cephelerde özellikle batı yönünde istenmeyen ısı kazançlarının oluştuğu ve bu bağlamda da soğutma yüklerinin arttığı öngörülmüştür.

Tasarım karar destek sistemi çerçevesinde en yüksek değere sahip soğutma stratejileri dikkate alınarak oluşturulan senaryoların soğutma yükleri üzerindeki etkisini ölçebilmek amacıyla Design Builder simülasyon programı kullanılmıştır. Design Builder yapı tasarımlarını enerji, karbon, aydınlatma ve konfor açılarından performans ölçmek ve kontrol etmek için geliştirilmiş Energy Plus tabanlı bir yazılım aracıdır. Mimarlar, mühendisler, bina hizmetleri sorumluları, enerji danışmanları ve üniversitelerin ilgili bölümleri tarafından çok geniş bir yelpazeye hitap edecek şekilde kullanılmak üzere geliştirilmiş olan yazılım aracının bazı tipik kullanım amaçları aşağıda özetlenmiştir [111].

- Cephe seçeneklerinin aşırı ısınma, enerji tüketimi ve gölgeleme parametreleri açısından değerlendirilmesi.
- Günışığının optimum seviyede kullanımının değerlendirilmesi.
- Bina içindeki ve etrafındaki sıcaklık, hız ve basınç dağılımlarının CFD (Computational Fluid Dynamics) modülü kullanılarak hesaplanması.
- Vaziyet planının ve gölgelemenin görselleştirilmesi.

Design Builder binanın enerji performansını hesaplamak için en son versiyon Energy Plus simülasyon motorunu kullanmaktadır. Bu çalışmada, Design Builder programının seçilmesinin temel nedenleri, hızlı veri girişi sağlaması ve kolay 3-D modelleme imkanı sunması, tasarım seçeneklerinin performansını hızla test edilebilmesidir. Dünya çapında yaygın olarak kullanılan EnergyPlus ve Radiance' ın ara yüz olarak kullanılması hatayı en aza indirmekte, modelleme doğruluğunu iyileştirmekte ve sonuçlarda güven sağlamaktadır.

4.1. Ankara İli İklim Verileri

Karasal ikliminin hüküm sürdüğü Ankara'da kış ayları soğuk ve yağışlı, yaz ayları ise sıcak ve kurak geçmektedir. İl merkezinde hakim rüzgar yönü kuzey olup mart ve nisan aylarında kuvvetli rüzgarlar (en yüksek rüzgar hızı: 29,2 m/sn) görülmektedir. Şekil 4.1' de verilen iklim verileri incelendiğinde yaz ayları (haziran, temmuz ve ağustos) soğutma yüklerinin artmasında etkin zaman dilimleri olarak tespit edilmiştir.

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1927 - 2018)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.2	1.7	5.8	11.3	16.1	20.1	23.5	23.4	18.8	13.0	7.1	2.5	12.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.2	6.4	11.5	17.4	22.4	26.6	30.3	30.4	26.0	19.9	13.0	6.4	17.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3.3	-2.4	0.6	5.3	9.6	12.9	15.8	15.9	11.8	7.0	2.5	-0.9	6.2
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.7	3.9	5.2	6.6	8.5	10.2	11.4	10.8	9.2	6.7	4.6	2.6	82.4
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.2	11.3	10.7	11.1	12.3	8.6	3.5	2.7	4.0	6.9	8.2	11.7	103.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	39.7	35.1	39.1	41.9	51.8	34.3	13.5	11.4	17.6	27.9	31.7	44.1	388.1
	Ölçüm Periyodu (1927 - 2018)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16.6	21.3	27.8	31.6	34.4	37.0	41.0	40.0	37.7	33.3	24.7	20.4	41.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-24.9	-24.2	-19.2	-7.2	-1.6	3.8	4.5	5.5	-1.5	-9.8	-17.5	-24.2	-24.9

Şekil 4.1. Ankara iline ait genel istatistik verileri [112].

4.2. Örnek Bina Genel Bilgileri

Bu çalışmada uygulama örneği olarak yüksek katlı bir ofis binası seçilmiştir. Seçilen mevcut bina Ankara Eskişehir yolun güzergahında yer almaktadır. Projede toplam 218 adet ofis, 100 adet stüdyo daire ve 37 adet mağaza sokak düzenlemesi içinde yer almaktadır. İki ayrı bloktan oluşan ofis yapıları on sekiz ve on dokuz katlı olarak tasarlanmıştır. 18 kattan oluşan B blok çalışma kapsamında incelenmek üzere seçilmiştir. Mevcut binanın vaziyet planı Resim 4.1' de, bina künyesi ise Çizelge 4.1' de verilmiştir.

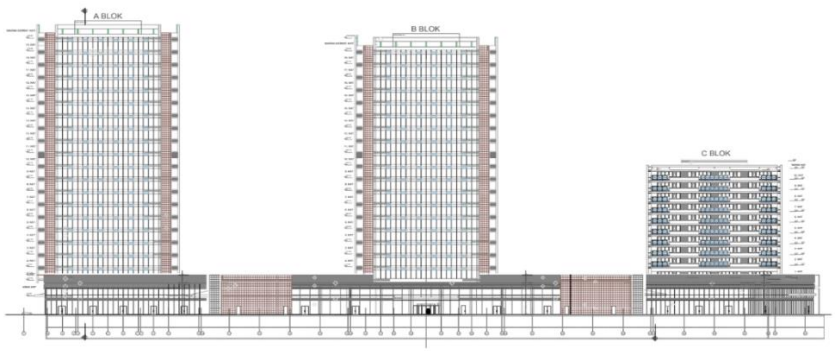


Resim 4.1. Ofis binası vaziyet planı [113].

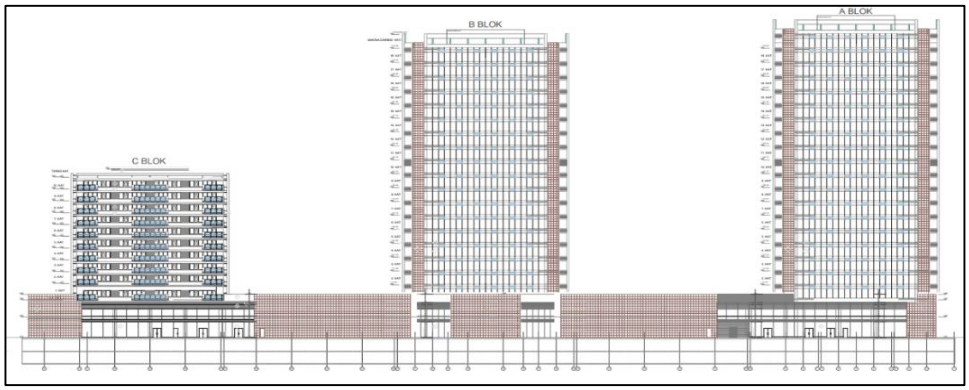
Çizelge 4.1. Bina künyesi

Bina Künyesi	
Konumlandığı bölge	Ankara-Eskişehir yolu
İşlevi	Ofis Binası
Kat adedi	2 kat bodrum + zemin kat+18 kat
Yapım tarihi	2008-2011
Toplam inşaat alanı	92.750 m^2
Yönlenmesi	Kuzey-güney

2 adet bodrum kat, 1 zemin kat (mağaza katı) ve 18 normal kattan oluşan ofis binası 28,80 x 36,80 m ölçülerinde dikdörtgen bir plan şemasına sahiptir. Bina yüksekliği ise, 75.95 m'dir. Ofis birimleri farklı büyüklüklere olanak tanıyacak şekilde düzenlenmiş, açık ofis düzeni ile farklı alternatifler sunulmuştur. Mevcut bina görünüşleri Şekil 4.2.'de, Şekil 4.3'de, Şekil 4.4'de, normal kat planı ise 4.5'te, binaya ait fotoğraflar Resim 4.2' de verilmiştir.



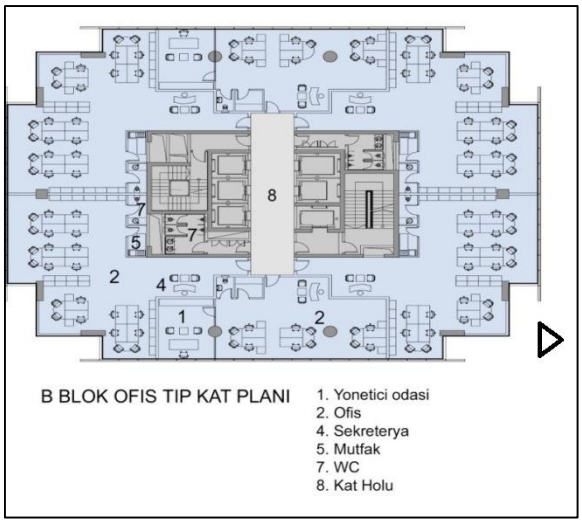
Şekil 4.2. Güney görünüşü (ölçeksizdir)



Şekil 4.3. Kuzey görünüşü (ölçeksizdir)



Şekil 4.4. Doğu-batı görünüşü (ölçeksizdir)



Şekil 4.5. Normal kat planı [113].



Resim 4.2. Tepe prime ofis binası görünüşleri [113].

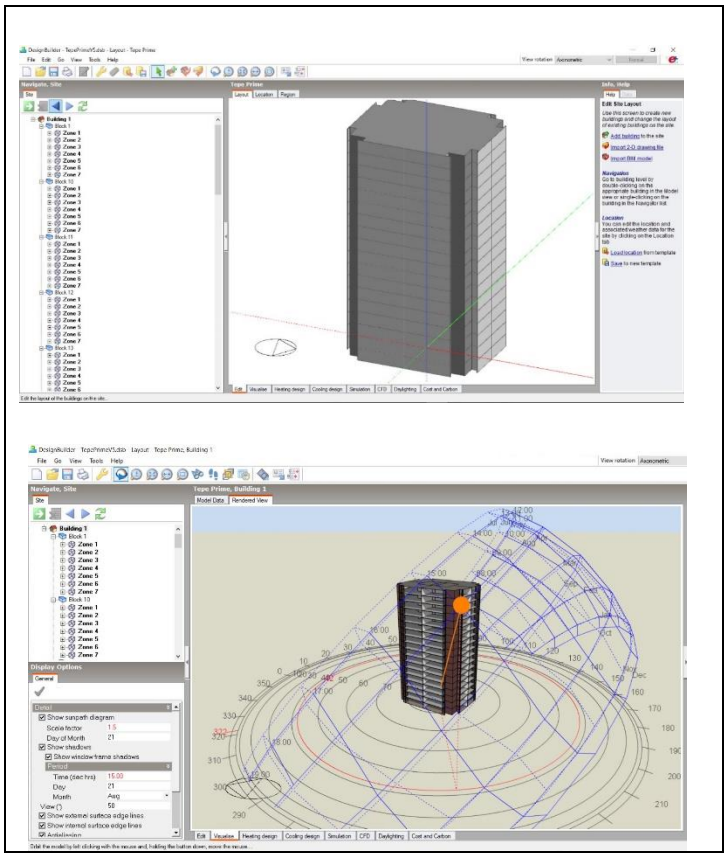
Çalışma kapsamına mağazaların bulunduğu zemin kat ve bodrumlar dahil edilmemiştir. Cephe iyileştirmelerinin önerileceği ofis katları çalışma kapsamına alınmıştır. 916 m2 brüt kat alanına sahip bina, saydam giydirme cephe ve bina köşelerinde dekoratif taş kaplama tasarımına sahiptir. Ofis birimlerine doğal havalandırma olanağı sağlayan açılır kanat sistemleri, giydirme cephe düzeni içinde uygulanmıştır. Ancak bina, yön, konum ve iklimsel verilerden bağımsız olarak tüm cephe yüzeylerinde benzer nitelikleri taşıyan saydam giydirme cephe sistemlerine sahiptir. Bu bağlamda binada, yaz aylarında aşırı ısınma problemlerinin yaşandığı, enerji yüklerinin ise yüksek olduğu öngörülmüştür.

4.3.Örnek Binanın Modellenmesi ve Sıcak Dönem Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

Bu bölümde, yapının Design Builder programa tanıtılması sağlanacaktır. Mekân fonksiyonuna göre zonlar oluşturulmuş ve programa girilen tüm veriler sonucu enerji simülasyonu gerçekleştirilmiştir ve hesap sonuçları verilmiştir. Simülasyon işlemi sırasında izlenen adımlar ve kullanılan parametreler aşağıda açıklanmıştır.

1. Binanın uygulama projesine göre 3 boyutlu termal modeli Design Builder' da çizilmiştir (Şekil 4.6).
2. Bina, yöneliş durumu ve fonksiyonlarına göre zonlara ayrılmıştır.

3. Bina kabuğunun opak ve şeffaf bileşenlerinin termofiziksel özellikleri belirlenmiştir ve Design Builder'a tanıtılmıştır.
4. Bina kabuğu şeffaflık opaklık oranları belirlenmiştir.
5. Simülasyon hesaplamaları Ankara ilinde en yüksek sıcaklıkların görüldüğü dönem için yapılmıştır (Haziran, Temmuz, Ağustos).
6. Simülasyon testi, saat 08.00-19.00 saat arasındaki zaman dilimde gerçekleştirilmiştir.
7. Binanın 3 aylık sıcak dönem için soğutma yükleri ve enerji tüketimleri hesaplanmıştır.
8. Soğutma yüklerinin zonlara göre dağılımı hesaplanmıştır.

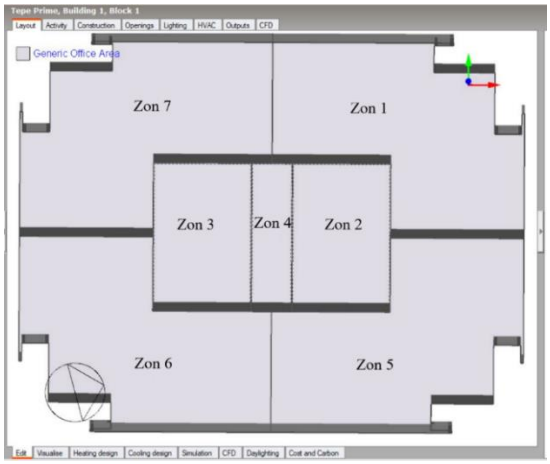


Şekil 4.6. Örnek binanın termal modeli

Design Builder simülasyon programında hesaplamalar için, simulasyonlarda ele alınan Ankara iline ait epw (energy plus weather) formatındaki yerleşim verileri kullanılmıştır. İklim zonu olarak ASHRAE İklim Zonu 5A seçilmiştir. Mekan fonksiyonuna göre 7 adet zon oluşturulmuştur. Kat planı üzerinde oluşturulan zonlar çizelge 4. 2' de gösterilmektedir. Şekil 4.7'de ise zonların plan üzerindeki konumları gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. İklim zonları

TİPİK KAT PLANI	
Zon 1	Ofis
Zon 2	Merdiven+Asansörler+Wc+Depo
Zon 3	Merdiven+Asansörler+Wc+Depo
Zon 4	Kat Holü
Zon 5	Ofis
Zon 6	Ofis
Zon 7	Ofis



Şekil 4.7. Zonların plan üzerindeki konumları

Bu çalışmada mevcut yapının uygulama projesi esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Eldeki mevcut verilere dayanarak yapı elemanlarının uygulama projesi üzerinden ısı geçirgenlik katsayıları hesaplanmıştır. Bina kabuk bilgileri çizelge 4.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3.Bina kabuk bilgileri

Bina Kabuk Bilgileri	
Dış Duvar	U=0.500 W/m²K
Çatı	U=0.300 W/m²K
Toprak Temaslı Döşeme	U=0.500 W/m²K
Giydirme Cephe (6mm+12mm(Hava)+6mm Düz Isı Cam)	U (çerçeve+cam)=2.10 W/m²K, SHGC=0.60

Binaya ait şeffaflık oranları ise yönlerine göre Çizelge 4.4' te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4.Yüzey şeffaflık oranı

Yüzey Şeffaflık Oranı [%]	Total	Batı	Kuzey	Doğu	Güney
	66.91	69.76	63.52	69.76	63.52

Ofis binasına ait genel girdiler çizelge 4.5'te verilmiştir.

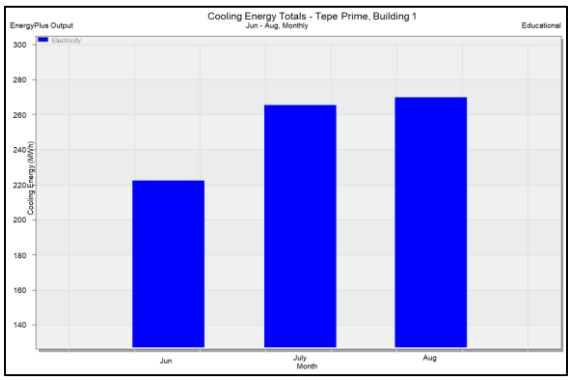
Çizelge 4.5. Ofis binasına ait genel bilgiler

HVAC, Aydınlatma ve Ekipman Özellikleri	
Kullanıcı Sayısı (kişi/kat) :	120 kişi/kat
Aydınlatma Güç Yoğunluğu(W/m²) :	13 W/m²
Ekipman Güç Yoğunluğu (W/m²) :	15 W/m²
Operasyon Saat ve Günleri:	08:00-20:00
Mekanik Sistem:	4 Borulu Fancoil Sistem (Isıtma: Kazan, Soğutma: Hava Soğutmalı Chiller)
Isıtma Tasarım Sıcaklığı (°C) :	22 °C
Soğutma Tasarım Sıcaklığı (°C) :	24 °C
Taze Hava Miktarı (m3/h)/kişi:	20 m3/h-kişi

Belirlenen değişkenler yardımıyla Design Builder Programında oluşturulan modelde yapılan hesaplamalar sonucu örnek bina için gerekli soğutma enerjisi ihtiyacının sıcak aylara göre dağılımı Çizelge 4.6.' da ve Şekil 4.8' de belirtilmiştir.

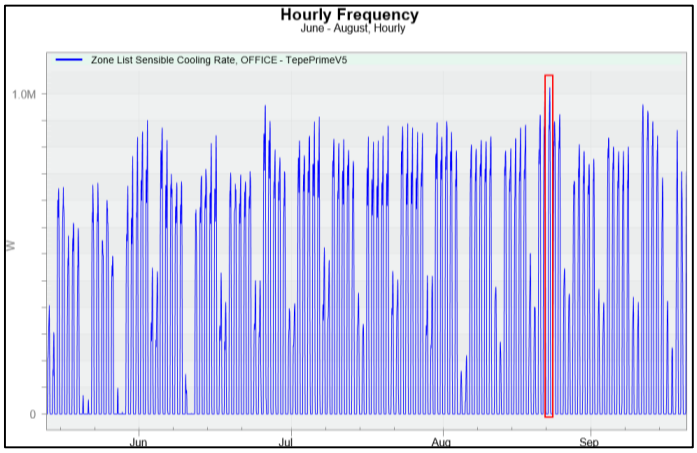
Çizelge 4.6. Örnek bina için gerekli soğutma enerjisi ihtiyacı

MEVCUT DURUM	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	221.054
Temmuz	267.938
Ağustos	269.260
Toplam	758.251



Şekil 4.8. Örnek bina için gerekli soğutma enerjisi ihtiyacı

Örnek bina için sıcak dönemde gerekli soğutma enerjisi ihtiyacının zonlara göre dağılımı Şekil 4.9’ da verilmiştir.



Şekil 4.9. Binaya ait toplam aylık soğutma yükünün zonlara göre dağılımları

Çizelge 4.7’ de ise örnek binanın, zonlara göre soğutma yükü ihtiyacı kWh cinsinden gösterilmiştir.

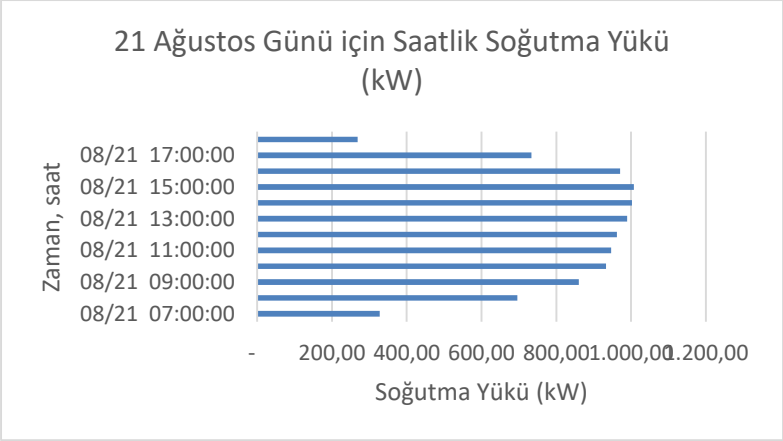
Çizelge 4.7. Örnek binanın zonlara göre soğutma yükü ihtiyacı

Örnek Bina Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)					
Sıcak Dönem	KD Yönelimli Ofis Zonu	GD Yönelimli Ofis Zonu	GB yönelimli Ofis Zonu	KB yönelimli Ofis Zonu	Koridor
Haziran	57.300,09	58.185,68	52.163,10	49.782,67	3.622,09
Temmuz	68.687,85	71.680,50	63.734,88	59.028,10	4.806,22
Ağustos	66.027,71	75.645,58	66.651,90	56.061,90	4.873,08
Toplam	192.015,65	205.511,76	182.549,87	164.872,67	13.301,39
Tüm Zonlar Toplamı	758.251,34				

21 Ağustos günü binaya ait toplam soğutma yükünün en fazla ölçüldüğü gün olarak hesaplanmıştır. Bu güne ait saatlik soğutma yükleri Çizelge 4.8.’de ve Şekil 4.10’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.8. 21 Ağustos günü binaya ait toplam soğutma yükü

Örnek Yapıda 21 Ağustos Günü için Saatlik Soğutma Yükü (kW)	
08/21 07:00:00	327,81
08/21 08:00:00	695,75
08/21 09:00:00	860,61
08/21 10:00:00	933,43
08/21 11:00:00	946,84
08/21 12:00:00	962,00
08/21 13:00:00	989,75
08/21 14:00:00	1.002,40
08/21 15:00:00	1.007,32
08/21 16:00:00	971,06
08/21 17:00:00	733,98
08/21 18:00:00	268,47
Toplam	9.650,17



Şekil 4.10. 21 Ağustos günü binaya ait toplam soğutma yükü

4.4. İyileştirme Senaryolarının Oluşturulması

Bu doktora araştırması tüm cephe yüzeylerinde benzer nitelikleri taşıyan saydam giydirme cephe sistemlerine sahip ofis binalarında yaz aylarında iç mekanlarda oluşan aşırı ısınma problemini azaltmak için bir tasarım destek sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Pasif soğutma stratejilerine odaklanan çalışmaları ve örnekleri inceledikten sonra klima bağımlılığını azaltan pasif stratejiler elde edilmiştir. Pasif soğutma stratejileri son derece iyi termal konfor sunmakta ve soğutma yükü için harcanan enerji tüketimini önemli ölçüde

azaltmaktadır. Bu bağlamda cephe tasarım sürecinde yönlendirici olacak yüksek katlı ofis binalarında soğutma yükünü azaltmak için bir tasarım destek sistemi geliştirilmiştir.

3. Bölümde tasarım destek sistemi ile en yüksek fonksiyon değerine sahip stratejiler belirlenmiştir. Tasarım destek sistemine göre avantajlı stratejiler çalışma için seçilen ofis binasının iyileştirilmesi için kullanılmıştır. Senaryo belirlerken seçilen binada minimum değişiklik maksimum performans hedeflenmiştir. Uygulama kolaylığı olan, ısı kazanımını azaltan yüksek performanslı camların kombinasyonu ve güneş kontrol elemanlarının sistemde belirtilen uygulama biçimi bakımından yüksek puanlı olan çeşidini kapsayan senaryolar geliştirilmiştir. Çizelge 4.9'da, güneş kırıcılar ve cam tipleri ile geliştirilen senaryolar ifade edilmiştir.

Çizelge 4.9. Güneş kırıcılar ve cam tipleri ile geliştirilen senaryolar

No	Senaryolar	Cam Tipleri		Güneş Kırıcılar	
1	CT1	CT1	Dış cam: Solar Low-E Cam 6 mm Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: 6 mm Renksiz Düzcam	-	
2	CT1_GK1	CT1	Dış cam: Solar Low-E Cam 6 mm Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: 6 mm Renksiz Düzcam	GK1	Yatay güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
3	CT1_GK2	CT1	Dış cam: Solar Low-E Cam 6 mm Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: 6 mm Renksiz Düzcam	GK2	Dikey güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
4	CT1_GK3	CT1	Dış cam: Solar Low-E Cam 6 mm Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: 6 mm Renksiz Düzcam	GK3	Yatay ve dikey güneş kırıcı (Güney cepheye yatay güneş kırıcı, doğu ve batı cephelerine dikey güneş kırıcı konumlandırılmıştır.)
5	CT2	CT2	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	-	
6	CT2_GK1	CT2	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK1	Yatay güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
7	CT2_GK2	CT2	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK2	Dikey güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
8	CT2_GK3	CT2	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK3	Yatay ve dikey güneş kırıcı (Güney cepheye yatay güneş kırıcı, doğu ve batı cephelerine dikey güneş kırıcı konumlandırılmıştır.)
9	CT3	CT3	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	-	
10	CT3_GK1	CT3	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK1	Yatay güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
11	CT3_GK2	CT3	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK2	Dikey güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
12	CT3_GK3	CT3	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK3	Yatay ve dikey güneş kırıcı (Güney cepheye yatay güneş kırıcı, doğu ve batı cephelerine dikey güneş kırıcı konumlandırılmıştır.)

