

151644

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

151644

ÇİFT KATMANLI GIYDIRME CEPHELERİN
SINIFLANDIRILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mimar Hatice Fulya CEBECİOĞLU

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Meral AYBERK

Doç. Dr. Nihal Arıoğlu
Y. Doç. Dr. Meral AYBERK
Doç. Dr. Ayşe Balanlı

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç	1
1.2 Kapsam.....	2
1.3 Yöntem	2
2 ÇİFT KATMANLI GİYDİRME CEPHELER.....	3
2.1 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Tanımı	3
2.2 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Özellikleri.....	7
2.2.1 Isı Yalıtımı.....	7
2.2.2 Ses Yalıtımı	12
2.2.3 Rüzgara Dayanım	13
2.2.4 Yangın Direnimi.....	15
2.2.5 Maliyet.....	15
2.3 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri	17
3 ÇİFT KATMANLI GİYDİRME CEPHELERİN SINIFLANDIRILMASI.....	21
3.1 İklim Cephesi	27
3.1.1 İklim Cephesinin Özellikleri	27
3.1.2 İklim Cephesinin Uygulamaları	30
3.2 Çift Cephe Sistemi.....	32
3.2.1 Çift Cephe Sisteminin Özellikleri	33
3.2.2 Çift Cephe Sisteminin Sınıflandırılması.....	38
3.2.2.1 Çok Katlı Çift Cephe Sistemi.....	40
3.2.2.2 Koridor Çift Cephe Sistemi.....	43
3.2.2.3 Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi	46
3.2.2.4 Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi.....	49
3.3 İklim Holleri.....	52
4 ÇİFT KATMANLI GİYDİRME CEPHELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	56
4.1 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Değerlendirilmesine Etki Eden Etmenler....	56
4.2 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Değerlendirilmesinde Gereksinmelerin Belirlenmesi.....	56
4.2.1 Doğal Havalandırma.....	59
4.2.2 Doğal Aydınlatma	59
4.2.3 Rüzgara Dayanıklılık.....	59

4.2.4	Ses Geçirimsizlik.....	59
4.2.5	Yangına Direnim	60
4.2.6	Maliyet.....	60
4.2.7	Enerji Korunumu	60
4.3	Çift Katmanlı Giydirmeye Cephelerden Beklenen Nitelikler ve Sistemlerin Karşılaştırılması.....	61
4.3.1	Doğal Havalandırma Sağlaması	61
4.3.2	Doğal Aydınlatma Sağlaması.....	62
4.3.3	Rüzgara Dayanım	62
4.3.4	Ses Yalıtımı	62
4.3.5	Yangın Direnimi.....	65
4.3.6	Maliyetinin Düşük Olması	65
4.3.7	Enerji Korunumu	66
4.4	Sistemlerin Karşılaştırılması	67
5	SONUÇLAR	71
	KAYNAKLAR.....	74
	EKLER.....	78
Ek 1	İklim Cephesi Uygulamaları	79
Ek 2	Çift Cephe Sistemi Uygulamaları.....	86
Ek 2.1	Çok Katlı Çift Cephe Sistemi Uygulamaları	86
Ek 2.2	Koridor Çift Cephe Sistemi Uygulamaları	94
Ek 2.3	Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi Uygulamaları	100
Ek 2.4	Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi Uygulamaları.....	114
	ÖZGEÇMİŞ	120

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Çift katmanlı giydirme cephenin biçimlenişi	4
Şekil 2.2	Farklı havalandırma biçimleri	5
Şekil 2.3	Çift katmanlı giydirme cephelerin sınıflandırılması	7
Şekil 2.4	Zamana bağlı olarak cephe boşluğu ve çevre hava sıcaklığı	8
Şekil 2.5	İki katman arasındaki sıcaklık değeri	9
Şekil 2.6	Havalandırma açılımlarına göre ses yalıtım değerleri	12
Şekil 2.7	Dış katmanı geçirimsiz ve geçirimli çift katmanlı cephelerde rüzgar yükleri	13
Şekil 2.8	Farklı cephe türlerinin enerji tüketim ve işletim maliyetleri	16
Şekil 3.1	Çift katmanlı cephe türleri	24
Şekil 3.2	Çift katmanlı giydirme cephelerin sınıflandırılması	26
Şekil 3.3	İklim cephesi ve hava akımına göre biçimlenişi	27
Şekil 3.4	Kat yüksekliğinde ve pencere yüksekliğinde iklim cephesi	28
Şekil 3.5	İklim cephesinde yukarı ve aşağı doğru oluşturulan hava akımı	29
Şekil 3.6	İklim cephesi örnekleri	31
Şekil 3.7	Çift cephe sistemi ve iki katman arasında oluşan hava akımı	32
Şekil 3.8	Çift cephe sisteminde havalandırma biçimleri	33
Şekil 3.9	Çift cephe sisteminde dış katmanda tasarlanan havalandırma açılımları	35
Şekil 3.10	Farklı cephe türlerinin enerji tüketim ve işletim maliyetleri	37
Şekil 3.11	Çift cephe sistemleri	39
Şekil 3.12	Çok katlı çift cephe sistem oluşumu	40
Şekil 3.13	Cephe boşluğu ve yapının üstünde oluşturulan açılımlar	41
Şekil 3.14	Çok katlı çift cephe sisteminin ısı değiştiriciye bağlanması	42
Şekil 3.15	Koridor çift cephe sistem oluşumu	43
Şekil 3.16	Farklı tasarlanmış koridor çift cephe sistem ayrıntıları	45
Şekil 3.17	Tek üniteli çift cephe sistem oluşumu	46
Şekil 3.18	Farklı havalandırma üniteleri ayrıntıları	47
Şekil 3.19	Louvre'larla oluşturulmuş tek üniteli çift cephe sistemi	48
Şekil 3.20	Düşey kanallı çift cephe sistem oluşumu	49
Şekil 3.21	Yüksek yapıda bölümlere ayrılarak uygulanmış düşey kanallı çift cephe sistemi	50
Şekil 3.22	Temiz havanın çatıdan alındığı düşey kanallı çift cephe sistemi	51
Şekil 3.23	Yapılarda iklim holleri	52
Şekil 3.24	Yapı önünde kurulu atrium	53
Şekil 3.25	Yapı içinde kurulu atriumla çift cephe sistem arasında oluşturulmuş havalandırma kanalları	54
Şekil 3.26	Yüksek bir yapıda yapı içindeki atriumun doğal havalandırmanın bir parçası olması	54
Şekil 4.1	Temiz havanın çatıdan alındığı düşey kanallı çift cephe sistemi	63

EKLER

Ek 1.1	Lloyd's Büro Yapısı ve cephe ayrıntısı	80
Ek 1.2	Delft Teknoloji Üniversitesi Kütüphane Yapısı ve cephe ayrıntısı	82
Ek 1.3	Parlamento Yapısı ve cephede oluşturulan hava dolaşımı	84
Ek 1.4	Parlamento Yapısının düşey kanallı çift cephe sistemi ayrıntıları	85
Ek 2.1	GSW Büro Yapısı ve kurulan çift cephe sistemi	87
Ek 2.2	Victoria Büro Yapısı ve kurulan çok katlı çift cephe sistemi	89
Ek 2.3	Prisma İş Merkezi ve iklimlendirme tasarımı	90

Ek 2.4	Prisma İş Merkezi'nin çok katlı çift cephe sistemi ayrıntıları	91
Ek 2.5	Deutsche Post Yapısı'nın görünüşü ve planı	92
Ek 2.6	Deutsche Post Yapısı'nın güney ve kuzey cephelerinin ayrıntıları	93
Ek 2.7	Debis Büro Yapısı ve koridor çift cephe sisteminin ayrıntısı	95
Ek 2.8	City Gate Büro Yapısı ve koridor çift cephe sisteminin ayrıntısı	96
Ek 2.9	Hanover'da Yönetim Yapısı'nın planı ve koridor çift cephe sisteminin genel görünümü	98
Ek 2.10	Hanover'da Yönetim Yapısı'nın koridor çift cephe sisteminin ayrıntısı.....	99
Ek 2.11	RWE Büro Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminde hava dolaşımı	101
Ek 2.12	RWE Büro Yapısı'nda tek üniteli çift cephe sisteminin "balık ağzı" ayrıntısı	102
Ek 2.13	Commerzbank Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminin görünümü	104
Ek 2.14	Commerzbank Yapısı'nın tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı ve havalandırma biçimi	105
Ek 2.15	Commerzbank Yapısı'nın tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı	106
Ek 2.16	IG Metal Büro Yapısı'nın yarışma projesi ve kurulan tek üniteli çift cephe sistemi.....	108
Ek 2.17	Lafayette Galerileri ve tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı	110
Ek 2.18	Eurotheum Yapısı ve tek üniteli cephe sisteminin görünümü.....	111
Ek 2.19	Stuttgart'taki Yönetim Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı	112
Ek 2.20	Düsseldorf'ta Banka Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı	113
Ek 2.21	Halensee Büro Yapısı ve düşey kanallı çift cephe sisteminde havalandırma	115
Ek 2.22	ARAG Büro Yapısı ve kurulan düşey kanallı çift cephe sistemi	117
Ek 2.23	Photonics Centre ve kurulan düşey kanallı cephe sistemi.....	119

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 A,B,C ve D yapılarının soğutma yükleri ve A yapısına göre değerlendirilmesi	10
Çizelge 2.2 A ve B yapısının katlara göre soğutma yükleri	10
Çizelge 2.3 Yüksek yapılarda bir yılda iç kapılara etki eden rüzgar basınçları.....	14
Çizelge 4.1 Çift katmanlı giydirme cephelerden beklenen nitelikler	67
Çizelge 4.2 Çift katmanlı giydirme cephelerin değerlendirilmesi	69
Çizelge 4.3 Çift katmanlı giydirme cephelerin beklenen nitelikleri gösterme oranına göre değerlendirilmesi.....	70



ÖNSÖZ

Bu çalışma, çift katmanlı giydirme cephelerin sınıflandırılması, farklı cephe türlerinin yapıya getirdikleri özelliklerin tanımlanması ile sistemlerin genel ilkelerini vererek, yapımda karar vericilere bu sistemleri tanıtmak, tasarım aşamasında farklı cephe türleri arasında doğru seçimi yapabilmeleri için yol göstermek amacıyla hazırlanmıştır.

Çift katmanlı giydirme cephe sistemi tanımlanarak, tek katmanlı sistemlere göre olumlu ve olumsuz özellikleri belirtildikten sonra, bu sistemler havalandırma biçimlerine ve cephe biçimlenişlerine göre sınıflandırılmış ve her bir cephe türü özellikleri ile birlikte şemalarla açıklanmıştır. Yapımda doğru seçimin yapılabilmesi için, belirlenen cephe türleri birbirleriyle karşılaştırılarak cepheden beklenen nitelikleri gösterme oranlarına göre değerlendirilmiştir.

Bu tezin hazırlanmasında çalışmalarımı yönlendirerek bana yol gösteren değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Meral Ayberk'e teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar her konuda yanımda olup, sevgi ve güvenleriyle bana destek olan aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.



ÖZET

Ana cephe önüne ikinci katman yerleşimi ile yapının iç ve dış çevresi arasında denetimli bir ara bölge oluşturan çift katmanlı giydirme cepheler, giydirme cephelerin çevre denetiminde zayıf olması sorununa bir çözüm önerisi olarak sunulmuştur. Bu sistemler, kullanıcı konforunu düşürmeden, yapıyı ısı kayıp ve kazançlardan koruyarak enerji tüketimini azaltabilen giydirme cephe sistemleridir.

Çalışmada amaç, çift katmanlı giydirme cephelerin genel ilkelerini vererek, yapımda karar vericilere bu sistemleri tanıtmak, tasarım aşamasında farklı cephe türleri arasında doğru seçimi yapabilmeleri için yol göstermektir.

Tezde öncelikle çift katmanlı giydirme cephe sistemi tanımlanarak, tek katmanlı sistemlere göre olumlu ve olumsuz özellikleri belirtilmiştir. Bu sistemler, havalandırma biçimlerine ve cephe biçimlenişlerine göre sınıflandırılmış ve her bir cephe türü genel ilkeleriyle tanımlanarak, özellikleri açıklanmıştır. Yapıların gereksinmelerini karşılayabilecek niteliklere sahip doğru sistem seçiminin yapılabilmesini sağlamak amacıyla, belirlenen cephe türleri birbirleriyle karşılaştırılarak nitelikleri gösterme oranlarına göre değerlendirilmiştir.

Çalışma sonunda sistemlerin özellikleri bir arada verilmiştir ve gereksinmeler doğrultusunda doğru seçim yapılabilmesi sağlanmıştır. Çift katmanlı giydirme cepheler, farklı cephe türleri ile yapıya öncelikle ses yalıtımı ve enerji tüketimi açısından olumlu özellikler katmaktadır.

Anahtar kelimeler: Çift katmanlı cephe, giydirme cephe, iklim cephesi, iklim holleri, akıllı cephe

ABSTRACT

The double-skin curtain wall systems which constitutes a controlled air cavity between the interior and outer parts of the building by situated a second skin in front of the external wall, has been presented as a suggestion of solution for the problem of curtain walls being weak in environment control. This systems are the curtain wall systems which reduce the energy consumption by protecting the building from heat loss and gains.

The aim of this study is to give the general principles of double-skin curtain walls and to introduce these systems to the decision makers and to help them in making the correct selection between the different facade types in conception stage.

In this thesis, first of all, the double-skin curtain wall system has been defined and its positive and negative features have been clarified when compared with the single-skin facade. These systems have been classified according to their ventilation styles and cavity proportioning and every facade type has been defined with its general principles and their features have been clarified. With the purpose to provide the correct system selection which meets the need and requirements of the building, the determined facade types have been compared with eachother and they have been evaluated according to their feature showing rates.

The end of this study, features of systems have been presented together and this presentation has been provided the correct selection according to the requirements. Every facade type of the double-skin curtain wall system has been added positive features, which is first, sound insulation and energy consumption to the building.

Keywords : Double-skin facade, curtain wall, climate facade, climate halls, intelligent facade

1. GİRİŞ

Yapma çevreyi dış ortamdan ayırarak, yapıdaki gereksinmelerin karşılanmasında önemli rol oynayan yapı ögesi olan kabuk, teknolojik gelişmeler doğrultusunda yenilenmektedir.

Kullanılan enerji kaynaklarının belirli ölçülerde olumsuz çevre etkilerinin bulunması, giderek tükenme noktasına gelmesi ve 1973 petrol krizi ile enerji maliyetlerinin yükselmesi, yapılarda enerji korunumunu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını ön plana çıkarmıştır. İklimle dengeli tasarım, ekolojik yaklaşım ve sürdürülebilirlik gibi kavramların önem kazanması ile yapım endüstrisi alanındaki gelişmeler hızlanmış ve yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda yapı kabuğu, iç ve dış iklim arasında denge görevi yüklenmiştir. Kabuğun amacı, iç ortamdaki konfor koşullarının sağlanması ile birlikte enerji kullanımını azaltmak olmuştur.

Son yıllarda özellikle büro yapılarında kabuk olarak uygulanan giydirme cephelerin, kullanıcı konforunun ancak yapay iklimlendirmeyle sağlayabilmesi sonucu bu sistemlerin yapıların enerji harcamalarını yükseltmesi, çift katmanlı giydirme cephelerin oluşumuna neden olmuştur. Bu sistemler, ana cephenin önüne ikinci bir giydirme cephe kurulması ile iç ve dış ortam arasında bir ara bölge oluşturmaktadır. Böylece cephe, yapı içi konfor koşullarını iyileştirmiş, ısıtma ve soğutma yükünü de azaltarak enerji tüketimini düşürebilmiştir.

Bugün, başta Almanya olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde çift katmanlı giydirme cepheler bilinmekte ve yapıya kattığı özelliklerin görülmesi ile uygulamaları gittikçe artmaktadır. Türkiye’de çok az bilinen bu sistemlere ikinci katman oluşumunun yapım maliyetini yükseltmesi nedeniyle olumlu bakılmamaktadır. Bu açıdan çift katmanlı giydirme cephe sistemlerinin yapıda karar vericilere doğru tanıtılarak, özelliklerinin belirtilmesi büyük önem taşımaktadır.

1.1. Amaç

Çift katmanlı giydirme cepheler, yapıların gereksinmelerine göre farklı biçimlendirilmektedir. Bu cephelerin sınıflandırılması ve farklı cephe türlerinin yapıya getirdiği özelliklerin belirtilmesi bu sistemlerin tanımlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmada amaç, genel anlamda sistem ilkelerini vererek, yapıda karar vericilere bu sistemleri tanıtmak

ve tasarım aşamasında farklı cephe türleri arasında doğru seçimi yapabilmeleri için yol göstermektedir.

1.2 Kapsam

Bu çalışmada çift katmanlı giydirme cepheler, sistemin çalışma biçimi ve özelliklerinin doğru tanıtılması için genel sistem kurgularına -havalandırma biçimi ve cephe biçimlenişlerine- göre ele alınmıştır. Kurulan sistemin çalışma şekli ve yapının gereksinmelerini ne şekilde karşılayabileceği üzerinde durulmuştur. Çift katmanlı giydirme cephelerin farklı cephe türlerinin değerlendirilmesi, doğal ve yapma çevreden kaynaklanan gereksinmeler doğrultusunda belirlenen nitelikleri gösterme oranına göre karşılaştırılarak yapılmıştır. Bu değerlendirmeye iklim holleri alınmamıştır.

Sistemin yeniliği ve yapılan araştırmaların sınırlı olması nedeniyle, farklı cephe türlerinin değerlendirilmesi, gereksinmelerden doğan nitelikleri gösterme oranına göre karşılaştırılarak ele alınmıştır.

1.3 Yöntem

Tezde öncelikle çift katmanlı giydirme cephe sistemi tanımlanarak, tek katmanlı sistemlere göre olumlu ve olumsuz özellikleri belirtilmiştir. Bu sistemler, havalandırma biçimlerine ve cephe biçimlenişlerine göre sınıflandırılmış ve her bir cephe türü genel ilkeleriyle tanımlanarak, özellikleri açıklanmıştır. Yapıların gereksinmelerine karşılayabilecek niteliklere sahip doğru seçimin yapılabilmesi için belirlenen cephe türleri birbirleriyle karşılaştırılarak nitelikleri gösterme oranlarına göre değerlendirilmiştir.

2. ÇİFT KATMANLI GIYDIRME CEPHELER

Enerji kaynaklarının belirli ölçülerde olumsuz çevre etkilerinin bulunması ve bugün en çok kullanılan enerji kaynaklarının tükenme noktasına gelmesi; yenilenebilir enerji kaynaklarının önemiyle birlikte iklimle dengeli tasarım, enerji etkinlik, sürdürülebilirlik kavramları ile yapılarda ekolojik yaklaşımı ortaya çıkarmıştır (Okutan, 2000; Çetiner, 2002). Özellikle 1970 yıllarındaki enerji krizi, yapım endüstrisi alanında bu konudaki gelişmelerin hızlanmasını ve yeni teknolojilerin bulunmasını sağlamıştır.

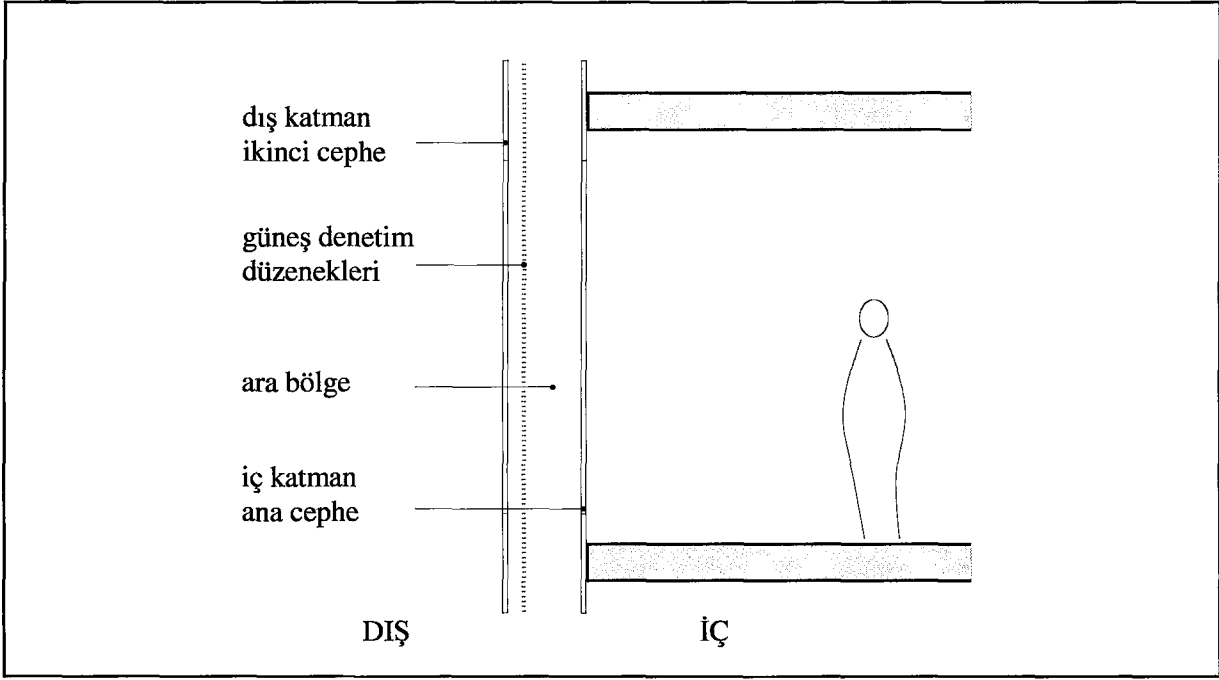
Giydirme cepheler, gerçek anlamda İkinci Dünya Savaşı sonrası çok katlı yapılarda uygulanmaya başlanmıştır. Ancak, bu yapılarda istenilen konfor koşullarının sağlanamaması yapay iklimlendirme sistemlerinin kullanımını zorunlu kılmış ve yapılarda enerji tüketiminin büyük oranda artmasına neden olmuştur. Bu cephe sistemlerinin çevre denetiminde zayıf olması, ana cephe önüne ikinci katman yerleşimi ile yapının iç ve dış çevresi arasında denetimli bir ara bölge oluşturan çift cephe sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Çift katmanlı giydirme cepheler, kullanıcı konforunu düşürmeden, yapıyı ısı kayıp ve kazançlardan koruyarak enerji tüketimini azaltabilen giydirme cephe sistemleridir.

