

T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI BİLGİSİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇİFT KABUK CEPHELERİN SİSTEMATİK ANALİZİ VE
UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

Murat ÜNAL (Mimar)
DANIŞMAN : Yrd. Doç. Dr. Özlem EREN

ÖNSÖZ

Ülkemiz için henüz yeni bir konu olan çift kabuklu cephelerin dünya üzerindeki uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır. Dünya üzerindeki enerji kaynaklarının zaman içinde azalmasıyla da enerjinin daha verimli kullanılmasını gerektiren çalışmalar ve uygulamalar artmak zorundadır. Bu noktadan hareketle ülkemiz için yeni bir konu olan çift kabuk cephelerin bu çalışma kapsamında gelişimi, özellikleri, tasarım etmenleri incelenerek uygulama örneklerinin değerlendirilmesiyle bir sonuca varılmıştır.

Bu tezin ortaya çıkmasında büyük katkıları bulunan ve beni yönlendiren danışmanım ve sevgili arkadaşım Yrd.Doç.Dr. Özlem EREN'e, desteğini esirgemeyen eşim Nesligül'e, çalışırken beni rahatsız etmeyen kızlarım Feyza ve Azra'ya, manevi desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşlerime, çevirilerime yardımcı olan arkadaşım Gökhan AKGÜRSU'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Eylül 2006
Murat ÜNAL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xviii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Arka Planı	1
1.2. Problemin Tanımlanması	2
1.3. Kapsam ve Sınırlamalar	4
1.4. Çalışmanın Amacı	5
1.5. Yöntem	5
2. ÇİFT KABUK CEPHELER	6
2.1. Çift Kabuk Cephenin Gelişimi, Tanımı ve Özellikleri	6
2.2. Çift Kabuk Cephelerin Sınıflandırılması	26
2.2.1. Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler	27
2.2.2. Koridor Tipi Çift Kabuk Cepheler	32
2.2.3. Çok Katlı Çift Kabuk Cepheler	35
2.2.4. Çok Katlı Panjurlu Çift Kabuk Cepheler	37
2.2.5. Şaft Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler	40
2.3. Çift Kabuk Cephelerin Havalandırma Şekilleri	43
2.3.1. Doğal Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler	43
2.3.2. Mekanik Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler	46
2.3.3. Karma Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler	49

3. ÇİFT KABUK CEPHEYİ OLUŞTURAN UNSURLAR	50
3.1. Taşıyıcı İskelet Kuruluşu	50
3.1.1. İkincil (Destekleyici) Strüktür Tipleri	50
3.1.1.1. Konsol Taşıyıcılı Strüktür	50
3.1.1.2. Asma Strüktür	54
3.1.1.3. Çerçeve Strüktür	57
3.1.1.4. Asma Germe Strüktür	58
3.1.2. Cephe Panelinin Taşıyıcı Sistem Seçenekleri	62
3.1.2.1. Çubuk Sistemler	65
3.1.2.2. Yarı Panel Sistemler	68
3.1.2.3. Panel Sistemler	71
3.2. Kabuk Bileşenleri	74
3.2.1. Saydam Paneller (Camlar) ve Özellikleri	74
3.2.2. Opak Paneller	86
3.3. Tespit Bileşenleri	93
3.4. Güneş Kontrol Elemanları	97
3.5. Yürüme Yolu	100
3.6. Çift Kabuk Arasındaki Hava Boşluğu	102
4. ÇİFT KABUK CEPHE BAŞLICA TASARIM ETMENLERİ	105
4.1. Ses	105
4.2. Isı	107
4.3. Gün Işığı	111
4.4. Yangın	115
4.5. Rüzgar	120
4.6. Maliyet	124
4.7. Estetik	127

5. ÇİFT KABUK CEPHE UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

129

5.1. City Gate Binası, Dusseldorf	131
5.2. Arag 2000 Kulesi, Düsseldorf	132
5.3. Commerzbank Binası, Frankfurt	133
5.4. Eurotheum Tower Binası; Frankfurt	134
5.5. Debis Merkez Ofisi, Berlin	135
5.6. Halenseestrasse Binası, Berlin	136
5.7. Galeries Lafayette Binası, Berlin	137
5.8. Postdamer Platz Binası, Berlin	138
5.9. Deutscher Ring Verwaltungsgebäude, Hamburg	139
5.10. RWE AG Merkez Binası, Essen	140
5.11. Print Media Academy Binası, Heidelberg	141
5.12. Victoria Life Insurance Binası, Sachering, Cologne	142
5.13. Victoria Ensemble Binası, Cologne	143
5.14. DB Cargo Binası, Mainz	144
5.15. Gladbacher Bank Binası, Mönchengladbach	145
5.16. Energie/Versorgung Schwaben Binası, Stuttgart	146
5.17. Deutsche Post AG Binası, Bonn	147
5.18. Business Tower Binası, Nuremberg	148
5.19. Business Promotion Center, Duisburg	149
5.20. Deutsche Messe Ag Binası, Hannover	150
5.21. Sanomatalo Binası, Helsinki	151
5.22. Martela Binası, Helsinki	152
5.23. Nokia Ruoholatti Binası, Helsinki	153
5.24. High Tech Center Binası, Helsinki	154
5.25. Radiolinja Binası, Espoo, Keilalahti	155
5.26. Nokia Keilalahti Binası, Espoo, Keilalahti	156
5.27. Kone Binası, Espoo, Keilalahti	157
5.28. Kista Science Tower Binası, Kista	158
5.29. Nokia House Binası, Kista	159

5.30. Arlanda Pir F Binası, Arlanda	160
5.31. ABB Business Center Binası, İsveç	161
5.32. Helicon Finsbury Binası, Londra	162
5.33. Briarcliff House Binası, Farnborough	163
5.34. Lloyd Binası, Londra	164
5.35. Technical University of Delft Library, Delft	165
5.36. UCB Center Binası, Brüksel	166
5.37. Aula Magna Binası, Luvain	167
5.38. Moravian Kütüphane Binası, Bruno	168
5.39. Occidental Chemical Center, NewYork	169
5.40. Aurora Tower Binası, Sydney	170
6. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ	171
KAYNAKLAR	180
ÖZGEÇMİŞ	183

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BMS	: Bina yönetim sistemi (Building Management System)
BRE	: Building Research Establishment
DIN	: Deutsches Institut für Normung
HDS	: Holografik difraktif yapılar
HVAC	: Heating Ventilation and Air Conditioning Systems
IR	: İnfrared (kızıl-ötesi) ışınlar
LWC	: Long Wave Component
PVB	: Polyvinil bütüral
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UV	: Ultraviyole (mor-ötesi) ışınlar
VDF	: Havalandırılmış Çift Cephe (Ventilated Double Facade)
WIS	: Advanced Windows Information System

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Büro binalarında enerji kullanımı dağılımı	3
Tablo 4.1. Prof Klingsch'e göre çift kabuk cephelerin yangındaki risk durumları [Oesterle, 2001]	118
Tablo 4.2. Çift kabuk cephelerin yangından korunma ölçütleri [Oesterle, 2001]	119
Tablo 4.3. Dünya üzerindeki 7 farklı şehirdeki çift kabuk cephe maliyet ve performansının değerlendirilmesi [Stribling, D.]	127
Tablo 5.1. İncelenen örneklerin ve konumlarının listesi	130
Tablo 6.1. Avrupa'daki tespit edilmiş ve tezde incelenmiş örneklerin durumu	171
Tablo 6.2. İncelenen örneklerin çift kabuk cephe tiplerinin değerlendirilmesi	173
Tablo 6.3. İncelenen örneklerin havalandırma tiplerinin değerlendirilmesi	175
Tablo 6.4. İncelenen örneklerin destekleyici strüktürlerinin değerlendirilmesi	177

ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.	Steiff Fabrika Binasının dış ve iç mekandan görünüşü [Anon, 3]	6
Şekil 2.2.	Steiff Fabrika Binası Cephe Kesiti, 1903 Almanya [Ana, 1999]	7
Şekil 2.3.	Occidental Chemical Center dış cephe görünüşü ve ofis katı planı [Harrison, K. 2001]	9
Şekil 2.4.	Occidental Chemical Center Binası Cephe Kesiti [Harrison, K. 2001]	10
Şekil 2.5.	Commerzbank Binası görünüşü	11
Şekil 2.6.	Deutsche Messe Ag yönetim binası [Lang, W. 2005]	12
Şekil 2.7.	Deutsche Messe Ag binası normal kat planı [Lang, W. 2005]	12
Şekil 2.8.	Farklı yönlerdeki cephe sistem kesitleri [Lang, W. 2005]	13
Şekil 2.9.	D.M.Ag Binası mevsimlere göre doğal havalandırma prensip şeması [Lang, W. 2005]	14
Şekil 2.10.	D.Messe Ag Binası yaz ve kış dönemi iç mekan havalandırma seçenekleri [Lang, W. 2005]	15
Şekil 2.11.	D.M.Ag Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü [Lang, W. 2005]	16
Şekil 2.12.	D.M.Ag Binası termoaktif kat döşemesi yaz ve kış dönemi prensip şeması [Lang, W. 2005]	17
Şekil 2.13.	İç mekânın ve havalandırma elemanının görünüşü [Lang, W. 2005]	18
Şekil 2.14.	Tipik bir çift kabuk cephe bileşenlerinin şeması [Stribling, D.]	19
Şekil 2.15.	Çift kabuk cephe prensip şeması [Bartak, M.]	21
Şekil 2.16.	Stuttgart'taki bir ofis binası cephesinin ses yalıtımı değerleri [Zollner, 2001]	24
Şekil 2.17.	Kutu tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi	27
Şekil 2.18.	Kutu tipi bir çift kabuk cephenin montaj görünüşü. [Poirazis, H. 2004]	28
Şekil 2.19.	Panel sistem bir kutu pencere tipi çift kabuk cephe montajı [Poirazis, H. 2004]	28
Şekil 2.20.	Boşluk içinin mekanik olarak havalandırıldığı kutu tipi çift cephe örneği [Loncour, X. 2002]	29
Şekil 2.21.	Binanın havalandırma sistemini cephe modülüne bağlayan havalandırma hücresinin görünümü [Loncour, X. 2002]	30
Şekil 2.22.	Kutu tipi bir çift kabuk cephenin montaj halindeki görünümü [Loncour, X. 2002]	31
Şekil 2.23.	Kutu tipi çift kabuk cephe iç mekan detay görüntüsü [Loncour, X. 2002]	32
Şekil 2.24.	Koridor tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi	33
Şekil 2.25.	Birçok oda karşısında uzayan boşluk, sürekli havalandırma delikleri yoluyla kontrolsüz havalandırma [Loncour, X. 2002]	34
Şekil 2.26.	Tüm kat boyunca uzayan boşluk, havalandırma kutuları yardımıyla kontrollü havalandırma [Loncour, X. 2002]	34
Şekil 2.27.	Beş Değişik Hava Akım Tipi [Loncour, X. 2002]	34
Şekil 2.28.	Çok katlı bir çift kabuk cephenin şematik çizimi	35

Şekil 2.29.	Büyük boşluk ve panjurların görünümü [Loncour, X. 2002]	36
Şekil 2.30.	Çok katlı doğal havalandırmalı çift cephe- boşluk görünüşü [Loncour, X. 2002]	36
Şekil 2.31.	Yangın durumunda çok katlı çift kabuklu cephenin durumu [Loncour, X. 2002]	37
Şekil 2.32.	Çok katlı panjurlu bir çift kabuk cephenin şematik çizimi	38
Şekil 2.33.	Çok katlı panjurlu çift cephe ara boşluktan görünüş [Loncour, X. 2002]	38
Şekil 2.34.	Yatay pozisyondaki panjurların görünüşü [Loncour, X. 2002]	39
Şekil 2.35.	Eğimli panjurlu dış cephenin görünüşü [Loncour, X. 2002]	39
Şekil 2.36.	Şaft kutu tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi	40
Şekil 2.37.	Şaft Kutu Cephelerin Havalandırma Durumu [Loncour, X. 2004]	41
Şekil 2.38.	Cephe ve düşey havalandırma kanalının boşluktan görünüşü [Loncour, X. 2004]	41
Şekil 2.39.	Şaft Kutu Cephede, cephe yüzeyindeki havalandırma durumu [Loncour, X. 2004]	42
Şekil 2.40.	Doğal havalandırmalı cephede dış kabuğun motorize açıldığı örnek [Loncour, X. 2004]	44
Şekil 2.41.	Doğal havalandırma sistemindeki ısı akış durumu Commerzbank Genel Müdürlük Binası [Detail, 1997]	45
Şekil 2.42.	Ara boşluğu mekanik havalandırılmış cephe örneği [Loncour, X. 2004]	46
Şekil 2.43.	Mekanik havalandırmalı ara boşluk tipi-1 [Loncour, X. 2002]	47
Şekil 2.44.	Mekanik havalandırmalı ara boşluk tipi-2 [Loncour, X. 2002]	48
Şekil 2.45.	Mekanik havalandırmalı ara boşluk tipi-3 [Loncour, X. 2002]	48
Şekil 3.1.	Konsol taşıyıcılı strüktür prensip detayı [Uuttu, S. 2001]	51
Şekil 3.2.	Döşemeye üstten bindirilerek uzatılmış konsol taşıyıcılı strüktür örneği [Uuttu, S. 2001]	51
Şekil 3.3.	Sanomatalo Binası (konsol taşıyıcılı strüktür örneği) [Uuttu, S. 2001]	52
Şekil 3.4.	Konsol taşıyıcılı strüktür bağlantı noktası detay görünüşü [Uuttu, S. 2001]	53
Şekil 3.5.	Asma strüktürlü bir sistemin ana taşıyıcı sisteme bağlantı detay görünüşü [Uuttu, S. 2001]	54
Şekil 3.6.	Asma strüktür prensip detay çizimi [Uuttu, S. 2001]	55
Şekil 3.7.	Nokia Ruoholatti Binası asma strüktürlü dış kabuğun görünüşü [Uuttu, S. 2001]	56
Şekil 3.8.	Çerçeve strüktür prensip detay çizimi [Uuttu, S. 2001]	57
Şekil 3.9.	Kista Tower binası çerçeve strüktürlü dış kabuğun detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]	58
Şekil 3.10.	Asma germe cam cephelerin değişik taşıtılma şekilleri	59
Şekil 3.11.	Asma germe sistemli çift kabuk cephenin montaj perspektifleri	60
Şekil 3.12.	Asma germe sistemli bir çift kabuk cephenin nokta detay kesiti	60
Şekil 3.13.	Asma germe sistemli bir çift kabuk cephenin nokta detay planı	61
Şekil 3.14.	Asma germe sistemli çift kabuk cephe örneği, Milan	62
Şekil 3.15.	Giydirme cephe bileşenlerinin resmi [Uzak, 1998]	63
Şekil 3.16.	Çubuk Sistem Giydirme Cephe Bileşenleri [Süyük, E. 2003]	65

Şekil 3.17.	Çubuk Sistem Giydirme Cephe Nokta Detayı [Çapkur, 2000]	66
Şekil 3.18.	Tek ve Çift Bileşenli Çubuk Sistem [Süyük, E. 2003]	66
Şekil 3.19.	Çubuk sistemlerde tek yönlü düşey ve tek yönlü yatay taşıyıcı uygulaması	67
Şekil 3.20.	Çubuk sistemlerde çift yönlü düşey ve çift yönlü yatay taşıyıcı uygulaması	68
Şekil 3.21.	Yarı Panel Sistem Detayı [Çapkur, 2000]	69
Şekil 3.22.	Yarı Panel Sistem Montaj Şeması	70
Şekil 3.23.	Panel Sistem Giydirme Cephe Elemanları [Süyük, E. 2003]	71
Şekil 3.24.	Panel Sistem Noktasal Perspektifi	72
Şekil 3.25.	Panel sistem kutu tipi çift kabuk cephenin montaj fotoğrafı	73
Şekil 3.26.	Dış kabukta 12mm'lik temperli cam, iç kabukta low-e cam kullanılmış yapı örneği (Düsseldorf City Gate Binası, Almanya) [Poirazis,H. 2004]	79
Şekil 3.27.	Dış kabukta 4+6mm'lik temperli lamine cam kullanılmış yapı örneği (Sanomatalo Binası, Finlandiya) [Poirazis,H. 2004]	80
Şekil 3.28.	İç ve dış kabukta güneş kontrol camları kullanılmış yapı örneği (Victoria Life Insurance Binası, Almanya) [Poirazis,H. 2004]	82
Şekil 3.29.	Dış kabukta yansıtımlı güneş kontrollü cam kullanılan yapı örneği (Gladbacher Bank, Almanya) [Poirazis,H. 2004]	84
Şekil 3.30.	İç kabukta ısı yalıtım camı kullanılan çift kabuk cephe örneği (Kista Tower, İsveç) [Poirazis,H. 2004]	85
Şekil 3.31.	Parapetsiz Sistem Nokta ve Sistem Detayı [Uzak, 1998]	88
Şekil 3.32.	Cephe Paneli İle Taşıyıcı Strüktür Arası Tespit Yeri Olasılıkları	94
Şekil 3.33.	Tipik Cephe Tespit Plan Detayı [Uzak, 1998]	94
Şekil 3.34.	Değişik Ankrajlara Ait Çizimler [Uzak, 1998]	95
Şekil 3.35.	Tespit Elemanları(Asma ve ayarlı ankraj elemanının şematik çizimi) [Uzak, 1998]	95
Şekil 3.36.	Üç Yönlü Ayarlı Cıvata ile Yapılan Bir Tespit Düzenegi [Gür, 2001]	96
Şekil 3.37.	Dış kabuğu cam panjurlardan oluşan yapı örneği (Debis Binası) [Poirazis,H. 2004]	97
Şekil 3.38.	Ahşap jaluzili yapı örneği (Moravian Kütüphanesi, Çek Cumhuriyeti)	98
Şekil 3.39.	Stor güneş kırıcı bir yapının dışarıdan ve boşluk içinden görünüşü (Halenseestraße Binası, Berlin) [Poirazis,H. 2004]	98
Şekil 3.40.	Çift kabuk ara boşluğundaki panjur ve storların olası konumları	99
Şekil 3.41.	Çok katlı panjurlu bir çift kabuk cephedeki panjurların görünümü [Loncour, X. 2004]	99
Şekil 3.42.	Çok katlı bir çift kabuk cephenin ara boşluğundan görüntü [Loncour, X. 2004]	100
Şekil 3.43.	Koridor tipi bir çift kabuk cephenin ara boşluğundan görüntü [Loncour, X. 2004]	100
Şekil 3.44.	Deutsche Messe Ag Yönetim Binası cephe sistem kesitleri [Oesterle, 2001]	101
Şekil 3.45.	Business Tower cephe sistemi nokta detayı [Oesterle, 2001]	101
Şekil 3.46.	Beş Temel Hava Sirkülasyon Şekli [Loncour, X. 2004]	103

Şekil 3.47.	Dört Hava Sirkülasyon Şekli [Loncour, X. 2004]	104
Şekil 3.48.	Boşluğun Bir Diğer Havalandırma Yolu [Loncour, X. 2004]	104
Şekil 4.1.	Trafik gürültüsüne karşı bina dışında cam perde duvar ile alınan önlem [Oesterle, 2001]	105
Şekil 4.2.	İletim ve yayılım yoluyla ısı transferinin şematik gösterimi [Oesterle, 2001]	108
Şekil 4.3.	Radyasyon(ışınım) yoluyla ısı transferinin şematik gösterimi [Oesterle, 2001]	109
Şekil 4.4.	Tek kabuk ve çift kabuk cephelerin farklı yönlerdeki cephelerinin U-değeri [Oesterle, 2001]	110
Şekil 4.5.	Tek kabuklu cephedeki bir oda derinliğindeki günışığı etkisi [Oesterle, 2001]	112
Şekil 4.6.	Çift kabuklu cephedeki bir oda derinliğindeki günışığı etkisi [Oesterle, 2001]	113
Şekil 4.7.	Pencere yüksekliğinin artışıyla günışığı seviyesinin değişim grafiği [Oesterle, 2001]	114
Şekil 4.8.	Çift kabuk ara boşluğundaki ısısal hava akımının yönü [Oesterle, 2001]	120
Şekil 4.9.	Rüzgarın yapıyla karşılaştığı durumdaki hareketi [McGee, I., 2005]	121
Şekil 4.10.	Farklı yönlerden esen rüzgarların yapı cephelerinde oluşturduğu rüzgar yüklerinin farklılıklarının şematik gösterimi [Oes, 2001]	122
Şekil 4.11.	D.Messe AG binasındaki, rüzgarın bina köşelerinde oluşturduğu + ve – basıncın gösterimi [Lang, W. 2005]	123
Şekil 4.12.	Rüzgar basıncı ile çift kabuk ara boşluğundaki rüzgar basınçlarının yapının köşe noktasında eşitlendiği durum [McGee, I., 2005]	124
Şekil 4.13.	Çift kabuk ve tek kabuk yapıların 8 farklı yöndeki enerji giderleri [Stribling, D.]	126
Şekil 4.14.	Gladbacher Bank Binası yenilenme öncesindeki durumu [Poirazis,H. 2004]	128
Şekil 4.15.	Gladbacher Bank Binası yenilenme sonrasındaki durumu [Poirazis,H. 2004]	128
Şekil 5.1.a	City Gate binasının güney görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/dusseldorf/building.jpg).	131
Şekil 5.1.b.	Cephe boşluğunun görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/dusseldorf/window3.jpg).	131
Şekil 5.1.c.	İç cephenin görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/dusseldorf/window1.jpg).	131
Şekil 5.2.a.	Arag 2000 Kulesinin görünüşü (http://www.josef-gartner.de/referenzen/arag.htm)	132
Şekil 5.2.b.	Cephe boşluğunun görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_a.htm)	132
Şekil 5.2.c.	Dış cephe detay görünüşü (Compagno, 2002, p. 157)	132
Şekil 5.3.a.	Commerzbank Binasının görünüşü (http://csw.art.pl/new/2001/arch.html)	133
Şekil 5.3.b.	İçeriden görünüş (http://www.archleague.org/tenshadesofgreen/commerz.html)	133

Şekil 5.3.c.	Commerzbank girişinin görünüşü (http://www.archleague.org/tenshadesofgreen/commerz.html)	133
Şekil 5.4.a.	Eurotheum Binasının görünüşü (http://home.tonline.de/home/wleonhard/wlhдахch.htm)	134
Şekil 5.4.b.	İçeriden görünüş (http://www.nma.de/euroth-4.htm)	134
Şekil 5.4.c.	Panjurların görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/euro/window.jpg)	134
Şekil 5.5.a.	Debis Genel Merkez Binasının güney cephe görünüşü (http://www.nsg.co.jp/spm/sm81~90/sm87_contents/sm87_e_debis.html)	135
Şekil 5.5.b.	Koridordan görünüş (Compagno, 2002, p. 145)	135
Şekil 5.5.c.	Yürüme yolu ve dış cephenin detay görünüşü (http://www.nsg.co.jp/spm/sm81~90/sm87_contents/sm87_e_debis.html)	135
Şekil 5.6.a.	Halenseestrasse Binasının görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/halensee/building3.jpg)	136
Şekil 5.6.b.	Boşluğun görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/halensee/window.jpg)	136
Şekil 5.6.c.	Storların ve havalandırma kanalının görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/halensee/window2.jpg)	136
Şekil 5.7.a.	Galleries Lafayette Binasının görünüşü (http://www.permasteelisa.com.sg/images/galleries/01b.jpeg)	137
Şekil 5.7.b.	Galleries Lafayette Binasının diğer bir görünüşü (http://www.permasteelisa.com.sg/images/galleries/06b.jpeg)	137
Şekil 5.8.a.	Postdamer Binasının görünüşü (http://berlin1.btm.de/infopool/jsp/e_sw_potsdamer-platz.jsp)	138
Şekil 5.8.b.	Postdamer Binasının görünüşü (http://berlin1.btm.de/infopool/jsp/e_sw_potsdamer-platz.jsp)	138
Şekil 5.9.a.	Deutscher Ring V. Binasının dış görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_c.htm)	139
Şekil 5.9.b.	Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_c.htm)	139
Şekil 5.10.a.	RWE AG Binasının genel görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_j.htm)	140
Şekil 5.10.b.	Dış cephe detay görünüşü	140
Şekil 5.10.c.	Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_j.htm)	140
Şekil 5.11.a.	Print Media Academy Binasının genel görünüşü (http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/PMA.pdf)	141
Şekil 5.11.b.	Cephe detay görünüşü (http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/PMA.pdf)	141
Şekil 5.11.c.	Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/PMA.pdf)	141
Şekil 5.12.a.	Victoria Life Insurance Binasının dış görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/ensemble/window3.jpg)	142
Şekil 5.12.b.	Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/ensemble/windowa.jpg)	142
Şekil 5.12.c.	Dış cephe detay görünüşü (http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/casestudy/ensemble/windowc.jpg)	142

Şekil 5.13.a.	Victoria Ensemble Binasının genel görünüşü (http://www.vandervalentyn.de/98vv/ve/ve-15.htm)	143
Şekil 5.13.b.	Doğal aydınlatmalı iç avlu görünüşü (http://www.vandervalentyn.de/98vv/ve/ve-18.htm)	143
Şekil 5.13.c.	Bina girişinin görünüşü (http://www.vandervalentyn.de/98vv/ve/ve-08.htm)	143
Şekil 5.14.a.	DB Cargo Binasının genel görünüşü (Oesterle et al., 2001, p. 129)	144
Şekil 5.14.b.	Cephe detay görünüşü (Oesterle et al., 2001, p. 129)	144
Şekil 5.15.a.	Gladbacher Bank Binasının eski görünüşü (Oesterle et al.,2001,p.174)	145
Şekil 5.15.b.	Gladbacher Bank Binasının yeni görünüşü(Oesterle et al.,2001,p.174)	145
Şekil 5.16.a.	ENBW Binasının girişinin görünüşü (http://www.baggeridge.co.uk/baggeridge/Exports/German_apps/app_image1/germany1_zoom.htm)	146
Şekil 5.16.b.	ENBW Binası uzun cephesinin görünüşü (Oesterle et al.,2001,p.126)	146
Şekil 5.16.c.	Kutu pencere konstrüksiyonun detay görünüşü (Oesterle et al., 2001, p. 126)	146
Şekil 5.17.a.	Deutsche Post AG Binasının genel görünüşü (http://www.qscaudio.com/images/press/2003/06_03/bonn_tower_hi.jpg)	147
Şekil 5.17.b.	Güney ve kuzey cephe detay çizimleri	147
Şekil 5.17.c.	Yaz döneminde güney cephe havalandırmasının şematik çizimi	147
Şekil 5.18.a.	Business Tower Binasının maket fotoğrafı (Oesterle et al.,2001,p.120)	148
Şekil 5.18.b.	Binanın girişinin görünüşü (http://www.josef-gartner.de/referenzen/referenzen2e.htm)	148
Şekil 5.18.c.	Kısmi cephe görünüşü (Oesterle et al., 2001, p. 121)	148
Şekil 5.19.a.	Business Promotion Center Binasının görünüşü (Compagno, 2002, p. 120)	149
Şekil 5.19.b.	B.P.C. cephe detay görünüşü (Compagno, 2002, p. 120)	149
Şekil 5.19.c.	B.P.C. Binası tip kat planı (Compagno, 2002)	149
Şekil 5.20.a.	Deutsche Messe Ag Binasının görünüşü (Werner, L., 2005)	150
Şekil 5.20.b.	D.M.Ag. cephe detay görünüşü (Werner, L., 2005)	150
Şekil 5.20.b.	D.M.Ag. ara boşluk görünüşü (Werner, L., 2005)	150
Şekil 5.21.a.	Sanomatalo Binasının görünüşü (Uuttu, 2001, appendix A)	151
Şekil 5.21.b.	Sanomatalo Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (Uuttu, 2001, appendix A)	151
Şekil 5.22.a.	Martela Binasının görünüşü (Uuttu, 2001, appendix D)	152
Şekil 5.22.b.	Martela Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (Uuttu, 2001, appendix D)	152
Şekil 5.23.a.	Nokia Binasının görünüşü (Uuttu, 2001, appendix F)	153
Şekil 5.23.b.	Nokia Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (Uuttu, 2001, appendix F)	153
Şekil 5.24.a.	High Tech Center Binasının görünüşü (Uuttu, 2001, appendix K)	154
Şekil 5.24.b.	High Tech Center çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (Uuttu, 2001, appendix K)	154
Şekil 5.25.a.	Radiolinja Binasının görünüşü (Uuttu, 2001, appendix B)	155
Şekil 5.25.b.	Radiolinja Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (Uuttu, 2001, appendix B)	155
Şekil 5.26.a.	Nokia Keilalahti Binasının dış görünüşü (Uuttu, 2001, appendix J)	156
Şekil 5.26.b.	Nokia Keilalahti Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü	

	(Uuttu, 2001, appendix J)	156
Şekil 5.27.a.	Kone Binasının dış görünüşü (Uuttu, 2001, appendix I)	157
Şekil 5.27.b.	Kone Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (Uuttu, 2001, appendix I)	157
Şekil 5.28.a.	Kista Tower Binasının görünüşü [Poirazis,H. 2004]	158
Şekil 5.28.b.	Kista Tower Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü [Poirazis,H. 2004]	158
Şekil 5.28.c.	Hareketli alüminyum panjurların detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]	158
Şekil 5.29.a.	Nokia House Binasının dış görünüşü [Poirazis,H. 2004]	159
Şekil 5.29.b.	Nokia House Binası cephe detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]	159
Şekil 5.30.a.	Arlanda Pir F Binasının görünüşü [Poirazis,H. 2004]	160
Şekil 5.30.b.	Arlanda Pir F Binası çift kabuk detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]	160
Şekil 5.31.a.	ABB Business Center Binasının genel görünüşü[Poirazis,H. 2004]	161
Şekil 5.31.b.	ABB Business Center Binasının cephe detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]	161
Şekil 5.31.c.	ABB Business Center çift kabuk ara boşluğunun görünüşü [Poirazis,H. 2004]	161
Şekil 5.32.a.	Helicon Finsbury Binasının genel görünüşü (http://www.permasteelisa.com.sg/images/theelicon/01b.jpeg)	162
Şekil 5.32.b.	Çift kabuk ara boşluğundaki panjurların görünümü (http://www.permasteelisa.com.sg/images/theelicon/03b.jpeg)	162
Şekil 5.32.c.	Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü (http://www.permasteelisa.com.sg/images/theelicon/05b.jpeg)	162
Şekil 5.33.a.	Briarcliff House Binasının genel görünüşü (Compagno, 2002, p. 119)	163
Şekil 5.33.b.	Briarcliff House cephe havalandırma sistemi şeması (Compagno, 2002, p. 119)	163
Şekil 5.34.a.	Lloyd Binasının cephe görünüşü	164
Şekil 5.34.b.	Cephe nokta detay görünüşü	164
Şekil 5.34.c.	Şematik sistem kesiti	164
Şekil 5.35.a.	Delft Kütüphane Binasının genel görünüşü (Compagno, 2002, p. 116)	165
Şekil 5.35.b.	Cephe detay görünüşü (Compagno, 2002, p. 117)	165
Şekil 5.35.c.	İç mekan görünüşü (http://www.smartarch.nl/smartgrid/items/014_library.htm)	165
Şekil 5.36.a.	UCB Center Binasının genel görünüşü (http://www.rics.org/about_us/awards/ucb_centre.html)	166
Şekil 5.36.b.	UCB Center Binasının cephe detay görünüşü (BBRI - http://www.bbri.be/activefacades/images/ucb_01_siteweb_assar.jpg)	166
Şekil 5.37.a.	Aula Magna Binasının genel görünüşü (http://www.infosteel.com/nl/R%C3%A9sultats%20Concours%202002%20cat%20A.htm)	167
Şekil 5.37.b.	Aula Magna Binasının cephe detay görünüşü (BBRI - http://www.bbri.be/activefacades/images/AulaMagna/AulaMagna.jpg)	167
Şekil 5.38.a.	Moravian Kütüphane Binasının genel görünüşü [Poirazis,H. 2004]	168
Şekil 5.38.b.	Moravian Kütüphane Binasının cephe detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]	168
Şekil 5.38.c.	Moravian Kütüphane Binasının ara boşluğunun görünüşü [Poirazis,H. 2004]	168

Şekil 5.39.a.	Occidental Chemical Center Binasının genel görünüşü(http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/hooker.pdf)	169
Şekil 5.39.b.	Occidental Chemical Center Binasının ara boşluğunun görünüşü (http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/hooker.pdf)	169
Şekil 5.39.c.	Occidental Chemical Center Binasının havalandırma şeması (http://www.fes.uwaterloo.ca/architecture/faculty_projects/terri/ds/hooker.pdf)	169
Şekil 5.40.a.	Aurora Tower Binasının genel görünüşü (http://www.dupont.com/safetyglass/1gn/stories/15064.html)	170
Şekil 5.40.b.	Aurora Tower Binasının cephe görünüşü (Compagno, 2002, p. 148)	170
Şekil 5.40.c.	Aurora Tower Binasının cephe kaplamasının detay görünüşü (Compagno, 2002, p. 149)	170
Şekil 6.1.	Tez içinde incelenmiş ve incelenmemiş uygulamaların şematik dağılımı	172
Şekil 6.2.	İncelenen örneklerin cephe tiplerinin şematik değerlendirmesi	174
Şekil 6.3.	İncelenen örneklerin havalandırma tiplerinin şematik değerlendirmesi	176
Şekil 6.4.	İncelenen örneklerin destekleyici strüktürlerinin değerlendirmesi	178

SEMBOL LİSTESİ

g	: Toplam güneş enerjisi iletimi
sc	: Gölgeleme katsayısı
T_e	: Direkt geçirgenlik
U-değeri	: Isısal iletim katsayısı
WO_3	: Tungsten oksit
SHGC	: Güneş ısısı kazanç katsayısı
$1/\Delta$: Isı Geçirgenlik Direnci

ÖZET

Dünya üzerindeki tüketilebilir enerji kaynaklarının azalması ve maliyetlerinin de her geçen gün artmasından dolayı yapılarda enerji korunumunu sağlayan sistemler ortaya çıkmıştır. Çift kabuk cepheler de yapılardaki kullanılan enerjiden maksimum düzeyde faydalanma ve enerji kayıplarını minimuma indirme ihtiyacından ortaya çıkmıştır.

Ülkemiz için henüz çok yeni bir konu olan çift kabuklu binaların dünya üzerindeki uygulamaları gün geçtikçe yükselen bir grafikte artmaktadır. Bu çalışma da hedef, ülkemizdeki benzer uygulama yapmak isteyen kişi ya da kurumlara ön bilgi mahiyetinde bir kaynak oluşturmaktır. Bu noktadan hareketle tezin taslağı şu şekilde oluşturulmuştur.

Birinci bölümde; araştırmanın neden ortaya çıktığı, elde edilmek istenen sonuçlar, çalışmanın kapsamı ve çalışmada izlenen yöntem bulunmaktadır. *İkinci bölümde;* çift kabuk cephelerin ortaya çıkış sebepleri, tarihsel süreç içerisindeki gelişimi, cephe tiplerine göre sınıflandırılması ve havalandırma şekillerinin neler olduğu açıklanmıştır. *Üçüncü bölümde;* çift kabuk cepheyi oluşturan unsurlar açıklanmıştır. *Dördüncü bölümde;* çift kabuk cephe tasarımına etki eden parametrelerin neler olduğu ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. *Beşinci bölümde;* dünya üzerinde uygulanmış çift kabuk cephe örneklerinden hakkında en çok bilgi toplayabildiğimiz 40 adet örnek sistematik bir şekilde incelenmiştir. Bu incelemede örneklerin cephe tiplerinin neler olduğu, çift kabuk ara boşluğunun ne şekilde havalandırıldığı, cepheyi oluşturan panellerin hangi malzemelerden oluştuğu ve çift kabuk destekleyici strüktürünün ne olduğu açıklanmıştır.

Altıncı bölümde ise beşinci bölümde sistematik bir şekilde incelenmiş örneklerin karşılaştırmalı tablolar oluşturularak değerlendirmesi ve çift kabuk cephedeki ilave cephenin yapı maliyetine getirdiği artı yük ile yapıların kullanım dönemlerindeki sağladığı tasarruf karşılaştırılarak Türkiye de uygulanma olasılığı değerlendirilmiştir.

SUMMARY

The systems which provide an energy preservation in the buildings have appeared due to the decrease of the expendable energy resources on earth, and the continuously increasing costs of these resources. The double skin facades were developed because of the need for minimizing the energy losses and benefiting from the energy used in the buildings at a maximum level.

The examples of the double skinned buildings, which is a very new subject for our country, are increasing with a rising graphic in the world. The purpose of this work is constituting a source of knowledge which will serve as a preliminary information for the people and institutions whom wish to make a similar application in our country. Thus, the outline of the thesis was constituted as seen below.

In the first chapter contains the reasons which led to this research, the desired conclusions, the extent of the research and the method followed in this work. In the second chapter; the reasons behind the development of the double skin facades, their development in the historical process, the classification based on the facade types, and the aeration types have been explained. In the third chapter; the elements which constitute the double skin facades have been explained. In the fourth chapter; the parameters which effect the designing of the double skin facade applications are explained in detail. In the fifth chapter; forty examples of the double skin façade applications in the world, which we could gather the most information about, are examined systematically. In this examination, the façade types of the samples, the aeration style of the inner cavity of the double skin, the materials of the panels which constitute the façade and the supporting structures of the double skin are explained.

In the sixth chapter, the practicability of the double skin facades in Turkey is evaluated by; evaluating the samples examined systematically in the fifth chapter by making comparison tables and comparing the extra burden in the building costs caused by the additional façade in the double skin facades with the conservation it provides during the usage period of the buildings.

1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Arka Planı

1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizi, binalarda enerjinin verimli kullanımını zorunlu kılmıştır. Teknolojideki hızlı gelişim, insan hayatını kolaylaştırmasının yanı sıra insanları teknolojiye ve onun ihtiyacı olan enerjiye bağımlı hale getirmiştir. Enerji kaynaklarının giderek azalması ve aşırı yakıt tüketiminin neden olduğu çevre kirliliğinin ciddi boyutlara ulaşması dünyadaki tüm ülkeler için ciddi bir problem oluşturmuştur. Bu sebeple enerjinin verimli kullanılması ve doğayla dost doğal enerji kaynaklarına yönelme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bina endüstrisinde de enerjinin etkin kullanılmasına ilişkin çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar arasında yapı kabuğunda enerji denetimi sağlayan sistemler önemli yer tutmaktadır.

Yapı kabuğunda enerji denetimi sağlayan sistemler, özellikle çok katlı binalar için önem taşımaktadır. Çok katlı binalarda toplam ısı kaybının %40'ı yapı kabuğu aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu binalarda kabukta enerji denetimini sağlayacak sistemler, kışın binanın ısı kayıplarının azalmasına, yazın ise güneş ışınımı kazançlarının kontrol altına alınarak soğutma yüklerinin azaltılmasına imkan sağlamaktadır. Bu sistemler arasında akıllı yapı kabuğu ve çift kabuklu cepheler ön plana çıkmaktadır.

Çift kabuklu cepheler, enerji denetiminden başka bina için değişik havalandırma imkanları da sunmaktadır. Yüksek binaların en üst katlarında bile iç kabuktaki pencerelerin açılmasına imkan sağlamaktadır. Ara boşlukta teşkil edilen yürüme yolları sayesinde binanın cephe temizliği rahatlıkla yapılabilir. Aynı zamanda ara boşlukta bulunan hareketli panjurlar sayesinde binaya gelen güneş ışığı kontrol altına alınarak bina içindeki konfor ortamı korunmuş olur.

Çift kabuklu cepheler ilk yatırım maliyetinin çok yüksek olmasına karşın, binanın ısı kayıplarını önemli ölçüde azaltarak enerji tüketiminin denetim altına alınmasını sağlamaktadır. Bu sebeple de günümüzde çift kabuklu cephe uygulamaları artmıştır.

1.2. Problemin Tanımlanması

Zamanla enerji kaynaklarının giderek azalması, aşırı derecede fosil yakıtı kullanımı sonucu CO₂ emisyonlarının artması, malzeme üretimi, bina yapım ve işletim sürecinde ortaya çıkan kirletici maddelerin havaya, suya ve toprağa karışarak insan sağlığını tehdit edici boyutta çevre kirliliğine neden olmaları; enerji ihtiyacına ve çevresel isteklere ilişkin konuların bina tasarımında dikkate alınması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. 1970'li yıllarda ivme kazanan bu görüşler mimarlara önemli sorumluluklar yüklemiştir. Mimarlar enerji tüketimi en alt seviyede olan ve enerjiyi verimli kullanan tasarım yaklaşımlarını benimsemişlerdir. Günümüzde yaşanan çevre sorunları ve yenilenemez enerji kaynaklarının tükenerek oluşunun belirlenmesi bu yaklaşımı bir zorunluluk haline getirmiştir. 1993'de Dünya Mimarlık Kongresi'nde sözü edilen gelişmelerin değerlendirilmesi sonucunda enerji etkin tasarım yaklaşımının yapıların doğal çevre ve enerji tüketimi üzerindeki etkilerini önemli ölçüde azalttığı kabul edilmiştir [Çetiner, İ., 2002].

Temel olarak enerji etkin tasarım, performans, sağlık ve konfor için en az seviyede enerji girdisine ve en az seviyede enerji harcamasına sahip olan tasarım olarak tanımlanabilir. Twinn'e göre bir binanın enerji etkin bir bina olabilmesi için, binanın en fazla enerji tüketen alt sistemlerinin belirlenerek bunların en az seviyede enerji tüketecek şekilde tasarlanması gerekmektedir [Twinn, C., 1997]. Bu bağlamda yapılarda enerji kullanımının dağılımının ve nedenlerinin bilinmesi yapıların enerji etkin tasarlanabilmesi için önemli bir unsur haline gelmiştir [Özler, M. E., 2003].

Yapıların özel koşullar içinde bulunduğu bölgenin iklimsel koşulları, kullanıcı ve tercihleri, konfor ölçütleri, kabul edilen standartlar yapının toplam enerji yükünü belirleyen unsurlardır. Yapılarda enerjinin kullanıldığı alanların bilinmesi enerji etkin

tasarım anlayışının uygulanmasında en önemli öğelerden biridir. Yapının muhtemel enerji yükünün tasarım aşamasında belirlenmesi, enerjinin fazla tüketildiği alt sistemlerin az enerji tüketecek şekilde tasarlanmasına olanak sağlar. Genel olarak yapılarda ısıtma, soğutma ve havalandırma için harcanan enerji yapının tüm enerji giderinin 40%'ı kadardır. Tablo 1.1'de görüldüğü gibi enerji kullanımına ofis binaları açısından bakıldığında HVAC sistemlerinin enerji harcaması toplam enerji giderlerinin yaklaşık 50%'si kadardır [Özler, M. E., 2003].

Kullanım yeri	Elektrik tüketimi KWh/ay	Yüzde %
Aydınlatma	16305	5,4
HVAC sistemleri	150420	49,6
Asansörler	41370	13,6
Diğer	95259	31,4
Toplam	303354	100

Tablo 1.1 Büro binalarında enerji kullanımı dağılımı

Bina kabuğunun temel görevlerinden biri kullanıcılarına rahat iç ortam sağlamaktır. Dış kabuğunda görüş sağlamak gerekli gün ışığının mekanın içine almak gibi birçok görevi vardır.

Bugüne kadar yapılan araştırmalar, çift cephe sisteminin geleneksel cephe sistemlerinden daha iyi termal performansa sahip olduğunu göstermiştir. Soontorm Boonyatikarn's ın yazısında atılan başlıkta hava akış performansı klasik pencerelerle karşılaştırıldığında çift kabuk sisteminin ısı ve termal konforu düzeltilmiş olduğu gösterilmiştir [Boonyatikarn 1987].

Çift cephenin performansı konfigürasyon farklılıkları nedeniyle farklılık gösterebilir. Genel olarak sistem konfigürasyonu için opsiyonlar aşağıdakileri içerir.

- Doğal mekanik yardımcı havalandırma
- Uygulanan cephe tipi
- Cam katman özellikleri ve düzeni
- Boşluk ebadı ve derinliği
- Gölgeleme aygıtı konumu ve özellikleri

Çift kabuklu cephelerin örnekler üzerinden inceleneceği bu tezde;

- Avrupa'daki çift kabuk cephe uygulama örneklerinin ülkelere göre dağılımı ne şekildedir?
- İncelenen örnekler arasında en çok hangi cephe tipi kullanılmıştır?
- İncelenen örnekler arasında en çok hangi havalandırma tipi kullanılmıştır?
- İncelenen örnekler arasında en çok hangi destekleyici strüktür tipi kullanılmıştır?
- Çift kabuklu binanın yapacağı enerji tasarrufunun maliyetiyle kıyaslandığında ne kadar zamanda kendini amorti edebilir?

Sorularına yanıt aranacaktır.

1.3. Kapsam ve Sınırlamalar

Bu çalışmada çift kabuk cephelerin ilk ortaya çıkışı ve gelişimi anlatılmıştır. Uygulanan örneklerden yola çıkılarak bu tip cephelerin genel bir sınıflandırılması yapılmış ve ortak özellikleri şablon tablolarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada çift kabuk cephenin başlangıcı konumunda olan çift pencereci cepheler tam anlamıyla çift kabuk cephe tanımına girmediği için sınıflandırmaya tabi tutulmamıştır.

1.4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde henüz uygulaması yapılmamış fakat dünya üzerinde gün geçtikçe kullanım alanı genişleyen çift kabuk cephelerin gelişme nedenlerini açıklamak ve ayrıntılı bir şekilde örnekler üzerinde inceleme yapılarak muhtemel bir uygulama yapacak kişi ya da kurumlara ön bilgi mahiyetinde bir doküman oluşturmaktır.

1.5. Yöntem

Çalışmamızda temel aldığımız yöntem “Çift Kabuk Cepheler” ile ilgili literatür taraması yaparak buradan hareketle;

- Çift kabuk cephelerin gelişimi ve farklı araştırmacıların çift kabuk cephe tanımlamaları anlatılmıştır,
- Çift kabuk cephelerin özellikleri, olumlu ve olumsuz yönleri açıklanmıştır,
- Çift kabuk cephelerin sınıflandırma şekilleri yapılmıştır,
- Çift kabuk cephelerin tasarımına etki eden faktörler tespit edilmiştir,
- Dünya üzerinde seçilmiş uygulama örnekleri sistematik bir şekilde incelemesi yapılmıştır.

Sonuç bölümünde ise, uygulanan örneklerden yola çıkılarak en çok tercih edilen cephe tipi, havalandırma tipi ve destekleyici strüktür tipleri tespit edilmiş ve nedenleri anlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca çift kabuk cepheli binaların Türkiye’de uygulanabilirliği üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

2. ÇİFT KABUK CEPHELER

2.1. Çift Kabuk Cephenin Gelişimi, Tanımı ve Özellikleri

Çift cephe gelişimi, özellikle metal ve camdan oluşan cephelerin gelişimiyle başlamıştır. 20.yy başından bu yana dış kabuk sadece koruma değil; aynı zamanda estetik bir anlayış içermektedir. Boyut, form ve pencere sayısı eskisi gibi strükture göre sınırlanmamaktadır. Cephe malzemesi olarak camın kullanılmaya başlanması ile şeffaf, yarı şeffaf yüzeyler ile mekana alınan ışık miktarı ayarlanmaya başlanmıştır.

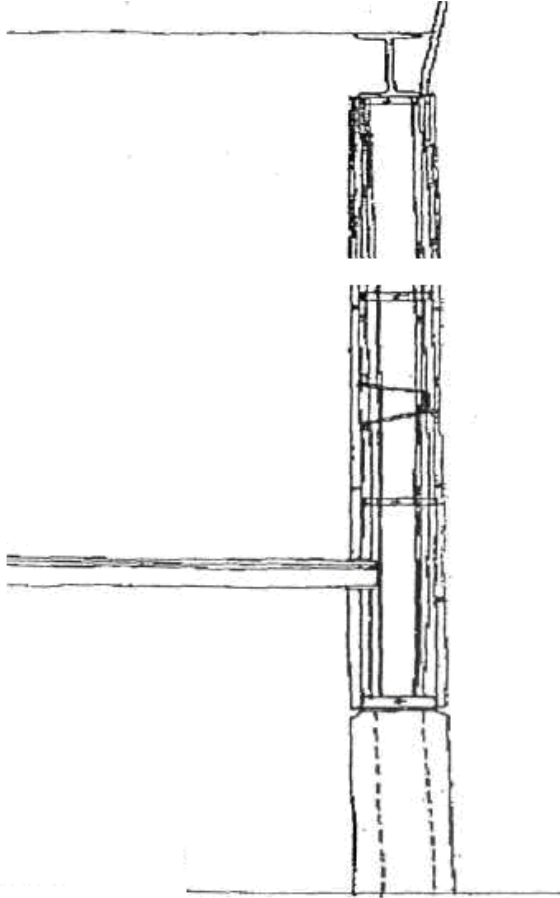
Yöresel mimari dışında çift kabuk cephe sistemlerinin uygulandığı ilk yapı Almanya'nın Giengen kentinde inşa edilen Steiff Fabrika Binası'dır. Yapı 1903 yılında fabrika sahibi Richard Steiff' in oğlu tarafından oyuncak fabrikası olarak tasarlanıp uygulanmıştır. Yapı tasarımını etkileyen faktörler gün ışığından maksimum derecede faydalanma isteği, yörenin sahip olduğu iklim koşulları ve yöredeki güçlü rüzgarlardan yapıyı koruma isteğidir. Yapı depo olarak kullanılan zemin katı, çalışma alanı olarak kullanılan ikinci ve üçüncü katları olmak üzere toplam üç katlıdır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Steiff Fabrika Binasının dış ve iç mekandan görünüşü [Anon, 3]

Yapının struktürüne entegre edilmiş çelik kafesler çift cidarlı cephe sisteminin struktürünü oluşturmaktadır. Yapı kabuğunu oluşturan elemanlar bu kafes üzerine monte edilerek sistem tamamlanmıştır (Şekil 2.2). Kabuğun iki yüzeyi arasındaki boşluk 25 cm.

genişliğindedir. Yapı kabuğu üzerinde sistemin bakım ve onarımı için çeşitli yerlerde açılmış müdahale kapakları bulunmaktadır. Sistem başarılı bir performans göstererek kendini kanıtlamıştır. 1904 ve 1908 yıllarında yapıya aynı sistem kullanılarak iki ek bina daha inşa edilmiştir. Fakat ek binalarda ekonomik nedenlerden dolayı cephe sisteminin konstrüksiyonu çelik yerine ahşap yapılmıştır. Ana bina ve ek binalar hala kullanılmaktadır.



Şekil 2.2. Steiff Fabrika Binası Cephe Kesiti, 1903 Almanya [Ana, 1999]

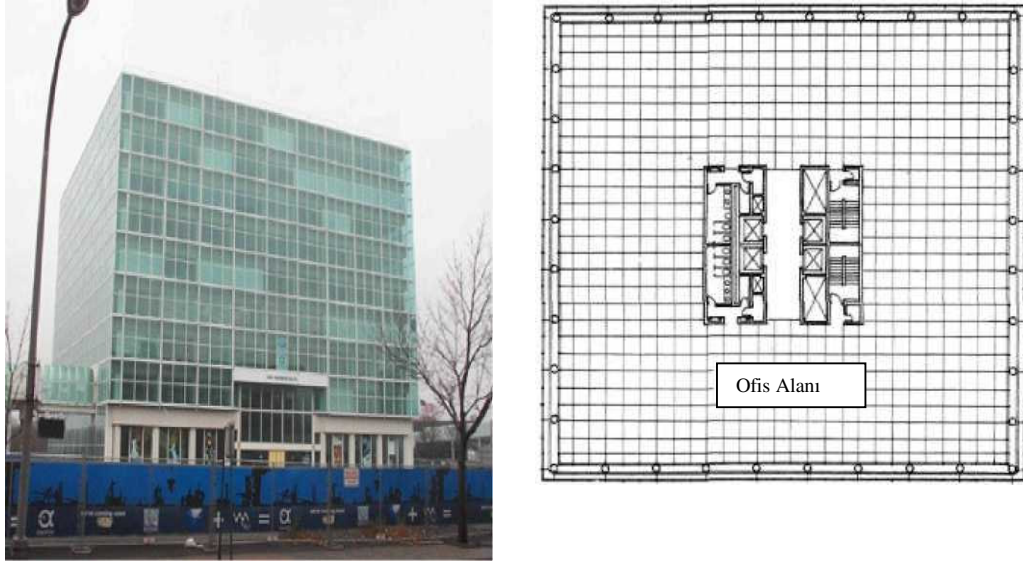
Tasarımı 1904 yılında Otto Wagner tarafından yapılan Viyana'daki Post Bank binası 1904-1912 yılları arasında iki aşamada inşa edilmiştir. Binanın ana holü üzerinde bulunan çatı ışıklığı çift kabukludur. Çatı ışıklığının konstrüksiyonu çelik makaslardan oluşmaktadır. Bu makasların alt ve üst kısımlarına cam paneller alüminyum profiller yardımıyla oturtulmuştur. Çatı ışıklığı kendinden olabilecek ısı kayıplarını en aza indirmek için çift kabuklu yapılmıştır. Bina hala aynı fonksiyonla

kullanılmaktadır. Yapı 1970 yılında büyük bir tadilattan geçtiyse de çatı ışıklığı aynen korunmuştur [2002. www.buildingenvelopes.org/doubleskins/history].