Çizelge 4.9. (devamı) Güneş kırıcılar ve cam tipleri ile geliştirilen senaryolar

No	Senaryolar	Cam Tipleri		Güneş Kırıcılar	
13	CT4	CT4	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	-	
14	CT4_GK1	CT4	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK1	Yatay güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
15	CT4_GK2	CT4	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK2	Dikey güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı cephelerine konumlandırılmıştır.)
16	CT4_GK3	CT4	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK3	Yatay ve dikey güneş kırıcı (Güney cepheye yatay güneş kırıcı, doğu ve batı cephelerine dikey güneş kırıcı konumlandırılmıştır.)
17	CT4_GK4	CT4	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	GK4	Hareketli güneş kırıcı (Güney, doğu ve batı yönlerinde camlar arasında hareketli jaluzi konumlandırılmıştır.)

4.5. Senaryoların Analizi ve Sonuçları

Önerilen destek sistemi ile belirlenen stratejiler ile birlikte mevcut binada iyileştirme senaryoları geliştirilmiştir. Farklı senaryolarla pasif soğutma stratejilerinin simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu iyileşmeler design builder simülasyon programı ile saptanmıştır.

Geliştirilen senaryolar ve bu senaryoların sonuçları aşağıdaki gibidir:

1. senaryo: cam türünün değiştirilmesi

- Dış camda, solar low-e cam 6 mm, iç camda 6 mm renksiz düzcam kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur. Kullanılan cam türünün teknik özellikleri Çizelge 4.10' da belirtilmiştir.

Çizelge 4.10. 1. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri

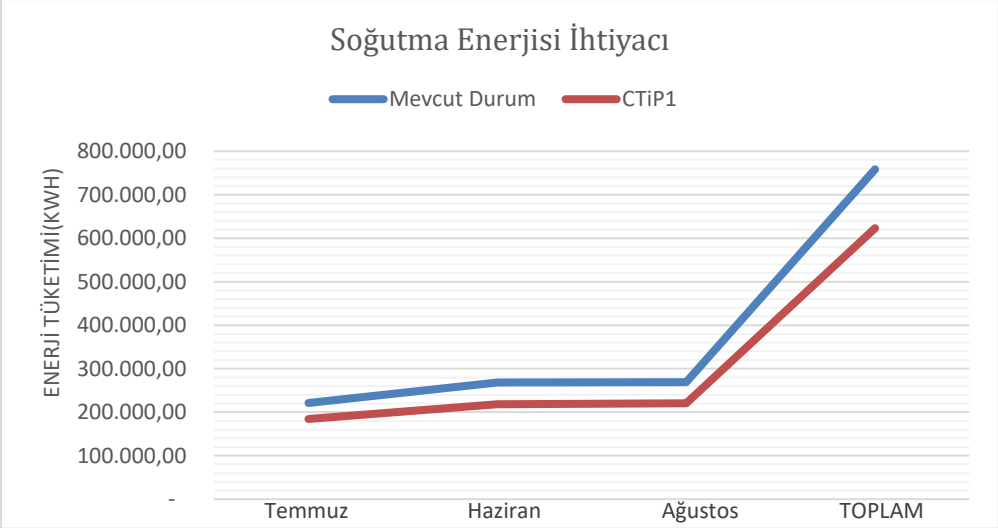
Teknik Özellikler	Nitelikler	Değerler
Gün ışığı değerleri (EN 410)	Gün ışığı geçirgenliği	%71
	Gün ışığı dışa yansıtma	%10
	Gün ışığı içe yansıtma	%11
Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)	Güneş enerjisi direkt geçirgenliği	%38
	Güneş enerjisi dışa yansıtma	%25
	Güneş enerjisi soğutma	%37
	Güneş enrjisi toplam geçirgenliği (g değeri)	%42
	Gölgeleme kat sayısı	0,48
	UV geçirgenlik	%9,2
Isı geçirgenlik katsayısı (EN 673)	U değeri	1,2

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.11' de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.11. 1. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 1	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	184.526,80
Temmuz	217.988,82
Ağustos	220.270,03
Toplam	622.785,65

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 1.senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.11'de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 622.785,65' e düşmüştür**.** Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %17,9 oranında azalma saptanmıştır.

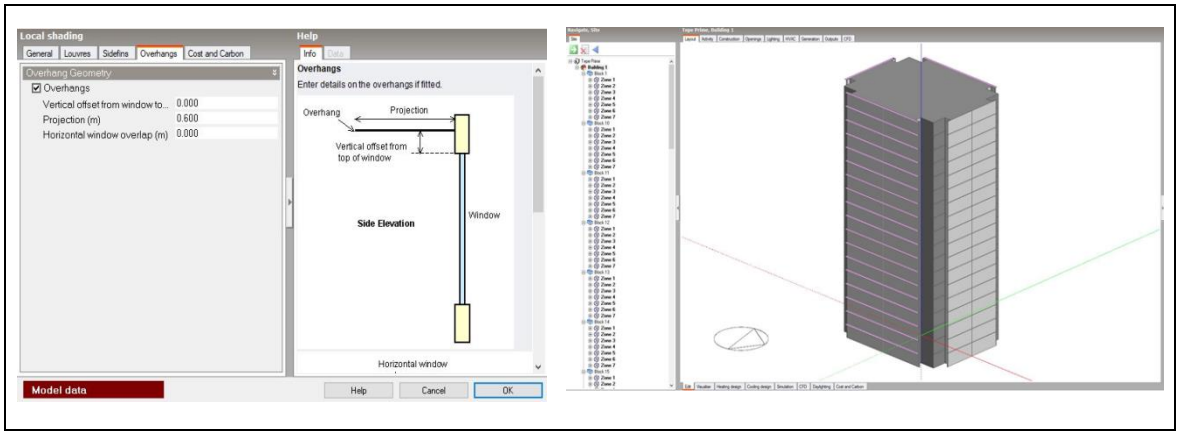


Şekil 4.11. Mevcut durum ve 1.senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

2. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

- Dış camda, solar low-e cam 6 mm, iç camda 6 mm renksiz düzcam kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur.
- Güney, batı ve doğu cephelerinde cephe boyunca her katta 60 cm eninde alüminyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır.

Şekil 4.12’ de kullanılan güneş kırıcının design builder programındaki detayı yer almaktadır. Alüminyum malzemeden tasarlanan güneş kırıcıların, iç ile dış ortam arasındaki görsel teması engellemeden gölgeleme yaparak iç mekanlarda hem aydınlatma hem de soğutma sistemlerine katkı sağlaması, dış mekanlarda binaya özel görsellik ve estetik görünüm kazandırması amaçlanmıştır.



Şekil 4.12. 2. senaryoda kullanılan güneş kırıcıların design builder programı görüntüsü

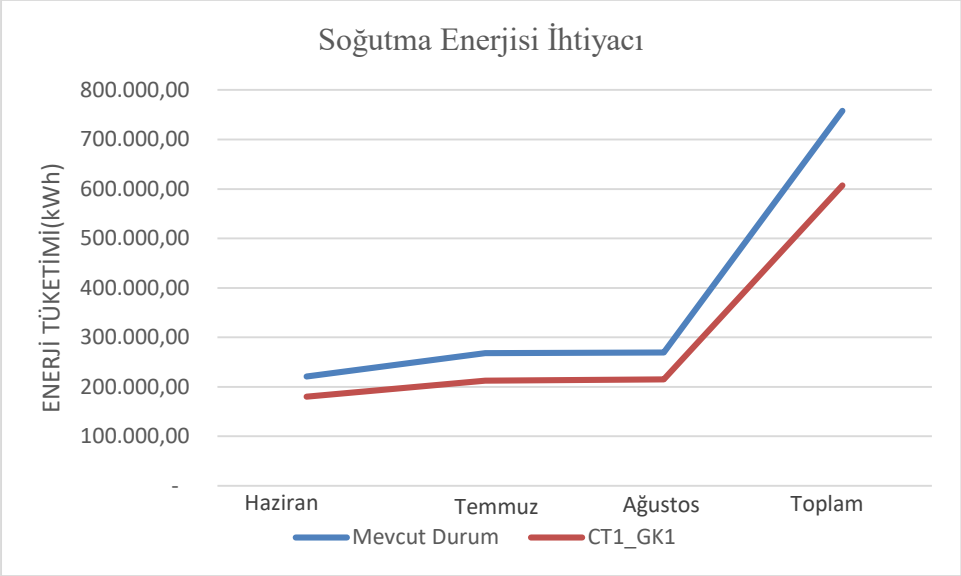
Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.12’de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.12 incelendiğinde cam tipi değişiminin ve yatay güneş kırıcıların birlikte kullanımının soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.12. 2. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 2	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	179.658,70
Temmuz	212.274,17
Ağustos	215.105,36
Toplam	607.038,22

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile senaryo 2’ nin uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.13’te karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 607.038,22’e düşmüştür**.** Yapılan

hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %19,9 oranında azalma saptanmıştır.

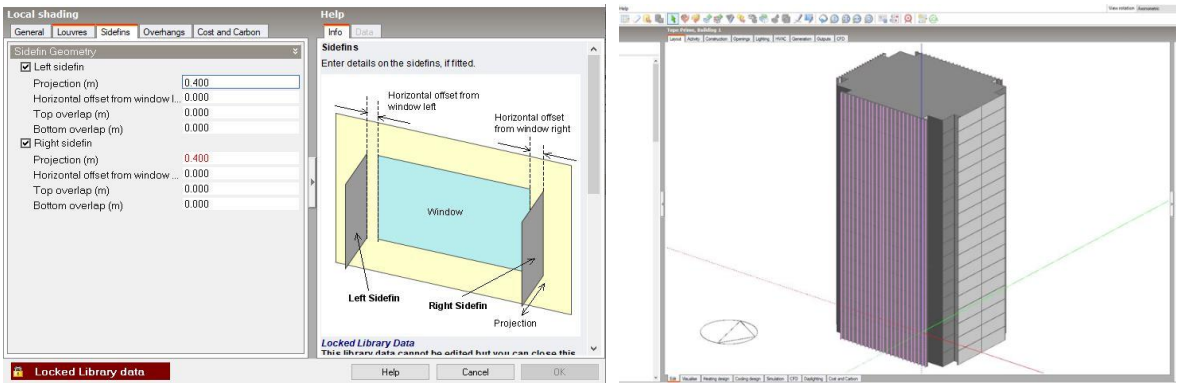


Şekil 4.13. Mevcut durum ve 2.senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

3. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

- Dış camda, solar low-e cam 6 mm, iç camda 6 mm renksiz düzcam kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur.
- Güney, doğu ve batı cephelerine güneşten korumak ve gölge oluşturmak için 40 cm eninde cepheleri 100 cm aralıklarla alüminyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Şekil 4.14' de kullanılan güneş kırıcının design builder programındaki detayı ve görünüşü yer almaktadır.



Şekil 4.14. 3. senaryoda kullanılan güneş kırıcıların design builder programı görüntüsü

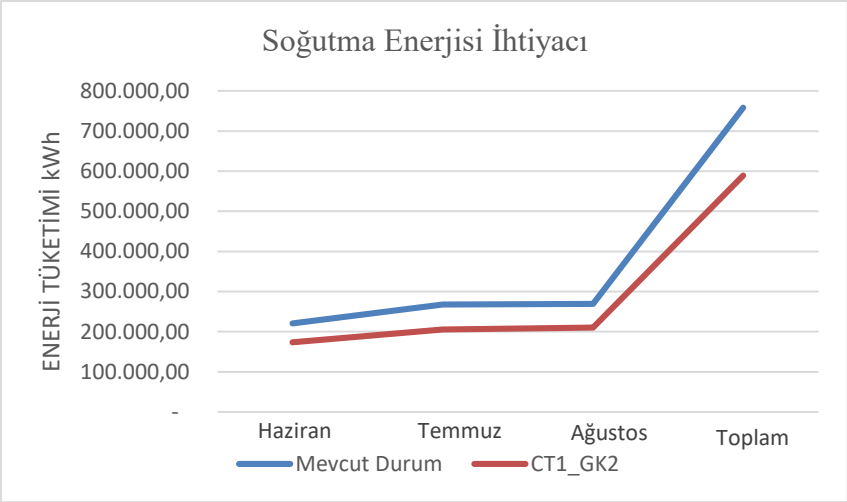
Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.13'te üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde cam tipi değişiminin ve düşey güneş kırıcıların birlikte kullanımının soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.13. 3. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 3	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	173.532,35
Temmuz	205.609,88
Agustos	210.088,39
Toplam	589.230,61

3. senaryoda kullanılan güneş kırıcı tipi 2. senaryoya göre daha iyi sonuç vermiştir. Bunun en büyük nedeni cephe alanında daha fazla güneş kontrol elamanı kullanılmış olması ve tam gölgeleme sağlamasıdır.

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 3. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.15' te karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 589.230,61'e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %22,3 oranında azalma saptanmıştır.

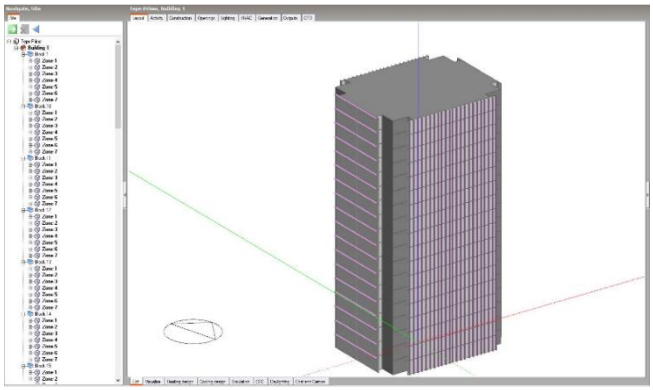


Şekil 4.15. Mevcut durum ve 3. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

4. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

- Dış camda, solar low-e cam 6 mm, iç camda 6 mm renksiz düzcam kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur.
- Güney cepheye, cephe boyunca her katta 60 cm eninde alüminyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır. Doğu ve batı cephelerine ise 40 cm eninde 100 cm aralıklarla alüminyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Şekil 4.16' da kullanılan güneş kırıcının design builder programındaki görünüşü yer almaktadır.



Şekil 4.16. 4. senaryoda kullanılan güneş kırıcıların design builder programı görüntüsü

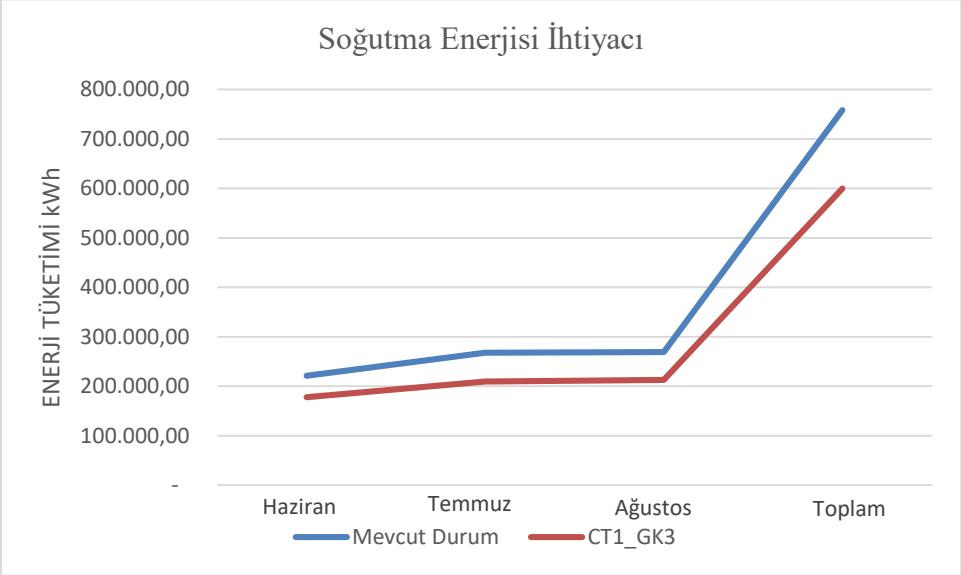
Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.14' te üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.14 incelendiğinde cam tipi değişiminin

ve düşey ve yatay güneş kırıcıların birlikte kullanımının soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.14. 4. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 4	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	177.562,53
Temmuz	209.668,11
Agustos	212.723,36
Toplam	599.953,99

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile senaryo 4' ün uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.17' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 599.953,99'e düşmüştür**.** Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %20,9 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.17. Mevcut durum ve 4.senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

5. senaryo: cam türünün değiştirilmesi

- Dış camda, reflektif cam 6 mm, mavi renkli, iç camda low-e cam 6 mm kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur.

Çizelge 4.15'te kullanılan cam türünün teknik özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.15. 5. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri

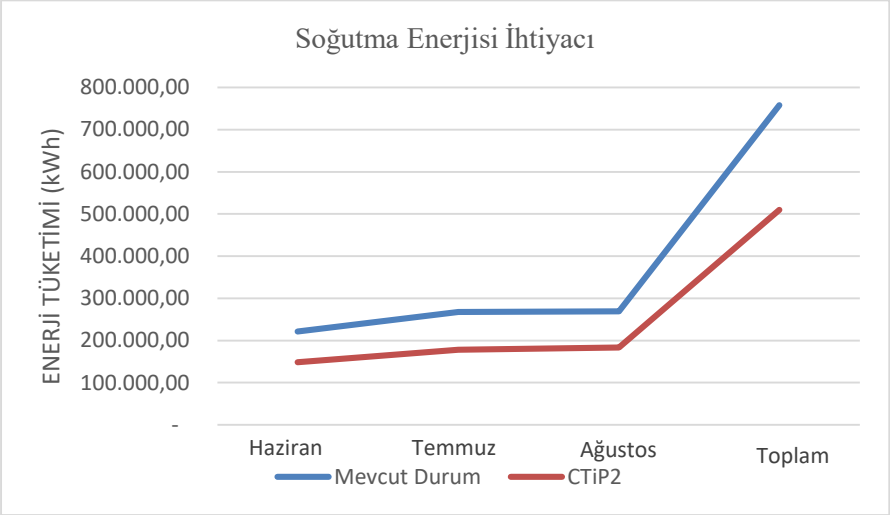
Teknik Özellikler	Nitelikler	Değerler
Gün ışığı değerleri (EN 410)	Gün ışığı geçirgenliği	%34
	Gün ışığı dışa yansıtma	%17
	Gün ışığı içe yansıtma	%31
Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)	Güneş enerjisi direkt geçirgenliği	%21
	Güneş enerjisi dışa yansıtma	%13
	Güneş enerjisi soğutma	%66
	Güneş enrjisi toplam geçirgenliği (g değeri)	%28
	Gölgeleme kat sayısı	0,32
	UV geçirgenlik	%10
Isı geçirgenlik katsayısı (EN 673)	U değeri	1,3

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.16' da üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.16 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.16. 5. Senaryoda saptanan soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 5(CT2)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	148.493,12
Temmuz	178.004,63
Ağustos	182.996,55
Toplam	509.494,30

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 5.senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.28' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 509.494,30'e düşmüştür**.** Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %32,8 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.18. Mevcut durum ve 5.senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

6. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

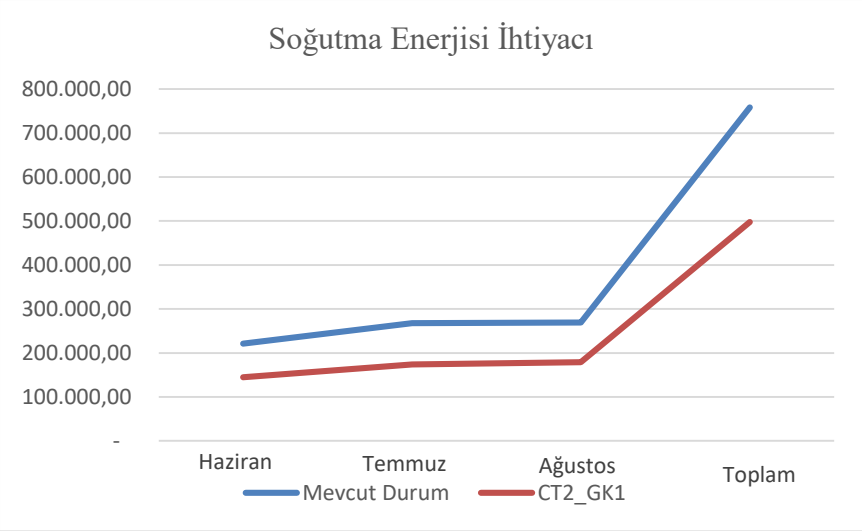
- Dış camda, reflektif cam 6 mm, mavi renkli, iç camda low-e cam 6 mm kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, Argon gazı ile doldurulmuştur.
- Güney, batı ve doğu cephelerinde cephe boyunca her katta 60 cm eninde alimünyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.17' de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde cam tipi değişiminin ve güneş kırıcı kullanımının soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.17. 6. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 6(CT2_GK1)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	144.960,15
Temmuz	173.817,37
Agustos	179.204,83
Toplam	497.982,35

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 6. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.19' da karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 497.982,35' e düşmüştür**.** Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %34,3 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.19. Mevcut durum ve 6. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

7. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

- Dış camda, reflektif cam 6 mm, mavi renkli, iç camda low-e cam 6 mm kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur.

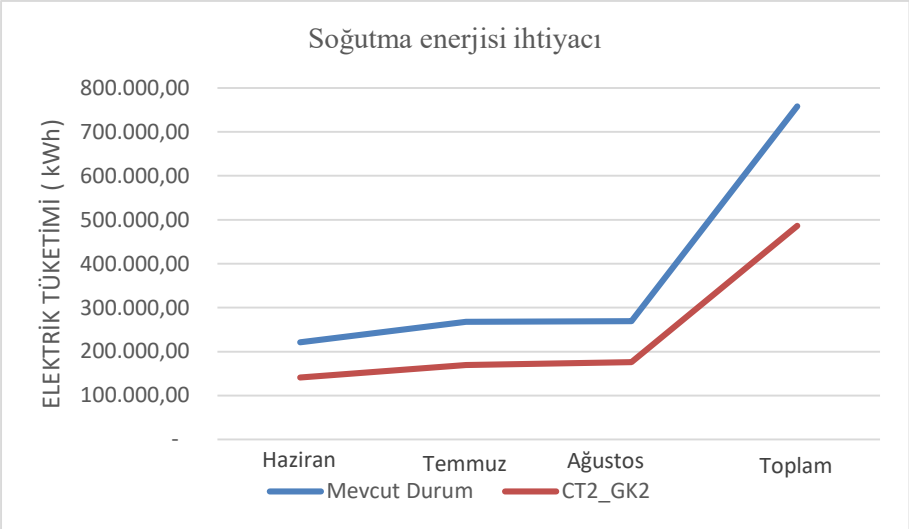
- Güney, doğu ve batı cephelerine güneşten korumak ve gölge oluşturmak için 40 cm eninde cepheleri 100 cm aralıklarla alimünyum dikey güneş kırıcıkar konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.18' de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde cam tipi değişiminin ve güneş kırıcı kullanımının soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.18. 7. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 7(CT2_GK2)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	140.949,50
Temmuz	169.501,62
Agustos	175.863,09
Toplam	486.314,21

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 7. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.20'de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 486.314,21' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %35,9 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.20. Mevcut durum ve 7. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

8. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

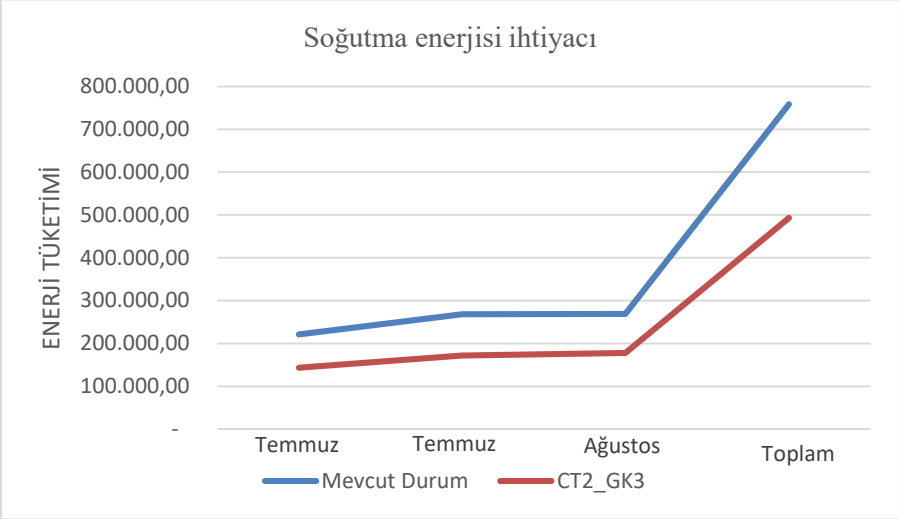
- Dış camda, reflektif cam 6 mm, mavi renkli, iç camda low-e cam 6 mm kullanılmıştır. Ara boşluk ise 12 mm bırakılmış, argon gazı ile doldurulmuştur.
- Güney cepheye, cephe boyunca her katta 60 cm eninde alüminyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır. Doğu ve batı cephelerine ise 40 cm eninde 100 cm aralıklarla alüminyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.19' da üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde cam tipi değişiminin ve güneş kırıcı kullanımının soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.19. 8. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 8(CT2_GK3)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	143.492,54
Temmuz	172.156,84
Ağustos	177.570,96
Toplam	493.220,34

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 7.senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.21' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 493.220,34' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %35,0 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.21. Mevcut durum ve 8. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

9. senaryo: cam türünün değiştirilmesi

- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır. Kullanılan cam türünün teknik özellikleri Çizelge 4.20' de belirtilmiştir.