2.1 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Tanımı

Çift katmanlı giydirme cepheler, yapı ana cephesinin önüne ikinci bir cephe kurulması ile oluşturulmaktadır (Güzel ve Sönmez, 2002). Bu sistemler Şekil 2.1'de görüldüğü gibi temel olarak; *dış katman (ikinci cephe)*, iki katman arasında oluşan *ara bölge* ve *iç katman (ana cephe)* ile tanımlanmaktadır. İkinci cephe ve ara bölge, yapıya öncelikle ses ve ısı yalıtımında olumlu özellikler sağlamaktadır (Lang ve Herzog, 2000).

Bu cephe sistemlerinde, ikinci katman oluşumu yapı ana cephesini rüzgar, yağmur, kar vb. dış hava koşullarına karşı korumaktadır. Güneş denetimi için kullanılan bileşenler, iki katman arasındaki boşluğa yerleştirilebilmektedir. Böylece, bu bileşenlerin yapım ve kullanım maliyeti daha düşük olmaktadır (Çakmanus ve Böke, 2001).

Çift katmanlı giydirme cepheler, amaçlarına göre farklı sistem kurgularıyla uygulanabilmektedir. Ses yalıtımı, ısı yalıtımı, doğal havalandırma, enerji tüketimini azaltmak vb. isteklerde farklı çözümler ve ayrıntılar ortaya çıkmaktadır.



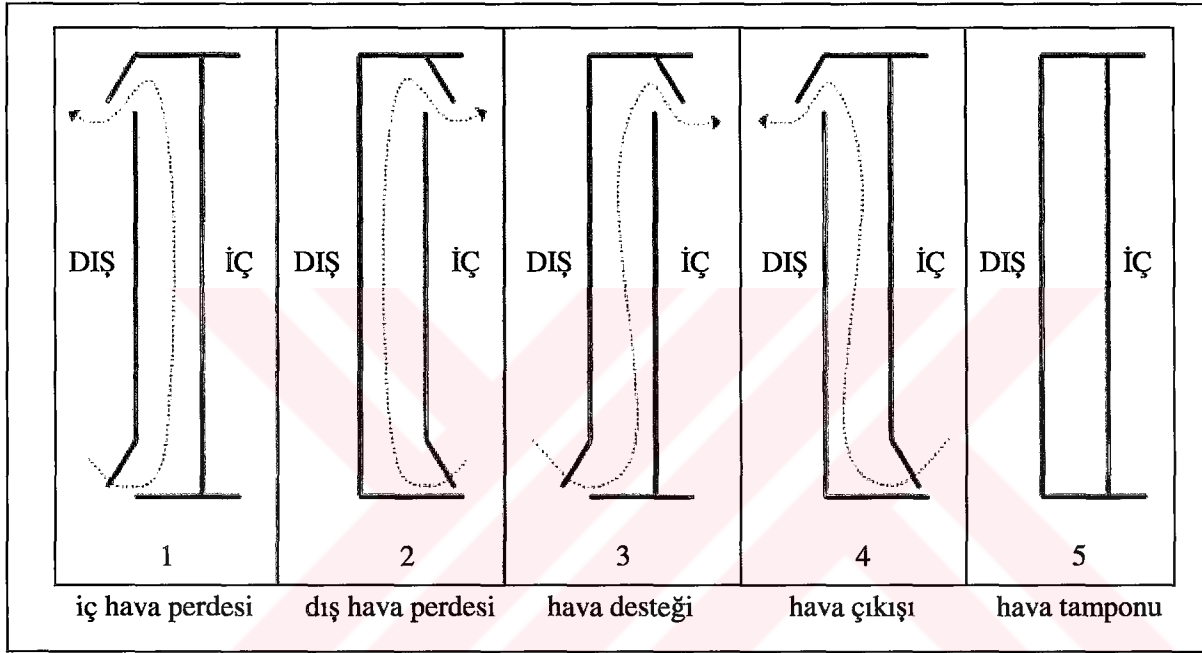
Şekil 2.1 Çift katmanlı giydirme cephenin biçimlenişi

İkinci katman, ses ve ısı yalıtımı ile birlikte, rüzgar basıncını da karşıladığından, çift katmanlı giydirme cepheler bazı çözümlerinde, çok katlı yapıların üst katlarında da pencere açılımına ve böylece doğal havalandırmaya izin verebilmektedir (Compagno, 1998).

Bu cepheler, özellikle iklimlendirme amaçlı enerji tüketimini azaltmak için uygulanmaktadır. İç ve dış ortamı birbirinden ayıran kabuk, çift katmanlı giydirme cephe türüne göre, değişen iklim koşullarıyla yönlendirilebilmektedir. Genel olarak tüm sisteme bakıldığında; *kış aylarında*, iç veya dış ortamın havasını içeren boşluk, gün boyunca güneş enerjisinden de yararlanarak, yapının ısı kayıplarını azaltmakta ve pencere yakınlarının ısısal konforunu sağlayarak, kullanım alanlarını genişletmektedir. *Yaz aylarında* ise ikinci katman ve iki katman arasına yerleştirilmiş güneş denetim düzenekleri ile güneş ışınımı, yapının ana cephesine gelmeden denetlenebilmekte ve böylece ısı kazançları düşürülmektedir. Aynı zamanda ikinci cephe, yazın iç cephenin açılmasıyla gece soğutmasına da olanak vermektedir (Evans, 1997; Hensen vd., 2002).

İki katman arasındaki boşluk, cephenin amacına bağlı olarak tamamen mekanik veya doğal olarak havalandırıldığı gibi, koşullara bağlı olarak her iki yöntemin uygulanabildiği karma sistemle de havalandırılabilir. Havalandırma temel olarak, alt ve üst noktalarda bulunan "havalandırma açıklıkları" ile sağlanmaktadır (Lang ve Herzog, 2000). Alt noktadan cephe arasına giren hava ısınarak yükselmekte ve ısınan hava üst noktadan çıkmaktadır. Havalandırma, boşluğa gelen ve atılan havanın iç ve dış ortamla ilişkisine bağlı olarak beş

biçimde oluşturulmaktadır (Şekil 2.2). Bunlar; tamamen iç veya dış ortama bağlı olarak çalışan *iç ve dış hava perdeleri* (1. *outdoor and 2. indoor air curtain*), dış ortamdan alınan havanın cephede kullanılarak yapı havalandırma sistemine bağlanması ile çalışan *hava desteği* (3. *air supply*), iç ortamdan alınan havanın boşlukta yükselerek dış ortama atıldığı *hava çıkışı* (4. *air exhaust*) ve iç ve dış ortamlarla ilişkisi olmayan mekanik havalandırılan *hava tamponu* (5. *air buffer*) olarak isimlendirilmektedir. İki katman arasındaki ara bölgenin havalandırma yöntemi, çift katmanlı giydirmeye cepheleri oluşturan bileşenlerin farklı biçimlendirilmesine neden olmaktadır (BBRI, 2002; Saelens, 2002).



Şekil 2.2 Farklı havalandırma biçimleri (BBRI, 2002)

Çift katmanlı cephelerde dış katman veya iç katmana havalandırma açılımları (havalandırmayı sağlayan hava aralıkları veya gerektiğinde kullanılan özel çözülmüş havalandırma üniteleri) yerleştirilmesi ile iki katman arasındaki boşluk farklı boyutlarda oluşturulabilmektedir. Havalandırma açılımları, yapı cephesinin sadece alt ve üst noktalarında ya da kat seviyelerinde olabileceği gibi dış katmanın tamamen paletlerden oluşturulduğu örnekler de bulunmaktadır. Açılımlar ile ara bölge düşeyde tüm yapı boyunca veya kat yüksekliğinde olabileceği gibi; yatayda da cephe boyunca veya hem yatay hem düşeyde bölünerek üniteler biçiminde ayrılabilir.

Cephelerin, hava değişimleri ve iklimle uyum sağlayabilmesi için, oluşan hava akımları ve değişkenleri hesaplanmasında farklı simülasyon ve modelleme metodları bulunmaktadır (Hensen vd., 2002). Bu hesaplamalar doğrultusunda kurulan, iki katman arasındaki boşluğun

dış hava ile havalandırıldığı çift katmanlı cephedeki havalandırma açılımları, bir merkezi bilgisayar sistemi ile yönetilmektedir. Böylece yapı cephesi iç ve dış çevre koşullarına göre yönetilmekte ve enerji tüketimi en aza indirilmektedir. Bu tür çift katmanlı giydirme cepheler “akıllı giydirme cepheler” olarak adlandırılmaktadır (Compagno, 2002).

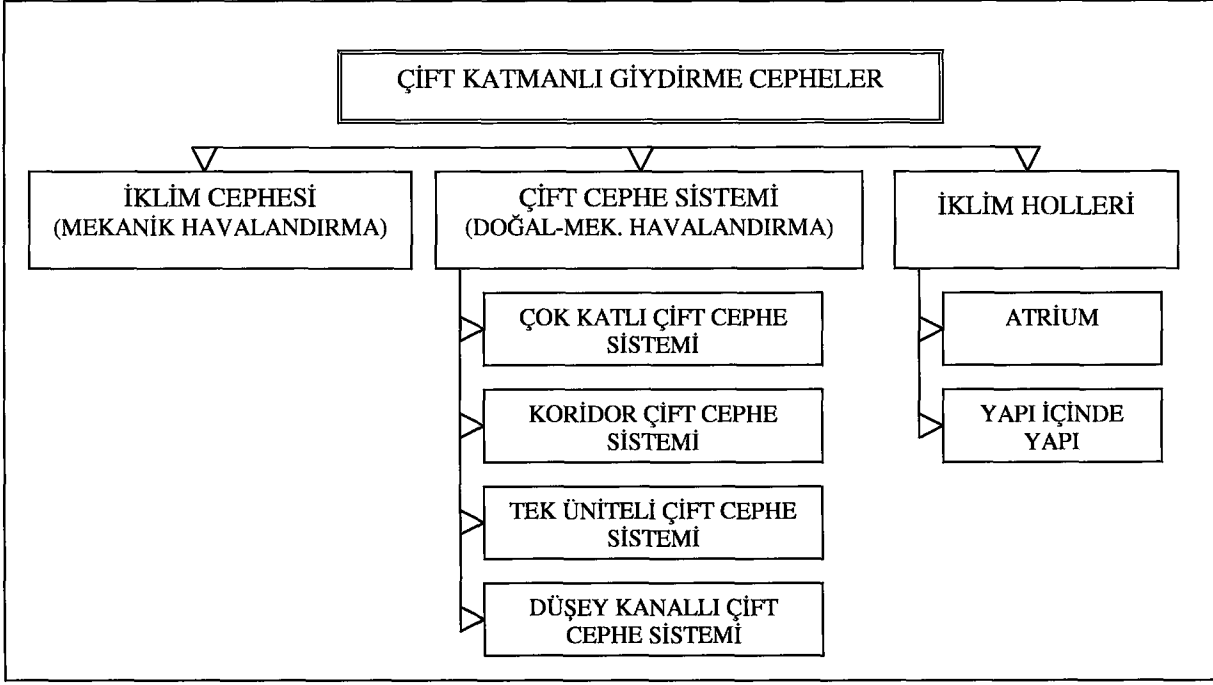
Sistem bileşenleri, yapının farklı gereksinmelerine göre, farklı biçimlerde bir araya gelebilmektedir. Çift katmanlı giydirme cephe sistem uygulamalarına bakıldığında; boşluğun havalandırılması (doğal, mekanik ya da karma), havalandırma biçimi (iç ve dış hava perdesi, hava desteği, hava çıkışı ve hava tamponu), havalandırma açılımları (hava aralıkları, özel tasarlanmış havalandırma üniteleri), hava akım yönü (aşağı, yukarı), boşluk içindeki bölüntüler (yatayda ve düşeyde), boşluğun genişliği, kullanılan güneş denetim düzenekleri ve yerleşimi, katmanların oluştukları ürünler, merkezi bir yönetim sistemi kurulup, kurulmadığı vb. birçok ayırıcı nokta görülebilmektedir. Ancak, bu cephelerin oluşumundaki önemli ana farklılıklar; boşluk içindeki yatay ve düşey bölüntüler ve boşluğun havalandırma biçimidir (Lieb ve Oesterle, 1998; BBRI, 2002).

Bu çalışmada çift katmanlı giydirme cepheler; **havalandırma ve cephe biçimlenişlerine** göre;

- İklim cephesi,
- Çift cephe sistemi ve
- İklim holleri

olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Tüm sistemler ikinci katman kuruluşunun cepheye getirdiği; yapının ısı ve ses yalıtım değerlerini yükseltme, ana cepheyi rüzgar basıncına karşı koruma vb. ortak özellikleri taşımaktadır. Ancak, cephe türlerinin havalandırma biçimleri ve sistem biçimlenişlerindeki farklılıklar, bu özellikleri gösterme oranlarını değiştirmektedir. İklim cepheleri, tamamen yapı içine bağlı bir sistemken; çift cephe sistemi dış ortamla yapı arasında korumalı bir ilişki kurmaktadır. İklim holleri ise yapı içi hava akımı oluşturarak doğal havalandırmayı sağlamak için uygulanan büyük açıklıklı ve tüm yapıyı içeren sistemlerdir. Sistemlerin sınıflandırılması Şekil 2.3’ de verilmiştir.



Şekil 2.3 Çift katmanlı giydirme cephelerin sınıflandırılması

2.2 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Özellikleri

Çift katmanlı giydirme cephelerin, geleneksel cephelerden farkı, önünde kurulu ikinci katman ve bu katmanla oluşan ara bölgedir. Yapının farklı gereksinimlerine göre biçimlenen cephe, bazı çözümlerde oluşturulan ara bölge ile yapı iç ve dış ortamı arasında denetimli bir ilişkiye olanak verirken, bazı çözümlerde ise yapıyı dış ortamdan tamamen koparmaktadır.

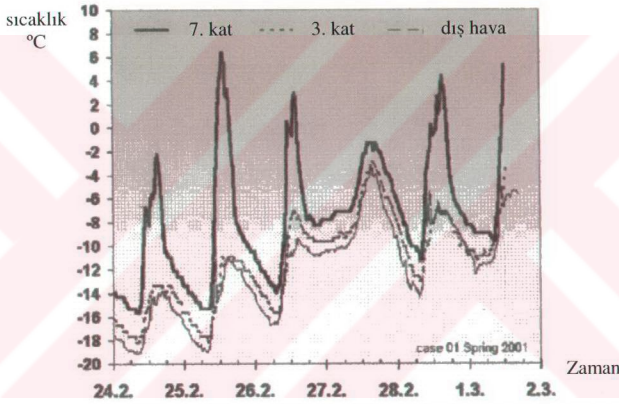
Sistemin yapıya getirdiği genel özellikler, ilk olarak geleneksel tek katmanlı bir cephe ile karşılaştırılarak ele alınmalıdır. Bu cephe sistemleri, ikinci katman ve ara bölge ile yapıya farklı olumlu ve olumsuz özellikler getirmektedir. Sistemin iyi tanımlanması, yapının gereksinmelerini karşılayabilmesi açısından önemlidir.

2.2.1 Isı Yalıtımı

Çift katmanlı cepheler oluşturdukları ara bölgeyle, yapı önünde ısı tamponu (*thermal buffer*) gibi çalışmaktadır. Cephenin yapıya sağladığı bu ısı etkisi iki şekilde gerçekleşmektedir (Bartak vd., 2001):

- Dışa kapalı bir çift katmanlı cephede boşluktaki hava sıcaklığı, zamanın çoğunda dış çevre sıcaklığına oranla daha yüksektir. Helsinki’de dokuz katlı bir ofis yapısının güney yüzeyinde uygulanan dışa tamamen kapalı çift katmanlı cephede, farklı yükseklik ve bölgelere yerleştirilen algılayıcılarla sıcaklık ölçümleri yapılmıştır.

Katmanlar arasındaki boşluk sıcaklığının dış çevre sıcaklığı ile ilişkisini gösteren grafikte (Şekil 2.4); en üst çizgi yedinci, orta çizgi üçüncü kattaki boşluk sıcaklığını, en alt çizgi ise dış çevre sıcaklığını vermektedir. Zaman aralığı olarak 24 Şubat (24.2) -2 Mart (2.3) alınmıştır. Grafiğe bakıldığında dış hava sıcaklığı $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken, yedinci kattaki boşluk sıcaklığının $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ olabildiği görülmektedir. Bu durum, boşluğun dışa kapalı tutulduğunda ısıtma mevsimi boyunca ısı kayıplarını en aza indirmekte, yapının ısıtma yükünü düşürmekte olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, dışa tamamen kapalı bir sistem soğutma mevsimi boyunca güneş ışınımı yoluyla ve dış çevre sıcaklığına bağlı olarak ısı kazançlarını da daha yüksek tutmaktadır (Bartak vd., 2001; Tenhunen vd., 2002).

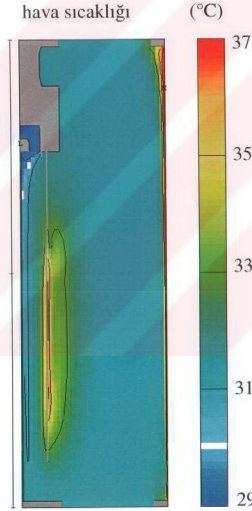


Şekil 2.4. Zamana bağlı olarak cephe boşluğu ve çevre hava sıcaklığı
(Tenhunen vd., 2002)

- Çift katmanlı cephede, güneş ışınımı iç cepheye gelmeden cephe bileşenleri ile denetlenebilmektedir:
 - Dış katman, güneş ışınımı miktarını iç cepheye gelmeden azaltmaktadır (Bartak vd., 2001).
 - Çift katmanlı cephe, güneş denetim düzeneklerinin iki katman arasındaki boşluğa yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece, güneş ışınımı miktarı iç cephe dışındaki boşlukta azaltılabilmektedir (Hensen vd.,2002).

- Yapılan bilgisayar simülasyon ve testlerinde boşlukta oluşan doğal hava akımının, güneş ışınımından kaynaklanan ısıyı %25 ortadan kaldırılabildiğini göstermektedir (Compagno, 2002).

Örnek: Martini Tower büro yapısı 38 katlıdır. İki katman arasındaki hava akımı hareketleri ve ısısal dağılımını belirlemek için CFD (*Computational Fluid Dynamics*) yöntemi kullanılmıştır. CFD yöntemi ile tahmin edilen değerlere göre, Şekil 2.5’de verilen grafikte on yedinci kattaki ısı dağılımı görülmektedir. Bu çift cephe çözümünde, her bir katta ofislerden çıkan hava iç katman ile güneş denetim düzeneği arasına verilerek iç cam soğutulabilmektedir. Dış katmandan geçen güneş ışınımından kazanılan ısının ofislerden gelen soğuk hava ile dengelendiği görülmektedir. Böylece dış katmandaki sıcaklık 37 °C iken, iç katman önünde 30 °C lik ısı değeri ulaşılabilmektedir (McCarthy, 2000).



Şekil 2.5 İki katman arasındaki sıcaklık değeri (McCarthy, 2000)

Hensen, Bartak ve Drkal tarafından yapılan araştırmada Prag’da sıcak yaz koşullarında farklı cephe türlerine sahip dört büro yapısı ele alınmaktadır (Hensen vd., 2002). Bunlar:

- A. Cephe içine jalousiler yerleştirilmiş tek katmanlı cepheli yapı,
- B. Cephe boşluğuna jaluzi yerleştirilmiş çok katlı (bölüntüsüz) çift katmanlı cepheli yapı,
- C. Rüzgar etkisinin olmadığı bölgelerde bulunan B yapısı,

D. Cephesinde açılımları kapalı bulunan B yapısıdır.

Büro yapıları, sekiz katlıdır ve Çizelge 2.1'de yapıların yaz koşullarındaki soğutma yüklerinin en yüksek değerleri belirtilmiştir. Ofis yapılarında simülasyonlar, ofis iç koşullarına göre hafta içi beş günde -saat zaman adımlarıyla- tamamlanmıştır. A ve B yapıları arasındaki karşılaştırma çift katmanlı cephenin etkisini; C yapısı rüzgar etkisi olmayan yapılarda (çevre yapılar nedeniyle) çift katmanlı cephenin etkisini; D yapısı ise dışa kapalı bir çift katmanlı cephenin soğutma yükünü göstermektedir.

Çizelge 2.1 A,B,C ve D yapılarının soğutma yükleri ve A yapısına göre değerlendirilmesi (Hensen vd., 2002)

	Soğutma Yüğü (kW)	A'ya göre farklılıklar		
		W	W/m ²	%
A	3.53			
B	3.29	-240	-6	-7
C	3.32	-210	-6	-6
D	3.65	120	3	3

Çizelge 2.2 A ve B yapısının katlara göre soğutma yükleri (Hensen vd., 2002)

Kat	En yüksek soğutma yüğü		Çift katmanlı sistemle soğutma yükündeki azalma		
	A (kW)	B (kW)	W	W/m ²	%
8.	3.53	3.29	240	6	7
7.	3.51	3.24	270	7	8
6.	3.50	3.20	300	8	9
5.	3.50	3.14	360	10	10
4.	3.45	3.08	370	10	11
3.	3.38	2.95	430	11	13
2.	3.14	2.67	470	13	15

Elde edilen değerler doğrultusunda şu sonuçlara varılabilmektedir (Hensen vd., 2002):

- Çift katmanlı cephe, sıcak yaz koşullarında, geleneksel bir cephe sistemine göre soğutma yükünü %7 oranında düşürmektedir. Rüzgar etkisi bulunmayan C yapısında bu oran % 6 olmaktadır. Dış katmanı tamamen kapalı olan çift katmanlı cepheli D yapısında ise soğutma yükü % 3 oranında artmaktadır (Çizelge 2.1).