1920'lerde öne çıkan yapılardan biri de Narkomfin Binası'dır. Yapı 1928 yılında Rusya'da bir toplu konut projesinin parçası olarak inşa edilmiştir. Yapı Moisei Ginzburg tarafından tasarlanmıştır. Yapının ana cephesi çift kabuktan oluşmaktadır. Bu kabukları birbirine ve yapıya bağlayan çelik bir kafes bulunmaktadır. Bu çelik kafes yatay ve düşey çelik ' I ' profillerin birbirine kaynakla bağlanmasından oluşmuştur. Bu yapıda sistemin kullanılmasındaki amaç yapının ısı kayıplarını en aza indirmektir. Yapının pencerelerden olan ısı kayıplarını en aza indirmek için sistemin her iki yüzeyine de pencere eklenerek sistem geliştirilmiştir. Yapı yıllar içerisinde büyük oranda tahrip edilmesine rağmen hala kullanılmaya devam edilmektedir. [2002. www.buildingenvelopes.org/doubleskins/history].

1920'lerin sonlarında çift kabuk cepheler yeni öncelikler kazanarak gelişmiştir. Le Corbusier'de bu sistemin gelişmesine öncülük eden mimarlardan biridir. Mimarın tasarladığı Cite de Refuge (1920) ve Immeuble Clarte (1930) projelerinin cephelerinde çift kabuklu cephe sistemlerini kullanmıştır. Bu projedeki sistemi diğerlerinden farklı kılan en önemli fark yapı yüzeyleri arasındaki boşluğun doğal yolla havalandırılmasıdır. Sistemin maliyetinden dolayı projeden uygulama aşamasında vazgeçilmiştir.

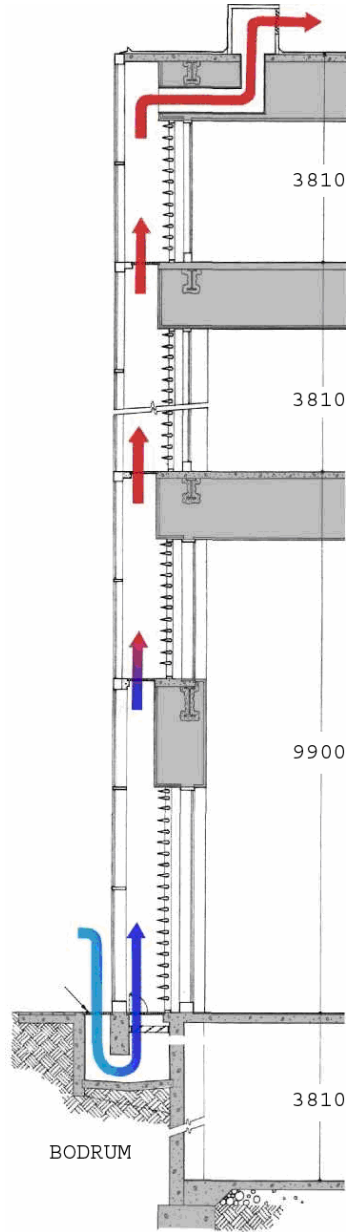
1970-80'li yıllar arasındaki süreçte çift kabuklu cephe sistemleri modern mimarideki yerini almıştır. Bu süreçte inşa edilen en önemli yapı Cannon Design tarafından tasarlanan New York'taki Occidental Chemical Center ofis binasıdır.



Şekil 2.3. Occidental Chemical Center dış cephe görünüşü ve ofis katı planı
[Harrison, K. 2001]

Bu binada Le Corbusier'in Cite de Refuge projesinde kullandığı sistem kullanılmıştır. Yüzeyler arasındaki boşluğun genişliği 30 santimetredir. İç mekanları güneşin yakıcı etkisinden korumak için iç cam yüzeyin önüne metal jaluziler yerleştirilmiştir. Cephe sisteminin en üst kısmında bulunan havalandırma bacası ısınan havanın yükselerek bu baca yardımıyla dışarı atılmasını sağlar. Bu doğal hava hareketi sayesinde yüzeyler arasındaki boşluk doğal yolla havalandırılmaktadır (Şekil 2.4).

Çift kabuklu cephe sistemlerinin yapılarda ısıtma ve soğutma enerjisi açısından önemli tasarruf sağlaması sistemin kullanımını yaygınlaştıran en önemli özelliktir. Yetmişli yılların sonuna doğru enerji maliyetlerinin yükselmesi mimarları enerji maliyeti düşük binalar tasarlamaya yöneltmiştir. Bu aşamada bina cepheleri yapının enerji kayıp ve kazançları açısından en önemli yeri haline gelmiştir. Mimarlar ve mühendisler çalışmalarını cephe sistemlerinde ve malzeme seçimlerinde odaklandırmıştır. Bilgisayar yazılımlarındaki gelişmeler sayesinde yapı kabuğunun performansının en ince ayrıntısına kadar hesaplanabilmesi ve simüle edilebilmesi yapıların optimum performansa ulaşmasında bir başka önemli etkidir.



Şekil 2.4 Occidental Chemical Center Binası Cephe Kesiti [Harrison, K. 2001]

1980'li yıllarda Avrupa ve Amerika'da, yapılarda enerji tasarrufuna devlet desteği gelmesiyle çift kabuklu cephelerin tercih edilmesi artmıştır. Doksanlı yıllara gelindiğinde özellikle yüksek yapıların enerji giderleri Avrupa'nın bazı ülkelerinde yönetmeliklerle sınırlandırılmıştır. Bu ülkelerdeki yüksek yapılara bakıldığında istisnasız hepsinde çift kabuklu cephe sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu

yapılar arasında en öne çıkan bina Norman Foster tarafından tasarlanan Frankfurt'taki Commerzbank Binası'dır. Yapı enerji maliyeti düşük olan yüksek yapıların en güzel örneklerinden biridir(Şekil 2.5).



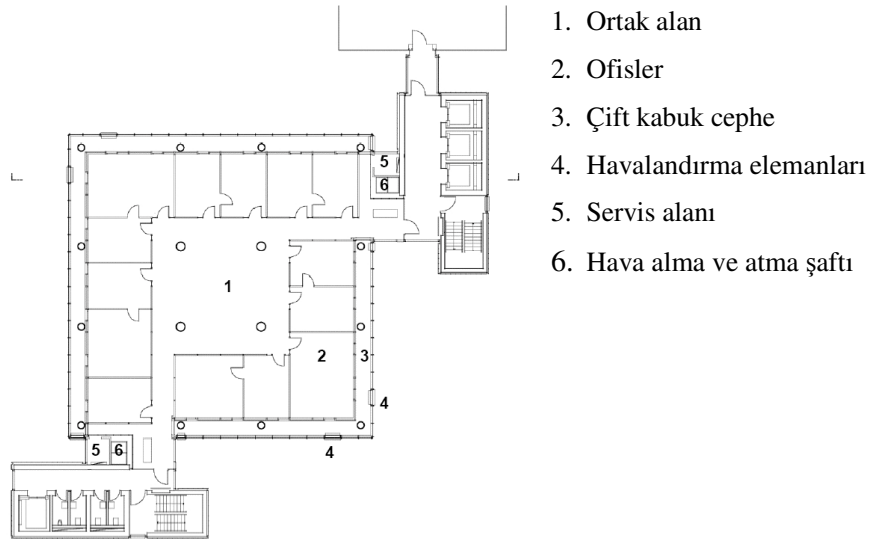
Şekil 2.5. Commerzbank Binası görünüşü

Yirminci yüzyılda ise durum değişmemiştir, çift kabuklu cephe sistemleri gelişmeye devam etmektedir. Thomas Herzog ve ortakları tarafından tasarlanan Deutsche Messe Ag fuarcılık firmasının 2000 yılında inşaatı tamamlanmış yeni yönetim binası Hannover uluslararası fuar alanında yer almaktadır (Şekil 2.6). İşverenin yapıda kalitesi yüksek çalışma mekanları ve enerji maliyeti düşük bir bina isteği mimari tasarımı etkileyen en önemli faktörler olmuştur. Bu istekler doğrultusunda proje birbirinden farklı disiplinlerin bir arada uyumlu çalıştığı önemli projelerden biri olmuştur. Mimari, havalandırma ve binayı taşıyan konstrüksiyon en ideal şekilde birbirleriyle uyumludur. Yapının hem işlevsel oluşu ve dışarıya karşı etkisi, hem de güneş ve rüzgar gibi yerel çevre enerjisini bilinçli şekilde kullanması yapıya kendi karakterini vermektedir (Şekil 2.9) [Çimen,B.,2001].



Şekil 2.6. Deutsche Messe Ag yönetim binası [Lang, W. 2005]

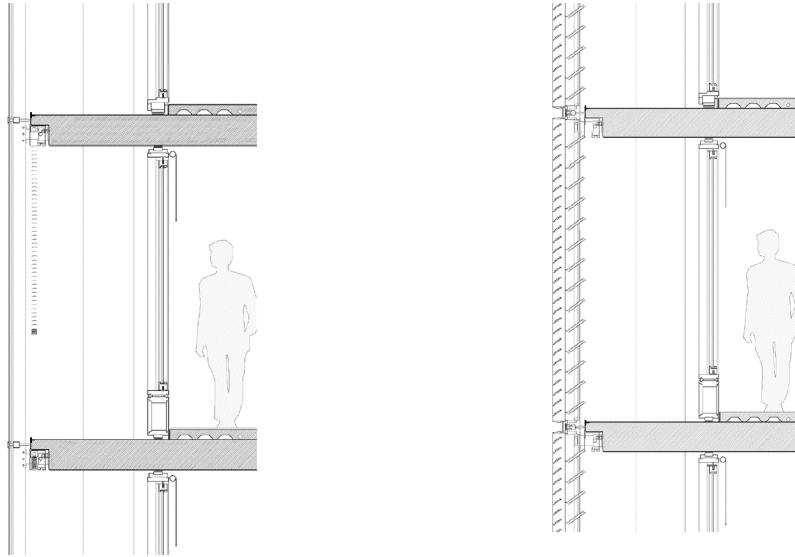
Yapının planı 24x24 metre ebadındaki kare şeklindeki ofis hacmi ve bu alanın dışında planlanan iki servis çekirdeğinden oluşmaktadır (Şekil 2.7). Yapı üç kat yüksekliğindeki giriş holü, 14 standart ofis katından oluşmaktadır. Güneydoğu servis çekirdeğinin yüksekliği ise 70 metredir [Çimen,B.,2001].



Şekil 2.7. Deutsche Messe Ag binası normal kat planı [Lang, W. 2005]

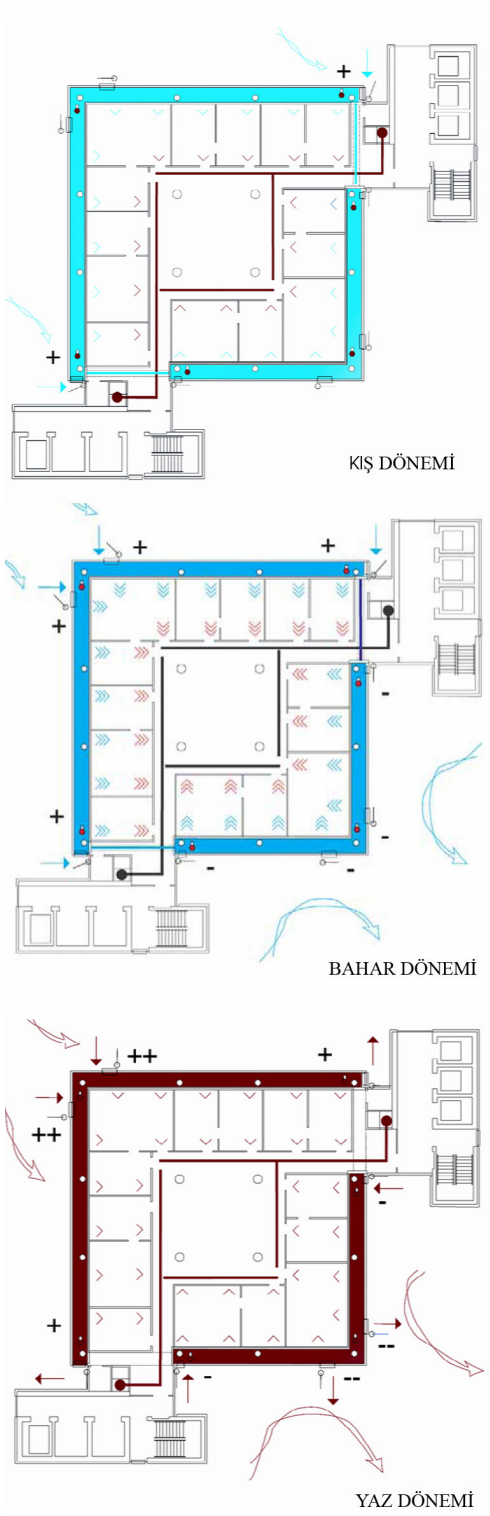
Binanın yapısal özellikleri aynı zamanda ısıtma ve soğutma enerjisi giderlerinde tasarruf sağlamaktadır. Bu tasarrufu sağlayan en önemli yapı elemanı çift cidarlı cephe sistemidir. Bu binada koridor tipi (kesintili tip) çift kabuk cephe tipi uygulanmıştır (Şekil 2.8).

Kabuklar arasındaki hava boşluğu hem doğal hem de mekanik sistemler yardımıyla havalandırılmaktadır. Dış cephe çelik konstrüksiyon üzerine oturan çok ince alüminyum profilli camdan oluşur. Cephenin iç kabuğu ise ahşap konstrüksiyonlu pencereler ve çift tabakalı camdan oluşmaktadır (Şekil 2.11). İçeriden dışarı doğru bakıldığında renk kaybını önlemek ve daha net bir görüntü elde etmek için cephede kristal cam kullanılmıştır. Isıtma ve soğutma sisteminin boruları iç cephedeki ahşap pencere konstrüksiyonlarının altına gizlenmiştir.



Şekil 2.8 Farklı yönlerdeki cephe sistem kesitleri [Lang, W. 2005]

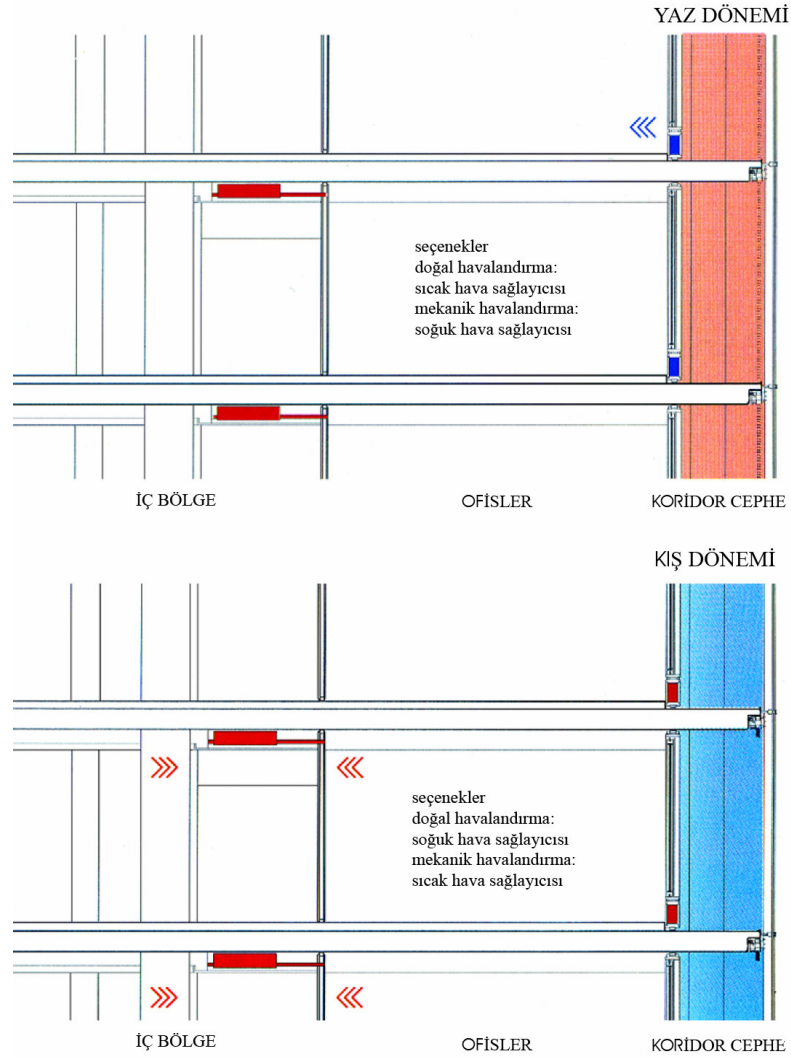
Cepheler arasındaki boşluğun doğal yolla havalandırılması için rüzgarın içeri alınacağı hareketli şerit paneller bulunmaktadır. Dış cephedeki panel altı farklı pozisyona girebilir. Bu her kat için 720 farklı tüm bina için 14000 yeni olanak yaratır. Panellerin açılıp kapatılması bilgisayarlar aracılığıyla kontrol edilmektedir. Bilgisayara daha önce verilen bilgiler, dört mevsimdeki hava koşullarım ve rüzgar ile ilgili değerleri içerir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. D.M.Ag Binası mevsimlere göre doğal havalandırma prensip şeması

[Lang, W. 2005]

Cepheler arasında kalan boşluk için altı sıcaklık değeri belirlenir. Böylece cepheler arasındaki boşluğun en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklığı bilgisayarlarla ayarlanabilmektedir. Boşluğun sıcaklığı ayarlanırken en önemli faktör dış ortamın sıcaklığıdır. Günün içindeki değişken koşullara göre (güneş enerjisinin etkisi, rüzgar yönü ve şiddeti) farklı havalandırma stratejileri uygulanmaktadır. Boşluğun hangi yöntem ile havalandırılacağına bilgisayarlar karar vermektedir (Şekil 2.10) [Anonim ,2001,Domus].



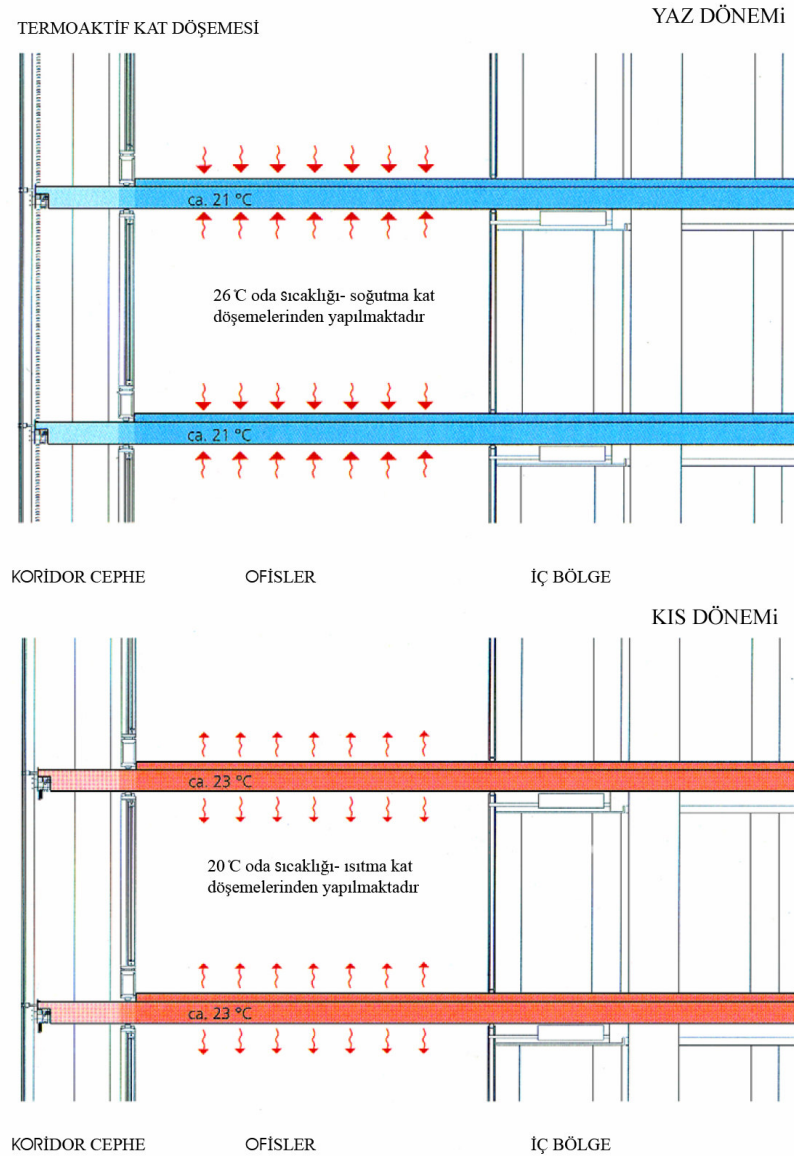
Şekil 2.10. D. Messe Ag Binası yaz ve kış dönemi iç mekan havalandırma seçenekleri

[Lang, W. 2005]



Şekil 2.11. D.M.Ag Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü [Lang, W. 2005]

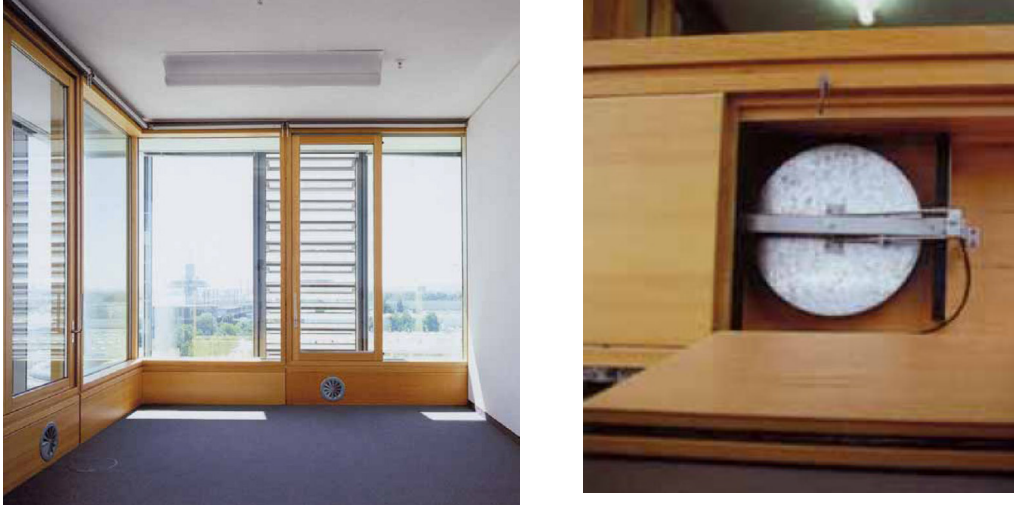
Binanın çevresinde dolaşan cepheler arasındaki boşluk hem büyük bir hava kanalı hem de ses yalıtımı için tampon bölge vazifesini görür (Şekil 2.11). İçeriye girmesi gereken dış hava, basınçla idare edilen ve dış cephede bulunan ince şerit panellerden içeri alınarak büro mekanlarına büro pencerelerinin üst kısmından sokulur. Isıtma ve soğutma binada oluşan ısıyı aktif edilmesine dayanır. Kalın ve çıplak kat döşemeleri ısıyı depo ederler [Çimen,B.,2001]. Döşemelerin içinde ısıtma ve soğutma sisteminin elemanları yerleştirilmiştir. Böylece sistemden alınan performans optimum değerlere ulaşmıştır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. D.M.Ağ Binası termoaktif kat döşemesi yaz ve kış dönemi prensip şeması
[Lang, W. 2005]

Her ofiste havalandırmayı sağlayacak en az 1.80 metre genişliğinde ve oda yüksekliğinde sürgülü pencereler vardır. Ofisin büyüklüğüne göre pencerelerin sayısını arttırmak mümkündür(Şekil 2.13). Böylece kullanıcılar, kişisel gereksinimlerine göre temiz hava miktarını ya da ortamın sıcaklığını ayarlayabilmektedir. Buna ek olarak ahşap pencerelerin altına yerleştirilen

havalandırma kanalı sayesinde pencereler kapalı iken bile ortamı havalandırmak mümkündür. Pencereler sürekli açıkken havalandırma anındaki ısı kaybını azaltmak için mekanizma yoluyla bu kanallar kapatılır (Şekil 2.13). Böylece doğal havalandırma ile mekanik havalandırma birbirini tamamlamaktadır.



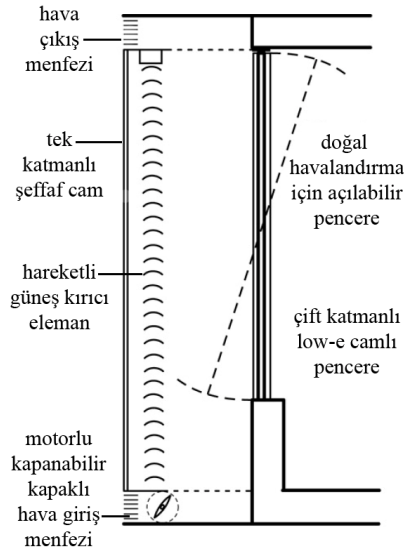
Şekil 2.13. İç mekanın ve havalandırma elemanının görünüşü [Lang, W. 2005]

İçerideki kirli hava büro mekanlarının döşemelerine yatay olarak yerleştirilen kanallar yardımıyla mekanik sistemin merkezinde toplanır ve binanın en yüksek noktasından dışarıya atılır. Bu noktaya yerleştirilen ısı değiştiricisi , kışın dışarıya atılan havanın ısını içeriye pompalayarak içerideki havayı %85 oranında ısıtmaktadır [Anonim,2001,Domus].

Günümüzde avantajlarından dolayı çift kabuklu bina sayısı yükselen bir grafikte artmakla birlikte, uygun iklim koşullarında özellikle yüksek yapılar için bir zorunluluk haline gelmiştir.

Çift Kabuk Cephe Tanımları ve Özellikleri;

Belçika yapı araştırma enstitüsünün kitabına göre, “Aktif bir cephe bir veya daha çok katmandan oluşan cephedir. Hava geçirimli ya da geçirimsiz olabilir. Havalandırma şekilleri zamanla daha çok çeşitlenmiştir. Havalandırma sistemleri aktif ya da pasif havalandırma yapacak şekilde birbirleriyle bütünleştirilmişlerdir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Tipik bir çift kabuk cephe bileşenlerinin şeması [Stribling, D.]

Harrison ve Boake (2003) çift kabuğu kitaplarında şöyle tanımlamışlardır “Bir hava koridoruyla ayrılan iki cam cephedir. Ana cam katman genelde yalıtılmıştır. Katmanlar arasındaki hava boşluğu ısı yalıtımıyla birlikte ses ve rüzgâr yalıtımını da sağlar. Güneş kırıcı elemanlar da genellikle bu aralığa yerleştirilir. Saydam olan ve olmayan bütün elemanlar belirli düzen içinde sıralanır.”

Uttu tanımlamasında (2001), “Arasında 20 cm den birkaç metreye kadar çıkabilen boşluk olan bir çift cam yüzey, genellikle yalıtılan ana cam katman, giydirilmiş cephe veya konveksiyonel duvar görevini görebilir. Eklenen katman ana katmanın arkasında veya önünde olabilir. Bu katmanlar aralarında hava boşluğu oluşturarak başta ses ve ısı yalıtımı olmak üzere birçok avantaj sağlarlar.”

Claessens ve DeHerde’ ye göre “ikinci yapılan yüzey mevcut cepheye yapılan ek bir yüzeydir. Bu ek yüzey çoğunlukla saydamdır. İki cephe arasında oluşan bu yeni alan binayı izole eden tampon bir bölge oluşturur. Bu tampon bölge binanın yönüne göre güneş ışınlarıyla ısınır. Güneye bakan sistemlerde güneş ışığıyla ısınmış hava, kışları ısınma amaçlı kullanılır. Diğer zamanlarda da aşırı ısınmayı engelleyici bir rol oynar.”

Compagno (2002), çift kabuk cepheleri “binanın etkin cephesinde cam ile yapılan düzenlemelerdir. Güneş kırıcılar bu iki yüzey arasındaki boşluğa yerleştirilmiştir. Boşluk aynı zamanda yapıyı kötü hava koşullarından ve hava kirliliğinden korur.”

Kragh (2002), çift kabuk cepheleri şöyle tanımlıyor; “dış cephe,hava boşluğu ve iç cepheden oluşan sistemdir.güneş kırıcılar hava boşluğuna konulmuştur. İç ve dış cepheler çift camlı veya tek camlı olabilir. Hava boşluğunun derinliği ise havalandırma şekline ve bulunduğu ortamın hava koşullarına bağlıdır.”

Saleans (2002), tezinde şöyle diyor; “çoklu kabuk cepheler bir hava kanalı olarak kullanılan boşluk tarafından ayrılmış iki saydam yüzeyden oluşan kabuk konstrüksiyondur.”

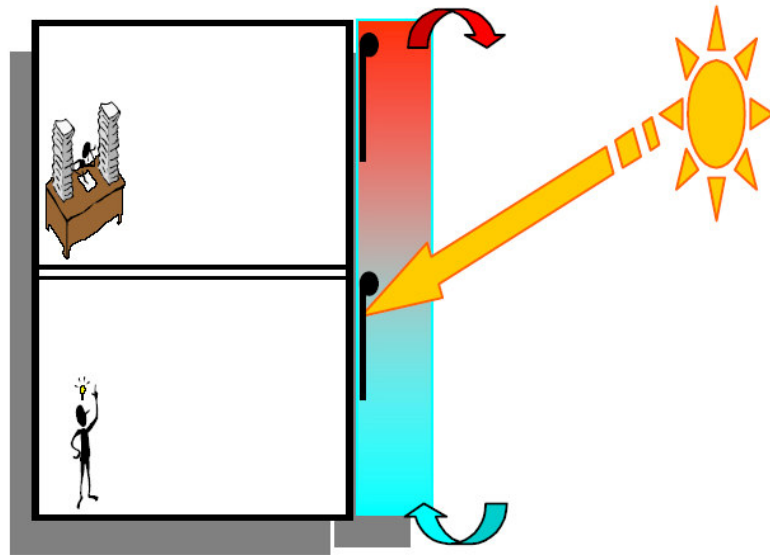
Uttu (2001), tanımlamasında; “20 cm’den birkaç metreye kadar çıkabilen bir boşlukla ayrılan bir çift cam kabuktur. Hava boşluğunun dışarıyla bağlantılı olmasından dolayı iç cephedeki pencereler açılabilir. Yüksek binalarda rüzgârın neden olduğu basınçtan dolayı yapılamayan doğal havalandırma ve binanın doğal yollardan soğutulması da sağlanmış olur. Kışları tampon bölgedeki hava güneş ışınlarından faydalanılarak ısı kaybını önler. Jalûzi ve panjur gibi güneş kırıcı elemanlar ve kullanılan aydınlatma sistemleri bu hava boşluğu sayesinde korunur. Yağmur, kar ve rüzgârdan korunan bu parçalar dış cepheye yapılanlardan daha az maliyetlidir.

Güneş ışınları çok fazla geldiğinde fazla ısınmayı engellemek için cephe boşluğu çok iyi havalandırılmalıdır. Burada esas alınması gereken nokta boşluğun genişliği ve dış

cephedeki havalandırma açıklıklarıdır. Cephe boşluğu ve dış ortam arasındaki hava değişikliği bina cephesindeki rüzgâr basıncı, baca etkisi, hava değişim katsayısına bağlıdır. Bu dışa açık boşluklar her zaman açık kalabileceği gibi elle veya mekanik olarak da açılabilir (aktif sistem). Aktif sistemler çok karışık, bakım ve kurulum olarak daha maliyetlidir.

Çift kabuk cephelerin esas tasarlanma kriterleri ses ve yangın talimatlarıdır. Bu sistemler baz alındığında çift kabuk cepheler çok sayıda alternatif oluşturabilmektedir.”

Compagno (2002)'ya göre “çift kabuk cephe binanın esas cephesi üzerine cam bir cephe daha kaplamaktır. Işık kırıcılar bu iki cephe arasındaki boşluğa konumlandırılmıştır. Bu ışık kırıcılar onları havanın ve güneşin zararlı etkilerinden korur. Özellikle yoğun yolların olduğu yerlerde bulunan yüksek binalarda bu yalıtım ön plana çıkar. Çift kabuk sistemlerin en büyük avantajlarından biri ortadaki boşluğa yerleştirilen güneş kırıcıların iç havalandırmayla ilişkilendirilmesidir. Güneş ışınlarının absorbe edilmesiyle hava boşluğundaki sıcaklık yükselir. Baca etkisi nedeniyle havanın %25 i doğal sirkülasyonla yenilenir. Çift kabuk cepheler, cepheler arasındaki boşlukta hava akımı sağladığı zaman ısı kaybeder, hava akımı durdurulduğu zamansa boşluk içindeki sıcaklık artar.” (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Çift kabuk cephe prensip şeması [Bartak, M.]

Lee, Selkowitz ve Bazjanac'ın çift kabuk cepheler hakkındaki yorumları; “başta gelen faydalarından biri ses yalıtım özelliğidir. Geleneksel cephenin önünde yer alan ikinci katman cam yüzey, özellikle havaalanı ve yoğun trafik olan fazla ses kirliliği bulunan yerlerde ses seviyesini düzenler. Eğer doğal havalandırma için dışarı açılan boşluklar yeteri kadarsa bu durumda ses izolasyonundan fedakarlık edilebilir. Çift kabuk cepheler eski binaları yenilemeye veya yıkılmasına izin verilmeyen binalarda yeniden yapılandırmaya gidilmesine olanak sağlar.”

Çift kabuk cephelerde ısı uzaklaştırılmasını cepheler arasındaki boşluk belirler. Çift camlı sistemler tarafından emilen ısıyı ayrı tutarsak cephe boşluğuna ısı geçmesine izin verir. Daha sonra iç cepheye girmeden mekanik veya doğal olarak havalandırılır. Böylece mekanik soğutma maliyeti de azaltılmış olur.

Bu düşünce tek camlı dış cephe ısıya dayanıklı camlar veya lamine güvenlik camlarından oluşabilir. Dışardan gelen hava dış cephedeki ve iç cephedeki otomatik veya elle kumanda edilebilen kapaklar sayesinde kontrol edilir. İç cephe; sabit ya da açılabilen, tek veya çift camlı, kasalı veya dönerli pencerelerden oluşturulabilir. Cepheler arasındaki boşlukta çıkarılabilir veya sabit jaluzi veya panjurlar düşünülebilir. Bu güneş kırıcı elemanlar otomatik ya da elle kontrol edilebilir. Soğutma şartlarını sağlamak amacıyla jaluzi ve panjurlar tüm cephe boyunca uzanır veya güneş ışını doğrultusunda açılır. Emilen güneş ışınları cephe boşluğuna akar buradan iç tarafa ve dış tarafa yayılır. İç cam cephedeki yalıtılmış camlar güneşten gelen zararlı ışınları yalıtır.”

Hendriksen ve arkadaşlarının savunduğu ise; “çift kabuk cephelerin mimaride kullanım amacı genelde saydamlıktır. Nedeni dış ortamdan gelen seslere kapanmasıdır. Bu anlayış kullanıcıların geniş camlı açıklıklarla saydam bir şirket olduklarına dikkat çekme isteği için gelişmiştir. Çift kabuk cepheler iç havalandırma şekillerini çeşitlendirmiştir ve enerji tüketimini azaltmıştır.”

Çift kabuklu cepheler tek kabuklu geleneksel cephelere nazaran daha düşük ısı geçirme katsayısına sahiptir. Yapı kabuğuna ikinci bir kabuk eklenmesi ile elde

edilen bu sistemde ara boşlukta bulunan hava, üzerine düşen güneş ışınımı sayesinde ısınmakta ve ısınan hava tabakası yalıtım görevi yapmaktadır. Bu nedenle çift kabuklu cephelerden kaynaklanan ısı kayıpları tek kabuklu cephelere göre daha düşük seviyededir.

Daha çok ofis binalarında kullanılan çift kabuk cam cepheler hava boşluğu sayesinde iç mekana gürültü geçirimini azaltır. Güneşli günlerde, cephede artan ısı sık sık dış kabuktaki havalandırma boşluklarıyla dışarı atılır. Çift kabuk cephelerde doğal havalandırma yılın büyük bölümünde yapılabilir.

Güneş kontrol elemanları, iki kabuk arasındaki boşlukta yer almaktadır (Şekil 2.16). Bu iki kabuk, çok katlı binalarda ve işlek yolların olduğu semtlerde yerleşmiş olanlar için özellikle önemli bir etmen olan hava ve hava kirliliğinin etkisinden kullanıcıları korur. Çift kabuklu cephenin başka bir avantajı, yazın güneş gölgelemesi yapmaya imkan vermesidir [Schittich, C., 2001].

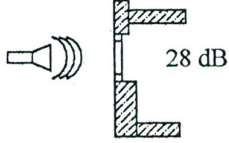
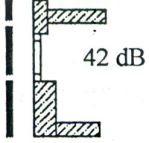
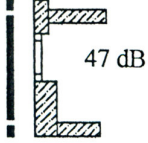
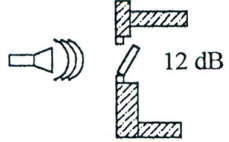
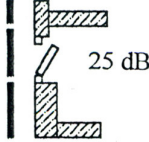
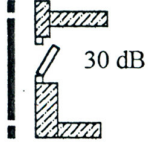
Bilgisayar simülasyonları ve testler, doğal hava sirkülasyonunun, boşluk içindeki güneş ışınımından kaynaklanan ısının % 25'ini uzaklaştırdığını göstermiştir [Compagno, A., 2002].

Çift tabakalı cephe, aynı zamanda hava akımı hızını düşürdüğü ve camın yüzeyi üzerinden ısı iletimi oranını azaltarak boşluk içindeki havanın sıcaklığını yükselttiği için ısı kayıplarını da azaltır. Bu olay, camın iç yüzeyi üzerindeki yüksek yüzey sıcaklıklarının korunmasını sağlar. Çift kabuklu cepheler sayesinde oluşan ek bir olanak, ısı santralleri kullanılarak, kullanılmış hava akımından elde edilen ısı iletilmiş enerjidir. Dış kabuk, tek camlamanın veya yalıtım camlı ünitenin her ikisinden de oluşturulabilir. Ara boşluk, temizlik amacıyla doğrudan ya da açılan pencereler sayesinde girilebilir olmalıdır [Compagno, A., 2002].

Ara boşluk içerisine yerleştirilen güneş kontrol elemanları güneş ışınımının azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Güneş ışınımı kazancını azaltmak için

yaygın olarak kullanılan diğer yollar; sabit dış gölgeleme elemanlarının, iç perdelerin yada geliştirilmiş camların kullanılmasıdır [Anonim, 1998 Glass and Transparency, May 1998, *Architectural Review*].

Isısal etkinlikte oynadığı etkiye ilave olarak, ara boşluk kabuğun ses yalıtımını da olumlu yönde etkilemektedir (Şekil 2.16) .

TEK KABUK	ÇİFT KABUK	ÇİFT KABUK
 <p>28 dB</p>	<p>Açıklıkların pencere yüksekliğinde düzenlendiği durum</p>  <p>42 dB</p>	<p>Açıklıkların kat yüksekliğinde düzenlendiği durum</p>  <p>47 dB</p>
 <p>12 dB</p>	 <p>25 dB</p>	 <p>30 dB</p>

Şekil 2.16. Stuttgart'taki bir ofis binası cephesinin ses yalıtımı değerleri [Zollner, 2001]

İçe alınan kanatların açık olması halinde sesin mekanlar arasında dağılmasını önlemek için, boşluk içerisinde yatay ya da dikey bölmeler yerleştirilmektedir. Bu uygulama; yaygın çıkması halinde dumanın yayılmasını da geciktirmektedir. Boşluğun yatay olarak bölünmesi, ses yalıtımı ve dumanın dağılması açısından daha olumludur. Ancak doğal havalandırma açısından dikey bölmeli olanlar daha etkindirler [Lang, Werner and Herzog, Thomas, 2000].

Çift kabuk cepheler değişik katmanlardan oluşmaktadır. Bunlar;

- Dış kabuk; genelde sertleştirilmiş cam ile yapılır. Dış cephe tamamıyla cam ile kaplanabilir.
- İç kabuk; yalıtılmış çift camlı bölümdür. Bu cephe genelde tamamen cam ile kaplanmaz.
- İki katman arasındaki hava boşluğu; tamamen doğal olabileceği gibi fanlı veya mekanik havalandırılmalı da olabilir. Hava boşluğu fonksiyonuna göre 200 mm den 2m'ye kadar çıkabilir.
- İç pencereler; kullanıcı tarafından açılabilir. Böylelikle içerdeki ofislerin doğal bir şekilde havalandırılması sağlanmış olur.
- Otomatik güneş kırıcılar; hava boşluğuyla iç içedir.
- Isıtma sistemleri; cephenin fonksiyonuna ve kaplama türüne bağlı olarak cepheye bitişik olacak şekilde monte edilebilir.

Yapılan literatür taramasında elde edilen bilgilere göre çift kabuklu cephelerin olumlu ve olumsuz yönleri de aşağıda özetlemiştir.

Olumlu yönleri,

- Cepheden kaynaklanan ısı kayıpları minimum düzeydedir.
- Cam iç yüzey sıcaklığı ortam sıcaklığına yakın olduğu için pencereye yakın alanlardan daha fazla yararlanılmaktadır.
- Özellikle yüksek yapıların üst katlarında dahi pencere açma imkanı vardır.
- Havalandırma ile sağlanan iç ortamdaki taze hava, klima sistemlerinin maliyetinin ve enerji tüketiminin azalmasına neden olmaktadır.
- Boşluktaki hava akışı, dış kabukta yoğuşma riskini azaltmaktadır.
- Tek kabuklu cephelere göre ses izolasyonu daha iyidir.
- Yaz döneminde dış kabuktaki kanallar açık bırakıldığında bina kütlelerini soğutmak üzere gece havalandırmasına imkan sağlanmaktadır.
- Enerji kullanımı tek kabuklu cephelere nazaran daha azdır.

Olumsuz yönleri

- Yapıya önemli ölçüde ek maliyet getirmektedir.
- Kabuklar arasındaki boşluğun havalandırılmasında doğal havalandırmanın yetersiz kalma tehlikesi vardır.
- Kabuklar arası boşluk eğer bölünmediği durumlarda sesin mekanlar arasında dağılma riski vardır.
- Kabuklar arasındaki boşluğun mekanik sistemlerle havalandırılması binaya ek enerji yükü getirmektedir.

2.2. Çift Kabuk Cephelerin Sınıflandırılması

Çift kabuk arasındaki boşluğun geometrisi farklı şekillerde olmaktadır. Literatürde yer alan sınıflandırmaların çoğu çift kabuk arasındaki boşluğun geometrisi üzerinedir. Biz de bu çalışmamızda literatürde sıklıkla kullanılan bu sınıflandırma metodunu kullanacağız.

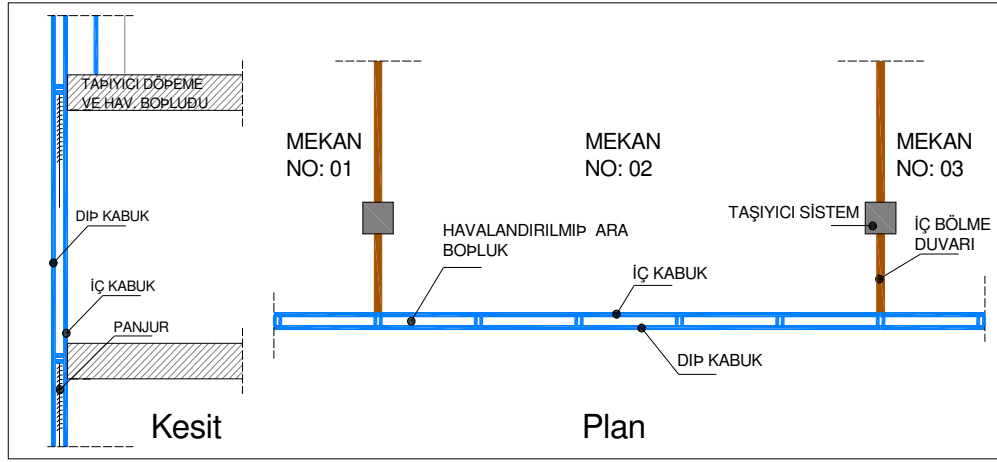
Bu metoda göre çift kabuk cepheler;

1. Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler
2. Koridor Tipi Çift Kabuk Cepheler
3. Çok Katlı Çift Kabuk Cepheler
4. Çok Katlı Panjurlu Çift Kabuk Cepheler
5. Şaft-kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler

olmak üzere 5 alt başlıkta sınıflandırılabilir.

2.2.1. Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe

Kutu tipi çift kabuk cepheler; içte çift camlı, dışta ise tek camlı kabuktan oluşan kutu şeklinde bir panel sistemdir (Şekil 2.17). Literatürde ara boşluğu havalandırılmış çift pencere sistemlerinde kutu tipi çift cephe olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2.17. Kutu tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi

Bu tip cephede, boşluk; fiziksel olarak yatay ve dikey sınırlanmıştır. Cephe modülü Şekil 2.17’de gösterildiği gibi bir katla sınırlı yüksekliğe sahiptir.

Genel olarak yüksek binalara dış gölgeleme aygıtı kullanımına izin vermek için kurulur. Doğal havalandırılmalı kutu tipindeki çift kabuk cephelerde dış kabuk genelde güçlendirilmiş tek camdan ibaretken iç kabuk, çift izoleli cam kabuktan oluşmuştur. Çift kabuk arasındaki boşluğa çoğunlukla motorize panjurlar yerleştirilir.

Cephe elemanının sınırlı yüksekliği, önemli bir güneş ışığı sonucunda genelde aşırı yüksek değerleri bulmayan boşluk içindeki ısıyı sınırlar. İç cam genel olarak açılabilir, böylece ofisler doğal olarak havalandırılır. Genellikle dış kabuğun alt ve üst bölgelerinde sürekli kapanmayan yarıklar yapılır. Ara boşluk içindeki hava akımı bu şekilde *dış hava perdesi* (dışarıdan gelen hava alt ve üst boşluk sayesinde ara boşlukta sirküle olur) şeklinde olmaktadır. İç pencere açıkken dışarıya ve oda

arasındaki hava akışı basınç şartlarına bağlı olarak ya iç mekana hava girişi (infiltrasyon) ya da iç mekandan dışarıya doğru hava çıkışı (ekfiltrasyon) şeklinde olmaktadır.



Şekil 2.18. Kutu tipi bir çift kabuk cephenin montaj görünüşü [Poirazis,H. 2004].

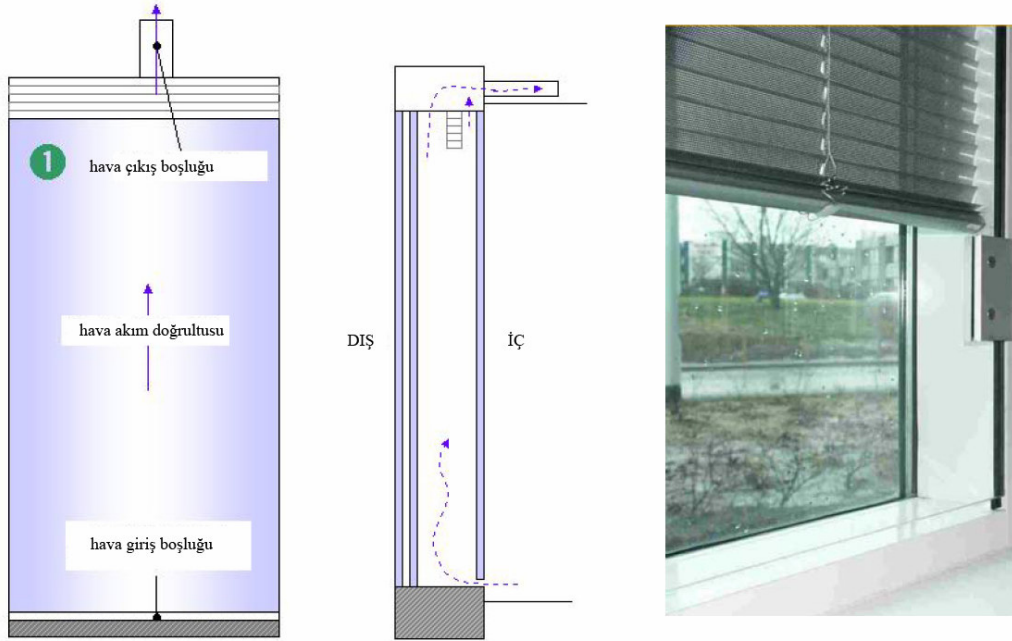
Kutu tipi çift kabuk cepheleer çoğunlukla panel sistem şeklinde tasarlanarak kaba yapı esnasında taşıyıcı sisteme ankre edilen tespit bileşenleri aracılığıyla taşıyıcı strüktüre monte edilirler (Şekil 2.18). Panel sistem sayesinde fabrika ortamında tamamlanan cephe panelleri, uygulama aşamasında daha az hata ve daha çabuk uygulama imkanı vermektedir (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Panel sistem bir kutu pencere tipi çift kabuk cephe montajı

[Poirazis,H. 2004]

Boşluğun yüksekliği sınırlı olduğu için, boşluktaki ısı ve baca etkisi de sınırlı olmaktadır. Boşluğun havalandırması potansiyel soğuk dış havayla yapıldığında, iç kabuğun iç ısısı dış yüzeylere bağlı olarak problemlere (ışınma, buğu, vs...) sebep olmaktadır.



Şekil 2.20. Boşluk için mekanik olarak havalandırıldığı kutu tipi çift cephe örneği [Loncour, X. 2002]

Bazı yapı örneklerinde görüldüğü gibi kutu tipi çift cephe ara boşluğundaki hava mekanik olarak da havalandırılmaktadır (Şekil 2.20). Bu örnekte mekanik havalandırmadan dolayı iç camda buğulanma gibi problemlerin önüne geçilmiş olur ancak iç meknlara taze hava alınmamaktadır.

Bu tip cephe bazen “iklimsel cephe” olarak da isimlendirilmektedir. Çok geniş ya da tamamen camlı oldukları için mekana alınan gün ışığı miktarı oldukça fazladır.

İç cephe yüzeyi çoğu zaman kapalı, sadece temizlik ve bakım nedeniyle açılan bir yüzeydir. Boşluğun genişliği genellikle 12-15 cm’dir (örneğin; güneş kırıcı elemanın yerleşimine izin verecek kadar) (Şekil 2.17).

Boşluk genel olarak aşağıdan yukarıya doğru havalandırılır. 12 cm'den 15 cm'ye kadar olan delik, boşluk içine hava beslemeye imkan vermek için genelde iç yüzeyin alt tarafında açılır. Cephe modülünün tepesine yerleştirilen havalandırma hücresi, boşluktan havanın düzenli olarak çıkarılmasına imkan verir (Şekil 2.21-2.22).

Bu havalandırma hücresi, binanın havalandırma sistemine bağlanır. Çift kabuk arasındaki boşluktaki hava akışı ortalama $30-50\text{m}^3/\text{h}$ 'dir. Bu da boşluktaki havanın her saniyede birkaç cm cephe içinde yükselmesine neden olur.



Şekil 2.21. Binanın havalandırma sistemini cephe modülüne bağlayan havalandırma hücresinin görünümü [Loncour, X. 2004]

Oda ısısına yakın olan cepheden alınan taze hava gereken durumlarda mekanlarda kullanılabilir. Bu, soğuk yüzeylerin ısınımına bağlı problemleri ortadan kaldırırken, zeminden tavana komple camlı cephelerin uygulanmasına imkan vermektedir. Genellikle dış cephe parapet önlerinde yapılan ısıtma sistemlerine bu tip cephede gerek kalmaz. Isıtma, soğutma genellikle klima sistemiyle sağlanır [Loncour, X. 2004].