Çizelge 4.20. 9. senaryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri

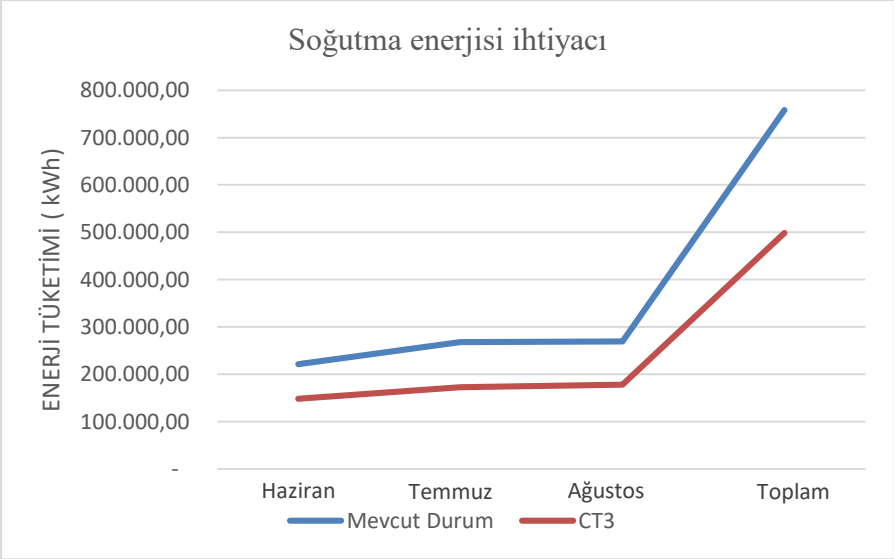
Teknik Özellikler	Nitelikler	Değerler
Gün ışığı değeleri (EN 410)	Gün ışığı geçirgenliği	%43
	Gün ışığı dışa yansıtma	%17
	Gün ışığı içe yansıtma	%20
Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)	Güneş enerjisi direkt geçirgenliği	%19
	Güneş enerjisi dışa yansıtma	%32
	Güneş enerjisi soğutma	%49
	Güneş enrjisi toplam geçirgenliği (g değeri)	%23
	Gölgeleme kat sayısı	0,27
	UV geçirgenlik	%7,2
Isı geçirgenlik katsayısı	U değeri	0,7

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.21'de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.21 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.21. 9. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 9(CT3)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	148.352,84
Temmuz	172.525,39
Ağustos	177.760,42
Toplam	498.638,65

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 9. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.22' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 498.638,65' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde % 34,2 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.22. Mevcut durum ve 9. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

10. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

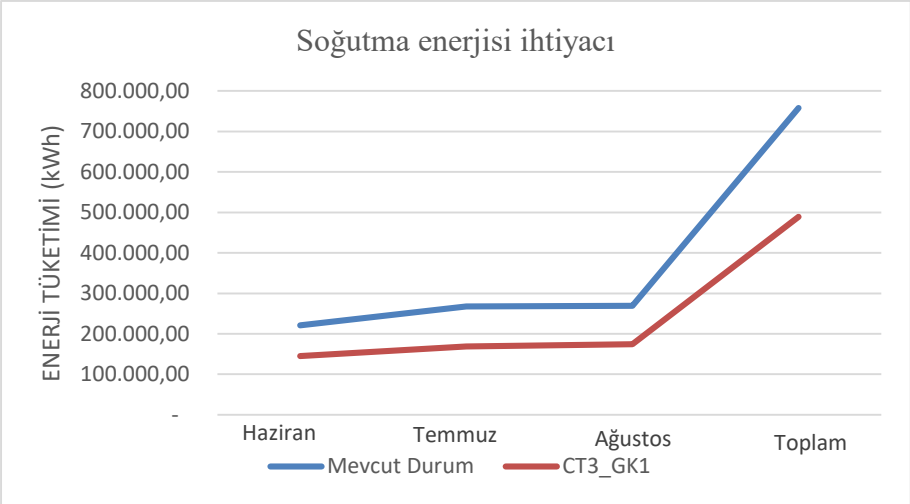
- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.
- Güney, batı ve doğu cephelerinde cephe boyunca her katta 60 cm eninde alimünyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.22' de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.22 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4. 22. 10. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 10 (CT3_GK1)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	145.394,95
Temmuz	169.061,00
Ağustos	174.566,43
Toplam	489.022,39

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 10.senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.23' te karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 489.022,39' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %35,5 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 23. Mevcut durum ve 10. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

11. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

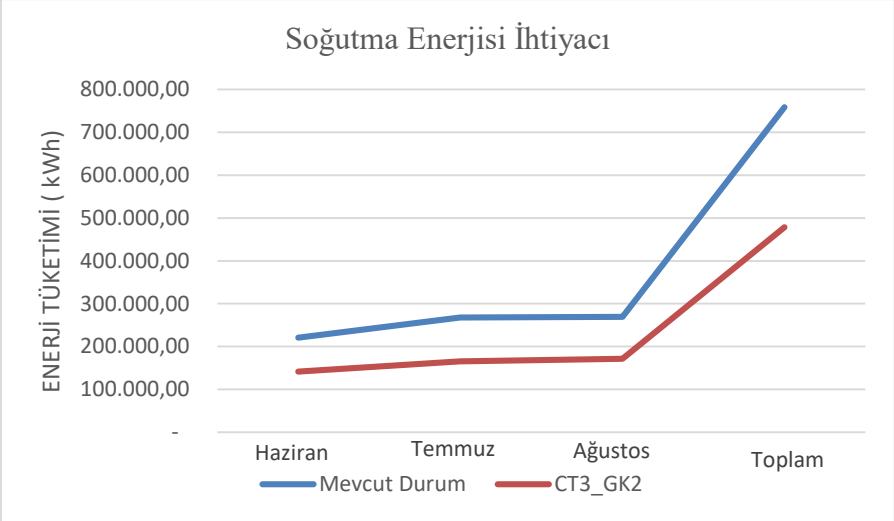
- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.
- Güney, doğu ve batı cephelerine güneşten korumak ve gölge oluşturmak için 40 cm eninde cepheleri 100 cm aralıklarla alüminyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.23' te üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.23 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4. 23. 11. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 11 (CT3_GK2)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	141.824,91
Temmuz	165.203,84
Agustos	171.582,87
Toplam	478.611,61

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 11. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.24' te karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 478.611,61' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %36,9 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 24. Mevcut durum ve 11. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

12. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

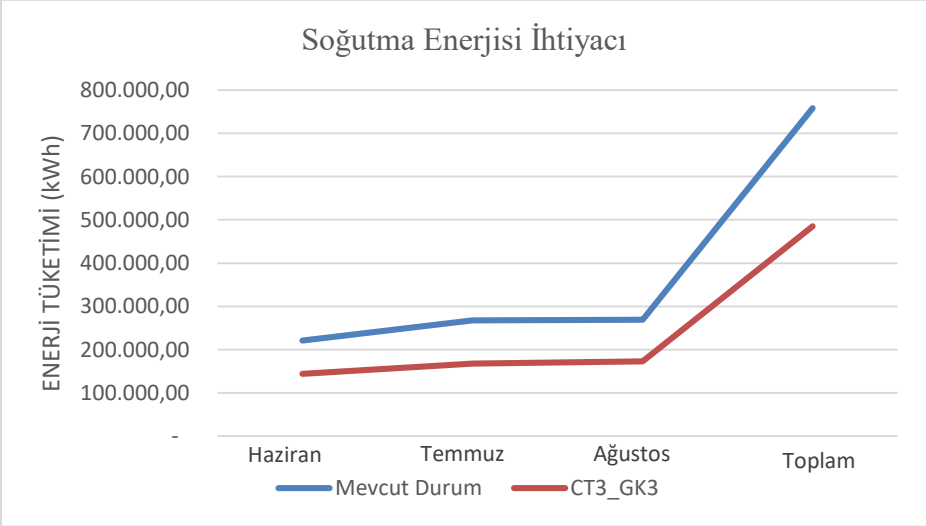
- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.
- Güney cepheye, cephe boyunca her katta 60 cm eninde alüminyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır. Doğu ve batı cephelerine ise 40 cm eninde 100 cm aralıklarla alüminyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.24'da üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.24 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.24. 12.senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 12 (CT3_GK3)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	144.128,34
Temmuz	167.622,55
Agustos	173.142,36
Toplam	484.893,25

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 12. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.25' te karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 484.893,25' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %36,1 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 25. Mevcut durum ve 12. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

13. senaryo: cam türünün değiştirilmesi

- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır. Çizelge 4.25'de kullanılan cam türünün teknik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4. 25. 13. seneryoda kullanılan cam türünün teknik özellikleri

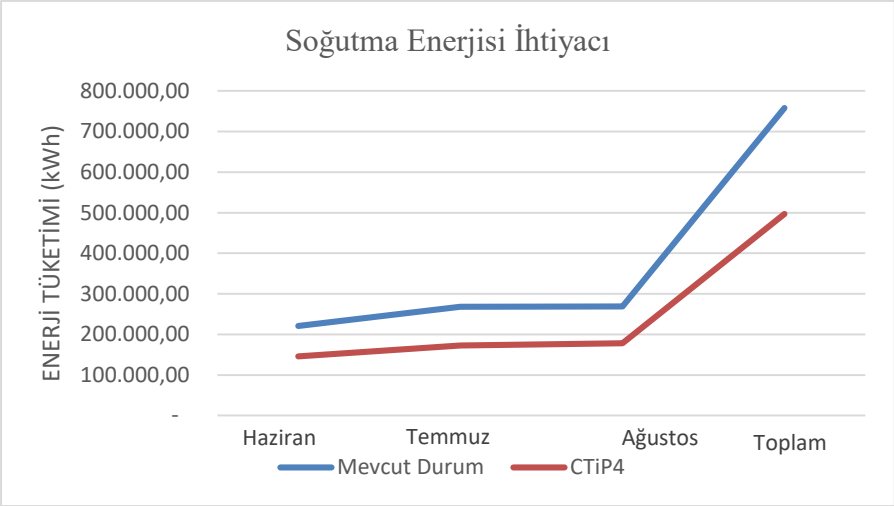
Teknik Özellikler	Nitelikler	**Değerler**
Gün ışığı değeleri (EN 410)	Gün ışığı geçirgenliği	%32
	Gün ışığı dışa yansıtma	%18
	Gün ışığı içe yansıtma	%33
Güneş Enerjisi Değerleri (EN 410)	Güneş enerjisi direkt geçirgenliği	%19
	Güneş enerjisi dışa yansıtma	%13
	Güneş enerjisi soğutma	%68
	Güneş enrjisi toplam geçirgenliği (g değeri)	%25
	Gölgeleme kat sayısı	0,29
	UV geçirgenlik	%9,0
Isı geçirgenlik katsayısı (EN 673)	U değeri	1,0

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.26' de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.26 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4. 26. 13. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 13 (CT4)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	146.131,00
Temmuz	172.863,85
Agustos	178.028,80
Toplam	497.023,66

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 13. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.26'da karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 497.023,66' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %34,5 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 26. Mevcut durum ve 13. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

14. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

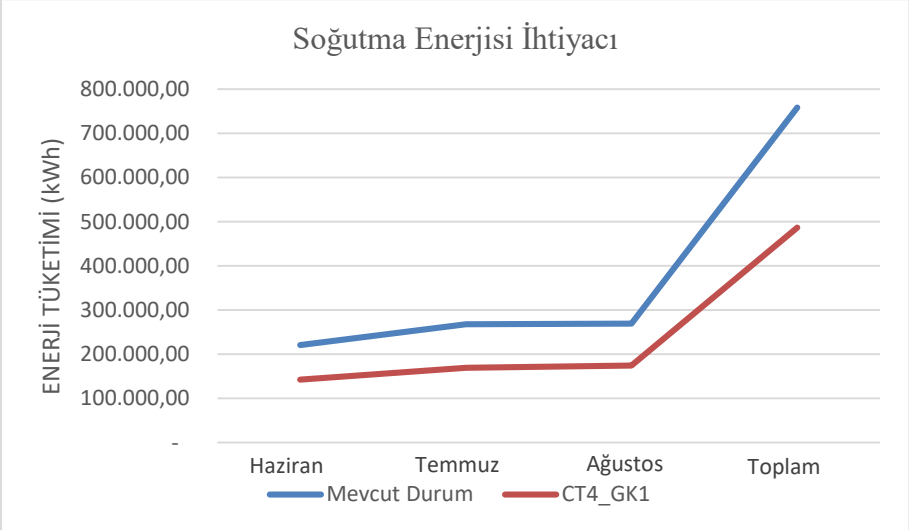
- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2. ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.
- Güney, batı ve doğu cephelerinde cephe boyunca her katta 60 cm eninde alimünyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4. 27' da üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.27 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.27. 14. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 14 (CT4_GK1)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	142.938,47
Temmuz	169.068,56
Ağustos	174.621,75
Toplam	486.628,78

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 14. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı 4.27' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 486.628,78' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde %35,8 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 27. Mevcut durum ve 14. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

15. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + Güneş kontrol elemanı kullanımı

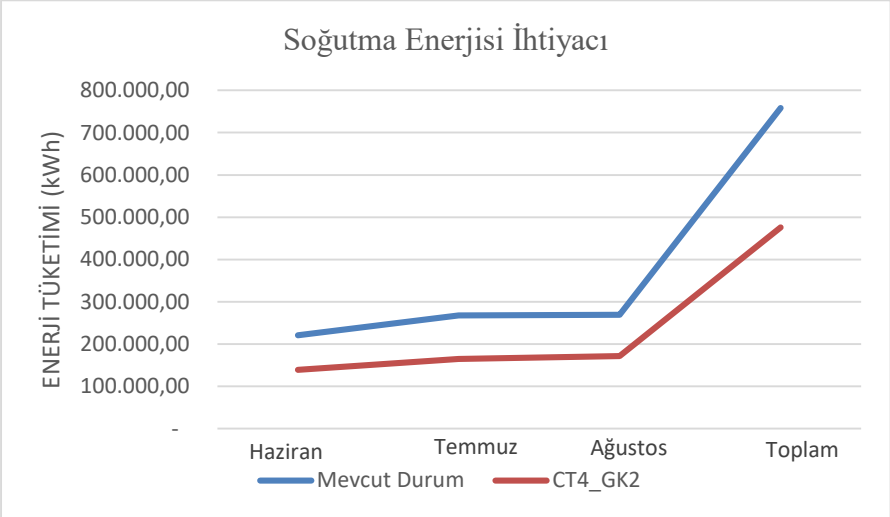
- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.
- Güney, doğu ve batı cephelerine güneşten korumak ve gölge oluşturmak için 40 cm eninde cepheleri 100 cm aralıklarla alimünyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.28' de üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.28 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4. 28. 15.senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 15 (CT4_GK2)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	139.231,66
Temmuz	165.037,15
Agustos	171.550,38
Toplam	475.819,19

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 15. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.28' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 475.819,19' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde % 37,2 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.28. Mevcut durum ve 15. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

16. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1.ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm (argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.

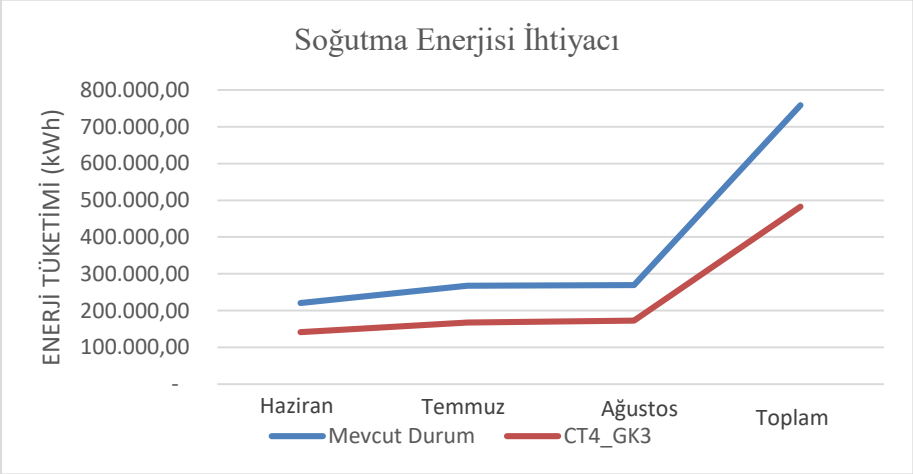
- Güney cepheye, cephe boyunca her katta 60 cm eninde alüminyum yatay güneş kırıcı konumlandırılmıştır. Doğu ve batı cephelerine ise 40 cm eninde 100 cm aralıklarla alüminyum dikey güneş kırıcılar konumlandırılmıştır.

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.29' da üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.29 incelendiğinde cam tipi değişiminin soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4. 29. 16. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 16 (CT4_GK3)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	141.617,63
Temmuz	167.526,57
Ağustos	173.148,52
Toplam	482.292,73

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 16. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4. 29' da karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 482.292,73' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde % 36,4 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4. 29. Mevcut durum ve 16. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

17. senaryo: cam türünün değiştirilmesi + güneş kontrol elemanı kullanımı

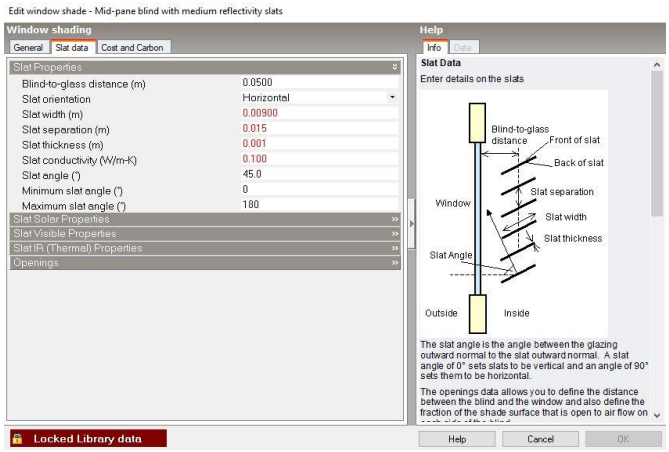
- Dış camda 6 mm temperlenebilir solar low-e cam, 1. ara boşlukta 12 mm (argon), orta camda düzcam 6 mm (renksiz), 2.ara boşlukta 12 mm(Argon), iç camda 6 mm low-e cam kullanılmıştır.
- Güney, doğu ve batı yönlerinde camlar arasında hareketli jaluzi konumlandırılmıştır. İç cam ile orta cam arasına yerleştirilmiştir. Gün boyunca güneş kırıcıların konumları ayarlanmıştır.

Sabah konumu: Güneşin doğması ile doğu cephe güneş kırıcıları aşağı indirilecek ve açıları güneşin geliş açısına bağlı olarak 30 ve 45 dereceye ayarlanacaktır, diğer cepheler (güney, batı) yukarı toplanacaktır.

Gün içi ayarları: Doğu cephe güneş kırıcıları doğrudan güneş ışığı çekildiğinde yukarı toplanacak diğer cephelerde (güney, batı) cepheye doğrudan güneş ışığı geldiğinde aşağı indirilecek ve kanat açıları 30 ve 45 dereceye ayarlı olacaktır. Güneş konum değiştirdiğinde, güneş kırıcılar yukarı toplanacaktır.

Gece ayarları: Gün batımından bir saat sonra, bütün güneş kırıcılar aşağıya inecek ve sabah konumuna kadar kanat açıları aşağı yönde 45 derecede kalacaktır.

Şekilde 4.30' da kullanılan güneş kırıcının design builder programındaki detayı yer almaktadır.



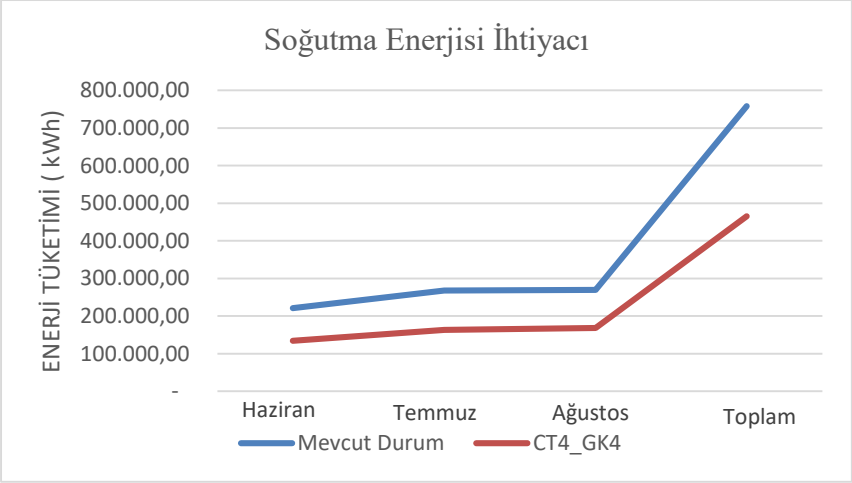
Şekil 4.30. Kullanılan güneş kırıcının design builder programındaki detayı

Soğutma dönemi için yapılan analiz sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.30' da üç aylık soğutma enerjisi ihtiyacı ifade edilmiştir. Çizelge 4.30 incelendiğinde cam tipi değişiminin ve hareketli güneş kırıcı kullanımın soğutma dönemi için enerji tüketimine etkisi açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.30. 17. senaryoda saptanan üç aylık soğutma yükü ihtiyacı

Senaryo 17 (CT4_GK4)	
Örnek Yapıda 3 Aylık Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)	
	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)
Haziran	134.122,11
Temmuz	163.471,16
Agustos	167.825,76
Toplam	465.419,03

Binanın mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı ile 17. senaryonun uygulanması ile elde edilen soğutma enerjisi ihtiyacı Şekil 4.31' de karşılaştırılmıştır. Mevcut soğutma enerjisi ihtiyacı 758.251,34 kWh iken, yapılan iyileştirme ile bu değer 465.419,03' e düşmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda mevcut duruma göre soğutma için harcanan enerji tüketiminde % 38,6 oranında azalma saptanmıştır.



Şekil 4.31. Mevcut durum ve 17. senaryoda saptanan değerlerin karşılaştırılması

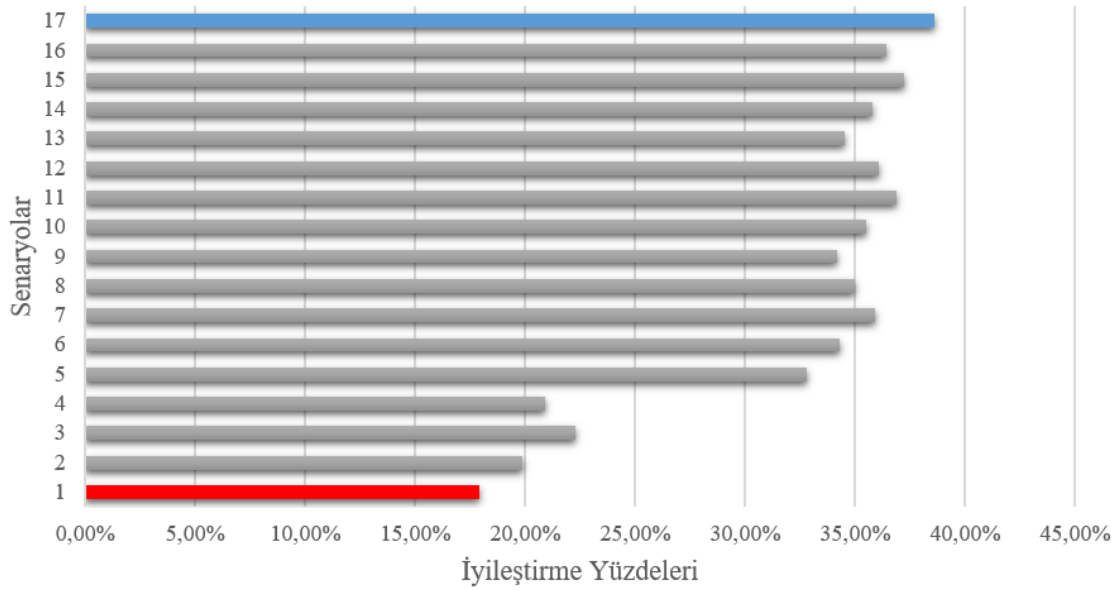
5. BULGULAR

Çizelge 5.1’ de geliştirilen senaryoların ve mevcut durumun sıcak dönemde soğutma enerjisi ihtiyaçları verilmiştir. Mevcut duruma göre iyileştirmeler yüzde olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 5.1. Senaryoların ve mevcut durumun sıcak dönemde soğutma enerjisi ihtiyacı ve iyileştirme yüzdeleri

No	Senaryolar	Soğutma Enerjisi İhtiyacı (kWh)				
		Haziran	Temmuz	Ağustos	Toplam	Mevcut Duruma Göre Toplam Soğutma Enerjisi İhtiyacı İyileştirmesi (%)
0	Mevcut Durum	221.053,63	267.937,55	269.260,16	758.251,34	
1	CTiP1	184.526,80	217.988,82	220.270,03	622.785,65	17,9%
2	CTiP1_GTiP1	179.658,70	212.274,17	215.105,36	607.038,22	19,9%
3	CTiP1_GTiP2	173.532,35	205.609,88	210.088,39	589.230,61	22,3%
4	CTiP1_GTiP3	177.562,53	209.668,11	212.723,36	599.953,99	20,9%
5	CTiP2	148.493,12	178.004,63	182.996,55	509.494,30	32,8%
6	CTiP2_GTiP1	144.960,15	173.817,37	179.204,83	497.982,35	34,3%
7	CTiP2_GTiP2	140.949,50	169.501,62	175.863,09	486.314,21	35,9%
8	CTiP2_GTiP3	143.492,54	172.156,84	177.570,96	493.220,34	35,0%
9	CTiP3	148.352,84	172.525,39	177.760,42	498.638,65	34,2%
10	CTiP3_GTiP1	145.394,95	169.061,00	174.566,43	489.022,39	35,5%
11	CTiP3_GTiP2	141.824,91	165.203,84	171.582,87	478.611,61	36,9%
12	CTiP3_GTiP3	144.128,34	167.622,55	173.142,36	484.893,25	36,1%
13	CTiP4	146.131,00	172.863,85	178.028,80	497.023,66	34,5%
14	CTiP4_GTiP1	142.938,47	169.068,56	174.621,75	486.628,78	35,8%
15	CTiP4_GTiP2	139.231,66	165.037,15	171.550,38	475.819,19	37,2%
16	CTiP4_GTiP3	141.617,63	167.526,57	173.148,52	482.292,73	36,4%
17	CTiP4_GTiP4	134.122,11	163.471,16	167.825,76	465.419,03	38,6%

Tasarım karar destek sisteminden gelen verilerle mevcut bir binanın iyileştirme sınırlılıkları içerisinde hazırlanmış olan senaryoların mevcut durumla karşılaştırılması sonucunda her bir yeni kararın bir fazla iyileştirmeye sebebiyet verdiği ve her karar sonucunda soğutma enerjisinin azaldığı saptanmıştır. Tasarım kararlarının artışı ile beraber daha iyi sonuçlar alınmıştır. Bu bağlamda en düşük soğutma enerjisi ihtiyacı 17. senaryoda kaydedilmiştir. Bu senaryoda önerilen pasif soğutma teknikleri sıcak dönem için termal konforda maksimum iyileştirmeyi sağlamıştır. Aşağıda Şekil 5.1’de geliştirilen senaryoların mevcut duruma göre soğutma enerjisi ihtiyacını iyileştirme yüzdeleri grafik olarak ifade edilmiştir.