- Soğutma yükleri katlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Sıcak havanın boşlukta yükselmesi ve üst katlarda birikmesi (*overheating*) nedeniyle bu katlarda soğutma yükü artmaktadır (Çizelge 2.2). Bu durum, çift katmanlı cephede oluşan boşluğun düşeyde bölünmesinin soğutma yükü açısından önemli olduğunu göstermektedir. Katlarda bölünmüş bir çift katmanlı cephede soğutma yükü, tek katmanlı bir cepheye göre %15 oranında azalabilmektedir.
- Çift katmanlı cepheler tasarlanılırken tasarım ekibi bu boşluğu, karma veya doğal havalandırma sisteminin bir iç parçası olarak düşünmelidir. Ancak, dış kabuk performansını etkileyen çok fazla değişken (iç ısı, rüzgar yönü, rüzgar hızı, hava akımı vb.) bulunmaktadır ve kabuğun farklı koşullarda çalışmasını tahmin etmek çok zordur.

İki katman arasındaki boşluk sıcaklığı, dış hava sıcaklığından daha yüksek olduğu zaman, boşlukta *hava akım yönü* yukarı doğru olmaktadır ve boşluk baca etkisiyle (*stack effect*) çalışmaktadır. Boşluk sıcaklığı dış ortam sıcaklığından daha az ise, hava akımı aşağı doğru oluşmaktadır. Mekanik olarak havalandırılan çift katmanlı cephelerde, boşluktaki hava akımı sistem tarafından yönlendirilmektedir. Ancak, cephe boşluğu doğal olarak havalandırılan bazı uygulamalarda aşağı doğru oluşan hava akımı, kirli havanın boşluktan atılabilmesini zorlaştırmaktadır. Özellikle dış hava sıcaklığının birden yükseldiği ve güney cephesinin gölgede kaldığı sabah vakitlerinde katmanlar arası boşluk sıcaklığı düşük kalabilmektedir (Bartak vd.,2001; BBRI, 2004).

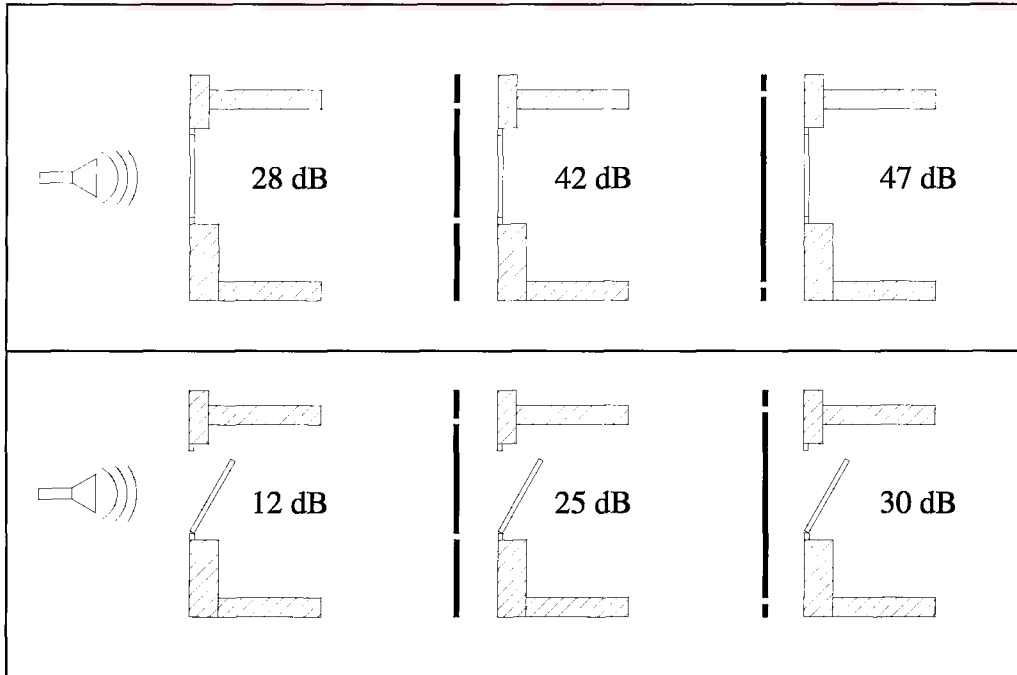
Çift katmanlı cephelerde cephe boşluğunda ki hava akımı, dış katmanda yoğuşma riskini ortadan kaldırılabilmektedir. Cephe boşluğunun mekanik olarak havalandırıldığı türlerde, yoğuşmayı engellemek için yapının kullanılmadığı zamanlarda da -özellikle soğuk kış günlerinde- boşluğun en düşük hava değişim oranıyla havalandırılması gerekmektedir. Yoğuşma en çok dış katman iç yüzeyinde ve köşelerde görülmektedir (BBRI, 2002; Evans, 1997).

Dış çevreyle ilişkili olan çift katmanlı cepheler, yazın yapının gece havalandırılmasına (*night-time ventilation*) olanak vermektedir. Gece havalandırılması ile yazın, yapıda biriken ısı ortadan kaldırılabilir ve bu şekilde soğutma yükü yaklaşık %40 azaltılabilmektedir. Çift katmanlı cephelerde, ikinci katmanın dış çevre koşullarına karşı koruma sağlaması yanında; yoğun yağmur, rüzgar, yangın, yoğuşma oluşumu, yapıda oluşabilecek kirlilik, aşırı soğutma vb. farklı koşullarla da karşılaşılabilir. Bu nedenlerle gece havalandırılması için dış açılımlar merkezi bir sistemle yönlendirilmelidir (Brager ve deDear, 2000; Steck ve Paasen, 2003).

Çift katmanlı giydirme cepheler, özellikle büro yapılarında uygulanmaktadır. İç ve dış ortam arasında bulunan ara bölge sayesinde, iç katmanın iç yüzey sıcaklığı ile mekan sıcaklığı arasında çok büyük fark oluşmamaktadır. Bu durum, pencere yakınlarındaki alanların ısısal konforunu iyileştirmekte ve bu alanların kullanımını artırmaktadır. Aynı zamanda ısıtma ve soğutma için gerekli enerji tüketimini de azaltmaktadır (BBRI, 2002). Inoue vd. tarafından Tokyo'da dört yüksek yapıda uygulanan anket sonuçlarına göre, kullanıcılar pencere yakınlarındaki alanları daha çok tercih etmekte ve bürolarda büyük pencere alanları istemektedir (Foster ve Oreszcyn, 2001).

2.2.2 Ses Yalıtımı

İkinci katman, yapının ses yalıtımını da olumlu etkilemektedir. Drees ve Summer tarafından yapılan çalışmalara göre çift katmanlı cepheler, katlardaki düzenlemelere bağlı olarak ses yalıtım değerini 5-30 dB artırabilmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Stuttgart Löwentorzentrüm büro yapısında, havalandırma açıklıklarının iki farklı biçimde düzenlenmesi durumunda sağladıkları ses yalıtım değerleri belirlenmiştir. Pencerelerin açık veya kapalı olmasına göre farklı değerler Şekil 2.7'de gösterilmektedir. Buna göre dış katmandaki havalandırma açıklıklarının kat seviyesinde düzenlenmesi, pencere seviyesinde düzenlenmesine göre 5 dB daha iyi yalıtım sağlamaktadır. Havalandırma açıklıklarının yapı boyunca devam ettiği örneklerde ses yalıtımında daha büyük değerler elde edilebilmektedir (Çetiner, 2002).

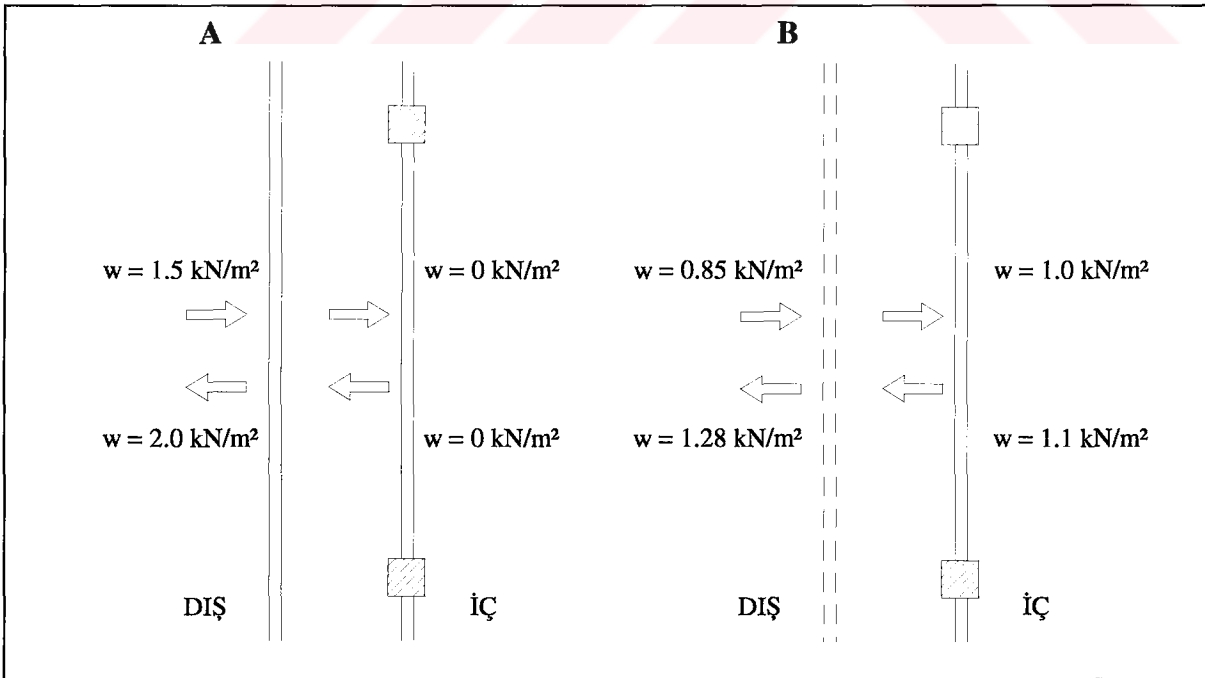


Şekil 2.6 Havalandırma açıklıklarına göre ses yalıtım değerleri (Çetiner, 2002)

2.2.3 Rüzgara Dayanım

Çift katmanlı giydirmeye cephelerde, rüzgar yükü ikinci katman tarafından karşılanmaktadır. Rüzgar yükü, bu sistemlerde sadece taşıyıcı sistem açısından değil, dışa açılımlı çift katmanlı giydirmeye cephe uygulamalarında sistemin düzgün çalışabilmesi ve yapının doğal olarak havalandırılmasını sağlamak açısından da önem taşımaktadır. Dış ve iç katmana etki eden rüzgar yükleri, dış katman üzerindeki havalandırma açıklıklarının boyutlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Dış katmanın tamamen geçirimsiz (A) ve geçirimli (B) olduğu örneklere göre rüzgar yükleri Şekil 2.6'da verilmiştir. A örneğinde dış katmanda rüzgar yükü 1.5 kN/m^2 iken, havalandırma açıklıkları bulunan B cephesinde bu değer 0.85 kN/m^2 'ye kadar düşürülebilmektedir. Aynı zamanda A tek katmanlı cephe olarak kabul edilirse, 1.5 kN/m^2 olan rüzgar yükü, çift katmanlı cephede iç katmana 1.0 kN/m^2 olarak etkilemektedir. Bu doğrultuda çift katmanlı giydirmeye cephe yapılarında rüzgar yükü ana cepheye önemli ölçüde azalır (Gerhardt ve Krüger, 1998).

Dış katman ana cepheye gelen rüzgar basıncını azaltmakta ve yüksek yapılarda pencere açılımını sağlayarak doğal havalandırmaya olanak vermektedir. Böylece ikincil cephe, dışarıya kapalı yüksek yapılarda dış ortamla ilişki sağlayarak iklimlendirme için harcanan enerji tüketimini azaltmakla birlikte, sadece mekanik sistemlerle yönetilen ve kullanıcılarda baş ağrısı, sinirlilik gibi 'hasta bina sendromu' denilen rahatsızlıklara neden olan iç mekanları da ortadan kaldırmaktadır (Zeytun ve Demirbilek, 1999).



Şekil 2.7 Dış katmanı geçirimsiz (A) ve geçirimli (B) çift katmanlı cephelerde rüzgar yükleri (Gerhardt ve Krüger,1998)

Yüksek yapılarda doğal havalandırma ile;

- iç kapıların açılmasında zorluklar olabileceği,
- cepheden koridora doğru hava akımları oluşabilmesi ve
- rüzgarın rahatsız edici gürültü yaratabilmesi endişeleri oluşmaktadır.

Yapılarda iç kapıların kolaylıkla açılabilmesi için, rüzgar basıncı 25 N (~25 kg) değerini aşmamalıdır. Tek ve çift katmanlı cephe ile tasarlanmış iki yüksek yapıda 2 m² alanlı iç kapılara etkiyen rüzgar yükü üzerine yapılan araştırma sonuçları Çizelge 2.3'de verilmektedir. İç kapılar, alınan örnekte bir yılda toplam 2970 saat rüzgara maruz kalmaktadır. Buna göre, çok katlı çift katmanlı giydirme cephe tasarlanmış bir yapıda, iç kapıya etkiyen rüzgar basıncı 25 N değerinin üzerine, bir yıl boyunca sadece 9 saatte çıkmaktadır. Tek katmanlı cephede ise 25 N değeri yılın %40'ında, 40 N değeri ise yılın %30'unda aşılmaktadır. Tek katmanlı bir yüksek yapıda doğal havalandırma yapılması iç kapıların açılımını engellerken, çift katmanlı cephede bu durum bir sorun oluşturmamaktadır (Daniels, 1997; Space Modulator, 1999).

Çizelge 2.3 Yüksek yapılarda bir yılda iç kapılara etki eden rüzgar basınçları (Daniels, 1997)

		$\Delta p > 25 \text{ Pa}$		$\Delta p > 40 \text{ Pa}$	
Tek katmanlı cephe	2470 saat	992 saat	% 40	743 saat	% 30
Çift katmanlı cephe		9 saat	% 0	0	% 0

Bunun yanında dış katmandaki havalandırma açılımlarının boyutlarının belirlenmesi, cephenin rüzgar basıncını karşılayabilmesi ve hafifletebilmesi açısından önem taşımaktadır. Çift katmanlı giydirme cephe uygulamalarına bakıldığında, bu sistemlerdeki bazı cephe türlerinin yüksek yapılarda doğal havalandırma ile doğabilecek sorunları ortadan kaldırdığı görülmektedir. Essen'de ki 29 katlı RWE Büro Yapısında uygulanan çift cephe sisteminde yapılan araştırmalarda, iç kapıları açmak geleneksel cephe 7-8 katlı bir yapıya göre %20 daha az kuvvet gerektirmektedir. Özel ayrıntılarla çözülen çift cephe sistemi; rüzgarın içeri doğru rahatsız edici hava akımları oluşturmasını ve cepheye havalandırma açılımlarında hava giriş ve çıkışları ile oluşabilecek gürültüyü engellemiştir. RWE yapısında doğal havalandırma yılın %70'inde denetimli olarak yapay ısıtma ve soğutmaya gerek duyulmadan gerçekleştirilebilmektedir. Çift cephe sisteminde iç katmandaki camlar, kullanıcılar tarafından yönetilebilmekte ve 15 cm'e kadar açılabilir. Rüzgar hızı konfor koşullarını aştığında kullanıcılar merkezi sistemle uyarılmaktadır (Ek 2.3) (Evans, 1997; Space Modulator, 1999).

2.2.4 Yangın Direnimi

Bazı çift katmanlı giydirme cephe türleri, yangın güvenliği için özel tasarımlar gerektirmektedir. Oluşturulan cephe boşluğu, geleneksel bir cepheden farklı olarak yangın ve dumanın kattan kata daha hızlı yayılımına neden olmaktadır. Bu nedenlerle yangın güvenliği için katlar arasında sensörlerle çalışan kompartmanlama gibi aktif önlemler alınmalıdır. Çift katmanlı cephe türüne göre -özellikle birkaç katı içeren düzenlemelerde- farklı çözümler getirilmelidir. Bu da cephenin maliyetini arttıran bir etmendir (BBRI, 2002).

2.2.5 Maliyet

Ana cephenin önüne ikinci bir cephe yerleştirilmesi ile oluşturulan çift katmanlı cephenin yapım maliyeti, tek katmanlı bir cepheye göre çok yüksektir. Ancak, bu sistemler yapının havalandırma, ısıtma ve soğutma giderlerini azaltması nedeniyle işletme maliyetini düşürmekte ve bazı çevre mühendislerine göre tek katmanlı geleneksel bir cepheye göre %30-50 oranında enerji kazanımı göstermektedir (Lang ve Herzog, 2000). Bazı araştırmacılar, cephe sisteminin yapının enerji tüketimini azaltması ile işletme maliyetindeki azalmanın, kısa dönemde yapım maliyetine denk geldiğini savunmaktadır (Daniels, 1997).

Yapıdaki gereksinmelere bağlı olarak, çift katmanlı cephe türlerinin verimli çalışabilmesi için, geniş çaplı testlerle araştırmalar ve özel tasarımlar gerekebilmektedir. Bu durum cephenin yapım maliyetini olumsuz etkilemektedir. Avrupa'da özellikle yüksek yapılarda uygulanan tek üniteli sistemlerin yapım maliyeti, geleneksel cephelerin yapım maliyetinin iki katını bulmaktadır (Lang ve Herzog, 2000). Örnek olarak; Almanya'da 29 katlı RWE Büro yapısında cephe maliyeti toplam yapım maliyetinin %30 'unu oluşturmaktadır (Space Modulator, 1999).

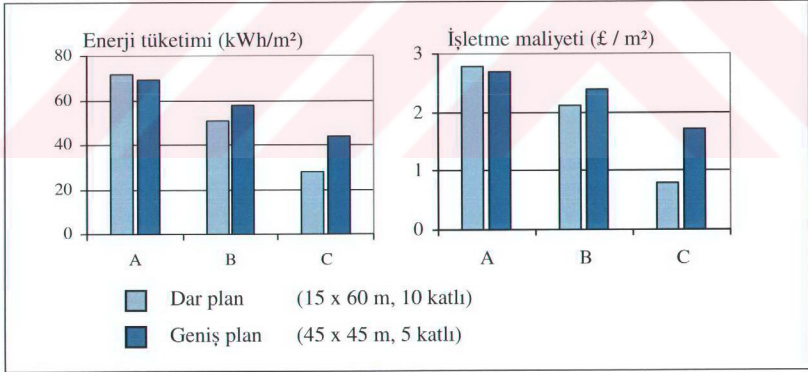
Lang ve Herzog; yüksek büro yapılarında tek üniteli çift cephe sisteminin sağladığı doğal iklimlendirme ve çalışma alanlarının atmosferinin denetlenmesinin kullanıcılara bırakılmasıyla, çalışanların verimliliğinin arttığını ve bu nedenle daha yüksek yatırıma değebileceğini düşünmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Daniels ise ikinci bir katmanın işletim maliyetinin, yapım maliyetinin kısa zamanda sadece %2-4'üne karşılık geldiğini belirtmektedir. Ancak, sadece doğal havalandırmayı sağlaması nedeniyle yüksek yapılarda ve ses yalıtımı gerektiren yapılarda ekonomik bir çözüm olabileceğini vurgulamaktadır (Daniels, 1997).

Karl Gertis'e göre ise, çift katmanlı cam giydirme cephelere 1990'ların başında verimlilik çalışmaları yapılmadan, enerji kullanımı ve kullanıcıların yaşadığı çevrenin kalitesini artırdığı

düşünülerek olumlu bakıldığını; ancak 1996'dan itibaren uygulamalarda tatsizliklerin ortaya çıkmasıyla bu sistemlerin eleştirilmeye başlandığını belirtmektedir. Bu sistemlerde başarı sağlamak için ayrıntılı testler yapılması gerekmektedir ve cephe yapım maliyeti böylece çok yükselmektedir. Gertis yaptığı çalışmada, çift katmanlı cam giydirme cephelerin sağladığı birçok özelliğin, tek katmanlı sistemle de sağlanabildiğini vurgulamaktadır (Gertis, 1999).

Wigginton ve McCarthy tarafından yapılan araştırmada, dar ve geniş planlı iki yapı, farklı cephe türlerine göre ısıtma ve soğutma yükleri, enerji tüketimi ve işletme maliyeti açısından grafiklerle değerlendirilmiştir. Geleneksel tek katmanlı cepheye sahip mekanik havalandırılan (A), çift katmanlı iklim cephesi (B – dışarıya kapalı havalandırma biçimi olarak iç hava desteği ile çalışan çift katmanlı giydirme cephe) ve çift cephe sistemli (C – doğal ve mekanik havalandırma biçimi ile karma olarak havalandırılan çift katmanlı giydirme cephe sistemi) dar ve geniş planlı yapıların enerji tüketimi ve işletme maliyeti Şekil 2.8'deki grafikte verilmiştir (Wigginton ve McCarthy, 2000).

- İçte güneş denetim düzenekli dış çevreye kapalı tek katmanlı cepheli yapı
- İklim cephesine sahip yapı
- Çift cephe sistemli yapı



Şekil 2.8 Farklı cephe türlerinin enerji tüketim ve işletim maliyetleri

(Wigginton ve McCarthy, 2000)

Verilen grafik değerlerine göre; çift katmanlı cepheler, enerji tüketimi ve işletim maliyetine göre dar planlı yapılarda daha verimli çalışmaktadır. Bu tür yapılarda, enerji tüketimi iklim cephesiyle %29, çift cephe sistemiyle %61'e kadar düşürülebilmektedir. İşletim maliyetine

bakıldığında iklim cephesine göre çift cephe sisteminin etkisinin daha büyük olduğu görülmektedir.