Doğrudan güneş ışınlarının yüksek seviyelerde olması durumunda, cepheye monte edilen panjurlar güneş ışımasını azaltır. Enerjinin büyük bir kısmı panjurlar tarafından emilir ya da yansıtılır. Boşluğun havalandırılması kanallı klima sistemiyle sağlanır. Bu tip cephelerde hareketli motorlu panjurların her türü uygulanabilir.

Bina tesisatında ısı düzenleme sistemi varsa, binanın ısı ihtiyacında yeni hava cepheden çıkarılan hava vasıtasıyla ısıtılabilir. Bu da binanın ısıtma enerjisinde tasarruf sağlamaktadır [Loncour, X. 2004].



Şekil 2.22. Kutu tipi bir çift kabuk cephenin montaj halindeki görünümü
[Loncour, X. 2004]

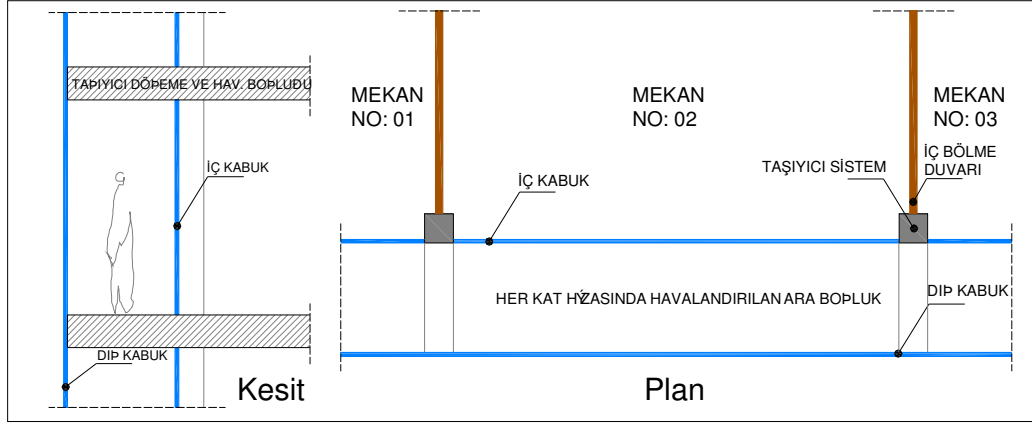


Şekil 2.23. Kutu tipi çift kabuk cephe iç mekan detay görüntüsü [Loncour, X. 2004]

Cepheye gelen güneş ışığı ile iç camın ısısının artışı iç mekanın soğutulması için enerji tüketimindeki artışı zorunlu kılabilir. İç kabukta kullanılan camlı yüzey alanları büyüdükçe, sabitleme ve menteşe aparatlarının daha dikkatli seçilmesi gerekmektedir (Şekil 2.23).

2.2.2. Koridor Tipi Çift Kabuk Cepheler

Çift kabuklu cephelerin en çok kullanılan çeşitlerinden biridir. Her kata taze hava alma ve kirli havayı verme kanalları yerleştirilir; her kattaki boşluklar birbirinin üzerine gelecek şekilde düzenlenir. Her katta gerekli olan havalandırma boşlukları ve bölücülerinden dolayı kesintisiz çift kabuklu cepheden daha karmaşık yapılıdır. Buna karşın cephenin işlevi çok gelişmiştir. Yapıdaki ısı, ses izolasyonu ve yangın korunumu diğer çift kabuk cephelerden daha iyidir [Anon, 2004].



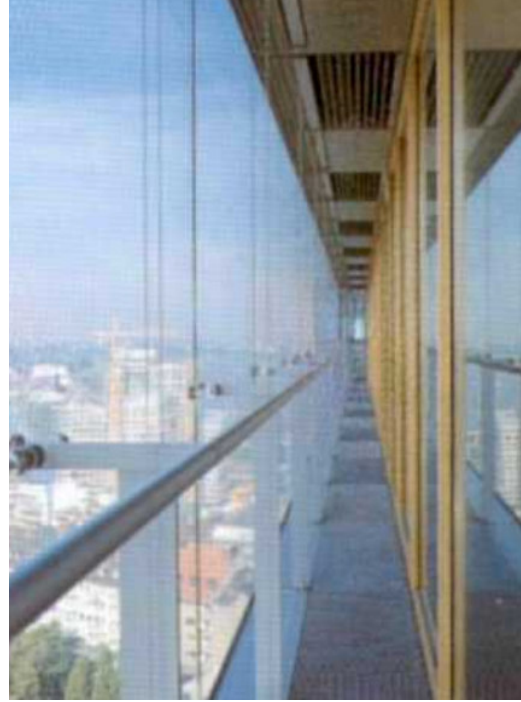
Şekil 2.24. Koridor tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi

Çift kabuklu cephelerde güneşten alınan ısı çift cephe arasındaki boşluklarda toplanır ve yukarı yükselir. Havanın ısısının yükselişi, yangın korunumu ve akustik yalıtım gibi teknik nedenlerle iki veya üç katta bir sınırlandırılır. Koridor tipi çift kabuklu cephelerde bu sınırlama her kat hizasındadır. Her katın boşlukları birbirinden bağımsızdır. Koridor tipi havalandırılmış çift cepheler içinde genellikle bakım ve onarım için yürüme yolu bulunmaktadır (Şekil 2.24).

Boşluk içindeki koridor, kattaki birçok odanın önünden hatta bazen tüm bir katın önünden hiçbir düşey bölümlenme olmadan uzayabilir (Şekil 2.25-2.26) [Loncour, X. 2004].

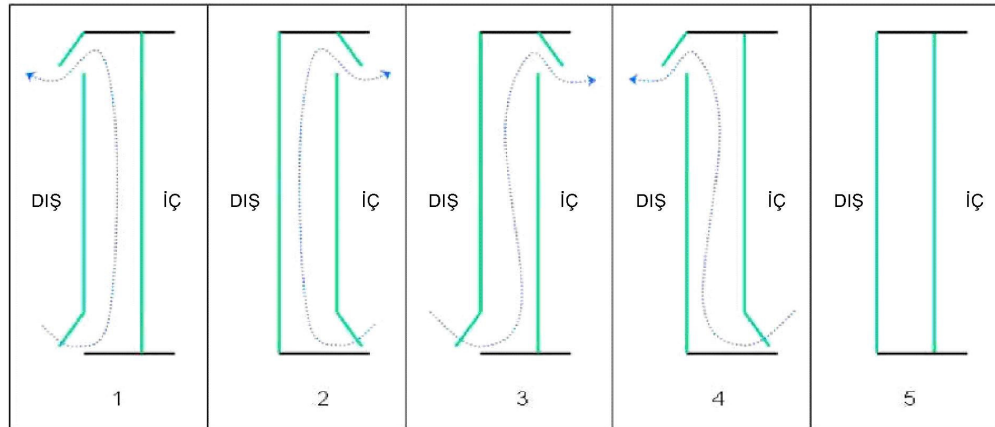


Şekil 2.25. Birçok oda karşısında uzayan boşluk, sürekli havalandırma delikleri yoluyla kontrolsüz havalandırma. [Loncour, X. 2004]



Şekil 2.26. Tüm kat boyunca uzayan boşluk, havalandırma kutuları yardımıyla kontrollü havalandırma [Loncour, X. 2004]

Yukarıya veya aşağıya yerleştirilmiş havalandırma kutuları ile havalandırma kontrolünün mümkün olduğu Şekil 2.27'deki durumda, çok sayıda hava akım tipi mümkündür. Bunların içeriği aşağıdadır:

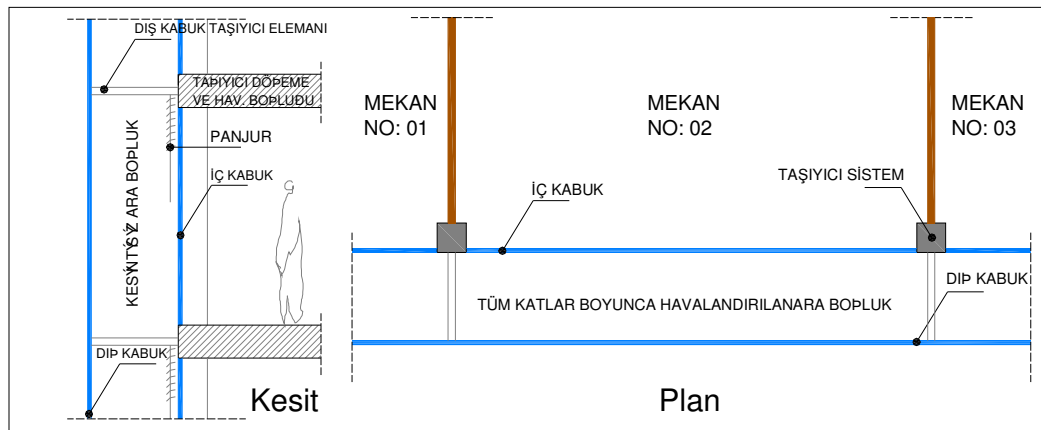


Şekil 2.27. Beş Değişik Hava Akım Tipi [Loncour, X. 2004]

- Havalandırma kutularının açık ve iç pencerelerin kapalı olduğu durumda dış hava perdesi (Şekil 2.27-1).
- Kutuların ve iç pencerelerin eşzamanlı açık olduğu durumdaki hava kaynağı ve hava tahliyesi (Şekil 2.27-3,4).
- Kutuların ve iç pencerelerin eşzamanlı kapalı olduğu durumdaki tampon bölge (Şekil 2.27-5) [Loncour, X. 2004].

2.2.3. Çok Katlı Çift Kabuk Cepheler

Çok katlı havalandırılmış çift cephelerde çift kabuk arasındaki boşluk yatay ve dikey olarak sınırlandırılmamıştır, boşluk tüm katlar boyunca devam eder. Yalnız kat hizasında temizlik ve bakım amaçlı yürüme yolları olabilir. Yürüme yolları hava akımına engel olmayacak şekilde tasarlanır. Dış kabuk içindeki taşıyıcı strüktüre genellikle çelik taşıyıcılar aracılığı ile taşınır (Şekil 2.28-2.29).



Şekil 2.28. Çok katlı bir çift kabuk cephenin şematik çizimi

Bu tipteki cepheler dış mekandaki gürültüye karşı mükemmel bir akustik performansa sahiptir aynı zamanda dış kabuğu tamamıyla cam giydirme yapmakda mümkündür. Bu sebeple de bu tip cepheler tercih sebebi olabilmektedir (Şekil 2.29).



Şekil 2.29. Büyük boşluk ve panjurların görünümü [Loncour, X. 2004]

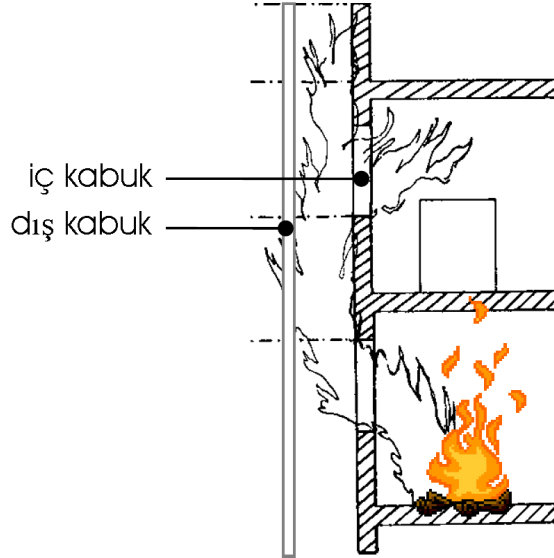
Bu cepheler genelde en az 2 hava akım tipiyle tanımlanabilir. Bunlar; dış hava perdesi (Şekil 2.27-1) ve tampon bölge (Şekil 2.27-5)'dir. Genel olarak iç pencereleri açmak mümkün değildir. Bu nedenle çift kabuk arasındaki boşluğa temizlik ve bakım amacıyla projede sağlanan özel alanlar yardımıyla giriş yapılır (Şekil 2.30).



Şekil 2.30.Çok katlı doğal havalandırılmalı çift cephe boşluk görünüşü [Loncour, X. 2004]

Isı izolasyonunun maksimum derecede gerektiği durumlarda “Tampon bölge” hava akım tipi (Şekil 2.27-5) kullanılır. Bu da çoğunlukla soğuk ve sert iklimli bölgelerde uygulanır. Ara boşlukta güneş ısıyla ısınan hava yalıtım görevi yaparak iç mekanın soğumasını önler.

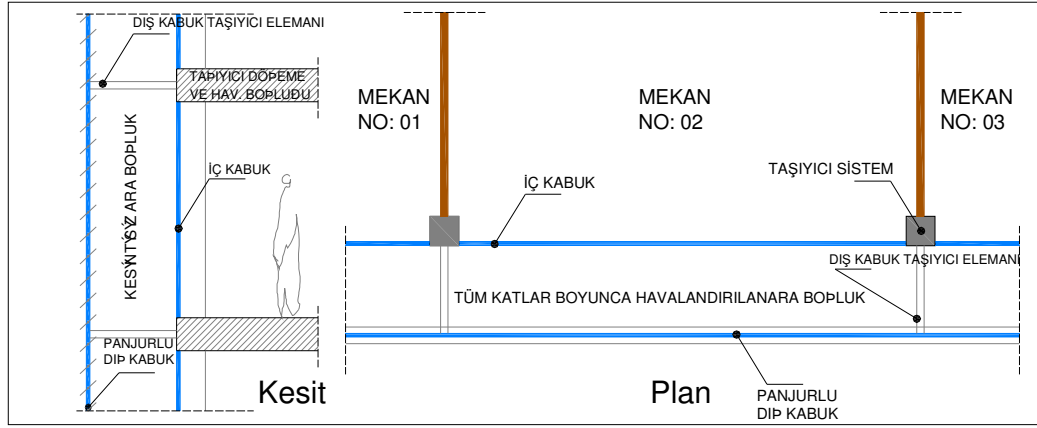
Çok katlı çift cepheler kesintisiz boşluğa sahip olduğundan yangın ihtimali düşünüldüğünde bu tip cephelerin dezavantajları vardır. Bu nedenle tasarım aşamasında ve malzeme seçimlerinde ilave önlemler almak gerekmektedir (Şekil 2.31).



Şekil 2.31. Yangın durumunda çok katlı çift kabuklu cephenin durumu [Loncour, X. 2004]

2.2.4. Çok Katlı Panjurlu Çift Kabuk Cepheler

Çok katlı panjurlu doğal havalandırılmış çift cephe, çok katlı havalandırılmış çift cepheye çok benzerdir. Yatay ve düşey olarak bölümlenmediği için ara boşlukta büyük bir hacim oluşturmaktadır. Ara boşluktaki metal döşemeler, temizlik ve bakım amacıyla her kat seviyesine monte edilirler (Şekil 2.32-2.33) [Loncour, X. 2004].



Şekil 2.32. Çok katlı panjurlu bir çift kabuk cephenin şematik çizimi

Ara boşluk hareketli panjurların açılıp kapanmasıyla gerekli olduğu durumlarda güneş ışığından korur ve doğal havalandırmayı sağlar. Dıştaki kabuktaki hareketli panjurların sürekli kapalı olduğu durumlarda dahi sızıntı yoluyla ara boşluğa hava girip çıkar. Bu tip cephelerin tamamıyla hava sızdırmaz olması imkansızdır.



Şekil 2.33. Çok katlı panjurlu çift cephe ara boşluktan görünüşü [Loncour, X. 2004]

Bu tip cephe ile çok katlı cephe arasındaki fark, dış kabuğun geleneksel cam giydirme cephe şeklinde değil, hareketli panjurlardan oluşmasıdır (Şekil 2.34-2.35).



Şekil 2.34. Yatay pozisyondaki panjurların görünüşü [Loncour, X. 2004]

Dış mekanla görsel temasın istendiği durumlarda dış kabuktaki panjurlar yatay konuma getirilir. Görsel temasın istenmediği ya da güneş ışınlarının aşırı yoğun olduğu durumlarda panjurlar kapalı konuma getirilebilir (Şekil 2.35).

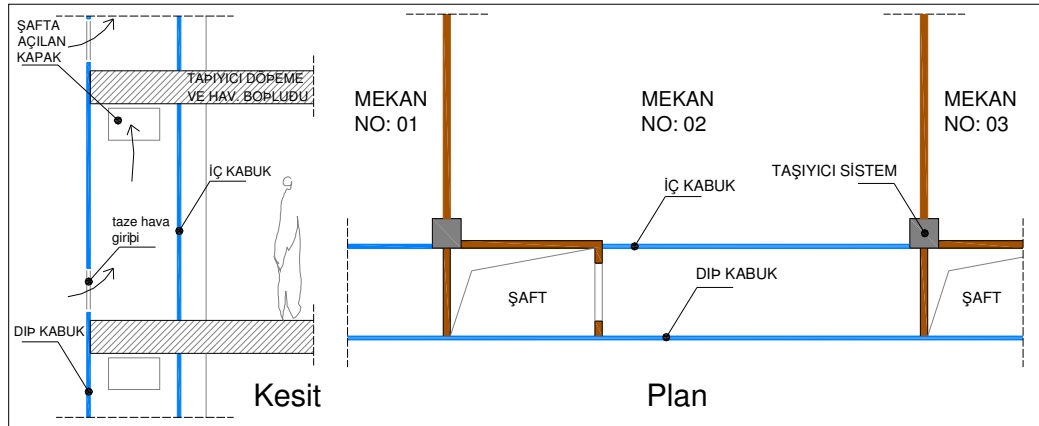


Şekil 2.35. Eğimli panjurlu dış cephenin görünüşü [Loncour, X. 2004]

Panjurlarda kullanılan malzemeler bazı durumlarda delikli de (yarı geçirgen) olabilir. Bina otomasyon sisteminin ayarlanması durumunda bu panjurlar bölüm bölüm de kontrol edilebilir (Şekil 2.35).

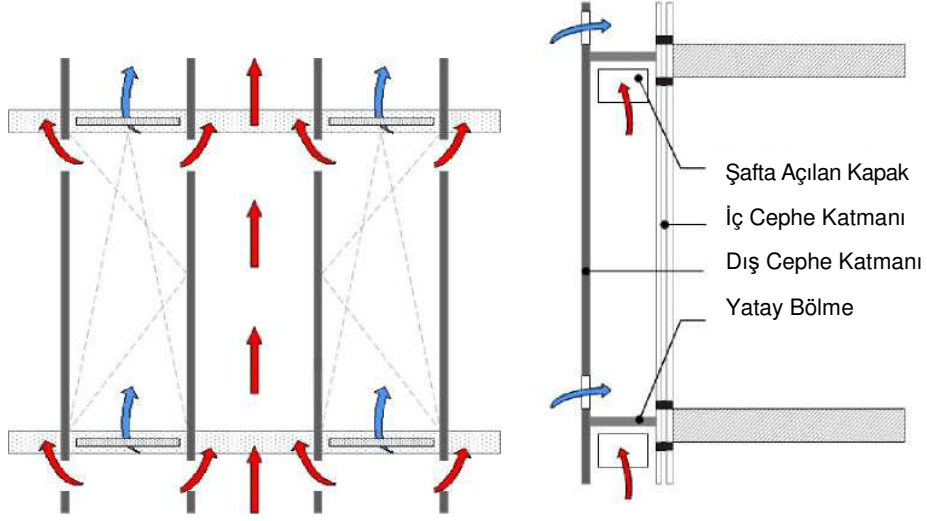
2.2.5. Şaft Kutu Tipi Çift Kabuk Cepheler

Şaft kutu tipi çift cephelerin çalışma sistemi; dış kabuktan alınan taze havanın ön cephede oluşturulan şaftlarda oluşan baca etkisiyle çift kabuk arasındaki boşluğun doğal havalandırılmasını sağlamaktır. Cam tabakalar arasındaki boşlukta kirli havanın dışarı atılmasını sağlayan düşey bölücüler (şaftlar) vardır. Şaftlar arasında kalan dış kabuktan taze hava içeriye alınır (Şekil 2.36) .



Şekil 2.36. Şaft kutu tipi bir çift kabuk cephenin şematik çizimi

Şaft cepheler, doğal havalandırmanın sağlanması bakımından koridor tipi cephelerden daha iyidir. Burada taze hava, dıştaki kabuğun alt bölümündeki boşluktan binaya alınır. Kirli hava çift kabuk arasındaki boşluğun üstündeki bölümden dışarı atılır (Şekil 2.36). Öteki çift cephe tipleriyle karşılaştırıldığında şaft tipi cephelerin yangın korunumu, gürültü, temiz ve kirli havanın birbirlerine karışması gibi dezavantajları vardır (Anon, 2004).



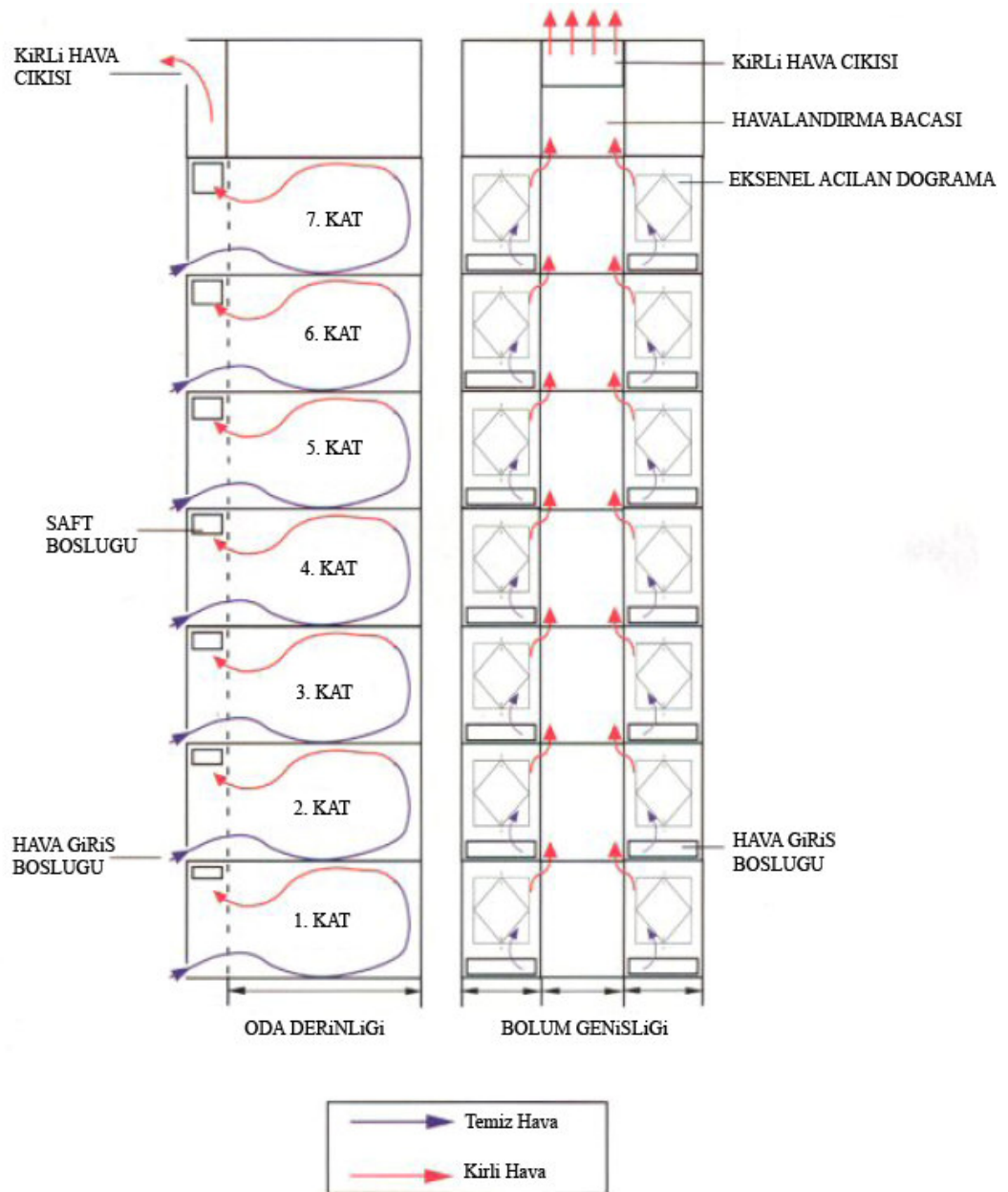
Şekil 2.37.Şaft Kutu Cephelerin Havalandırma Durumu [Loncour, X. 2004]



Şekil 2.38. Cephe ve düşey havalandırma kanalının boşluktan görünüşü [Loncour, X. 2004]

Şaft kutu tipi cephe bir başka deyişle, katla ayrılmış cephe modüllerinin düzenlenmesinden ve katlar üzerinde uzayan boşluk içine kurulmuş düşey havalandırma tüplerinden ibarettir (Şekil 2.38). Her bir cephe modülü, baca etkisi

oluşturarak hava sağlayan bu düşey tüplerden birisine bağlanmıştır. Ara boşluktaki hava doğal olarak havalandırma tüpü içine sürüklenir ve birkaç kat üstünde bulunan tahliye noktalarından dışarıya atılır (Şekil 2.39) [Loncour, X. 2004].



Şekil 2.39. Şaft Kutu Cephe, cephe yüzeyindeki havalandırma durumu [Loncour, X. 2004]

2.3. Çift Kabuk Cephelerin Havalandırma Şekilleri

Çift kabuk cepheler havalandırma şekline göre üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- Doğal Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler
- Mekanik Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler
- Karma Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler

2.3.1. Doğal Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler

Çift camlı cephelerdeki boşluk ya doğal olarak ya da mekanik olarak havalandırılmaktadır. Doğal havalandırma ile insan sağlığına uygun bir atmosfer oluşturulabilir ve mekanik havalandırma ihtiyacı azaltılabilir. Buna karşın, doğal havalandırmanın bazı riskleri de vardır. Bunlardan bazıları; hava basıncı nedeniyle kapı açma problemi oluşabilir ve çift kabuk arasındaki hava boşluğunun tasarımı uygun bir şekilde değilse, güneş ısı artışı randımanlı bir şekilde uzaklaştırılmayacağı için boşluk ısı artabilir [Shang-Shiou Li, 2001].

Dış ortamdaki havanın binaya kapı ve pencere gibi açıklıklardan girmesi ve iç mekandaki havanın basınç farklılıkları sebebiyle yine benzer açıklıklardan dışarıya çıkmasıyla oluşan havalandırma şekli doğal havalandırma olarak tanımlanmaktadır. Doğal havalandırma rüzgâr ve basınç farklılıkları sonucunda gerçekleşen bir olaydır [Kayhan, S., 2004].

Doğal havalandırma, çift kabuklu binalarda optimum iç ortam ikliminin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. İç ortam kalitesi havalandırma sisteminin performansı ile doğrudan ilişkilidir. İç ortam hava sıcaklığı dış ortam sıcaklığından daha fazla olduğunda, içerideki hava binanın yüksek kotlarından dışarı çıkmakta ve dış ortamdaki serin hava ise binanın alçak kotlarından içeri girmektedir. Doğal havalandırma tümüyle kontrol edemediğimiz güçlerin etkisiyle oluştuğundan, iç mekânların yüzde yüz kontrolü

mümkün değildir. Bu nedenle uygun doğal havalandırma yapabilmek için bina dış ve iç kabuğundaki açıklıklar veya pencereler dış ve iç ortam hava koşullarına göre otomatik olarak açılıp kapanabilmelidir (Şekil 2.40) [Essiz Ö.,Özgen A].

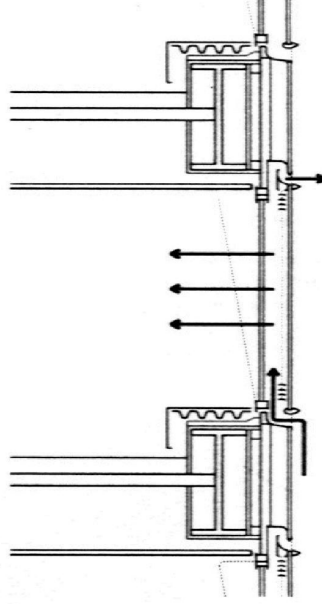


Şekil 2.40. Doğal havalandırmalı cephede dış kabuğun motorize açıldığı örnek [Loncour, X. 2004]

Doğal havalandırmanın en önemli uygulama şekillerinden birisi gece havalandırılması olup, bu yöntemde, mesai başlamadan önce, sabah saatlerinde menfezler veya pencereler otomatik olarak açılmak suretiyle bina kütesine ve çift kabuk arasındaki boşluğa soğuk hava alınmaktadır. Depolanan bu soğuk hava, günün ilerleyen saatlerinde de mahaldeki ısı kazançlarının bir bölümünü karşılayarak enerji tasarrufu sağlayabilmektedir [Çakmanus, Türkoğlu, H., 2004].

Doğal havalandırılmış çift cephe sistemi için, havanın boşluk içine alınması ve dışarıya atılması rüzgar basıncı ya da baca etkisi ile gerçekleştirilir. Rüzgar basıncı genellikle hava akış oranını belirlemektedir. Eğer düzgün bir şekilde tasarlanmışsa cephe üzerindeki rüzgar akışı, hava akımına neden olarak giriş ve çıkış arasında basınç farkları oluşturabilir. Rüzgar olmadan da baca etkisi ile boşluğun havalandırılması sağlanabilir. Ara boşluğa alınan hava doğru hesaplamalar ve baca etkisi basınçları ile yönlendirilerek planlanan noktalardan dışarıya atılır. Aksi takdirde boşlukta önce ısıtılan hava akışı içeriye doğru yayılma eğiliminde olacak ve

yazın iç kabuktaki pencerenin açılması ile iç mekana sıcak hava dolacaktır (Şekil 2.41) [Shang-Shiou Li,2001].



Şekil 2.41. Doğal havalandırma sistemindeki ısı akış durumu
Commerzbank Genel Müdürlük Binası [Detail, 1997]

Doğal havalandırılmalı çift kabuk cephelerin bir özelliği de çok katlı binalarda da doğal havalandırmayı mümkün kılmasıdır. İç hava dışarıya cephe yardımıyla taşınabildiği için, iç havanın potansiyel buğu problemlerinin önüne geçilebilmektedir.

Doğal havalandırılmalı cephelerde boşluğun doğal havalandırmasının performansı meteorolojik şartlara bağlı olarak değişkenlik gösterir (rüzgar ve ısı farklılıkları). Bu farklı performanslar cephenin tasarımında etken faktörlerdir. İki camlı cephe arasındaki boşluğun ısısındaki artış, cepheler arasındaki boşlukta baca etkisine sebep olur.

Dış havayla havalandırılan cephelerde kirlenme ve bakım durumuna özel bir önem verilmelidir. Binanın içi cephe yardımıyla dışarıyla doğrudan temas halinde olabileceği için, bu cephelerde dış ortamdaki hava kalitesi yeterince iyi olmalıdır. Dış ortamdaki hava kalitesinin yeterince iyi olmadığı durumlarda doğal havalandırma tek başına yeterli olamaz.

Doğal havalandırılmış çift cephenin kurulduğu yerdeki iklimsel şartların soğuk ya da ılıman olması durumunda baca etkisi oluşabilir. Sıcak iklim bölgelerinde ise baca etkisi oluşması ihtimali daha zayıftır. Bu nedenle sistemi baca etkisine bağlı olan çift kabuklu cepheler genel olarak sıcak iklimlere uygun değildir.

2.3.2. Mekanik Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler

Mekanik Havalandırma kısaca “Kuvvetli hava akımı ile havalandırma” olarak tanımlanabilir. Çoğunlukla “aktif cephe” olarak anılan mekanik havalandırmalı cepheler, içteki havanın boşluk içinde sirküle edilerek yeniden iç mekana verilmesiyle oluşur (Şekil 2.42) [Loncour, X. 2004].

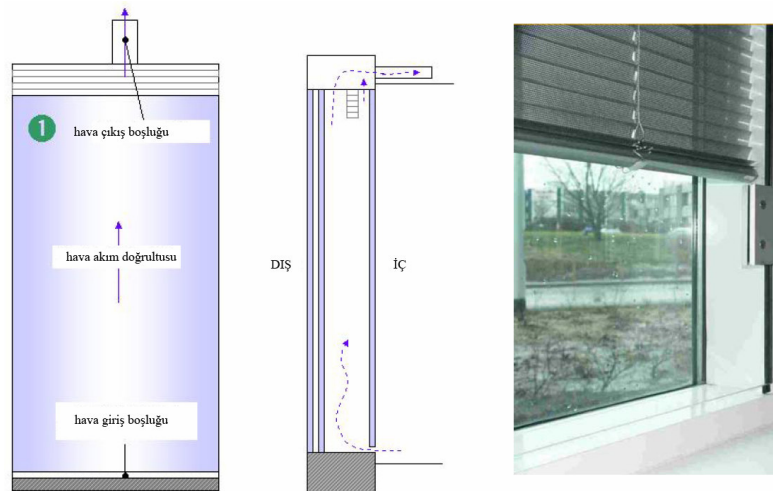


Şekil 2.42. Ara boşluğu mekanik havalandırılmış cephe örneği [Loncour, X. 2004]

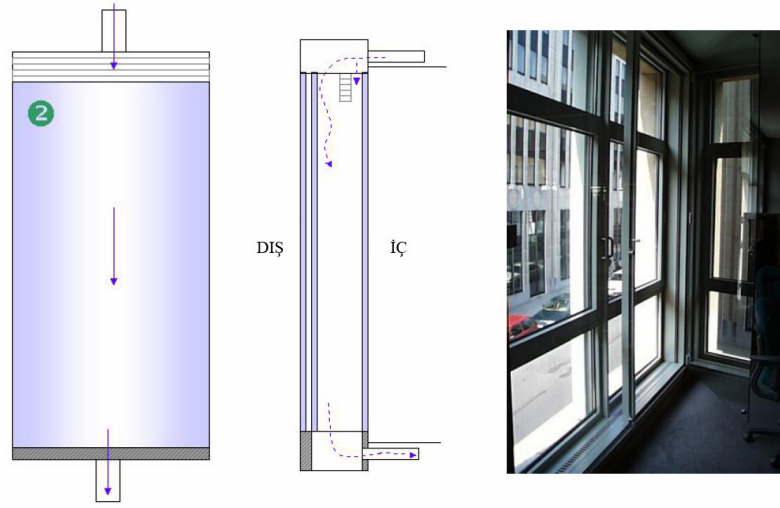
Mekanik havalandırma genellikle doğal havalandırmanın yapılmadığı, bina içine alınacak havanın filtre edilmesi, nemlendirilmesi, ısıtılması ya da soğutulması gibi işlemler gerektiğinde, bina dışında hava kirliliğinin olduğu durumlarda tercih edilen bir yöntemdir [Essiz Ö.,Özgen A].

Mekanik destekli havalandırma sistemleri; boşluk havasını besleyerek ya da dışarı atarak yapılır. Taze havanın dağıtımını iyi sağlamak için genellikle döşeme altı ya da tavan havalandırma sistemi kullanılır. Hava, boşluğun içinde mekanik aygıtlar yardımıyla sıkıştırılır. Sıkıştırılan hava yükselir ve boşluktan ısıyı uzaklaştırır ve dışarı atmak ya da tekrar sirküle etmek için yukarı doğru devam eder. Hava dışarıdan doğrudan pompalanmadığı için boşluğun içinde çığlenme ve kirlilik riski azdır. [Barreneche, 1995]

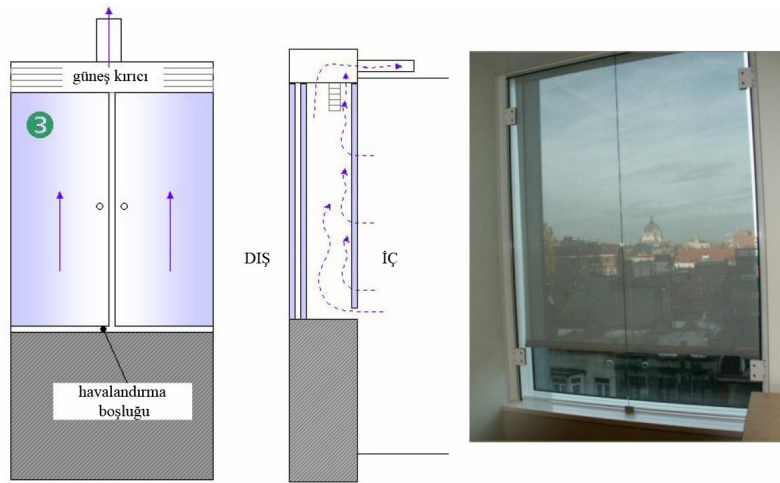
Mekanik havalandırma çift kabuk ara boşluğundaki hava akımı genelde 3 ayrı şekilde olmaktadır. Birinci durumda iç kabuk alt noktasından alınan hava üst noktadan emilmek suretiyle sirküle edilir (Şekil 2.43). İkinci durumda ara boşluğa üst noktadan pompalanan hava alt noktadan emilmek suretiyle sirküle edilir (Şekil 2.44). Üçüncü durumda ise iç kabuktan ara boşluğa hava geçişi iç kabuk yüksekliği boyunca her noktadan olabilmektedir. Bu durumda da ara boşluktaki hava üstteki emme noktalarından çekilerek sirküle edilmektedir (Şekil 2.45).



Şekil 2.43. Mekanik havalandırma çift kabuk ara boşluk tipi-1 [Loncour, X. 2002]



Şekil 2.44. Mekanik havalandırmalı ara boşluk tipi-2 [Loncour, X. 2002]



Şekil 2.45. Mekanik havalandırmalı ara boşluk tipi-3 [Loncour, X. 2002]

Boşluk içinde ısınarak yükselen hava, güneş kontrol aygıtlarından gelen ısının çoğunu alır ve mekanik havalandırma ile dışarıya atar. Hava, her bir döşeme üzerinde ayrı ayrı çekilir, boşluk içinde yukarıya veya aşağıya doğru hareket eder. Isı değiştiricisi, kirli hava akıntısından elde edilen enerjiyi kullanabilir. Boşluk içinde kullanılan güneş kontrol aletlerinin tipleri, dokuma storlar veya düşey panjur storlardır. İyi bir hava akışı için yatay storlar kullanılmamalıdır.

Mekanik destekli havalandırma sistemleri, yapının geçirimsiz olmasını sağladığı için de dıştan gelen gürültülere karşı doğal havalandırma sistemlerine göre daha çok koruma sağlarlar. Şiddetli hava koşullarının ya da dış hava kalitesinin yetersiz olduğu durumlarda, mekanik destekli havalandırma sistemi tampon bölgedeki şartları hemen hemen sabit tutabilecek ve dış havanın etkisini iç çevre şartlarına indirgeyebilecektir [Shang-ShiouLi,2001].

2.3.3. Karma Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler

Karma havalandırma; doğal havalandırma ve mekanik havalandırmanın birlikte kullanımı ile oluşturulmaktadır. Bu tip havalandırmada, çoğunlukla doğal havalandırma kullanılır, mekanik havalandırma ise doğal havalandırmanın yetersiz kaldığı ve arzulanan performansı yakalayamadığı durumlarda devreye girer. Kontrol sistemi otomatik ve kontrollü bir şekilde bir hava akım tipinden diğerine geçmeye izin verir [Loncour, X. 2004].

Karma havalandırmalı çift kabuk cepheler; kutu tipi, koridor tipi ve çok katlı cephe tiplerinde uygulanmaktadır.

Karma cephe sisteminde havalandırma tipinin, cephenin ısısal performansı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu sistemde mekanik havalandırmanın performansı garantiyken, doğal havalandırma için bu durum her zaman mümkün değildir. Çünkü doğal havalandırmanın performansı meteorolojik şartların (rüzgar ve ısı farkları) durumu gibi zaman içinde değişiklik gösterebilmektedir [Loncour, X. 2004].

3. ÇİFT KABUK CEPHEYİ OLUŞTURAN UNSURLAR

3.1. Taşıyıcı İskelet Kuruluşu

Yapıların taşıyıcı strüktürünü bir sınıflandırmaya tabi tutacak olursak 3 alt kategoride incelenebilir. Bunlar;

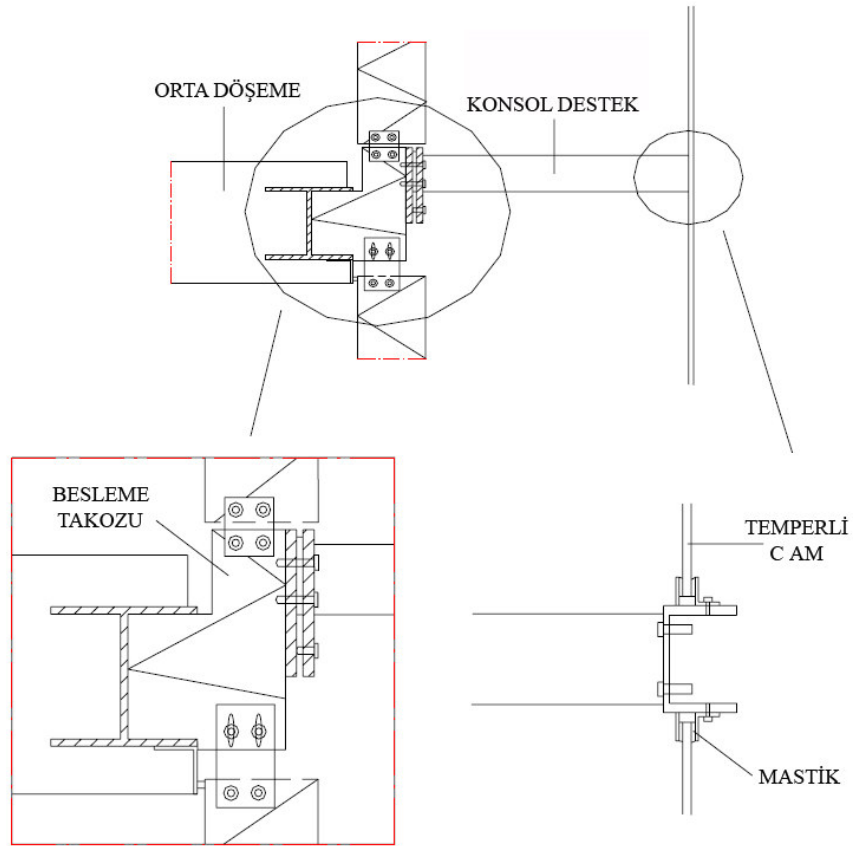
1. Birincil (ana taşıyıcı) strüktür; kolon, kiriş, taşıyıcı duvar ve döşemelerden oluşan taşıyıcı sistem.
2. İkincil (destekleyici) strüktür; ana taşıyıcı sisteme taşınan çatı, cephe panelleri gibi yapı elemanlarını taşıyan strüktürler.
3. Üçüncül strüktür; kapı, pencere, taşıyıcı olmayan duvarlar v.b.

Bu çalışmada çift kabuk cepheyi ana taşıyıcı sisteme taşımaya yardımcı olan ikincil (destekleyici) strüktür tipleri ve cephe panellerinin taşıyıcı sistem seçenekleri anlatılmıştır.

3.1.1. İkincil (Destekleyici) Strüktür Tipleri

3.1.1.1. Konsol Taşıyıcılı Strüktür

Konsol taşıyıcılı strüktürde, strüktürün taşıyıcı bölümü (dikdörtgen kutu veya u profil şeklinde) kat döşemesine bağlanmıştır. Taşıyıcı kısım olan konsol taşıyıcıyı çeşitli şekillerde ara döşemeye bağlanabilir. Besleme takozu, ara döşemenin kalın bölümüne tespit edilir, konsol taşıyıcıyı de bu takozla tespitlenir (Şekil 3.1). Takoz döşemeye blonlarla bağlanır. Diğer bir yöntem de iç kabuktaki döşemeden tespitlenip uzatılarak bağlanmasıdır (Şekil 3.2). Bu tip strüktür sadece döşemenin kullanılması durumunda uygulanabilir. Konsol taşıyıcı döşeme köşesi yerine kolonun köşesine bağlanır [Uttu, S. 2001].



Şekil 3.1. Konsol taşıyıcıli strüktür prensip detayı [Uuttu, S. 2001]



Şekil 3.2. Döşemeye üstten bindirilerek uzatılmış konsol taşıyıcıli strüktür örneği [Uuttu, S. 2001]

Konsol strüktürde, konsol taşıyıcının bağlandığı nokta normal olarak bir ya da iki camın ve rüzgarın yükünü taşır (Şekil 3.3) [Uttu,S. 2001].



Şekil 3.3. Sanomatalo Binası (konsol taşıyıcılı strüktür örneği) [Uttu,S. 2001]

Konsol taşıyıcılı strüktürlerde önemli nokta takozla bağlanma noktasıdır. Eğer takoz strüktüre atölyede kaynaklandıysa montaj sırasında bina çekirdeğinin hareketinin de iyi düşünülmesi gerekir. Hareketler takozun pozisyonunun değişmesinde neden olabilir. Bundan dolayı en iyi bağlantı yöntemi takozu önceden montelenmiş döşeme profiline bağlanmasıdır. Bu yöntemle çekirdeğin hareketleri tolere edilmiş olur. Takozun blonlarla bağlanmasının avantajı yatay ve düşey ayarlamaların daha düzgün olmasını sağlamasıdır (Şekil 3.4). Düşey ve yatay ayarlamalar kullanılan bağlantılara bağlıdır [Uttu,S. 2001].



Şekil 3.4. Konsol taşıyıcılı strüktür bağlantı noktası detay görünüşü [Uuttu,S. 2001]

Düşey düzenlemeyi sağlayan döşemeye bağlı profil ve yatay düzenlemeyi sağlayan açık delikler buna örnek olarak gösterilebilir. Eğer konsol taşıyıcı kullanılıyor ise taşıyıcının yatay pozisyonu C profil ile (sağ baştan) ve bağlantı noktası görevi gören kamalı ankraj ile (sol baştan) ayarlanır. Takozun pozisyonundaki kaymaları tamamen ortadan kaldırmak için konsol taşıyıcıyı kolona monte etmek gerekmektedir.

Eğer bina yüksek bir yapı değilse çekirdek en alttan en yukarı giden kolonlardan oluşabilir. Çift kabuk cephenin destek strüktürü döşeme hareketlerinden etkilenmeyecek şekilde tasarlanır [Uuttu,S. 2001].

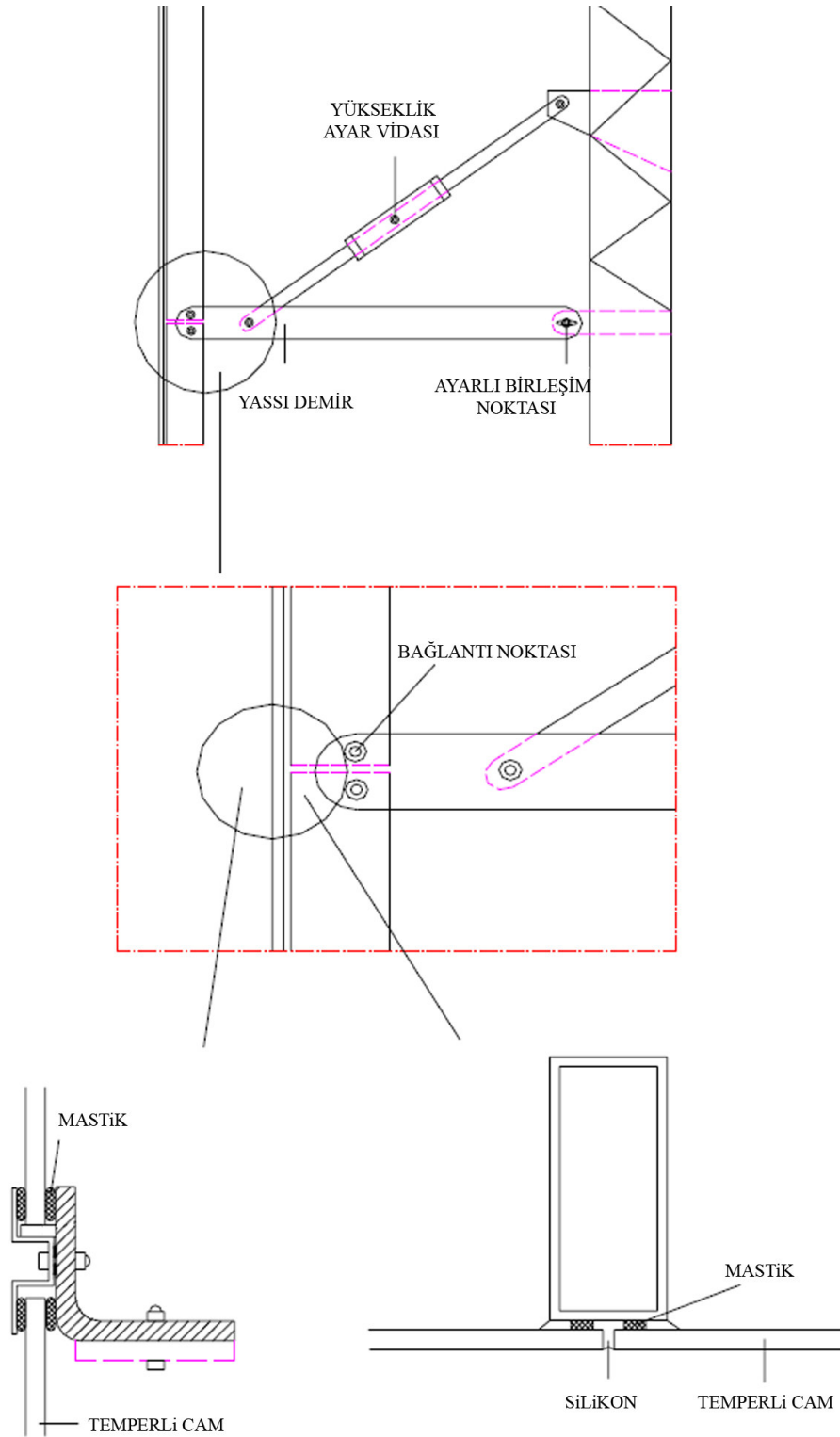
3.1.1.2. Asma Strüktür

Asma strüktürdeki dış kabuk genellikle gergilerle yapının asıl taşıyıcı sistemine asılmıştır. Asma strüktür normalde yatay ve çapraz kullanılan ayarlı demirlerden oluşur. Yatay düzenlemeyi sağlayan demirler yassı demirlerden oluşmaktadır. Çapraz düzenleyici demirler aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya eğimli olabilmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Asma strüktürlü bir sistemin ana taşıyıcı sisteme bağlantı detay görünüşü [Uuttu,S. 2001]

Asma sistemin prensibi şekil 3.6'da gösterilmiştir. Diyagonal demirler aşağıdan yukarıya doğru eğimliyse her iki düzenleyici demir de iç kabuğa bir noktadan bağlanabilir (Şekil 3.5) [Uuttu,S. 2001].



Şekil 3.6. Asma yapılar prensip detay çizimi [Uttu,S. 2001]

İç kabuk bağlantıları, ayarlama demirlerinin bağlı olduğu C profil sisteminin bağlantı noktalarıyla benzerdir. İç kabuktaki C profil bağlantıları ayarlanabilir demirlerin düşey olarak ayarlanmasına ve bağlayıcı tabakanın da yatay olarak ayarlanmasına izin verir. Temelde bu sistemin her parçası ayarlanabilir şekildedir. Asma strüktürün bir de servis platformu vardır. Servis platformu asma strüktürün pozisyonu ayarlandıktan sonra yerine monte edilir.