Şekil 5.1. Mevcut duruma göre toplam soğutma enerjisi ihtiyacı iyileştirmesi

Geliştirilen sistemin belirlediği avantajlı cam çeşitleri, yalıtımlı cam, yüksek performanslı renkli cam, low-e cam 17. senaryoda birlikte kullanılmıştır. Üçlü cam olması ve ara boşluklarda argon gazı kullanılması güneş enerjisi toplam geçirgenliğini azaltmıştır. Bina içine güneş ısısı girişini sınırlamakta, güneşin aşırı parlaklığını azaltmaktadır. Aynı zamanda camlar arasında jaluzi kullanımına imkan sağlamıştır. 17. senaryo için geliştirilen avantajlı stratejilerden bir diğeri olan hareketli güneş kırıcı kullanımının, güneşin hareketine göre ayarlanabilir olması nedeniyle sıcak dönemde istenmeyen güneş ışığının önlenmesinde diğer güneş kırıcı tiplerinden daha etkili olduğu görülmüştür.

Tasarım kararları ile birlikte gelen her bir strateji kendi içerisinde, uygulamada maliyet artışına sebebiyet vermektedir. Maliyet, inşaat sektöründe öncelikli faktörlerdendir. Bu iyileştirme senaryolarının birbirlerine göre maliyetlerinin değerlendirilmesini yapmak amacıyla bir maliyet karşılaştırması yapılmıştır. Aşağıda Çizelge 5.2' de belirlenen senaryoların yaklaşık maliyetleri yer almaktadır. İlk yatırım maliyet hesabı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2021 yılına ait birim fiyat listesinden ve konu ile ilgili uzman firmalardan edinilen bilgilerden oluşturulan özel pozlardan elde edilmiştir. Çizelgenin amacı, aynı amaca sahip alternatiflerin maliyetlerini karşılaştırmaktır.

Çizelge 5.2. Senaryoların maliyet analizi

Senaryolar	Sıra No	Kod	Poz No	Açıklama	Metraj	Birim	Birim Fiyat	Malzeme Tutarı
Senaryo 1	1	CT1	10.380.1631 (04.645/14A)	Dış cam: Solar Low-e Cam 6mm Ara Boşluk:12 cm İç cam:6 mm Renksiz düz cam	6141 m2	m2	198 TL	1.215.918 TL
Senaryo 2	2	CT1	10.380.1631 (04.645/14A)	Dış cam: Solar Low-e Cam 6mm Ara Boşluk:12 cm İç cam:6 mm Renksiz düz cam	6141 m2	m2	198 TL	1.215.918 TL
	3	GK1	Özel Poz	Alüminyum yatay güneş kırıcı	1116 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	502.200 TL
							Toplam	1.718.118
Senaryo 3	4	CT1	10.380.1631 (04.645/14A)	Dış cam: Solar Low-e Cam 6mm Ara Boşluk:12 cm İç cam:6 mm Renksiz düz cam	6141 m2	m2	198 TL	1.215.918 TL
	5	GK2	Özel Poz	Alüminyum düşey güneş kırıcı	724 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	325.800 TL
							Toplam	1.541.718
Senaryo 4	6	CT1	10.380.1631 (04.645/14A)	Dış cam: Solar Low-e Cam 6mm Ara Boşluk:12 cm İç cam:6 mm Renksiz düz cam	6141 m2	m2	198 TL	1.215.918 TL
	7	GK3	Özel Poz	Alüminyum yatay-düşey güneş kırıcı	789 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	355.050 TL
							Toplam	1.570.968
Senaryo 5	8	CT2	10.380.1701 (04.645/21A	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	207,90	1.276.713 TL
Senaryo 6	9	CT2	10.380.1701 (04.645/21A	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	207,90	1.276.713 TL
	10	GK1	Özel Poz	Alüminyum yatay güneş kırıcı	1116 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	502.200 TL
							Toplam	1.778.913

Çizelge 5.2. (devamı) Senaryoların maliyet analizi

Senaryolar	Sıra No	Kod	Poz No	Açıklama	Metraj	Birim	Birim Fiyat	Malzeme Tutarı
Senaryo 7	11	CT2	10.380.1701 (04.645/21A	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	207,90 TL	1.276.713 TL
	12	GK2	Özel Poz	Alüminyum düşey güneş kırıcı	724 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	325.800 TL
							Toplam	1.602.513
Senaryo 8	13	CT2	10.380.1701 (04.645/21A	Dış cam: Reflektif cam 6mm Renk: Mavi Ara Boşluk:12 mm (Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	207,90 TL	1.276.713 TL
	14	GK3	Özel Poz	Alüminyum yatay-düşey güneş kırıcı	789 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	355.050 TL
							Toplam	1.631.763
Senaryo 9	15	CT3	Özel Poz	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
Senaryo 10	16	CT3	Özel Poz	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	17	GK1	Özel Poz	Alüminyum yatay güneş kırıcı	1116 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	502.200 TL
							Toplam	2.651.550

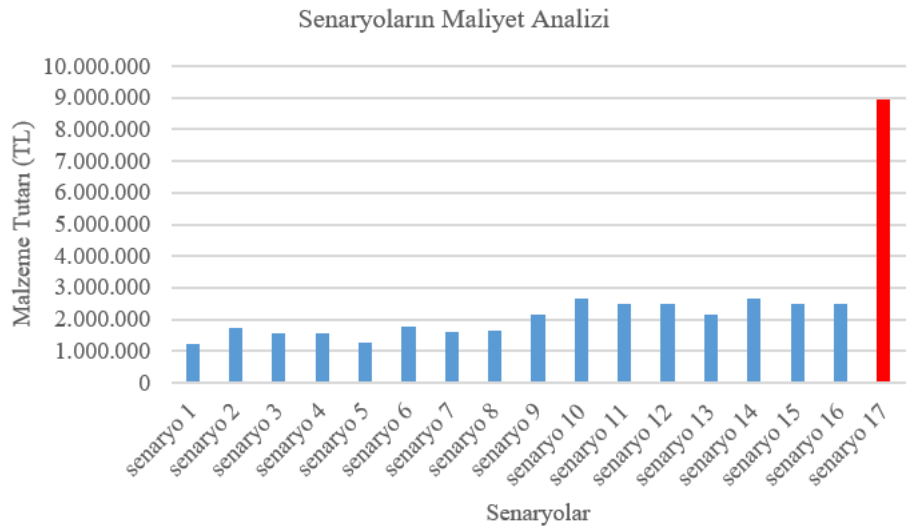
Çizelge 5.2. (devamı) Senaryoların maliyet analizi

Senaryolar	Sıra No	Kod	Poz No	Açıklama	Metraj	Birim	Birim Fiyat	Malzeme Tutarı
Senaryo 11	18	CT3	Özel Poz	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	19	GK2	Özel Poz	Alümünyum düşey güneş kırıcı	724 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	325.800 TL
							Toplam	2.475.150
Senaryo 12	20	CT3	Özel Poz	Dış cam: Temperlenebilir Solar Low-E Cam 6 mm 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	21	GK3	Özel Poz	Alüminyum yatay-düşey güneş kırıcı	789 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	355.050 TL
							Toplam	2.504.400
Senaryo 13	22	CT4	Özel Poz	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
Senaryo 14	23	CT4	Özel Poz	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	24	GK1	Özel Poz	Alümünyum yatay güneş kırıcı	1116 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	502.200 TL
							Toplam	2.651.550

Çizelge 5.2. (devamı) Senaryoların maliyet analizi

Senaryolar	Sıra No	Kod	Poz No	Açıklama	Metraj	Birim	Birim Fiyat	Malzeme Tutarı
Senaryo 15	25	CT4	Özel Poz	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	26	GK2	Özel Poz	Alümünyum düşey güneş kırıcı	724 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	325.800 TL
							Toplam	2.475.150
Senaryo 16	27	CT4	Özel Poz	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	28	GK3	Özel Poz	Alüminyum yatay-düşey güneş kırıcı	789 boy	m (1 Boy 6 m)	450 TL	355.050 TL
							Toplam	2.504.400
Senaryo 17	29	CT4	Özel Poz	Dış cam: Reflektif cam 6 mm Renk: Mavi 1.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) Orta Cam: Düzcam 6 mm Renksiz 2.Ara Boşluk: 12 mm(Argon) İç cam: Low-E Cam 6 mm	6141 m2	m2	350 TL	2.149.350 TL
	30	GK4	Özel Poz	Hareketli güneş kırıcı	cam modülü 128X310 (918 Adet)	m2	120 Euro (1012 TL)	3.716.064 TL
	31	GK4	Özel Poz	Hareketli güneş kırıcı motoru	cam modülü 128X310 (918 Adet)	m2	100 Euro (844 TL)	3.073.848 TL
							Toplam	8.939.362 TL

Şekil 5.2’ de senaryoların maliyetleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 5.2. Senaryoların maliyet analizlerinin karşılaştırması

Alternatif seçiminde optimum fayda-maliyet dengesinin kurulması gerekmektedir. Çizelge 5.2 ve Şekil 5.2 incelendiğinde soğutma için kullanılan enerji maliyetini en fazla düşüren senaryonun en yüksek yapım maliyetine sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu, sistemin dezavantajı noktasında değerlendirilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Ancak senaryo 17 bu dezavantajının yanında iç ortamda ısıl konforu arttırmakta ve soğutma için kullanılan enerji maliyetini düşürmektedir.

Uzun dönem için bir hesap yapıldığında, senaryo 17 için aylık elektrik tüketim bedelindeki kar, 68.328 TL’ dir. (1 kwh elektrik birim fiyatı iş yerleri için: 0.7063 TL/kwh’dir.) Bu kar, senaryo 17’deki yatırım maliyetine bölündüğünde 130 ay sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuca göre senaryo 17 yatırım maliyetini yaklaşık 11 yılda yeniden kazandırmaktadır.

.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Binaların bütün cephelerinde tek tip tasarlanan ve uygulanan saydam cephe sistemleri, aşırı ısı kazanımı nedeniyle binaların soğutma yüklerini arttırmaktadır. Bu dezavantajını problem olarak ele alan tez çalışmasında, tasarımcılar için saydam cephelerin soğutma yükleri odaklı pasif tasarım stratejilerini ortaya koyan bir karar destek sistemi geliştirmek amaçlanmıştır. Bu sistem binaların, soğutma enerjisi performansını geliştirmede/iyileştirmede optimum çözümleri belirlemeye yönelik karar desteği sağlamaktadır. Geliştirilen destek sisteminde, performans açsından soğutma yükünü azaltan avantajlı stratejiler belirlenmiştir. Sistemin hedef kitlesini, yapı kabuğu tasarımını yapan mimar ve mühendisler oluşturmaktadır. Tasarımcı, önerilen yöntemi kullanarak, kendi tasarımını yönlendirebilme olanağına sahiptir. Aynı zamanda stratejilerin bina üzerindeki etki düzeylerinin ve birbirleri ile ilişki durumlarının bilinmesi, karar verme sürecinde mimar/tasarımcı ya da diğer proje yöneticilerinin karar verme sürecini kolaylaştıracağı düşünülmüştür.

Çalışmada, yapılan literatür araştırmasından sonra, geliştirilen sistemin verilerine ve değerlendirmelerine katkı sağlaması amacıyla uygulaması gerçekleşmiş, sürdürülebilir ve ekolojik yapı olma özelliği ile kabul görerek literatüre geçmiş çağdaş ve öncü bina örnekleri (50 bina örneği) belirlenmiştir. Örnek binaların analizini takiben soğutma yükünün azaltılmasında kullanılan pasif stratejilerin, uygulama biçimleri, yöntemler, ,avantajları ve dezavantajları açıklanmıştır. Çalışma konusuna temel oluşturan stratejilerin açıklanmasından sonra cephe tasarım sürecinde soğutma yüklerini azaltması amacıyla yönlendirici olabilecek bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada geliştirilmiş olan soğutma yükü esaslı performansa yönelik karar destek sisteminde takip edilmesi gereken adımlar açıklanmıştır. Rehberin ilk adımını, tasarım kararları ile belirlenen stratejiler arasındaki ilişkiyi saptamak oluşturmaktadır. İkinci adım, soğutma yükünü azaltan çözümlerinin/stratejilerin bir tabloda listelenmesi ve puanlandırılması olmuştur. Üçüncü adım olarak her alana ait çözümlere/stratejilere bağıl ağırlıklar atanmıştır. Bu aşamadan sonraki adımı ise çözümlerin/stratejilerin aldığı puanların ilgili çözümlerin/stratejilerin bağıl ağırlıkları ile çarpılması ve toplam değerin bulunması, bir başka deyişle stratejilerin sistem bütünündeki önem/fayda derecesinin belirlenmesi oluşturmaktadır.

Bunu izleyen bölümde mevcut bir ofis binasında rehberin sınanması yapılmıştır. Saydam cepheler için analizi yapılacak binanın soğutma enerjisi ihtiyacının irdelenip karşılaştırılması için Design Builder simülasyon programı kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar

- Mimari tasarımda, tasarımın erken evreleri için gerekli olan kararların alınmasında etkili olabilecek parametrelerin belirlenmesi, tasarımcının kararlarını kolaylaştırmada önemli rol oynamaktadır. Çalışmada geliştirilen karar destek sistemi yeni tasarımlarda, tasarımcılara yol gösterecektir ve bu bağlamda tasarım stratejilerinin bütünleşik bir şekilde tasarımın ilk aşamasından itibaren sistemin içerisine alınmasına katkıda bulunacaktır. Bunu için tasarım karar destek sistemi son derece önemlidir.
- Önerilen sistem, mevcut bir bina projesi üzerinde test edilmiştir. Ancak destek sistemi bina termal konforunun geliştirilmesi amacıyla yapılan tüm uygulamalar için uygun bir sistemdir. Dolayısıyla, sistem yeni bir bina projesinin tasarım aşamasında tasarımı doğru şekilde yönlendirecek isabetli kararların alınmasına olanak sağlamaktadır.
- Yüksek katlı ofis binasının yaz dönemi soğutma yüklerini azaltmak için çalışmada geliştirilen destek sisteminin belirlediği soğutma yükünü azaltan avantajlı stratejiler seçilmiştir. Alan çalışmasında en yüksek değere ulaşan stratejilerin mevcut binaya uygulanması mümkün olmadığı için sistemin belirlediği yüksek performans değerlerine sahip mevcut binaya uygulanması kolay diğer stratejiler ile senaryolar hazırlanmış ve bu senaryolar analiz edilerek birbiriyle karşılaştırılmış sistemin geçerliliği ispatlanmıştır.
- Tasarım destek sisteminde belirlenen performans açısından soğutma yükünü azaltan stratejilerden oluşturulan iyileştirme senaryolarının her biri, mevcut ofis binasının soğutma için harcadığı enerji tüketimini azaltmıştır. Bu çerçevede, her cephenin kendi bağlamları içerisinde tasarlanması gerektiği hipotezi ispatlanmıştır. Cepheler için alınacak tasarım kararlarının tasarımın ilk aşamasından itibaren alınması son derece önemlidir.
- Çalışmada seçilen mevcut binada cam tipi alternatiflerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Üçlü (iki ara boşluklu) cam kullanımının, termal yalıtım performansını daha iyiye götürdüğü sonucuna varılmıştır. Bu cam ünitelerinde farklı tip camların kullanımı camın yalıtım performansını arttırmaktadır.

- Maliyet açısından değerlendirildiğinde üçlü cam standart çift cama göre ek harcama getirmektedir. Ancak enerji giderlerinden sağlanacak tasarrufla uzun vadede kazanım sağlanmış olacaktır ve binanın kalan ömrü boyunca da kazanç sağlamaya devam edecektir.
- Dış camda reflektif güneş kontrol camı kullanımı bina içine güneş ısısı girişini sınırlamakta ve iyi bir güneş kontrolü sağlamaktadır. Low-e kaplamalı cam ile birlikte kullanılması ile soğutma giderlerini azaltmaktadır.
- Çalışmada gerçekleştirilen senaryolarda, cam tipleri ile birlikte güneş kırıcılar da tasarlanmıştır. Üçlü cam arasına yerleştirilen hareketli güneş kırıcı yatay ve dikey güneş kırıcı kullanımından performans açısından daha iyi bir sonuç vermiştir. Bina otomasyon sistemine bağlı olması ve güneşin konumuna göre kontrol edilebilir olması sistemi avantajlı duruma getirmiştir. Aynı zamanda olağan yıpranmalardan ve fiziksel temaslardan uzaktır. Bu durum ürünün deforme olmasını engellemekte ve uzun kullanım imkanı sağlamaktadır.
- Dışarıdaki iklim koşulları, gece ve gündüz veya mevsimsel olarak sürekli olarak değişiklik göstermektedir. Çalışmada geliştirilen hareketli güneş kırıcı sistemi bu değişkenliğe göre bina otomasyon sistemi tarafından kontrol edilmektedir. Bu nedenle senaryolarda kullanılan diğer güneş kırıcı sistemlerinden, soğutma yükü için harcanan enerji açısından daha iyi sonuç vermiştir.

İleride yapılacak çalışmalar için önerilebilecek bazı noktalar şu şekildedir;

- Geliştirilen destek sistemi kolaylıkla başka performans kriterlerini sağlamak amacıyla kullanıcı tarafından modifiye edilebilir. Örneğin ısıtma enerjisi tüketimleri, sistemi oluştururken kullanılan yöntemle optimize edilebilir.
- Çalışmada karar destek sisteminin uygulanması çok katlı ofis binaları için yapılmıştır. Bunun dışında diğer bina tiplerinde de yapı kabuğunun iyileştirilmesine yönelik ölçümler yapılabilir.
- Pasif stratejilerin yanı sıra aktif stratejilerle, yenilenebilir enerji teknolojilerinin de dahil edildiği daha kapsamlı bir proje üzerinde önerilen sistem uygulanabilir.
- Bina formu, yönlenme, doğal havalandırma gibi tasarım destek sisteminin belirlediği yüksek değerli stratejiler, çalışmada mevcut bir binanın iyileştirilmesi gerçekleştirildiği için denenmemiştir. Yeni bir proje tasarımında sistemin belirlediği bu yüksek değerli stratejiler test edilebilir.

- Önerilen sistem, çalışmada saydam cepheler üzerinde uygulanmış olsa da, farklı yapı elemanlarının/ bileşenlerinin tasarımında, tasarımcı için yol gösterici olabilir.
- Geliştirilen tasarım destek sistemi ile tasarımcılar için alternatif kararlar oluşturabilecek bir alt yapı oluşturulmuştur. Bu alt yapı çerçevesinde destek sisteminin geliştirilme potansiyeli bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Centre For Window and Cladding Technology. (2005). Standard for systemised building envelopes. *CWCT Report*. Bath, 56-75.

2. American Society for Testing and Materials International. (2006). *Standard terminology of building construction (ASTM E631-06).* West Conshohocken: American Society for Testing and Materials International, 45.

3. Alan J. B. and Maarten M.(2008). *Cladding of buildings*. New York: Taylor & Francis, 4, 70-72.

4. Morris, F. A. (2013). *Definition and Types of Curtain Walls.* Virginia: American Society of Civil Engineers, 3-7.

5. TS EN 13119. (2016). *Giydirme cepheler - Terimler ve tarifleri*. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 8.

6. Şenkal Sezer, F. (2005). Farklı cam türlerinin performans kriterlerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 12.

7. Şenkal, F. (2002). *Yapıda giydirme cephe sisteminin kullanımında optimal konfor koşullarının sağlanması için performans kriterlerinin araştırılması*. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 41-58.

8. Ersoy, M. S. (2008). *Transparan Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması, Yapım ve Kullanım Performanslarının karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 20-27.

9. Ağdemir, A. (2017). *Giydirme cephe sistemleri ve kaplama elemanlarının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 40-45.

10. Tortu, Ş. Ş. (2006) *alüminyum giydirme cephelerde ısıl performans durabilite* ilişkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul, 50-53.

11. Olesen, J. E., Trnka M., Kersebaum K. C., Skjelvag A. O., Seguin B. Peltonen-Sainio P., Rossi F., Kozyra and J.,Micale F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate cahange. *European Journal Of Agronomy*, 34(2), 112-120.

12. Scott, M. (2009). *Contemporary curtain wall architecture*. New York: Princeton Architectural Press, 1, 67, 68.

13. Türk Standardı (2015). *TS EN 13830: Giydirme Cepheler, duvarlar, bölmeler.* Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 22.

14. Yeun, K. W. Han, G. H. Lee, Y.W. Kim, J. (2011, June). *A study on the sustaining capability of the curtain wall system for the attached cleaning robot*. Paper predented at the 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Seoul.

15. Gür, N. V. (2007). *Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 50-167.

16. Pogonidou. M. (2007). *Glazzed Facades: A case study of the Paul O'Gorman UCL Research Institute by Grimshaw Architects*. Master's Thesis, University College London, London.

17. İnternet: Center For Urban Waters. URL: https://www.urbanwaters.org/, Son Erişim Tarihi: 16.11.2020.

18. Compagno, A. (2002). *Intelligent Glass Façades*. Basel: Birkhauser Publishers, 94-136.

19. İnternet: Hong Kong ve Shanghai Bankası. URL: https://www.barbourproductsearch.info/hong-kong-shanghai-banking-corporation-news014637.html, Son Erişim Tarihi: 8.10.2020.

20. İnternet: Veolia Binası. URL: http://www.hasmatik.com.tr/project-veolia.html, Son Erişim Tarihi: 08.03.2021.

21. İnternet: TUBİTAK Binası. URL: https://izka.com.tr/projeler/tubitak-uekae-gebze-hizmet-binasi-insaati/ Son Erişim Tarihi:10.03.2021.

22. İnternet: Hotel Industriel Jean-Baptiste Berlier Binası, URL: https://arquitecturaviva.com/works/hotel-industrial-jean-baptiste-berlier-3, Son Erişim Tarihi: 09.03.2021.

23. Watts, A. (2019). *Modern construction handbook*. (Fifth edition). Basel: Birkhauser, 3, 78.

24. Alakavuk, E. (2010). *Sıcak iklim bölgelerinde çift kabuk cam cephe sistemlerinin tasarımı için kullanılabilecek bir yaklaşım*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

25. İnan B., Başaran T. (2015). Çift cidarlı cepheler: avantajları ve dezavantajları. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 146, 80-86.

26. Wood, A. ve Salib R. (2012). *Natural ventilation in high-rise office buildings, CTBUH technical guides.* London: Taylor & Francis Ltd., 19.

27. Eşsiz, Ö. ve Hattap, S. (2004, Mayıs). *Cam teknolojisinde enerji sağlamaya ve ekolojik kullanımını geliştirmeye yönelik uygulamalar.* 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi Ve Sergisinde sunuldu, İstanbul.

28. Hilmarsson J.G. (2008). *Double skin façade. evaluating the viability of the component copenhagen technical academy*. Copenhagen: Copenhagen Technical Academy, 4-6

29. Wong, P.C., Prasad, D., and Behnia, M. (2008). A new type of double-skin façade configuration for the hot and humid climate. *Energy and Buildings*, 40, (31), 1941-1945.

30. Oesterle, E., Lieb, R., Lutz, M., and Heusler. W. (2001). *Double-skin façades – integrated planning.* Munich: Prestel, 112-119.

31. Knaack, Ulrich, Tillmann Klein, Marcel Bilow, and Thomas Auer. (2007) *Façades: Principles of construction*. Berlin: Birkhauser Verlag AG, 112-120.

32. İnan T., Başaran T. (2014). Çift cidarlı cepheler üzerine bir araştırma. *Megaron*, 9(2), 132-142.

33. İnternet: GSW Yönetim Binası. URL: https://www.mimarizm.com/makale/gsw-yonetim-binasi-sauerbruch-hutton_113570?sourceId=113579, Son Erişim Tarihi:10.08.2021.

34. Schiefer W., Mach T.,Hengsberger H., Heimrath R. (2008) *Best Practice for Double Skin Façades*.Sweden: WP1 Report, 105.