Çift katmanlı giydirme cepheler, büro yapılarında daha çok tercih edilmektedir. Görsel, işitsel ve ısısal konfor koşullarının sağlanması ile çalışanların verimliliği artmaktadır. Bunun yanında, bu cepheler enerji tüketimini azaltarak yapının işletme maliyetini de düşürmektedir.

2.3 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Çift katmanlı giydirme cepheler, uygulandıkları zamandan beri araştırmacılar tarafından tartışma konusu olmuştur. Enerji kazanımıyla işletme maliyeti düşürülürken, ikinci katman nedeniyle yapım maliyetinin büyük oranda yükselmesi bu sistemlerin uygulanabilirliğinin yararlarını düşündürmektedir. Her yapı için farklı gereksinimler olduğu için, bu cephe sisteminin getirdiği olumlu ve olumsuz özellikler, cephe seçiminde büyük önem taşımaktadır.

Belçika Ekonomi Bakanlığı'nın karşıladığı, yapımda karar vericilere (mimar, yapı sahibi, kullanıcı vb.) aktif cepheleri tanıtmak amacıyla yapılan "Aktif Cephe Projesi" nde (*Active Facades Project*), çift katmanlı cephelerin kullanım nedenleri dört başlıkta açıklanmaktadır (BBRI, 2002):

- *Mimari / alan kullanımı;*
 - Genel olarak cephe mimarisi
 - Tümüyle cam cephe isteği
 - Kullanım alanlarının artması
- *Enerji verimliliği ve iç iklim*

İç iklim koşullarını en iyi şekilde oluşturarak enerji verimli yapılar üretmek amaçlanmaktadır. Bu düşünce doğrultusunda önemli noktalar şunlardır:

- Mekanik soğutma sisteminden uzak durmak / güneş ışınımı kazancını düşürerek soğutma yükünü azaltmak
- Isıtma sisteminden uzak durmak / ısıtma yükünü azaltmak
- Aşırı soğutma ve ısıtma yüklerini azaltmak
- Gün ışığından en iyi şekilde yararlanmak / doğrudan (yapay aydınlatmayı azaltarak) ve dolaylı (yapay aydınlatmadan oluşan soğutma yükünü azaltarak) enerji tasarrufu
- Konforu geliştirmek;
 - Isısal konfor:
 - Tüm koşullar altında güneş denetim düzeneklerinin kullanımını sağlaması

- Bürolarda ısı yükselmesini (overheating) azaltması
- Isıtma mevsimi boyunca iç yüzey sıcaklığını arttırması
- Yazın iç yüzey sıcaklığını düşürmesi

Görsel konfor:

- Tüm koşullar altında güneş denetim düzeneklerinin kullanımını sağlaması
- Görsel konforu geliştirmesi

İşitsel konfor :

- İkinci katmanla işitsel konforu geliştirmesi

• *Çevre Koşullarına Uyum Sağlaması*

- Cephenin değişen çevre koşullarına uyumunun artışı (gündüz-gece, mevsim)
- otomasyon, kontrol sistemi
- ısıtma ,soğutma ve havalandırma sistemi ile birleşimi

• *Diğer*

- cephe / sistemin genel bakımı: güneş denetim düzeneklerinin bakımının azalması
- cephenin yangın güvenliğinin özel olarak ele alınması

Lieb ve Oesterle'e göre çift katmanlı cam cephe sistemlerinin olumlu ve olumsuz özellikleri şöyle sıralanmaktadır (Lieb ve Oesterle, 1998):

Olumlu özellikleri:

- Özel camlama olmadan iyi ses yalıtımı sağlaması
- Yapı ısıtmasında enerji kullanımını oluşturduğu ara bölge ile en aza düşürmesi
- Yaz günlerinde iç cephelerin açık bırakılmasıyla soğutma için gece havalandırılmasına izin vermesi
- Özellikle rüzgarlı bölgelerde ve yüksek yapılarda güneş denetim düzeneklerinin ve odaların rüzgardan korunması

Olumsuz özellikleri:

- Çift cephe boşluğundaki kaçınılmaz ısı artışı ve büyük cam yüzeylerin büyük soğutma yüküne neden olması
- Çift cephe boşlukları bölünmediyse odadan odaya ses geçimi
- Dışarıdan kirli hava gelimi
- Çift cephenin dış katmanında yağışma tehlikesi
- Sadece doğal havalandırılma ile odalarda yetersiz hava desteği tehlikesi
- Yangın güvenliğini sağlamak için maliyetin yükselmesi

Çift katmanlı giydirmeye cephelere genel olarak bakıldığında olumlu ve olumsuz özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

Olumlu özellikleri:

- Isıtma mevsimi boyunca;
 - Oluşturdukları ara bölgeyle, yapı önünde ısı tamponu (thermal buffer) gibi çalışmaktadır. Böylece kışın ısı kayıpları en aza düşürülerek ısıtma yükü azaltılmaktadır.
- Soğutma mevsimi boyunca;
 - İkinci katman, güneş denetim düzenekleri ve ara bölgedeki hava akımı ile yazın yapıya gelen güneş ışınımı miktarını azaltmaktadır.
 - İkinci katman yazın gece havalandırmasına izin vermektedir. Bu şekilde, yapıda biriken ısı ortadan kaldırılmakta ve soğutma yükü azaltılabilmektedir.
 - Cephe boşluğunun iç ve dış açıklımlarla bölünmesi soğutma yükünü azaltmak açısından önem taşımaktadır.
- Güneş denetim düzeneklerinin, iki katman arasındaki boşluğa yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece dış etmenlerden korunan tüm hava şartlarında kullanılan bu düzeneklerin yapım maliyetleri ile beraber bakım ve onarım maliyetleri de düşürülmektedir.
- Dış katmanın rüzgar basıncını azaltması, yüksek yapılarda pencere açılımını sağlayarak, doğal havalandırmaya olanak vermektedir. Böylece ikincil cephe dışarıya kapalı yüksek yapılarda iklimlendirme için harcanan enerji tüketimini azaltmaktadır.
- Çift katmanlı cephede iç ve dış ortam arasında bulunan ara bölge ile, iç katmanın iç yüzey sıcaklığı ile mekan sıcaklığı arasında çok büyük fark oluşmamaktadır. Bu durum, pencere yakınlarındaki alanların ısısal konforu iyileştirmekte ve bu alanların kullanımını arttırmaktadır.
- İkinci katman, yapının ses yalıtımını olumlu etkilemektedir. Yapılan çalışmalara göre çift katmanlı cepheler, katlardaki düzenlemelere bağlı olarak ses yalıtım değerini 5-30 dB arttırabilmektedir.

Olumsuz özellikleri:

- Cephe performansını etkileyen çok fazla değişken (iç ısı, rüzgar yönü, rüzgar hızı, hava akımı vb.) bulunmaktadır ve cephenin farklı koşullarda çalışmasını tahmin etmek

çok zordur. Bu nedenle bu tür cepheler, iyi çalışılmış bir simülasyon ve modellemeyi kapsamalıdır. Araştırmalar yapım maliyetini yükseltmektedir.

- Ana cephenin önüne ikinci bir cephe yerleştirilmesi, çift katmanlı cephenin yapım maliyetini büyük oranda yükseltmektedir. Bu nedenle, uygulamadan önce toplam maliyet göz önünde bulundurulmalıdır.
- Çift katmanlı cephelerde cephe boşluğundaki hava akımı, dış katmanda yoğunlaşma riskini ortadan kaldırmaktadır. Bunun yanında cephe boşluğunun mekanik olarak havalandırıldığı türlerde, yoğunlaşma oluşma riski artmaktadır.
- Yangın güvenliği için özel tasarımlar gerektirmektedir.
- Cephe boşluğu bölünmemiş çift katmanlı cephelerde mekanlar arası ses yalıtımı yetersiz kalabilmektedir.
- Cephe boşluğu ile doğal havalandırma, mekanlar arasında önemli basınç farklılıkları oluşturabilmektedir.

3. ÇİFT KATMANLI GIYDIRME CEPHELERİN SINIFLANDIRILMASI

Çift katmanlı giydirmeye cepheleri oluşturan ana bileşenler, iç katman ve önündeki dış katmandır. Uygulamalara bakıldığında, bu bileşenler farklı gereksinimleri karşılayacak şekillerde bir araya getirilmiştir. Bu doğrultuda cephe çözümlerinde birçok ayırıcı nokta görülebilmektedir. Bu ayırıcı noktalar,

- o boşluğun havalandırılması (doğal, mekanik yada karma),
- o havalandırma biçimi (iç ve dış hava perdesi, hava desteği, hava çıkışı ve hava tamponu),
- o hava akım yönü (aşağı, yukarı),
- o boşluk içindeki bölüntüler (yatayda ve düşeyde),
- o boşluğun genişliği,
- o kullanılan güneş denetim düzenekleri ve yerleşimi,
- o katmanların oluştukları ürünler,
- o merkezi bir yönetim sistemi kurulup, kurulmaması vb.

olarak sıralanabilmektedir. Bu durum, genel bir sınıflandırma yapmanın güç olduğunu göstermektedir. Ancak, bu cephelerin oluşumundaki önemli ana farklılıklar; boşluk içindeki yatay ve düşey bölüntüler ve boşluğun havalandırma biçimidir (Lieb ve Oesterle, 1998; BBRI, 2002).

Çift katmanlı cephelerde, konuya yaklaşım biçiminden ileri gelen farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Çift katmanlı cam cepheler, bu konuda en çok araştırılan sistemlerdir. Aşağıda farklı kaynaklardaki sınıflandırma biçimlerine yer verilmiştir. Bu çalışmada çift katmanlı giydirmeye cephelerde, cephe biçimlenişleri ve havalandırma biçimine göre bir sınıflandırma yapılmıştır.

Lang ve Herzog “Using Multiple Glass Skins to Clad Buildings” adlı makalesinde çok katlı cam cepheleri işlev ve yapıma dayanarak, çift katmanlı cam cephelerin tarihi gelişimine göre sınıflandırmıştır. Bu doğrultuda, çift katmanlı cam cephelerin havalandırma ve enerji kullanımına göre birbirinden farklı üç belirgin türü bulunmaktadır (Lang ve Herzog, 2000):

- Tampon cepheler (*çift doğramalı cepheler, buffer facades*) : Çift katmanlı cephenin ilk örneklerindedir. Tek camlı iki katmanın 25-75 mm boşluk bırakılarak birleştirilmesinden oluşmaktadır. Erken örneklerinden birisi, 1903 yılında Almanya’da yapılan Steiff Fabrika Yapısıdır.

- Hava bölüm cephesi (*extract-air facades*) : Rüzgarlı, gürültülü ve hava kirliliği olan bölgelerde (otoyol kenarı, fabrika bölgesi vb.) tercih edilen 1970-1980 yıllarında çok kullanılan cephe türüdür. Dış katman çift cam, iç katman tek camdan oluşturulmaktadır ve tamamen mekanik havalandırma gerektirmektedir.
- Çift cephe sistemi (*twin-face facades*) : En yeni çift katmanlı cephe sistemidir ve 1980'lerin sonunda geliştirilmiştir. Ana cephe çift cam, dış katman ise tek camdan oluşturulmaktadır. Bu cepheler, yapıda doğal havalandırmaya olanak vermektedir. İki katman arasındaki boşluğun yatay ya da dikey olarak bölünmesi ile farklı uygulamaları bulunmaktadır.
 - Bölünmemiş cepheler: Atria,
Yapı içinde yapı (*in the house -with in-a house*)
 - Bölünmüş cepheler : Koridor cephesi (*corridor facades*)
Baca tipi cepheler (*shaft-type facades*)
Çift pencere cephesi (*double-window facades*)

Güzel ve Sönmez “Metal Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Gelişimi” adlı bildirimlerinde tek tabakalı, çok tabakalı ve akıllı giydirmeye cepheler; ‘iklim kontrolü için ek önlem alınmış giydirmeye cepheler’ başlığı altında ele alınmaktadır. Bu doğrultuda çift katmanlı giydirmeye cepheler, katmanlar arasındaki boşluğun havalandırılma biçimine göre ikiye ayrılmaktadır (Güzel ve Sönmez, 2002):

- Çift katmanlı giydirmeye cepheler _____ : Bu sistemde katmanlar arasındaki boşlukta oluşan havayı çekmek için mekanik havalandırma sistemi kullanılmaktadır.
- Çift katmanlı akıllı giydirmeye cepheler _____ : Bu sistemlerde doğal sera etkisiyle ısıtma ve doğal baca etkisiyle havalandırma yapılmaktadır. Yapının doğal olarak havalandırılmasını ve böylece enerji tüketiminin azaltılması sağlanmaktadır. İki katman arasındaki boşluğun bölünme biçimine göre dört farklı türden oluşmaktadır. Bunlar; kat yüksekliğinde akıllı giydirmeye cepheler, yapı yüksekliğinde akıllı giydirmeye cepheler, shaft cepheler ve iklim holleridir.

Compagno, “Intelligent Glass Facades” adlı kitabında cam cephe sistemlerini, çift katmanlı cam cepheler ve çift katmanlı akıllı cam cepheler olarak sınıflandırmıştır. Bu ayırmada temel olarak, cephenin yapı iç ve dış ortamı arasında oynadığı rol dikkate alınmıştır. Çift katmanlı cam cephelerin iç katmanı kapalı olarak tasarlandığında, yapı tamamen mekanik olarak havalandırılmaktadır ve bu şekilde dış ortamla ilişkisi koparılmaktadır. Çift katmanlı akıllı

cam cepheler ise, dış hava koşullarına uyum sağlayabilen yapı iç ve dış ortamını birbirine bağlayan ara bölgeden oluşmakta ve yapıda doğal havalandırmaya izin verebilen cepheler olarak tanımlanmaktadır (Compagno, 2002).

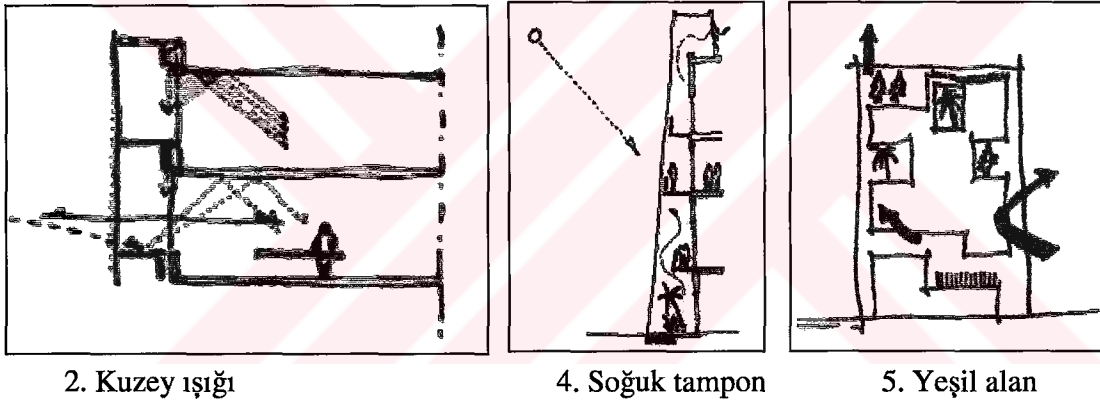
Belçika Ekonomi Bakanlığı'nın karşıladığı Aktif Cephe Projesi (Active Facades Project), aktif cepheleri, yapımda karar vericilere (mimar, yapı sahibi, kullanıcı vb.) tanıtmak, aktif cephelerin standart ve gereksinmelerine göre sorunları belirlemek ve değerlendirerek doğru işlemi önermek amacıyla kaynak kitap hazırlamıştır. Burada çift katmanlı cepheler, aktif cephe kavramıyla belirtilmiştir. Sınıflandırmada bu cepheler, dörde ayrılmaktadır (BBRI, 2002).

- İklim cepheleri (climate facades) : Bu cephe biçimi 1970 yıllarında geliştirilmiştir. Havalandırma biçimine göre, 'iç hava perdesi' iç ortama bağlı olarak çalışmaktadır. Yapının mekanik olarak havalandırıldığı sistemlerde; dış katman tamamen kapalı, iç katman ise temizlik ve bakım için açılabilir tasarlanmaktadır. İklim cephesi ve iklim penceresi olarak ikiye ayrılmaktadır.
- Çift cephe sistemi (double-skin facades) : Havalandırma biçimine göre dış hava perdesi olarak çalışmaktadır. Yapının doğal olarak havalandırılmasını sağlamaktadır. Çift cephe sistemi, havalandırma açılımlarının yerleşimine göre dörde ayrılmaktadır:
 - kutu pencere (*box window*),
 - baca kutusu (*shaft box*),
 - koridor cephesi (*corridor facades*),
 - çok katlı (*multi-storey*).
- Louvre Cepheler (glass louvre) : Dış katmanın tamamen louvre'dan oluştuğu cephelerdir.

Helsinki Teknoloji Üniversitesi'nde Nordic iklim koşullarına göre çift katmanlı cepheler (*double-skin facades*) üzerine yapılan araştırma çalışmasında bu cephe sistemi, mimari tasarım açısından işlevsel olarak beş türde ele alınmıştır. Oluşturulan her bir cephe biçimi, farklı özelliklere sahiptir (Tenhunen vd., 2002).

- Yağmur Katmanı (The rain coat) : Bakım maliyetini düşürmektedir. İç cephe herhangi bir üründen oluşabilmektedir. Bu cephe sistemi, düşük maliyeti nedeniyle, diğer cephe türlerine göre daha yaygın kullanılmaktadır.

- Kuzey Işığı (*The northern light*): Kuzey cephede, gün ışığının yansıtılmaya ve denetim altına almaya izin vermektedir. Doğal ışığı içeri almakta ve yapay aydınlatmayı düşürerek, enerji tüketimini azaltmaktadır (Şekil 3.1).
- Akıllı cephe (*environmental consciousness*): Isıtma yükünü azaltan ve gölgelendirme bileşeni olarak çalışan foto-voltaik hücrelerden oluşturulmuştur. Üretilen enerji, havalandırma, aydınlatma ve elektrikle ısınabilir pencere camlarında kullanılmaktadır.
- Soğuk tampon (*cool buffer*): Hava koşullarına karşı korunan ve yapıda kullanıcıların vakit geçirdiği bir alan olarak çalışmaktadır. Oda, bahçelerle genişletilerek farklı bir atmosfer yaratılabilmektedir (Şekil 3.1).
- Yeşil alan (*green circle*): İçindeki bitkilerle karbondioksiti oksijene çevirerek kendi iklimini oluşturmaktadır. İ iklimle trafik ve şehre karşı çözüm bulmak amaçlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çift katmanlı cephe türleri (Tenhunen vd., 2002)

Çift katmanlı cepheler, yapının dış ortamı ile daha ılımlı bir ilişki kurması için, 1903 yılında ısı ve ses yalıtımını sağlayabilmek amaçıyla ortaya çıkmış, özellikle 1973 petrol kriziyle enerji tasarrufunun ön plana çıkmamasıyla gelişmeye başlamıştır. Bu gelişimde yapının gereksinmelerine karşılık gelecek farklı çözümlerle çift katmanlı yeni cephe kurulumları oluşmuştur. Giydirme cephelerin 1950 yıllarında uygulamalarının artması, ancak bu sistemlerin iç çevre koşullarını iyi sağlayamaması, giydirme cephelerde çift katman oluşumunu ortaya çıkarmıştır.

Çalışmada çift katmanlı giydirmeye cepheler, havalandırma biçimleri ve cephe biçimlenişlerine göre farklı çözümler incelenerek bir sınıflandırma yapılmıştır. Çift katmanlı giydirmeye cepheler, sistem kurumu ve işleyişine dayanarak;

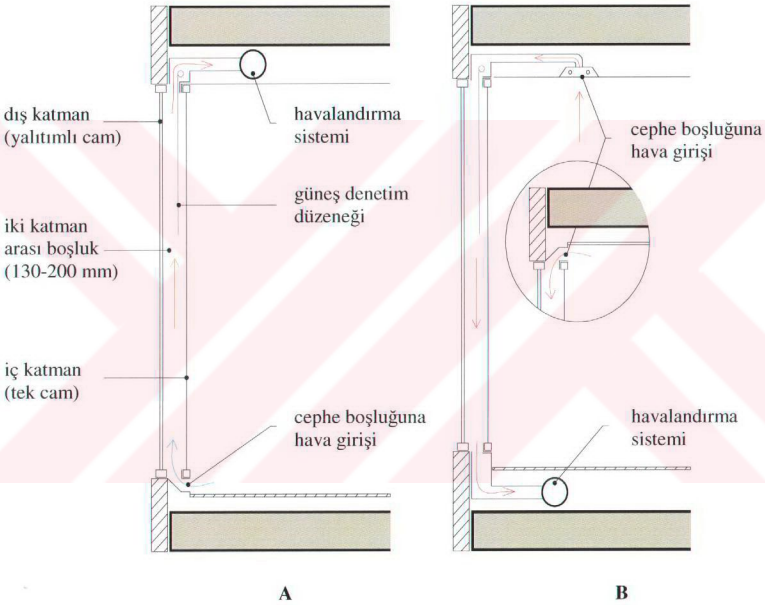
- o İklim cephesi,
- o Çift cephe sistemi ve
- o İklim holleri

olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Cephe biçimlenişleri ve havalandırma biçimleri açısından farklılıklar gösteren bu sistemlerin sınıflandırılması Şekil 3.2’de verilmiştir.



3.1 İklim Cephesi

İklim cephesi iç katmanı tek cam, dış katmanı ise ısı iletimini en aza indirecek yalıtımlı camla oluşturulmaktadır. İki katman arasındaki boşluk genişliği genellikle 130-200 mm arasındadır. Güneş denetim düzenekleri boşlukta yerleştirilmiştir (Şekil 3.3). İç ve dış katman sadece temizlik ve bakım amaçlı açılabilir. Boşluk mekanik olarak havalandırılmaktadır. İklim cepheleri, kat veya pencere yüksekliğinde uygulanabilmektedir (BBRI, 2002).