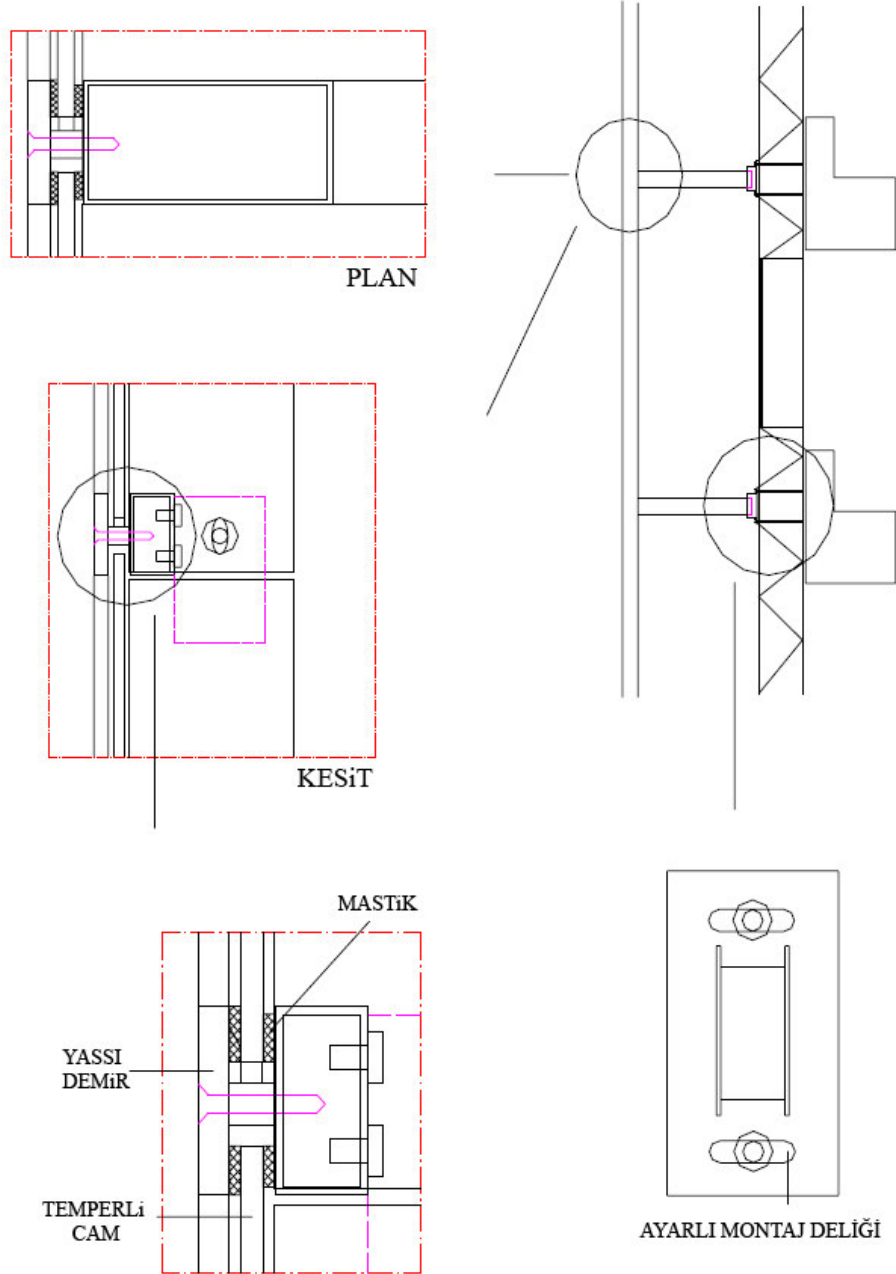


Şekil 3.7. Nokia Ruoholatti Binası asma strüktürlü dış kabuğun görünüşü [Uuttu,S. 2001]

Bu tip destek strüktürlerin yapım aşamasındaki stabilitesi problem olabilir. Ayarlanabilir demirlerden birinin gerilmesiyle strüktür kolayca hareket edebilir. Ayrıca montaj aşamasında toleransı olmayan bir konu ise pencere için bırakılan boşlukların boyutlarının hepsinin aynı olmasıdır [Uuttu,S. 2001].

3.1.1.3. Çerçeve Strüktür

Destek strüktür çerçeve şeklindedir. Çerçevenin yatay profilleri hem kaynaklanarak hem blonlarla iç kabuğa bağlanır. Çerçeve rüzgar yüklerine, camların ölü yüklerine ve servis bölgesinin yüküne dayanıklı olacak şekilde hesaplanır [Uttu,S. 2001].



Şekil 3.8. Çerçeve strüktür prensip detay çizimi [Uttu,S. 2001]

Çerçeve strüktürde camlar dört yönden desteklenir. Bu nedenle camın sehim yapması söz konusu değildir (Şekil 3.9).

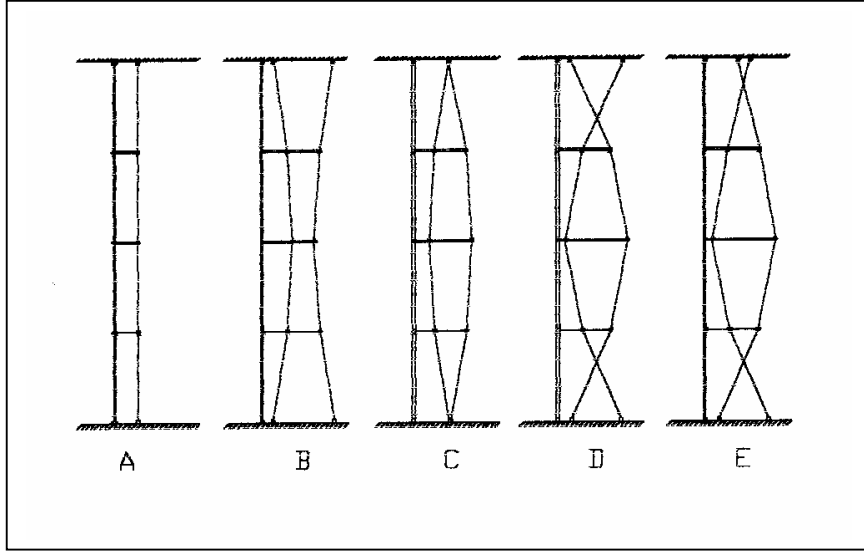


Şekil 3.9. Kista Tower binası çerçeve strüktürlü dış kabuğun detay görünüşü [Poirazis,H. 2004]

Çerçeve strüktürün konsol taşıyıcılı strüktüre göre avantajı eğilme momenti değerlerinin daha küçük olmasıdır. Bundan dolayı profil kesitleri küçülür ve strüktür daha hafif hale gelir. Ancak cam panellerin etrafı çerçevesi olduğu için dış görünüşte bu hafiflik hissedilmez. Şekil 3.8’de çerçeve strüktürün çalışma prensibi gösterilmiştir [Uttu,S. 2001].

3.1.1.4. Asma Germe Strüktür

Asma germe cephe sistemleri; paslanmaz çelik kablo, paslanmaz çelik çubuk, cam paneller ve paslanmaz tespit vidaları ve contalardan oluşturulmaktadır. Düşey kablolar cam panellerin ölü yükünü ve rüzgar yükünü alır. Yüksek cam cephelerde rüzgar yüklerini almak için yatay kafes kiriş inşa etmek gereklidir. Diğer türlü cephenin sehimleri çok büyük olacaktır. Kabloların farklı tasarım biçimleri vardır. Şekil 3.10’da en genel formlar gösterilmiştir. Model D en büyük dayanıma sahiptir.

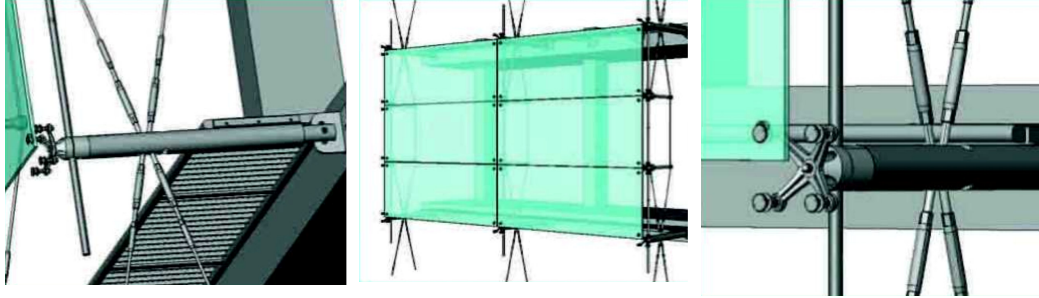


Şekil 3.10. Asma germe cam cephelerin değişik taşıtlma şekilleri

Asma sistemlerde tasarımcı her panelin farklı eğilme hareketleri altında ki davranışının nasıl olacağını bilmelidir. Her cam levha rüzgar yüklerine karşı çaprazlanmalıdır. Rüzgar yükleri kafes kiriş kablolarına veya doğrudan ana çerçeveye aktarılmaktadır. Bütün panellerin birleşimlerinde 4 taşıyıcı delik birleşimin iki düşey elemanı, çapraz çubuklarla birleştirilerek bir kablo kafes kiriş dikmeye bağlanmıştır. Panelin dışında, montaj çubukları iki cam levhayı birleştirir ve bunları doğrudan ana taşıyıcı çerçeveye bağlar. Küçük bir destek cam levhayı her panelin dört köşesinden ana taşıyıcı çerçeveye bağlar (Şekil 3.11).

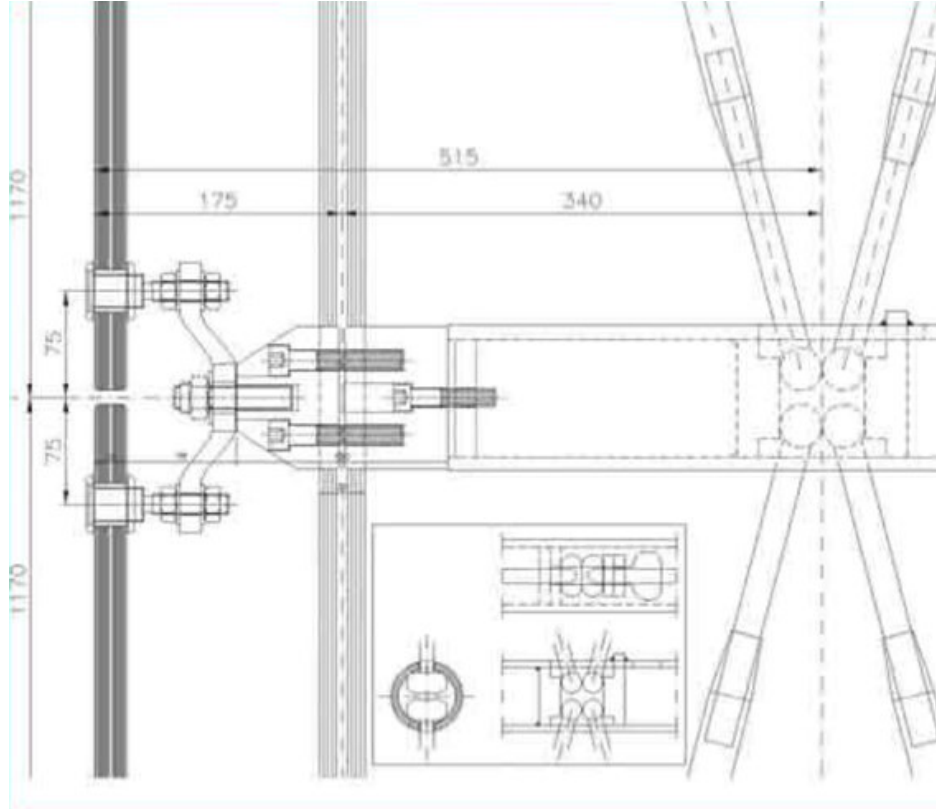
Isı değişimleri çerçeve ve camda uzamalara ve farklı oranlarda büyüme küçülmelere neden olur. Panel sıralarının her biri teorik olarak birbirine kayabildiği halde, birleşimlerde su geçirimsiz silikonla sağlanan dayanım dikkate alınmalıdır. Bütün cephe tek bir levha gibi davranan bir eğilime sahiptir. Cam levhadaki yatay yükler taşıyıcı momentleri yaratacak ve her taşıyıcı noktada önemli değişikliklere neden olacaktır. İki taşıyıcı nokta arasında dağılan bütün panelin ağırlığını tutan her bir taşıyıcı kelepçeye yay elemanların birleştirilme nedeni budur. Bu birleştirme hareketi, taşıyıcı çerçevenin her taşıyıcı destek noktasında ve cama uygulanabilen tahmin edilen yükler için gereklidir.

Paneller arasındaki birleşim üç ihtiyacı yerine getirmelidir. İlki, panellerin birinden diğerine hareketine izin vermelidir ikincisi, camın dış kabuğu kırılmamalı, üçüncüsü su geçirimsiz olmalıdır. Bu üç ihtiyacı yerine getirebilmek için cephe panellerinin ve tespit bileşenlerinin milimetrik hassasiyette projelendirilmesi, imalatının ve uygulamasının yapılması gerekmektedir (Şekil 3.12-Şekil 3.13).

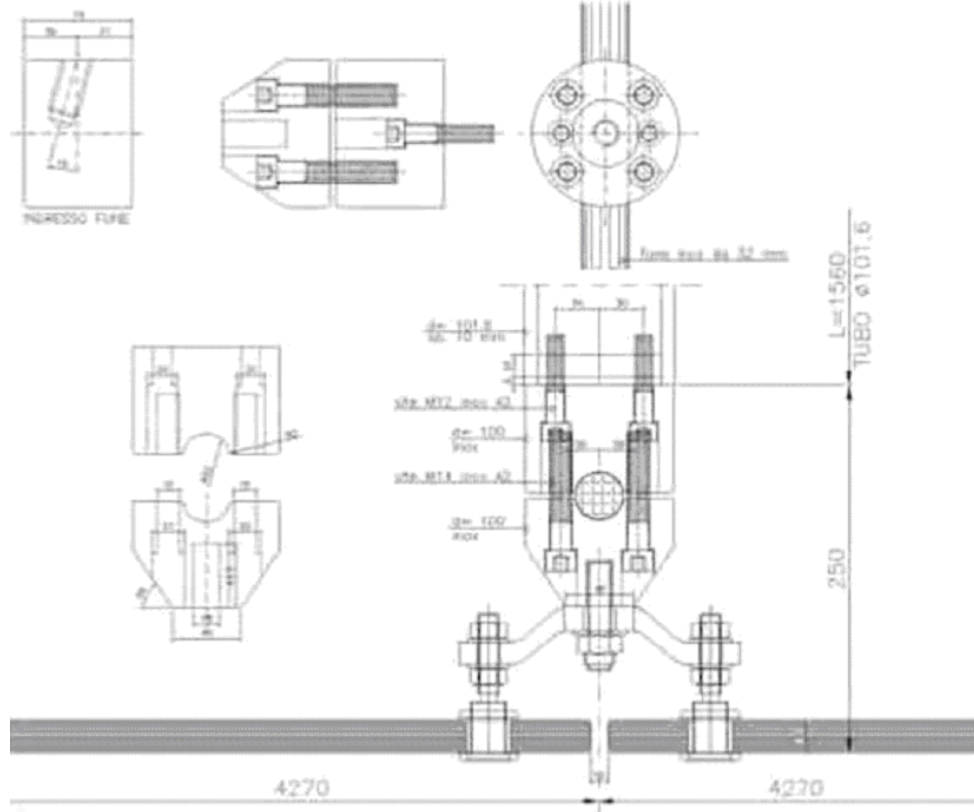


Şekil 3.11. Asma germe sistemli çift kabuk cephenin montaj perspektifleri

Bu sistemin çalışabilmesi için, kabloların ve çubukların bütün yük koşulları altında çekmeye çalışması gerekmektedir. Kablolar öngerilmeli olmalıdır.



Şekil 3.12. Asma germe sistemli bir çift kabuk cephenin nokta detay kesiti



Şekil 3.13. Asma germe sistemli bir çift kabuk cephenin nokta detay planı

Yüksek ve geniş bir asma cam cephede cam levhaların yerleştirilmesi zor bir iş olabilir. Panelleri yerleştirmenin en kolay ve ucuz yolu bir vinç kullanmak ve sol kolonun altından başlamak daha sonra bütün levhaları bu kablolarla yerleştirmektir. Burada ki problem kablolarda artan asimetrik yüküdür. Dikdörtgen panel yerleri kolayca dönebilir bundan sonra da panellerin yerleşimi bir daha mümkün olmaz. Çözümü ise yerleştirmeye bütün kolonların altından başlamak ve panelleri sırasıyla yerleştirmektir. Böylece cephe yükleri simetrik olarak dağıtılır.



Şekil 3.14. Asma germe sistemli çift kabuk cephe örneği, Milan

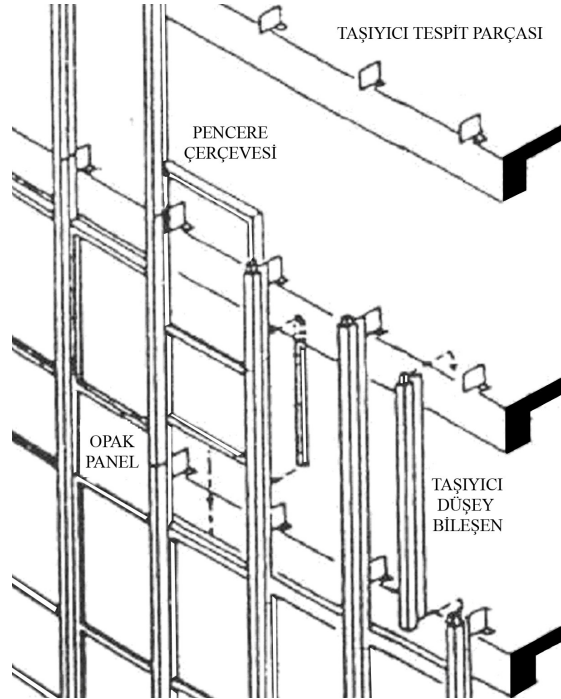
Asma cam cephe sistemi çift kabuk cephe sistemine panel sistemlere oranla çok daha fazla mali yük getirmesine rağmen nadir de olsa çift kabuk cephelerde uygulanmaktadır (Şekil 3.14). Bu tip sistemlerde camlar bir çerçeveye monte edilmediğinden diğer tip cephelere kıyasla daha şeffaf bir cephe elde etmek mümkündür.

3.1.2. Cephe Panelinin Taşıyıcı Sistem Seçenekleri

Çift kabuk cepheler de cephe panelleri genellikle 3 değişik şekilde oluşmaktadır. Cephe elemanı kimi zaman şantiyede kimi zaman da cephe sisteminin üretildiği fabrikada diğer bileşenler ile monte edilmekte ve yerine yerleştirilmektedir. Çubuk, yarı panel ya da panel şeklinde oluşturulabilen dış kabuk ana taşıyıcı sisteme bir

önceki bölümde anlatılan destekleyici strüktürlerle taşınmaktadır. Bazı durumlarda dış kabuk cam cama çelik gergili silikon cephe şeklinde de olabilmektedir. Bu durumda cam cepheyi taşıyan gergili çelik konstrüksiyon belli noktalardan ana taşıyıcı strüktüre bağlanmaktadır.

Giydirme cephelerde genellikle kullanılan taşıyıcı bileşen malzemesi alüminyum alaşımlarıdır. Alüminyum, iklim koşullarına ve diğer çevresel etkilere karşı dayanıklı yapısı, paslanmazlığı ve hafifliği nedeniyle tercih edilmektedir. Alüminyum çekme profillerin dışında kullanılan malzemeler; çelik, bronz, ahşap, sert plastik profillerden yapılan, kat boyunda dikmeler ve bunların arasında bulunan daha kısa boydaki kayıtlardan oluşan bir iskelettir (Şekil 3.15). Bu ızgarada, oluşturan elemanların ısı köprülerini engelleyen ve cam ünitelerinin yerleşeceği yuvaların çeperlerinde kullanılan sürekli elastik contaların kullanıldığı özel profiller de mevcuttur [Aygün,1992].



Şekil 3.15. Giydirme cephe bileşenlerinin resmi [Uzak, 1998]

Taşıyıcı bileşenlerin boyları, kesitlerine oranla çok büyük değerlere ulaşmaktadır. Genleşme sonucu oluşacak gerilmeleri önleyebilmek için gereken yerlerde genleşme derzleri bırakılmasına önem verilmelidir. Güneşin radyasyon etkisine bağlı olarak yaz aylarında malzeme üzerinde sıcaklık 90°C'ye kadar yükselebilmektedir [Gür,2001]. Alüminyum malzemenin ısı genleşme katsayısının yüksekliği düşünüldüğünde, çok katlı yapılardaki giydirme sistemlerde malzeme boyunun artması önemli genleşmelere neden olmaktadır.

Sistemin serbestçe hareket edememesi halinde meydana gelen ısı gerilmelere bağlı deformasyonlar camların kırılmasına neden olabilir. Bundan dolayı özellikle alüminyum malzemedan imal edilmiş bir taşıyıcı malzemenin, ısı genleşme hareketinin hesaba katılarak binanın taşıyıcı sistemine tespit edilmesi gerekir. Taşıyıcı bileşenin ısı değişimleri karşısındaki boy değişimlerine karşı önlem olarak; tespit bir taraftan sabit, diğer taraftan ise kayıcı olacak şekilde yapılmalıdır.

Izgara malzemesi olarak alüminyum, çelik veya her ikisi birden kullanılabilir. Taşıyıcı ızgaranın alüminyum olması paslanmaya karşı bir önlemdir ve alüminyum profillerin imalatı daha kolaydır, bununla birlikte çelik ızgaraların ise yüksek mekanik dayanımlarından ötürü daha küçük kesitlerde yapılmaları mümkündür.

Statik hesaplamalarda, cephenin kendi ağırlığından çok rüzgarın cephe üzerine yaptığı basınç ve emme kuvvetlerine önem verilmektedir [Beall,1987]. Binanın yüksekliği, şekli ve cephe üzerine etkileyen statik yükün hesaplanmasında, alüminyum düşey taşıyıcıların tek veya iki mesnetli açıklıkla cepheye bağlanmış olmasına dikkat edilmelidir. İki mesnetli taşıyıcılarda mesnetlerden birinin, düşey profilin genleşmeyi engellemeyecek tarzda kayarak olması gerekmektedir.

Temelde üç farklı giydirme cephe paneli sistemi vardır;

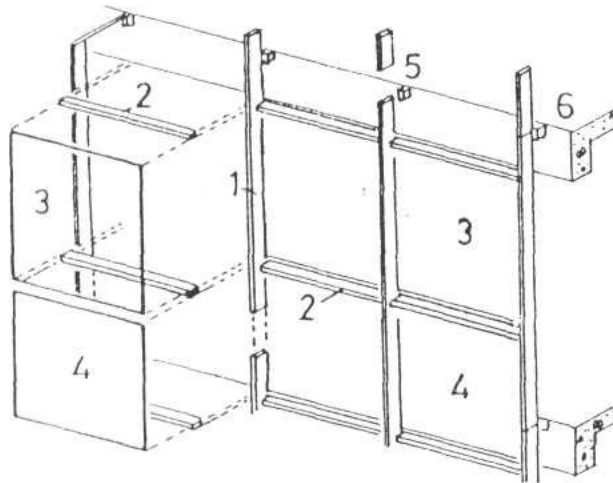
1. Yerinde monte sürekli düşey taşıyıcı ve yatay bağlantı profilleri ile tespit edilen, cam ve parapet ünitelerinin takıldığı *çubuk sistem*,

2. Kat yüksekliğinde düşey ve yatay profiller ile tespit edilen, cam ve parapet ünitelerinin takıldığı, sistemin kat bazında yatay derzler ile ayrıldığı *yarı panel sistem*,

3. Cephe sisteminin düşeyde kat yüksekliği ve tespit edilen aks aralıkları ebadında olmak üzere, cam ve parapet ünitelerinin bütünüyle atölyede monte edilerek, montajda yatay ve düşey derzler ile panellerin birbirinden ayrıldığı *panel sistem*.

3.1.2.1. Çubuk Sistemler

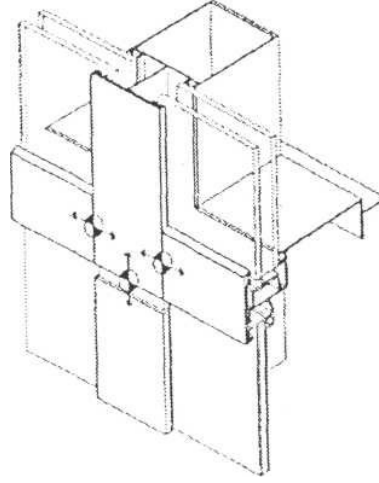
Çubuk sistemler; bir ızgara sistemi içinde birbirine dik yönde yerleştirilen yatay ve düşey çubuklardan oluşmaktadır. Çubuklar arasındaki boşluklar levha veya cam malzeme kullanılarak kapatılır (Şekil 3.16). Bu kaplama elemanları mekan sınırlandırıcı olarak görev yapmaktadır. Genellikle yalnızca çubuklar taşıyıcı iskelete tespit edilmektedir. Bazı özel durumlarda ise levhalar da tespit edilmektedir. Bu durumda çubuklar üzerindeki yük azaltılmış olmaktadır



1. Dikme
2. Yatay kayıt
3. Cam
4. Parapet elemanı
5. Ankraj elemanı
6. Döşeme kirişi

Şekil 3.16. Çubuk Sistem Giydirme Cephe Bileşenleri [Süyük, E. 2003]

Sistemde cephe sistemini taşıyacak bu ızgaraları, taşıyıcılar bina cephesine belirli aks aralıklarıyla ve boy değişimine imkan verecek şekilde, bir ucundan sabit ve diğer ucundan hareketli olacak şekilde tespit edilirler. Çubuk sistemlerde her bileşen yerinde monte edilir. Bu sistemde camın içten veya dıştan takılması mümkündür, dikme ve kayıtlar şantiyede ayrı ayrı yapı iskeletine takılarak yüzey oluşturabilir [Oktuğ,1991].



Şekil 3.17.Çubuk Sistem Giydirme Cephe Nokta Detayı [Çapkur, 2000]

Çubuk sistemi, taşıyıcı ızgara bileşen sayısı ve uygulama yönü açısından sınıflandırılabilir. Taşıyıcı ızgaradaki bileşen sayısı açısından iki grupta incelenebilir

- Tek bileşenli (yatay veya düşey)
- Çift bileşenli (yatay+düşey)

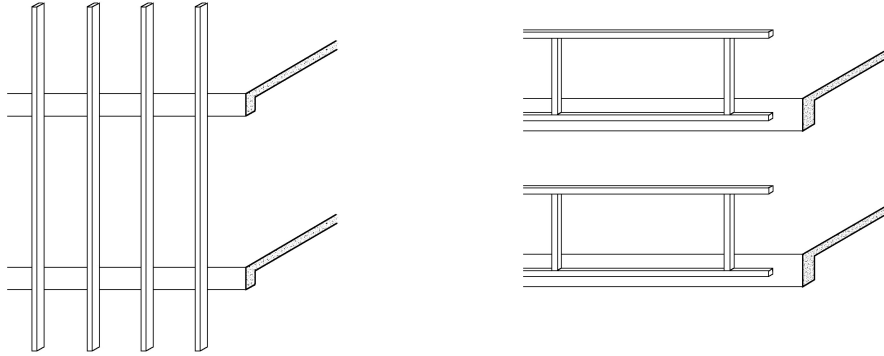


Şekil 3.18. Tek ve Çift Bileşenli Çubuk Sistem [Süyük, E. 2003]

Çubuk sistemlerin taşıyıcı ızgaradaki bileşen sayısı açısından incelenmesi sonucu ortaya çıkan bu sistemlerden tek bileşenli sistem, çift bileşenli sisteme göre daha uzun sürede yerleştirilir(Şekil 3.18). Tek bileşenli de düşey ana taşıyıcıda yalnızca düşey hareket, çift bileşenli de ise hem düşey hem de yatay hareket imkanı vardır [Uzak,1998],

Taşıyıcı ızgara yönü açısından da iki uygulama söz konusudur;

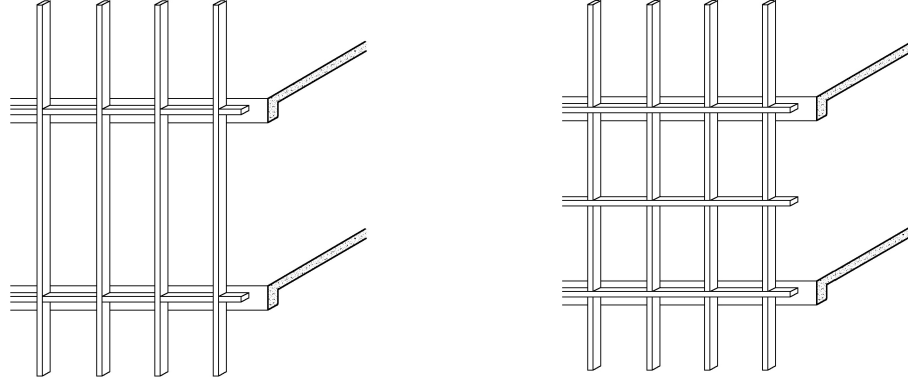
- Tek yönlü düşey veya tek yönlü yatay taşıyıcılı sistemler (Şekil 3.19).
- Çift yönlü düşey veya çift yönlü yatay taşıyıcılı sistemler (Şekil 3.20).



Şekil 3.19.Çubuk sistemlerde tek yönlü düşey ve tek yönlü yatay taşıyıcı uygulaması

Cephe ızgarasında yalnızca dikme veya kayıtların bulunması durumunda ızgara tek yönlü olmaktadır. Böylece dolgu birimlerinin boşta kalan diğer iki karşı kenarı yan birimlere doğrudan yanaşmaktadır.

Çift yönlü çubuk ızgaralar düşey ve yatay ana taşıyıcılı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Düşey taşıyıcılı türde dikmeler döşemeye asılmakta ve kayıtlar bunlara bağlanmaktadır. Yatay taşıyıcılı türde ise kayıtlar döşeme kenarına bağlanmakta ve dikmeler bunlara basmaktadır (Şekil 3.20).



Çift yönlü düşey taşıyıcı

Çift yönlü yatay taşıyıcı

Şekil 3.20.Çubuk sistemlerde çift yönlü düşey ve çift yönlü yatay taşıyıcı uygulaması

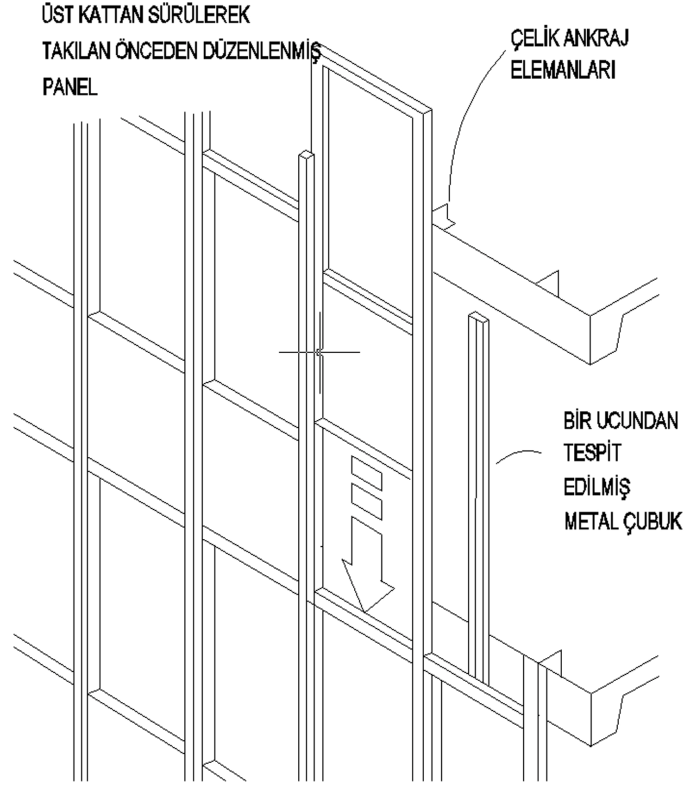
Tek yönlülerde cam biriminin yalnızca karşılıklı iki kenarı arasında bir kayıt bulunduğundan, bir tek yönde monte edilebilmekte ve rüzgar basıncı altında çökme miktarı artabilmektedir. Çift yönlü durumda, düşey ana taşıyıcılı sistemlerde yük aktarımının kayıtlardan dikmelere doğru olması nedeni ile bağlantılar daha rasyonel gerçekleşebilmektedir.

Yatay ve düşey hareketlere uyum sağlaması gereken sistemin, montajında hata yapılabildiğinden uygulamanın nitelikli elemanlarla yapılması önemlidir. Her profil montajının, bina cephesinde yerinde yapılması bakımından ve yüksek binalarda hava şartlarından etkilenme ve yüksek irtifada tam kontrollü çalışma zorluğu dolayısıyla montajda özel bir itina gösterilmesi gereklidir. Taşıyıcı dikmeler genellikle üst kısımlardan kaba yapıya tespit edilir. Bu tespit, döşeme veya kirişin altına, üstüne veya altına yapılır [Uzak, 1998]. Diğer sistemlere göre daha az maliyetli olması sistemin avantajıdır.

3.1.2.2. Yarı Panel Sistemler

Yarı Panel Sistemler; düşey ve yatay profiller çubuk sistemdeki gibi yerinde monte edilmekte, ancak dikey profiller kat hizasında yatay profiller ile bağlanarak, sistem kattan kata monte edilen bir sürekli eleman şekline dönüşmektedir(Şekil 3.21).

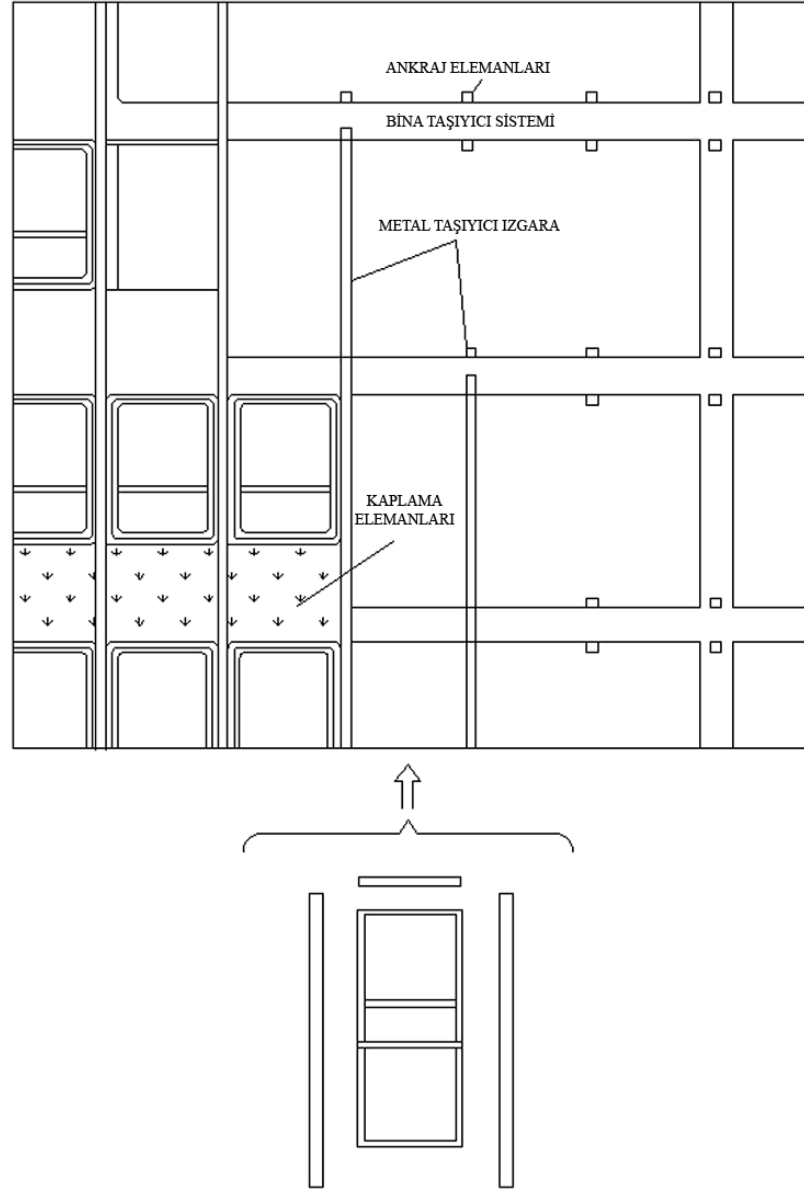
Cephede oluşan genleşme gürültüsü her katta absorbe edilmekte ve bu nedenle genleşme gürültüsü olmamaktadır.



Şekil 3.21. Yarı Panel Sistem Detayı [Çapkur, 2000]

Yarı panel sistemlerde; her kat kendi içinde bağımsız gibidir ve her katın cephesini kaplayan cephe elemanı bir bütünlük göstermektedir. Elemanlar demonte olarak şantiyeye getirilir ve şantiyede çubuk sistemde olduğu gibi yerine monte edilmektedir [Tümay, 1991]. Bu sistemlerde saydam ve opak paneller içten takılabilmektedir.

Yarı panel sistem, çubuk sistemin ekonomik tarafı ile panel sistemin yüksek yapılar için önemli bir özelliği olan, bina hareketlerine uyum kabiliyetinin birleştirilmiş bir şeklidir. Yan yana iki cam birimini kapsayan büyük boyutlu çerçevelerden oluşturulmuştur (Şekil 3.22).

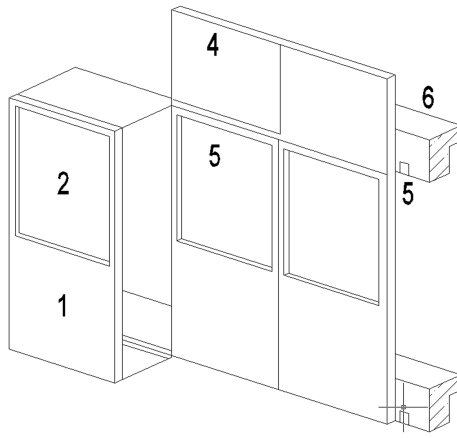


Şekil 3.22. Yarı Panel Sistem Montaj Şeması

Yarı panel sistemlerde, genellikle yalıtkan olan iç tabaka, döşemeler üzerine oturur. Çift cam birimleri, fabrikada bir çerçeve profili ile çevrelendiğinden şantiyede ızgaraya mekanik bağlantısı yapılır. Ancak birimlerin şantiyeye taşınması ve yerleştirilmesi profilsiz birimlere göre daha özen gerektirmektedir. Ön yapım ağırlıklı ve büyük boyutlu olduğundan yerleştirme süresi kısa ve yerinde birleştirme işlemleri azdır [Şerbetçi, 1994].

3.1.2.3. Panel Sistemler

Panel Sistemler; Giydirmce cepheyi oluşturan doğrama elemanları (yatay ve diőey taşıyıcı metal profiller) taşınabilir bđyđklđkte, bir ya da iki aks ve bir kat yđkseklięinde elemanlardan oluşmak ũzere imal edilip, şantiyeye getirilmekte ve ũzel ekipmanlarla yapıya monte edilmektedir(Şekil 3.23). Panel sistemlerde kullanılan kaplama malzemeleri istenilen çeşitliliğe bağlı olarak seçilebilmektedir.



- 1-2 Camlı ve parapet elemanlı cephe elemanı
- 3. Yerine konulmuş eleman
- 4.Yeni takılacak eleman
- 5.Ankraj elemanı
- 6. Dŕőeme kirişi

Şekil 3.23. Panel Sistem Giydirmce Cephe Elemanları [Sũyũk, E. 2003]

Panel sistemler, imalatın eleman bazında yapılmasına imkan vermesi ve her tũrlũ kontrolũn imalat sonrasında ve montajdan ũnce yapılabilmesi nedeni ile uygulamadaki hata yũzdesini dŕőũrmekte ve cephe geçirimsizliği olarak diğer sistemlere gŕre en iyi sonucu vermektedir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24.Panel Sistem Noktasal Perspektifi

Panel sistemde, mekanı sınırlandıran da, taşıyıcı iskelete kendi yükünü ve diğer yatay yükleri aktaran da panellerdir. Paneller, başka bir yardımcı elemana ihtiyaç olmaksızın yan yana gelir. Panel montajı; belirli katlarda kurulan raylı taşıyıcı sistemle gerçekleştirilmekte ve panellerin katlara taşınması, yatay taşıyıcı ile montaj platformu özel imal edilmiş ekipmanlar ile yapılmaktadır [Uzak, 1998].

Panel sistem giydirme cephelerde, genellikle ızgara söz konusu değildir. Metal bir çerçeve, cam ve diğer kaplama malzemelerini içeren dikdörtgen formlu cephe elemanları yan yana ve üst üste gelecek şekilde, her biri kendi çerçevesinden kaba yapıya çeşitli noktalardan tespit edilmektedir. Tespit işlemi yapılırken ayar düzeneğinin sağlanması gereklidir. Yani panelin, her üç yönde hareket etmesine olanak verecek tespit sistemi kurulmalıdır.

Montaj işleminin çok hızlı yapılabilmesi nedeni ile inşaat süresi kısalmış ve kaba inşaat devam ederken panellerin üretimi camlı ve tam bitmiş olarak önceden hazırlanıp, alt katlardan başlamak suretiyle çok hızlı tamamlanabilir (Şekil 3.25). Sistemde detaylandırma gereği duyulan yatay ve düşey derzler nedeni ile profil detayları çoğalmakta ve sistem çerçeve maliyeti, diğer sistemlerin birkaç katı olabilmektedir.



Şekil 3.25. Panel sistem kutu tipi çift kabuk cephenin montaj fotoğrafı

Ancak montaj işleminin hızlı bir şekilde yapılması ve hava koşullarından fazla etkilenilmemesi, bina içinden yapılabilmesi ve sağlanan maksimum performans, sistemi avantajlı duruma getirmektedir.

3.2 Kabuk Bileşenleri

Giydirme cephe kabuk bileşenleri, bina taşıyıcı sistemine tespit edilip, taşıyıcı metal ızgaraların önüne veya içine monte edilerek dış örtü sistemini oluşturmaktadır. Giydirme cephelerde temel olarak iki ayrı bölge bulunur. İlki saydam kuşak (pencere) denilen, genel olarak cam malzemeden oluşan bölge, ikincisi ise opak kuşak (parapet bölgesi) denilen, camın yanında çeşitli opak malzemelerinde kullanıldığı bölgedir. Giydirme cephelerin saydam kuşağında tek ya da çift cam panellerle, parapet kuşaklarında ise dışta: cam, çift cam, metal sandviç panel (saç üzerine emaye, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik vb.), plastik (örneğin camyünü takviyeli polyeater veya epoksi reçine), suni ya da doğal taş ve içten: metal, plastik, ahşap veya alçı plaklarla kaplanabilir ve ara katman olarak çeşitli ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Bazı yüksek binalarda kaplama plakları yalnızca camdan oluşsa da bazılarında cephenin sadece bir bölümü saydam ve cam; diğer bölümleri ise opak ve metal sandviç panel, paslanmaz çelik, granit gibi kaplama plakaları ile kaplanabilmektedir [Akyürek, 1994].

3.2.1. Sıydam Paneller (Camlar) ve Özellikleri

Cam; inorganik esaslı, amorf bünyeli, sabit erime noktası olmayan, çok yüksek sıcaklıklarda akıcılık kazanan, soğuyunca katılaşıp, durgunlaşan, sıvı maddelerin özelliklerini gösteren, ayrıca normal sıcaklıklarda kristalleşme göstermeden hızla katılaşıp katı maddelerin mekanik özelliklerini de taşıyabilen bir silikat sistemdir.

Malzemeciler camı aşırı soğutulmuş bir sıvıya benzetirler. Gerçekten de cam ısıtılmaya başlandıktan sonra sıcaklığın artmasına paralel olarak önce yumuşar ve daha sonra da akıcı hale gelir. Bu hali ile adeta bir sıvı gibidir. [Toydemir,N, 1990]

20.yy.'ın ikinci yarısından başlayarak cam işleme konusunda kaydedilen yenilikler camı artık sadece pencerelerde kullanılan bir malzeme olmaktan kurtararak ısı ve ses yalıtımı sağlayan, güneşin aşın parlaklığı ile radyasyon ısını denetleyen ve yapı içini

dış etkenlere karşı güvence altına alabilecek niteliklere sahip bir yapı kabuğuna dönüştürmüştür.

Giydirme cephe, günümüzde cam teknolojisindeki gelişmelerin sağladığı olanaklar sayesinde, yalnızca taşıyıcı çerçeveler ve cam yüzeylerden oluşabilmektedir. Günümüzde inşa edilmekte olan yüksek binaların, içinde yer aldıkları çevrede çarpıcı bir etki yaratmaları istendiğinden dış cephe tasarımında estetik kaygıların birinci planda tutulduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu binalarda alışılmışın dışında büyük saydam yüzeyler ve bu saydamlıkları oluşturan ihtiyaçlara göre değişen camlara yer verilmektedir. Görsel konfor açısından cam; yeterli aydınlık düzeyini sağlarken, kamaşmanın oluşmasını engelleyerek, dışarıyla yeterli derecede görsel ilişkinin kurulmasını sağlar. Saydam yüzeyler bir taraftan bunları sağlarken bir yandan da enerji tüketiminin minimum olacağı koşullara uymak zorundadırlar [Ander,1995]. Bu nedenle saydam yüzey alanının belirlenmesi ve cam türünün seçilmesinde enerjinin korunması konusu dikkate alınmalıdır.

Camın şeffaflığı kristaller biçimlendirilmeden moleküllerin katılaşması sonucudur. Cam 315 ve 2.500nm arasındaki dalga uzunluğuyla güneş ışınlarının geçirimine izin verir. Camların arasından ısı kayıplarındaki en önemli faktör ısı geçirgenliğidir. Pek önemli olmayan camon tek tabaka kalınlığı, ışınım seviyesi kullanılan kaplamalarla kontrol edilebilir ve convection (dolaşım) konstrüksiyonun formundan etkilenebilir (Örn. Yalıtımlı veya çok tabakalı cam). Isı genleşmesi camın kimyasal yapısına bağlıdır. “Yansıma” , “emme”, ve “geçirme” terimleri ısınma kadar tek veya çok tabakalı camı ifade etmektedir. Değerler, bütün ışınım yüzdesi olarak ifade edilir. Işık geçirgenliği değeri (t value) camdan geçen ışık yüzdesiyle tanımlanır Bütün güneş enerjisi geçirimi (g- value) geçen ışınım ve yutulmanın tamamı camın içinde değildir.

Isı geçirgenliği (U-value); dış ve iç hava arasındaki 1K ısı farklılığıyla 1m² alanda her saat ısı kayıp oranıdır.

Işık Geçirgenliği; Camın yüzeyine 90°lik açı ile gelen 0,38-0,76µm. dalga boyunda görünür ışığı geçirme özelliğidir. Pencere camının kullanım amacı, aydınlatma ve dış mekanla görüntü bağlantısı sağlamaktır. Bu nedenle düz camların güneş kontrol etkinliği artırılırken, kullanım amacından da uzaklaşmamaya dikkat edilmelidir. Güneş kontrol camlarının ışık geçirgenliklerinin belirli değerlerin altında kalması arzu edilmez. Ayrıca camda gün ışığı geçirgenlik tercihleri coğrafi konuma göre farklılıklar göstermektedir. Bulutlu kuzey ülkelerinde bol doğal ışık bir ihtiyaç iken, güneyde güneşin aşırı parlaklığı sorun olabilmektedir.

Gölgeleme Katsayısı; Güneş enerjisi toplam geçirgenliğinin 3 mm renksiz camla kıyaslanması sonucunda gölgeleme katsayısı bulunmaktadır. 3 mm renksiz camın güneş enerjisi toplam geçirgenliği yaklaşık 0.87'dir [Akyürek,1994].

Güneş Altında Performansı; Enerjinin elektromanyetik dalgalarla yayılması olan ışınım, çok geniş bir dalga boyu aralığını kapsar. Dalga boyları, 10 m dalga boyunda olan kozmik ışıklardan, dalga boyu 1000 m veya daha yüksek olan radyo dalgalarına kadar değişir. Her ne kadar herhangi bir dalga boyundaki ışınım, bir cisim tarafından emildiğinde ısıya dönüşürse de ısı transferinde önem taşıyan elektromanyetik spektrum aralığı 0,2 ile 50 mikron(µm) arasında yer alır. Spektrumun 0,2 -0,4 mikron (µm) aralığı morötesi bölge, 04-08 µm aralığı görünür bölge, 0,8-2,5 µm aralığı da kızıl ötesi (ya da kızıl ötesi) bölgesi olarak adlandırılmıştır.

Isı İletimi Katsayısı (U Değeri) ; Camlarda ısı yalıtımının ölçüsü "k" veya "U" ısı iletimi katsayısıdır. Anglosakson ülkelerde genellikle "U"; Orta Avrupa'da "k" katsayısı kullanılmaktadır. Isı iletim katsayıları birim cam alanından, birim zamanda, sabit koşullarda iletilen ısının bina içi ve bina dışı sıcaklık farkına bölünmesiyle elde edilir. Yüksek ısı iletim katsayısı kötü. ısı kontrolü, düşük ısı iletim katsayısı ise iyi ısı kontrolü demektir. U değeri, W / m²K ile belirtilir. U değeri, camın her iki yanındaki hava sıcaklık farkına bağlı olarak iletim (kondüksiyon) ile geçen ısıdır. Katsayıyı belirleyen en önemli etkenler; yalıtım camı ara boşluk genişliği ve dolgusu ile kaplamanın yayılım değerleridir.

Normal tek camda U değeri $5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ iken bu değer çift camda $2,6-3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ve Low-E cam kullanılmış çift camda $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Çift camlı ünitelerin ısı performanslarını arttırmak için çalışmalar devam etmektedir, 2. ve 3. yüzeyleri low-E kaplamalı ve ara boşluğu gaz dolgulu bir çift camlı ünite U değeri $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'e kadar düşürülebilmektedir. U değerinin tersi yani $(1/U)$ değeri R ile gösterilir ve ısı iletimine karşı olan direnci ifade eder. Isı yalıtımının iyi olduğu durumlarda U değeri düşük, dolayısıyla tersi olan R değeri büyüktür.

Cam Türleri: 20.yüzyılda pencere ve cam kavramları köklü bir değişime uğramıştır. Yüzyılın başında aynı zamanda ana taşıyıcı işlevini de üstlenen bina cephesinde yer yer bırakılan açıklıkları kaplayarak, içeriği yağmur ve kar yağışı ile rüzgar ve tozdan koruyan basit pencere camı, artık aynı zamanda dışarı ile içeri arasındaki her türlü ilişkiyi dengeleyen ve düzenleyen bir yapı kabuğuna dönüşmüştür. Camın bu yükselişinin arkasında başta float (kalay banyosu üzerinde yüzdürme) olmak üzere, yeni cam üretim teknikleri; kaplama, temperleme, laminasyon ve çift cam üretimi gibi işleme biçimleri; silikon, polisülfid, butil, epdm vb. conta malzemesi yapımındaki camları tek ya da çift yüzeyli olarak ve belirli renklerde renklendirilmek suretiyle, güneşten gelen enerjinin ancak belli bir yüzdesini geçirmek üzere üretilmektedir. Renkli güneş kontrol camları, ergitme işlemi öncesi, cam harmanına renklendirici katkıların ilavesiyle elde edilir. Güneş kontrol ve renk özellikleri kullanılan metal oksitlerin cinsine, miktarına ve cam kalınlığına bağlı olarak değişir [Akyürek,1994].

Reflektif (yüksek yansıtımlı) camlar, giydirme cepheli ticari yapıların cephe gerisini gündüz saatlerinde gizlemesi ve homojen bir cephe elde edilmeleri açısından idealdir. Ancak gece manzarasının önemli olduğu yapılar ile konutlar ve mağaza vitrinlerinde aydınlık taraftaki ayna etkisini kontrol için yüksek değil, tam tersine düşük yansıtımlı çözümler tercih edilmelidir.

Düz camlarda güneş kontrol etkinliği gölgeleme katsayısı ile ifade edilir. Camların sadece ışık geçirgenliklerine bakarak güneş kontrol etkinliklerine karar vermek

yanıltıcı olacaktır. Bu tür kaplamaların renkli camlara uygulanması halinde tek cam uygulamalarında gölgeleme katsayısının 0,22 değerine kadar düşürülebildiği, ancak buna paralel olarak ışık geçirgenliğinin de 0,08 gibi son derece düşük bir değere indiği görülür. Bu sebeple düz camların güneş kontrol etkinliği artırılırken, kullanım amacından da uzaklaşmamasına dikkat edilmelidir. Güneş kontrol camlarının ışık geçirgenliklerinin belli değerlerin altında kalması arzu edilmez.

- Float Camlar: Cam hamurunun yatay olarak çekilmesi ile elde edilen tabakaların,eriyik haldeki kalay dolu ikinci bir havuz üzerinden yüzdürülerek geçirilmesi ile üretilmiş levha camlardır. Levha cam üretiminde kullanılan diğer yöntemlerle elde edilemeyen nitelikte levha camlar üretilmiştir. Elde edilen camların yüzeyleri son derece düzgün, dalgasız ve parlaktır ve sonradan herhangi bir parlatma ve benzeri işleme gerek kalmamaktadır. Ayna yapımında, büyük ölçüde kristal camın yerini alan float camlar, kusursuz saydamlık istenen bölücülerde ve mobilyalarda da kullanılmaktadır.