35. Ayçam İ. (2006). *Türkiye derece gün bölgelerinde ısıtma gerektiren dönem için alçak katlı konut binalarında uygun cam tiplerinin saptanmasına yönelik bir yöntem*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Ankara.

36. American Society Of Heating Refrigrating and Engineers, ASHRAE (1997). *ASHRAE Handbook Fundamentals*. New York: American Society of Heating, 112.

37. Harvey L.D.D., Korytarova K., Lucon O., Roshchanka V. (2014). Construction of a global disaggregated dataset of building energy use andfloor area in 2010. *Energy Buildings*, 76, 488–496.

38. Lechner N.(2014). *Heating,cooling, lighting. sustainable design methods for architects*.(Fourth Edition). New Jersey: John Wiley&Sons, Inc.,Hoboken, 56.

39. Balanlı, A. ve Darçın, P. (2012) Yapılarda doğal havalandırmanın sağlanmasına yönelik ilkeler, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 128, 33-42.

40. Artmann, N. (2009). *Cooling of the building structure by night ventilation*. Doctor of Philosphy Thesis, Aalborg University, Departmant of Civil Engineering, Aalborg, 45.

41. Yılmaz, Z., Bayraktar. M., (2007, June). *The ımportance of passive wisdom in building energy savings.* Paper presented at VIII. National Plumbing Engineering Congress, İzmir.

42. Liedl, P., Hausladen G., Saldanha M. (2012) *Building to suit the climate : a handbook.* Birkhauser. Munich: Birkhauser, 40-168.

43. Lakot, E. (2007). *Ekolojik ve sürdürülebilir mimarlik bağlamında enerji etkin çift kabuklu bina cephe tasarımlarının günümüz mimarisindeki yeri ve performansı üzerine analiz çalişmasi.* Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 41-47.

44. İnan B., Başaran T. (2015). Çift cidarlı cepheler: avantajları *ve dezavantajları*. *Tesisat Mühendisliği Dergisi,* 80.

45. Compagno, A.(2002). *Intelligent glass façades*. Munich: Birkhauser Publishers, Basel, 94-136.

46. Hien N.H., Liping W.,Chandra A.N., Pandey A.R. and Xiaolin W., (2005). Effects of double glazed facade on energy consumption, thermal comfort and condensation for a typical office building in Singapore. *Energy and Buildings*, 563–572.

47. Perino, M. and Serra, V. (2006). *Advanced ıntegrated façades, an overview based on ad-vanced integrated façades state of the art*, (fourth edition). Sweden: Final Report of Subtask, 38-39.

48. Choi W., Joe J., Kwak Y., Huh J.H., (2012). Operation and control strategies for multi-storey double skin facades during the heating season, *Energy Build.* 49, 454–465.

49. Kim Y.M., Lee J. H., Kim S.M., (2011). Effects of double skin envelopes on natural ventilation and heating loads in office buildings, *Energy Build.* 43, 2118–2126.

50. Shameri M.A., Alghoul M.A., Sopian K., Fauzi M., Zain M. And Elayeb O. (2011, June). Perspectives of double skin facade systems in buildings and energy saving. Renew. *Sustain. Energy Revision*, 15, 1468–1475.

51. Haase M., Marques da Silva F., Amato, A. (2009). Simulation of ventilated facades in hot and humid climates, *Energy Build.* 41, 361–373.

52. Hosegge R., Wachenfeldt B.J., Hanssen S.O., (2008). Building simulation as an assisting tool in decision making, case study: with or without a double-skin facade? , *Energy Build*. 40, 821–827.

53. Gratia E., Herde A.D. (2004). Optimal operation of a south double-skin facade. *Energy and Buildings*, 36, 41–60.

54. İnan T., Başaran T., (2013). Effective architectural design decisions in double skin facades. *Sakarya University Science journal*, 17(3), 427-436.

55. Altın M., Orhon A.V. (2016, Haziran). *Enerji korunumunda adaptif / uyarlı cepheler*. 8.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.

56. Gavan, V., Woloszyn, M., Kuznik, F. and Roux, J.J. (2010). Experimenatal study of a mechani-cally ventilated double-skin facade with venetian sun-shading device: a full-scale in-vestigation in controlled environment. *Solar energy*, 84 (2), 183-195.

57. Hwang R.L.,Shu S.(2011) Building envelope regulations on thermal comfort in glass facade buildings and energy-saving potential for PMV-based comfort control. *Building and Environment*, 46, (4), 824-834.

58. Ferrari S., Zanotto V. (2013). The thermal performance of walls under actual service conditions: evaluating the results of climatic chamber tests. *Construction and Building Materials,* 43, 309-316.

59. Yuan, Y., Zeng, J., Zhu, Y. and Lin, B. (2007). A lumped model of double skin facade with cavity shading, *Conference Proceedings, Building Simulation*, 211-216.

60. Popovici, C., Cirlan V., Mateescu T., Chereches N., Hudisteanu S. (2016). İnfluence of various angles of the venetian blind on the efficiency of a double skin facad. *Energy Procedia*, 85, 416-424.

61. Gratia E., Herde, A.D. (2007). The most efficient position of shading devices in a double-skin facade, *Energy and Buildings*, 39 (3), 364–373.

62. Poirazis H. (2008). *Single and double skin glazed office buildings - analyses of energy use and ındoor climate*. Doctor of Philosophy Thesis. Lund University, Lund.

63. Haase, M. (2008). *Double-skin facades for Hong Kong*. Doctor of Philosophy Thesis, University of Hong Kong, Hong Kong.

64. Cirit A. (2012). *Binalarda güneş kontrol elemanlarının soğutma enerjisi yüklerine etkisinin irdelenmesine ilişkin bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

65. Stack, I. A., Goulding J., Lewis J. O. (2010). *Shading systems.* Dublin: European Commision Shading Systems Energy Research Group, University College Dublin, School of Architecture, 14.

66. Lechner, N. (2009). *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architect:* (fourth edition). New Jersey: Wiley, 656-750.

67. İnternet: Loducca Agency Binası. URL: https://www.archdaily.com/search/all?q=Loducca%20Agency, Erişim Tarihi:16.03.2021.

68. Ceylan Ö. (2019). *Gelişmiş cephe sistemlerinde güneş kontrolü: ankara'daki bir ofis binasında performans analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

69. İnternet: Terral Binası. URL: https://www.archdaily.com/catalog/us/products/17085/sunscreen-terracotta baguettesterreal?ad_source=search&ad_medium=search_result_products. Erişim Tarihi:16.03.2021.

70. İnternet: DUO Twin Kuleleri. URL: https://www.archdaily.com/890312/duo-twin-towers-buro-ole-scheeren, Erişim Tarihi.16.03.2021.

71. İnternet: Housing Building Sucre 812 Binası. URL: https://www.archdaily.com/search/all?q=Housing%20Building%20&ad_source=jv-header, Erişim Tarihi: 16.03.2021.

72. Monterusso, M.A., Rowe, D.B., Rugh, C.L., Russell, D.K., (2004, June). *Runoff waterquantity and quality from green roof systems*. Paper presented at XXVI International Horticultural Congress, Toronto, Canada.

73. İnternet: Spire Edge Manesar Binası. URL: https://archello.com/project/spire-edge-manesar, Son erişim tarihi: 04.05.2020.

74. Kabuloğlu. K. S., (2005, Ekim). *Yeşil çatıların ekolojik yönden değerlendirilmesi.* 2.Ulusal Çatı Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.

75. Seçer Kariptaş, F. (2010, Nisan). *Yeşil çatıların ekoloji bağlamında değerlendirilmesi ve turkcell ar-ge binası örneği.* 5. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumunda sunuldu, İzmir.

76. Ngan. G, (2004). *Green roof policies: Tools for encouraging sustainable design*. Canada: British Columbia Society of Landscape Architects, 25.

77. Snodgrass, E. C., Snodgrass, L. L. (2006). *Green roof plants – a resource and planting guide*. Portland, Oregon: Timber Press, 122-135.

78. İnternet: Staircase Ofis Binası. URL: https://inhabitat.com/nl-architects-unveils-stunning-green-roofed-staircase-office, Son Erişim Tarihi: 04.05.2020.

79. Soyyiğit S., Bostancıoğlu E. (2012, May). *Glass selection in office buildings with curtain skin.* Paper presented at 6th National Roof and Facade Symposium, Bursa.

80. Sev, A. ve Özgen, A., (2003, October). *New technological developments and applications of glass in tall buildings.* Paper presented at Tall Building and Transparency Conference, Stuttgart.

81. İnternet: Camda Emniyet ve Güvenlik. URL: https://www.isicam.com.tr/tr/Documents/C-Serisi/Sisecam-Duzcam-Emniyet-Ve-Guvenlik-Kitapcigi-TR.pdf, Erişim Tarihi: 14.03.2020.

82. İnternet: Low-e Cam. URL: https://www.guardianglass.com/us/en/products/glass-type/low-e-glass, Erişim Tarihi:15.02.2020.

83. Esmer, E.N. (2012). *Sentezlenen donör-akseptör-donör tipi iletken polimerlerin elektrokimyasal ve optik özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Ankara.

84. Lee, E. S, Tavil A. (2007). Energy and visual comfort performance of electrochromic windows with overhangs. *Building and Environment*, 42 (6), 2439-2449.

85. Lee, E. S., DiBartolomeo, D. L., Selkowitz, S, (2006). Daylighting control performance of a thin-film ceramic electrocromic window: field study results, *Energy and Buildings*, 38 (1),30-44.

86. İnternet: Smart Glasses. URL: https://www.scribd.com/archive/plans?doc=54069004, Erişim tarihi:10.06.2020.

87. İnternet: Sun Control And Shading Devices. URL: https://www.wbdg.org/resources/sun-control-and-shading devices?r=env_bg_wall, Erişim Tarihi:15.08.2020.

88. Akyürek, Y. ve Pekışık, G., (2003). Güneş, uygarlık ve cam. *Yapı Dergisi*, 258, 104-107.

89. Hausladen G., Saldanha M., Liedl P., (2006). *Climate skin*. Berlin: Bırkhauser Publ. Ltd., 191.

90. İnternet: Swiss Re Binası. URL: https://www.archdaily.com/928285/30-st-mary-axe-tower-foster-plus-partners. Son Erişim tarihi: 15.03.2021.

91. Freewan A. A.(2010). Maximizing the light shelf performance by interaction between light shelf geometries and a curved ceiling, *Energy Conversion and Management,* 51, 1600–1604.

92. Kurtay C. ve Esen O.(2019). Ofis yapıları için ışık rafı tasarımında 30° ve 45° enlemlerinde uygun değer verim sağlanması için bir yöntem. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 34(2).834-843.

93. İnternet: Rungta, S., Singh, V., Design Guide: Horizontal Shading devices and Light Shelves, URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.public.asu.edu%2F~kroel%2Fwww558%2FShaily%2520Vipul%2520Assignment%25203.pdf&date=2016-01- 17, Son Erişim Tarihi: 05.01.2021.

94. İnternet: Clackamas High School, Boora Architects, URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.boora.com%2Findex.ph p%2Fprojects%2Fk-12-schools%2Fclackamas_high_school&date=2016-01-17, Son Erişim Tarihi: 17.01.2021.

95. İnternet: Edit Tower, URL: https://www.designboom.com/architecture/editt-tower-singapore-by-tr-hamzah-yeang/, Son Erişim Tarihi: 27.02.2021

96. İnternet: City Hall Binası, URL: https://www.fosterandpartners.com/projects/city-hall/, Son Erişim Tarihi: 17.03.2020.

97. İnternet: Commerzbank Binası, URL: https://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters/, Son Erişim Tarihi: 10.03.2020.

98. İnternet: Deutsche Binası, URL: https://www.archdaily.com/564959/deutsche-post-towers-wins-ctbuh-10-year-award, Son Erişim Tarihi:11.03.2020.

99. İnternet: Doha Ofis Binası, URL: https://www.archdaily.com/69449/in-progress-doha-office-tower-qatar-ateliers-jean-nouvel-nelson-garrido, Son Erişim Tarihi:27.09.2020.

100. İnternet: Horizontal Binası, URL: https://www.archdaily.com/66199/horizontal-skyscraper-steven-holl, Son Erişim Tarihi: 11.08.2020.

101. İnternet: İstanbloom Binası, URL: http://www.arkiv.com.tr/proje/istanbloom/270, Son Erişim Tarihi: 17.01.2020.

102. İnternet: KFW binası URL: https://www.archdaily.com/316143/kfw-westarkade-sauerbruch-hutton, Son ErişimTarihi: 02.02.2020.

103. İnternet: Maslak No 1 Binası, URL: https://www.arkitektuel.com/maslak-no-1/, Son Erişim Tarihi:17.03.2020.

104. İnternet: Solaris Binası, URL: https://www.architecture.org.au/news/archive- 2012/393-solaris-ken-yeang, Son Erişim Tarihi: 17.03.2020.

105. İnternet: Şehir Yeşil Sarayı Binası, URL: https://www.archdaily.com/334442/city-green-court-richard-meier-partners, Son Erişim Tarihi:05.06.2020.

106. İnternet: Tekfen Öz Binası. URL: https://www.altensis.com/proje/tekfen-oz-levent-ofis-binasi-ilk-leed-sertifikali-ticari-ofis-binasi/, Son Erişim Tarihi:19.10.2020.

107. İnternet: Torre Cube Kulesi, URL: https://en.wikiarquitectura.com/building/cube-tower/#, Son Erişim Tarihi: 20.09.2020.

108. İnternet: GSW Ofis Binası, URL: https://en.wikiarquitectura.com/building/gsw-headquarters/, Son Erişim Tarihi: 05.12.2020.

109. İnternet: Highlight Kuleleri, URL: https://www.archilovers.com/projects/236182/highlight-towers-munich.html, Son Erişim Tarihi: 18.12.2020.

110. İnternet: 1 Bligh Ofis Binası, URL: https://www.archdaily.com/169173/1-bligh-office-tower-ingenhoven-architects, Son Erişim Tarihi: 10.12.2020.

111. İnternet: Design Builder, URL: https://www.altensis.com/en/services/designbuilder-software, Son Erişim Tarihi:10.01.2021.

112. İnternet: İllere ait mevsim normalleri, URL: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx, Son Erişim tarihi: 01.01.2021.

113. İnternet: Tepe Prime Binası. http://www.atasarim.com.tr/tr/proje/tepe-prime, Son Erişim Tarihi: 01.01.2021.

114. İnternet: Bahrain Ticaret Merkezi, URL: http://www.skyscrapercenter.com/building/bahrain-world-trade-center-1/998, Son Erişim Tarihi:15.10.2020.

115. İnternet: Bahrain Ticaret Merkezi, URL: https://www.archilovers.com/projects/3594/bahrain-world-trade-center-bwtc.html, Son Erişim Tarihi: 15.10.2020.

116. İnternet: 1-Blight Street Binası, URL: https://www.skyscrapercenter.com/building/1-bligh-street/10711, Son Erişim Tarihi: 21.03.2020.

117. İnternet: Brunel Binası, URL: https://www.archdaily.com/949559/brunel-building-fletcher-priest-architects?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects, Son Erişim Tarihi: 20.02.2020.

118. İnternet: Chong Quing Binası, URL: https://www.skyscrapercenter.com/building/chongqing-tall-tower/18382, Son Erişim, Tarihi: 10.05.2020.

119. İnternet: Crystal Binası, URL: https://www.shl.dk/the-crystal/, Son Erişim Tarihi: 21.06.2020.

120. İnternet: Debis Tower Binası, URL: http://www.rpbw.com/project/potsdamer-platz, Son Erişim Tarihi: 20.20.2020.

121. İnternet: Eco-Skyscraper Binası, URL: https://inhabitat.com/vikas-pawar-skyscraper/eco-skyscraper-by-vikas-pawar5/, Son Erişim Tarihi: 22.03.2020.

122. İnternet: The Structural Desıgn Of Tall And Specıal Buıldıngs. URL: https://onlinelibrary.wiley.com/journal/15417808, Son Erişim Tarihi: 22.02.2020.

123. İnternet: San Francısco Federal Binası, URL: https://www.morphosis.com/architecture/12/, Son Erişim Tarihi: 10.10.2020.

124. İnternet: Fenchurch Kulesi, URL: https://www.skyscrapercenter.com/building/20-fenchurch/3350, Son Erişim Tarihi: 10.10.2020.

125. İnternet: Technoplex Binası, URL: https://www.archdaily.com/948211/hankook-technoplex-foster-plus-partners, Son Erişim Tarihi: 22.03.2020.

126. İnternet: Helicon Binası, URL: https://www.sheppardrobson.com/architecture/view/helicon-ec2, Son Erişim Tarihi: 10.10.2020.

127. Edwards, Brian W., Naboni E. (2013). *Green buildings pay: design, productivity and ecology.* (Thirth edition). London: Taylor and Francis Group, 170-190.

128. İnternet: K Kulesi, URL: https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/447-ecoskyscrapers-and-ecomimesis-new-tall-building-typologies.pdf, Son Erişim Tarihi: 23.03.2020.

129. Ajla A.(2013) *Sustainable facades: Design methods for high-performance building envelopes.* New jersey: john wiley & sons. hoboken, 86-199.

130. İnternet: Leezo Binası, URL: https://www.archdaily.com/928726/leeza-soho-zaha-hadid-architects, Son Erişim Tarihi: 10.12.2020.

131. İnternet: Hydro Binası, https://www.archdaily.com/44596/manitoba-hydro-kpmb-architects, Son Erişim Tarihi: 12.12.2020.

132. İnternet: Menara Mesiniaga Binası, URL: https://www.archdaily.com/774098/ad-classics-menara-mesiniaga-t-r-hamzah-and-yeang-sdn-bhd, Son Erişim Tarihi: 12.12.2020.

133. İnternet: Norddeutsche Landesbank Binası, URL: Behnisch Architekten / Norddeutsche Landesbank am Friedrichswall, Son Erişim Tarihi: 12.12.2020.

134. İnternet: Nykredit-Headquarters Binası, URL: https://www.shl.dk/nykredit-headquarters/, Son Erişim Tarihi: 12.12.2020.

135. İnternet: Pearl River Kulesi, URL: https://www.som.com/projects/pearl_river_tower, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

136. İnternet: Pertamina Binası, URL: https://www.archdaily.com/457959/som-unveils-500-meter-energy-tower-for-jakarta, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

137. Charles J. K.(2016) *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. (fourth edition). New Jersey: John Wiley and Sons, 27-33.

138. İnternet: Phare Kulesi. https://www.archdaily.com/20692/phare-tower-morphosis-achitects, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

139. İnternet: Phare Kulesi, URL: https://v3.arkitera.com/h22728-phare-tower.html, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

140. İnternet: Post Kulesi, URL: https://www.archdaily.com/231521/flashback-post-tower-murphyjahn, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

141. Sayigh A.(2013). *Sustainability, energy and architecture: Case studies in realizing green buildings*.(first edition). Waltham: elsevier science & technology, 105-106.

142. İnternet: San Fransizco Ofis Binası, URL: http://mimdap.org/2011/09/klasiklethen-yenilikler/, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

143. İnternet: Shanghai Kulesi, https://www.archdaily.com/413793/gensler-tops-out-on-world-s-second-tallest-skyscraper-shanghai-tower, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

144. İnternet: Tnt Binası, URL: https://archello.com/project/tnt-headquarters, Son Erişim Tarihi: 13.12.2020.

145. İnternet: Tour Saint-Gobain Kulesi, URL: https://www.archdaily.com/941373/tour-saint-gobain-valode-and-pistre, Son Erişim Tarihi: 14.12.2020.

146. İnternet: Twelve West Binası, URL: http://www.solaripedia.com/13/297/3336/twelve_west_sustainable_features.html. Son Erişim Tarihi: 14.12.2020.

147. İnternet: Urban Forest Binası, URL: https://www.arch2o.com/urban-forest-mad-architects/, Son Erişim Tarihi: 14.12.2020.

148. İnternet: Urban Mountain Binası, URL: https://www.archdaily.com/428959/urban-mountain-team-wins-nordic-built-challenge-in-norway, Son Erişim Tarihi: 14.12.2020.

149. İnternet: Urban Mountain Binası, URL: İnternet: https://www.shl.dk/urban-mountain/, Son Erişim Tarihi: 14.12.2020.

150. İnternet: ADNOC Binası, URL: https://www.archdaily.com/895578/abu-dhabi-national-oil-company-headquarters-hok, Son Erişim Tarihi: 14.12.2020.

151. İnternet: Hearst Binası, URL: https://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners, Son Erişim Tarihi: 15.12.202.

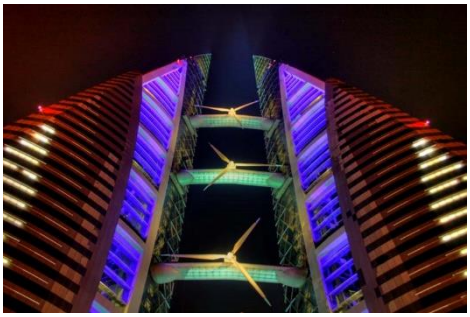
152. İnternet: The Shard Binası, https://www.archdaily.com/889852/the-shard-renzo-piano-building-workshop, Son Erişim Tarihi: 16.12.2020.

EKLER

(Ekler Tezin arka kapağında CD ortamında verilmiştir.)

EK-1. Bina kimlik kartları

Çizelge 1.1. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">BAHREYN DÜNYA TİCARET MERKEZİ</td><td>Örnek 16</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Killa Design</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Bahreyn</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2008</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>50 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[114,115]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Bina, hakim rüzgar yönüne doğru konumlandırılmıştır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Bina Formu/geometrisi</td><td colspan="2">Kulelerin eliptik plan ve yelken şeklindeki formları, aerodinamik yapısı rüzgardan pasif ve aktif şekilde yararlanmak için tasarlanmıştır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri/teras kullanımı</td><td colspan="2">Gölgeleme sağlamak ve temiz hava amacıyla katlara balkonlar yapılmıştır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Kapamalı cam kullanımı</td><td colspan="2">Güneş kazançlarını en aza indirmek için düşük gölgeleme derecesine sahip yüksek kaliteli bir solar cam kullanılmıştır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td>Doğal havalandırma</td><td colspan="2">Açılabilir pencereler ile doğal havalandırma sağlanmaktadır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim b

Resim c</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.2.Bligh EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

BLİGH STREET		**Örnek 17**
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	Ingenhoven Architects	
Yeri	Sidney	
Yapım Tarihi	2011	
Kat Sayısı	30 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Çift kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[116]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Çift kabuklu cam cephe tasarımı	60 cm olan kabuk boşluğu yatayda cephe boyunca devam etmekte olup, düşeyde her döşeme hizasında bölünmüştür. (Resim a)	
Atrium	Yapının merkezinde doğal ışık ve havalandırma sağlayan bir atrium bulunmaktadır. Temiz hava, yapının orta yüksekliğindeki gök bahçelerden ve çalıştırılabilir cam panjurlar aracılığıyla doğal olarak havalandırılır ve bu alanda mekanik soğutma ihtiyacını ortadan kaldırır.(Resim b)	
Gök avlu	2 adet gök avludan temiz hava girişi sağlanmaktadır. (Resim c-f)	
Kaplamalı cam kullanımı	Yapıda, yüksek performanslı low-e kaplamalı çift cam çift kabuklu cephe sistemi kullanılmaktadır. (Resim d)	
Güneş kontrol elamanı	Otomatik kontrol edilen jalûziler mevcuttur.(Resim e)	
RESİMLER		



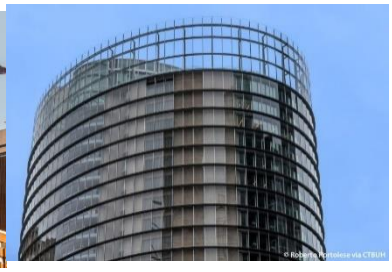
Resim a



Resim b



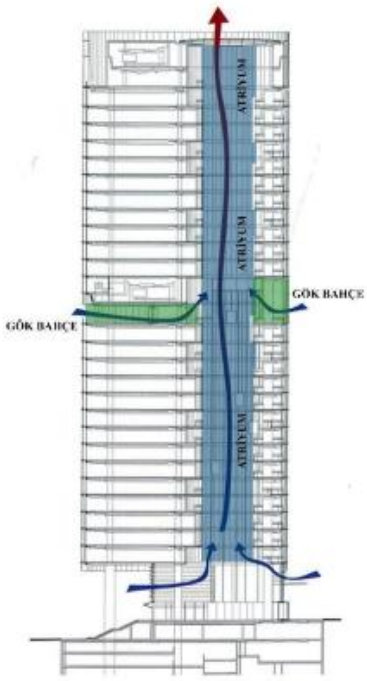
Resim d



Resim c



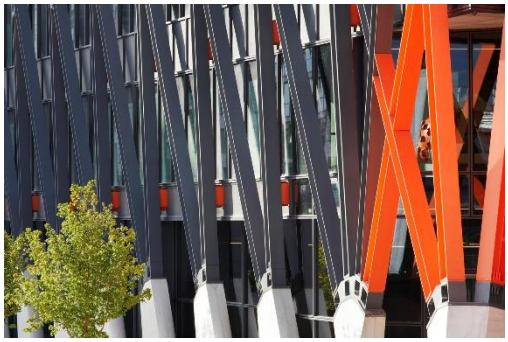
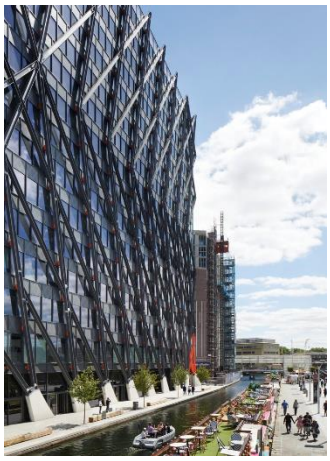
Resim e