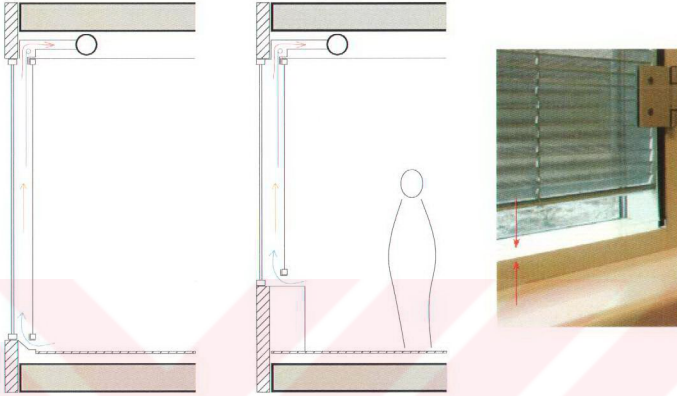


Şekil 3.3 İklim cephesi ve hava akımına göre biçimlenişi

3.1.1 İklim Cephesinin Özellikleri

İklim cephesi ilk örnekleri pencere yüksekliğindedir (climate window). İç ve dış katmanda yalıtımsız camla 1903 yılında Almanya'da bir fabrika yapısında uygulanmıştır (Lang ve Herzog, 2000). Dış ortamla ilişkiyi daha denetimli olarak sağlayacak çift camın dış katmanda kullanımı ile 1970 yıllarında bugünkü iklim cepheleri ortaya çıkmıştır. Uygulamalara bakıldığında iki katman arasındaki boşluk genel olarak, Şekil 3.4'de görüldüğü gibi kat

yükseklğinde veya pencere yüksekliğinde tasarlanmaktadır. Boşluğun yapı boyunca olması, üst katlarda sıcak havanın toplanmasına neden olmakta ve bu durum sistemin çalışmasını engellemektedir (Hensen vd., 2002).



Şekil 3.4 Kat yüksekliğinde ve pencere yüksekliğinde iklim cephesi

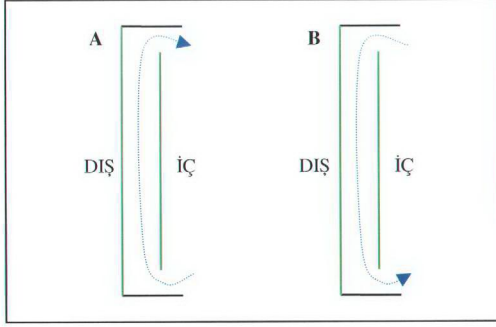
İklim cephesi, tamamen iç ortama bağlıdır ve 'iç hava perdesi' olarak çalışmaktadır. İç ortandan havalandırma açılımından iki katman arasındaki boşluğa giren hava, boşlukta mekanik olarak yönlendirilmektedir (Saelens, 2002). Akım yönü, aşağı veya yukarı doğru oluşturulabilmektedir (Compagno, 2002).

Aşağı doğru hava akımı: Oda içinde ısınan hava yükselerek, iki katman arasındaki boşluğa geçmekte ve mekanik havalandırma sistemine bağlanmaktadır (Şekil 3.5, A).

Yukarı doğru hava akımı: Oda içindeki hava cephenin alt noktasından boşluğa geçerek, doğal etkiyle ısınarak yükselmekte ve havalandırma sistemine bağlanmaktadır. Bağlanma noktasına ısı değiştirici (heat-exchanger) eklenerek boşlukta ısınan havadan enerji kazanılabilmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Yukarı doğru oluşturulan hava akımı daha doğal ve doğrudur (Şekil 3.5, B).

İklim cephesinde, cephe boşluğuna hava girişi, hava akımı yönüne göre farklı noktalardan olabilmektedir. Yukarı doğru olan hava akımında, hava girişi için cephenin alt bölgesinde havalandırma açılımı bulunmaktadır. Aşağı doğru olan hava akımında ise, hava girişi tavan bölgesinde veya cephe en üst noktasında oluşturulabilmektedir. Bu havalandırma biçiminde,

cephesine boşluğuna geçen hava odada ısınarak yükselen kirli havadır. Cephe boşluğunda, güneş ışınlarının da etkisiyle daha çok ısınarak havalandırma sistemine bağlanmaktadır.



Şekil 3.5 İklim cephesinde yukarı (A) ve aşağı (B) doğru oluşturulan hava akımı (BBRI , 2002)

İklim cephesinde güneş denetim düzenekleri, iki katman arasında yerleştirilmektedir. Böylece güneş ışınları, iç cepheye gelmeden ara bölgede denetlenebilmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Ara bölgede tasarlanan düzenekler, yapı dışında uygulananlara göre yapım, bakım ve onarım nedenleriyle daha düşük maliyet gerektirir (Hensen vd., 2002). İklim cephesinde boşlukta oluşturulan hava akımını engellemek için kumaş veya dikey güneş denetim düzeneklerinin kullanımı daha doğrudur (Compagno, 2002).

İklim cephesinde iç katman tek cam, dış katman ise yalıtımlı camdan oluşmaktadır. İki katman arasındaki boşluk genellikle 130-200 mm arasındadır. İki katman da sadece temizlik ve bakım amaçlı açılabilir tasarlanmaktadır. Kullanıcılar tarafından açılabilirdiği örnekler de bulunmaktadır. Ancak bu durum cephe boşluğunda oluşturulan hava akımını bozabilmektedir (BBRI, 2002).

Bu cephe sistemleri, yapının dış çevresiyle ilişkisini kopararak doğal havalandırmaya izin vermemektedir. Olumsuz olarak gözükürken bu durum; güvenliğinin önemli olduğu yapılarda, çok yoğun yol kenarında, gürültünün ve kirli havanın olduğu bölgelerde bulunan yapılar için gerek görülebilmektedir. İklim cephesi bu gibi özel durumlarda uygulanmakta ve oluşturduğu ara bölgeyle, yapının iç ve dış çevresi arasında bir denge sağlayabilmektedir (Lang ve Herzog, 2000).

İç ortam ısısına sahip havanın ara bölgede kullanılması ile, iç katmanda yapı içindeki sıcaklık ile ara bölgedeki sıcaklık arasındaki fark en aza indirilmiştir. Böylece, tüm hava koşullarında pencere yakınlardaki alanların kullanımını sağlamak ve ısısal konfor oluşumunu

kolaylaştırarak enerji tüketimini azalmaktadır (Compagno, 2002). Özellikle büro, kütüphane gibi yapılarda bu alanların kullanımı önem kazanmaktadır.

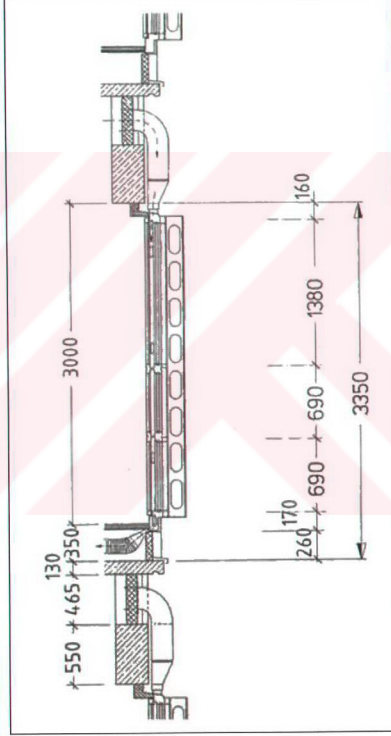
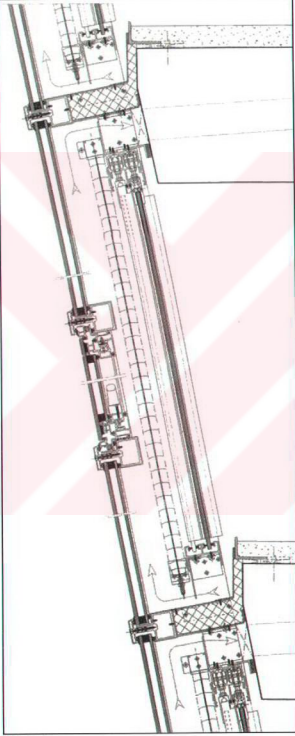
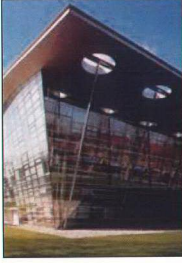
İki katman arasında ortam ısısına sahip bir tampon bölge oluşturulması ile yapı, dış hava koşullarına karşı korunmaktadır. Dış katman bu amaçla yalıtımlı cam olarak tasarlanmaktadır. Böylece, ısıtma mevsiminde ısı kayıpları en aza düşürülmektedir.

Dış katmanda; iç ve dış yüzeyde oluşan ısı farklılığı, soğuk havalarda yoğunlaşma sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bunu engellemek için çok soğuk kış günlerinde, mekanik havalandırma en düşük seviyesinde çalıştırılmalıdır (Saelens, 2002).

3.1.2 İklim Cephesinin Uygulamaları

Hollanda'da bulunan Delft Teknoloji Üniversitesi Kütüphane Yapısı cephesi, kat yüksekliğinde iklim cephesi ile örtülmüştür (Ek 1). İç katman tek cam, dış katman ise yalıtımlı camdan oluşturulmuştur. Ara bölge genişliği 140 mm dir. Yapıdaki hava ,cephe alt noktasında oluşturulan boşlukla iki katman arasına geçmektedir. Güneş ışınlarıyla ısınarak yükselen hava, en üst noktada havalandırma sistemine bağlanmaktadır. Güneş denetim düzeneği yatay paletlerden oluşturulmuştur. Katmanlar temizlik ve bakım için açılabilir tasarlanmışlardır. İklim cephesi bu kütüphane yapısında çalışma alanlarının görsel ve ısısal konforunu sağlamak amacıyla uygulanmıştır. Böylece pencere yakınlarındaki çalışma alanları yıl boyu kullanılabilir (Şekil 3.6, A) (Compagno, 2002).

Richard Rogers tarafından Londra'da tasarlanan Lloyd's Büro Yapısı, iklim cephesinde iç katman tek; dış katmanı çift camdır (Ek 1). İki katman arası boşluk 40 mm dir. Odada ısınan hava, tavandaki sistemle cephe boşluğuna aktarılmakta, burada ters hava akımı ile cephe alt noktasından havalandırma sistemine bağlanmaktadır. High-Tech mimarinin özelliklerine sahip yapıda iklim cephesi havalandırma bileşenleri cepheden okunabilmektedir. Cephe iç ve dış katmanı açılabilir tasarlanmıştır. Büro alanlarında pencere yakınlarının ısısal konforunu artırarak, yıl boyunca kullanımını sağlamaktadır. Kışın ara bölge bir ısısal tampon gibi çalışarak, yapının ısı kayıplarını düşürmektedir (Şekil 3.6, B) (Compagno, 2002).



A. Delft Teknoloji Üniversitesi Kütüphane Yapısı, Mecanoo Mimarlık, 1992/1998, Hollanda

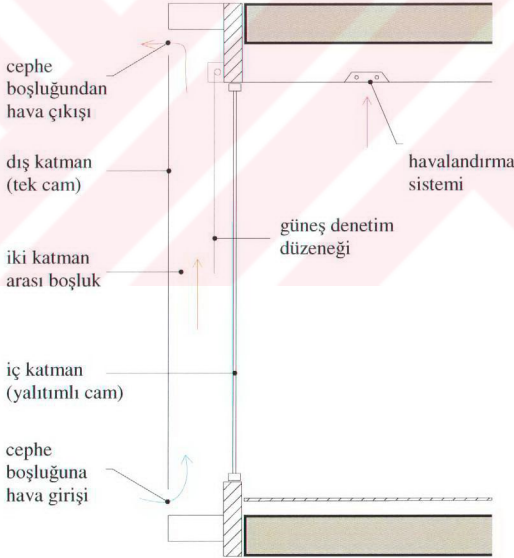
B. Lloyd's Büro Yapısı, Richard Rogers ve Ortakları, 1978 / 1986, Londra

Şekil 3.6 İklim cephesi örnekleri (Compagno,2002)

3.2 Çift Cephe Sistemi (Double-Skin Facades)

Çift cephe sistemleri, iki katman arasındaki ara bölgenin yapı dış ortamı ile ilişkili olduğu sistemlerdir. Ara bölgenin havalandırılması; dış hava perdesi, hava desteği veya hava çıkışı biçiminde olabilmektedir. Bu sistemler yapının tamamen doğal olarak havalandırılmasına izin verdiği gibi, yapının dışa açılımlarının olmadığı örnekleri de bulunmaktadır.

Çift cephe sisteminde; dış katman tek cam, iç katman ise yalıtımlı camdan oluşturulmaktadır. İki katman arasındaki boşluk farklı boyutlarda tasarlanabilmektedir. Ara bölge yapı yüksekliğinde olabileceği gibi, kat yüksekliğinde veya belirlenmiş üniteler büyüklüğünde yatay veya dikey bölünebilmektedir. Çift cephe sisteminin bileşenleri Şekil 3.7'de kat seviyesinde uygulanmış örneğinde verilmiştir. Bu sistemlerde iki katman arasında hava giriş ve çıkışı cephe alt ve üst bölgelerinde oluşturulan havalandırma açıklıklarından gerçekleşmektedir. Bu aralıklar için farklı ayarlı çözümleri uygulanmaktadır.

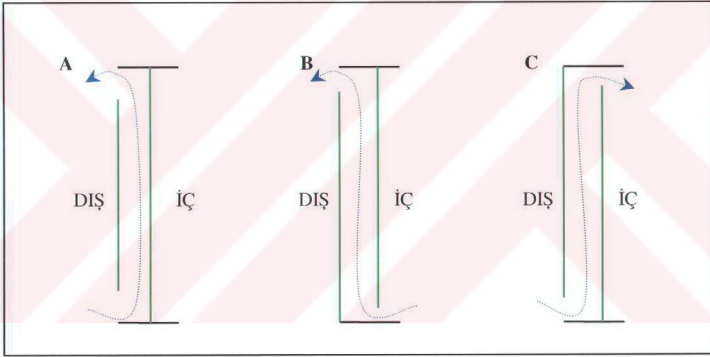


Şekil 3.7 Çift cephe sistemi ve iki katman arasında oluşan hava akımı

3.2.1 Çift Cephe Sisteminin Özellikleri

Çift cephe sistemi 1980 yılı sonlarında ortaya çıkmıştır ve bugün en çok kullanılan çift katmanlı giydirme cephe türüdür (Lang ve Herzog, 2000). Çift cephe sisteminin ana farkı, iç katman ve dış katman arasındaki ara bölgenin dış ortam havası ile havalandırılmasıdır. Kurulan cephede dış katmanın işlevi, temel olarak ara bölgeyi ve iç katmanı hava koşullarından korumaktır. Bu doğrultuda cepheyi oluşturan bileşenler değişmektedir. Cephenin iç katmanı yalıtımlı camdan, dış katmanı ise tek camdan oluşturulmaktadır. İki katman arası boşluk genellikle 1000 mm’i geçmemektedir.

Bu cephelerin havalandırması; Şekil 3.8’de gösterildiği gibi dış hava perdesi, hava çıkışı veya hava desteği olarak tasarlanmaktadır. İki katman arasına gelen hava, ısınarak yükselmekte ve dışarı atılmaktadır. Bazı uygulamalarda, ara bölgenin bittiği bölgeye ısı değiştirici sistem (*heat-exchanger*) yerleştirilmesi ile ısınan havadan enerji kazanılabilmektedir (Compagno, 2002).



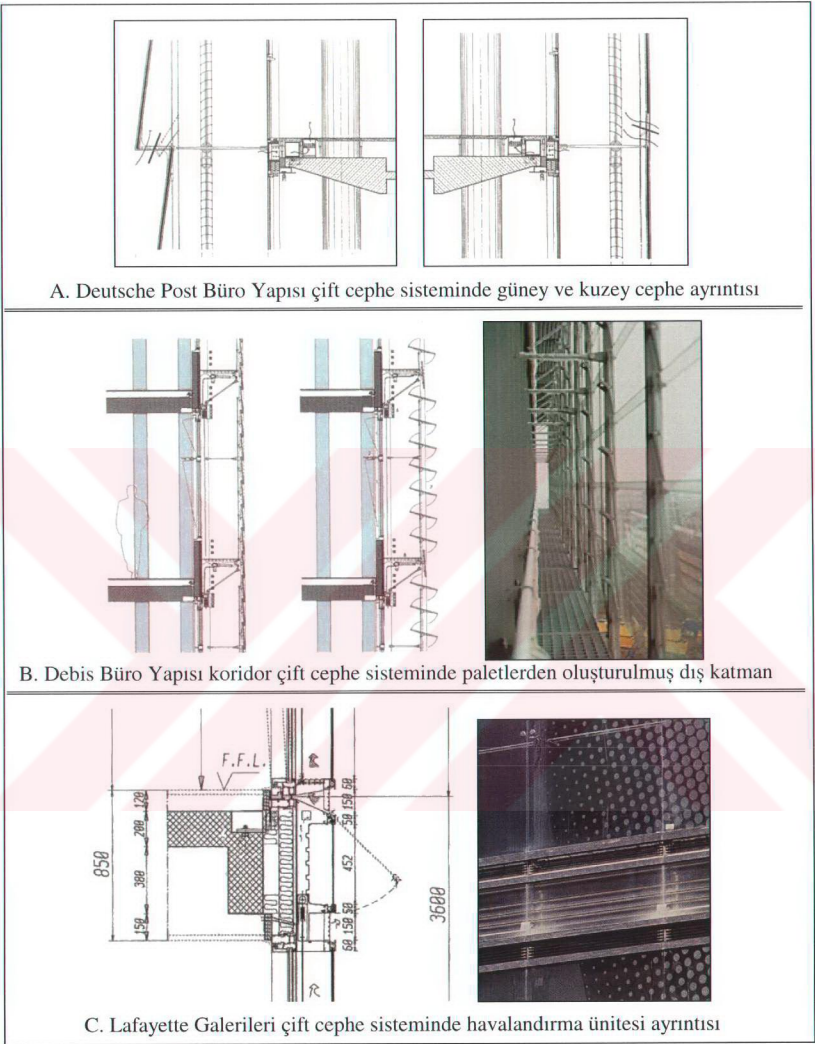
Şekil 3.8 Çift cephe sisteminde havalandırma biçimleri (BBRI, 2002):
dış hava perdesi (A), hava çıkışı (B) ve hava desteği (C)

Çift cephe sistemlerinde, dış ortamdan iki katman arasına hava girişi ve çıkışını sağlamak için dış katmanda havalandırma açıklıkları oluşturulmaktadır. Bu aralıklar uygulamalara bakıldığında farklı biçimlerde ayrıntılandırılmıştır. Genel olarak üç farklı türde uygulanmaktadır:

1. Dış katman üzerinde oluşturulmuş basit çözümler (Şekil 3.9, A)
2. Tüm dış katmanın paletlerden oluşturulduğu çözümler (Şekil 3.9, B)
3. Özel olarak oluşturulmuş havalandırma üniteleri (Şekil 3.9, C)

Özel olarak tasarlanmış havalandırma açıklıkları ses yalıtımı açısından diğer türlere göre daha iyi ses yalıtımı sağlamaktadır (Straube ve Straaten, 2001). Farklı üç türe ait örnekler Şekil 3.9'da verilmiştir. Bunlardan ilki (A), Deutsche Post Büro Yapısının çok katlı çift cephe sistem kesitidir (Ek 2.1). Cephede dokuz kat boyunca devam eden boşluğun havalandırılması için, her kat seviyesine merkezi sistemle yönetilen paletler yerleştirilmiştir. Berlin'de bulunan koridor çift cephe sistemi uygulanmış ikinci örnek Debis Büro yapısı (B) ise, dış katman %70 açılabilen cam paletlerden oluşturulmuştur (Ek 2.2). Genellikle tek üniteli çift cephe sistemlerinde görülen özel çözümlü havalandırma üniteleri (C), Berlin'de Lafayette Galerileri alışveriş merkezi cephesinde uygulanmıştır (Ek 2.3). Bu çözümden ayrıca 150 mm yüksekliğindeki hava giriş ve çıkış açıklıkları arasında dükkanların reklamlarını içeren ışıklı bir pano düşünülmüştür. Bu yapılarla ilgili bilgiler Eklerde sunulmuştur.

Dış çevreyle ilişkili olan çift cephe sistemleri, yazın yapının gece havalandırılmasına (*night-time ventilation*) olanak vermektedir. Gece havalandırılması ile yazın, yapıda biriken ısı ortadan kaldırılmakta ve bu şekilde soğutma yükü azaltılabilmektedir. İkinci katmanın dış çevre koşullarına karşı koruma sağlaması yanında; yoğun yağmur, rüzgar, yangın, yağuşma oluşumu, yapıda oluşabilecek kirlilik, aşırı soğutma vb. farklı koşullarla da karşılaşılabilmektedir. Bu nedenlerle gece havalandırılmasının denetlenebilmesi için dış açıklıklar merkezi bir sistemle yönlendirilmelidir (Brager ve deDear, 2000; Steck ve Paasen, 2003).



Şekil 3.9 Çift cephe sisteminde dış katmanda tasarlanan havalandırma açılımları

(Gibbs, 2003; Compagno, 2002)

Çift cephe sistemlerinde, iki katman arasındaki boşluk dış ortamla havalandırılmaktadır. Anayol üzerinde, gürültü ve hava kirliliğinin olduğu bölgelerdeki yapılarda iç katman tamamen kapalı tasarlanabilmektedir. Böylece yapı yılın tamamında mekanik olarak

havalandırılmaktadır. Genellikle ana cephe önüne bir giydirme cam cephe kurulması ile çok katlı çift cephe sistemi olarak tasarlanan bu sistemler, büyük ayrıntı çözümleri gerektirmediğinden diğer sistemlere göre yapım maliyetleri daha düşüktür. Enerji tüketimi açısından olumsuz olarak görülmektedir. Ancak, istenilen ses yalıtım değerlerine ulaşılrken, ısı yalıtımı açısından da tek katmanlı geleneksel cepheye göre daha iyi bir sonuç vermektedir:

- İkinci katman güneş ışıını miktarını iç cepheye gelmeden azaltmaktadır (Bartak vd., 2001).
- Güneş denetim düzeneklerinin iki katman arasındaki boşluğa yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece, güneş ışıını miktarı iç cephe dışındaki boşlukta azaltılabilmektedir (Hensen vd., 2002).
- Yapılan bilgisayar simülasyon ve testlerinde boşlukta oluşan doğal hava akımının, güneş ışıınından kaynaklanan ısıyı %25 ortadan kaldırılabildiği göstermektedir (Compagno, 2002).