Float camlar, 2-19 mm arasında kalınlığa sahip olabilirler.En büyük boyutları 3.20mx6.00m, en küçük boyutları ise 1.50mx1.00m'dir. Float camların, mağazaların teşhir mekanlarında bulunan cam bölücü elemana rağmen, müşterinin görsel yanılığa düşmeden kamaşma, parlama gibi algıyı zorlaştıracak aydınlatma problemler ile karşılaşmadan, kusursuz görsel algılama sağlayacak şekilde üretilmeleri mümkündür.

Bu tip camlar, cam yüzeyinin aşındırılması prensibine dayanan, aşındırma ve asit daldırma işlemi ile gerçekleştirilmektedir. Tümüyle homojen bir şekilde aşındırılan cam yüzeyi matlaşarak parlama ve yansımayı engeller. Ancak ışığı dağıtarak parlamayı önleyen bu camlar, arkasında görülen nesnelerin kesinliğini ve birbirleriyle olan kontrastlık derecelerini kaybeder.Dolayısıyla görsel bütünlüğü etkiler. Diğer yandan float camların metal oksit kaplama ile üretildikleri ikinci yöntemde geri yansıyan ışık miktarı %1'e kadar düşürülebilmektedir. Böylece geçen ışık miktarı artarak, arkasındaki nesnenin kusursuz olarak algılanmasını, parlamayı engelleyerek sağlar. Metal oksit kaplama, float camların kaplanacak metal oksit

bileşenin bulunduğu havuza daldırılmasından sonra tekrar fırınlanması sonucu oluşturulur. Bu şekilde elde edilen camlar, ısıl şoklara, neme ve kimyasal maddelere karşı dirençli olur.

- Ön Gerilmeli (Temperli) Camlar: Cam malzemenin basınç, darbe ve ısıya karşı direncini arttırmak için birtakım ısıl işlemlerinden geçirilir. Buna temperleme denir. Camın istenen ölçülerde kesilip, rodajlanmasını takiben özel fırınlarda erime noktasına yakın derecelerde (450 °C) ısıtıldıktan sonra aniden soğutulması esasına dayanır. Temperleme işlemi, yatay hat üzerinde camın dış yüzeylerine basınç gerilimi, ortasında ise bir çekme gerilimi kazandırmak için ani ısıtma ve soğutma ile yapılarak elde edilir. Kırıldığında zar büyüklüğünde parçalara ayrılır ve bu özelliğinden dolayı da iç mekanlarda ve çift kabuklu cephelerin dıştaki kabuğunda kullanılırlar (Şekil 3.26). Bazen güvenliği daha da arttırmak için temperli camlar dağılmasın diye lamine de yapılabilir.



Şekil 3.26. Dış kabukta 12mm'lik temperli cam, iç kabukta low-e cam kullanılmış yapı örneği (Düsseldorf City Gate Binası, Almanya) [Poirazis,H. 2004]

Kısmi temperleme, temperlemede olduğu gibi ısıtılıp, ama daha yavaş soğutulması ile yapılır. Temperlenmiş cama göre yüzey gerilimi daha az olduğundan, basınç ve darbeye direnci de daha azdır. Cam temperlendikten sonra üzerinde işlem

yapılmamalıdır. Temperlenmiş camlar, kesme, delme, bizote ve rodaj işlemlerine tabi tutulduğunda kırılacağı için de, bu işlemler ve detaylandırma üretimden ve camın ani olarak soğutulmasından önce yapılmalıdır.

- Lamine (Tabakalı) Camlar; Lamine camlar iki veya daha fazla katmandan oluşur ve yapay folyolar, örneğin Polivinil-Butiral (PVB) ile birbirlerine bağlanırlar. Enerji kazanımı dışında güvenlik camı olarak kullanımları da yaygındır, çünkü PVB-folyo camın dağılmasını önler (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Dış kabukta 4+6mm'lik temperli lamine cam kullanılmış yapı örneği (Sanomatalo Binası, Finlandiya) [Poirazis,H. 2004]

Çok tabakalı camlı kuruluşlarda tabaka sayısı iki veya daha fazla olabilir, cam arası açıklıklar ise 8-20mm arasındadır ve boşluğun kuru hava, argon, kripton, zenon gazları doldurulması ile yalıtım değeri artırılır. Söz konusu kuruluşlarda sıcaktan soğuk yöne doğru ısı geçişi karşılıklı cam yüzeylerden ışınım, ara boşluktaki taşınım ve konstrüksiyondan iletim yolu gerçekleşir.

Lamine camlar plastik , tel veya yangın kesici ara tabakalı olabilirler. Lamine camlar renkli veya renksiz özel bağlayıcı polivinil butiral (PVB) tabakalar yardımıyla iki veya

daha fazla cam plakanın ısı ve basınç altında birleştirilmesi ile üretilir. Isı ile eriyen PVB renksiz, bronz, yeşil ya da mavi gibi renklerde de olabilir. Herhangi bir patlama veya kırılma anında parçalar dağılmadan, yerinden tutulabildiği için, yaralanma risklerini azaltır ve güvenlik camı olarak da kabul edilir. Plastik iç katmanın kalınlığı, kullanılan camların kalınlığına bağlı olduğu kadar camın kullanılma amacına göre de değişir. Özellikle iç mekanlarda kullanılacak camlar, yaya trafiğinin yoğun olduğu yerlerde, çarpma, darbe gibi olasılıklar göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Ayrıca laminasyonlu camlar istenmeyen geçişlerde, hırsızlığa karşı dayanıklı ve ateşli silahlara karşı da dirençli camlardır.

Lamine cam tabakalarının arasına polivinil-butiral folyo konulabildiği gibi, ön gerilmeli levha camlar arasına ısı geçirgenliği son derece düşük olan bir jel konularak elde edilebilir bu tür camlar. Poliyvinil –butiral folyo, ısı karşısında şişerek opaklaşır ve yalıtım sağlar. Jel ise alev maruz kaldığında, kabuk şeklini alır ve katmanların arasında buharlaşan su, ısı enerjisine dönüşür ve bu şekilde jel tükenene kadar bize süre kazandırır.

“Isı yalıtım özelliği bulunmayan camlarda yangın anında yüzey ısı 550C’ye kadar yükselmektedir. Alevlerin etkilemediği diğer yüzeyde ise 300C’nin üstüne çıkabilmektedir. Ancak yangın kesici ara tabakalı camlarda kritik yüzey ısı en fazla 140C’ye kaçış yönündeki yüzeyde ise ısı 45C civarına çıkmaktadır [Pliginkton levha cam çeşitleri,1997].

- Güneş Kontrol Camları: Isı ve güneş ışınlarını kıran fonksiyonel tabakalar yeni gelişmelerdir. Örneğin, ışığı kıran plastik filmler bu amaçla kullanılmaya başlamıştır. Bunlar sadece belirli açılarda gün ışığı geçirir ve geçirimsiz olurlar. Holografik ışık kırıcılar ışık eğimlerine aynalar, lensler ve prizmalar gibi davranır. Mimaride ışığın yönünü değiştirmek, güneş kırıcı vb. amaçlar için kullanılır. Fotovoltaik (PV) modüllerle lamine cam güneş enerjisini elektriğe dönüştürmede kullanılır. Aynı zamanda, bunlar güneş kırıcı olarak da kullanılmaktadır. PV modülleri genellikle farklı silikon güneş hücrelerinden oluşur. Polikristal güneş hücreleri genellikle mavi ve opaktır. Günümüzde, otomatik veya mekanik olarak kontrol edilebilen ışınım ve geçirim araştırmaları farklı sistemlerle yapılmaktadır. Bu sistemlerin termo-tropik

katmanları kullanılarak güneş ışınım spektrumunun tümüne karşı koyabilmektedir [Compagno,2000-3].



Şekil 3.28. İç ve dış kabukta güneş kontrol camları kullanılmış yapı örneği
(Victoria Life Insurance Binası, Almanya) [Poirazis,H. 2004]

Güneş kontrol camları sıcak iklim koşullarında güneş enerjisinin içeriye girmesini önemli ölçüde azaltarak havalandırma sistemlerinde tasarruf sağlamakta ve ayrıca güneş ışınlarının rahatsız edici parlaklığını azaltmaktadır (Şekil 3.28). Gün ışığı ve ısı ışınımına geçirgen olan, aktif ve pasif güneş kazançları ve güneşten korunma doğrultusundaki gelişmelere birçok noktada kesişmektedir. Cam, üretilmiş veya kazanılmış bina ısısının korunması, güneşten korunma, güneş ışınımının ısı veya elektriğe dönüştürülmesi veya bina cephelerinde güdümlü hava akımları oluşturarak havalandırma veya serinletme sağlanması gibi birçok alanda işe yarayan kullanışlı bir maddedir [Akyürek, 2003].

“Buzlu”, “kumlu” ve “asite daldırılmış” camlar ise ışık geçiren ama görüntü geçişini engelleyen camlardır [Akyürek, 2003].

Seçilen camlarla, yazın güneşten gelen ısı kontrol edilebilir, kışında iç mekan ısı kayıpları önlenirken gün ışığından maksimum yararlanarak elektrikle aydınlatmayı azaltarak binanın enerji kullanımı minimuma indirilebilir.

Cam yüzeyindeki baskının olduğu yer güneş kırıcı gibidir. Cam tabakalar arasındaki şeffaf yalıtım malzemeleri sadece ısı kayıplarını azaltmaz, güneş ışınlarından ısı depolanmasını kolaylaştırır. Bu durumda en çok kullanılan malzeme farklı kalınlık ve dokudaki cam, polikarbonat ve kuartz köpüktür. Diğer iki tabaka arasına yerleştirilen malzeme camı mekanik zarar ve hava şartlarına karşı korunur. Cam katmanlar arasındaki jaluzi, film tabakası vb güneş kırıcı elemanların yerleştirilmesinde kullanılır. Bu elemanlar boşluğun içinde hava ve kirlenmeye karşı korunaklıdır, böylece bakım ve temizlik maliyeti azalmaktadır. Jaluzi gibi sistemler boşluğun içine elektrikle hareketlendirme motorlarıyla yönlendirilecek şekilde yerleştirilir. [Compagno, Anderea, 1996]

- Yansıtıcı (reflektif) Camlar; Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanarak yüksek yansıtıcılık özelliği kazandırılmış camlar olarak tanımlanırlar. İnce metalik kaplamaların başlıca dezavantajları yumuşak yüzeyleri ve metallerin (özellikle gümüş ve bakırda) kimyasal dirençlerinin düşüklüğünden dolayı korozyon sorunlarıdır. Krom, titan ve çelik alaşım gibi metal kaplamalarda güneş spektrumunun görünür ve yakın infrared bölgelerdeki geçirgenlikleri yaklaşık aynıdır. Renkleri saydama yakındır. Çeşitli metal oksitlerin pirolitik yöntemlerle cam yüzeyinde oluşturulması ile mekanik ve kimyasal direnci yüksek yansıtıcı camlar elde edilmektedir.



Şekil 3.29. Dış kabukta yansıtıcı güneş kontrollü cam kullanılan yapı örneği (Gladbacher Bank, Almanya) [Poirazis,H. 2004]

Yansıtıcı camlarla güneş ışınlarının kontrolü yansıtma esasına dayandığından cam yüzeyine gelen güneş ışınlarının doğrudan yansıtılan kısmı renksiz cama veya renkli cama göre çok daha fazladır (Şekil 3.29). Yansıtıcı camların güneş kontrol etkinlikleri de kaplama cinsine, kalınlığına ve uygulanan yönteme göre değişiklikler gösterir.

- Düşük Emisiviteli (low-e) Camlar; Low-E cam yüzeyinde düşük emisivite bir kapama bulunan düz cam türüdür. Düşük emisivite, cama uzun dalga boyundaki radyasyonu yansıtma özelliği kazandırır. Böylece Low-E camlar, gece, gündüz ışınlarını emen oda içindeki tüm eşyaların ve duvarların yaydığı uzak infrared bölgedeki radyasyonun hemen tamamını geri yansıtarak odanın soğumasını önlerler (Şekil 3.26) [Saraç Y.,1997, Ritche I., 1998].

Low-E kaplama ısı levhalarını biçimlendirmek için kullanılır. Bunlar cam yüzeyindeki yansıma özelliklerini azaltır. İyi iletken olan metal katmanlar bu iş için çok uygundur. 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 oksit kaplamalar kullanılmaktadır [Compagno,A., 2000].

- Isı Yalıtım Camları: yalıtımlı cam pencere endüstrisinde bir devrimdir. Tek tabakalı düz cam yüksek oranda manzara ve ışık sağlarken, yalıtımlı camdan 10-15 daha fazla ısı ve soğuşu mekanın içine aldığından mekanı rahatsız hale getirir. Bu nedenle pencereler mekanı yazın dayanılmaz sıcak, kışın ise soğuk yapabilir. Yalıtımlı cam iki levhanın arasına hava hapsedilmesiyle yapılır. Bu alana argon veya diğer özel gazlar doldurulmaktadır. Low-e camların kullanılması durumunda ısı yalıtım camları daha fazla enerji etkin hale gelmektedir [Sullivan].



Şekil 3.30. İç kabukta ısı yalıtım camı kullanılan çift kabuk cephe örneği (Kista Tower, İsveç) [Poirazis,H. 2004]

3.2.2. Opak Paneller

Giydirme cephe sistemlerinde parapet kuşağı ve sağır bölgeler olarak ifade edilen opak bölgelerde, çok katmanlı konstrüksiyonların kullanılması söz konusu olabilir. Bunlar; cam, çift cam, metal sandviç panel (saç üzerine emaye, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik v.b.), suni ya da doğal taş şeklinde sıralanabilir. Ancak yoğun olarak kullanılan camdır, alüminyum, doğal taş ve paslanmaz çelik kullanımları da görülmektedir. Sistem performansına büyük katkı sağlayan taşıyıcı, camyünü ve polistren sert köpük gibi ısı ve ses yalıtım malzemelerini de opak bölge katmanları arasına almak gerekir. Opak bölgeler gerek sistemlerin bağlantı noktalarının bu bölgelerde olma zorunluluğu gerekse yapısal sorunların çözüm noktaları olmaları nedeni ile sistemin problemlili noktalarıdır.

Opak bölgelerde parapet bölgesi olarak söz ettiğimiz pencere altı veya saydam kuşak altında kalan bölümlerin sistem kuruluşları iki farklı şekilde tasarlanabilir.

1.Parapetli Sistem

2.Parapetsiz Sistem (parapet oluşumu sistemin kuruluşu için değil, mimari ve estetik amaçla isteğe bağlı olarak yapılabilir)

Parapetli Sistem; Parapet bölgesinde, izolasyon malzemesinin konumuna bağlı olarak, ısı ve yoğuşma denetiminin yapılması gereklidir. Yoğuşma olursa cephe kaplaması ile duvar arasından gerçekleşecektir. Pencere camlarının iç yüzeylerinde oluşan terleme, oda boşluğuna havalandığı için kuruyabilmekte, silinebilmekte ve doğrama üzerindeki damlalıklarda birikerek fazla bir soruna yol açmamaktadır. Ancak parapet aralıklarında oluşan yoğuşma suyunun bu bölgede uzun süre kalması büyük sorunlar oluşturabilmektedir.

Parapet boşluklarında, varsa ısı yalıtımı bünyesinde; yoksa parapet camı içi yüzeyinde oluşacak yoğuşmayı kontrol altında tutmak üzere:

- Parapet boşluğu kontrollü olarak dış ortam havasıyla havalandırılabilir,

- Isı yalıtımının sıcak yüzüne uygun bir buhar kesici konularak binadaki iç buharın yoğuşma düzlemine ulaşması engellenebilir,
- Oluşan yoğuşma suyunun drenajı sağlanabilir.

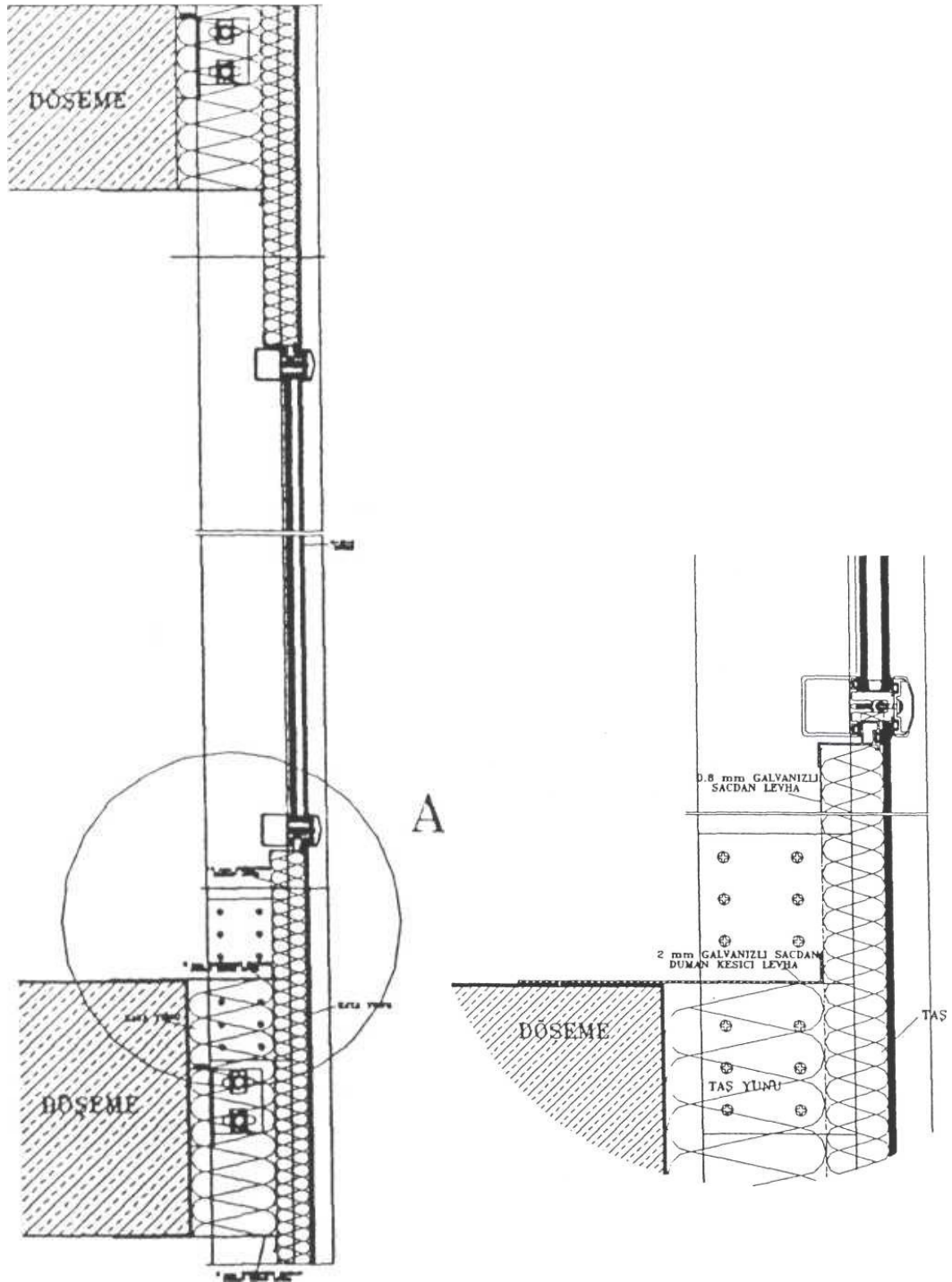
Parapet boşluğunun dışa havalandırılması veya drene edilmesi durumlarında yağmur suyunun içeri girmesi engellenmelidir. Giydirme cephelerde parapet oluşumu iklim durumuna göre ve ısı yalıtım malzemelerinin konumuna göre üç farklı şekilde olabilmektedir. Bunlar;

1. Parapetin iç yüzünden,
2. Parapetin dış yüzünden ve
3. Parapetin kendi bünyesinde ısı yalıtımı uygulamalarıdır.

Parapetsiz Sistem; Parapetsiz sistemler cephenin tümünün camla örtülmesi söz konusu olduğunda tercih edilmektedir (Şekil 3.31). Son yıllarda yapılan uygulamalarda bu sistem çözümleri sıklıkla uygulanmaktadır.

Opak Bölgelerde Cam; metal çerçeveli giydirme cephe sistemlerinde yoğun olarak kullanılan cam, dış koşullara dayanıklılık, bakım kolaylığı, görüntüde homojenlik, saydamlık gibi nedenlerle tercih edilir. Fakat parapet kuşağında kullanılan cam; kirişi, parapet betonunu ve kullanılan yalıtım malzemelerini gizlemesi açısından opak olmak durumundadır. Tasarımda kat döşemelerinin görünmesi söz konusu ise, bu bölgelerinde tamamen şeffaf olması söz konusu olabilir.

Giydirme cephelerde, kamaşmayı kontrol altına almak, iç mekanların konfor düzeyini arttırmak ve klimatizasyon giderlerinden tasarruf sağlamak amacı ile seçilen reflektif kaplamalı veya renkli güneş kontrol camlarının bir başka faydası da, arkasında oda boşluğu dışında kalan yapı elemanlarının görüntülerini kısmen veya tamamen gizleyerek, kendi renk temasında homojen bir cephe sağlayabilmesidir.



Şekil 3.31. Parapetsiz Sistem Nokta ve Sistem Detayı [Uzak, 1998]

Parapet kuşağı ve sağır cephe kaplama camlarında ise bu kriterlere ek olarak bazı hususların gözden geçirilip cam seçimi ve tasarımının buna göre yapılması gereklidir. Pencere camlarının arkasında oda boşluğu yer alırken, parapet kuşağı ve sağır yani opak bölgelerdeki camın arkasında ise; havalandırma sorunları olan kiriş ve parapet duvarı önünde dar, kapalı bir aralık ile tesisat veya asma tavan boşlukları yer alır. Pencere alanları dışındaki bu tip camlamaların projelendirilmesi ve seçiminde ayrıca dikkate alınması gereken kriterler şunlardır:

1. Saydam bölge ile olan renk uyumu
2. Opaklaştırma malzeme ve yöntemlerinin seçimi
3. Cam ve sağır cephe arasındaki boşluklarda oluşan ısı birikimi ve ısı transferleri
4. Kurulanamayan ve temizlenemeyen aralıklarda kondansasyon ve uçucu bileşikler
5. Saydam bölge camlarına göre artan ısıl kırılma riskleri

Pencere görüntüsü sağlayan camlamaların seçimi ve tasarımı daha yaygınlıkla bilinen parametreler ve kurallar içinde ele alınabilirken giydirme cephelerin en kritik kesimini oluşturan sağır cephe ve parapet önü camlamaları yapı fiziği ve diğer yapı malzemeleri ile bağdaşıklık açısından titiz: bir koordinasyon gerektirmektedir [Akyürek,1994].

Tek Camlı Uygulamalar; Mimarların veya cephe tasarımcılarının temel amacı olan, renk ve ifade uyumundan yola çıkarak oluşturmaya çalıştıkları parapet camlamalarındaki uygulama türleri ve seçenekleri aşağıdaki gibidir.

Gölge Kutusu; Cam arkasındaki kiriş, parapet duvarı veya tecrit yüzeyi üzerinde, cam yüzeyinden minimum 50 mm geride olacak şekilde, koyu ve mat renkli homojen bir satıh oluşturulmakta ve bu ara boşluğa yanlardan ışık sızmasına özen gösterilmektedir. Bu şekildeki uygulamalarda özellikle bakış açısının dik açığa yaklaştığı ve camdaki yansımanın az olduğu durumlarda, arka fondaki dalgalanmalar seçilebilmektedir. Diğer yandan, böyle bir uygulamada özellikle reflektif kaplamalı camlar kullanıldığında ve çoğunlukla doğal olarak da reflektif yüzeyi parapet ara boşluğuna baktırıldığında, ortaya çıkabilecek bazı ek sorunlar şöylece özetlenebilir:

Güneş radyasyonunun etkisiyle 100°C gibi bir sıcaklığa ulaşabilen parapet ara boşluğunda, yalıtım malzemeleri, plastikler, boyalı satırlar, yapıştırıcılar v.s. gibi malzemelerin yayınladığı uçucu bileşikler, boşluğa sızan havanın taşıdığı tozlar içe bakan reflektif kaplamalar üzerinde organik tortular oluşturabilmektedir.

Bu bileşikler başlangıçta çok ince fakat homojen olmayan bir film tabakası oluşturmaktadır. Camların periyodik temizlenmesinin yapılabildiği durumlarda sorun yaratmayabilecek olan bu birikimler, parapet boşluklarında cam temizliği yapılmadığı için zamanla kalın tortulara dönüşerek kalıcı renk ve görüntü bozukluklarına sebep olabilmektedir.

Bu durumlarla karşılaşmamak için parapet boşluklarında uçucu bileşikler oluşturabilecek maddelerden kaçınılması; parapet boşluğunun havalandırılması durumunda da tozların dıştan içeri girmesi ve cam üzerinde benzer tortular oluşturması önlenmelidir.

Opaklaştırılmış Camlar; Tek camlı parapetlerle ilgili bir diğer uygulama da, cam yüzeyi arkasının görülmesini önlemek için, boya türünde malzemelerle kaplanarak opaklaştırmaktır. Opaklaştırma malzemeleri, güneş radyasyonu tesiriyle ulaşılan yüksek sıcaklık derecelerinin ve güneşin morötesi ışınlarının yıpratıcı etkilerine; yoğunlaşma nedeniyle oluşabilecek rutubete, parapet cam arasında oluşabilecek biyolojik veya kimyasal ortama dayanıklı olmalıdır. Parapet aralıklarına bakım için ulaşılabilmesi, camın ve binanın ekonomik yaşama süreci içinde bu dayanıklılığın önemini iyice arttırmaktadır [Toydemir, 1990]. Dünyada yaygınlıkla kullanılmakta olan opaklaştırma ile ilgili çözümler üç türdür.

1. Fırın Boyalı Kaplama Camlar: Üzerinde çeşitli renk ve yoğunlukta boyalar sürülmüş float camların temperlenmek üzere fırınlanması şeklinde üretilmektedir. Fırın boyalı kaplama camları, hava kirliliğinden, iklim şartlarından, mor ötesi ışınlardan v.s. etkilenmeyen çok dayanıklı ve uzun ömürlü bir malzemedir.

Genellikle, renkli veya reflektif cam kombinasyonlu yalıtım camı ünitesi olarak seçilen görüntü camları ile, fırın boyalı bu tip parapet camları arasında tam bir benzerlik elde etmek pek mümkün değilse de, makul bir renk uyumu sağlanabilmektedir [Akyürek,1994].

2. *Slikon Esaslı Opaklaştırıcılar:* Çeşitli renk ve tonlarda üretilen, fakat amacı itibariyle kullanılan güneş kontrol camının kendi renk tonunu ön plana çıkararak ve camın arkasında, aydınlatılmamış oda loşluğuna yakın bir fon oluşturan kaplamalardır. Slikon esaslı bu tip opaklaştırıcılar, reflektif kaplamalı yüzeylerin üzerine "soğuk" olarak uygulanabildiğinden, görüntü alanlarında kullanılan camın aynısı parapet önlerinde de kullanılabilir ve böylece cam cephedeki bütünlük daha kolay sağlanabilmektedir. Ancak bu tip opaklaştırıcılar, buhar ve gaz geçirimine karşı fazla dirençli olmadığı için parapet aralığında bulunabilecek kimyasal ortamın veya su buharının reflektif kaplamalar üzerine ulaşmasını engelleyememektedir. Kaplama esnasındaki püskürtme prosesi sonucunda havaya karışan silikon partiküllerinin diğer cam işleme faaliyetlerini olumsuz etkilemesi, silikon opaklaştırıcının çizilmesi ve soyulmaya karşı dayanıklı olmayışı da bu çözümle ilgili diğer kaygılardır.

3. *Polyester Film Kaplanmış Parapet Camları:* U.V. ışınları diğer ortam şartlarına dayanıklı özel yapıştırıcı ile, opaklaştırma işlerinde kullanılmak üzere üretilmiş siyah renkli polyester film tabakalarının, merdaneli özel presler kullanılarak reflektif camların iç yüzeyleri üzerine hava kabarcığı bırakmayacak şekilde kaplanması ile elde edilir. Silikon esaslı opaklaştırıcılarda olduğu gibi, bu proses de "soğuk" yapıldığından her türlü reflektif tabakanın üzerine başarı ile uygulanabilmektedir.

Reflektif camların opaklaştırılması amacıyla kullanılan polyester film kaplamalar standart siyah renktedir. Bu nedenlerle, seçilen giydirmeye cephe camlarının ışık geçirgenliği düşük olduğunda (<0.20), pencere ve parapet arasında renk aynılığı sağlanabilmektedir. Yüksek ışık geçirgenlikli (>0.20) seçildiğinde ise renk farklılığı ortaya çıkabilmektedir. Renk uyumu veya aynılığının tespiti için en uygun yöntem,

gerçek büyüklükte cam panolarla oluşturulmuş bir cephe numunesini yerinde incelemektir.

Parapet Önü Yalıtım Camları: Parapet önlerindeki camlı uygulamalarda renk bütünlüğü veya uyumu, uçucu bileşikler, ve kondansasyon ile ilgili sorunlara karşı en iyi çözümlerden biri de yalıtım üniteleri kullanmaktır. Yalıtım ünitelerinin iç yüzeyinin minimum 50mm gerisinde sağlanan koyu ve mat renkli fonlarla yaratılan gölge kutusu uygulamaları oldukça başarılı çözümler oluşturabilmektedir. Diğer yandan, özellikle yüksek ısı geçirgenliğine sahip güneş kontrol camlarının kullanımı söz konusu olduğunda, görüntü beraberliği açısından gölge kutusu oluşturulmadığında, veya panonun hemen arkasının kapalı olduğu hallerde, siyah fırın boyalı iç cam + harmandan renkli veya reflektif kaplamalı dış cam kombinasyonlu yalıtım camı üniteleri en iyi sonucu vermektedir.

Bu sistemde radyasyon sonucu ortaya çıkan ısıl gerilim problemleri, güneş kontrol camlarının, yüzeyleri boyunca parçalı güneş radyasyonuna maruz kalması ve farklı ısı soğurması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Isıl gerilim problemlerini arttıran unsurların başında bölgenin aldığı güneş radyasyonu şiddeti, gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılığı, cam renginin koyuluğu, cam üzerine düşen gölgelerin sürekliliği, doğrama cinsi, parapet boşluğunun genişliği ve havalandırma ısıtma sistemi gibi faktörler etkili olmaktadır. Binaların pencere ve parapet kuşaklarında görüntü birliği sağlamak amacıyla tasarımılanan camlı giydirme cephe sistemlerinde pencere için seçilen cam tipleri, parapet duvarı önlerinde de kaplama malzemesi olarak devam ettirilmektedir [Akyürek,1994].

Opak Bölgelerde Granit: Magmanın yavaş kristalizasyonu sonucu oluşan bir kayaç grubu olan granit, kimyasal yapısında silis bulunması nedeniyle sert doğal taşlar grubuna girer. Mermer grubundan sert olan, doğa şartlarına karşı çok dirençli ve dayanıklı olan, cila kabul eden ve plaka olarak işlenebilen her tip çok sert kristal taşa genel olarak 'Granit' adı verilmiştir. Cephe uygulamalarında cilalı granit, yüzeyinde kir barındırmadığı ve dış etkilere karşı daha dayanıklı olması sebebiyle tercih edilmektedir. Granit, doğal bir malzeme olmasından dolayı her plakada aynı

homojenliği ve aynı tonu vermeyebilir. Aynı bloktan çıkan taşlardan bile farklı renkte tabakalar elde edilebilmektedir. Bu sorun yerleştirme işleminde önce plaka seçimini gerekli kılmaktadır [Uzak, 1998]. Doğal taşlar içinde erozyon, kirlilik ve atmosfer değışikliklerine karşı en dayanıklı olan granit aynı zamanda uzun ömürlü ve tahrip edilemez bir malzeme olması sebebiyle tercih edilmektedir.

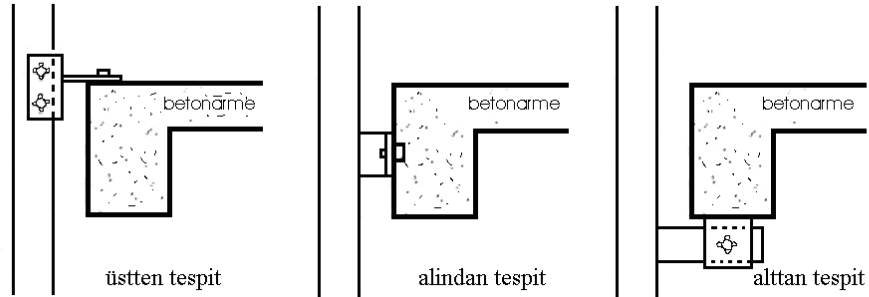
3.3. Tespit Bileşenleri

Çift kabuklu cephelerin tespit bileşenleri saydam ve opak bileşenleri birbirine ve taşıyıcı ızgara sisteme birleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Izgaranın ana taşıyıcıya tespitinde kullanılan bileşenler; ankraj profilleri, baskı profilleri, kenetler, perçin, vida, dübel ve cıvatalarıdır. Saydam ve opak panellerin arasına rüzgar ve yağmura karşı sızdırmazlık sağlaması için macun ve silikon enjekte edilmektedir. [Özler, M. E., 2003]

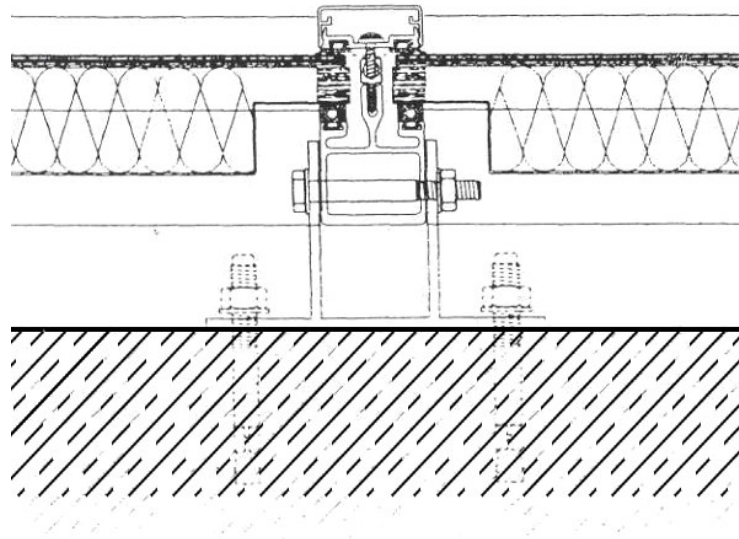
Giydirme cephenin kaba yapıya tespiti, cephenin birincil strüktür elemanlarının (düşey ızgara elemanları) her katta döşemeye bağlanması şeklinde yapılır. Bir giydirme cephe sisteminde tespit düzeni;

- Çerçevenin kaba yapıya ya da yapı taşıyıcı sistemine tespiti,
- Çerçeve bileşenlerinin birbirlerine tespiti,
- Saydam ve opak panellerin çerçevelere tespitini içermektedir.

Taşıyıcı Bileşenin Bina Taşıyıcı Sistemine Tespiti: Giydirme cephe çerçeveleri, genel olarak düşey bileşenleri (dikmeleri) ile belirli aralıklarla yapı taşıyıcı sistemine tespit edilirler. Bu bağlantı şekil 3.32'de görüldüğü gibi taşıyıcı sistemin üstünden, alından veya altından yapılır. Dikmeler, özel ankraj elemanları kullanılarak, parapet duvarlarının ve kirişlerin altından, üstünden veya alınlarından olmak üzere iki mesnetten veya sadece kiriş alınlarından asılarak bina taşıyıcı sistemine tespit edilirler (Şekil 3.33).

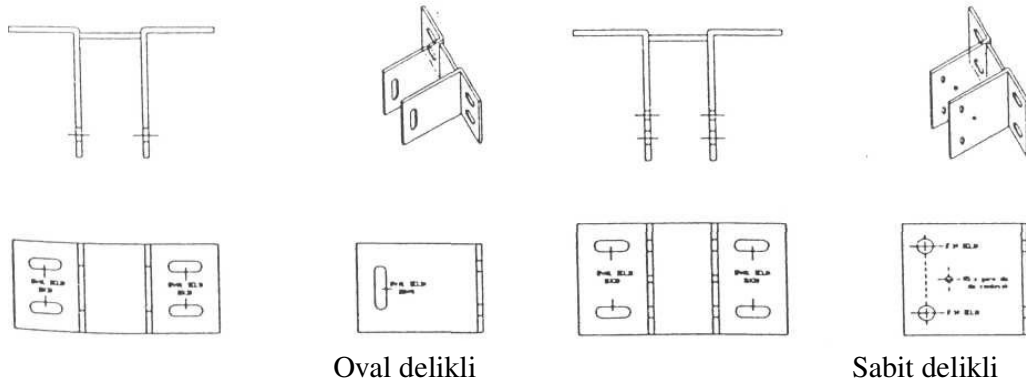


Şekil 3.32. Cephe Paneli İle Taşıyıcı Strüktür Arası Tespit Yeri Olasılıkları.



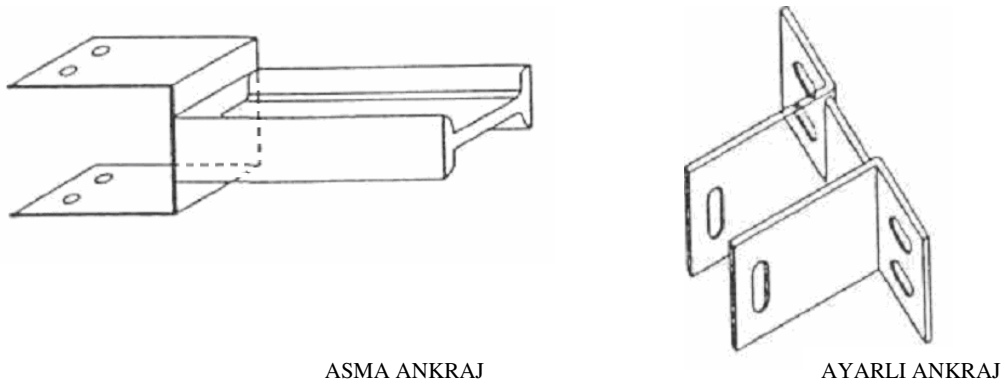
Şekil 3.33. Tipik Cephe Tespit Plan Detayı [Uzak, 1998]

Tespitte iki net ayrım vardır; bir yanda mekanik bağlantı, öte yanda cephe ve kaba yapı arasında geçirimsizliğin (sızdırmazlık, su geçirmezlik) sağlanması [Uzak, 1998]. Değişik ankraj elemanları ile tespitleme işlemi yapılmaktadır (Şekil 3.34). Ankrajların binalara bağlantıları; özel paslanmaz çelik dübel ve civatalar ile yapılırlar. Profilin ankraja bağlantıları; özel civata, burç ve her iki başta aderansı temin eden özel pullarla yapılır.



Şekil 3.34. Değişik Ankrajlara Ait Çizimler [Uzak, 1998]

Tespit düzeninde; sabit delikli ve oval delikli ankrajlar mevcuttur. Bunlardan oval delikli olanlar sabitlemede ayar yapmaya, yuvarlak delikli olanlar ise dikmeleri asmaya yararlar (Şekil 3.35). Uygulamadan önce ankraj elemanlarının çizimlerinin yapılması, elemanların sağlayabilecekleri tolerans imkanı gibi daha sonra çıkacak problemlerin önceden görülmesine imkan vereceğinden zorunludur.

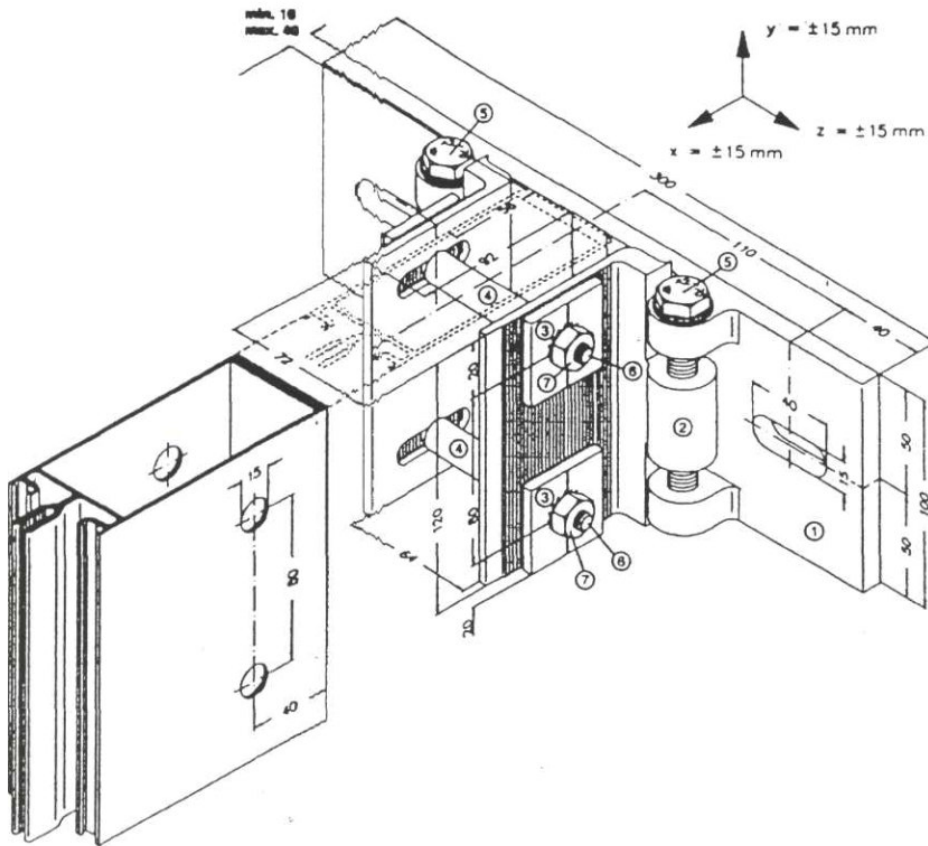


Şekil 3.35. Tespit Elemanları(Asma ve ayarlı ankraj elemanının şematik çizimi)
[Uzak, 1998]

Bir tespit düzeninin etüdü ve tasarımı, kaba yapının durumuna, hafif cephenin tasarımına, yerel iklim koşullarına ve binanın önemine bağlı olarak her durum için ayrı yapılmalıdır. Tespit elemanları şekil 3.36'da olduğu gibi üç yönde ayar

imkanı vermelidir. Bir hafif cephe tespit düzeni tasarlanırken şu prensipler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Tespit düzeni etkisi altında bulunduğu yükleri deformasyona uğramadan taşımalı ve ayrıca bir ayarlama imkanı vermelidir.
- Cephenin elemanlarına hareket (deplasman) yapabilme imkanı vermelidir.
- Mekanik yüklenmelere uygun biçimde mukavemetli olmalıdır.
- Bina durduğu sürece gerekli fonksiyonları yerine getirmeli yani dayanıklı olmalıdır.
- Cephenin montaj ve demontaj kolaylığını sağlamalıdır.



Şekil 3.36. Üç Yönlü Ayarlı Cıvata ile Yapılan Bir Tespit Düzenegi [Gür, 2001]

3.4. Güneş Kontrol Elemanları

Güneş kontrol elemanları yapı kabuğundan içeriye geçebilecek ya da geçen istenmeyen ışınları yansıtmak ya da engellemek için kullanılan elemanlardır. Çift kabuk giydirme cephelerde temelde üç çeşit güneş kontrol elemanı kullanılmaktadır. Bunlar;

1. Geniş Boyutlu Panjurlar: Çift kabuk ara boşluğuna yerleştirilirler. Delikli alüminyum, cam gibi malzemelerden olabilir. Panjur malzemesinin cam olması durumunda çoğunlukla dış kabuğun kendisi bina otomasyonuna bağlı cam panjurlardan oluşmaktadır (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Dış kabuğu cam panjurlardan oluşan yapı örneği (Debis Binası)
[Poirazis,H. 2004]

2. Jaluziler: Çoğunlukla alüminyum ya da ahşap malzemededen oluşmaktadır. Genellikle içteki kabuğun iç kısmına ya da dış kısmına yerleştirilirler (Şekil 3.38).



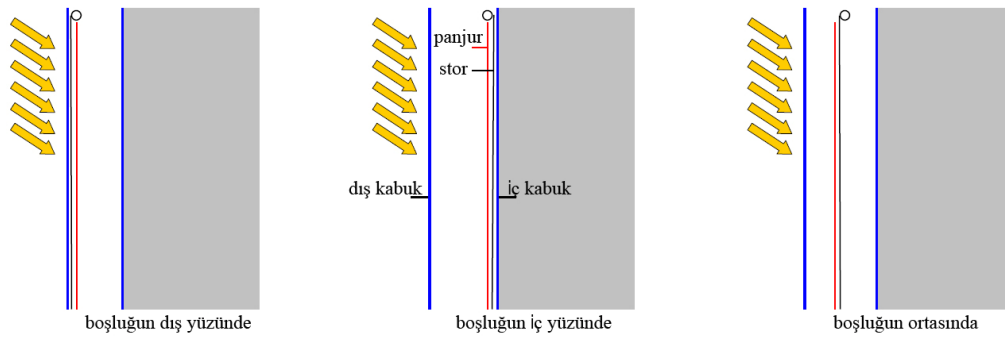
Şekil 3.38. Ahşap jaluzili yapı örneği (Moravian Kütüphanesi, Çek Cumhuriyeti)

3. Storlar: Çoğunlukla kumaş ya da plastik esaslı malzemeden oluşurlar. Güneşin yoğun bir şekilde direkt geldiği bölgelerde daha sık kullanılır. Boşluk içine ya da iç kabuğun iç bölgesine yerleştirilirler (Şekil 3.39).



Şekil 3.39. Stor güneş kırıcılı bir yapının dışarıdan ve boşluk içinden görünüşü
(HalenseestraBe Binası, Berlin) [Poirazis,H. 2004]

Güneş kırıcılar çift kabuklu cephelerde güneş ışınımı kazancını kontrol edebilmek için boşluk içerisine yerleştirilmektedir (Şekil 3.40). Güneş kontrol elemanları çalışma prensiplerine göre sabit, elle kumanda edilebilen ve bina otomasyon sistemi tarafından kumanda edilen olmak üzere üç çeşittir. Çift kabuk giydirme cephe sisteminde kullanılan geniş ebatlı panjurlar genellikle bina otomasyon sistemine bağlıdır.



Şekil 3.40. Çift kabuk ara boşluğundaki panjur ve storların olası konumları

Bu elemanlar sayesinde özellikle yaz aylarında istenmeyen güneş ışınımı kazancı kontrol altına alınmakta ve binanın soğutma yüküne olumlu yönde etki etmektedir. Güneş kırıcılar, binanın kullanım sürecinde cephede gerçekleşecek bakım-onarım ve temizlik gibi eylemlere engel olmaması için genellikle iç ya da dış kabuğa yakın yerleştirilir [Özler, M. E., 2003].



Şekil 3.41. Çok katlı panjurlu bir çift kabuk cephedeki panjurların görünümü

[Loncour, X. 2004]

Çok katlı panjurlu çift kabuk cephelerde en önemli yapı öğelerinden birisi panjurlardır. Bu tip yapılarda dıştaki kabuk tamamen panjurludur. Binadaki otomasyon sistemi sayesinde aynı cephe yüzeyindeki panjurların pozisyonu farklı olabilmektedir (Şekil 3.41).

3.5. Yürüme Yolu

Çift kabuklu cephelerin bakım-onarım, temizlik ve güneş kontrol elemanlarının boşluk içerisine monte edilmesine olanak sağlamaktadır. Yürüme yolu cephenin taşıyıcı sistemine entegre edilen çelik konstrüksiyonlu bir taşıyıcı sisteme taşıtılan çelik bir malzemedan oluşabildiği gibi(Şekil 3.42), planlamaya göre kat döşemesinden de oluşabilmektedir (Şekil 3.43-3.44).



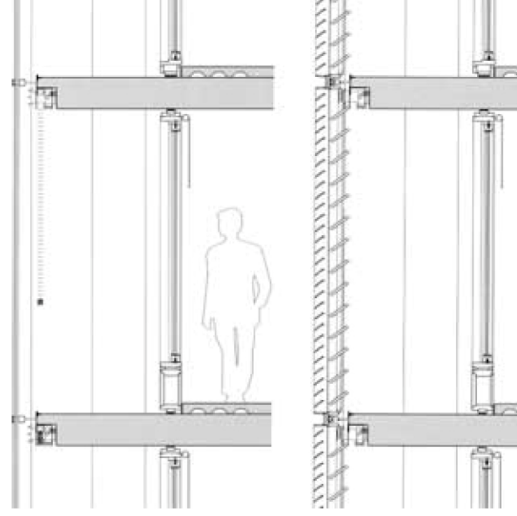
Şekil 3.42. Çok katlı bir çift kabuk cephenin ara boşluğundan görüntü

[Loncour, X. 2004]



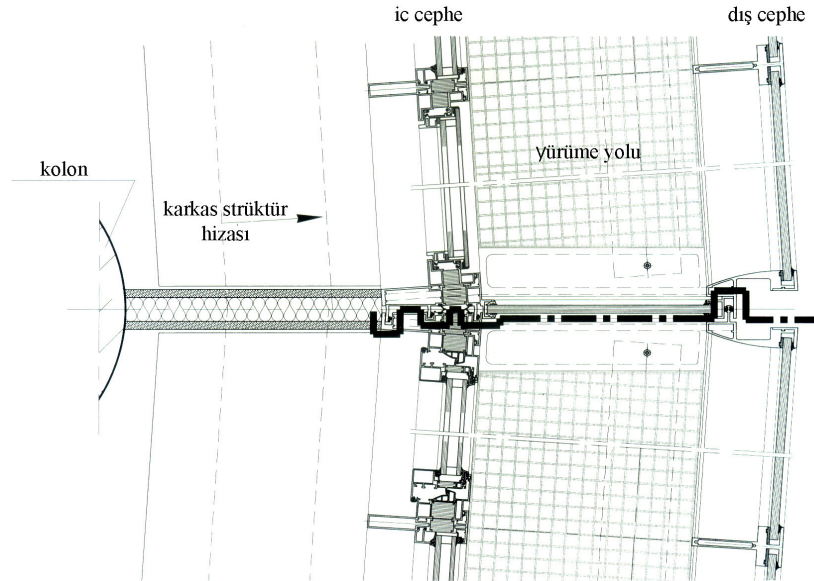
Şekil 3.43. Koridor tipi bir çift kabuk cephenin ara boşluğundan görüntü

[Loncour, X. 2004]



Şekil 3.44. Deutsche Messe Ag Yönetim Binası cephe sistem kesitleri
[Oesterle, 2001]

Yürüme yolunun genişliği ara boşluğun boyutlarıyla genelde doğru orantılıdır. Çok katlı çift kabuklu cepheler de yürüme yolu genellikle ana taşıyıcı iskelete monte edilmiş çelik taşıyıcılar üzerine oturtulur ve malzemesi genellikle boşluklu paslanmaz çelik ızgaradır (Şekil 3.45). Koridor tipi cephelerde ise genellikle ya betonarme kat döşemesinden ya da hava geçirimsiz şekilde kaplamalı çelik döşemeden oluşturulmaktadır.



Şekil 3.45. Business Tower cephe sistemi nokta detayı [Oesterle, 2001]

3.6. Çift Kabuk Arasındaki Hava Boşluğu

Havalandırma boşluğu çift kabuklu cephelerde temizlik, bakım-onarım, güneş kontrol elemanlarının yerleştirilmesi ve kabuğun havalandırılmasına olanak sağlayan bir boşluktur. Boşluk genişliği sistem seçimi ve sistemden beklenen performansa göre değişiklik göstermektedir (Şekil 3.44-3.45). Yapılmış uygulamalar incelendiğinde, boşluğun 200mm'den 1500mm'ye kadar değişen ölçülerde yapıldığı görülmüştür. Çift kabuklu cephelerin özellikleri kısmında da anlatıldığı gibi havalandırma boşluğu doğal, mekanik ya da karma havalandırma sistemiyle havalandırılabilir.

Boşluk içindeki havanın sirkülasyonu projenin tasarımına göre değişik şekillerde olabilmektedir.

Aşağıda beş temel hava sirkülasyon şekli sıralanmaktadır [Loncour, X. 2004].