Resim f

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.3.Brunel binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">BRUNEL BUİLDİNG</td><td>Örnek 18</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Fletcher Priest Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Londra, İngiltere</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2019</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>17 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[117]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Dış yapı, pencereleri gölgeleyerek daha geniş cam alanlarına ve derin gün ışığına izin verir. Karmaşık dış diyagrid yapı, cephelere% 20 gölgeleme sağlayarak enerji talebini azaltmaya yardımcı olur. (Resim a-b)</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri/terası kullanımı</td><td colspan="2">Kullanıcılar Londra manzaralı iki geniş çatı terasına erişebilmekte doğal hava alma imkanı elde edebilmektedir.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Bitkilendirme</td><td colspan="2">Teraslarda peyzaj düzenlemeleri mevcuttur.(resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Ofis içlerinde stor perde kullanılmaktadır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim e

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.4. Chong Qing binası kimlik kartı

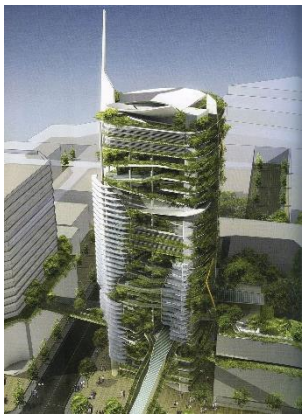
CHONG QİNG TOWER		Örnek 19
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	T.R. Hamzah & Yeang Llewelyn Davies Yeang	
Yeri	Çin	
Yapım Tarihi	2009	
Kat Sayısı	25 kat	
Cephe Tanımı	Tip:Tek kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[118]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Bina formu/geometrisi	Dikey bahçeler ve teraslamalar kendinden gölgeli alanlar yaratıp istenmeyen güneş ışınımlarını engellemektedir.(Resim a)	
Doğal havalandırma	Dikey hücresel yuvalar olarak tasarlanan bir dizi eko-hücre, bodrumdan başlayıp podyumun çatısına tırmanan spiral ve bitki örtüsüyle podyuma entegre edilerek biyokütle, bitki örtüsü, gün ışığı, yağmur suyu ve doğal havalandırma katların iç derinliklere getirilmektedir. (Resim b)	
Gök avlu tasarımı	Kulenin kenarlarındaki gökyüzü kortları, gökyüzündeki cep parkları olarak yapısal asansör çekirdeğinin yanında yer almaktadır.(Resim c)	
Bitkilendirme	Binanın kenarına, Chong Qing'a özgü sert ağaçlar ve bitki türleri dikilmiştir; çevre düzenlemesi sokak seviyesinden, sergi salonunun üzerindeki çatı bahçesinin dikey bir uzantısı olarak tasarlanan ofis kulesinin tabanına kadar devam etmektedir.(resim c)	
Kat bahçeleri kullanımı	Ofislerden tam boy camlı kapıları olan gömme balkonlar açılmaktadır. (Resim d)	
Güneş kontrol elamanı	Sabit güneş kontrol panelleri tasarlanmıştır.	
RESİMLER		



Resim a



Resim b



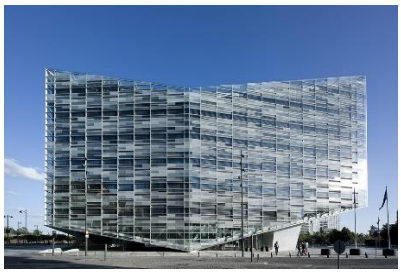
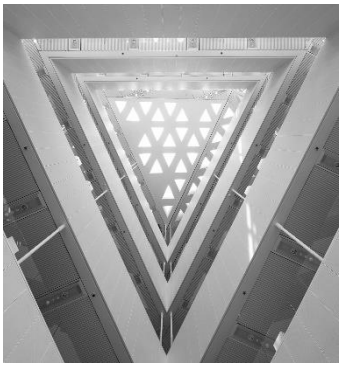
Resim c



Resim d

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.5.Crystal binası kimlik kartı

<table>
<tr><th colspan="2">CRYSTAL</th><th>Örnek 20</th></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Schmidt hammer lassen architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Kopenhag, Danimarka</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2008-2010</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>12</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip:Çift kabuklu cam cephe</td><td></td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[119]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Gece havalandırması</td><td colspan="2">Binada, doğal havalandırmanın çift cepheden uygulandığı ve atrium tavan pencerelerinden çıkarıldığı ve optimum iç sıcaklıkları koruduğu bir gece soğutma stratejisi mevcuttur.</td></tr>
<tr><td>Atrium kullanımı</td><td colspan="2">Tipik kat planı, tüm iş istasyonlarının iyi aydınlatılmasını ve manzaranın keyfini çıkarmasını sağlamak için iki atriyumun etrafına Z şeklinde yerleştirilmiştir. Atriumun tavan pençeleri açılmaktadır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı kullanımı</td><td colspan="2">Dış cephede binaya entegre dış güneş kontrol elemanları bulunmaktadır. Ayrıca ofislerde jaluziler kullanılmaktadır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Camın dış katmanı temiz havayı kabul eder ve binanın içindeki sıcaklığın düzenlenmesine yardımcı olan doğal olarak havalandırılan bir cephe oluşturur.(Resim c,d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.6.Debis Tower binası kimlik kartı

DEBIS TOWER AT POTSDAMER PLATZ		Örnek 21
Yapının Kullanımı	İş Merkezi-Ofis	
Yapının Mimarı	Renzo Piano Building Workshop, architects	
Yeri	Berlin, Almanya	
Yapım Tarihi	1993-2000	
Kat Sayısı	21 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Çift kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[120]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Gece Havalandırması	Binada bulunan üst camlar, sıcak havalarda geceleri otomatik olarak açılmakta ve iç mekanı havalandırmaktadır.	
Çift kabuklu cam cephe kullanımı	Doğu güney ve batı cephesinde 70 ° 'ye kadar açılan cam panellerden yapılmış bir cam duvar bulunmaktadır. Sensörler, sıcak havalarda havalandırmaya izin vermek için bu cam panel sistemini kontrol etmektedir.(Resim a)	
Atrium	14 metre genişliğinde bir atrium bulunmaktadır.(Resim b)	
Güneş kontrol elamanı	Ofislere iyi gün ışığı veren ve parlamayı kontrol eden iç cephenin dışına monte edilmiş dış panjurlar bulunmaktadır. (Resim c)	
Low-e kaplama cam kullanımı	İç cephede low-e kaplamalı camlar bulunmaktadır. (Resim d)	
RESİMLER		



Resim a



Resim b



Resim c

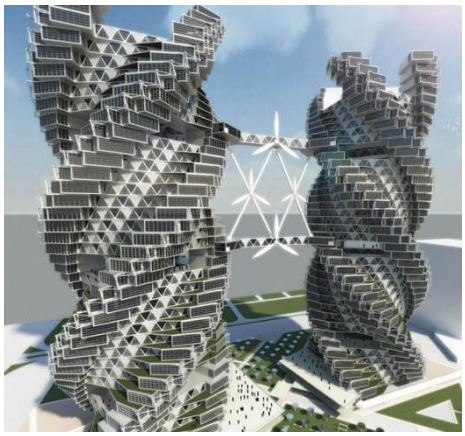


Resim d

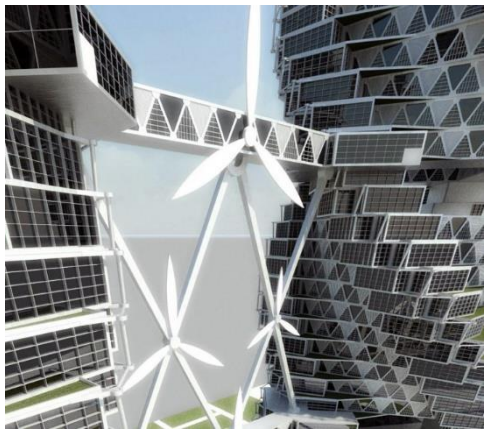
EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.7. Eco binası kimlik kartı

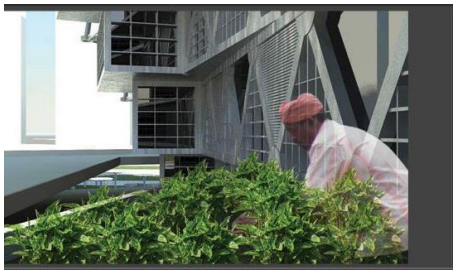
ECO SKYSCRAPER BİNASI		Örnek 22
Yapının Kullanımı	Ofis,Konut	
Yapının Mimarı	Vikas Pawar	
Yeri	Noida, Hindistan	
Yapım Tarihi	2011	
Kat Sayısı	24 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[121]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Bina formu/geometrisi	Binanın spiral yapısı katlarda teras oluşumuna imkan tanıyarak katların doğal hava almasını sağlanmaktadır.(Resim a)	
Kat bahçeleri/teraslar	Kulenin dönen ekseni her bir üniteye yiyecek yetiştirilebilecek bir çatı terası sağlamaktadır.(Resim b)	
Bitkilendirme	Her bir blokta tarımsal ürünleri yetiştirmek için kullanılabilecek bir teras vardır.(Resim c)	
Atrium	Şeffaf camlı tavan penceresine sahip 30 katlı atrium mevcuttur. Atrium, çalıştırılabilir cam panjurlar aracılığıyla doğal olarak havalandırılır ve bu alan mekanik soğutma ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.	
RESİMLER		



Resim a



Resim b



Resim c

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.8.Editt Tower binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">EDİTT TOWER</td><td>Örnek 23</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>T.R. Hamzah & Yeang Sdn Bhd</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Singapur</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2019</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>26 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[122]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">İç mekanlara hava akışını yönlendirmek için hakim rüzgara ve gökyüzü teraslarına paralel olarak yerleştirilmiş rüzgar duvarları doğal soğutmaya yardımcı olmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Soğuk çatı tasarımı</td><td colspan="2">Dış yapı, pencereleri gölgeleyerek daha geniş cam alanlarına ve derin gün ışığına izin verir. Karmaşık dış diyagrid yapı, cephelere% 20 gölgeleme sağlayarak enerji talebini azaltmaya yardımcı olur. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Gök avlu tasarımı</td><td colspan="2">Peyzajlı gökyüzü avluları tasarlanmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Bitkilendirme</td><td colspan="2">Cephenin soğumasına yardımcı yerel bitki örtüsü kullanılmıştır.(resim c)</td></tr>
<tr><td>Kat bahçesi kullanımı</td><td colspan="2">İlk altı kata kadar sokakla bütünleşik peyzajlı rampa terasları vardır. Dikim, evapotranspirasyon yoluyla cephelerin ortamın soğutulmasına katkıda bulunmaktadır. (resim c-d)</td></tr>
<tr><td>Fotovoltaik cam kullanımı</td><td colspan="2">Binanın doğu cephesinde fotovoltaik camlar kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Sabit güneş kontrol panelleri tasarlanmıştır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

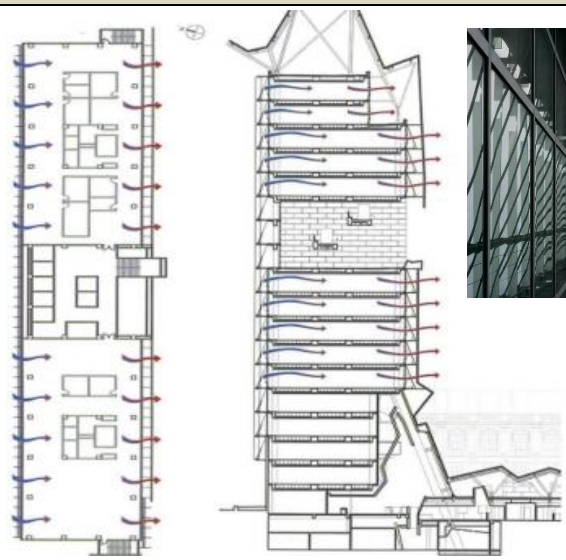
Resim b

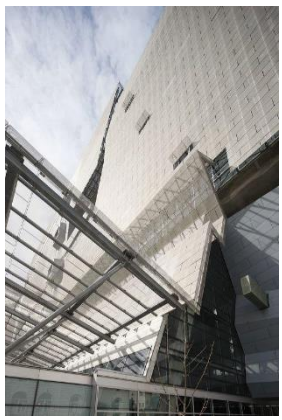
Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.9. San Francisco Federal binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">SAN FRANCISCO FEDERAL BİNASI</td><td>Örnek 24</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Thom Mayne</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Amerika</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2007</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>18 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[123]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Dikdörtgen plana sahip yapıda hücresel odalar ve servis çekirdekleri yapı merkezinde konumlandırılarak doğal havalandırma kullanılacak ofis mekânlarının cephe kenarında konumlandırılması sağlanmıştır. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Dikdörtgen plana sahip yapı kuzeydoğu-güneybatı yönlerinde uzanmakta olup hâkim rüzgâr yönüne göre konumlandırılmıştır. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Doğal Havalandırma</td><td colspan="2">Karşılıklı havalandırma stratejisi benimsenen yapıda, karma kullanımlı bölgesel havalandırma sistemi kullanılmaktadır. Rüzgâr basıncın yüksek olduğu cephe açıklıklarından girmekte ve basıncın düşük olduğu cepheden atılmaktadır. Beşinci katın üzerindeki katlarda açık ofisler tamamen doğal havalandırma ile havalandırılacak şekilde tasarlanmıştır (McConahey,2002). (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Gece havalandırılması</td><td colspan="2">Cephenin üst bölümde bulunan pencereler bina yönetim sistemi tarafından kontrol edilen pencerelerdir. Bu pencerelerden gece havalandırılması sağlanmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe tasarımı</td><td colspan="2">Kullanıcı kontrolünde açılabilir pencereler bulunmaktadır (resim b)</td></tr>
<tr><td>Kaplamalı cam kullanımı</td><td colspan="2">Low-e cam kullanılmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Düşey güneş kırıcılar ve metal panjurlar kullanılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.10. Fenchurch binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">FENCHURCH TOWER</td><td>Örnek 25</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Rafael Viñoly Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Londra</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2014</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>38 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[124]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Gök Avlu</td><td colspan="2">Binanın çatısında halka açık Londra’nın en yüksek bahçesi bulunmaktadır. (Resim a-b-c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı kullanımı</td><td colspan="2">Sabit güneş kontrol elamanları kullanılmıştır. Kulenin güney tarafının tamamı, cephesinin neden olduğu parlamayı azaltmak için siyah ağ ile kaplanmıştır. (Resim d-e-f)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d

Resim e

Resim f</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.11.Hankook Technoplex binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">HANKOOK TECHNOPLEX</td><td>Örnek 26</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Foster + Partners</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Londra, İngiltere</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2020</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>10 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[125]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bitkilendirme</td><td colspan="2">Çatı terasında peyzaj düzenlemesinin yapılmıştır.</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri/terası kullanımı</td><td colspan="2">Kullanıcıların temiz hava almasın sağlayan çatı terası bulunmaktadır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium tasarımı</td><td colspan="2">Doğal ışığın ve havanın binanın zeminine kadar inmesine imkan sağlayan üstü açılır camlı merkezi bir atrium mevcuttur.(resim b-c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Panjurlar farklı yoğunlukta bina cephelerine konumlandırılmıştır.(Resim d-e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c
 
Resim d Resim e</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.12. The Helicon binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">THE HELICON</td><td>Örnek 27</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Sheppard Robson Architects.</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Londra, İngiltere</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>1997</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>8 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[126]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift Kabuk Cephe Sistemi</td><td colspan="2">İstenmeyen güneş ışınlarının yarattığı aşırı ısınmayı otomatik açıklıklar ile doğal olarak havalandırılan çift kabuk cephe sistemi engellemektedir.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Altı ofis katı, teraslar ve erişilebilir dış mekanlar sağlamak için içte ve dışta bir atrium etrafında düzenlenmiştir. İstenmeyen güneş enerjisi kazanımını kontrol etmek için, atriyum çatısı yüzde 50 yansıtıcı camla kaplanmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Bina Geometrisi/Formu</td><td colspan="2">Avlu tabanındaki gün ışığı seviyelerini artırmak için ofis zemin döşemelerinin geriye çekilmesi, ofis alanlarına gün ışığı kazancını en üst düzeye çıkarmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Yansıtıcı cam kullanımı</td><td colspan="2">Çift kabuklu cephe çerçevesiz yansıtıcı tek camdan ve iç çift camlı panellerden oluşan bir dış panelden oluşmaktadır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">İki cam katmanı arasındaki boşlukta, jalûziler dışarıdaki ışığa, güneş yoğunluğuna, iç ışık seviyelerine ve iç sıcaklığa yanıt vermek için otomatik olarak indirilmekte ve eğilmektedir. Alüminyum panjur kanatları, minimum yüzde 70 güneş yansıtma oranıyla yüzde 14 delikli olacak şekilde tasarlanmıştır. Panjurlar güneş koşullarına göre 70 ° 'ye kadar eğilebilmektedir.(Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

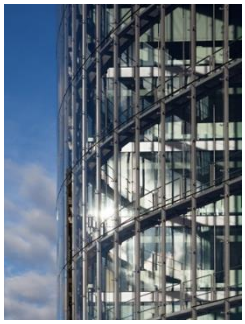
Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.13.Ramboll Hq binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">RAMBØLL HQ</td><td>Örnek 28</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Dıssıng+Weıtlıng</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Kopenhag, Danimarka</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2010</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>10 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[127]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina Formu/Geometrisi</td><td colspan="2">Plan organizasyonu, kesiti ve cepheleri akustik bağlamın yanı sıra güneş yönüne özel olan bir binadır. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Binanın sekiz katı boyunca merkezi bir atrium yükselmektedir. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Kuzey ve batı cephelerinde çift kabuklu cam cephe kullanılmıştır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Kontrol edilebilir panjurlar ve jaluziler kullanılmıştır. Ek olarak, gün ışığı kontrolünün yanı sıra bir derece akustik yalıtım sağlayan daha opak tavana monte iç kumaş panjurlar da vardır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

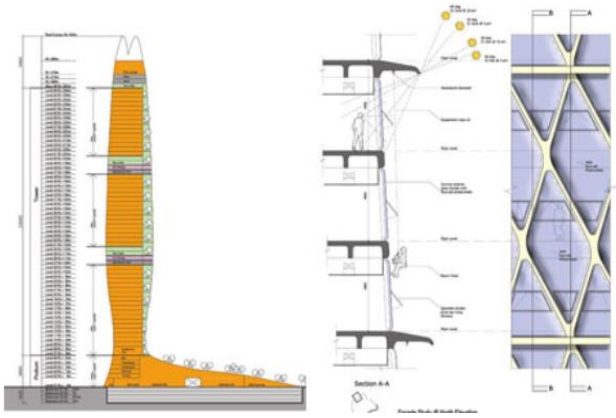
Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.14. K Tower binası kimlik kartı

K TOWER		Örnek 29
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	T.R. Hamzah & Yeang Llewelyn Davies Yeang	
Yeri	Kuveyt	
Yapım Tarihi	-	
Kat Sayısı	65 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[128]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Gök avlu tasarımı	3 adet gökyüzü bahçesi tasarlanmıştır. (Resim a)	
Kat bahçeleri/teras kullanımı	Gökyüzünde orta büyüklükte tasarlanan teraslar iç ortamdan gelen havanının dışarı atılmasını sağlar. (resim b)	
Bitkilendirme	Binanın çatısına kadar uzanan dikey bahçe tasarlanmıştır.(resim a)	
Güneş kontrol elamanı	Güneş kontrol elamanları cephe kaplama sisteminin bir parçası olarak tasarlanmıştır. (Resim a)	
RESİMLER		



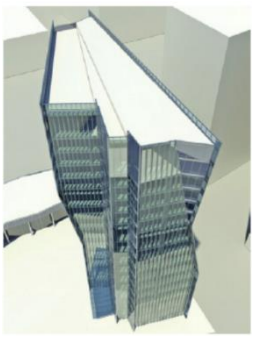
Resim a

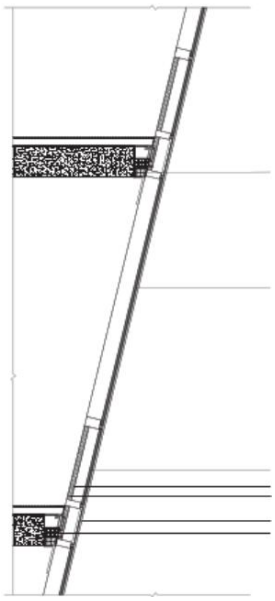


Resim b

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.15. KAFD 4.01 binası kimlik kartı

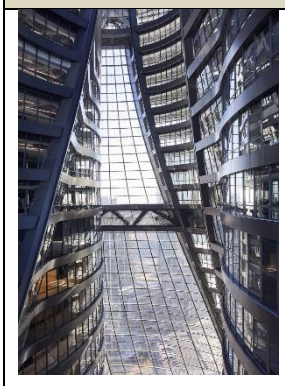
<table>
<tr><td colspan="2">KAFD 4.01</td><td>Örnek 30</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Perkins+Will (Illinois, USA)</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2012-2015</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>16 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[129]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Binanın kulesinin uzun kenarları kuzeye ve güneye, kısa kenarları doğuya ve batıya bakan düzensiz bir dikdörtgendir.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Bina Formu/geometrisi</td><td colspan="2">Cephenin düzensiz geometrisinin gelen güneş radyasyonunu azaltmaktadır. Eğri cepheler, binanın üst katlarının aşağıdaki cephelerin kısımlarını gölgelemesine izin vermekte, böylece bina kendini gölgelemektedir.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Low-e cam kullanımı</td><td colspan="2">Tüm cephelerde yüksek performanslı, low-e çift cam kullanılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı kullanımı</td><td colspan="2">Doğu ve batı cephelerindeki dikey kanatçıklar sabah erken ve öğleden sonra güneşini bloke etmekte ve yerleşim birimlerinde oturanlara mahremiyet sağlamaktadır.(Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

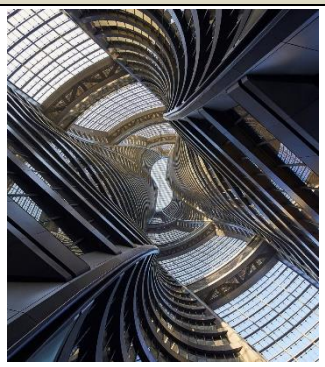
EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.16. Leezo Soho binası kimlik kartı

LEEZA SOHO		Örnek 31
Yapının Kullanımı	Ofis,Konut	
Yapının Mimarı	Zaha Hadid Architects	
Yeri	Beijing, China	
Yapım Tarihi	2019	
Kat Sayısı	50 kat	
Cephe Tanımı	**Tip:** Tek kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[130]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Atrium	Bu gökdelen, 190 m yüksekliğiyle dünyanın en yüksek atriumlarından biri olarak kabul edilen devasa bir kıvrımlı atrium içermektedir.(Resim a-b-c)	
Gök Avlu	13, 24, 35 ve 45. Katlarda gök avlular tasarlanmıştır ve bu avlular atriuma bağlanmaktadır. (Resim d)	
Soğuk Çatı Tasarımı	Fotovoltaik panellerin olduğu yeşil çatı tasarlanmıştır.	
Çift kabuklu cam cephe sistemi	Çift yalıtımlı, birleştirilmiş cam perde duvar sistemi, her katta cam ünitelerini belirli bir açıda açarak, gerektiğinde hareket ettirilebilen boşluklardan dışarıdaki havayı çekmek için bir havalandırma sistemi sağlamaktadır; böylece her kat için son derece efektif bir çevresel kontrol sağlanmaktadır. (Resim d)	
Low-e cam kullanımı	Pekin in sıcak hava koşullarına karşı konforlu iç ortam koşulu sağlamaktadır.(Resim e)	
Güneş kontrol elamanı kullanımı	Ofislerde stor güneş kırıcılar kullanılmaktadır.(Resim f)	
RESİMLER		



Resim a



Resim b





Resim c



Resim d



Resim e



Resim f

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.17. Monitoba Hydro ofis binası kimlik kartı

MONİTOBA HYDRO OFİS BİNASI		Örnek 32
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	Kuwabara Payne McKenna Blumberg (KPMB)	
Yeri	Kanada	
Yapım Tarihi	2009	
Kat Sayısı	22 kat	
Cephe Tanımı	**Tip:**Çift kabuklu cam cephe **Bina Cephe Sayısı:** 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[131]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Bina formu/geometrisi	Binanın kuzey cephesini minimalize etmek için yapı binanın kuzeyinde daralmaktadır. Güneş ve rüzgâr enerjisinden maksimum seviyede yararlanmak için yapının güney cephesi daha geniş yüzeylidir. (Linn,2010) (Resim a)	
Doğal havalandırma	Ofislerden geçen hava, binanın kuzey ucunda bulunan rüzgar bacasıyla atılmaktadır. Yani güneş bacası yapı boyunca hava hareketi ve havalandırma sağlamaktadır. (Resim b)	
Çift kabuklu cam cephe tasarımı	Çift kabuklu cam cephede hava ısındığı zaman otomatik açılan pencereler yardımıyla sıcak hava dışarı verilmektedir.(resim c)	
Atrium	kuzey köşesinde bulunan iki kat yüksekliğindeki atriumlar ile ofislerden hava çekilerek havalandırma sağlanmaktadır (Kuwabara, Auer, Gouldsborough, Akerstream, Klym,2009)güney cephesinde ise 24 m yüksekliğinde bir atrium tasarlanmıştır. (Resim d)	
Kaplamalı cam kullanımı	İç katmanda gaz dolgulu low-e cam kullanılmıştır. (Resim e)	
Güneş kontrol elamanı	İstenmeyen güneş ışınları ofis içlerinde kullanılan panjurlarla engellenmektedir. (Resim f)	
RESİMLER		