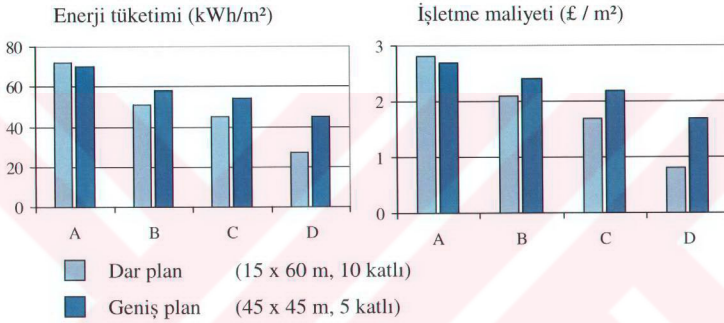
Ana cephenin açılabilir tasarlandığı yapılarda ise, ikinci katmanın denetimli olarak açılması ve ara boşluğun sağladığı olumlu etkilerle yapı yılın çoğunda doğal olarak havalandırılmaktadır. Enerji tüketimi bu şekilde en aza indirilirken, ses yalıtım değeri 5-30 dB artırılabilir (Lang ve Herzog, 2000). Bu sistemler, bugün özellikle yüksek yapılarda uygulanmaktadır. İkincil cephe, dışarıya kapalı yüksek yapılarda dış ortamla ilişki sağlayarak iklimlendirme için harcanan enerji tüketimini azaltabilmektedir. Ancak, dış katmanda hava giriş ve çıkışı için bulunan havalandırma açıklıklarının boyutları sistemin çalışabilmesinde büyük önem taşımaktadır (Evans, 1997).

Sistemin doğru çalışmasını sağlamak ve verimini arttırmak amacıyla, oluşan hava akımları ve değişkenleri hesaplamak ve tahminde bulunmak için simülasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Yapılan testlerde alınan sonuçlara göre yapının yaşam boyunca cepheden nasıl etkileneceği bulunabilmekte ve doğru çözümlere ulaşılabilir. Özellikle çok katlı yapıların doğal havalandırılmasında, iklim koşullarına göre iki katman arasındaki boşluktaki hava değişimleri ve cephenin bu doğrultuda yönetilmesi büyük önem taşımaktadır (Hensen vd., 2002). Dış ortam koşullarına uyum sağlayabilecek şekilde yönlendirilen ve yapının enerji tüketimini azaltan cepheler, “Akıllı Cepheler” olarak adlandırılmaktadır (Compagno, 2002). Bu cephe sistemlerinin uygulanmış çeşitli çözümlerinde, yapının %70 e varan oranda doğal olarak havalandırılabilirdiği görülmektedir.

Wigginton ve McCarthy tarafından yapılan araştırmada, dar ve geniş planlı iki yapı, farklı cephe türlerine göre ısıtma ve soğutma yükleri, enerji tüketimi ve işletme maliyeti açısından

grafiklerle değerlendirilmiştir. Geleneksel tek katmanlı cepheli, mekanik havalandırılan yapının (A) ve çift katmanlı iklim cephesi (B), yapının mekanik olarak havalandırıldığı çift cephe sistemli (C) ve yapının doğal olarak havalandırıldığı çift cephe sistemli dar ve geniş planlı yapıların enerji tüketimi ve işletme maliyeti Şekil 3.10'daki grafikte verilmiştir (Wigginton ve McCarthy, 2000).

- İçte güneş denetim düzenekli dış çevreye kapalı tek katmanlı cepheli yapı
- İklim cephesine sahip yapı
- Yapının mekanik olarak havalandırıldığı çift cephe sistemli yapı
- Yapının doğal olarak havalandırıldığı çift cephe sistemli yapı



Şekil 3.10 Farklı cepheler türlerinin enerji tüketim ve işletim maliyetleri (Wigginton ve McCarthy, 2000)

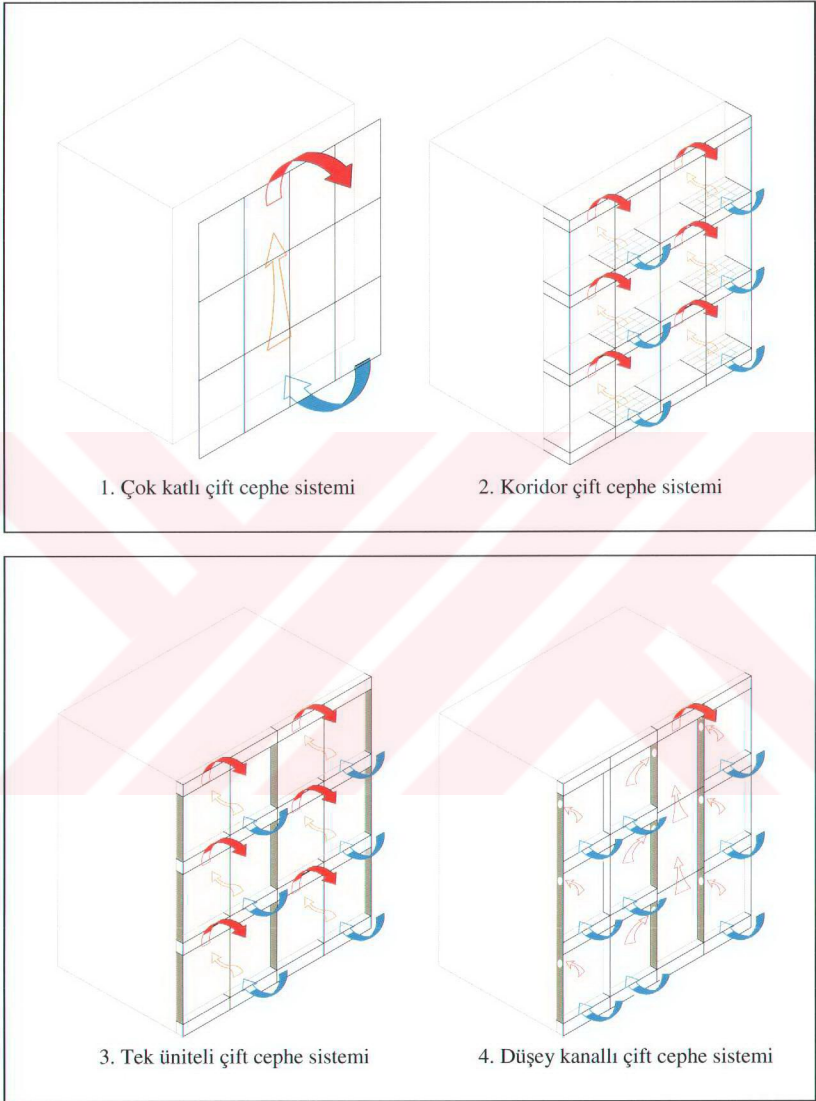
Tek katmanlı geleneksel cepheli yapılarla karşılaştırıldığında çift katmanlı giydirmeye cepheler, yapının enerji tüketimi ve işletim maliyetini belirli oranlarda düşürmektedir. Doğal havalandırmaya izin veren çift cephe sistemi, yapının mekanik havalandırıldığı çift cephe sistemine göre enerji tüketimini geniş planlı yapılarda %20, dar planlı yapılarda ise % 40 azaltılabilmektedir. Çift cephe sisteminde iç katmanın dışarıya kapalı olması, enerji tüketimini ve işletim maliyetini yükseltmektedir. Ancak yapının işlevinden doğan farklı gereksinimlere göre (yüksek ses yalıtım değeri istenmesi, güvenlik nedenleri vb.), doğal havalandırılmasından vazgeçilebilmektedir.

Çift cephe sistemleri, iki katman arasındaki boşluğun yatay veya düşeyde bölünmesi ile farklı biçimlerde oluşturulabilmektedir. Bugün tüm bu sistemler uygulanmadan önce araştırmalar ve testler yapılmakta ve cephe sistemi yapının bir parçası olarak düşünülmektedir.

3.2.2 Çift Cephe Sisteminin Sınıflandırılması

Çift cephe sistemleri, çift katmanlı giydirmeye cephelerde iki katman arasındaki bölgenin dış ortam havası ile havalandırıldığı sistemlerdir. Cephe üzerindeki ara boşluğun yatay ve düşeyde bölünerek, giderek özelleşmesi ile farklı ayrıntı ve özelliklere sahip çift cephe sistemleri oluşturulabilmektedir (Paassen ve Steck, 2000). Bu doğrultuda çift cephe sistemleri, sistem oluşumuna göre dörde ayrılmaktadır (BBRI, 2002). Bu sistemlerin havalandırma biçimleri ve cephe biçimlenişleri Şekil 3.11’de verilmiştir:

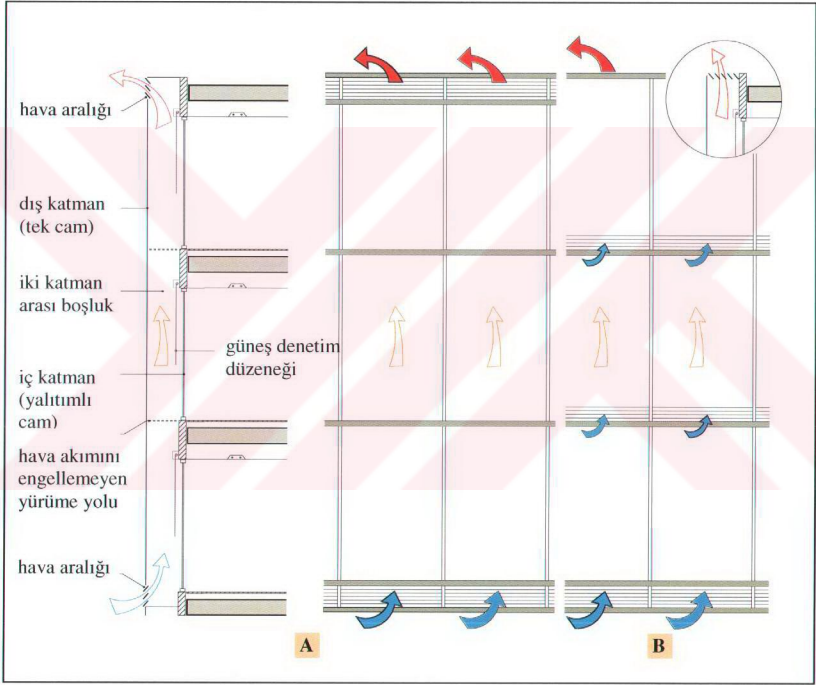
- Çok katlı çift cephe sistemi, ara bölgenin tüm yapı boyunca devam ettiği sistemlerdir.
- Koridor çift cephe sistemi, ara bölgenin yatayda kat seviyesinde bölündüğü sistemlerdir.
- Tek üniteli çift cephe sistemi, ara bölgenin yatayda kat seviyesinde, düşeyde ise belirlenen genişlikte bölündüğü sistemlerdir.
- Düşey kanallı çift cephe sistemi, oluşturulan ara bölgelerin, tüm yapı boyunca devam eden bir bacaya bağlanması ile baca etkisiyle çalışan sistemlerdir.



Şekil 3.11 Çift cephe sistemleri

3.2.2.1 Çok katlı çift cephe sistemi

Çok katlı çift cephe sistemleri, iki katman arasındaki boşluğun yapı boyunca devam ettiği kurgu olarak en basit çift cephe sistemlerdir. Tüm çift cephe sistemleri gibi iç katman yalıtımlı cam, dış katman ise tek camdan oluşturulmaktadır. Katmanlar arası boşlukta bakım ve onarımın yapılabilmesi için, kat seviyesinde hava akımını engellemeyecek yürüme yolları yerleştirilmektedir. Temiz hava cepheye yapının en alt noktasından girmekte, ısınarak yükselen hava cephenin en üst noktasından dışarı atılmaktadır (Şekil 3.12)

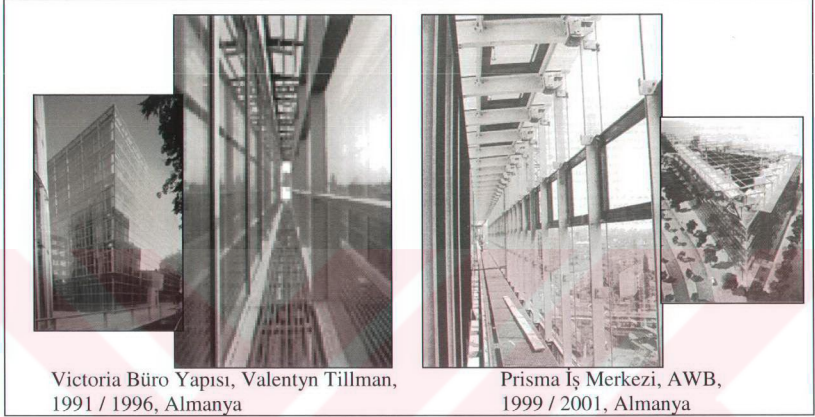


Şekil 3.12 Çok katlı çift cephe sistem oluşumu

Çok katlı çift cephe sisteminin özellikleri:

Bu sistemlerde, sabit dış katman üzerinde cephe boşluğuna hava giriş ve çıkış için havalandırma açıklıkları oluşturulmaktadır. Cephe boşluğuna hava girişi, yapının en alt noktasında, hava çıkışı ise çatıdan gerçekleşmektedir. Bazı örneklerde, bu açıklıklar katmanlar arasına hava girişi için her kat seviyesinde de uygulanmaktadır (Şekil 3.12, B). Cephede yapı

üst noktasındaki havalandırma açılımları, Şekil 3.13’deki gibi farklı biçimlerde tasarlanabilmektedir. Hava çıkışı Victoria Büro yapısında paletlerden, Prisma İş merkezinde ise merkezi sistemle yönlendirilen pencerelerden sağlanmaktadır. Her kat seviyesinde cephe boşluğu boyunca hava akımını engellemeyecek yürüme yolları yerleştirilmiştir (Akkaya, 2001; Compagno, 2002).



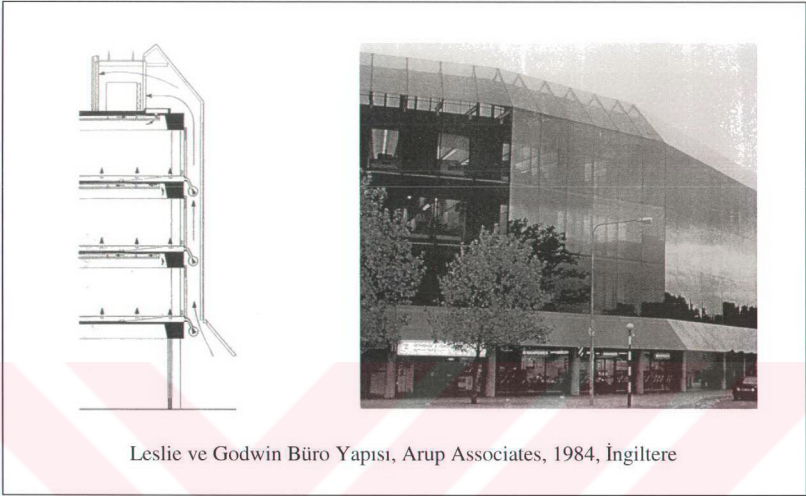
Şekil 3.13 Cephe boşluğu ve yapının üstünde oluşturulan açılımlar
(Akkaya, 2001; Compagno, 2002)

Isıtma mevsiminde, havalandırma açılımları kapatılarak, cephe bir ısısal tampon gibi çalışmakta ve yapının ısıtma yükünü düşürebilmektedir (BBRI, 2002). Yazın ise boşluk sıcaklığı çok yüksek olabilmekte ve üst katlarda istenmeyen ısı birikimi oluşturabilmektedir. Çok katlı çift cephe sisteminden en iyi verim az katlı yapılarda sağlanabilmektedir.

İki katman arasındaki boşluğun yapı boyunca bölüntüsüz devam etmesi, yangın yayılımı açısından olumsuzdur. Boşluk, yangın ve dumanın kattan kata daha hızlı yayılımına neden olmaktadır (Begeç ve Savaşır, 2004). Bu sistemin yangın güvenliği için özel çözümler gerektirmesi, yapım maliyetini yükseltmektedir.

Boşlukta ısınarak yükselen havadan, çatıya yerleştirilen bir ısı değiştirici (*heat-exchanger*) ile enerji kazanılabilmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Leslie ve Godwin Büro yapısının Şekil 3.14’deki sistem kesitine bakıldığında, boşluğun çatıda yerleştirilen üniteye bağlandığı görülmektedir. Yapı, tamamen mekanik olarak havalandırılmakta, iç katman ise temizlik ve bakım amaçlı açılabilir. Kışın ısı değiştirici ünite kullanılmakta, yazın ise gerekli

görülmendiğinden çatıda oluşturulan açıklımlarla ısınan hava cepheden atılmaktadır (Compagno, 2002).



Leslie ve Godwin Büro Yapısı, Arup Associates, 1984, İngiltere

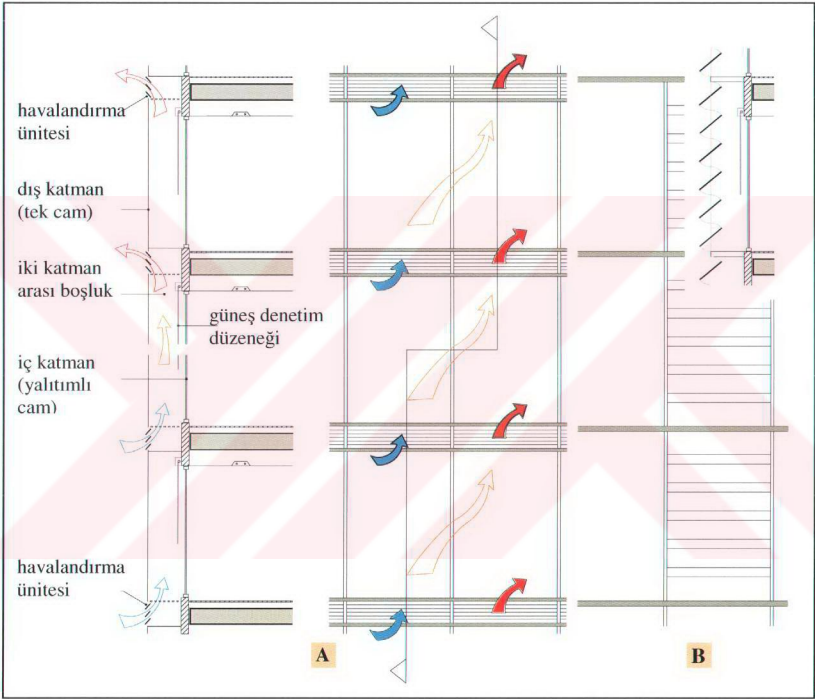
Şekil 3.14 Çok katlı çift cephe sisteminin ısı değiştiriciye bağlanması (Compagno, 2002)

Bu sistemler, dış katmanda diğer sistemlere göre fazla havalandırma açıklımları bulundurmadığından özellikle gürültünü yoğun olduğu bölgelerde uygulanmaktadır (Bilgiç, 2002). Bazı örneklerde çok katlı çift cephe sistemi, sadece gürültüye maruz kalan tek cephede de görülebilmektedir. Ancak, mekanlar aynı ara boşluğa açıldığından yapı içi ses yalıtımı iyi sağlanamamaktadır. Bu durum, ses yalıtımının önemli olduğu yapılarda, mekanik havalandırmayı zorunlu kılabilir (Lang ve Herzog, 2000).

Bu doğultuda, çok katlı çift cephe sistemleri yoğun gürültü veya duman bulunan bölgelerde, yapıyı dış ortamdan ayırabilmek için uygulanabilecek en uygun çift cephe sistemidir. Dış katman üzerindeki açıklımlar sınırlı olduğundan, ses yalıtımı en iyi düzeyde sağlanmaktadır. Bunun yanında diğer çift cephe sistemlerine göre daha az ayrıntı gerektirdiğinden maliyeti daha düşüktür. Ancak, bu sistemlerin verimli çalışabilmesi için az katlı yapılarda uygulanması gerekmektedir.

3.2.2.2 Koridor çift cephe sistemi

Koridor çift cephe sistemleri, iki katman arasındaki boşluğun kat seviyesinde bölündüğü sistemlerdir. Tek cephede uygulanabildiği gibi, yapıyı tüm kat boyunca bir koridor gibi saran örnekleri de bulunmaktadır. Her kat seviyesinde boşluğa hava giriş ve çıkışı sağlayan havalandırma üniteleri bulunmaktadır (Şekil 3.15, A). Bazı çözümlerde de, Şekil 3.15'de B kesitindeki gibi dış katman tamamen paletlerden oluşturulabilmektedir.



Şekil 3.15 Koridor çift cephe sistem oluşumu

Koridor çift cephe sisteminin özellikleri:

En çok kullanılan çift cephe sistemlerindedir (Lang ve Herzog, 2000). Bu sistemlerde, cephe boşluğu bir kat yüksekliğindedir. Çok katlı çift cephe sistemine göre, koridor cephe sistemindeki yatay bölünme mekanlar arası ses yalıtımı, yangın güvenliği ve havalandırma açısından olumlu sonuçlar vermektedir (BBRI, 2002). Ancak, daha fazla ayrıntı gerektirdiğinden maliyeti daha yüksektir.