1-)Dış Havalandırma Perdesi

Bu hava sirkülasyon şeklinde, boşluk içine alınan hava dışarıdan gelir ve hızla dışarıya doğru geri çevrilir. Boşluğun havalandırması dış cepheyi çevreleyen bir hava perdesi biçimindedir (Şekil 3.46-1).

2-)İç Hava Perdesi

Hava odanın içinden gelir ve havalandırma sisteminden geçerek odaya geri döner. Boşluğun havalandırması bundan dolayı iç cepheyi çevreleyen bir hava perdesi biçimindedir (Şekil 3.46-2).

3-)Hava Kaynağı

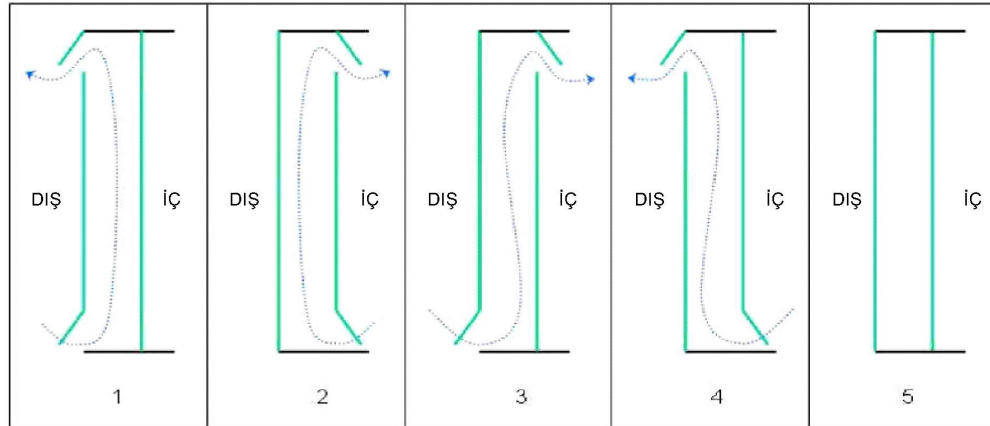
Cephenin havalandırılması dış havayla sağlanır. Bu hava odanın ya da havalandırma sisteminin içine iletilir. Böylece cephenin havalandırması binanın havalandırılmasını da sağlamış olur (Şekil 3.46-3).

4-)Hava Tahliyesi

Hava odanın içinden gelir ve dışarı doğru uzaklaştırılır. Böylece cephenin havalandırılması binadan hava uzaklaştırılmasını mümkün kılar (Şekil 3.46-4).

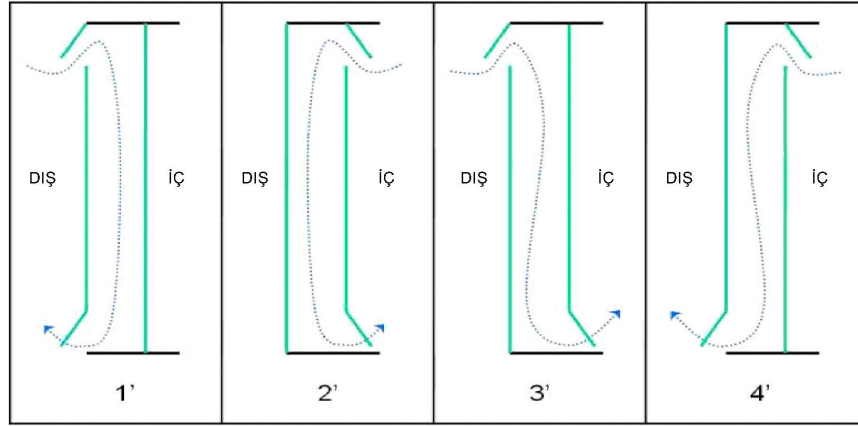
5-)Tampon Bölge

Bu havalandırma şekli çift cephenin her cidarını hava geçirmeyecek şekilde yapılmasıyla oluşur. Böylece boşluk iç ve dış mekan arasında tampon bir bölge oluşturur (Şekil 3.46-5).

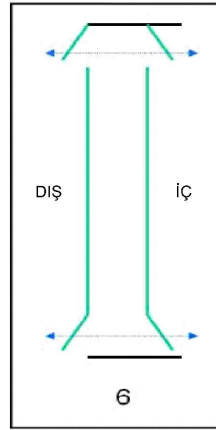


Şekil 3.46. Beş Temel Hava Sirkülasyon Şekli [Loncour, X. 2004]

Yukarıda işaret edilen dört değişken havalandırma akımının doğrultusunun tersine çevrilmesi de mümkündür. Burada gösterilen havalandırma yolları yukarıda anlatılan ana havalandırma yollarıyla özdeştir (Şekil 3.47).



Şekil 3.47. Dört Hava Sirkülasyon Şekli [Loncour, X. 2004]



Şekil 3.48. Boşluğun Bir Diğer Havalandırma Yolu [Loncour, X. 2004]

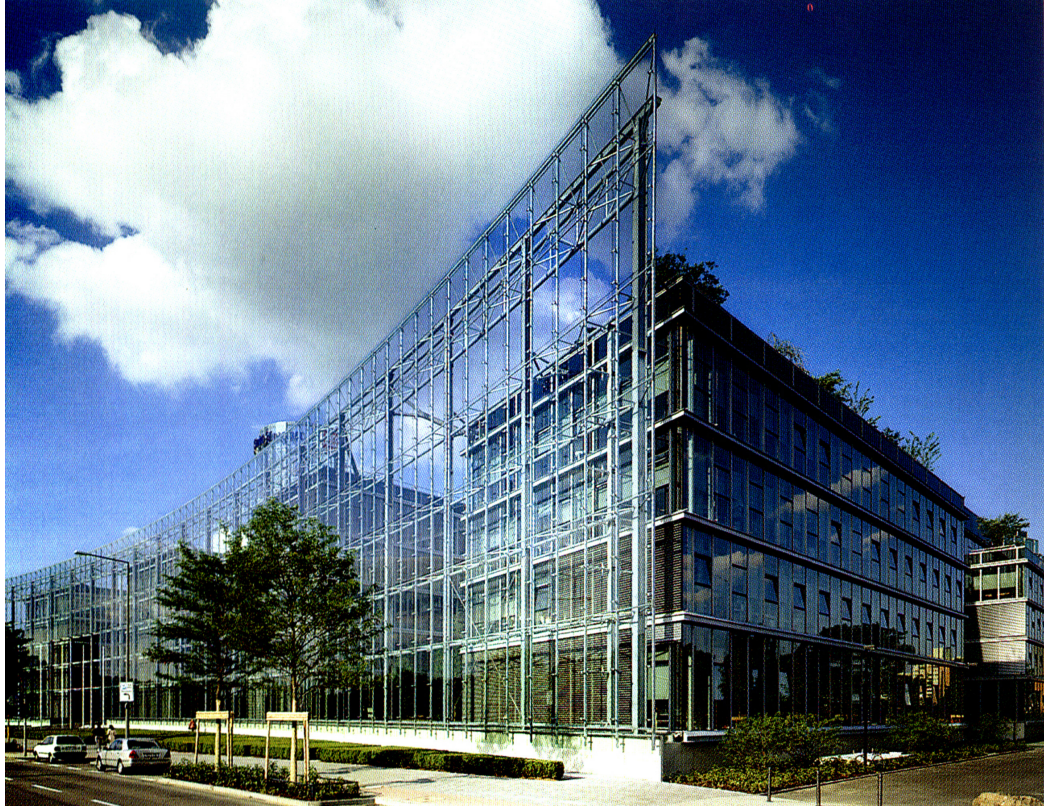
Son havalandırma şekli ise, Şekil 3.48' de gösterilen hem üst hem de alt düzeydeki iç ve dış boşlukların entegrasyonu ile oluşturulan hava sirkülasyon şeklidir.

4. ÇİFT KABUK CEPHE BAŞLICA TASARIM ETMENLERİ

Çift kabuk cephelerin tasarımında birçok etmen sayılabilir. Ancak bu çalışma da tasarımı en çok etkileyen 7 etmene değinilecektir.

4.1. Ses

Yapılardaki dış kabuk dışarıdan gelen gürültüyü perdeleme görevi yapmaktadır. Çift kabuktaki dış kabuğun sesi perdelemesinden dolayı ara boşluktaki gürültü seviyesi düşüktür. İç kabuktaki pencerelerin açılması durumunda dahi gürültü seviyesi düşük olduğu için iç mekanlarda konfor şartları sağlanmış olur.



Şekil 4.1. Trafik gürültüsüne karşı bina dışında cam perde duvar ile alınan önlem
[Oesterle, 2001]

Çift kabuk cepheler şehir merkezlerindeki sürekli artan trafik gürültüsü seviyesine karşı alınabilecek en güzel önlemlerden birisidir. Tek kabuk cephelere göre daha fazla ses yalıtımı sağlar. Bazı bölgelerde dışarıdan gelen gürültünün fazlalığı mimarları radikal tasarımlar yapmaya yönlendirmiştir. Mimar Hentrich Petschnig ve ortaklarının 1998 yılında Düsseldorf'ta yapmış oldukları uygulama buna iyi bir örnektir (Şekil 4.1). Uygulamanın yapıldığı bölgedeki dışarıdan yansıyan aşırı trafik gürültüsünü geri yansıtılabilmek için yapıların cadde cephesinin ön tarafına binadan tamamıyla bağımsız çelik ve camdan oluşan bir perde duvar uygulaması yapmışlardır [Oesterle, 2001].

Cephe kabuğundaki açık alanların miktarı, kabuğun gürültüyü perdeleme potansiyelini doğrudan etkiler. Cephe kabuğundaki havalandırma boşluklarının fazlalığı da havalandırmaya doğrudan bir katkı sağlarken, ses yalıtımına tersine bir etki yapar. Dolayısıyla havalandırma boşlukları hesap edilirken ses geçişinde hesabının yapılması gerekmektedir [Oesterle, 2001].

Tasarım aşamasında sesle ilgili başlıca şu etkenlerin;

- Yapının bulunduğu yerdeki ihtiyaçlara göre dış kabuğun ses yalıtım değeri,
- Odadan odaya ses transfer seviyesi,
- İstenen ses yalıtımını sağlamak için yapılan ikinci cephe katmanının yatırım maliyetinin bilinmesi gerekmektedir.

Standart değerler pencerelerin kapalı oldukları durumlarda ölçülür. Dış cephe kabuğunun perdeleme etkisi iç kabuk için gerekli ses yalıtım ihtiyacını azaltmak için kullanılabilir. Dış kabuk yardımıyla gürültünün perdelenmesi sonucu iç kabuktaki pencereler rahatlıkla açılabilir.

Bir çift kabuk cephe eğer çok katlı tasarlanmışsa, iç kabuk açık olduğu zaman mekanlar arasında istenmeyen ses transferi meydana gelebilir [Oesterle, 2001].

Cam yüzeylerin sese karşı geçirimsizliği; cam kalınlığının artırılması yoluyla ya da çift cam konstrüksiyon kullanılması ile sağlanmaktadır. Bu durumda cam tabakalar arasındaki hava boşluğunun genişliği istenen yalıtımı sağlayabilecek şekilde yapılmalıdır [BRE Digest 379,1993]. Cam kalınlığının iki katına çıkartılması halinde ses geçirimsizliği yaklaşık 4 dB artmaktadır [Button, D.,1993].

Cam cephenin sağlaması gereken ses yalıtımı, bulunulan bölgedeki gürültü seviyesine ve bina fonksiyonuna bağlı olarak da değişmektedir. Ses yalıtım değeri ile ölçülmekte olan bu özellik; çift camlı bir pencere için 33-35 dB, trafik gürültüsünün yoğun olduğu yerler için ise 26-29 dB olarak önerilmektedir [BRE Digest 379, 1993].

4.2. Isı

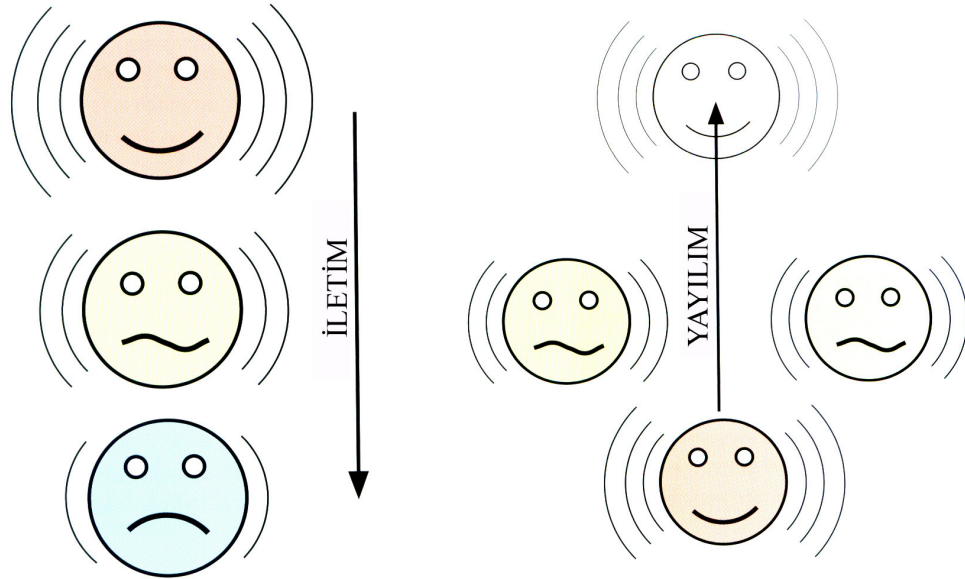
Dış kabuk hem yazın hem de kışın büyük ısısal yalıtım sağlar. Yapının bulunduğu konum güneş kırıncılara izin vermiyorsa çift kabuk cephe ara boşluğunda tesis edilecek güneş kırıncılar ısı yalıtımına doğrudan etki eder.

Çift kabuk cepheler kışın binaya ısısal yalıtım sağlar, ancak bu ısıtma enerjisi gereksinimlerinde sınırlı bir faydası vardır. Avrupa ülkelerinin ısı izolasyonu ile ilgili şartnameler bu seviyeyi zaten sağlamaktadır [Oesterle, 2001].

Çift kabuk cepheler ayrıca yaz gecelerinde ara boşluğa soğuk hava depolanması sonucu gün içinde kullanılacak olan soğutma enerjisinde bir ekonomi sağlar. Tek kabuklu cephelerde böyle bir imkan bulunmamaktadır. Ancak çift kabuk cepheler de iç kabukta komple camlı planlandığı zaman soğutma yükleri pencere alanının genişliği oranında artmaktadır [Oesterle, 2001].

Isının İletimi

Çift kabuk cephelerde ısı iletiminin her çeşiti gerçekleşmektedir. Bu görünmeyen işlemleri anlayabilmek için atom düzeyinde incelemek gerekir (Şekil 4.2).

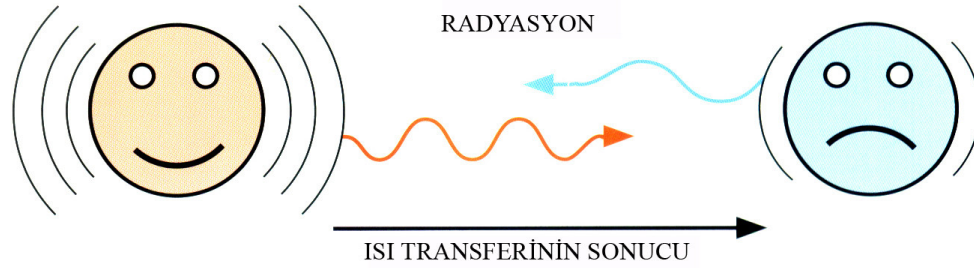


Şekil 4.2. İletim ve yayılım yoluyla ısı transferinin şematik gösterimi
[Oesterle, 2001]

İletim komşu atomların olduğu yerde meydana gelir. Eğer atomlar seyrek yerleşmişse düşük, sık yerleşmişse yüksek iletim olacaktır. Bu nedenle, gazlar oldukça zayıf ısı iletkenleridir. Çift kabuk ara boşluğundaki hava katmanı bu yüzden iyi bir ısı yalıtımı sağlamaktadır.

Sıvı ve gaz durumunda ise ısı iletimi daha farklıdır. Sıcak sıvılar ve gazlar genellikle soğuk olanlardan daha hafif olduğundan dolayı hacmin en tepesine doğru yükselirler. Farklı ısıların binanın içi ve dışında hakim olduğu yerdeki izoleli çift cam ile birlikte camların arasındaki boşluk içindeki hava bir tarafta ısınacak, diğer tarafta soğuyacaktır. Isınan hava yukarı doğru yükselir ve bu sırada soğuyan hava dibine çöker. Dolayısıyla sürekli bir sirkülasyon olur. Günümüzde çift cam arasındaki bu ısı döngüsünü azaltmak için ara boşluğa hava yerine gaz doldurulmaktadır [Oesterle, 2001].

Termal iletim ve devir daim ek olarak, ısı ayrıca ışınım (radyasyon) yardımıyla nakledilir. Işınım vakumlu bir alandaki ısı naklinin mümkün olan tek şeklidir. Güneşten bize ulaşan ısınmın çoğu bu şekildedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Radyasyon (ışınım) yoluyla ısı transferinin şematik gösterimi [Oesterle, 2001]

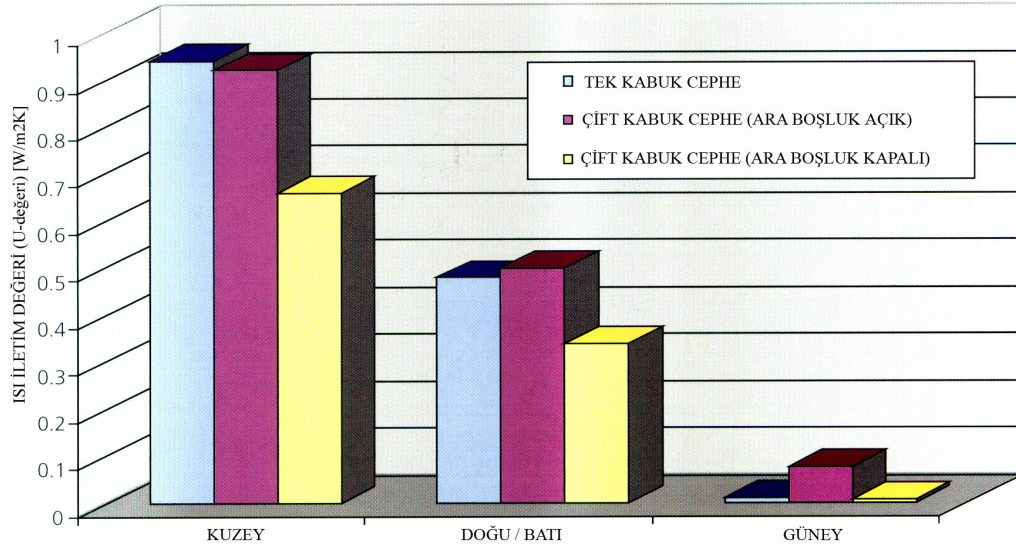
Low-e cam kaplamalarda iç cam yüzeyine uygulanan bir metal film yardımıyla cam kızılötesi alanda bir ayna gibi yansıma kalitesi gösterir. Sonuçta ışıma yoluyla pencere camları arasındaki ısı değişimi büyük miktarda azalır.

Yapı fiziğinde, ısı transferi (U-değeri) w/m^2k katsayısı gibi değişik standart değerler kullanılmıştır. Avrupa standartlarında kullanılan U-değeri bazı ülkelerde “k-değeri” olarak bilinir. U-değeri her iki taraftaki sıcaklık değişimiyle ilişkili malzeme içerisinden geçen ısı transferini ifade eder.

Pencereler ve camlar şeffaf yapı elemanlarıdır. Bu yüzden, u-değeri ile tanımlanan termal izolasyon karakterlerine ek olarak, ışık ve güneş ısı artışlarının geçirgenliği önemlidir [Oesterle, 2001].

Işık iletim değeri T_l , güneş enerjisi iletimi ise g-değeri ile ifade edilmektedir. g-değeri ve T_l değeri güneşin ışık şiddetine, geçirgen malzemenin optik özelliklerine ve güneşin açısına bağlıdır. Güneş kontrollü camlar düşük g-değerine sahiptirler.

Şekil 4.4’deki grafikte de görüldüğü üzere çift kabuklu cephenin ara boşluğunun kapatıldığı durumlarda ısı iletim değerleri düşmektedir. Çift kabuklu cephenin ara boşluğunun sürekli açık olduğu durumda ise tek kabuklu cepheyle karşılaştırıldığında güney yönündeki farklılık hariç hemen hemen aynıdır [Oesterle, 2001].



Şekil 4.4. Tek kabuk ve çift kabuk cephelerin farklı yönlerdeki cephelerinin U-değeri [Oesterle, 2001]

Şekil 4.4'deki grafikte de görüldüğü üzere çift kabuklu cephenin ara boşluğunun kapatıldığı durumlarda ısı iletim değerleri düşmektedir. Çift kabuklu cephenin ara boşluğunun sürekli açık olduğu durumda ise tek kabuklu cepheyle karşılaştırıldığında güney yönündeki farklılık hariç hemen hemen aynıdır [Oesterle, 2001].

Isı izolasyonu cephede oluşan ısı geçişlerinin denetlenmesi ile sağlanmaktadır. Genel olarak bir cam cephede oluşan ısı geçişleri; iletim, taşınım ve ışıyım yoluyla oluşan ısı geçişleri olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Isı geçişlerinin denetimi ile, cephenin her iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farklılıkları azaltılarak konfor düzeyi sağlanmakta ve cepheden beklenen enerji etkinliğe ulaşılabilmektedir.

Cam cephe yüzeyindeki ısı geçişleri, cephe sistemi ve malzemesi ile binanın yönlenme durumuna ve biçimlenişine bağlı olarak denetlenebilmektedir. Cephe sisteminin ısı geçişleri üzerindeki etkisi, cam panellerin birbirleri ve taşıyıcı ızgara ile bağlantılarının sızdırmazlığı ile ilgili bir konudur. Söz konusu bağlantıların ısı köprüsü oluşturmayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir [Oesterle, 2001].

Cephede kullanılan camın özellikleri, ısıtma ve soğutma yüklerinin denetiminde etkili olmaktadır. Camın geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık özelliklerine bağlı olarak, enerji kayıp ve kazançlarını belirlemek mümkün olmaktadır.

Binanın yönlenme durumuna ve biçimlenişine ilişkin denetim ise; binanın ısıtma istenen dönemde güneş ışınımından maksimum düzeyde yararlanacak, soğutma istenen dönemde güneş ışınımından maksimum düzeyde korunacak şekilde yönlendirilmesi ve biçimlendirmede güneş ışınımının geldiği yön dikkate alınarak en geniş cephe optimum yöne bakacak şekilde düzenlenmesi ile gerçekleşmektedir [Oesterle, 2001].

4.3. Gün Işığı

Cam cephenin, yapay aydınlatma amacıyla tüketilen enerjiyi minimuma indirmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, iç mekanda sağlanan doğal ışığın parlaklık düzeyinin konfor koşullarını olumsuz yönde etkilememesi önem taşımaktadır [Çetiner,İ., 2002].

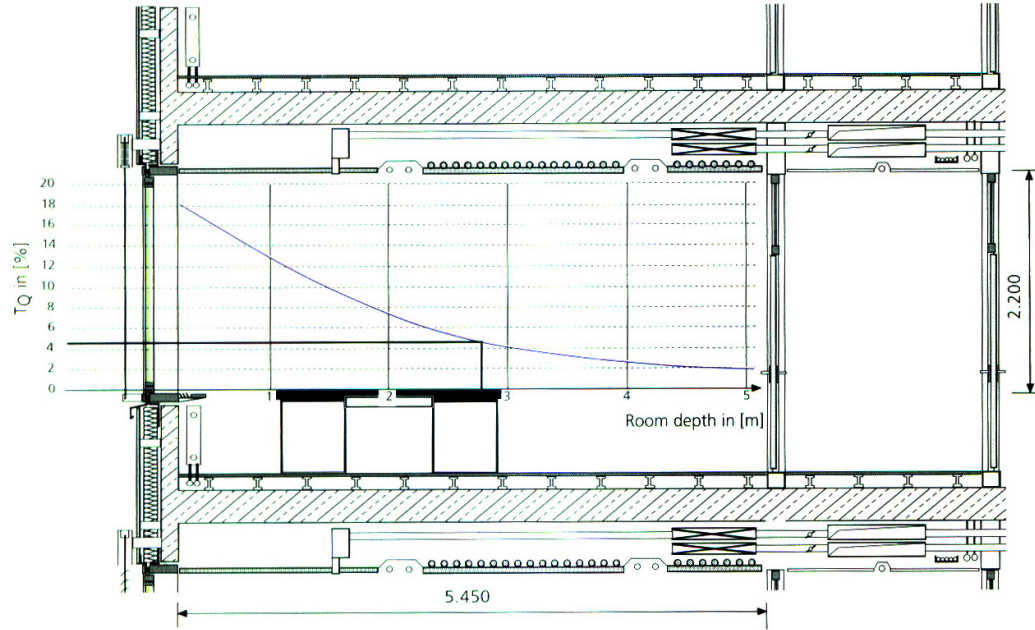
Cam cephenin doğal aydınlatma gereksinimini sağlayıp sağlamadığı cam yüzeyinden geçen ışık miktarına bağlı olarak belirlenmektedir. Işık geçirgenlik faktörü (%) ile ölçülmekte olan bu miktarın düşük olması halinde; ilave aydınlatmaya duyulan gereksinim daha fazla elektrik enerjisi kullanımına ve dolayısıyla soğutma yükünün artmasına neden olmaktadır [Daniels, K., 2000].

Bugünlerde günışığı en önemli gereksinimlerin başında gelmektedir. Güzel bir doğal aydınlatma ve binanın dışına az da olsa bir görüş açısı vermek ofisler için bir gereksinim haline gelmiştir. Avrupa birliğince belirlenen standartlarda işyerleri için sağlıklı gün ışığı koşulları sağlanması istenmektedir. Bu tedbirler odadaki mevcut ışığın en üst düzeye çıkarılmasını sağlasa bile mekan içindeki ışığın kalitesini yükseltmek için standart aydınlatma kullanılmalıdır [Oesterle, 2001].

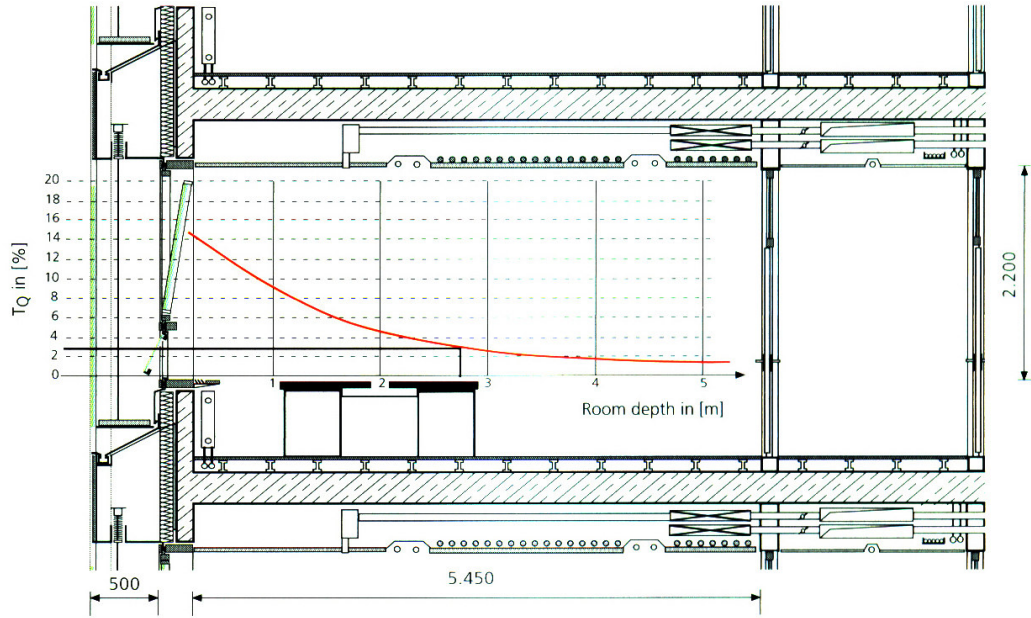
Çift kabuk cephelerdeki doğal aydınlatma ihtiyaçları tek kabuk cepheninkinden farklı değildir. Ancak ikinci kabuktan kaynaklanan bazı temel farklar vardır. Bunlar;

- İçeri alınan ışık miktarının azalması ek olarak yapılan cam cepheden kaynaklanır,
- Oluşan boşluktaki derinlik sayesinde içteki cephenin güvenliği artar,
- Geniş alanlar için kaplanan cephelerin telafi edici etkisi,
- Güneş kırıcı elemanların hava koşullarına karşı korumak için cepheler arası boşluğa konabilmesi [Oesterle, 2001].

Eklenen dış katman ile içeriye alınan doğal ışık yüzdesi azalmaktadır. Eğer ek katman tek camlı ise azalma en az %10 dur. Eğer saydamlığı yüksek özel camlar kullanılırsa azalma sadece %7–8 olacaktır ve bu kabul edilebilir bir değerdir. Eğer camın kalınlığı strüktürel nedenlerden dolayı artırılmış ise geçirilen güneş ışığı miktarı önemini kaybeder.



Şekil 4.5. Tek kabuklu cephedeki bir oda derinliğindeki günışığı etkisi
[Oesterle, 2001]



Şekil 4.6. Çift kabuklu cephedeki bir oda derinliğindeki günışığı etkisi [Oesterle, 2001]

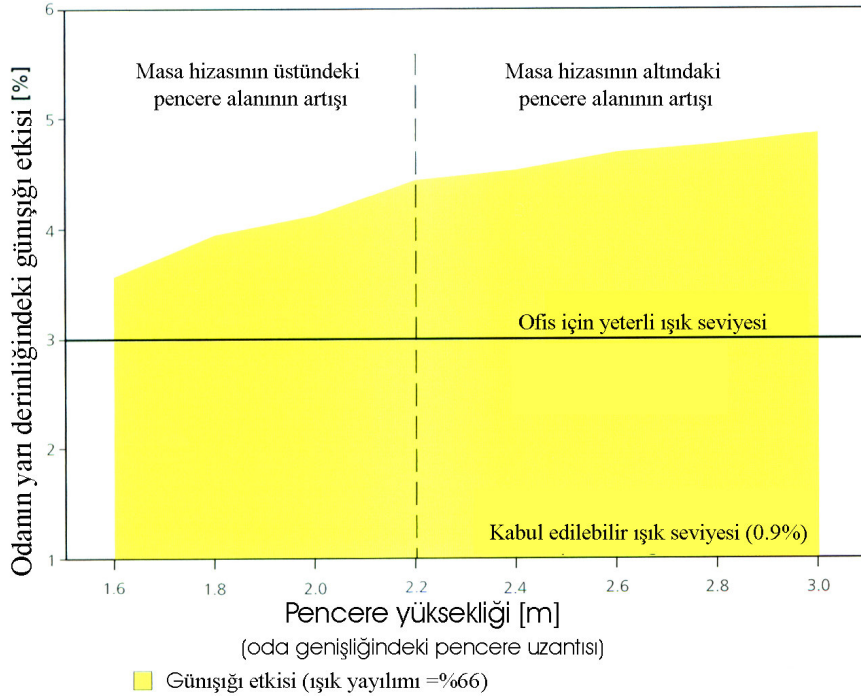
Lamine güvenlik camları, aynı yük taşıma kapasitesine sahip sertleştirilmiş tek camlı güvenlik camına göre daha kalındır. Dış katmanda güvenlik camı kullanmak içeri alınan günışığı miktarına etki eder. Değişen ufak yüzde değerleri ışık kalitesi için çok önemli değildir. Günışığı için yapılması gerekenlerden biride TQ denilen, hava aydınlığının dikkate alınmasıdır (bulutlu, kapalı vs). Günışığı faktörü, yatay düzlemdeki cephe boşluğu ile yatay düzlemdeki dış katman arasındaki ışık yoğunluğu ilişkisini tanımlar. Dış aydınlatma seviyesi bulutlu günlerde 5000 lux'e kadar inebilirken, havanın açık olduğu günlerde ise 100.000 lux'e kadar çıkabilir. Ofis çalışma alanlarında yapay aydınlatma yoğunluğunun 300–500 lux olması tavsiye edilir. Doğal ışığın yeterli olduğu zamanlarda daha az derecelerde aydınlatma da kabul edilebilir. Doğal ışık her yerin eşit aydınlanması ve etkili bir görüş için daha elverişlidir [Oesterle, 2001].

Günışığı gün içinde farklılıklar gösterir. Günışığı, çalışma masası seviyesindeki (0.85 m) değeriyle önemlidir. Bu bağlamda $TQ=0.09$ devamlı çalışılan ofis binaları için en uygun seviyedir. Bu değer yarım oda yüksekliğince devam etmelidir. Bahsedilen

bu değerler ofislerde maliyet hesaplamasına katılırken pencereye olan uzaklıklarda değerlendirilmelidir.

Tek kabuklu cephedeki bir ofisin derinliklerine doğru ışık değerinin düşmesi Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Şekil 4.6’da da çift kabuklu bir cephenin gün ışığı yüzde durumu gösterilmektedir. Cephe kaplamasındaki camın saydamlık yüzdesi içeriye giren gün ışığı yüzdesiyle doğru orantılıdır. Dış cepheden odanın iç kesimlerine gelindikçe gün ışığı alma oranı ve gökyüzünü görme şansı azalır [Oesterle, 2001].

Doğal aydınlatmayı %2–3 seviyelerine getirme isteği Bartenbach’a göre pencere açıklıklarının genişletilmesiyle en iyi şekilde sağlanır. Dikdörtgen pencerelerin boyutlarının genişletilmesi aydınlanma değerlerini de artırır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Pencere yüksekliğinin artışıyla günışığı seviyesinin değişim grafiği [Oesterle, 2001]

Cephedeki yansıtıcı elemanlar, açık renkli elemanlar ya da aynalı elemanlardan oluşturulabilir. Yansıtılan ışık tavana doğru ve çoğu zaman yansımali, aynalı veya

açık renkli zeminlerden yansiyarak çalışma alanına taşınır. Elemanları seçerken ve konumlandırırken çıkan bir problem ise tekrar dağıtılan ışığın her yansımada kayba uğramasıdır. Odanın derinliklerindeki parlaklığı artırmak cepheye bitişik alanlardaki ışık seviyesine yaklaştıracaktır. Havanın kapalı olduğu zamanlarda sağlıklı aydınlanma için her yönden ışık alınmalıdır. Bu paralel ya da küçük bir açıyla gelen ışınlar için yeterli değildir [Oesterle, 2001].

4.4. Yangın

Yangın, sıcaklık artışına neden olarak cam bünyesinde değişiklikler oluşturmaktadır. Mekanik mukavemetinin azalmasına neden olan bu değişiklikler, kullanılan camın özelliklerine, sıcaklık derecesine ve yanma süresine göre değişiklik göstermektedir. Cam cephenin yangına dayanımında; kullanılan camın özellikleri yanında cam paneller ile diğer bileşenler arasındaki derzler de önem taşımaktadır [Çetiner, İ., 2002].

Cephenin yangın dayanımı, bileşenlerin yangına dayanıklı malzemelerle oluşturulması ve cephe ile taşıyıcı sistem arasındaki birleşimlerin herhangi bir kattaki alevin ya da dumanın diğer katlara yayılmasını önleyebilecek şekilde tasarlanması ile mümkün olmaktadır [Çetiner, İ., 2002].

Çift kabuk cepheler günümüzde halen bina yapım şartnameleri içinde yer almamaktadır. Yangın şartnamesinde de hakkında hiçbir şart yer almamaktadır. Başka bir deyişle bu tip cephelerde konu yangın olduğunda alınması gereken temel önlemler belirlenmemiştir. Bu nedenle her bir proje için daha önce bu konuda çalışmış mimarların onaylayacağı bir araştırma yapılması gerekmektedir.

Yangın esnasında bu sistemlerin davranışı ve nasıl korunması gerektiği Wolfram Klingsch tarafından belirtilmiştir. Birçok Alman yangın uzmanına göre içeriklerin özetini içeren bu çalışma bir referans olarak kabul edilir.

Çift kabuk cephede dış ve iç katmanlar birbirinden farklı malzemelerden oluşur. Dış cephe kolay tutuşmayan, yanıcı olmayan malzemelerden (A sınıfı yapı malzemeleri) oluşurken, bazen iç cephe B sınıfı yapı malzemelerinden (kolay yanan malzemeler) olan ahşap içerikli olabilir. A sınıfı malzemelerin özel kullanımında yatay ve dikey bölmeler nedeniyle kullanılmıştır. Yatay bölmelerde çelik veya alüminyum, dikey bölmelerde ise cam kullanılmıştır [Oesterle, 2001].

Cephe konstrüksiyonun birbirinden bağımsız şekilde monte edilebilen kaplama elemanları yönetmeliklerde belirtilmiştir. Destek strüktür yangın sırasında geniş alanda uzamaya (genleşmeye) göre boyutlandırılmalıdır.

Klingsch, öncelikle dumanın odadan odaya aktararak sonunda cephe vasıtasıyla dışarı atılmasının tek kabuk cephelerden farklı olmadığı belirtilmiştir. Çift kabuk cephelerde diğer uyulması gereken kurallar şunlardır;

- *Yangın alanlarının belirlenmesi,*

Yangın kaynaklı enerji dış cepheye yıkıcı bir zarar vermez. Fakat dıştaki kabuktan dolayı yangın alanını dışardan görmek zordur. Odalardaki insanların çift cephenin arkasındaki sertleştirilmiş camı kırmaları da zor bir olaydır. Güvenlik camı kullanımı yangın boşluğunun oluşmasını daha da zorlaştırır. Sonuçta iç katman ile dış katman arasında kusursuz bir bağlantı kurmak zor bir olaydır.

- *Cephe boşluğundaki duman,*

Hiçbir durumda dış katmandaki hava alma ve atma delikleri cephe boşluğundaki dumanın dışarı atılmasını tam anlamıyla gerçekleştirmez. Sonuç olarak ve konstrüksiyon formuna bağlı olarak duman iç cepheden cephe boşluğuna girer ve yatay/dikey olarak dumanı aktarır. Cephe boşluğundaki dumanın atılması doğal hava akımının sağlanması ya da duman atıcı ünitelerin(mekanik fanların) konmasıyla sağlanır. Dış kabuktaki hava alma açıklıkları düzgün bir şekilde boyutlandırılmalıdır. Açıklıklar hava çıkış kanallarından küçük olmamalıdır. Eğer duman atma üniteleri yerleştirmek gerekiyorsa, bu sistem yangın alarmıyla çalışacak hale getirilmelidir.

- *Yangının yayılması,*

Yangının yayılması, yanıcı gaz ve alevin iç kabuktan cephe boşluğuna geçmesiyle oluşur. Yangın dikey ve yatay olarak yayılabilir.

- *Değerlendirme riski,*

Klingsch yangın risklerini binanın yüksekliğine göre çift kabuk cephenin konstrüksiyon tipini düşünerek sınıflandırmaktadır. Binanın yüksekliği yapı yönetmeliğini baz alarak yapılmalıdır.

1. tip düşük yapı yüksekliği $H < 7m$
2. tip orta boy yapılar $22m > H > 7m$
3. tip yüksek yapılar $H > 22m$

Bu sınıflandırma farklı bir alan göz önüne alınarak yapılmıştır. Yüksek binalarda asıl sorun yangın kaçışlarının nerelere konumlandırılacağıdır. Binalarda dumanı atmak için gereken açıklıklarla, en az iki yangın çıkışı veya bir tane yangın kaçış merdiveni bulunması gereklidir.

Yüksek binalarda daha farklı bir durum vardır. İkinci kaçış yolu genelde itfaiye merdiveniyle oluşturulur. Dış kabuk arkasındaki insanların hayatlarını kurtarıırken bu yolu da kullanabilmek için bazı ek önlemler alınması gereklidir. Artık, yangınlarda asıl sorun ise yapıların yüksekliğidir.

Binalarla ilgili diğer kategoriler :

- a tipi: ofis ve benzeri yapılar
- b tipi: konutlar
- c tipi: birçok insanın kullanımı için yapılan yerler (kamusal alanlar, oteller, okullar, hastaneler, huzurevleri vb.)

Bu sınıflandırmada çift kabuk ardındaki odaları kullanan insanların sayıları düşünülmüştür. Ofis binalarında yangının cephe boşluğundaki etkisi yangının ilk başladığı zamanlarda kullanıcılar tarafından fark edilmesi sağlanır. Bu daha çok

konut binalarında, otellerde, huzur evlerinde, yatak odaları için kullanılır. Benzer risk durumları çok insanın kullandığı yerler için geçerlidir [Oesterle, 2001].

Çift kabuk cephenin değişik formlarına göre risk kategorileri tablo 4.1 de gösterilmiştir.

▪ *Yangından korunma önlemleri*

Korunma tedbirleri öncelikle teknik önlemlerin alınmasıyla başlar. Riskin derecesi ne kadar artarsa alınması gereken önlemler de o derecede artmaktadır. Diğer bir ifadeyle farklı çift kabuk seçenekleri arasında serbest olarak seçilebilir. Her durumun riskini içine alan bir yangın yönetmeliği hazırlanmalıdır.

Parametreler		Tanım		Riskler
Çift kabuk cephe konstrüksiyon tipleri	A1	Yatay ve düşey bölmeli	Kutu pencere tipi	Düşük
	A2		Şaft-kutu tipi	Düşük
	B	Koridor Cepheler		Orta
	C	Çok katlı cepheler		Yüksek
Yapının yüksekliği	I	Düşük yükseklikteki yapılar		Düşük
	II	Orta yükseklikteki yapılar		Orta
	III	Yüksek yapılar		Yüksek
Yapının kullanım şekli	a	Ofis kullanımında		Düşük
	b	Ev kullanımında		Orta
	c	Otel, okul, hastane gibi özel kullanımlarda		Yüksek

Tablo 4.1. Prof Klingsch'e göre çift kabuk cephelerin yangındaki risk durumları [Oesterle, 2001]

Bu ek tedbirler şunları içermelidir:

- otomatik erken yangın ikaz sistemi odalarda ve cephe boşluğunda
- cephe boşluğu için duman atma mekanizmasını otomatik aktifleştirecek sistem

- odalarda ve cephe boşluğunda otomatik devreye girecek yangın müdahale sistemleri

Erken yangın ikaz sistemleri duman dedektör aparatlarıyla çalışır. Riskin fazla olduğu durumlarda odalara ve çift kabuk cepheye su püskürten yangın müdahale elemanları konulur. Kural olarak cephe boşluğundan yangına püskürterek müdahale eder. Bazı tehlikeli durumlarda püskürtücüler cepheye yakın yerlere daha sık yerleştirilirler. Odalara püskürtücü yerleştirilmesi yangından korunurken dumanın cephe boşluğundan dışarı atılmasını azaltır [Oesterle, 2001].

Yapının yüksekliği	Cephe konstrüksiyonunun formu	Yapının kullanımı		
		Ofisler	Evler	Özel kullanımlar
I ≤ 7 m	A1, A2	1	1	1
	B	1	2	2
	C	2	2+4	2+4
II > 7 m ≤ 22 m	A1	1	1	1
	A2	1	2	2+4
	B	2	3	3
	C	3+4	3+4	3+4
III > 22 m	A1	3	3	3
	A2	3+4	3+4	3+4
	B	3+5	3+5	3+5
	C	3+4+5	3+4+5	3+4+5

Tablo 4.2. Çift kabuk cephelerin yangından korunma ölçütleri [Oesterle, 2001]

A1= Kutu pencere

A2= Şaft-kutu cephe

B= Koridor cephe

C= Çok katlı cephe

Özel kullanım= Otel, okul, hastane, huzurevi gibi

1: İlave tedbire gerek yok

2: Erken yangın uyarı sistemi ve boşluğun havalandırması

3: Her odada erken uyarı sistemi

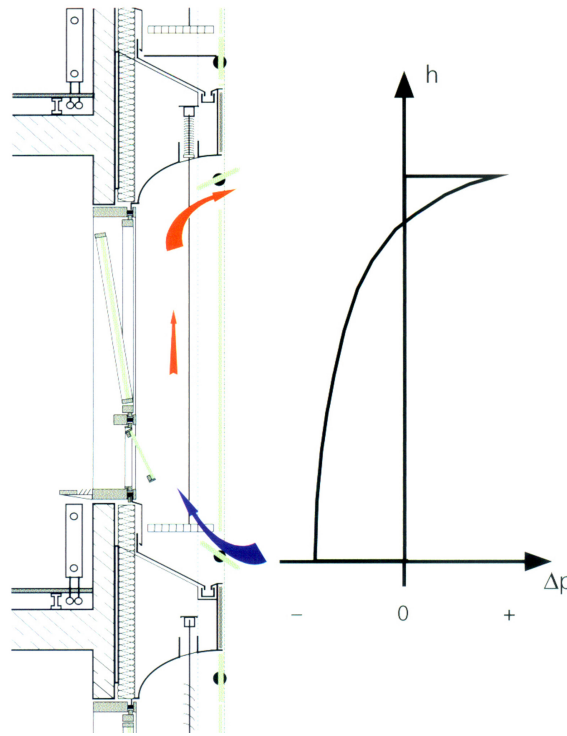
4: Cephe boşluğu havalandırması için ek önlemler

5: Odalara püskürtücü yerleştirilmesi

Bazı özel durumlarda kuru sistem püskürtücülerin cephe boşluğunda kullanılması gerekir. Fakat bunda teknik detayların çokluğu ve yüksek maliyet söz konusudur. Bunun gibi özel yangın söndürme elemanları doğacak bazı riskleri tolere eder. Sigorta şirketlerinin çoğu bu gibi önlemleri şart koşmaktadırlar. Tablo 4.2’de yangından korunma tedbirleri çift kabuk cephelerle ilişkilendirilerek gösterilmiştir. Burada belirtilen yüksek ofis blokları için püskürtücü yerleştirilmesi yerel yönetmeliklerde de istenmektedir [Oesterle, 2001].

4.5. Rüzgar

Rüzgar denilince yapının içindeki ve çevresindeki yapıya doğru olan bütün hava akımlarını anlamak gerekir. Hava akımı bazı durumlarda yapıların strüktürel yapısını da etkileyebilir (örneğin; rüzgar tünellerindeki ve yüksek yapılardaki rüzgar yüklerinin çok olmasından dolayı statik hesaplamaları etkilemesi gibi).



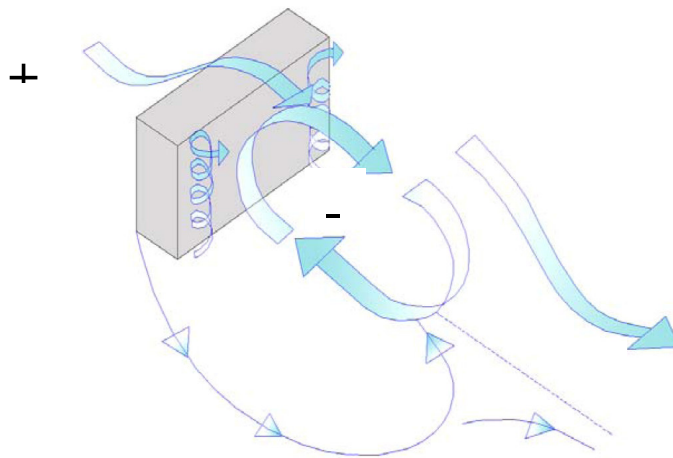
Şekil 4.8. Çift kabuk ara boşluğundaki ısısal hava akımının yönü [Oesterle, 2001]

Havadaki basınç farklılıkları hava akımının temel sebeplerinden birisidir. Hava daima yüksek basınçlı bölgeden alçak basınçlı bölgeye doğru hareket eder. Yapı içindeki mahaller de birbirlerine bağlı ve mekanlarda basınç farklılıkları var ise aynı şekilde yapı içinde hava akımı gerçekleşir.

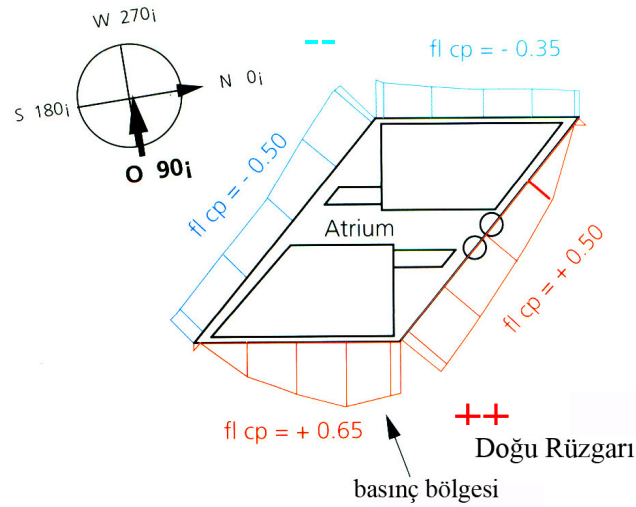
Yapı içindeki basınç farklılıklarını etkileyen 3 temel sebep bulunmaktadır.

1. Mekanik işlemlerle sebep olunan basınç farklılıkları (yapı içinde kullanılan mekanik ısıtma ve soğutma üniteleri aracılığıyla oluşan basınç farklılıklarının sebep olduğu hava akımları),
2. Isısal farklılıklardan oluşan basınç farklılıkları (ısınan havanın yükselmesi, soğuk havanın ise alçalması sonucu oluşan hava hareketi) (Şekil 4.8),
3. Rüzgar aracılığıyla ortaya çıkan basınç farklılıkları.

Rüzgar binanın içindeki ve etrafındaki hava akımları üzerinde büyük tesire sahip olabilir. Bunun sebebi şöyle açıklanabilir; Binalar hava akımlarına engel oluşturur. Rüzgar binanın etrafından dolaşarak istikametine devam eder (Şekil 4.9). Rüzgarın binaya çarptığı bölgede pozitif basınç, binanın tam ters yönünde ise negatif basınç oluşur. Basınç şiddeti rüzgarın hızıyla doğru orantılıdır.

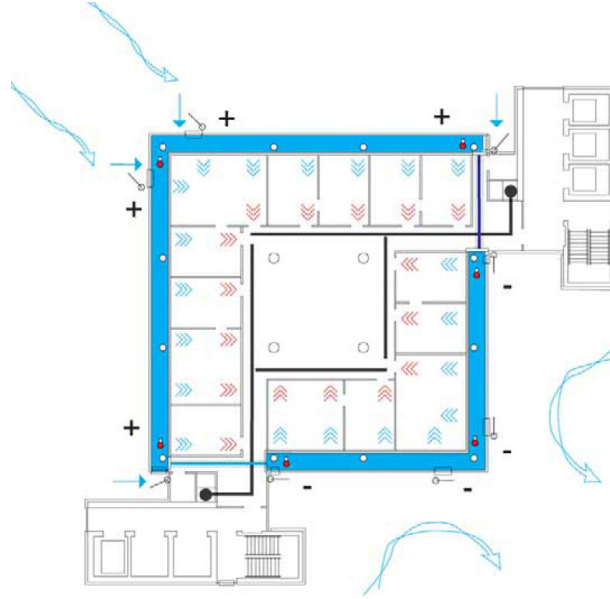


Şekil 4.9. Rüzgarın yapıyla karşılaştığı durumdaki hareketi [McGee, I., 2005]



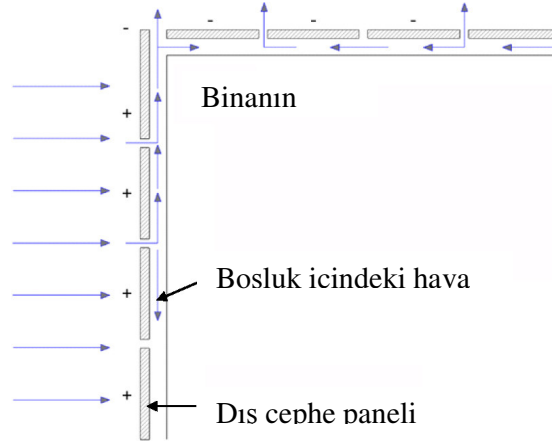
Şekil 4.10. Farklı yönlerden esen rüzgarların yapı cephelerinde oluşturduğu rüzgar yüklerinin farklılıklarının şematik gösterimi [Oesterle, 2001].