Resim a



Resim b



Resim c



Resim d



Resim e

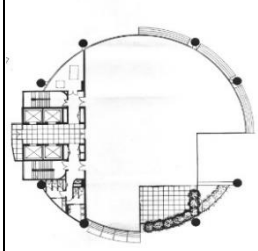


Resim f

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.18. Menara Mesiniaga binası kimlik kartı

MENARA MESİNİAGA		Örnek 33
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	TR Hamzah & Ken Yeang	
Yeri	Malezya	
Yapım Tarihi	1992	
Kat Sayısı	16 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[132]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Yönlenme	Gökdelenin şeklini ve güneşliklerin yerini belirlemek için güneş yolunu analiz eden tasarım ve cephe çalışmaları yapılmıştır.	
Bina Formu/geometrisi	Binanın dairesel şekli gün ışığı, güneş kazancı ve doğal havalandırmanın gökdelenin iç kısımlarına ulaşmasını sağlamaktadır.(Resim a)	
Kat bahçeleri/teraslar	Gökdelenin dış cephesi etrafında sarmal bir şekilde yerleştirilmiş balkonlar bulunmaktadır. (Resim b)	
Rüzgar bacası kullanımı	Binanın tepesinde gün ışığını ve doğal havalandırmayı gökdelenin iç kısımlarına yönlendirmek için güneş ve rüzgar bacası tasarlanmıştır.	
Doğal havalandırma	Açılabilir pencereler ile doğal havalandırma sağlanmaktadır	
Atrium	Silindirik gökdelen, zemin kattan gökdelenin tepesine kadar bulunan aralıksız atriumlardan oluşmaktadır. Bu atriumlar, gökdelenin geçiş alanları boyunca soğuk hava akışının yönlendirilmesini ve ayrıca gökdelen için maksimum aydınlatmayı sağlamaktadır.	
Gök avlu kullanımı	Maksimum uygun güneş enerjisi kazanımı ve doğal havalandırmaya izin vermek için gökyüzü bahçeleri vardır. (Resim c)	
Güneş kontrol elamanı kullanımı	Doğu batı cephelerinde dış alüminyum yatay güneş kırıcılar kullanılmıştır. Ayrıca üst katın üzerine uzanan kavisli bir güneş kırıcı vardır. (Resim d-e-f)	
Reflektif cam kullanımı	Solar reflektif cam kullanılmıştır.	
Bitkilendirme	Bina sarmal bir dikey peyzaja sahip yeşil balkonlara sahiptir. Bitki örtüsü, gökdeleni soğutur ve kullanıcılara dış mekânla ve doğal çevreyle bağlantı hissi sağlar. (Resim g)	
RESİMLER		



Resim a



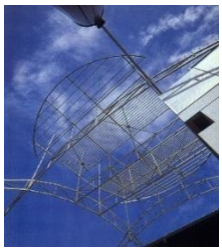
Resim b



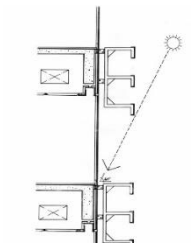
Resim c



Resim d



Resim e



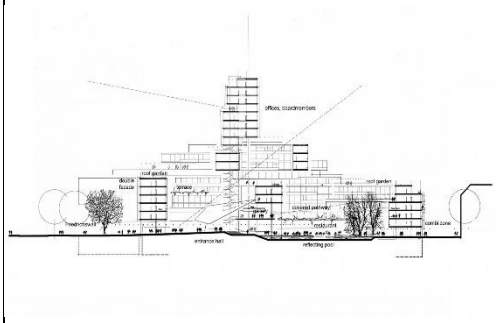
Resim f



Resim g

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.19.Norddeutsche Landespark binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">NORDDEUTSCHE LANDESBANK</td><td>Örnek 34</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Behnisch, Behnisch & Partner</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Hannover, Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>1997-2002</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>17 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[133]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri-teraslar</td><td colspan="2">Çatı bahçeleri amanda bina sakinleri için genel iklimi iyileştirme ve bina içinde sulama ve kullanım için yağmur suyu toplama işlevi görür. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Çift cepheli alanlar, havayı merkezi avludan münferit ofislere aktaran bir kanal görevi görmektedir. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Bina formunun girintili çıkıntılı olması ofis katlarının doğal olarak havalandırılmasına imkan sağlamaktadır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Hareketli panjurlar ofisleri çok fazla karartmadan hem güneş ışığına hem de parlamaya karşı koruma sağlamaktadır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.20. Nykredit-headquarters binası kimlik kartı

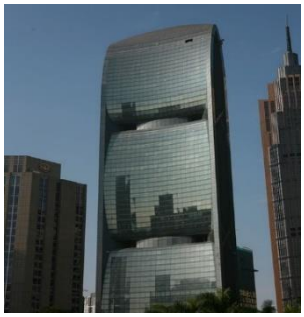
<table>
<tr><td colspan="2">NYKREDİT-HEADQUARTERS</td><td>Örnek 35</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Schmidt Hammer Lassen Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Kopenhag, Danimarka</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2001</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>10 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip:Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[134]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe tasarımı</td><td colspan="2">Çift katmanlı cephe, doğal havalandırma için açılabilen bölümler ile tasarlanmıştır..(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium kullanımı</td><td colspan="2">Her kata bağlanan atrium tasarlanmıştır. Çatıda daha fazla doğal havalandırma sağlayan açılır paneller bulunmaktadır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Cephede dış güneş kırıcılar mevcuttur. (Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c</td></tr>
</table>

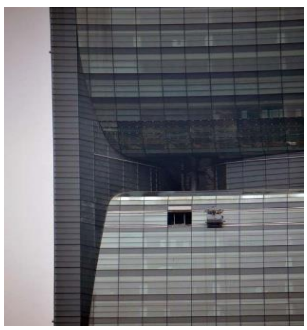
EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.21. Pearl river kulesi kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">PEARL RİVER KULESİ</td><td>Örnek 36</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>SOM</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Guangzhou, Çin</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2013</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>71 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[135]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Gökdelenin yönlenmesi, gökdelenin enerji tüketimini azaltma avantajına sahiptir. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Bina Formu/geometrisi</td><td colspan="2">Kulelerin aerodinamik yapısı ve kavisli cam cephesi rüzgardan pasif ve aktif şekilde yararlanmak için tasarlanmıştır. Güney cephesi içbükeyken, kuzey cephesi dışbükeydir. Gökdelenin güney tarafı, rüzgarı dört açıklıktan geçirecek şekilde tasarlanmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Yalıtımlı cam kullanımı</td><td colspan="2">Dış cephede yalıtımlı cam kullanılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Kaplamalı cam kullanımı</td><td colspan="2">Dış cephede Low-e temperli cam kullanılmıştır.(Resim d)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe sistemi</td><td colspan="2">Çift cidarlı cam cephe termal performans sağlarken aynı zamanda mekana yüksek düzeyde doğal gün ışığı sağlamaktadır.(Resim e)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı kullanımı</td><td colspan="2">Cephesine yerleştirilen otomatik, gün ışığına duyarlı jaluziler kullanılmıştır.(Resim f)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d

Resim e

Resim f</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.22. Pertamina energy binası kimlik kartı

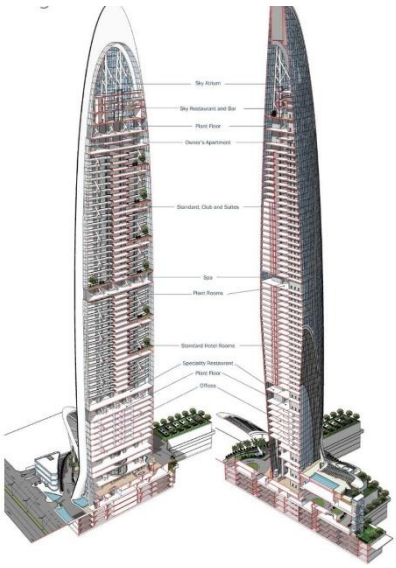
PERTAMİNA ENERGY TOWER		Örnek 37
Yapının Kullanımı	İş Merkezi-Ofis	
Yapının Mimarı	SOM Architects	
Yeri	Güney Jakarta,Endonezya	
Yapım Tarihi	2020	
Kat Sayısı	99 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[136,137]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Bina formu/geometrisi	Enerji tüketimini en aza indirecek kavisli form belirlenmiştir. (Resim a)	
Gök Avlu	Binanın son katında bulunmaktadır. (Resim b)	
Kat bahçeleri	Katlarda çalışanların nefes almasını sağlayan yeşil bahçeler bulunmaktadır. (Resim c)	
Güneş kontrol elamanı	Her katta binanın etrafını saran, parlamayı ve güneş yüklerini kontrol eden bir dış kanat tasarlanmıştır. Ayrıca yapay aydınlatmayı en aza indirmek ve görüşleri en üst düzeye çıkarmak için otomatik bir iç gölgeleme kontrol sistemi kullanılmıştır. (Resim d)	
RESİMLER		



Resim a



Resim b



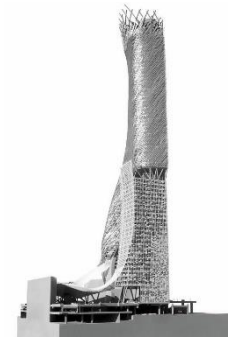
Resim c

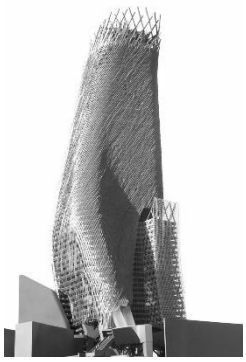
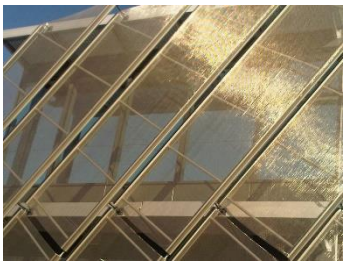


Resim d

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.23. Phare binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">PHARE TOWER</td><td>Örnek 38</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Morphosis Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>La Défense, Paris, Fransa</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2010-2014</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>300 metre</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[138,139]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Bina formu güneş hareketleri dikkate alınarak tasarlanmıştır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Güney cephesindeki kıvrımlı, çift katmanlı yapı, ısı kazanımı ve parlamayı minimuma indirmektedir. Diğer yandan parlak kuzey cephesi iç mekanın gün ışığından faydalanma kapasitesini yıl boyunca maksimum düzeyde tutmaktadır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Çift katmanlı yapı enerji kazanımını her zaman en yüksek seviyede tutmaktadır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Çapraz paslanmaz çelik ağ panellerden oluşan kavisli ikinci bir kaplama, ısı kazancını ve parlamayı en aza indirmek ve enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için kulenin kesintisiz güney, doğu ve batı saydam cephelerini sarmaktadır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

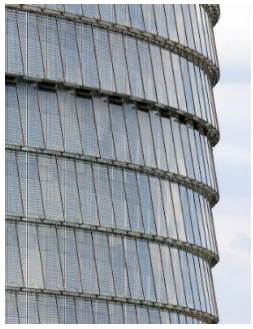
Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.24.Post Ofis binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">POST OFİS BİNASI</td><td>Örnek 39</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Murphy Jahn</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Bonn,Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2002</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>45 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[140]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Aerodinamik tasarımı yapı içine giren rüzgârı ivmelendirerek pozitif basınç bölgeleri oluşturmaktadır, aynı zamanda yapı çevresinde negatif basınç bölgeleri oluşturarak yapı içinde kullanılan havanın emme etkisi ile atılmasına da yardımcı olmaktadırlar (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe tasarımı</td><td colspan="2">Binanın çift kabuklu bir cephesi vardır. Dış kabuk tamamen camdan yapılmıştır ve özellikle ilkbahar ve sonbaharda doğal havalandırma sağlamaktadır. Dış kabuk yağmur, rüzgâr ve gürültüden korur ve güneş kırıcıların yerleştirilmesine izin verir. Küçük havalandırma kanatları vardır. Çalışanlar kendi pencerelerini açıp kapatabilirler.(resim b)</td></tr>
<tr><td>Gök avlu</td><td colspan="2">Gökyüzü bahçeleri, her dokuzuncu katta kata entegre edilerek toplantı ve dinlenme alanı olarak kullanılmaktadırlar. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Cephede yönlendirilebilir panjurlar kullanılmıştır.(Resim f)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.25. Q1 binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">Q1 BUİLDİNG</td><td>Örnek 40</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Chaix & Morel et Associés, JSWD Architekten</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Essen, Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2010</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>16</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[141]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri-teraslar</td><td colspan="2">Atriuma açılan teraslar doğal havalandırmaya yardımcı olmaktadır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Cam çatılı atrium binanın merkezindedir. Yüksekliği 10 katın üzerinde yükselir ve sayısız asma kat ve yaya köprüsü ile bölünmüştür. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Hacimlerinin ortak bir merkez etrafında geometrik iç içe geçmesinin kullanılması sadece heyecan verici bir dış görünüm değil, aynı zamanda büyüleyici iç mekansal ilerlemeler yaratır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Yüksek verimli güneş koruma sistemi, Q1'in genel görünümünde kilit bir role sahiptir. Yaklaşık 400.000 paslanmaz çelik lamel, güneşin konumuna yanıt olarak yönlendirilir ve görüşü engellemeden ışığın yeniden yönlendirilmesini sağlar. (Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.26. San Francisco ofis binası kimlik kartı

SAN FRANCİSCO OFİS BİNASI		Örnek 41
Yapının Kullanımı	Ofis	
Yapının Mimarı	Thom Mayne, Morphosis	
Yeri	San Francisco, California, U.S.	
Yapım Tarihi	2007	
Kat Sayısı	18 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe	
	Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[142]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Bina Formu/geometrisi	Binanın dar formu San Francisco'nun doğal ılımlı iklimini kullanarak, temiz havanın kulenin tüm genişliği boyunca kullanılabilen pencerelerden girmesine izin vermektedir.(Resim a)	
Gök avlu	11. katta üç katlı halkın kullanımının sağlandığı bir buluşma alanı olan açık hava bahçesi bulunmaktadır.(Resim b-c)	
Doğal havalandırma	Binada çalışma alanının ,% 70'ine açılabilir pencerelerden doğal havalandırma sağlanmaktadır.(Resim d)	
Gece havalandırması	Dış sıcaklığın soğuk olduğu gecelerde, otomatik bina sistemi metal cepheyi açar ve iş günü boyunca toplanan ılık havayı tahliye edilir, temiz hava iç ortama getirilir.(Resim e)	
Güneş kontrol elamanı kullanımı	Binanın cephesinde bulunan katlanabilir ve delikli bir yapıya sahip olan metal güneş kontrolü elamanları binaya giren doğrudan güneş ışığı miktarını bilgisayar kontrolü ile düzenlenebilmektedirler.(Resim f)	
RESİMLER		



Resim a



Resim b



Resim c



Resim d



Resim e



Resim f

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.27. Shanghai tower binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">SHANGHAİ TOWER</td><td>Örnek 42</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Otel-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Gensler</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Shanghai, Çin</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2008-2014</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>121kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Çift kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[143]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Gök Avlu</td><td colspan="2">9 katta bir gökyüzü bahçesi bulunmaktadır. Giydirme cephe üretiminin yapıldığı yüzey sayesinde doğal olarak havalandırılan ve iç-dış arasında tampon bölge görevini üstlenen “gökyüzü bahçeleri” iç ortam sıcaklığını dengede tutmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Saydam cephe, yapının doğal olarak iklimlendirilmesinin sağlanması için özel olarak tasarlanmıştır (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Low-e cam kullanımı</td><td colspan="2">Güneş kontrollü düşük salımlı (low-e) cam kullanılmıştır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">İç katmanda stor perdeler kullanılmıştır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.28. The Tnt Green Office binası kimlik kartı

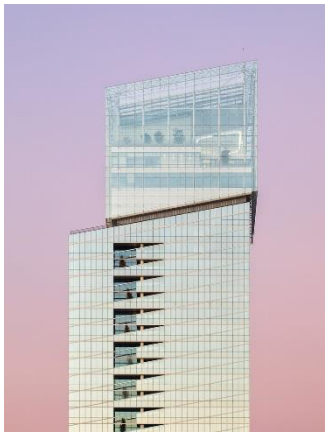
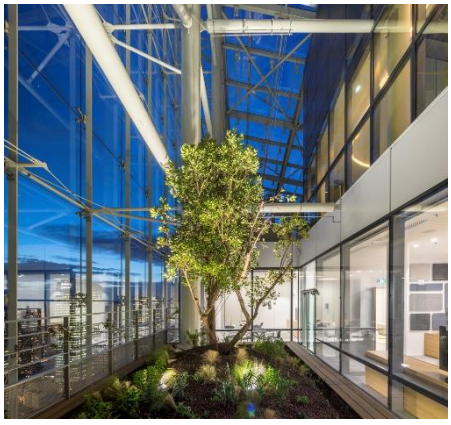
<table>
<tr><th colspan="2">THE TNT GREEN OFFİCE</th><th>Örnek 43</th></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Architectural agency Paul de Ruiter</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Hoofddorp, Hollanda</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2007-2011</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>8 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[141,144]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri-teraslar</td><td colspan="2">Atriuma açılan teraslar doğal havalandırmaya yardımcı olmaktadır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Bitklendirme</td><td colspan="2">Teraslarda bitkiler mevcuttur.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium</td><td colspan="2">Binanın ana özelliği, binanın U şeklinde tasarlandığı büyük merkezi atriumdur.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Yenilikçi güneş koruma kumaşlarına sahip, parlama kontrolü ve aynı zamanda şeffaflık sağlayan storlar kullanılmıştır.(Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.29. Tour Saint-Gobain binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">TOUR SAİNT-GOBAİN TOWER</td><td>Örnek 44</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>valode & pistre</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Fransa</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2019</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>25 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip:Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[145]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri/terası kullanımı</td><td colspan="2">Tüm katlardaki bahçelere doğrudan ofis alanlarından erişilebilir. Rüzgârdan korumalı tasarlanmıştır. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Çift cidarlı cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Doğal havalandırmaya imkan sağlayan çift cidarlı cephe tasarlanmıştır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Ofis içlerinde stor perde kullanılmaktadır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Gök avlu tasarımı</td><td colspan="2">Çatı katında kullanıcıların doğal hava alabilecekleri teras tasarlanmıştır.(resim d-e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c
 
Resim d Resim e</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.30. Twelve West binası kimlik kartı

<table>
<tr><th colspan="2">TWELVE WEST BİNASI</th><th>Örnek 45</th></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis-Rezidans</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>ZGF Architects</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Portland</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2009</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>23 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[146]</td></tr>
<tr><th colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</th></tr>
<tr><td>Doğal havalandırama</td><td colspan="2">Kullanıcı tarafından kontrol edilebilen açılabilen pencerelerle doğala havalandırma sağlanmaktadır. (resim a)</td></tr>
<tr><td>Kaplamalı cam kullanımı</td><td colspan="2">Low-e cam kullanımı aşırı ısı kazancını kontrol etmeye yardımcı olmaktadır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Ofis içlerinde storlar kullanılmıştır. (Resim c)</td></tr>
<tr><th colspan="3">RESİMLER</th></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c</td></tr>
</table>

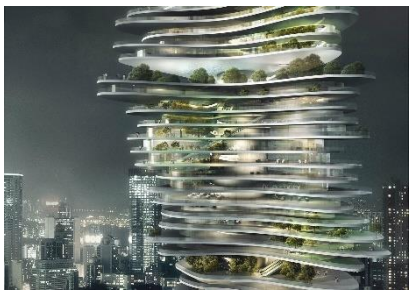
EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.31. Urban Forest binası kimlik kartı

URBAN FOREST		Örnek 46
Yapının Kullanımı	Ofis, Otel	
Yapının Mimarı	MAD Ltd	
Yeri	Çin	
Yapım Tarihi	2008	
Kat Sayısı	70 kat	
Cephe Tanımı	Tip: Tek kabuklu cam cephe Bina Cephe Sayısı: 4	
Binaya Ait Fotoğraflar	[147]	
SOĞUTMA STRATEJİLERİ		
Bina formu/geometrisi	Bina formu çevrenin dağlık tipolojisinden ilham almıştır Kıvrımlı balkonlar kullanıcılara doğal hava imkanı tanımaktadır.	
Gök avlu tasarımı	Çok katmanlı gökyüzü bahçeleri tasarlanmıştır.	
Kat bahçeleri/teraslar	Her katta kıvrımlı teraslar tasarlanmıştır	
Bitkilendirme	Teraslarda kentsel çevreyle uyumlu bitki örtüsü kullanılmıştır.(resim c)	
RESİMLER		



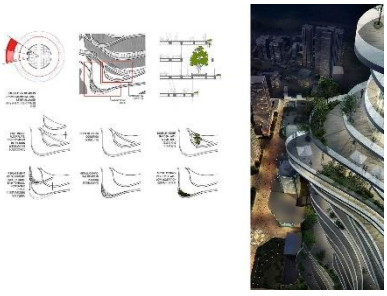
Resim a



Resim b



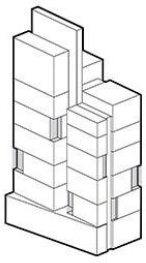
Resim c



Resim d

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.32. Urban Mountain binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">URBAN MOUNTAIN</td><td>Örnek 47</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>COWI Denmark, COWI Norway, LOOP Architects, Schmidt Hammer Lassen Architects, Transsolar Energitechnik GmbH, Vugge til Vugge Denmark</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Norveç</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2013</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>32 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[148,149]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Enerji tüketimini en aza indirecek ve aynı zamanda maksimum güneş ışığı alacak form belirlenmiştir. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Bitkilendirme</td><td colspan="2">Bölgesel olarak bulunan bitkilerin kullanımıyla, yeşil akciğerler yerel olarak biyolojik çeşitliliği artırmaya ve daha iyi ve daha sağlıklı bir iç mekan iklimi yaratmaya katkıda bulunur. Yeşil bitkiler, personelin ve ziyaretçilerin konforu için gelen havanın CO2 konsantrasyonunu temizler, nemlendirir ve azaltır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Soğuk çatı tasarımı</td><td colspan="2">Çatıdaki bir sera, binanın aşırı ısısını ve güneş bacalarının güneş ısısı kazancını yakalar ve yeniden kullanır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td>Kat bahçeleri</td><td colspan="2">Katlarda çalışanların nefes almasını sağlayan yeşil bahçeler bulunmaktadır. (Resim d)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elamanı</td><td colspan="2">Cephede cephenin bir parçası olarak tasarlanan sabit güneş kırıcılar mevcuttur. Ayrıca ofislerde storlar kullanılmışır. (Resim e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

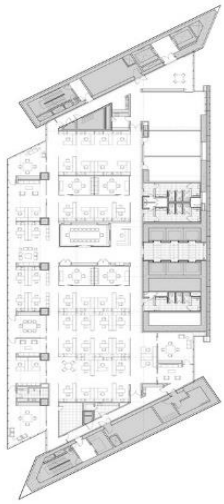
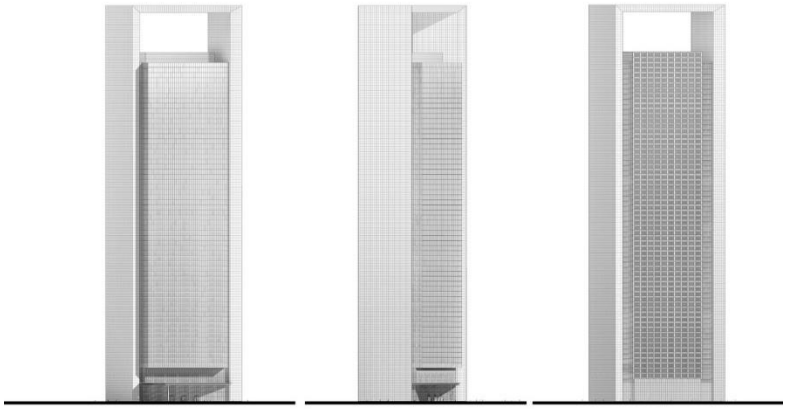
Resim c

Resim d

Resim e</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.33. ADNOC Headquarters binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">ADNOC HEADQUARTERS</td><td>Örnek 48</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis, Konut</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>HOK</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Abu Dhabi, UAE</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2016</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>75 kat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[150]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Yönlenme</td><td colspan="2">Paralel kenar şeklindeki yapı güneşin geliş açısına göre konumlandırılmıştır. Manzaraya bakan mekanlar kuzeye yerleştirilerek ısı kazanımının önüne geçilmiştir.(Resim a-b)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Güney tarafı, doğrudan güneş ışığını azaltan çift duvarlı yalıtımlı, sırlı cam ve yatay güneşliklerle kaplanmıştır. Cephede LED aydınlatma sistemi kullanılmıştır. (Resim c-d)</td></tr>
<tr><td>Yalıtımlı cam kullanımı</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">