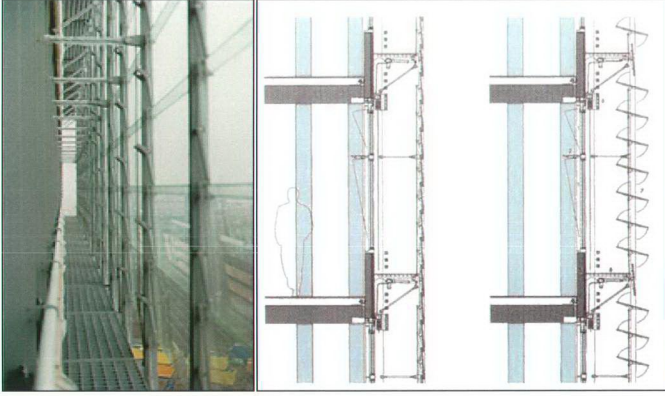
Cephe boşluğunun havalandırılması için, havalandırma üniteleri, her bir katın alt ve üst noktalarına yerleştirilmektedir. Bu açılımlarda, bir kattan çıkan ısınan havanın diğer kata geçmesini engellemek için üniteler Şekil 3.15'de A örneğindeki gibi şaşırtmalı olarak yerleştirilmektedir (Lang ve Herzog, 2000).

Bazı uygulamalarda dış katman tamamen paletlerden oluşturulmaktadır. Paletler hava koşullarına göre yönlendirilebilir tasarlanmaktadır. Almanya'da 21 katlı Debis Büro Yapısında uygulanan sistemle, yapıda yılın %60 'ında doğal havalandırma sağlanabilmektedir (Şekil 3.16, A) (Compagno, 2002).

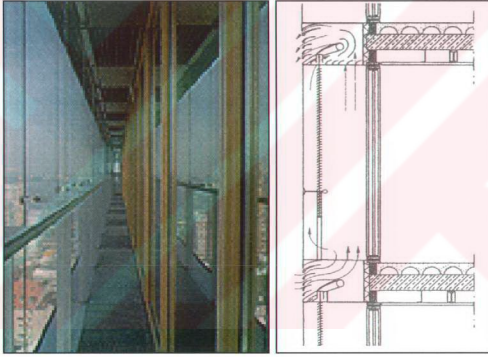
Cephede oluşturulan yatay bölüntülerle, hava değişimi her katta olabilmekte, böylece çok katlı çift cephe sistemine göre daha iyi bir havalandırma sağlanabilmektedir (Begeç ve Savaşır, 2004). Bu özelliğiyle koridor çift cephe sistemi, yüksek yapılarda doğal havalandırmaya izin vermektedir. Böylece yüksek yapılarda enerji tüketimi azaltılarak, işletim maliyeti düşürülmektedir. Bu sistemle Almanya Düsseldorf'ta uygulanan 19 katlı City Gate Yapısında yılın %70'inde doğal havalandırma sağlanabilmektedir (Şekil 3.16 B) (Compagno, 2002).

Sistemin yapıyı tamamen sardığı örneklerde, cephelerin farklı rüzgar basıncına maruz kalmaları, cephe boşluklarında basınç farklılıkları doğurabilmektedir. Bu durum, iç katman açıldığında doğal havalandırmayı engelleyecek oranda olmasa da sorun yaratabilmektedir (BBRI, 2002).

Katlar önünde açık koridor yaratılması, yapıda bitişik mekanlar arasında ses iletimine neden olabileceğinden iç katman, ses yalıtımını en iyi düzeyde sağlayacak özelliklere sahip olmalıdır (Bilgiç, 2002).



A. Debris Büro Yapısı, Renzo Piano ve Kohlbecker , 1991/1997, Berlin

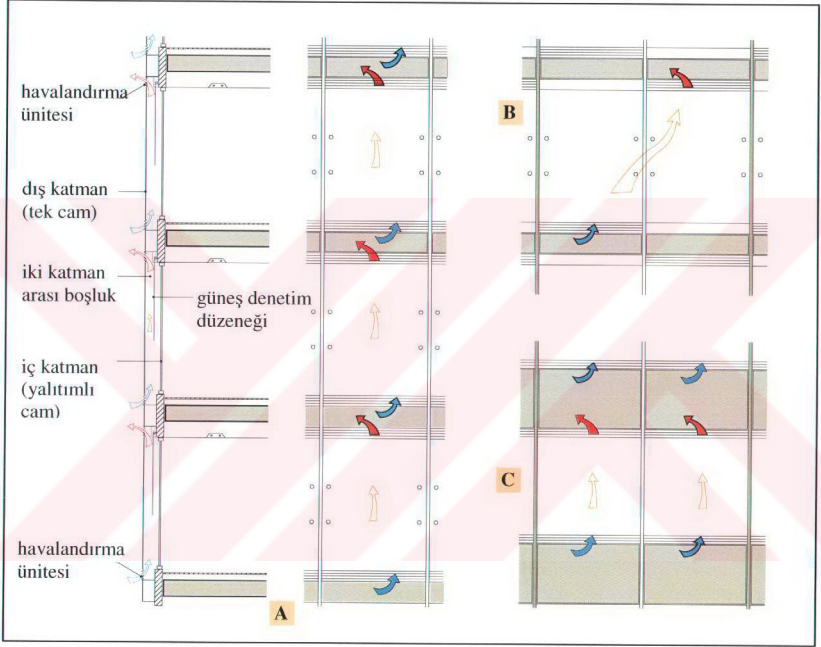


B. City Gate Yapısı, Petzinka, Pinka ve Ortakları, 1991/1997, Düsseldorf

Şekil 3.16 Farklı tasarlanmış koridor çift cephe sistem ayrıntıları (Compagno, 2002)

3.2.2.3 Tek üniteli çift cephe sistemi

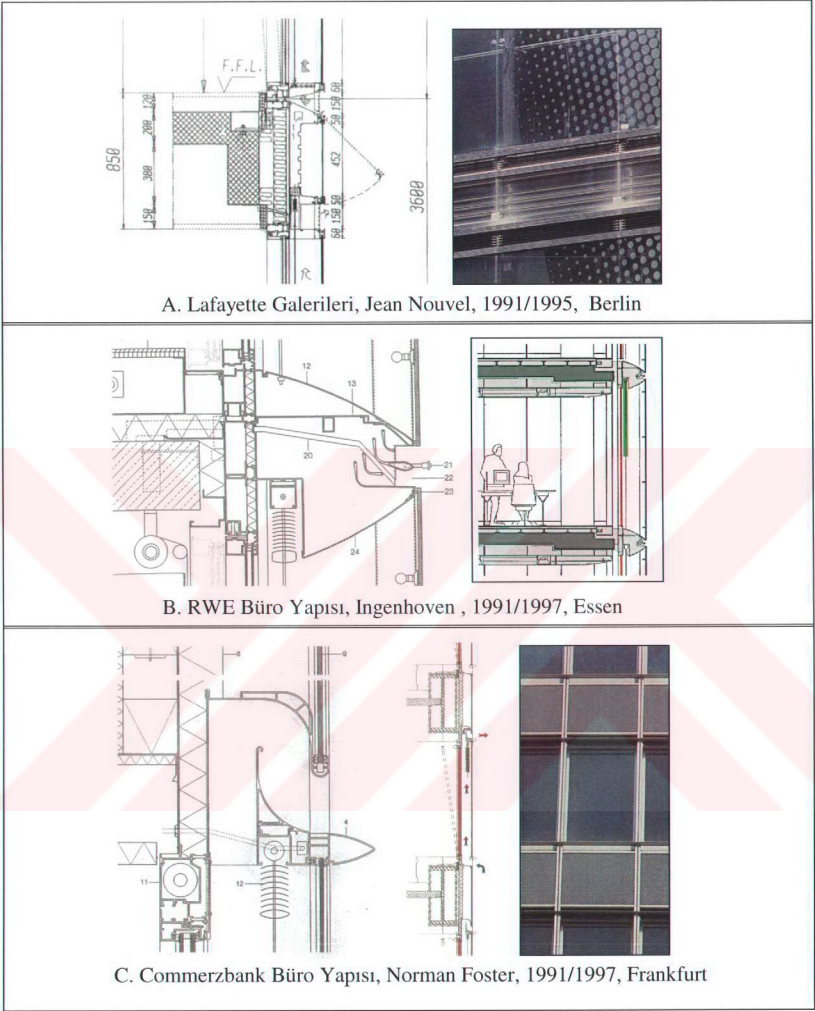
Tek üniteli sistemler, yatayda ve düşeyde bölünmüş çift cephe sistemleridir. Yatayda kat seviyesinde uzanan cephe, düşeyde ise çoğunlukla mekanlar arasında bölünmektedir. Dış katman tek cam, iç katman ise yalıtımlı camdan oluşturulmaktadır. İki katman arası boşluk ortalama 200 mm dir. Cephede yatay bölünmeler, cepheye hava giriş ve çıkışını sağlayan özel tasarlanmış havalandırma üniteleri ile gerçekleşmektedir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Tek üniteli çift cephe sistem oluşumu

Tek üniteli çift cephe sisteminin özellikleri:

Bu sistemlerde genellikle dış katman sabittir ve cepheye hava girişi ve çıkışı, özel olarak tasarlanmış havalandırma ünitelerinden sağlanmaktadır. Dış katmanın alt ve üst noktalarına yerleştirilerek iki katman arasındaki boşluğu yatayda bölen bu ünitelerin farklı çözümleri Şekil 3.18'de verilmiştir.

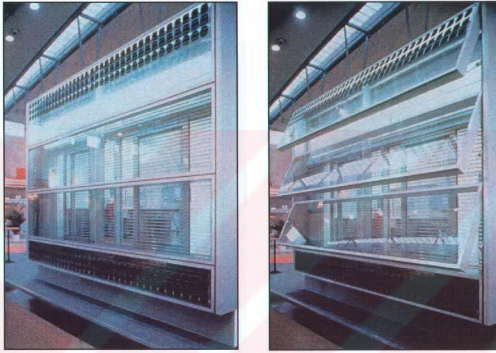


Şekil 3.18 Farklı havalandırma üniteleri ayrıntıları (Architectural Review,1998)

Havalandırma üniteleri, pencere yüksekliğinde veya kat seviyelerinde oluşturulabilmektedir. Ancak, havalandırmada bir kattan ısınarak yükselen kirli havanın üst kattaki tek üniteli çift cephe sistemine geçmesini engellemek için, hava giriş ve çıkışları üst üste gelmeyecek biçimde Şekil 3.17'de B örneği gibi şaşırtmalı olarak tasarlanmalıdır (Lang ve Herzog, 2000).

Özellikle kat seviyelerinde tasarlanan havalandırma üniteleri, bu açıdan yapının sağlıklı havalandırılmasını önleyebilmektedir.

Dış katman, bazı uygulamalarda paletlerden de oluşturulabilmektedir. Norman Foster tarafından yarışma projesi için tasarlanmış bir cephenin prototipi Şekil 3.19 'da verilmiştir. Cephe boşluğuna hava giriş ve çıkışı paletler arasından gerçekleşmektedir. Tek üniteli çift cephe sisteminin dış katmanı üç paletten oluşturulmuştur. Dış ortam koşullarına göre belirlenen havalandırma biçimine göre yönlendirilerek açılıp, kapatılabilmektedir (Compagno, 2002).



Şekil 3.19 Paletlerle oluşturulmuş tek üniteli çift cephe sistemi (Compagno, 2002).

Tek üniteli çift cephe sistemleri, her bölümün kendi içinde bağımsız olarak havalandırılması ve havanın boşluk içinde alacağı yolun kısa olması nedeniyle diğer çift cephe sistemlere göre daha sağlıklı havalandırma gerçekleştirmektedir (Begeç ve Savaşır, 2004). Bu doğrultuda üniteler düşeyde mekanlar arasında bölünerek oluşturulduklarında, her mekanın kendi çevresel denetimini sağlayabilmesi ile en etkili sonuç alınmaktadır (Bilgiç, 2002).

Ayrı pencere ünitelerinden oluşturulmuş boşluk, düşey bölünmelerle gürültü ve duman iletimini azaltmaktadır. Bu nedenle ayrıca bir yangın önlemi gerektirmemektedir (Begeç ve Savaşır, 2004). Her ünitenin kendi içinde çalışması nedeniyle, mekanlar arası ses yalıtımı da diğer sistemlere göre çok yüksektir.

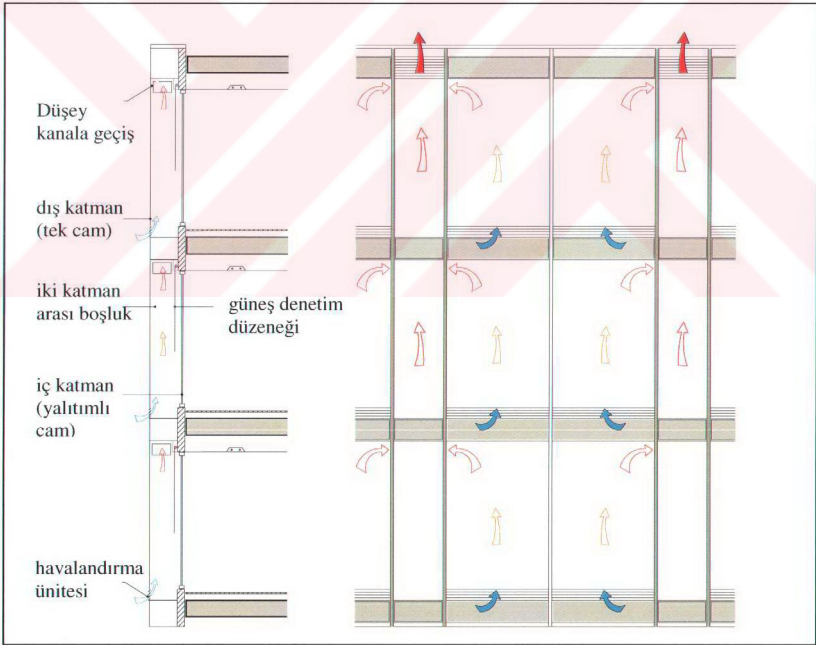
Çok sıcak hava koşullarında iki katman arasındaki ara bölgede ısı yoğunluğu oluşabilme riski, cephedeki sık havalandırma açıklıkları ile en aza indirilmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Bu

nedenle, kat seviyesinde bölünmemiş diğer çift cephe sistemleri ile karşılaştırıldığında, yapının soğutma yükünü azalttığı görülmektedir (Hensen vd, 2002).

Tek üniteli çift cephe sistemleri, bugün en çok yüksek yapılarda doğal havalandırma sağlamak için kullanılmaktadır. Sistem oluşumu diğer çift cephe sistemlerine göre daha fazla ayrıntı gerektirmektedir. Bu nedenle sağladığı olumlu özelliklere rağmen, maliyeti diğer sistemlere göre yüksektir.

3.2.2.4 Düşey kanallı çift cephe sistemi

Bu cephe sistemleri, tek üniteli veya koridor çift cephe sistemiyle, çok katlı cephe sisteminin birleşimidir. Oluşturulan tek üniteli çift cepheler, düşeyde kesintisiz devam eden kanallarla beraber çalışmaktadır. Cephe boşluğuna hava girişi her kat seviyesinde olmaktadır. Burada ısınan hava yükselerek boşluğun en üst noktasında oluşturulmuş aralıktan düşey kanala geçmektedir. Düşey kanallarda baca etkisiyle ısınan hava, dışarı atılmaktadır (Şekil 3.20).



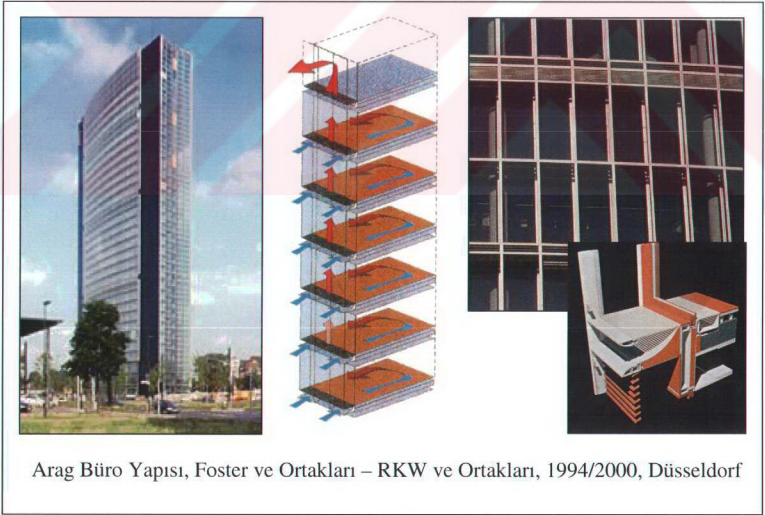
Şekil 3.20 Düşey kanallı çift cephe sistem oluşumu

Düşey kanallı çift cephe sisteminin özellikleri:

Yapı yüksekliği boyunca devam eden çift cephe sistemiyle, kat yüksekliğinde bulunan çift cephe sisteminin birleşimidir. Yapı yüksekliğindeki düşey kanal, her iki yanında bulunan tek üniteli sistemdeki kirli hava için bir baca gibi çalışmaktadır. Düşey kanalda baca etkisiyle oluşan hareketlilik, en alt katlardaki hava akımını desteklemektedir (Compagno, 2002). Tek üniteli çift cephe sisteminin, düşey kanalla birleşimi kat seviyesinin en üst noktasında oluşturulmuş boşlukla sağlanmaktadır.

Bu sistemler, yapının gereksinimine göre farklı cephe türlerinin bir arada kullanımı ile yeni çözümler getirmektedir. Bu çözümlerle düşey kanallı sistem yüksek yapılarda uygulanabildiği gibi, ses yalıtım değerini de 30 dB'e kadar düşürebilmektedir. Arag Büro Yapısı ve Halensee Büro Yapısı düşey kanallı çift cephe sistemiyle çözülmüş farklı iki örnektir (Ek 2.4):

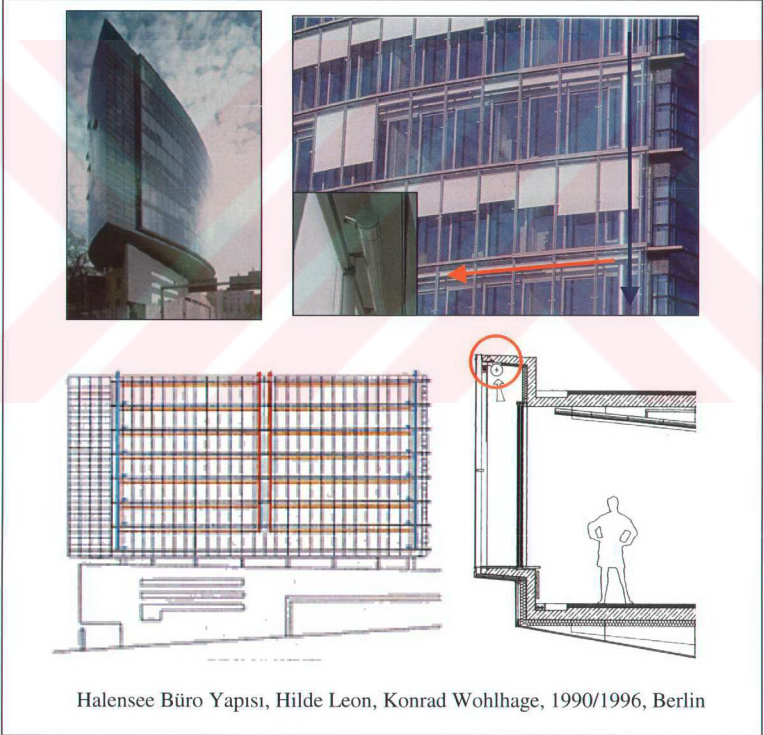
- Düşey kanallı çift cephe sistemi, yüksek yapılarda cephenin bölümlere ayrılmasıyla uygulanabilmektedir. Almanya 'da 125 m yüksekliğindeki Arag Büro Yapısı, düşey kanallı çift cephe sisteminin uygulandığı her biri yedi katlı beş bölüme ayrılmıştır (Şekil 3.21). Sistemin kurulma amacı; alt katlarda yoğun yol gürültüsünü engellemek, üst katlarda ise doğal havalandırmayı sağlamaktır (Compagno, 2002).



Şekil 3.21 Yüksek yapıda bölümlere ayrılarak uygulanmış düşey kanallı çift cephe sistemi

(Compagno, 2002)

- Düşey kanallı sistemin farklı bir örneği Berlin'de otoyol kenarında konumlanan bir büro yapısında, yoğun gürültü ve dumandan korunmak için, yol kenarındaki cephede uygulanmıştır (Şekil 3.22). Dış katman tamamen kapalı tutulmuştur. Cephede boşluğa hava alımı düşey kanallarla çatıdan gerçekleşmektedir. Cephenin her iki köşesinde yer alan düşey kanallarla mekanik olarak çekilen hava, koridor çift cephe sistemiyle oluşmuş her kata, kat seviyesinde verilmektedir. Burada ısınarak yükselen hava, katların üst noktasına yerleştirilen borular yoluyla, cephenin orta bölümünde bulunan, kullanılmış havanın dışarı atılmasını sağlayan düşey kanala bağlanmaktadır. Cephede havalandırılması mekanik olarak yönlendirilmektedir. Bu sistemle yapıya gelen ses düzeyi 30 dB düşürülmüş ve çatıdan temiz havanın alınması sağlanmıştır (Space Modulator, 2000).