Yapılardaki rüzgar etkisi yapıların formuyla ve konumlandırılış şekli ile de ilişkilidir. Şekil 4.6'da da görüldüğü üzere paralel kenar formundaki bir yapıya iki kenara da etki edecek şekilde doğu yönünden gelen rüzgar yapının iki cephesinde pozitif basınç, arka istikamette kalan iki cephede de negatif basınç oluşturmaktadır. Güney-batı yönünden gelen rüzgar ise yapının bir cephede pozitif basınç diğer üç cephede ise negatif basınç oluşturmaktadır (Şekil 4.10-4.11).



Şekil 4.11. D.Messe AG binasındaki, rüzgarın bina köşelerinde oluşturduğu + ve - basıncın gösterimi [Lang, W. 2005]

Bazı durumlarda çift kabuk cephe ara boşluğunda + ve - rüzgar basınçları eşitlenir. Bu durumda cephe bir yüzeyindeki cephe panellerinden rüzgar girerken diğer cephe panellerinden de çıkmaktadır (Şekil 4.12). Dolayısıyla çift kabuk cephe tasarımlarında etkin rüzgar yönü ve şiddeti, ara boşluğa havanın nereden alınıp nereden atılacağını belirlemek tasarım aşamasındaki önemli parametrelerden birisidir.



Şekil 4.12. Rüzgar basıncı ile çift kabuk ara boşluğundaki rüzgar basınçlarının yapının köşe noktasında eşitlendiği durum [McGee, I., 2005]

Cam cephe sisteminin rüzgar yüklerine karşı yeterli dayanıma sahip olması; taşıyıcı profillerin ve cam plakaların rüzgar yükü altında yapacakları sehim miktarlarına göre boyutlandırılmaları ile mümkün olmaktadır. Bu durumda, cephenin bina yüksekliğine bağlı olarak aldığı rüzgar yükünün dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle, söz konusu bileşenlerin boyutlandırılmasında rüzgar yükleri dikkate alınmaktadır [Çetiner, İ., 2002].

Rüzgara dayanımı, enerji etkinlik açısından da cephenin sahip olması gereken özelliklerden birisidir. Rüzgar cephe yüzeyinde bir basınç oluşturarak, cephe panellerinin birleşim noktalarından ya da pencerelerden içeriye yağmur girişini hızlandırmakta ve hava sızıntısı yoluyla ya da cephe yüzeyinin ısısal direncini düşürerek ısı kayıplarını artırmaktadır [Çetiner, İ., 2002].

4.6. Maliyet

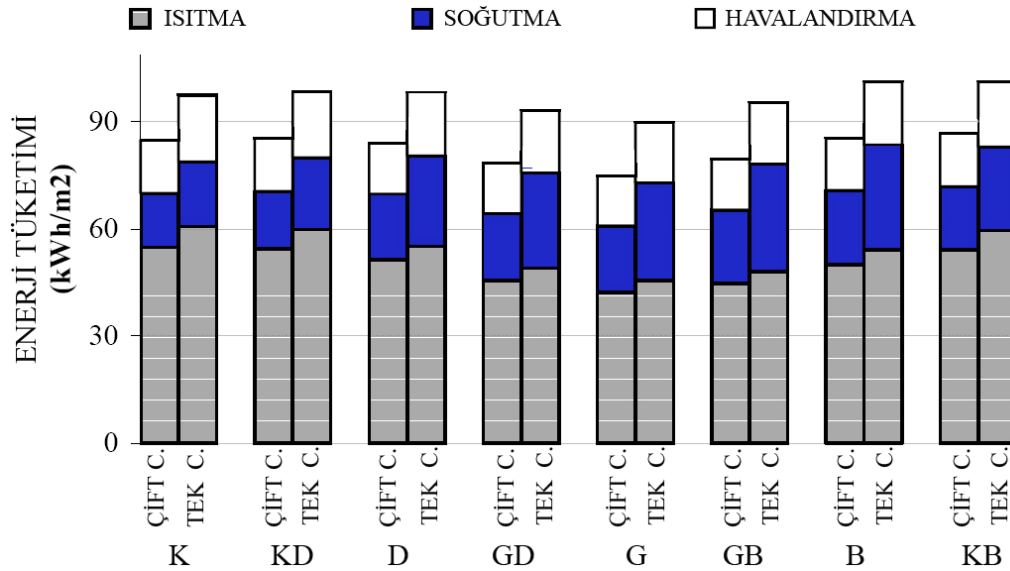
Çift kabuk cepheli bir projeye başlamadan önce yapıya ait inşaat ve işletme maliyetlerinin hesaplanması gerekmektedir. İşletme ve bakım maliyetleri binanın kullanım periyodu boyunca tükettiği enerjilerin toplamıdır. Yapının çift kabuk sayesinde sağlayacağı ek kazanç ile ilave cephe strüktürünün maliyetleri karşılaştırılmalıdır.

Ekonomik etkinliğin değerlendirilmesine ilişkin ölçütler; yapım ve kullanım sürecine ilişkin ölçütlerdir. Yapım sürecine ilişkin ölçütler; araç-gereç, işçilik ve malzeme ile ilgili olan ölçütlerdir. Kullanım sürecine ilişkin ölçütler ise; işletme (yakıt, elektrik maliyeti), bakım-onarım ve yenileme maliyetine ilişkin ölçütlerdir. Her iki ölçüt grubu da yapılan projeye göre değişkenlik göstereceği için, ekonomik etkinlik açısından toplam maliyetin dikkate alınması gerekmektedir [Çetiner, İ., 2002].

Genel olarak, cephe alternatiflerinin ekonomik analizleri aşağıdaki ilave maliyet unsurlarını hesaba katmalıdır. Bunlar;

- Çift kabuklu cephenin ilave yatırım maliyetleri; ilave cephe strüktürü maliyeti, güneş kırıcı elemanlarının maliyeti, havalandırma sistemlerinin maliyeti, ilave olarak yapılacak yangın koruma ünitelerinin maliyeti ve ses yalıtımı ile ilgili maliyetleri kapsamaktadır.
- İşletme ve bakım maliyetleri ; dış kabuk cephe temizliği, ilave aydınlatmalar için enerji maliyeti, cephe için bakım ve servis maliyeti, güneş kırıcı elemanlarının ve yangından korunma aygıtlarının v.b. maliyetlerini kapsamaktadır.
- Dış cephe kabuğundaki maliyet belirleyici unsurlar; cam montaj tipi, cam tipi (temperli, lamine, low-e v.b.), cephe tipi, cephe ebatları ve pencere camlarının ebatlarıdır.
- İç cephe kabuğundaki maliyet belirleyici unsurlar; kullanılan pencere tipi ve sistemi, cephede kullanılan cam yüzdesi ve cam tipinden oluşmaktadır.
- Çift kabuk ara boşluğundaki maliyet belirleyici unsurlar; çift kabuk ara boşluğunun derinliği, dış kabuk destekleyici strüktür tipi, güneş kırıcı tipi ve ara boşluğun havalandırma şeklidir.

Cephe elemanının ekonomik etkinliği; ısıtma ya da soğutma için harcanan enerji miktarına, seçilen cam tipinin özelliklerine, panellerin uygulanması sırasında kullanılan tekniğe, işçiliğe, araç ve malzemeye bağlı olarak değişmektedir. İlk yatırım maliyetini düşük tutmak amacıyla, malzeme, araç-gereç ve uygulama tekniklerinin uyumlu bir bütün oluşturacak şekilde seçiminin yapılmaması; işletme, bakım, onarım ve yenileme maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, yapım ve kullanım sürecinin bir bütün olarak değerlendirilmesi cephenin ekonomik etkinliği açısından önem taşımaktadır [Çetiner, İ., 2002].



Şekil 4.13. Çift kabuk ve tek kabuk yapıların 8 farklı yöndeki enerji giderleri [Stribling, D.]

Çift kabuk cephelerle geleneksel tek kabuk cephelerin işletme maliyetlerini (ısıtma,soğutma,havalandırma) karşılaştırdığımızda çift kabuk cephelerin daha ekonomik olduğunu görmekteyiz. Şekil 4.13’de David Stribling ile Byron Stigge’nin Londra’daki bazı yapıların 8 farklı yönündeki enerji tüketim grafiklerinde de görüldüğü üzere çift kabuk cephelerin ısıtma, soğutma ve havalandırma giderleri geleneksel tek kabuklu cephelerden daha düşüktür.

Aynı araştırmacıların dünyanın değişik bölgelerindeki 7 farklı şehir üzerinde yaptıkları araştırmanın sonucu Tablo 4.3’de görülmektedir. Tabloda ilave cephe kabuğunun şehirlere göre maliyeti, çift kabuk cephenin yıllık sağladığı enerji (dolayısıyla maliyet) kazancı belirlenerek çift kabuk cepheli bir yapının farklı şehirlere göre ne kadar zamanda kendini amorti edebildiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu örnekte ilave cephe maliyetinin en yüksek olduğu Londra’da çift kabuk cephe yatırım maliyetinin kendini amorti etmesi 240 yıllık bir süreçte olabileceği gözükmemektedir. Örneklerin genel bir ortalamasını aldığımızda bu süre yaklaşık 154 yıla inmektedir.

	London	Las Vegas	Winnipeg	New York	Miami	Rome	Munich
CEPHE ALANI	1,040m ²	1,040m ²	1,040m ²	1,040m ²	1,040m ²	1,040m ²	1,040m ²
İLAVE CEPHE MALİYETİ	£700/m ²	£500/m ²	£500/m ²	£800/m ²	£600/m ²	£650/m ²	£600/m ²
EK MALİYET	£728k	£520k	£520k	£832k	£624k	£676k	£624k
ENERJİ KAZANCI MİKTARI(YILLIK)	£1.01/m ²	£1.31/m ²	£0.83/m ²	£2.57/m ²	£1.17/m ²	£2.18/m ²	£1.88/m ²
KAT ALANI	3,000m ²	3,000m ²	3,000m ²	3,000m ²	3,000m ²	3,000m ²	3,000m ²
YILLIK KAZANCI MİKTARI	£3,030	£3,930	£2,490	£7,710	£3,510	£6,540	£5,640
GERİ DÖNÜŞÜMÜ	240 Yrs	132 Yrs	208 Yrs	108 Yrs	177 Yrs	103 Yrs	111 Yrs

Tablo 4.3. Dünya üzerindeki 7 farklı şehirdeki çift kabuk cephe maliyet ve performansının değerlendirilmesi [Stribling, D.]

Bu noktadan hareketle çift kabuk cephelerin maliyet açısından bir değerlendirmesini yapacak olursak, çift kabuklu cephelerin ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve geleneksel cepheyle karşılaştırıldığında işletme maliyetlerindeki farkın fazla olmamasından ötürü çok ekonomik olmadığı görülmektedir. Ancak enerji maliyetlerinin daha yüksek olacağı bir dönemde çift kabuklu cephelerin işletme maliyeti açısından daha verimli olması beklenir.

4.7. Estetik

Çift kabuk cephelerin giydirme cephe geleneksel tek kabuklu cepheden dış görünüş açısından fazla bir farkı bulunmamaktadır. Cam kaplamalı cephelerin estetiklik değeri kişilere göre değişebilir de, tek kabuklu eski bir cepheye dıştan ikinci bir cephe ilave edilmesiyle oluşturulan çift kabuklu cepheler; eski görünümlü ve dış cephesinde sorunlar yaşayan geleneksel tek kabuklu binaların yenilenmesine ve estetik bir görünüm elde edilmesinde hemen herkesin kabul edebileceği bir gerçektir.

Almanya'daki Gladbacher Bank binasının cephesindeki çift kabuk uygulaması bunun iyi örneklerinden birisidir. Şekil 4.14'de görülen fotoğraftaki eski cephe bina cephesinin yenilenme ihtiyacı ve çift cephenin getirmiş olduğu ilave avantajlardan

ötürü binanın mevcut cephesinin önüne ilave bir cam cephe yerleştirilmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Gladbacher Bank binası yenilenme öncesindeki durumu [Poirazis,H. 2004]



Şekil 4.15. Gladbacher Bank binası yenilenme sonrasındaki durumu [Poirazis,H. 2004]

Bu ilave cephe sayesinde binanın eskimiş yüzü yerine yeni yapılmış bir bina görüntüsü elde edilerek, çift kabuğun getirdiği ilave avantajlardan da faydalanılmıştır.

Bu örnekten de anlaşılacağı üzere çift kabuk cephelerin estetik açıdan eski binaların görünümlerinin düzeltilmesinde kullanılabilecek alternatiflerden birisi olduğu görülmektedir.

5. UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

Çift kabuk cephelerle ilgili yapılan literatür taramasında dünya üzerinde en çok Avrupa ülkelerinde uygulandığı saptanmıştır. Bu çalışmada hakkında en çok bilgi bulabildiğimiz 40 adet örnek incelenmiştir. Bunlardan 38 tanesi Avrupa'da, 1 tanesi Amerika'da, 1 tanesi de Avustralya'da uygulanmış örneklerdir. İncelemelerde yapının mimarı, konumu ve çift kabuk cepheyle doğrudan ilişkili bazı temel özelliklerinin neler olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çift kabuk cepheyle ilgili bu temel özellikler;


- Yapıda kullanılan çift kabuk cephe tipinin ne olduğu,
- Çift kabuk ara boşluğunun ne şekilde havalandırıldığı,
- Cephe panellerinde ne özellikteki malzemelerin kullanıldığı,
- Ne tür güneş kırıcı kullanıldığı,
- Dıştaki kabuğu taşıtmaya yardımcı olan destekleyici strüktürün ne olduğu,


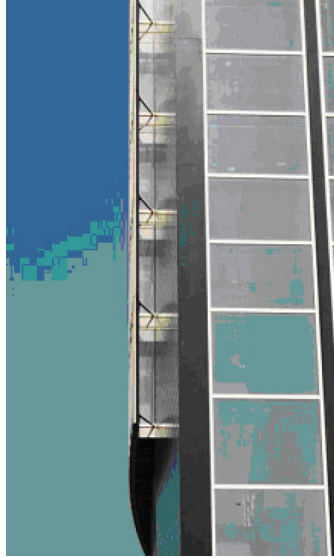
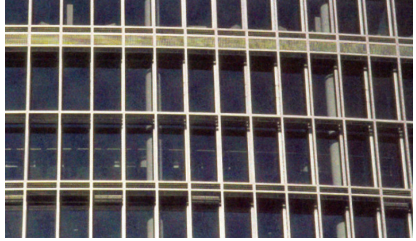
olmak üzere 5 ana başlık altında toplanmıştır.

Tablo 5.1.'de bu çalışma da incelenen 40 adet örneğin listesi ve konumları sıralanmıştır.

Yapının İsmi, Yapım Yılı	Yapının Bulunduğu Yer	
	Şehir	Ülke
1- Düsseldorf City Gate Binası, 1997	Düsseldorf	Almanya
2- Arag 2000 Kulesi, 2001	Düsseldorf	Almanya
3- Commerzbank Binası 1997	Frankfurt	Almanya
4- Eurotheum Tower Binası	Frankfurt	Almanya
5- Debis Merkez Ofis Binası	Berlin	Almanya
6- Halenseestrasse Binası	Berlin	Almanya
7- Galeries Lafayette Binası	Berlin	Almanya
8- Postdamer Platz Binası	Berlin	Almanya
9- Deutscher Ring Verwaltungsgebäude	Hamburg	Almanya
10- RWE AG Tower Binası	Essen	Almanya
11- Print Media Academy Binası	Heidelberg	Almanya
12- Victoria Life Insurance Binası	Cologne	Almanya
13- Victoria Ensemble Binası	Cologne	Almanya
14- DB Cargo Binası	Mainz	Almanya
15- Gladbacher Bank Binası	Mönchengladbach	Almanya
16- Energie/Versorgung. Schwaben	Stuttgart	Almanya
17- Deutsche Post AG Binası	Bonn	Almanya
18- Business Tower Binası	Nuremberg	Almanya
19- Business Promotion Center, 1993	Duisburg	Almanya
20- Deutsche Messe AG Binası,2000	Hannover	Almanya
21- Sanomatalo Binası, 2000	Helsinki	Finlandiya
22- Martela Binası, 2001	Helsinki	Finlandiya
23- Nokia Ruoholatti Binası, 2000	Helsinki	Finlandiya
24- High Tech Center Binası, 2001	Helsinki	Finlandiya
25- Radiolinja Binası, 2001	Keilalahti	Finlandiya
26- Nokia Keilalahti Binası, 1997	Keilalahti	Finlandiya
27- Kone Binası, 2001	Keilalahti	Finlandiya
28- Kista Science Tower Binası, 2003	Kista	İsveç
29- Nokia House Binası, 2003	Kista	İsveç
30- Arlanda Pir F Binası, 2001	Arlanda	İsveç
31- ABB Business Center Binası, 2002	-	İsveç
32- Helicon Finsbury Binası	Londra	İngiltere
33- Briarcliff House Binası	Farnborough	İngiltere
34- Lloyd Binası, 1986	Londra	İngiltere
35- Delft Library Binası	Delft	Hollanda
36- UCB Center Binası	Brüksel	Belçika
37- Aula Magna Binası	Luvain	Belçika
38- Moravian Kütüphane Binası, 2001	Bruno	Çek Cumhuriyeti
39- Occidental Chemical Center, 1980	NewYork	ABD
40- Aurora Tower	Sydney	Avustralya




Tablo 5.1. İncelenen örneklerin ve konumlarının listesi




Düsseldorf City Gate Binası, 1997		İnceleme Sıra No:1
Mimarı:	Petzinka Pink ve Ortakları	 <p>Şekil 5.1.a: City Gate binasının güney görünüşü</p>  <p>Şekil 5.1.b: Cephe boşluğunun görünüşü</p>  <p>Şekil 5.1.c: İç cephenin görünüşü</p>
Konum:	Düsseldorf/Almanya	
Cephe Tipi:	Cephe koridor tipindedir . Cephe boşluğu her katta kapatılmıştır. 16000m ² çift kabuk cephe alanı vardır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Hava ihtiyacı ve dış cephedeki hava giriş çıkışını sağlayan açıklıklar tavana ve döşemeye bitişik yapılmıştır. Boşluk her kat hizasında bölündüğü için katlar arasında hava geçişi olmamaktadır. Orta boşluktaki doğal havalandırma odaların yılın büyük bir kısmında doğal yollarla havalandırılmasına izin vermektedir. Bina yılın %70-75'inde doğal havalandırma ile havalandırılabilir. Hava şartlarının olağanüstü olduğu zamanlarda ilave olarak mekanik havalandırma devreye girmektedir.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Bütün bina cam kabuk içine alınmıştır. Binanın orta noktasında 56 m yüksekliğinde atrium alanı oluşturulmuştur. Dış kabuk 1.49x2.85 ebatlarında 12mm kalınlığında temperli camdan oluşmuştur. İç katman ise 1.5x2.85 ebatlarında lamine low-e ahşap çerçeveli doğramalardan oluşmuştur. Binada görülen iki koridorun genişlikleri 90 ve 140 cm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Güneş kırıcılar dış kabuğa bağlantılıdır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk noktasal tutturulmuş konsol taşıyıcılı strüktür ile taşınmaktadır.	

ARAG 2000 Kulesi, 2001		İnceleme Sıra No:2
Mimarı:	Rhode Kellerman Wawrowsky &N.Foster	 <p>Şekil 5.2.a: Arag 2000 Kulesinin görünüşü</p>  <p>Şekil 5.2.b: Cephe boşluğunun görünüşü</p>  <p>Şekil 5.2.c: Dış cephe detay görünüşü</p>
Konum:	Düsseldorf/Almanya	
Cephe Tipi:	Cephe şaft kutu sistem şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Her kutu pencerenin kendi 15cm yüksekliğinde kapalı bir hava emme açıklığı vardır. Açıklık sayesinde kirli hava şaft yardımıyla dışarı atılır. Şaft servis katındaki panjurlu açıklıklardan havalandırılır. Cephe boşluğunun toplayıcı etkisi kışın daha etkilidir. Bu şaft gerektiğinde kapatılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Camdan doğal havalandırma yılın %50-60'ında yapılabilir. Olağan üstü hava koşullarında ısı düzeyini korumak için mekanik havalandırma ile takviye yapılır. Mekanik havalandırma (ısıtma ve soğutma sistemi) sistemi, her kat seviyesinde kullanıcı isteklerine bağlı olarak ayarlanabilmektedir.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Çift cephe elemanları modüler bir sisteme göre bölünmüştür (1.41x3.67m). İki kabuğun cam elemanları arasındaki boşluk 0,92 metre genişliğindedir . Dış kabuktaki cam elemanlara ayrı bir renk uygulanmıştır . İç cephedeki cam kabuğa ofisleri güneşten korumak için metal gölgeleme elemanları eklenmiştir. İç kabukta açılabilir pencereler bulunmaktadır ¹ ve bu kabukta hava sızdırmaz cam kullanılmıştır.	
Güneş Kırıcılar:	İç cephedeki cam kabuğun dış yüzüne ofisleri güneşten korumak için metal panjurlar yerleştirilmiştir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Commerzbank Binası, 1997		İnceleme Sıra No:3
Mimarı:	N.Foster & Ortakları	 <p>Şekil 5.3.a: Commerzbank Binasının görünüşü</p>  <p>Şekil 5.3.b: İçeriden görünüş</p>  <p>Şekil 5.3.c: Commerzbank girişinin görünüşü</p>
Konum:	Frankfurt/Almanya	
Cephe Tipi:	Üç katlı kaplanmış dış cephe, sürekli bir cephe boşluğu ve açılabilir pencerele iç cepheden oluşmuştur. Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Dış kabuktaki cam panelin alt ve üst kısımlarında binanın otomasyon sistemi tarafından kumanda edilen kanallar bulunmaktadır. Bu kanallar açılarak rüzgar ara boşluğa alınmakta ve kabuklar arasındaki boşluk doğal olarak havalandırılmaktadır . Ofislerin doğal havalandırması çift kabuk ve kış bahçesi aracılığıyla olmaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Binanın kabuğunu oluşturan saydam bileşenler çift kabuklu olarak tasarlanmıştır. İçe dönük ofislerin cephesindeki saydam bileşenler ise tek kabukludur. Kabuktaki opak paneller metal giydirme cephe kaplaması ve izolasyon tabakasından oluşmaktadır. Çift kabuklu saydam bileşen, dışta low-e kaplamalı 8mm kalınlığında çift cam içte ise berrak çift camdan oluşmaktadır. Kabuklar arasında 252mm boşluk bulunmaktadır	
Güneş Kırıcılar:	Havalandırma panjurları boşluğun alt ve üst noktalarına yerleştirilmiştir. Boşluk içerisinde kullanıcı tarafından kontrol edilebilen metal jaluzi bulunmaktadır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Eurotheum Tower Binası		İnceleme Sıra No:4
Mimarı:	Novotny Mahner ve Ortakları	 <p>Şekil 5.4.a: Eurotheum Binasının görünüşü</p>  <p>Şekil 5.4.b: İçeriden görünüş</p>  <p>Şekil 5.4.c: Panjurların görünüşü</p>
Konum:	Frankfurt/Almanya	
Cephe Tipi:	Kutu tipi çift kabuk cephe şeklindedir. Cephe panelleri 1350mm genişliğinde 3350 mm yüksekliğindedir. Prefabrike olarak yapılan cephe ünitelerindeki cam katman, bir kat yüksekliğinde 6 parçalı olarak yapılmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu mekanik havalandırmalıdır . Temiz hava 75 mm çapındaki deliklerden dikey metal borularla kaplanmış cephenin her yüzeyinden içeri alınır. Sıcak hava kat hizasındaki açıklıklardan dışarıya atılır. Bu açıklıklar kuşların ve yağmurun girmesini önlemek için panjurla kaplanmıştır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç cephede; ısı geçirgenliği engellenmiş alüminyum çerçeveli çift camlı elle açılan pencereler bulunmaktadır.	
Güneş Kırıcılar:	34 cm'lik çift kabuk ara boşluğuna elektrikle çalışan alüminyum jaluziler yerleştirilmiştir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	



Debis Merkez Ofisi		İnceleme Sıra No:5
Mimarı:	Renzo Piano, Christopher Kohlbecker	 <p>Şekil 5.5.a: Debis Genel Merkez Binasının güney cephe görüntüsü</p>  <p>Şekil 5.5.b: Koridordan görünüş</p>  <p>Şekil 5.5.c: Yürüme yolu ve dış cephenin detay görüntüsü</p>
Konum:	Berlin /Almanya	
Cephe Tipi:	Çok katlı panjurlu çift cephe şeklinde tasarlanmıştır. Dış kabuk motorize hareketli cam panjurlardan oluşmaktadır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Ara boşluktaki hareketli panjurlar sayesinde içeriye alınan ısı ve ışık miktarı ayarlanmaktadır. Dış kabuğun uygun bir açıyla açılması cephe boşluğundaki sıcak havayı uzaklaştırarak havalandırmaya olumlu etki yapmaktadır. Yazları dış kabuktaki panjurlar hava geçişine izin verecek açıya getirilir. Kullanıcılar iç kabuktaki pencereleri doğal havalandırma amaçlı açabilir. Binanın gece ısısı da kontrol edilmektedir. Kışları dış kabuk panjurları kapalıdır. Kullanıcılar iç kabuktaki pencereleri açarak kısmen ısınan havayı içeri alabilmektedir.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç cephe alüminyum çerçeveli low-e çift camdan oluşmaktadır. Binanın batı yüzünde duvarlar alüminyum montaj elemanlarıyla cepheye tutturulmuş terrakota cephe kaplaması ile kaplanmıştır.	
Güneş Kırıcılar:	Hareketli panjurlar iç cepheye bitişik monte edilmiştir. Dış kabuk 12mm kalınlığında otomatik cam panjurlardan oluşmaktadır. Bu panjurlar kapandığında minimum hava geçirir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk asma strüktür ile taşınmaktadır.	



Halenseestrasse Binası		İnceleme Sıra No:6
Mimarı:	Hilde Léon, Konrad Wohlage	 <p>Şekil 5.6.a: Halenseestrasse Binasının görünüşü</p>  <p>Şekil 5.6.b: Boşluğun görünüşü</p>  <p>Şekil 5.6.c: Storların ve havalandırma kanalının görünüşü</p>
Konum:	Berlin /Almanya	
Cephe Tipi:	10 katlı binanın son 7 katı koridor tipi çift kabuk cephe şeklinde yapılmıştır. Diğer taraflardaki cephelerde ise tek cam kullanılmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Ara boşluk mekanik olarak havalandırılmaktadır . Temiz hava çatıdan alınır, düşey borular ile çift kabuk ara boşluktan aşağı iner. Bu ana şafttan yatay yardımcı borularla boşluk içindeki hava iletimi sağlanır. Geceleri ısınan hava mekanik olarak yenilenir. Kışları güneş sayesinde ara boşluktaki ısınan hava iç mekan ısıtmasında takviye olarak kullanılır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk 12 mm kalınlığında tek camdan oluşur. Dış kabuk tamamen yalıtılmıştır. İç kabukta ise çift camlı sürgülü kapılar vardır.	
Güneş Kırıcılar:	Dış kabuğun iç yüzüne yerleştirilen güneş kırıcı storlar ile fazla güneş ışınlarından korunulmaktadır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk noktasal bağlantılı çerçeve strüktürü ile taşınmaktadır.	

Galleries Lafayette Binası		İnceleme Sıra No:7
Mimarı:	Jean Nouvel	
Konum:	Berlin /Almanya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde düzenlenmiştir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Ofisler yılın büyük bir kısmında doğal havalandırma ile havalandırılmaktadır. İçerinin sıcaklığı çok düşük ya da yüksek olduğu durumlarda mekanik havalandırma devreye girer. İç ve dış cephe açıklıkları her katta bulunmaktadır. Doğal havalandırma açıklıkları sürekli açıktır ve kuş teli ile kaplıdır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Cephe paneli 29 mm kalınlığında yalıtımlı cam ünitelerden oluşmaktadır. 8 mm'lik cam dış yüzeyde 6 mm'lik low-e cam iç yüzeyde ve arası argon gazı ile dolu çift cam kullanılmıştır.	
Güneş Kırıcılar:	Delikli ve çelikten yapılmış panjurlar, güneş ışınlarını 200 mm'lik cephe boşluğunda kontrol etmektedir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Şekil 5.7.a: Galleries Lafayette Binasının görünüşü



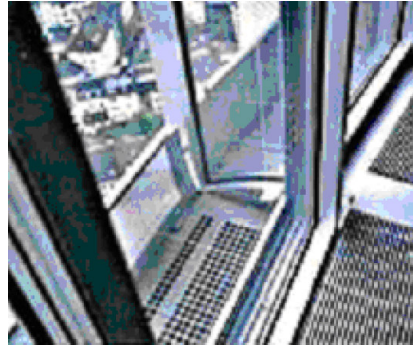
Şekil 5.7.b: Galleries Lafayette Binasının diğer bir görünüşü

Postdamer Platz Binası		İnceleme Sıra No:8
Mimarı:	Jean Nouvel	 <p>Şekil 5.8.a: Postdamer Binasının görünüşü</p>
Konum:	Berlin /Almanya	
Cephe Tipi:	Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Cephe elemanları panel sistem şeklinde imal edilerek montajı yapılmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Cephe boşluğunun havalandırması iç kabukta açılan 6cm yüksekliğindeki boşluklar aracılığıyla yapılmaktadır. Doğal havalandırma ve mekanik havalandırmanın olağanüstü kombinasyonu en olumsuz hava koşullarında dahi konfor ortamı sağlanmaktadır.	 <p>Şekil 5.8.b: Postdamer Binasının görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabuk meşe çerçevesi low-e camdan oluşturulmuştur. Cephe katmanlarıyla orta boşluk arası mesafe 22 cm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Panjurlar havalandırmayı minimum etkileyecek ve düze yakın bir açıyla (açık konumda) yerleştirilmiştir. Bu nedenle dışarıyla görsel teması kesmez.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Deutscher Ring Verwaltungsgebäude		İnceleme Sıra No:9
Mimarı:	Von Bassewitz, Patshan, Hupertz, Limbrock	
Konum:	Hamburg /Almanya	
Cephe Tipi:	Koridor tipi çift kabuk cephe şeklinde düzenlenmiştir	
Boşluğun Havalandırılması:	4 katlı cephenin üstünde yağmurdan korunmak amacıyla hava geçişine izin veren birbiri üstüne binmiş camlar vardır. Soğutma için dış kabuktan emilen güneş ışınlarıyla ısınan hava son kattaki açıklık yardımıyla doğal havalandırma ile dışarı atılır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk noktasal bağlantılı temperli, ışık kontrollü, tek camlı sistemdir. İç kabuk low-E yalıtımlı, çift camlı pencerelerden oluşur. İç cephedeki bazı pencereler temizlik nedeniyle açılabilir. Ara boşlukta her katta yürüme ızgaraları vardır.	
Güneş Kırıcılar:	Alüminyum panjurlar iç cephedeki camların iç yüzeyine konmuştur.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk noktasal bağlantılı konsol taşıyıcılı strüktür ile taşınmaktadır.	


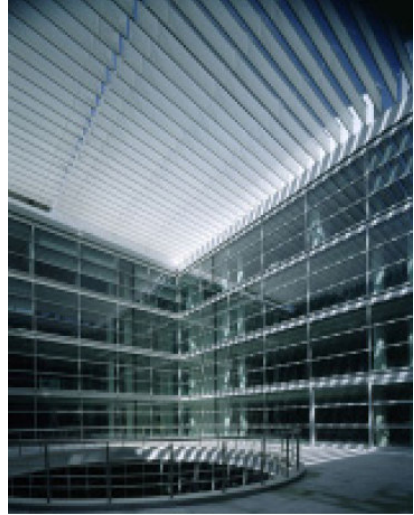

Şekil 5.9.a: Deutscher Ring V. Binasının dış görünüşü



Şekil 5.9.b: Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü

RWE AG Merkez Binası		İnceleme Sıra No:10
Mimarı:	Igenhoven Overdiek ve Ortakları	 <p>Şekil 5.10.a: RWE AG Binasının genel görünüşü</p>  <p>Şekil 5.10.b: Dış cephe detay görünüşü</p>  <p>Şekil 5.10.c: Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Konum:	Essen /Almanya	
Cephe Tipi:	Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Cephe panelleri bir kat yüksekliğindedir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Doğal havalandırma her bir cephe modülündeki 15cm yüksekliğindeki havalandırma yarığında ara boşluğa hava alınması suretiyle yapılır. Temiz hava alttaki açıklıklardan sağlanır. Isınan sıcak hava ise en üst kısımdaki açıklıklardan dışarıya atılır. Olağan üstü soğuk hava koşullarında pencereler kapalıdır. Sıcak hava iç kısımda dolaştırılır. Cephe kış şartlarında iyi bir yalıtım sağladığı gibi yazları da panjurlar sayesinde güneş ışınlarından korunmayı da sağlar.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Çift kabuğun dış cephesinde 10 mm kalınlığında ekstra şeffaf cam kullanılmıştır. İç cephe kat yüksekliğinde, çift camlı kapılardan oluşmaktadır. 50 cm genişliğinde cephe boşluğu bir kat (3.59cm) yüksekliğinde ve bir modül (1.97cm) genişliğindedir. Parlamayan cam iç cepheye konulmuştur.	
Güneş Kırıcılar:	Sökülebilir panjurlar sürgülü olarak açılan cam kapıların hemen dışına, cephe boşluğunun içine konmuştur. Güneş ışığı, direkt ışık ve parlaklık panjurlar ve iç cephedeki parlamayan camlar sayesinde kontrol edilir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Print Media Academy Binası		İnceleme Sıra No:11
Mimarı:	Schroder Mimarlık & Studio Mimarlık, Bechtloff	 <p>Şekil 5.11.a: Print Media Academy Binasının genel görüntüsü</p>  <p>Şekil 5.11.b: Cephe detay görüntüsü</p>  <p>Şekil 5.11.c: Çift kabuk ara boşluğunun görüntüsü</p>
Konum:	Heidelberg /Almanya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde yapılmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Ara boşluğa alınan doğal hava kayarak açılan iç cephe camları vasıtasıyla içeri alınır. Binanın merkezi sistemi cephe boşluğunun durumunu kontrol eder. Bu kontrolü havanın basıncını ve sıcaklığını harmanlayarak yapar. Bu da içerideki iklimin her hava koşullarında en uygun seviyede tutulmasını sağlar. Gerekğinde yukarı doğru toplanan cam panjurlar, içeri hava girmesine ya da sıcak havanın dışarı atılmasına yardımcı olur.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Kutu sistem dış yüzeyde tek camlı bir katman, içeride ise yalıtılmış çift camdan oluşan bir katman vardır. İki katman arasında 46 cm'lik hava boşluğu vardır.	
Güneş Kırıcılar:	Güneş ışınlarını ve ısı kazancını kontrol eden mekanik alüminyum panjur sistemi vardır. Panjurlar cephe boşluğunun içinde aşağı doğru katlanabiliyor ve gerektiğinde ışınların geliş açısına göre farklı açılarla konumlandırılabilir. Alüminyum ışınları yansıtarak güneş ışınlarına karşı ek bir koruma sağlamış olur. Bu sistem aynı zaman da binanın ısı kaybını da minimize eder.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk noktasal bağlantılı çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	



Victoria Life Insurance Binası		İnceleme Sıra No:12
Mimarı:	Valentyn & Tillmann, Köln	 <p>Şekil 5.12.a: Victoria Life Insurance Binasının dış görünüşü</p>  <p>Şekil 5.12.b: Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>  <p>Şekil 5.12.c: Dış cephe detay görünüşü</p>
Konum:	Sachering, Cologne /Almanya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuklu cephe tipinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Havalandırma mekanik olarak yapılmaktadır. Temiz hava 21 m yüksekliğindeki ara boşluğa elektronik olarak çalışan bodrum seviyesindeki kapaklardan sağlanır. İç ve dış kabuğun her ikisi de yalıtılmıştır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk 15 mm lamine ışık kontrollü camdan, iç kabuk da ışık kontrollü tek camdan oluşmuştur.	
Güneş Kırıcılar:	5 cm genişliğinde panjurlar 80 cm genişliğindeki ara boşluğa yerleştirilmiştir. Ayrıca bu boşlukta yürüme ızgaraları da vardır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	
Ek Bilgi:	Çift kabuk cephelerin sağladığı en önemli fayda sıcaklığın uygun düzeyde tutulmasıdır. Kışları içerinin sıcaklığını yükseltmek ve ısı kaybını önlemek amacıyla hava boşlukları kapatılabilir. Bu yapının geniş cam cephelere sahip olması üretkenliğe , performansa, motivasyona artırıcı etki yapan güneş ışığının içeri girmesini sağlar.	

Victoria Ensemble Binası		İnceleme Sıra No:13
Mimarı:	Thomas van den Valentyn	 <p>Şekil 5.13.a: Victoria Ensemble Binasının genel görünüşü</p>
Konum:	Cologne /Almanya	
Cephe Tipi:	Tabandan tepeye doğru 2.6 derecelik açı ile genişleyen çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Merkezi sistem dış sıcaklığın düşük olduğu zamanlarda kapakları kapalı tutar. Cephe arasındaki boşluk ısı yalıtımının en üst seviyede yapılmasını sağlar. Eğer hava sıcaklığı yüksekse kapaklar açılarak cephe boşluğunun havalanmasına izin verir ve fazla ısınmasını engeller. Bu sistemle değişken hava koşullarında binanın aşırı ısı değişiklikleri oluşmasını engeller. Ara boşluk doğal olarak havalandırılmaktadır . Bina otomasyonu farklı hava koşullarında en uygun ısı derecesini sağlar. İçeriye hava alınması binanın tabanındaki açıklıklardan kirli hava atılması da çatıdaki açıklıklardan yapılır.	 <p>Şekil 5.13.b: Doğal aydınlatmalı iç avlu görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Bilgi bulunamadı.	 <p>Şekil 5.13.c: Bina girişinin görünüşü</p>
Güneş Kırıcılar:	Bütün binanın etrafı boyunca uzanan gerektiğinde açılıp kapanabilen storlar bulunmaktadır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Bilgi bulunamadı.	


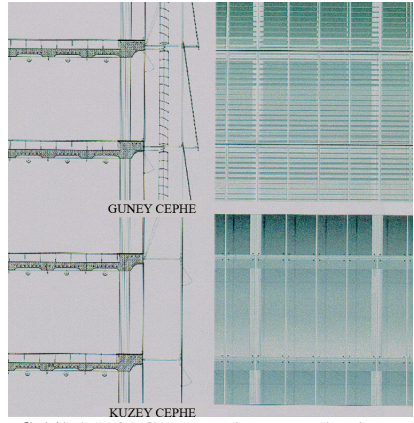
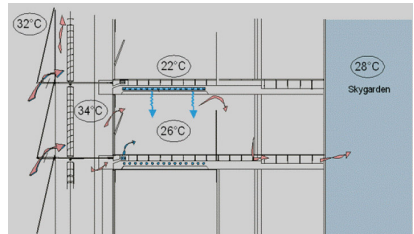
DB Cargo Binası		İnceleme Sıra No:14
Mimarı:	Rhode, Kellemann, Wawrowski ve Ortakları	
Konum:	Mainz /Almanya	
Cephe Tipi:	Koridor cephe ve kutu pencerenin kombinasyonu şeklinde tasarlanmıştır. Strüktürel akslarda düşey bölünmeler yoktur. Cephelerin arasındaki boşluk dar ve koridor duygusu vermekten uzaktır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk cephelerin konstrüksiyonu pencereden doğal havalandırma şeklinde tasarlanmıştır. Açılmayan cephelerde havalandırma problemleri olabilmektedir. Bu tip mekanlarda kısmi mekanik havalandırma sistemleri kullanılmıştır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabuk; alüminyum çerçeveli arkadan montajlı pencere konstrüksiyonundan, dış kabuk; alüminyum yük taşıyıcı kısımlarla noktasal bağlantılı sertleştirilmiş camdan oluşmuştur. Yılın büyük bir kısmında ofislerin doğal havalandırmasını sağlamak hava giriş ve çıkışlarının devamlı ve farklı yönlerde oluşturulmasıyla sağlanmıştır. Bu sistemler her katta yatay olarak düzenlenmiştir. Düşey bölme elemanları cephe boşluğuna konulmamıştır. Cephe boşluğu 23 cm kadardır.	
Güneş Kırıcılar:	Alüminyum panjur şeklinde yapılmıştır. Panjur uzunluğu 80 cm'dir	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	




Şekil 5.14.a: DB Cargo Binasının genel görünüşü


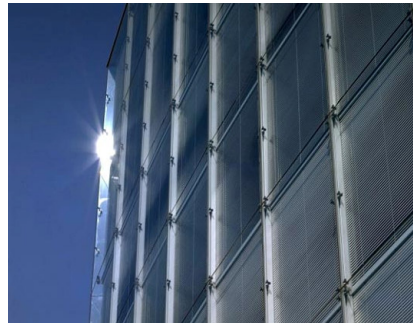
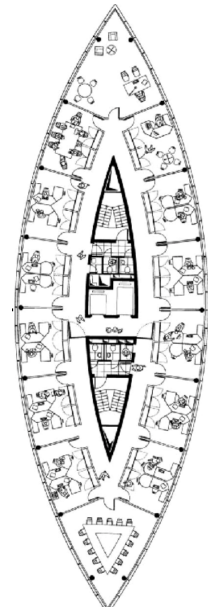
Şekil 5.14.b: Cephe detay görünüşü

Gladbacher Bank Binası		İnceleme Sıra No:15
Mimarı:	Schrammer ve Ortakları	 <p>Şekil 5.15.a: Gladbacher Bank Binasının eski görünüşü</p>
Konum:	Mönchengladbach /Almanya	
Cephe Tipi:	Çift kabuk cephe bir yenileme projesinin parçası olarak kullanılmıştır. Dış katman çerçevesiz cam konstrüksiyon şeklinde tasarlanmıştır ve mafsallı yatay geçmeli panellerden oluşturulmuştur. Şaft kutu cephe konseptindedir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu doğal olarak havalandırılmaktadır. İç kabuktaki pencereler açıldığı zaman kirli havanın dışarı atılması tatmin edici düzeyde olmakla birlikte sıcaklığın dengesi de sağlanmaktadır.	 <p>Şekil 5.15.b: Gladbacher Bank Binasının yeni görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Tek katlı yansımali güneş kontrollü cam dış katmanda kullanılmıştır.	
Güneş Kırıcılar:	Hareketli panjurlar çift kabuk arasındaki boşluğa konulmuştur.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Energie/Versorgung Schwaben Binası		İnceleme Sıra No:16
Mimarı:	Laderer	 <p>Şekil 5.16.a: ENBW Binasının girişinin görünüşü</p>  <p>Şekil 5.16.b: ENBW Binası uzun cephesinin görünüşü</p>  <p>Şekil 5.16.c: Kutu pencere konstrüksiyonunun detay görünüşü</p>
Konum:	Stuttgart /Almanya	
Cephe Tipi:	Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu motorize açılabilir dış kabuk sayesinde doğal olarak havalandırılmaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç cephe; lamine camlı ahşap çerçeveli doğramadan oluşmaktadır. Dış cephe; elektrikli motorlarla açılabilen kayan pencerelerden oluşmuştur.	
Güneş Kırıcılar:	8cm genişliğindeki alüminyum panjurlar kullanılmıştır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	



Deutsche Post AG Binası		İnceleme Sıra No:17
Mimarı:	Murphy/Jahn, Chicago	 <p>Şekil 5.17.a: Deutsche Post AG Binasının genel görünüşü</p>  <p>Şekil 5.17.b: Güney ve kuzey cephe detay çizimleri</p>  <p>Şekil 5.17.c: Yaz döneminde güney cephe havalandırmasının şematik çizimi</p>
Konum:	Bonn /Almanya	
Cephe Tipi:	Cephe konstrüksiyonu dokuz kat yüksekliğinde çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu mekanik ve doğal olarak havalandırılmaktadır. Strüktürel yapı yataydan gelen yüklerin (rüzgâr yükleri gibi) iletilmesinde görevlidir. Kulenin güney yüzü ofislerin doğal havalandırması için hava giriş-çıkışı sağlayan açıklıkların bulunduğu bir biçimdedir. İç kabuktaki doğramalar elektrikli motorlarla kontrol edilir ve ofislere doğal hava girişine imkan sağlar.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Hassas bir şekilde boyutlandırılmış, çift kabuk cephe otomatik olarak kontrol edilmektedir. Dış kabuk tekli low-iron camdan, iç kabuk ise çift katlı low-e camdan oluşmaktadır.	
Güneş Kırıcılar:	Yapının kuzey tarafında düzlemsel biçimde yerleştirilmiş hava kapakları bulunmaktadır. Dış cephedeki bütün açıklıklar merkezi sistemden kontrol edilen elektrikli motorlarla hareket ettirilir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	



Business Tower Binası		İnceleme Sıra No:18
Mimarı:	Dürschimger, Jörg Spengler	 <p>Şekil 5.18.a: Business Tower Binasının maket fotoğrafı</p>
Konum:	Nuremberg /Almanya	
Cephe Tipi:	Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde yapılmıştır. Cephe modülleri kat yüksekliğindedir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Cephe boşluğu doğal ve mekanik olarak havalandırılabilir.	 <p>Şekil 5.18.b: Binanın girişinin görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç cephe: prefabrike alüminyum çerçevesi açılabilir kapaklar her katta bulunmaktadır. Dış cephe: prefabrike alüminyum özel çerçeve konstrüksiyona monte edilmiş cam kaplamalıdır.	
Güneş Kırıcılar:	Çift kabuk arasına yerleştirilmiş alüminyum panjurlar kullanılmıştır. Panjur genişliği 100mm'dir.	 <p>Şekil 5.18.c: Kısmi cephe görünüşü</p>
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	



Business Promotion Center , 1993		İnceleme Sıra No:19
Mimarı:	Norman Foster	
Konum:	Duisburg /Almanya	
Cephe Tipi:	Yapı çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde tasarlanmıştır. Yapının cephesi, çift cidarlı cephe sistemli panellerin bir araya gelmesinden oluşmaktadır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Yapının havalandırma sistemi ile kabuklar arasındaki boşluğu havalandırmayı sağlayan mekanik havalandırma sistemi birbirinden ayrı olarak planlanmıştır. Fakat her iki sistemde birbirini destekleyecek şekilde çalıştırılmaktadır. Boşlukta bulunan havanın sıcaklığı dış ortam sıcaklığına göre ayarlanmaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk tek camlı panel iç kabuk ise hareketli low-e camlı panellerden oluşmaktadır. Katmanlar arasında 200mm boşluk bulunmaktadır. Her bir cephe birbirine bağlanan 36 panelden oluşmaktadır. Paneller 1.5x3.3 metre boyutlarındadır.	
Güneş Kırıcılar:	İç mekanları güneşin yakıcı etkisinden korumak için cam yüzeyler arasındaki boşlukta kısmi delikli metal jaluziler yer almaktadır. Bu jaluziler elle kumanda edilmektedir. İç yüzeydeki cam ise çift tabakalı ve low e kaplamalı olup, tabakalar arasında boşlukta argon gazı bulunmaktadır. İç yüzeyde bulunan camlar hem sistemin temizliği hem de metal jaluzilerin kontrolü için açılabilir özelliğe sahiptir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	Şekil 5.19.c: B.P.C. Binası tip kat planı



Deutsche Messe Ag Binası, 2000		İnceleme Sıra No:20
Mimarı:	Thomas Herzog ve Ortakları	 <p>Şekil 5.20.a: Deutsche Messe Ag Binasının görüntüsü</p>
Konum:	Hannover /Almanya	
Cephe Tipi:	Koridor tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Çift kabuk cephe alanı 10.500m ² dir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Günün içindeki değişken koşullara göre (güneş enerjisinin etkisi, rüzgar yönü ve şiddeti) farklı havalandırma stratejileri uygulanmaktadır. Kabuklar arasındaki hava boşluğu hem doğal hem de mekanik sistemler yardımıyla havalandırılmaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış cephe çelik konstrüksiyon üzerine oturan çok ince alüminyum profilli camdan oluşur. Cephenin iç kabuğu ise ahşap konstrüksiyonlu pencereler ve çift tabakalı camdan oluşmaktadır	
Güneş Kırıcılar:	Farklı cephelerde iki tip güneş kırıcı eleman kullanılmaktadır. Birincisinde cam dış kabuğun iç yüzüne alüminyum pñjurlar konulmuştur. İkincisinde dış kabuk geniş eatlı hareketli güneş kırıcılardan oluşmuştur.	 <p>Şekil 5.20.b: D.M.Ag. cephe detay görüntüsü</p>
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk betonarme konsol döşemelere çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	 <p>Şekil 5.20.b: D.M.Ag. ara boşluk görüntüsü</p>

Sanomatalo Binası, 2000		İnceleme Sıra No:21
Mimarı:	Jan Söderlund & CO. Oy	 <p>Şekil 5.21.a: Sanomatalo Binasının görünüşü</p>
Konum:	Helsinki / Finlandiya	
Cephe Tipi:	Binanın doğu, güney ve batı cepheleri çift kabuk cephedir. 5000m ² çift kabuk cephe vardır. Çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde tasarlanmıştır..	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu kapalıdır ve mekanik olarak havalandırılmaktadır. Yapının alt ve üst bölgelerinde motorlu havalandırma sistemi bulunmaktadır. Bunlar termostatlarla birlikte çalışırlar.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk üç cam katmanından oluşmaktadır. İç cam:Ortası 6+4mm temperli lamine cam, Orta cam: 4 mm temperli cam, Dış kabuk: 6+6mm kalınlığında temperli lamine camdan oluşmaktadır. Cephe boşluğu 700mm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Alüminyum panjurlar iç kabuğa yerleştirilmiştir.	 <p>Şekil 5.21.b: Sanomatalo Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk konsol taşıyıcılı strüktür ile taşınmaktadır.	

Martela Binası, 2001		İnceleme Sıra No:22
Mimarı:	Tommi Oy	 <p>Şekil 5.22.a: Martela Binasının görünüşü</p>  <p>Şekil 5.22.b: Martela Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Konum:	Helsinki / Finlandiya	
Cephe Tipi:	Çift kabuk cephe binanın ana çerçevesinden tamamen ayrılmıştır. İç kabuk tepeden temele kadar giden I profile bağlanmıştır. Çift kabuk 1800 m ² 'dir. Çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu mekanik olarak havalandırılmaktadır. Her katta cephe boşluğuna açılan iki kapı vardır. Havalandırmalar cephenin köşelerine yerleştirilmiştir. Bunların özellikleri ısınmış havayı köşelere doğru kaydırmasıdır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabuk: 4+4mm lamine cam (850x2700 mm ebatlarında) Dış kabuk: 12mm temperlenmiş camdan (bir kat yüksekliğinde ve 1350 mm genişliğinde) oluşmaktadır. Cephe boşluğu 700 mm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Güneş kırıcı panjurlar çift kabuk arasındaki boşluğa yerleştirilmiştir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk konsol taşıyıcı strüktür ile taşınmaktadır.	



Nokia Ruoholatti Binası, 2000		İnceleme Sıra No:23
Mimarı:	Helin & Siitonen Oy	 <p>Şekil 5.23.a: Nokia Binasının görünüşü</p>
Konum:	Helsinki / Finlandiya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde tasarlanmıştır. 8000m ² çift kabuk cephe alanı mevcuttur.	
Boşluğun Havalandırılması:	İç kabuğun pencereleri sabittir. Bazı noktalarda içeriye havalandırma kapıları açılabilir. Cephe boşluğu doğal olarak baca etkisiyle havalandırılmaktadır.	 <p>Şekil 5.23.b: Nokia Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabuk: yalıtımlı çift cam Dış kabuk: 6 mm kalınlığında temperlenmiş cam, sertleştirme yöntemiyle bağlanan motifler de vardır.	
Güneş Kırıcılar:	Cephe boşluğunun altı açıkken ayarlanabilir panjurlarla güneş engellenir. Bakım amaçlı olan gondol çatıdan çıkmalı yapılmış kirişlere asılmıştır. Cephe boşluğunda servis platformu yoktur.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk konsol asma strüktür ile taşınmaktadır.	

High Tech Center Binası, 2001		İnceleme Sıra No:24
Mimarı:	Helin & Siitonen Oy	 <p>Şekil 5.24.a: High Tech Center Binasının görünüşü</p>
Konum:	Helsinki / Finlandiya	
Cephe Tipi:	Bir kat yüksekliğinde koridor cephe olarak tasarlanmıştır. Koridor cephe boyunca uzanır. 12000m ² çift kabuk cephe alanı bulunmaktadır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Ara boşluk mekanik olarak havalandırılmaktadır.	 <p>Şekil 5.24.b: High Tech Center çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabukta iki ayrı pencere tipi kullanılmıştır. İçteki pencere 6 mm float cam, 18 mm argon gazı, 6mm'lik float camdan oluşur. Pencere camı temperlenmiş 6mm float cam 18 mm argon gazı ve 4mm float camdan oluşur. Dış kabukta 10 mm temperlenmiş cam vardır. Yatay birleşimler kaplanmış alüminyum barlarla düşey bileşimler 10 mm aralıkla düzenlenmiştir. Cephe boşluğu 342 mm'lik içerisine sadece temizlik maksatlı girilebilen bir boşluktur.	
Güneş Kırıcılar:	Boşluk içinde güneş kırıcı eleman bulunmamaktadır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış Kabuk konsol taşıyıcılı strüktür ile taşınmaktadır.	