Kuzey Doğu Güney
Resim a Resim b


Resim c Resim d</td></tr>
</table>

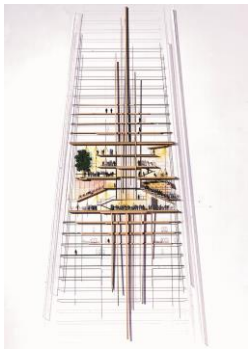
EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.34. Hearst binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">HEARST TOWERS</td><td>Örnek 49</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>İş Merkezi-Ofis</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Norman Foster</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Manhattan</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2006</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>42</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td colspan="2">[151]</td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina formu/geometrisi</td><td colspan="2">Enerji tüketimini en aza indirecek ve aynı zamanda maksimum güneş ışığı alacak form belirlenmiştir. Üçgen çelik çerçeveden oluşan diyagrid cephe tasarlanmıştır. (Resim a)</td></tr>
<tr><td>Atrium Kullanımı</td><td colspan="2">Binada 10 katlı atrium bulunmaktadır. (Resim b)</td></tr>
<tr><td>Doğal Havalandırma</td><td colspan="2">Doğal havalandırma sayesinde yılın büyük bir bölümünde sıcaklık optimum kalmaktadır.</td></tr>
<tr><td>Low-E Cam Kullanımı</td><td colspan="2">Cephede low-e cam kullanılmıştır. (Resim c)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">  
Resim a Resim b Resim c</td></tr>
</table>

EK-1. (devamı) Bina kimlik kartları

Çizelge 1.35. The Shard binası kimlik kartı

<table>
<tr><td colspan="2">THE SHARD</td><td>Örnek 50</td></tr>
<tr><td>Yapının Kullanımı</td><td>Ofis, Konut, Otel</td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Yapının Mimarı</td><td>Renzo Piano Building Workshop</td></tr>
<tr><td>Yeri</td><td>Londra</td></tr>
<tr><td>Yapım Tarihi</td><td>2012</td></tr>
<tr><td>Kat Sayısı</td><td>72</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cephe Tanımı</td><td>Tip: Tek kabuklu cam cephe</td></tr>
<tr><td>Bina Cephe Sayısı: 4</td><td></td></tr>
<tr><td>Binaya Ait Fotoğraflar</td><td>[152]</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">SOĞUTMA STRATEJİLERİ</td></tr>
<tr><td>Bina Formu/geometrisi</td><td colspan="2">Sekiz eğimli cam cephesi olan "kırıklar", kulenin şeklini ve görsel kalitesini tanımlayarak, binanın ölçeğini parçalara ayırmakta ve ışığı yansıtmaktadır. Kırıklar arasındaki boşluklara açılan delikler veya "çatlaklar", kış bahçelerine doğal havalandırma sağlamaktadır.(Resim a)</td></tr>
<tr><td>Kış bahçesi kullanımı</td><td colspan="2">50 bin metrekarelik ofis alanında doğal yollardan havalandırılmış kış bahçeleri tasarlanmıştır.(Resim b)</td></tr>
<tr><td>Çift kabuklu cam cephe kullanımı</td><td colspan="2">Cephenin ışığı ve ısıyı kontrol etme açısından performansını sağlamak için çift kabuklu cam cephe tasarlanmıştır. Işık seviyelerindeki değişikliklere otomatik olarak yanıt veren iç panjurlu, çift cidarlı, doğal havalandırmalı bir cephe geliştirilmiştir.(Resim c)</td></tr>
<tr><td>Güneş kontrol elemanı kullanımı</td><td colspan="2">Dış kabuğa güneş kontrol elemanları yerleştirilmiştir. (Resim d)</td></tr>
<tr><td>Yalıtımlı cam kullanımı</td><td colspan="2">Yalıtımlı beyaz cam kullanılmıştır.(Resim e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">RESİMLER</td></tr>
<tr><td colspan="3">
Resim a

Resim b

Resim c

Resim d

Resim e</td></tr>
</table>

EK-2. Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çok katlı ofis binalarında soğutma yükünü azaltma hedefiyle tespit edilen tasarım konusu kararları ile soğutma stratejileri arasındaki ilişki önem derecesi açısından soru cevap şeklinde değerlendirilmiştir. Çizelge 3.1.' de tasarım karar konuları ve soğutma stratejileri arasındaki ilişki aşağıdaki Çizelge 1.36' da sorgulama ile elde edilmiş cevaplar neticesinde belirlenmiştir.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Doğal havalandırma için iklim bölgesi önemli midir?	Hacimlerde oluşan doğal havalandırma koşulları, doğal havalandırma sisteminin özelliklerine ve dış iklimsel koşullara bağlıdır. Dolayısıyla doğal havalandırma için iklim bölgesi son derece önemlidir.
Doğal havalandırma için binanın yönlenmesi önemli midir?	Tek yönlü, çapraz ve baca etkisiyle havalandırmada, bina hakim rüzgar yönüne göre konumlandırılmalıdır. Dolayısıyla doğal havalandırma ve yönlenme arasındaki ilişki güçlüdür.
Doğal havalandırma için binanın formu önemli midir?	Tek yönlü, çapraz ve baca etkisiyle havalandırmada, bina formu etkilidir aynu zamanda iç mekanların tasarımı, koridor, atrium, balkon, köprü vb. mekanların tasarımı temiz havanın iç mekana alınmasını sağlar. Doğal havalandırma için binanın formu son derece önemlidir.
Doğal havalandırma için cam seçimi önemli midir?	Cam, ısı ve ses yalıtımı sağlayan, günışığının dolaysız olarak iç hacme ulaşması ve günışığının iç hacimlerde düzensiz dağılımının neden olduğu kamaşma problemlerini engelleyen, güneş ışınımının sebep olduğu ısıyı denetleyen kısaca yapının konfor koşullarını iyileştiren bir yapı elemanıdır. Cam seçimi, camın ısı yalıtımı, ses geçirgenliği, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıtma özellikleri, statik dayanımı, yangın dayanımı ve güvenlik kriterleri değerlendirilerek yapılır. Dolayısıyla doğal havalandırmanın cam seçiminde direkt etkisi yoktur. Temiz havanın camlardan ve saydam cephelerdeki açıklıklardan alındığı düşünülürse, camın açılma şeklinin ve cam cephe sisteminin doğal havalandırma üzerinde etkisi olduğu düşünülebilir. Aralarındaki ilişki zayıf düzeydedir.
Doğal havalandırma için gölgeleme önemli midir?	Güneş kontrol elemanları, güneşten gelen ışınlara karşı binayı aşırı ısınmadan koruyan, özellikle yaz döneminde yapının dış kabuğundan bina içine geçmesi istenmeyen güneş ışınlarını yansıtarak veya bir kısmını absorbe ederek binadan uzaklaştıran elemanlardır. Doğal havalandırma ile direkt ilişkisi yoktur. Tasarım olarak güneş kontrol elemanları, bina cephesinde doğal havalandırmayı engelleyecek şekilde konumlandırılmamalıdır. Aralarındaki ilişki zayıf düzeydedir.
Gece havalandırması için iklim önemli midir?	Gece havalandırması için gündüz ve gece arasında sıcaklık farkının olması gerekmektedir. İklim direkt etkilidir.
Gece havalandırması için binanın yönlendirilmesi önemli midir?	Gece havalandırması için hakim rüzgar yönü önemlidir. Yeterli hava akımının olmadığı durumlara fan kullanılarak enerji yükü artar.

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. (devamı) Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Gece havalandırması için binanın formu/cephe tasarımı önemli midir?	Hava sirkülasyonu için bina ve mekan tasarımı önemlidir. Havanın içeri alınıp dışarı atılmasını cephe tasarımı belirler.
Gece havalandırması için cam seçimi önemli midir?	Gece havalandırılmasında ısı kazanımının minimize edilmesi önemlidir. Isıyı absorbe eden cam tipleri seçilmelidir. Açılabilen camların kullanılması önerilir. Dolayısıyla cam seçimi sistemin çalışmasını direkt etkilemese de doğru cam seçimi performansını olumlu yönde etkilemektedir.
Gece havalandırması için gölgeleme önemli midir?	Gece havalandırılmasında ısı kazanımının minimize edilmesi önemlidir. Güneş kırıcılar binanın ısıdan korunmasını sağlar. Dolayısıyla bu stratejinin performansını olumlu yönde etkilemektedir.
Bina formu için iklim önemli midir?	Soğuk iklim bölgelerinde enerji kaybeden yüzeylerin alanını minimize etmek üzere kompakt formlar, sıcak kuru iklim bölgelerinde ısı kazançlarını minimize etmek, gölgeli ve serin yaşama alanları elde etmek açısından kompakt ve avlulu formlar, sıcak nemli iklim bölgesinde karşılıklı havalandırmaya maksimum düzeyde olanak sağlayan hakim rüzgar doğrultusuna uzun cephesi yönlendirilmiş ince uzun formlar ve ılımlı iklim bölgelerinde mümkün olduğunca kompakt ama soğuk iklim bölgesine göre daha esnek bina formları enerji etkin tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır.
Bina formu için yönlenme önemli midir?	Gün ışığı ile etkileşen yüzeylerin oran olarak dengelenmesi, gölge oranlarını artıracak formların bulunması soğutma yükünü azaltmak için önemlidir. Kuzey yarımküre için güneşlenme süresinin en fazla olduğu yön güneydir. Kış mevsiminde binanın güneyi en fazla güneşlenme süresine sahiptir. Yaz aylarında ise güneş ışınlarının dik gelmesinden dolayı doğu ve batı yönlerine göre daha az güneşlenme süresine sahiptir. Bu nedenle sık kullanılan mekânlar güney cepheye yerleştirildiği zaman binalar güneşten en fazla kazanımı sağlarlar.
Bina formu için cam seçimi önemli midir?	Bina formu tasarlanırken cam seçiminin bina geometrisine direkt etkisi yoktur. Kendi kendine gölge oluşturan ve yaz aylarında minimum güneş almayı hedefleyen formlarda binanın fazla ısınmasını engelleyecek çok fonksiyonlu ve maliyetli cam seçimine gerek kalmayacaktır.
Bina formu için gölgeleme önemli midir?	Gün ışığı ile etkileşen yüzeylerin istenmeyen ısıdan korunması için tasarıma güneş kontrol elemanları dahil edilir. Tasarım aşamasında aralarındaki ilişki güçlüdür.

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. (devamı) Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Yönlenme için iklim bölgesi önemli midir?	Yönlenme binanın bulunduğu yerin iklimi ile direkt ilişkilidir. Binanın iklimin olumsuz etkilerini kaldırarak, hakim rüzgar yönünde ve güneş radyasyonundan en az etkilenecek şekilde konumlandırılması, soğutma için harcanan minimum enerji tüketimini olanaklı kılmaktadır.
Yönlenme için bina formu önemli midir?	Bina formu ve yönlenme birbirleriyle ilişkili iki kavramdır. Yaz döneminde güneşin istenmeyen etkilerinden korunmak için bina formunun, rüzgarın serinletici etkisi ve güneş ışınlarının geliş açısına göre tasarlanması gerekmektedir.
Cephe tasarımında yönlenme önemli midir?	Konfor koşullarının sağlanıp, istenmeyen iklimsel etkilerin bina aracılığı ile kontrol altına alınması için bina kabuğu oldukça önemlidir. Optimum yönlenme ile tasarlanan cepheler iç mekanlarda konfor koşullarını sağlamada etkili olacaktır.
Cam seçiminde yönlenme önemli midir?	Güneş ışınımı şiddetleri cephelerin baktığı yönlere göre değişim göstermektedir. Dolayısıyla bina cephelerine, güneşin etkilerine göre cam seçimi yağmak son derece önemlidir.
Gölgelemede gölgeleme önemli midir?	Güneş ışınımı şiddetleri cephelerin baktığı yönlere göre değişim göstermektedir. Yaz aylarında güneşin etkilerini azaltmak için yönlere göre güneş kontrol elemanı kullanmak son derece önemlidir.
Çift kabuk cephe sisteminde iklim bölgesinin önemi nedir?	Çift kabuk cephe sistemlerinin her iklim koşulunda farklı tasarım kriterleri bulunmaktadır. Çift kabuklu cephe sisteminin enerji performansı sıcak iklim bölgelerinde doğru tasarlanmadığı takdirde yeterli olmayacaktır.
Çift kabuk cephe sisteminde yönlenme önemli midir?	Güneş ısısının istenmediği yaz dönemlerinde, güneş ışınlarının binaya alınmasında güney, batı ve doğu yönleri en etkili yönlerdir. Bu yönlere yerleştirilen çift kabuklu cephe sistemlerinin soğutma enerjisi gereksinimlerini düşürdüğünü saptayan çalışmalar bulunmaktadır. Dolayısıyla yönlenme çift kabuklu cephe sistemlerinin tasarımında son derece önemli bir parametredir.
Çift kabuk cephe sisteminde bina formu/geometrisi önemli midir?	Bina geometrisi çift kabuklu cephe tasarımı için önemli bir etkendir. Yapı formu, uzunluğu, derinliği, eğimi, cam yüzeylerin oranı çift kabuklu cephe sisteminin enerji verimliliğini etkileyecek değişkenlerdir.
Çift kabuk cephe sistemi ile cephe tasarımı arasındaki ilişki önemli midir?	Cephe tasarımında çift kabuklu cephe ya da tek kabuklu cephe sistemi tercihi yapı kabuğunun enerji etkinliğini etkileyecek en önemli etkenlerden biridir.
Çift kabuk cephe sisteminde cam seçimi önemli midir?	Çift kabuk cephede uygun cam seçimi güneş ışığından kazanımı düşürmekte, ısı geçişini azaltmakta ve bu sayede soğutma yükleri önemli ölçüde düşmektedir.

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. (devamı) Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Çift kabuk cephe sisteminde gölgeleme önemli midir?	Güneş kırıcı elamanların kullanımı çift kabuklu cephe performansını belirleyen önemli bir faktördür. Güneş kırıcıların çeşidi, konumu, rengi, açısı cephenin ısıl performansı üzerinde belirleyici role sahiptir.
Hareketli cephe sisteminde iklim bölgesi önemli midir?	Hareketli cephe tasarımında amaç parlama ve güneş ışınım kazanımını azaltmak gölgeleme sağlamaktır. Güneşin hareketine göre açılıp kapanmaktadır. Bu neden tasarlanacağı bölgenin iklimi, güneş ışınlarının mevsimlere göre açısı son derece önemlidir
Hareketli cephe sisteminde yönlenme önemli midir?	Hareketli cephe tasarımında amaç parlama ve güneş ışınım kazanımını azaltmak gölgeleme sağlamaktır. Güneşin hareketine göre açılıp kapanmaktadır. Fazla güneş ışınımı olan yönlerde kullanımı tercih edilmektedir. Dolayısıyla hareketli cephe tasarımında yön seçimi önemli bir parametredir.
Hareketli cephe sisteminde bina formu/geometrisi önemli midir?	Hareketli cephe sistemi yapılacağı binanın formuna ve strüktürüne bağlı olarak tasarlanmaktadır
Hareketli cephe sisteminde cephe tasarımı önemli midir?	Hareketli cepheler binanın gölgeleme yapan ikinci cephesidir. Dolayısıyla binanın cephe sistemiyle entegre olmalıdır.
Hareketli cephe sisteminde cam seçimi önemli midir?	Hareketli cepheler iç mekanı güneşin istenmeyen fazla ışınımlarından koruduğu için bina cephesinde kaplamalı ya da yüksek performanslı camların kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Bu nedenle hareketli cephe tasarımı, seçilecek camların türünün belirlenmesinde etkili olan bir etkendir.
Hareketli cephe sisteminde gölgeleme önemli midir?	Hareketli cephe sisteminin kullanılmasındaki amaç binaya gölgeleme sağlamak, parlama ve güneş ışınımını azaltmaktır.
Güneş kontrol elemanı kullanımında iklim bölgesi önemli midir?	Güneş kontrol elemanları sıcak dönemlerde cam yüzeylerden içeri geçen güneş ışınımını kontrol etmek için kullanılan pasif sistem elemanlardır. Dış iklimsel koşulların şiddetine ve güneş göre güneşin geliş açısına göre kontrol elamanlarının tasarımı değişmektedir.
Güneş kontrol elemanı kullanımında yönlenme önemli midir?	Güneş kontrol elemanı tipini seçerken yönlenmeyi göz önünde bulundurmak gereklidir. Binaya ulaşan güneş ışınımını miktarı yönlere göre değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla yön güneş kontrol elemanı tasarımında son derece önemlidir.
Güneş kontrol elemanı kullanımında bina formu/geometrisi önemli midir?	Dış kabuk alanı, cephe saydamlık oranı, binanın geometrisi güneş kontrol elamanın tasarımını etkileyen önemli parametrelerdir.
Güneş kontrol elemanı kullanımında cephe tasarımı önemli midir?	Güneş kontrol elamanları binanın cephe sistemine entegre edilerek soğutma yüklerini azaltmaya yardımcı olmaktadırlar

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. (devamı) Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Güneş kontrol elemanı kullanımında cam seçimi önemli midir?	Binada kullanıla cam çeşidi güneş ışınımını etkilemektedir. Cam yüzeylerden iç mekana geçen güneş ışınımını kesmek için binada kullanılan cam ve güneş kontrol elemanları birlikte tasarlanmalıdır.
Güneş kontrol elemanı kullanımında gölgeleme önemli midir?	Güneşin neden olduğu ısı kazançlarının önlenebilmesi için ve soğutma yüklerinin azaltılması için gölgeleme araçlarının kullanımı etkili bir yöntemdir. Güneş kontrol elamanı kullanımının binalarda gölgelemeyi sağlayan en etkili yollardan biri olduğu bilinmektedir.
Gök avlu (gökyüzü bahçesi) tasarımında iklim bölgesi önemli midir?	Gökyüzü bahçesinin amacı binada doğal havalandırmaya imkan sağlamasıdır. Dolayısıyla tasarlandığı yerin iklimi, hakim rüzgar yönü ve rüzgar esme hızı oldukça önemlidir.
Gök avlu (gökyüzü bahçesi) tasarımında yönlenme önemli midir?	Gök avlunun tasarımındaki amaçlardan bir diğeri binayı güneşin istenmeyen etkilerinden korunmak olduğu için gölgelemenin istendiği yönlerde tasarlanması gerekmektedir.
Gök avlu (gökyüzü bahçesi) tasarımında bina formu/geometrisi önemli midir?	Gök avlular cephelerde geri çekmeler ile oluşturulduğu için binanın formu, yüksekliği tasarımı için önemlidir.
Gök avlu (gökyüzü bahçesi) tasarımında cephe tasarımı önemli midir?	Gök avlular binanın doğal olarak soğutulmasını ve gölge alanları oluşturarak güneşin istenmeyen etkilerinden binayı korumak gibi işlevlerini cephelerde geri çekmeler, balkonlar ya da birkaç katın birlikte geri çekilmesi ile sağlamaktadırlar. Bu yüzden bu mekanlar cephe tasarımı ile birlikte düşünülerek oluşturulmalıdır.
Gök avlu (gökyüzü bahçesi) tasarımında cam seçimi önemli midir?	Gök avlu tasarımda binanın cam seçimi önemli bir etken değildir.
Gök avlu (gökyüzü bahçesi) tasarımında gölgeleme önemli midir?	Gök avlular doğal havalandırma sağlamanın dışında binada geri çekmeler oluşturarak gölgeleme görevi de yapmaktadırlar. Aralarındaki ilişki önemlidir.
Soğuk çatı (yeşil çatı) tasarımında iklim bölgesi önemli midir?	Bitkilendirilmiş çatı olarak tanımlanan soğuk çatılarda iklimsel verile göre bitki seçimi yapılmaktadır. Aynı zamanda güneş ışınları, sıcaklık farkları, mevsime bağlı yıllık sıcaklık oranları, rüzgar durumu soğuk çatı sistemini etkilemektedir.
Soğuk çatı (yeşil çatı) tasarımında yönlenme önemli midir?	Soğuk çatı tasarımında yönlenmeni bir etkisi yoktur.
Soğuk çatı (yeşil çatı) tasarımında bina form /geometrisi önemli midir?	Binanın formu/geometrisi sadece soğuk çatının yüzey alanın belirlenmesinde etkili olacak bir etmendir.
Soğuk çatı (yeşil çatı) tasarımında cephe tasarımı önemli midir?	Soğuk cephe tasarımda cephe tasarımının etkisi yoktur.
Soğuk çatı (yeşil çatı) tasarımında cam seçimi önemli midir?	Soğuk cephe tasarımda cam seçiminin etkisi yoktur.

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. (devam) Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Soğuk çatı (yeşil çatı) tasarımında gölgeleme önemli midir?	Çatıda tercih edilen bitkilerin buharlaşma, gölgeleme ve bitki taşıyıcı katmanın ısı depolama özellikleri sayesinde, binada sıcaklık artışına engel olmaktadırlar.
Cam (yalıtımlı, yansıtıcı, kaplamalı, renkli, fotokromik, termokromik, elektrokromik, gazokromik, fotovoltaik) kullanımında iklim bölgesi önemli midir?	Cam türlerinin iklim bölgelerine göre ısıtma ve soğutma giderlerini azaltmak için farklı performans özellikleri vardır. Yatık güneş ışığı lan soğuk iklim bölgelerinde camların çok ışık geçirmesi gerekirken, güneşin dik açıyla geldiği sıcak iklim bölgelerinde aşırı ısı kazanımından ve parlaklıktan sakınmak için camın ışık geçirgenliğinin daha düşük olması gerekmektedir.
Cam (yalıtımlı, yansıtıcı, kaplamalı, renkli, fotokromik, termokromik, elektrokromik, gazokromik, fotovoltaik) kullanımında yönlenme önemli midir?	Bina içine giren güneş ışınlarının olumsuz etkilerinin önlenmesinde cam tipi en önemli parametrelerden biridir. Binanın güneşe maruz kalan yönlerinde güneş kontrolü, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansımasına ilişkin performans özellikleri iyi olan cam türlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Dolaysıyla cam tipi belirlemede yön parametresi oldukça önemlidir.
Cam (yalıtımlı, yansıtıcı, kaplamalı, renkli, fotokromik, termokromik, elektrokromik, gazokromik, fotovoltaik) kullanımında bina formu/geometrisi önemli midir?	Kullanılan camların bina formunun görsel etki, dış görünüm, saydamlık oranı gibi özelliklerini etkileyeceğinden aralarındaki ilişki önemlidir.
Cam (yalıtımlı, yansıtıcı, kaplamalı, renkli, fotokromik, termokromik, elektrokromik, gazokromik, fotovoltaik) kullanımında cephe tasarımı önemli midir?	Camlar, cephe tasarımını oluşturan en önemli elamanlardır. Camların rengi, türü, boyutları ve performans özellikleri binanın cephesini belirleyen en temel özelliklerdir.
Cam (yalıtımlı, yansıtıcı, kaplamalı, renkli, fotokromik, termokromik, elektrokromik, gazokromik, fotovoltaik) kullanımında gölgeleme önemli midir?	Binada optimal konfor koşullarının sağlanması için güneş ışığının denetlenebilir olması gerekmektedir. Güneş ışınım şiddetinin fazla oluğu aylarda iç ortamın aşırı ısınmasını önlemek için güneş ışınlarını iç mekana en az miktarda alan, yansıtan ya da absorbe eden güneş kontrol özelliğine sahip cam türlerinin tercih edilmesi gerekmektedir.
Işık rafı kullanımda iklim bölgesi önemli midir?	Işık rafları hem kamaşmayı önlemek hem de günışığını tavana yönlendirerek güneş ışığını engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu sistem güneşlenme sürelerinin yüksek olduğu iklim bölgelerinde tercih edilmektedir.
Işık rafı kullanımda yönlenme önemli midir?	Işık rafı güneş ışığının fazla olduğu bölgelerde güneye yönlendirilmiş derin hacimli binalar için uygundur.
Işık rafı kullanımda bina formu/geometrisi önemli midir?	Işık raflarının çalışabilmesi için yüksek bir tavana gereksinim vardır. Dolayısıyla mimari tasarım ve taşıyıcı sistemle birlikte düşünülmesi gerekmektedir.
Işık rafı kullanımda cephe tasarımı önemli midir?	Cepheyle bütünleşen, monte edilen elemanlar olduğu için cephe tasarımını önemli ölçüde etkilerler.

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.

EK-2. (devamı) Tasarım karar konuları-soğutma stratejileri ilişkisi

Çizelge 1.36. (devam) Soğutma stratejilerini sorgulama soruları ve cevapları

Soğutma Stratejilerini Sorgulama Soruları	Cevaplar
Işık rafı kullanımda cam seçimi önemli midir?	Pencerenin yakın bölgesini güneş ışığından koruduğu için tercih edilen cam türü bu sistemin performansını etkileyebilmektedir.
Işık rafı kullanımda gölgeleme önemli midir?	Pencereye yakın bölümlere direkt güneş ışığının ulaşması önlemekte gölgeleme sağlamaktadır
Bitkilendirmede iklim bölgesi önemli midir?	Dikey bahçelerde kullanılan bitki türlerinin seçimi bölgenin iklim verilerine göre değişmektedir.
Bitkilendirmede yönlenme önemli midir?	Bina yönlerindeki güneş ışınım miktarı bitki türlerinin belirlenmesinde etkilidir.
Bitkilendirmede bina formu/geometrisi önemli midir?	Bina formu bitkilendirilmiş yüzeylerin güneş ışınımından faydalanmasını engelleyemeyecek özellikte tasarlanmalıdır. Ayrıca bitkinin büyüyebileceği alanların sağlanması gerekmektedir.
Bitkilendirmede cephe tasarımı önemli midir?	Seçilen bitkilerin yaprak yoğunluğu, rengi ve konumları cephe tasarımını etkilemektedir. Aralarındaki ilişki oldukça önemlidir.
Bitkilendirmede cam seçimi önemli midir?	Camın dışında konumlandırıldıkları için cam türünün bitkilendirme üzerinde direkt etkisi yoktur
Bitkilendirmede gölgeleme önemli midir?	Cephede konumlandırılan bitkiler yapının iç mekanlarını ve dış duvarlarını gölgelemektedir.

*Cevaplar, literatür araştırmasına ve örnek bina analizine dayanmaktadır.



GAZİ GELECEKTİR...