Radiolinja Binası, 2001		İnceleme Sıra No:25
Mimarı:	Tommi Oy	
Konum:	Espoo, Keilalahti / Finlandiya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde tasarlanmıştır.10000m ² çift kabuk cephe alanı mevcuttur.	
Boşluğun Havalandırılması:	Cephe boşluğu içindeki hava ısıtma veya soğutma amaçlı kullanılabilir. Cephe boşluğu mekanik olarak havalandırılmaktadır. İç mekan havalandırılmasında boşluk içindeki hava ısıtma ya da soğutmaya takviye amaçlı kullanılabilir.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabukta: (alüminyum çerçevesi) 6mm cam(içte), 4mm float cam (ortada), 6mm temperlenmiş cam (dışta) olmak üzere 3 katmanlıdır. Dış kabuk: 12mm'lik temperlenmiş cam (1.3m genişliğinde, 3.6 m yüksekliğinde) cephe boşluğu ise 650 mm derinliğindedir.	
Güneş Kırıcılar:	Motorlu panjurlar cephe boşluğuna konulmuştur.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk konsol taşıyıcı strüktür ile taşınmaktadır.	



Şekil 5.25.a: Radiolinja Binasının görünüşü



Şekil 5.25.b: Radiolinja Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü

Nokia Keilalahti Binası, 1997		İnceleme Sıra No:26
Mimarı:	Helin & Siitonen Oy	 <p>Şekil 5.26.a: Nokia Keilalahti Binasının dış görünüşü</p>
Konum:	Espoo, Keilalahti /Finlandiya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuklu cephe şeklinde tasarlanmıştır. 8600m ² çift kabuk cephe alanı mevcuttur.	
Boşluğun Havalandırılması:	Ara boşluk doğal ve mekanik olarak havalandırılmaktadır. Yazın panjurlar sıcak havayı dışarı atmak ve temiz hava almak amacıyla açık tutulmaktadır. Kışın ise ısı yalıtımı için tampon bölge oluşturmak amacıyla kapalı tutulmaktadır.	 <p>Şekil 5.26.b: Nokia Keilalahti Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk: 6mm temperlenmiş cam (1350 mm genişliğinde ve 3600 mm yüksekliğinde), İç kabuk: Çift camlı alüminyum çerçeveli pencerelerden oluşmuştur. Çift cam arasında yalıtım amacıyla argon gazı bulunmaktadır. Cephe ara boşluğunun derinliği 690 mm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Güneş kırıcılar iç kabuğun dışına güneşin aşırı etkisini azaltmak amacıyla yerleştirilmiştir. Cephe boşluğunun üst ve orta bölgelerinde ise motorlu hareketli panjurlar yerleştirilmiştir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	

Kone Binası, 2001		İnceleme Sıra No:27
Mimarı:	SARC Oy	 <p>Şekil 5.27.a: Kone Binasının dış görünüşü</p>
Konum:	Espoo, Keilalahti / Finlandiya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.Çift kabuk cephe alanı 5000 m ² dir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu doğal olarak havalandırılmaktadır. Cephe boşluğu alttan açıktır ve camı açılabilen her kat buradan havalandırılabilir.	 <p>Şekil 5.27.b: Kone Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabuk: yalıtımlı cam Dış kabuk: (1350 x3900mm ebatlarında) 8mm temperlenmiş cam kullanılmıştır. Dıştaki yüzeyde yöne bağlı olarak farklı camlar kullanılmıştır. Asansör şaftının arkasında yangına dayanımlı cam vardır. Dış camların sehimi her katta destekli olmasından dolayı çok önemli değildir. Cephe boşluğu 580 mm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Bilgi bulunamadı.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır. Çerçeve malzemesi paslanmaz çeliktir.	




Kista Science Tower Binası, 2003		İnceleme Sıra No:28
Mimarı:	White mimarlık	 <p>Şekil 5.28.a: Kista Tower Binasının görünüşü</p>
Konum:	Kista / İsveç	
Cephe Tipi:	6000 m2 çift kabuk cephe alanı mevcuttur. Üç cepheden ikisi (kat planı üçgenseldir) çift kabukludur. Üçüncü cephe ise tek kabuktur. Çift kabuk cepheler koridor cephe şeklinde yapılmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Boşluk içindeki hava mekanik olarak havalandırılmaktadır.	 <p>Şekil 5.28.b: Kista Tower Binası çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Tek kat yüksekliğinde prefabrike alüminyum konstrüksiyon Dış katman: 8/10 mm şeffaf cam İç katman: Çift camlı ünitelerle kaplanmıştır. Bütün kullanılan camlar renksiz ve şeffaftır.	
Güneş Kırıcılar:	Cephe boşluğunda alüminyum panjurlar bulunmaktadır. Tek kabuklu olan cepheye de panjur yerleştirilmiştir ama burada açılabilen pencere yoktur.	 <p>Şekil 5.28.c: Hareketli alüminyum panjurların detay görünüşü</p>
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	



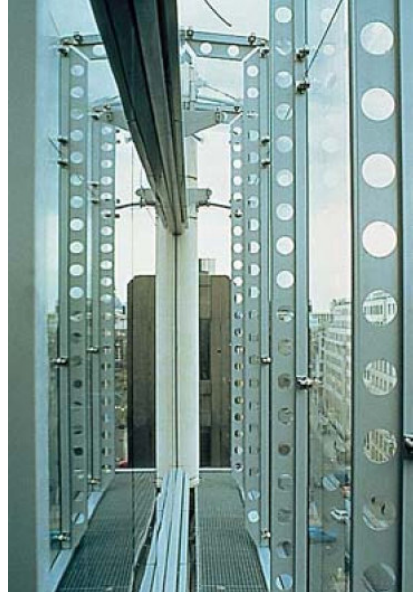
Nokia House Binası, 2003		İnceleme Sıra No:29
Mimarı:	White mimarlık	 <p>Şekil 5.29.a: Nokia House Binasının dış görünüşü</p>  <p>Şekil 5.29.b: Nokia House Binası cephe detay görünüşü</p>
Konum:	Kista / İsveç	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. 3150 m2 çift kabuk cephe alanı mevcuttur. Bir kat yüksekliğinde cephe boşluğu açılabilen 5 parçaya bölünmüştür. 700mm lik cephe boşluğunda her katta yürüme bantları vardır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu doğal ve mekanik olarak havalandırılmaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış cephe: 10mm temperli cam İç cephe: Yalıtımlı çift camdan oluşur. Katmanlar arasında 12 mm argon gazı bulunur.	
Güneş Kırıcılar:	Güneş ışığının kırılması panjurlar sayesinde olmaktadır. Çift kabuk arasına yerleştirilen panjurlar motorla kontrol edilmektedir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	
Ek Bilgi:	Radyatörler ve aktif serinleme boruları vardır. Isıtma bölgeseldir. Bütün yapı püskürtme sistemlerle kuşatılmıştır. Çift kabuk ara boşluğunda püskürtme yoktur.	


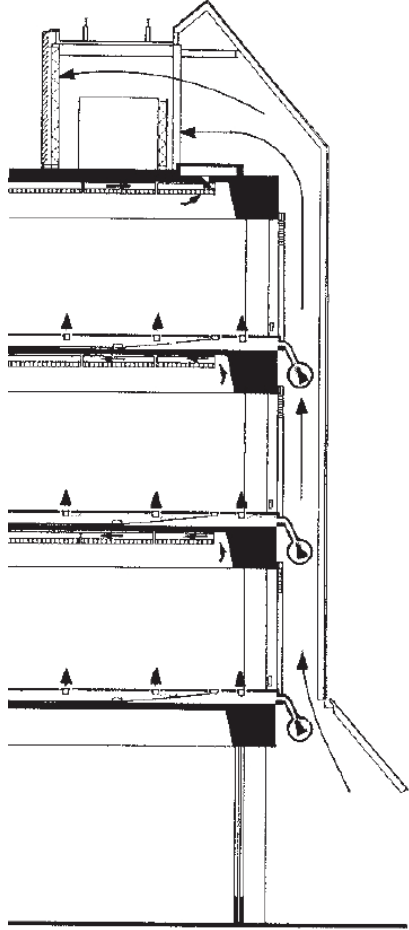
Arlanda Pir F Binası, 2001		İnceleme Sıra No:30
Mimarı:	White mimarlık	
Konum:	Arlanda / İsveç	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.13000m2 çift kabuk cephe alanı mevcuttur.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu mekanik olarak havalandırılmaktadır. Motorla çalışan hava atma açıklıkları çatı katındadır. İç kabukta açılan pencere yoktur.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış cephe: 6mm kalınlığında camla kaplıdır. İç cephe: 6mm kalınlığında camla kaplıdır.	
Güneş Kırıcılar:	Çift kabuk cephe boşluğunun güneşten korunması panjurlarla sağlanmaktadır. 9,5 m uzunluğunda panjurlar vardır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	

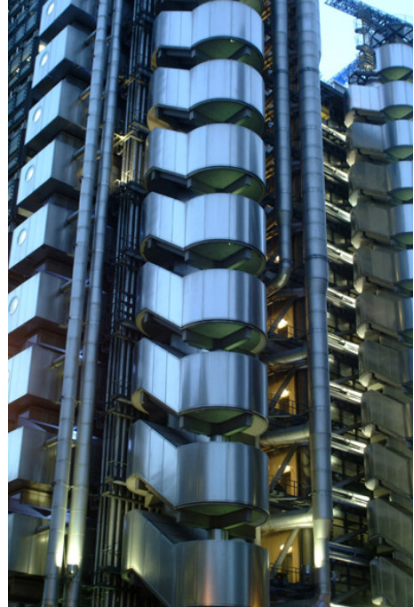
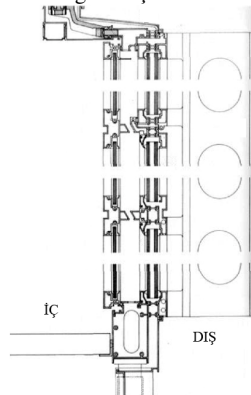
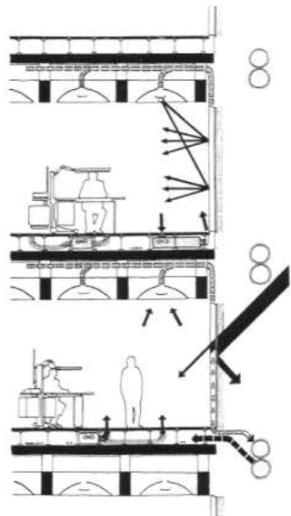
Şekil 5.30.a: Arlanda Pir F Binasının görünüşü

Şekil 5.30.b: Arlanda Pir F Binası çift kabuk detay görünüşü



ABB Business Center Binası, 2002		İnceleme Sıra No:31
Mimarı:	Archus - Arosia	 <p>Şekil 5.31.a: ABB Business Center Binasının genel görünüşü</p>
Konum:	İsveç	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. 3000m ² eğimli çift kabuk cephe kuzey batı yüzünden düşey şaftlarla bölünmüştür. 800mm cephe boşluğu bina boyunca uzanan deliksiz panjurlar ve her katta yürüme yolları vardır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Dipteki hava giriş boşlukları ızgarayla, üstteki açıklıklar ise motorlu kapaklarla kontrol edilmektedir. Boşluğa açılan pencere yoktur. Hava dengesi mekanik havalandırma kanallarıyla sağlanır. İç mekanlarda konvektörler sayesinde kışın 21°C, yazın ise 25°C hava sıcaklığı sağlanır.	 <p>Şekil 5.31.b: ABB Business Center Binasının cephe detay görünüşü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış cephede alüminyum çerçeve konstrüksiyonlu 8mm tek cam, iç cephede ise low-e cam (yalıtılmış arası argon doldurulmuş çift cam) kullanılmıştır.	 <p>Şekil 5.31.c: ABB Business Center çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Güneş Kırıcılar:	İç kabukta ışık kontrol edici düşey storlar bulunmaktadır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	

Helicon Finsbury Binası		İnceleme Sıra No:32
Mimarı:	Sheppard Robson	 <p>Şekil 5.32.a: Helicon Finsbury Binasının genel görünüşü</p>
Konum:	Londra / İngiltere	
Cephe Tipi:	Koridor tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Geniş bir cepheye sahiptir. Camla kaplanmış iç ve dış cephe kat planlarıyla ilişkilendirilmiştir.	
Boşluğun Havalandırılması:	Havanın girdiği ve çıktığı yerlerin her ikisi de dışa açıktır. Güneş ışığının olmadığı zamanlarda ikinci katman ekstra bir ısı yalıtımı sağlar. Güneşin parlak olduğu zamanlarda kabuk doğal olarak havalandırılır . Bu havalandırma cephenin baca etkisiyle meydana gelmektedir. Örneğin güneşin etkisiyle ısınan hava yukarı doğru yükselerek dışarı atılır yerine temiz hava alınır. Havalandırma ihtiyacı az enerji ile sağlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Yüksek kapasiteli soğutma ve ısıtma sistemleri gerektiğinde devreye girmektedir.	 <p>Şekil 5.32.b: Çift kabuk ara boşluğundaki panjurların görünümü</p>
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç ve dış kabuk tamamıyla cam kaplıdır. Cam tipi olarak aynalı ya da hafif renkli temperli cam kullanılmıştır.	 <p>Şekil 5.32.c: Çift kabuk ara boşluğunun görünüşü</p>
Güneş Kırıcılar:	Çift kabuk ara boşluğunda hareketli panjurlar vardır. Panjurlar %14 boşluklu ve %70 yansıtıcıdır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk konsol taşıyıcı strüktür ile taşınmaktadır.	

Briarcliff House Binası		İnceleme Sıra No:32
Mimarı:	Leslie ve Goldwin	 <p>Şekil 5.33.a: Briarcliff House Binasının genel görünüşü</p>
Konum:	Farnborough / İngiltere	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe olarak tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Mekanik havalandırmalıdır. Hava çıkışı cephenin her metresinde 75m ³ /h'dir. Panjurlar tarafından emilen güneş enerjisini havalandırmayla uzaklaştırmak mümkündür. Binayı ısıtma ihtiyacı doğduğunda güneş enerjisi depolanarak kullanılabilir. Aktif duvar elle açılan bir açıklıkla birlikte kullanılmıştır. Isı dengesini sağlamak için kullanılır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Çift cam kaplı dış kısım, 150 mm derinliğinde cephe boşluğu ve tek camlı iç kısımdan oluşmuştur.	
Güneş Kırıcılar:	Cephe boşluğunda otomatik kontrol edilen panjurlar konulmuştur.	 <p>Şekil 5.33.b: Briarcliff House cephe havalandırma sistemi şeması</p>
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk noktasal bağlantılı çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	



Lloyd Binası, 1986		İnceleme Sıra No:34
Mimarı:	Richard Rogers	 <p>Şekil 5.34.a: Lloyd Binasının cephe görüntüsü</p>  <p>Şekil 5.34.b: Cephe nokta detay görüntüsü</p>  <p>Şekil 5.34.c: Şematik sistem kesiti</p>
Konum:	Londra / İngiltere	
Cephe Tipi:	Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	İşlemden geçirilen hava akışı alt döşemenin altından gelir ve tavadaki aydınlatmaların yardımıyla emilir. Bu çıkan hava boşluğa alınır ve dış kanala yönlendirilir. Bu mekanik havalandırma sistemi ile ısı kontrolü için iyi bir performans sağlanmaktadır. Yazın ısı artışını azaltırken kışın ise ısı kaybını minimuma indirmektedir. olmadığını kanıtlamaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Bu binadaki duvar sistemi dışarıda çift pencere camlı bir üniteden ve içeride aralarında 75mm boşluk olan tek camlı üniteden oluşmaktadır. Bu 3 cam katmanlı dış giydirme, tavadan zemine kadar bir hava kanalı gibi işlev gösterir(Şekil 5.34.b).	
Güneş Kırıcılar:	Cam yarı şeffaflık özelliği göstermektedir. Gündüz süresince ısı artışını azaltmakta, gece ise suni aydınlatmayı ofis içinde tutmaktadır. Boşluk içinde genellikle kullanılan panjurlarla aynı görevi üstlenmektedir.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Technical University of Delft Library		İnceleme Sıra No:35
Mimarı:	Mecanoo Mimarlık	 <p>Şekil 5.35.a: Delft Kütüphane Binasının genel görünüşü</p>  <p>Şekil 5.35.b: Cephe detay görünüşü</p>  <p>Şekil 5.35.c: İç mekan görünüşü</p>
Konum:	Delft / Hollanda	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Mekanik havalandırmalı cephe. Hava akımı her metrede 75m ³ /h dir. Ek kabuk binanın iç kabuğunda hava cephe boşluğundan geçerek temizlenir ve havalandırma sistemiyle tekrar dağıtılır. Panjurlar tarafından absorbe edilen güneş enerjisini havalandırma ile uzaklaştırmak mümkündür. Isınma zamanlarında güneş enerjisi depolanarak kullanılabilir.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış cephe 6mm dış katman 8 mm ve 6mm iç katmandan oluşan çift cam sistemden oluşmuştur. 150 mm'lik boşluk vardır. İç cephe ise 8 mm kalınlığında tek camlı sistemden oluşmuştur. Sertleştirilmiş camdan oluşan bu sistemdeki kayan pencereler cephe boşluğunun temizlenmesi için tasarlanmıştır.	
Güneş Kırıcılar:	Otomatik kontrol edilen alüminyum panjurlar cephe boşluğuna konulmuştur.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dıştaki kabuk konsol taşıyıcı (çelik) strüktür ile taşınmaktadır.	

UCB Center Binası, 2002		İnceleme Sıra No:36
Mimarı:	E. Bureau	
Konum:	Brüksel / Belçika	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Mekanik havalandırma güneşin ısıttığı havanın uzaklaştırılmasında kullanılır. Hava akımı her modülde (1.5m) 40m ³ /h'dir. Havanın hızı içeride 0.5 m/s, cephe boşluğunda 0.5m/s, dışarıda 0.4m/s'dir. Isıtma: Isınma temiz hava sağlamak yoluyla oluşturulur. Cam kaplama en alttan çatı katına kadar devam eder. Temizlenen hava bina kullanılmadığı zamanlarda sirküle edilir. Soğutma: soğutmalı tavanlarla sağlanır. 15-17°C arasında bir değer oluşturur.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Çift camlı dış cephe, 143mm'lik boşluk ve tek camlı iç cepheden oluşmaktadır.	
Güneş Kırıcılar:	Havalandırılan cephe boşluğuna konulmuş panjurlar vardır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dıştaki kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	




Şekil 5.36.a: UCB Center Binasının genel görüntüsü



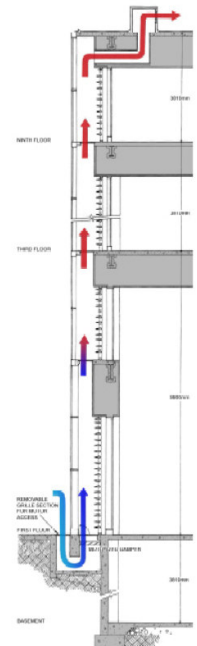
Şekil 5.36.b: UCB Center Binasının cephe detay görüntüsü


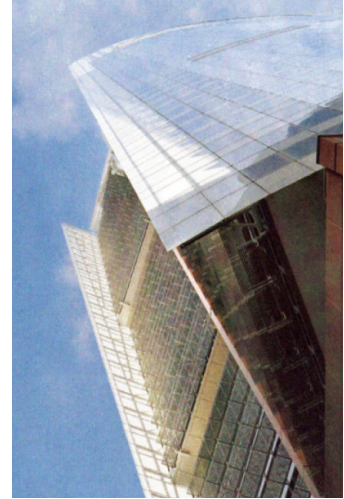


Aula Magna Binası		İnceleme Sıra No:37
Mimarı:	Samyn ve Ortakları	
Konum:	Luvain / Belçika	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Yapı içindeki hava ile cephe boşluğunda havalandırılan hava arasında ilişki yoktur. Cephenin havalandırması doğal havalandırmanın baca etkisiyle sağlanır. Fan kullanılmaz. Cephe boşluğundaki havanın sıcaklığı istenen değeri aşarsa aşağıdaki ve çatı katındaki pencereler açılarak istenen değere inmesi sağlanır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Cephe boşluğunun her iki tarafında da çift cam uygulaması vardır. Cephe derinliği 70 mm dir.	
Güneş Kırıcılar:	Cephe boşluğu içine konmuştur. İç cepheye yakın konumlandırılmış düşey storlardan oluşmuştur.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dıştaki kabuk çerçeve strüktür ile taşıtılmaktadır.	

Şekil 5.37.a: Aula Magna Binasının genel görünüşü

Şekil 5.37.b: Aula Magna Binasının cephe detay görünüşü

Moravian Kütüphane Binası, 2001		İnceleme Sıra No:38
Mimarı:	Bilgi bulunamadı.	
Konum:	Bruno / Çek Cumhuriyeti	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Cephe 8 kat yüksekliğinde yaklaşık 50m uzunluğundadır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Açılabilir iki kabuktan oluşan cephe, sıcak mevsimlerde doğal havalandırma ile havalandırılır. Cephelerden biri soğuk mevsimlerde önceden ısıtılarak sıcaklığı artırması için kullanılıyor. Güneşle ısınırken cephe kapalıdır ve dışarının havası yapının alt bölümlerinden içeri alınır. Yukarıdaki açıklıkların emme kuvvetinin de bunda payı vardır. Doğal havalandırma yapılırken cephe açıktır ve açık camlarla çapraz havalandırma yapılır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	İç kabuk parapetli pencere sisteminden oluşmuştur. Dış kabuk yatay eksenli açılabilen temperli camdan oluşmuştur. Cam cepheler arasındaki cephe boşluğu 550 mm kadardır.	
Güneş Kırıcılar:	İki tür güneş kırıcı kullanılmıştır. Kat döşeme hizasında yatay konumda yerleştirilmiş güneş kırıcılar ile iç kabuğun dış kısmına yerleştirilmiş ahşap malzemeli panjurlar kullanılmıştır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dıştaki kabuk konsol taşıyıcı strüktür ile taşınmaktadır.	

Occidental Chemical Center, 1980		İnceleme Sıra No:39
Mimarı:	Cannon Design Inc.	 <p>Şekil 5.39.a: Occidental Chemical Center Binasının genel görünüşü</p>  <p>Şekil 5.39.b: Occidental Chemical Center Binasının ara boşluğunun görünüşü</p>  <p>Şekil 5.39.c: Occidental Chemical Center Binasının havalandırma şeması</p>
Konum:	NewYork / ABD	
Cephe Tipi:	Bölmesiz, bina boyunca uzanan çok katlı çift kabuk cephe şeklinde yapılmıştır. Cephe her yönde (kuzey,güney,doğu,batı) dört alana ayrılmıştır. Birbirinden bağımsız olan bu cepheler günün belli saatlerindeki gün ışığı faktörüne göre tasarlanmıştır. Çelik çerçeve ve metal yürüme bandı vardır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğunun havalandırmasında doğal ve mekanik havalandırma uyumlu bir şekilde kullanılmıştır. Doğal havalandırma basınç farklarından faydalanılarak sağlanır. Bütün sistemler merkezi bilgisayar tarafından kontrol edilir.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Dış kabuk yeşil renkli izolasyonlu çift camdan oluşmaktadır, iç kabuktaki pencere doğramalarında şeffaf float cam kullanılmıştır. Cephe boşluğu 1525mm'dir.	
Güneş Kırıcılar:	Fotoselle ve manuel olarak kontrol edilebilen, ayarlanabilir panjurlar cephe boşluğunda bulunur. Kış süresince, panjurları geceleri binada bulunulmayan zamanlar boyunca ısı kaybını azaltmak için kapatılmış olabilirler.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dıştaki kabuk çerçeve strüktür ile taşınmaktadır.	

Aurora Tower Binası		İnceleme Sıra No:40
Mimarı:	Renzo Piano	
Konum:	Sydney / Avustralya	
Cephe Tipi:	Çok katlı çift kabuk cephe şeklindeki eğimli kuzey-güney cepheleri 44 kat boyunca storlu cam ile kaplıdır. Ofisler batıya konmuştur, doğu kısımda servis alanları vardır.	
Boşluğun Havalandırılması:	Çift kabuk ara boşluğu mekanik olarak havalandırılmaktadır.	
Cephe Konstrüksiyonu Panel Tipi	Binanın görünen yüzündeki camlar 1.35x2.4m'dir. Bu camlar yalıtımlı ekstra-şeffaf camlardır. Dış kabukta; 6mm kalınlığında low-e camlar kullanılmıştır. İç kabukta; 6mm kalınlığında low-e cam kullanılmıştır. Dış kabukta 12 mm kalınlığında ekstra-şeffaf camlar kullanılmıştır.	
Güneş Kırıcılar:	İçeri taraftaki kumaş panjurlar ışık kontrolünü sağlar ve parlaklığı engeller. Parapetin önündeki opak bölgeler ve kolonlar 2x6 mm lamine ekstra-şeffaf camlarla kaplanmıştır. Bu kaplamanın %60'ı beyaz noktalıdır. Bu camın arkasında alçı kaplı metal levhalar vardır. Güneşe maruz kalan kuzey cephede kumaş storların dış yüzeyine bitişik yatay metal güneş kırıcılar vardır.	
Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürü	Dış kabuk konsol taşıyıcılı strüktür ile taşınmaktadır.	

Şekil 5.40.a: Aurora Tower Binasının genel görünüşü

Şekil 5.40.b: Aurora Tower Binasının cephe görünüşü

Şekil 5.40.c: Aurora Tower Binasının cephe kaplamanının detay görünüşü

6. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ

Yapılan literatür taramasında çift kabuk cephe uygulamalarının dünya üzerinde büyük bir yüzdeyle Avrupa ülkelerinde uygulandığı görülmüştür. Avrupa'daki tespit edebildiğimiz 14 ülkedeki 114 adet örneğin dağılımı aşağıdaki Tablo 6.1. ve Şekil 6.1.'de gözüktüğü şekildedir.

S.NO	ÜLKE	İNCELENMİŞ YAPILAR	İNCELENMEMİŞ YAPILAR	TOPLAM
1	ALMANYA	20	3	23
2	İSVİÇRE	-	26	26
3	FİNLANDİYA	7	9	16
4	İSVEÇ	4	-	4
5	İNGİLTERE	3	3	6
6	HOLLANDA	1	5	6
7	BELÇİKA	2	10	12
8	ÇEK CUMHURİYETİ	1	-	1
9	AVUSTURYA	-	2	2
10	FRANSA	-	10	10
11	İTALYA	-	4	4
12	LÜKSEMBURG	-	1	1
13	NORVEÇ	-	2	2
14	İSPANYA	-	1	1
TOPLAM		38	76	114

Tablo 6.1. Avrupa'daki tespit edilmiş ve tezde incelenmiş örneklerin durumu



Şekil 6.1. Tez içinde incelenmiş ve incelenmemiş uygulamaların şematik dağılımı

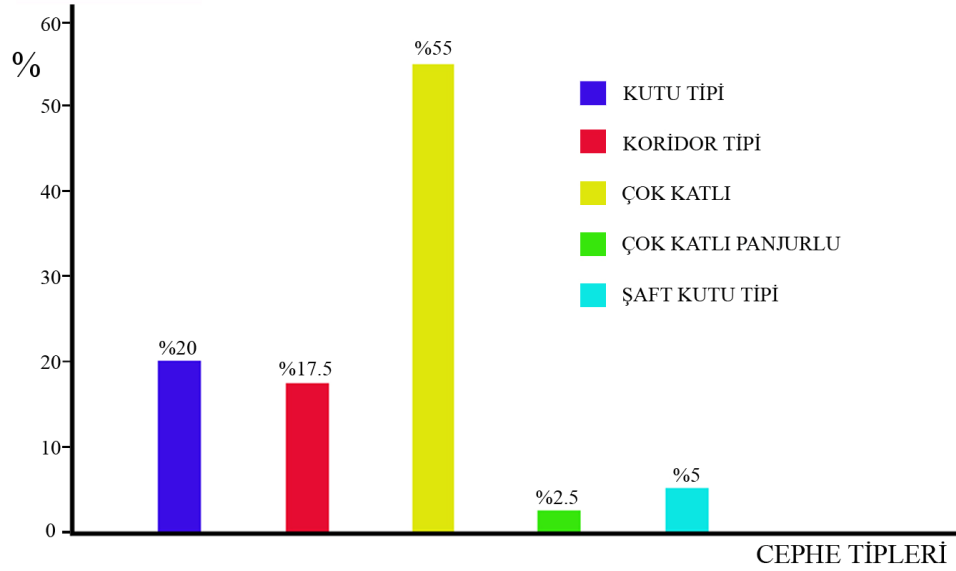
- Tezde incelenmiş uygulamalar(38 adet)
- Tezde incelenmemiş uygulamalar(76 adet)

Şekil 6.1'de görüldüğü gibi Avrupa'daki uygulanmış örneklerin çoğu Batı ve Kuzey Avrupa'dadır. Tablo 6.2. ve Şekil 6.2.'de incelenen örnekler arasında en çok kullanılan cephe tipinin %55 oranla çok katlı çift cephe olduğu görülmüştür. Bunu; kutu tipi ve koridor tipi uygulamalar takip etmektedir. En az kullanılan cephe tipleri ise çok katlı panjurlu ve şaft kutu cephe tipleridir.

Çok katlı panjurlu ve şaft kutu tipi çift kabuk cepheler genellikle doğal havalandırma prensibiyle çalışırlar. Boşluk içindeki havalandırmanın sadece doğal havalandırma olduğu durumlar, dış hava şartlarıyla doğrudan ilintili olduğu için olağanüstü hava koşullarında boşluk havalandırması istenen düzeyde olmamaktadır. Bu sebeptendir ki boşluk içinin havalandırmasının kontrol edilebildiği kutu tipi, koridor tipi ve çok katlı çift kabuklu cephe tiplerinin olduğu uygulama adedi diğerlerine oranla daha fazladır (Şekil 6.2).

YAPININ İSMİ	Çift Kabuk Cephe Tipleri				
	Kutu Tipi	Koridor Tipi	Çok Kath	Çok Kath Panjurlu	Şaft Kutu Tipi
1- Düsseldorf City Gate		X			
2- Arag 2000 Kulesi					X
3- Commerzbank	X				
4- Eurotheum Tower	X				
5- Debis Merkez Ofisi				X	
6- Halenseestrassen Binası		X			
7- Galeries Lafayette			X		
8- Postdamer Platz	X				
9- Deutscher Ring V.		X			
10- RWE AG Tower	X				
11- Print Media Academy			X		
12- Victoria Life Ins.			X		
13- Victoria Ensemble			X		
14- DB Cargo Binası	X				
15- Gladbacher Bank					X
16- E. V. Schwaben	X				
17- Deutsche Post AG			X		
18- Business Tower	X				
19- B. Promotion Center			X		
20- Deutsche Messe AG		X			
21- Sanomatalo Binası			X		
22- Martela Binası			X		
23- Nokia Ruoholatti			X		
24- High Tech Center		X			
25- Radiolinja Binası			X		
26- Nokia Keilalahti			X		
27- Kone Binası			X		
28- Kista Science Tower		X			
29- Nokia House Binası			X		
30- Arlanda Pir F Binası			X		
31- ABB Business Center			X		
32- Helicon Finsbury		X			
33- Briarcliff House			X		
34- Lloyd Binası	X				
35- Delft Library Binası			X		
36- UCB Center Binası			X		
37- Aula Magna Binası			X		
38- Moravian Binası			X		
39- O. Chemical Center			X		
40- Aurora Tower			X		
Toplam(40)	8	7	22	1	2

Tablo 6.2. İncelenen örneklerin çift kabuk cephe tiplerinin değerlendirilmesi



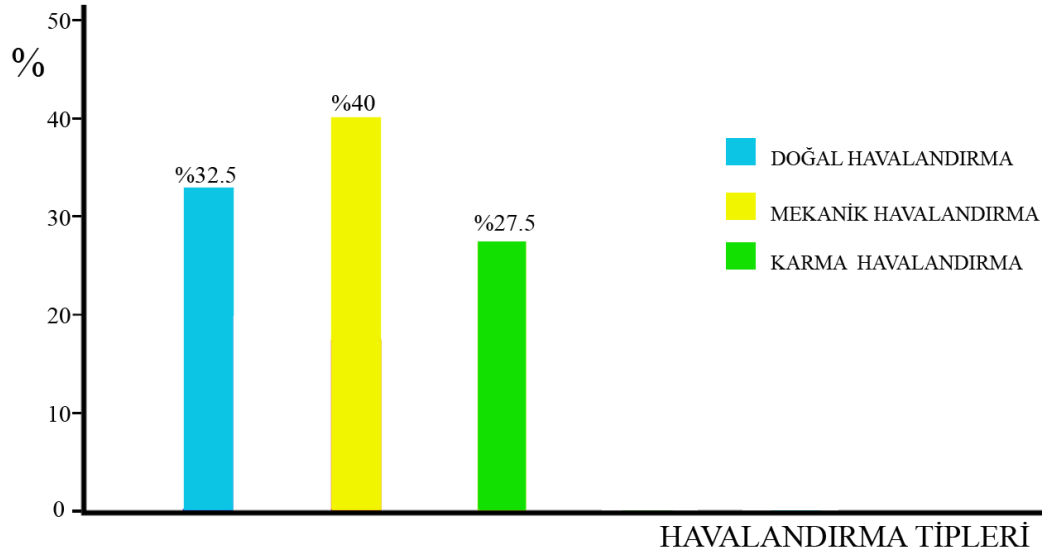
Şekil 6.2. İncelenen örneklerin cephe tiplerinin şematik değerlendirilmesi

Çift kabuk cepheler arasında çoğunlukla kullanılan çok katlı çift kabuklu cepheler boşluk içinde kesintisiz hava sirkülasyonunun sağlanabilmesi, bütün yönlerdeki cephelerin birbirleriyle bağlantılı olabilmesi, boşluk içinde yürüme yolları tesis edilerek bakım ve temizlik hizmetlerinin yapılabilmesi gibi avantajlarından dolayı çoğunlukla tercih edilmiş olabilir.

Çift kabuklu cepheler arasında havalandırma tiplerine göre bir inceleme yapıldığında Tablo 6.3 ve Şekil 6.3'de görüldüğü gibi doğal, mekanik ve karma havalandırmanın birbirlerine yakın oranlarda kullanıldığı ancak mekanik havalandırma yüzdesinin daha fazla olduğu görülmektedir. Çift kabuk arasındaki boşluğun sadece doğal yollarla havalandırılmasında boşluk içindeki hava akımı doğrudan dış ortam şartlarıyla ilişkilidir. Bu da binanın havalandırmasında dış ortamdaki hava koşullarının olağanüstü olduğu durumlarda doğal havalandırmayı pek mümkün kılmamaktadır. Bu durumlarda takviye olarak mekanik havalandırmanın devreye girmesi gerekmektedir. Karma havalandırmalı çift kabuklu cepheler de bu düşünceyle ortaya çıkmıştır. Mekanik havalandırmalı cephelerde ise binanın bulunduğu konum, dış ortamdaki hava koşulları, dış ortamdaki gürültü seviyesi etken faktörlerden biridir. Dış ortamdaki bu etkenlerin olumsuz olduğu bu durumlarda boşluk içindeki havalandırmanın tamamıyla kontrollü olması istenmektedir.

YAPININ İSMİ	Çift Kabuk Cephe Havalandırma Tipleri		
	Doğal Havalandırma	Mekanik Havalandırma	Karma Havalandırma
1- Düsseldorf City Gate			X
2- Arag 2000 Kulesi			X
3- Commerzbank	X		
4- Eurotheum Tower		X	
5- Debis Merkez Ofisi	X		
6- Halenseestrasse Binası		X	
7- Galeries Lafayette			X
8- Postdamer Platz			X
9- Deutscher Ring V.	X		
10- RWE AG Tower	X		
11- Print Media Academy	X		
12- Victoria Life Ins.		X	
13- Victoria Ensemble	X		
14- DB Cargo Binası			X
15- Gladbacher Bank	X		
16- E. V. Schwaben	X		
17- Deutsche Post AG			X
18- Business Tower			X
19- B. Promotion Center		X	
20- Deutsche Messe AG			X
21- Sanomatalo Binası		X	
22- Martela Binası		X	
23- Nokia Ruoholatti	X		
24- High Tech Center		X	
25- Radiolinja Binası		X	
26- Nokia Keilalahti			X
27- Kone Binası	X		
28- Kista Science Tower		X	
29- Nokia House Binası			X
30- Arlanda Pir F Binası		X	
31- ABB Business Center		X	
32- Helicon Finsbury	X		
33- Briarcliff House		X	
34- Lloyd Binası		X	
35- Delft Library Binası		X	
36- UCB Center Binası		X	
37- Aula Magna Binası	X		
38- Moravian Binası	X		
39- O. Chemical Center			X
40- Aurora Tower		X	
Toplam(40)	13	16	11

Tablo 6.3. İncelenen örneklerin havalandırma tiplerinin değerlendirilmesi



Şekil 6.3. İncelenen örneklerin havalandırma tiplerinin şematik değerlendirilmesi

Bu sebeplerden dolayı sadece mekanik olarak havalandırılmış çift kabuklu cepheler ortaya çıkmıştır. Mekanik havalandırılmalı cepheler boşluk içindeki havanın tamamıyla kontrollü olması isteğinin çokluğundan dolayı doğal havalandırılmalı çift kabuk cephelere oranla daha fazla çıkmıştır.

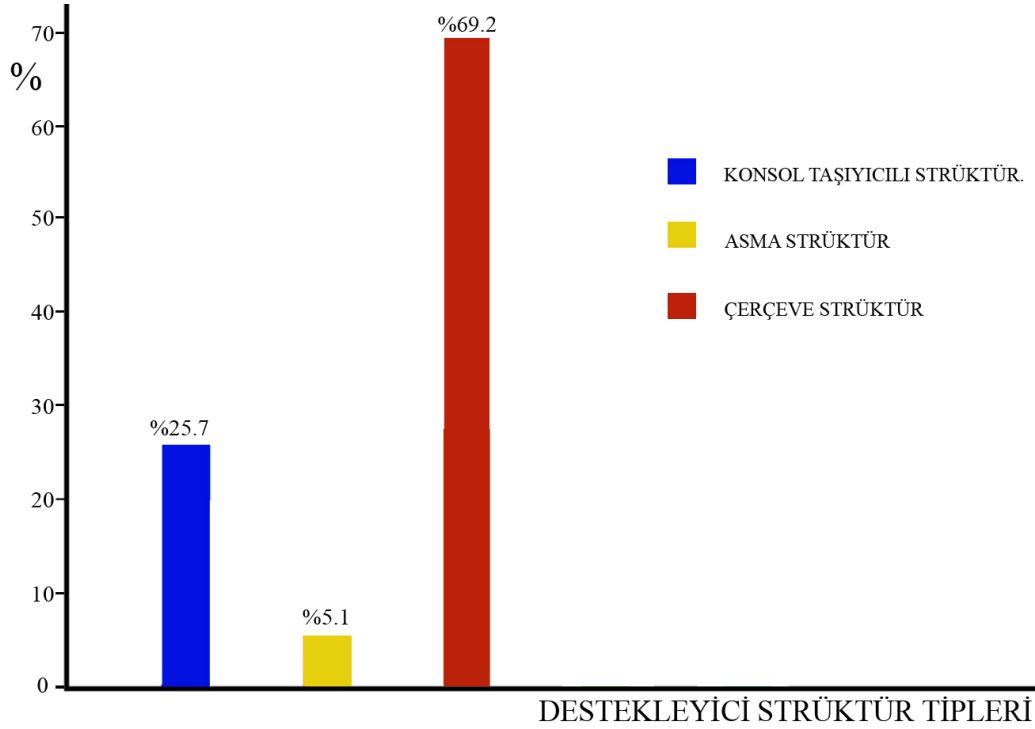
Yapı kabuğuna ikinci bir kabuk ilave edilmesi dıştaki kabuğun yükünü ana taşıyıcı sisteme iletecek ilave strüktür ihtiyacı doğurmuştur. Bu strüktür tipleri başlıca 3 alt başlıkta toplanmıştır. Bunlar;

- konsol taşıyıcılı strüktür,
- asma strüktür,
- ve çerçeve strüktür'dür.

Tablo 6.4 ve Şekil 6.4'de görüldüğü üzere değerlendirilen 40 adet örnekte çoğunlukla çerçeve strüktürün kullanıldığını görmekteyiz. Çerçeve strüktürde dış kabuktaki her bir çerçeve modülü bina taşıyıcı sistemine doğrudan bir çerçeve sistemiyle taşınmaktadır. Konsol taşıyıcılı ve asma strüktürde ise dıştaki kabuk taşıyıcı sisteme entegre konsol elemanı aracılığıyla taşınmaktadır. Konsol elemanının uç kısmından bina taşıyıcı sistemine asılarak desteklenmesi de asma strüktürü oluşturmaktadır. Bu sistem de diğerlerine göre detay olarak zorlayıcı bir sistem olmasından dolayı uygulanmış örneği çok azdır (Tablo 6.4).

YAPININ İSMİ	Çift Kabuk Cephe Destekleyici Strüktürleri		
	Konsol Destekli Strüktür	Asma Strüktür	Çerçeve Strüktür
1- Düsseldorf City Gate	X		
2- Arag 2000 Kulesi			X
3- Commerzbank			X
4- Eurotheum Tower			X
5- Debis Merkez Ofisi		X	
6- Halensestrasse Binası			X
7- Galeries Lafayette			X
8- Postdamer Platz			X
9- Deutscher Ring V.	X		
10- RWE AG Tower			X
11- Print Media Academy			X
12- Victoria Life Ins.			X
13- Victoria Ensemble	-	-	-
14- DB Cargo Binası			X
15- Gladbacher Bank			X
16- E. V. Schwaben			X
17- Deutsche Post AG			X
18- Business Tower			X
19- B. Promotion Center			X
20- Deutsche Messe AG			X
21- Sanomatalo Binası	X		
22- Martela Binası	X		
23- Nokia Ruoholatti		X	
24- High Tech Center	X		
25- Radiolinja Binası	X		
26- Nokia Keilalahti			X
27- Kone Binası			X
28- Kista Science Tower			X
29- Nokia House Binası			X
30- Arlanda Pir F Binası			X
31- ABB Business Center			X
32- Helicon Finsbury	X		
33- Briarcliff House			X
34- Lloyd Binası			X
35- Delft Library Binası	X		
36- UCB Center Binası			X
37- Aula Magna Binası			X
38- Moravian Binası	X		
39- O. Chemical Center			X
40- Aurora Tower	X		
Toplam(39)	10	2	27
Oran(%100)	%25.7	%5.1	%69.2

Tablo 6.4. İncelenen örneklerin destekleyici strüktürlerinin değerlendirilmesi



Şekil 6.4. İncelenen örneklerin destekleyici strüktürlerinin değerlendirilmesi

Çerçeve strüktür sistemi çoğunlukla panel sistem şeklinde yapıldığından uygulama aşamasında diğer sistemlere nazaran daha montajı daha hızlıdır. Ayrıca panellerin fabrika ortamında maksimum hassasiyetle üretilmesinden dolayı montaj aşamasında çıkabilecek sorun yüzdesi de diğer sistemlere göre daha azdır.

Çift kabuk cepheler genel itibariyle hassas ve yüksek teknoloji yapı elemanlarıyla yapılmaktadır. Onun için teknolojisi diğer ülkelere nazaran daha gelişmiş ülkelerde uygulanmış örneklerine daha çok rastlamaktayız. Bundaki etkenlerin birisi de bu ülkelerin araştırma ve geliştirme çalışmalarına verdiği önemdir.

Türkiye’de bu tip bir çalışma yapabilecek kapasite de Çuhadaroğlu Alüminyum A.Ş. ve Aksoy Alüminyum A.Ş. gibi az sayıda giydirme cephe firması bulunmaktadır. Ancak araştırdığımız kadarıyla onların da Türkiye içinde böyle bir uygulaması bulunmamaktadır.

İstanbul'un Ümraniye ilçesinde yapılması düşünülen Türk Ekonomi Bankası Genel Müdürlük binasının projesi başlangıçta binanın Japon mimarları tarafından çift kabuklu olarak tasarlanmıştır. Ancak çıkarılan ön keşifte ikinci kabuktan dolayı ortaya çıkan aşırı maliyetten dolayı TEB yönetimi binayı çift kabuklu olarak yaptırmaktan vazgeçerek projeyi tek kabuklu olacak şekilde revize ettirmişlerdir. Binanın uygulaması henüz yapılmamıştır.

Araştırmalarımızdan edindiğimiz bilgiler doğrultusunda çift kabuklu cephelerin maliyet bahsinde de değinildiği üzere çift kabuk cephenin ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasından dolayı sistemin kendini amorti etmesi şimdiki enerji giderleriyle ortalama 150 yılı bulmaktadır. Bu durumda sadece maliyet ve amortisman açısından bakılacak olursa çift kabuk cephe çok ekonomik görünmemektedir. Ancak prestij ve diğer faydalarının (ısı ve ses yalıtımı, estetik v.b.) ön plana çıkması durumunda Türkiye'de uygulanma ihtimali bulunmaktadır.

Diğer taraftan dünya üzerindeki enerji kaynaklarının her geçen gün daha da azalarak enerji maliyetlerinin artmasından dolayı, gelecekte çift kabuk cephe gibi enerjinin az tüketimini ve korunumunu ön plana çıkaran sistemlerin daha çok değer kazanacağı muhakkaktır.

KAYNAKLAR

- AKYÜREK, Y. (2003) 'Doğal aydınlatmada pencerenin önemi', *Arredomento Dekorasyon* 5
- ASHRAE HANDBOOK, (1993) Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, I-P Edition, USA.
- ASHRAE HANDBOOK. (1997) Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, I-P Edition, USA.
- AYAZ, E. (2002) Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.
- BARTAK, M. , DUNOWSKA, T. , HENSEN, J., 'Design Support Simulations For a Double-Skin Facades'
- BRE DIGEST 379, (1993) Double Glazing for heat and sound insulation, Building Research. Establishment, UK.
- BRE DIGEST 399, (1994) 'Natural Ventilation in non-domestic buildings, Building Research Establishmnet, Watford, UK.
- BUTTON, D. and Pye, B. (1993) Glass in Building - A Guide to Modern Architectural Glass Performance, Pilkington Glass Limited.
- CARTER, C. and Villiers, J. (1987) 'Principles of Passive Solar Building Design, Pergamon Press, USA.
- COMPAGNO, A. (1996) Intelligent Glass Facades: Material – Practice – Design, Birkhauser Verlag, Berlin, Deutschland .
- COMPAGNO, A. (2000) Glass as a Material and Its Possible Application *Detail* 3
- COWAN, H.J. (1980) 'Solar Energy Applications in the Design of Buildings', Applied Science Publishers Ltd., UK.
- ÇETİNER, İ. (2002) Çift Kabuklu Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomi Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.
- DAĞSÖZ, A. K. (1999) Türkiye'de Yapıların Yalıtımı ve Yalıtım Sanayinin Durumu, Lebib Yalkım Yayınları ve Basım İşleri, İstanbul.
- DANIELS, K. (1997) The Technology of Ecological Building Basic Principles, Examples and Ideas, Birkhauser Verlag, Berlin, Deutschland

- DANIELS, K. (2000) *Low-Tech Light Tech High Tech: Building in the information age*, Birkhauser Verlag, Berlin, Deutschland.
- DIN 1055, (1938) *Lastannahmen im Hochbau; Verkehrslasten _ Windlast, Teil 4*, Berlin, Deutschland.
- DUNSTER, D. (1996) *Arups on Engineering*, Ernst&Sohn, Berlin, Deutschland
- EŞSİZ, Ö. (2001) *Sanoma House, İnşaat Dünyası 11*
- EŞSİZ Ö. ve ÖZGEN A. 'Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuk Cephe Sistemleri'
- GOULDING, J.R. and Lewis J.O. and Steemers, T.C. (1992) *Energy Conscious Design – A Primer for Architects*, B.T. Batsford Ltd., UK.
- HARRISON, K.(2001) , MEYER, T.(2002) , 'Tectonics of the Double-Skin Facades'
- JOHNSON, T.E. (1981) 'Solar Architecture-The Direct Gain Approach', Massachusetts Institute of Technology, McGraw-Hill, USA.
- LANG, W.(Dr.-Ing) (2005) 'Architecture and Technology: Projects by Herzog + Partner, Munich'
- LONCOUR, X. , DENEGER A. , BLASCO, M. , FLAMANT, G. , WOUTERS, P. (october 2004) *Ventilated Double Facades (classification, illustration of facade concepts)*
- LONCOUR, X. , FLAMANT, G. , WOUTERS, P. (november 2002) *Les Doubles Facades Ventilees*
- McGee, I., (2005), *The Architect as the Inventor*. Dissertation submitted the Queen's University of Belfast in partial fulfilment of the requirements for the B. Arch. Degree.
- Mimarın Tesisat El Kitabı, (1999) *Isısan çalışmaları*, No:238,
- NASHED, F. (1996) 'Time Saver Details for Exterior Wall Design', McGraw-Hill, USA.
- OESTERLE, LİEB, LUTZ, HEUSLER, 'Double-Skin Facades Integrated Planning' (2001), Prestel
- ÖZLER, M.E. (2003) *Akıllı Binalarda Enerji Etkin Tasarım Parametreleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.*
- POIRAZIS, H. (2004) 'Double Skin Facades for Office Buildings'

- RAWSON, H., (1991) 'Glasses and Their Applications', The Institute of Metals.
- SARAÇ, Y. (1997) 'Güneş ve kontrol Camları', *İnşaat Dünyası*
- SHANG, S.L. (2001) A Protocol to Determine the Performance of South Facing Double Glass Façade System
- SODHA, M.S. ve Bansal, N.K. ve Bansal, P.K. ve Kumar, A. ve Malik, M.N.S. (1986) Solar Passive Building-Science and Design, Vol: 2, Pergamon Press, USA.
- STRIBLING, D. and STIGGE B. 'A critical review of the energy savings and cost payback issues of double facades' _Glasgow, New York.
- SÜYÜK, E. (2003) Hafif Giydirmeye Cephe Sistemleri, Çift Cephe Prensipleri ve Uygulamalarının incelenmesi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TOYDEMİR, N. (1990) Cam, cam yapı malzemeleri, İstanbul
- TWINN, C. (1997) Sustainable Architecture and the Low-Energy Urban Office, European Directory of Sustainable and Energy Efficient Building, JamesJames Ltd.
- UUTTU, S. (2001) Study of current structure of double-skin façade. Master thesis dissertation. Department of civil and environmental engineering, Helsinki university of technology.
- www.buildingenvelopes.org/doubleskins (2002)
- WATSON, D. and LABS, K. (1983) 'Climatic Building Design Design-Energy Efficient Building Principles and Practices', McGraw-Hill, USA.
- YÜCESOY, L. (1989) Yapılarda Isı ve Buhar Etkisi - Bağlantı, Çizelge, Şekil ve Yönetmelikler, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- ZEREN, L. ve BERKÖZ, E. ve KÜÇÜKDOĞU, M. ve OK, V. ve YILMAZ, Z. (1987) 'Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli'ne İlişkin Çalışma'. Araştırma Raporu. İstanbul Teknik Üniversitesi.

ÖZGEÇMİŞ

Murat ÜNAL, 1973 yılında Ankara'da doğdu. 1990 yılında girdiği Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünden Haziran 1995'de mezun oldu. Temmuz 1995'de Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı'nda yüksek lisans eğitimi yapmaya hak kazandı. 1996-97 yıllarında M.S.Ü. Yapı Kürsüsünde asistanlık görevi yaptı. 1998-99 yıllarında askerliğini tamamlayarak 1999 yılında M.S.Ü. Mimarlık bölümünden mezun olan Nesligül Şentürk ile evlenmiştir. Evliliğinden 2000 doğumlu Feyza ve 2003 doğumlu Azra isimli 2 tane kızı vardır. 1999-2004 yılları arasında özel bir şirkette çalışma hayatına devam ederek, 2004 senesinde kendine ait Akademi Mimarlık Ltd. Şti.'ni kurmuştur. Halen faal olarak kendi şirketinde proje ağırlıklı çalışmalarını sürdürmektedir.