Şekil 3.22 Temiz havanın çatıdan alındığı düşey kanallı çift cephe sistemi
(Space Modulator Dergisi, 2000)

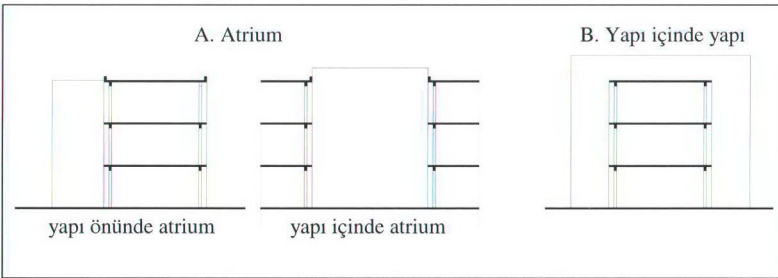
Düşey kanallı çift cephe sistemleri, diğer çift cephe sistemleriyle karşılaştırıldığında, yangın güvenliği ve mekanlar arasındaki ses yalıtımı açısından iyi sonuç vermemektedir. Ayrıca, temiz ve ısınmış kirli havanın karışımı gibi sorunlar çıkartabilmektedir (Lang ve Herzog, 2000).

Sistemin çalışabilmesi açısından düşey kanalda baca etkisini sağlamak, büyük önem taşımaktadır. Hava akımı tersine dönerse ısınan hava kat yüksekliğindeki boşluklara geri dönebilmektedir. Bu nedenle düşey kanalın yüksekliği sınırlı olmalıdır. Bu sınırın belirlenmesinde, düşey kanalın ve yapının uzunluğu, hakim rüzgar yönü vb. özelliklere göre her yapı için ayrı hesaplamalar yapılmalıdır (Compagno, 2002). Bunun yanında, baca etkisinin yeterli olmadığı durumlarda, düşey kanalın üst kısmına yerleştirilen fanlar vasıtasıyla mekanik olarak hava akımı oluşturulabilmektedir (BBRI, 2002).

Dışa açılımlarının diğer sistemlere göre az olması nedeniyle, yüksek ses yalıtım değeri istenen yapılarda tercih edilmelidir (Begeç ve Savaşır, 2004). Aynı zamanda baca etkisi sınırlı bir yükseklik gerektirdiğinden ve düşey kanalda üst katlardaki hava sıcaklığının yüksek olması nedeniyle bu cephe kurgusu az katlı yapılar için daha uygundur (Bilgiç, 2002).

3.3 İklim Holleri

İklim holleri, yapı ana cephesinin önünde büyük genişlik bırakılarak ikinci bir katmanın uygulanmasıyla oluşan çift katmanlı giydirme cephelerdir. Bölünmemiş bu cepheler, atrium ve yapı içinde yapı (*building in building*) olarak iki şekilde oluşturulmaktadır (Şekil 3.23).



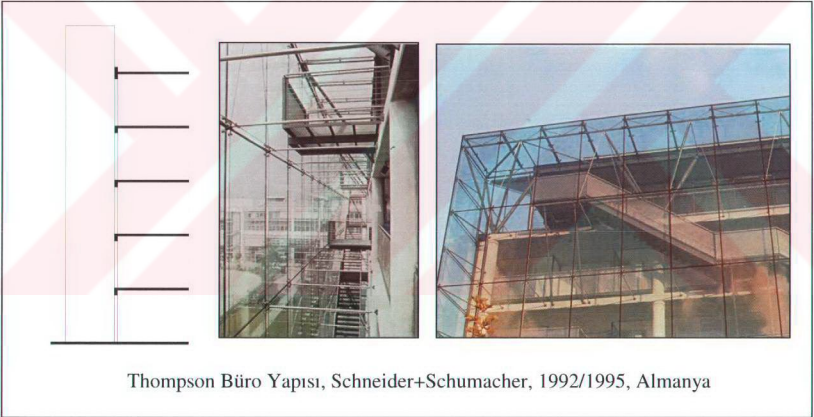
Şekil 3.23 Yapılarda iklim holleri

İklim hollerinin özellikleri:

İklim holleri, yapı ana cephesi önünde büyük bir alan yaratarak, çift katmanlı diğer cepheler gibi, yapı içi ile dışı arasında bir ara bölge oluşturmaktadır. Bu ara bölge, yapı önünde, yapı içinde veya yapı etrafında olabilmektedir.

İklim holleri, ısı kayıplarını düşürmekte ve güneşten pasif ısı kazancı sağlamaktadır. Isınan havanın üst kısımlarda birikmesi sorununa karşı, bu alanlarda dışa açılımlar yapılmaktadır. Zeminden alınan temiz hava ısınarak yükselmekte ve üst noktada yerleştirilen açıklıklardan dışarı atılmaktadır. Bu tür sistemlerde, büyük açık alan oluşumunun yapı içi sesin yayılmasına neden olması yanında, yangın güvenliği açısından olumsuz özelliklere sahiptir (Lang ve Herzog, 2000; Compagno, 2002).

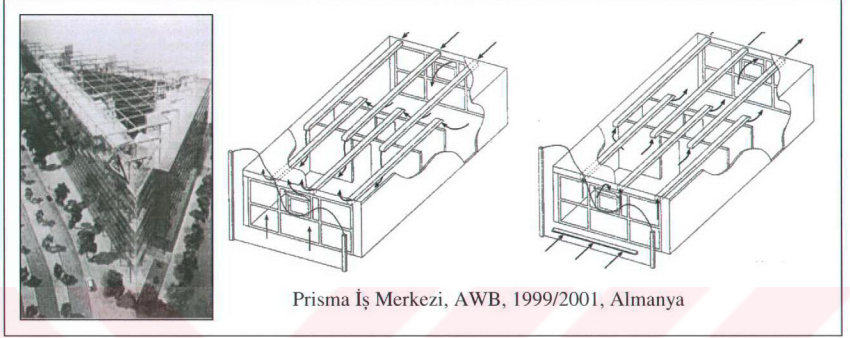
Yapının önünde veya içinde oluşturulan atriumlar; kafeterya, konferans salonu gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Aynı zamanda yapı önünde kurulu atriumlar kış bahçesi olarak da bilinmektedir (Şekil 3.24).



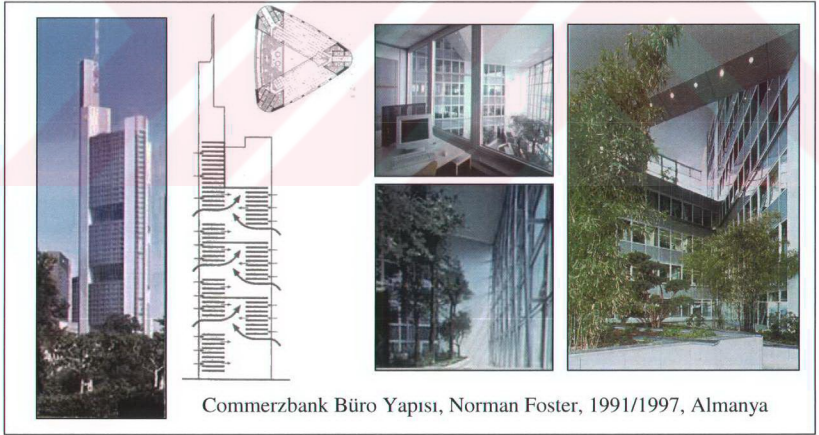
Şekil 3.24 Yapı önünde kurulu atrium (Compagno, 2002)

İki katman arasında oluşturulan alanlar, yapının doğal havalandırılmasında diğer çift katmanlı giydirme cephelerle beraber çalıştırılabilir. Almanya'da bulunan Prisma İş merkezinde üçgen yapının ortasında bulunan atrium ile güney cephedeki çift katmanlı cephe arasında yatay kanallar yoluyla hava akımı oluşturulmakta ve yapının doğal havalandırılması sağlanabilmektedir (Şekil 3.25) (Akkaya, 2001). Çift cephe sistemiyle atriumun yapının doğal havalandırılmasında beraber çalıştığı diğer örnek Norman Foster tarafından tasarlanan 60 katlı

Commerzbank Büro yapısıdır. Havalandırma yönteminde, yapı ortasındaki atrium cam bölmelerle dört bölgeye ayrılmıştır. Her bölgede üç adet kış bahçesi bulunmaktadır. Böylece her bölge kendi içinde yapı içi atrium, kış bahçesi ve çift cephe sistemiyle bağımsız olarak havalandırılmaktadır (Şekil 3.26) (Architectural Review,1998).



Şekil 3.25 Yapı içinde kurulu atriumla çift cephe sistem arasında oluşturulmuş havalandırma kanalları (Akkaya, 2001)



Şekil 3.26 Yüksek bir yapıda yapı içindeki atriumun doğal havalandırmanın bir parçası olması (Architectural Review,1998)

Yapı içinde yapı sisteminde, ikinci cephe bir veya birkaç yapıyı içermektedir. Bu sistemlerde, kışın güneşten pasif ısı kazancı ile yapıların ısı kayıpları azaltılmaktadır. Isınan hava tüm

yapıyı sarmaktadır. Sıcak günlerde ise, cephenin alt ve üst noktasındaki açılımlarla ısı birikimi önlenebilmektedir. İkinci katmanla kazanılan alan farklı işlevlerle kullanılabilir (Lang ve Herzog, 2000).

Az katlı yapılardaki uygulamalarıyla bilinen iklim holleri, bugün yüksek yapılarda yapı içi hava dolaşımının sağlanmasında büyük rol oynamaktadır.



4. ÇİFT KATMANLI GIYDIRME CEPHELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çift katmanlı giydirmeye cepheler, cephe biçimlenişleri ve havalandırma biçimlerine göre iklim cephesi, çift cephe sistemi ve iklim holleri olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Tezde amaçlanan çift katmanlı giydirmeye cephelerin sınıflandırılması ve bu sistemlerin çeşitli özelliklerinin belirlenerek, tasarım aşamasında yapı bütünüyle beraber çalışacak, yapının gereksinmelerine karşılık gelecek en doğru sistem seçiminin sağlanabilmesidir. Bu doğrultuda yapılan değerlendirmeye iklim holleri alınmamıştır.

Çift katmanlı giydirmeye cephe türlerinin değerlendirilmesi, farklı cephe türlerinin kendilerinden beklenen nitelikleri gösterme oranlarına göre yapılmıştır. Bu amaçla, öncelikle *cepheye etki eden etmenler, *cepheden beklenen gereksinimler ve *sistem karşılaştırılmasında ele alınacak niteliklerin belirlenmesi gereklidir.

4.1 Çift Katmanlı Giydirmeye Cephelerin Değerlendirilmesine Etki Eden Etmenler

Çift katmanlı giydirmeye cephelerin değerlendirilebilmesi için, öncelikle cepheye etki eden çevresel etmenler belirlenmelidir.

Yapı, oluşturduğu yapma çevrede yaşamını sürdürecektir kullanıcıların gereksinmelerine yanıt vermelidir. Çevresel Etmenler yapıda oluşan iç ve dış çevreye göre; *kullanıcıya, *doğal ve yapma çevreye, *üretim kaynaklarına ve *siyasa, yasa ve kurumlara bağlı etmenler olarak dörde ayrılmaktadır (Balanlı,1997). Yapı kabuğu oluşturulmasında, doğal ve yapma çevre sistemine bağlı etmenler “öncelikli etmenler” olarak değerlendirilmektedir (Arıoğlu, 1995). Çalışmada farklı cephe türlerinin değerlendirilmesi amaçlandığından, sadece doğal ve yapma çevreye bağlı etmenler ele alınmaktadır.

Doğal ve Yapma Çevreye Bağlı Etmenler

Dış çevredeki iklimsel koşulların etkilerini denetleyerek, yapma çevreye aktarılmasında rol oynayan yapının en önemli ögesi yapı kabuğudur (Manioğlu, 1995). Doğal ve yapma çevreye bağlı etmenler, cephenin oluşturulmasında öncelikli etmenlerdir. Bunlar yapı iç ve dış çevresindeki koşullar doğrultusunda belirlenen; ses, ısı, yangın, etki hareket ve davranışlar, su-nem, ışık, gazlar ve maliyet ile ilgili etmenlerdir. Bu etmenler aşağıda sıralanmaktadır (Balanlı,1997; Arıoğlu, 1995):

*Ses ile ilgili etmenler;

Darbe sesi, gürültü, dış ortam (trafik vb.), ...

*Isı ile ilgili etmenler;

Güneş ısısı, dış sıcaklık, iç sıcaklık, ...

*Etki-hareket ve davranışlar;

Kendi yükü, kullanma yükü, yüklerden oluşan kuvvetler, ...

*Su-Nem ve diğer sıvılarla ilgili etmenler;

Yağış rejimi, su basıncı, hava nemi, ...

*Işık ile ilgili etmenler;

Gün ışığı, yapay ışık, ışınlar, ...

*Gazlar ile ilgili etmenler;

Hava, gaz, havalandırma, ...

*Maliyet ile ilgili etmenler;

Gereç maliyeti, işçilik maliyeti, nakliye, ...

4.2 Çift Katmanlı Giydirmeye Cephelerin Değerlendirilmesinde Gereksinmelerin Belirlenmesi

Çift katmanlı sistemlerin ilk örneği olan çift doğramalı cepheler, 1903 yılında uygulanmaya başlamıştır. Bu sistem, ısıcamın bulunmasından önce ısı ve ses yalıtımına bir çözüm olarak görülmüştür (Sev ve Özgen, 2003). Çift katmanlı giydirmeye cepheler ise, tek katmanlı sistemlerin istenilen konfor koşullarını sağlayamaması ve 1973 yılındaki petrol krizi ile yapılarda enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kullanımının ön plana çıkmasıyla gelişmeye başlamıştır.

Çevresel etmenler, yapıdaki gereksinmeleri belirlemektedir ve sonuçta bu gereksinmelere en iyi karşılık verebilecek niteliklere sahip çözümler aranmaktadır. Çift katmanlı giydirmeye cepheler, cepheden beklenen gereksinmeler doğrultusunda bir çözüm önerisi olarak ortaya çıkmıştır. Bu anlamda, cepheden beklenen gereksinmelerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Öke tarafından yapılan çalışmada, giydirmeye cephe sisteminin tasarımı “morfolojik analiz ve sentez” yöntemi uygulanarak; problem analizleri *karar konuları, *amaçlar ve *etkenler başlıkları altında sıralanmaktadır. Bu çalışmaya göre yapı cephesi tasarımında amaçlar aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Öke, 1999):

*Dış etkenlerin engellenmesi

Rüzgar, yağmur, nem, hava kirliliği, gürültü, manyetik fırtına etkileri

*Konfor sağlanması

Yapay iklim optimum şartların sağlanması, doğal aydınlatma

*Manzara hakimiyeti

*Enerji ekonomisi

*Dışarıdan görenlerde istenen etkilerin uyandırılması

*Mala ve cana yönelen kötü niyetli eylemleri engelleme

*Sağlamlık, dayanıklılık

İklim ve çevre etkileri, yangın vb.

Rich ve Dean; yapının verimliliğini, her bir yapı ögesine etki eden etmenlere bağlı olarak değerlendirmekte ve yapıdan beklenen özellikleri;

*Stabilite,

*Sızdırmazlık,

*En az enerji kullanımı,

*İç mekanda sağlıklı havalandırma ve yüksek hava kalitesi sağlama,

*Gölgeleme sağlamak için komşu yapılardan, ağaç ve bitkilerden yararlanma,

*Tüm yıl boyunca konforlu bir iç iklim sağlama,

*Güneş enerji kazancı ve sağlıklı bir mekan için gün ışığından yararlanma,

*Yeniden kullanılabilirlik,

*Yangına karşı dayanımlı ürünlerin kullanımı,

*Yangın alarm sistemlerinin bulunması,

*Güvenli bir yapı olması ve

*Üretim aşamasında kullanılan enerjiyi azaltabilen ürün ve tekniklerinin kullanımı

olarak sıralamaktadır (Çetiner, 2002).

Doğal ve yapma çevreye bağlı etmenler doğrultusunda, çift katmanlı giydirme cephelerin değerlendirilmesinde ön plana çıkan gereksinimler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

- Doğal havalandırma
- Doğal aydınlatma
- Rüzgara dayanıklılık
- Ses geçirimsizlik

- Yangına dayanıklılık
- Maliyet
- Enerji korunumu

*kışın ısı enerjisi (güneş enerjisinden yararlanma)

*yazın soğutma enerjisi (güneşten korunma)

4.2.1 Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma sağlanabilmesi; konfor koşulları, kullanıcı sağlığını koruma, kullanıcı memnuniyeti ve ayrıca mekanik havalandırmanın azaltılması ile enerji tasarrufunun sağlanması açısından önemlidir (Sev ve Özgen, 2003). Oluşturulan yapma çevrenin içinde yaşayacak olan kullanıcının verimliliğinin istenen düzeyde olması, en önemli gereksinimlerden biri olan iklimsel konforun ne ölçüde sağlanabildiğine bağlıdır (Manioğlu, 1995).

4.2.2 Doğal Aydınlatma

Gün ışığı ile aydınlatma, her zaman görsel konfor koşullarını sağlamamaktadır. Yapı içi aydınlığı, cephedeki doluluk boşluk oranları, cam nitelikleri, doğrama nitelikleri gibi özellikler belirlemektedir (Şerefhanoglu, 1995). Çift katmanlı giydirme cephe sistemlerinde ikinci katman yapının doğal aydınlatılmasında olumsuz görülebilmektedir.

4.2.3 Rüzgara Dayanıklılık

Rüzgar, cephe yüzeyinde oluşturduğu basınçla panel birleşim noktalarını, yağmur girişini, hava sızıntısı ile ısısal direnci düşürerek ısı kayıplarını arttırmaktadır (Çetiner, 2002). Çift katmanlı giydirme cephelerde, dış cephe üzerindeki iki katman arasındaki boşluğa açılan hava aralıklarının yerlerinin belirlenmesi ve ayrıntılandırılması büyük önem taşımaktadır.

4.2.4 Ses Geçirimsizlik

Yapılarda işitsel konforun sağlanmasında gürültü denetimi yapı kabuğunun niteliği ve hacmin işlevi önemli rol oynamaktadır. Yapı kabuğunda ses yalıtımı için en zayıf noktalar cam alanlarıdır (Şerefhanoglu, 1995). Çift katmanlı giydirme cephelerde ise ikinci katman yapı dışı gürültüyü engellerken, iki katman arasındaki boşluk farklı bir ses yalıtım çözümü gerektirebilmektedir.

4.2.5 Yangına Direnim

Giydirme cephelerde kullanılan ürünlerden alüminyum, dolgu bileşenleri ve ısı yalıtımı için kullanılan gereçlerin erime noktası düşük değerlerdedir. Bu nedenlerle birleşim noktalarının dolgularla oluşturulması ve kat seviyelerinde yangın tutucular kullanılması yangın dayanımının artırılması için bir çözüm olarak görülmektedir (Güzel ve Sönmez, 2002).

Çift katmanlı giydirme cephelerde iki katman arasındaki boşluğun boyutları, yangın ve duman yayılımı açısından büyük önem taşımaktadır.

4.2.6 Maliyet

Maliyet, üretim ve işletme maliyeti olarak iki aşamada ele alınmaktadır. Üretim maliyeti, cephe bileşenlerinin özelliklerine, oluşturdukları sistemin ayrıntılarına vb. özelliklerine bağlıdır. İşletme maliyeti ise, cephenin bakım ve onarım maliyetlerini içermektedir. Yapı dış kabuğu, yapı içi ve dışını birbirinden ayırması ile, büyük oranda iklimlendirmeyi içeren işletme maliyetini etkilemektedir.

Çift katmanlı giydirme cepheler, yapı önüne kurulan ikinci bir cephe ile üretim maliyetini büyük oranda yükseltmektedir. Ancak, bu sistemler iklimlendirmede sağladıkları enerji tasarrufu ile işletme maliyetini düşürmektedir.

4.2.7 Enerji Korunumu

Özellikle petrol kriziyle ortaya çıkan dünyadaki enerji kaynaklarının yetersizliği ve bunun sonucu pahalılığı sorunu enerji ekonomisinin kaçınılmaz olduğunu göstermiştir (Manioğlu, 1995). Bugün gelişmiş ülkelerde, konut ve büro tipi yapılarda harcanan enerji, ülkelerinin toplam enerji harcamasının %40'ına ulaşmaktadır. Yapılarda, en büyük enerji tüketimi iklimlendirme ve aydınlatma gereksiniminden doğmaktadır (Okutan, 2000). Bu doğrultuda yapılarda enerji korunumu konusu büyük önem kazanmaktadır.

Yapı iç ve dış çevresi arasında ilişki kuran en önemli öge yapı kabuğudur. Cephede enerji korunumu; bir cephenin yapıdaki ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine en az düzeyde görev yüklemesiyle gerçekleşmektedir (Çetiner, 2002).

Çift katmanlı giydirme cephelerde enerji korunumu; ısıtma ve soğutma yüklerinin azaltılabilmesi ile sağlanmaktadır. Bu sistemler, oluşturdukları tampon bölge ile güneş enerjisinden oluşan ısıyı kışın verimli bir şekilde kullanabilmektedir. Sıcak dönemde ise, çift cephe sistemi ile yapının doğal havalandırılmasına izin verebilmektedir.

4.3 Çift Katmanlı Giydirme Cephelerden Beklenen Nitelikler ve Sistemlerin Karşılaştırılması

Gereksinmeler doğrultusunda belirlenmiş cepheden beklenen nitelikler aşağıda açıklanmaktadır. İklim cephesi ve çift cephe sistemi bu başlıklar altında karşılaştırılarak değerlendirilmektedir. İklim holleri bu değerlendirmeye alınmamıştır.

4.3.1 Doğal Havalandırma Sağlaması

Çift katmanlı giydirme cepheler, yapıların dış ortam ile dengeli bir ilişki kurabilmesi için bir ara bölge oluşturmaktadır. Her bir cephe türünün havalandırması farklı biçimlerde olmaktadır. Önemli olan doğal havalandırmanın sağlıklı biçimde sağlanabilmesidir.

- İklim cephesi, iç ortam havası ile mekanik olarak havalandırılmaktadır. Doğal havalandırmaya izin vermemektedir.
- Çift cephe sisteminde, boşlukta ısınan havanın üst katlarda birikmesi, havalandırmayı olumsuz etkilemektedir. Bu açıdan boşluktaki yatay bölünme önemlidir.
 - Çok katlı çift cephe sistemi, boşluğun yapı boyunca devam etmesi nedeniyle, ısınan hava boşluktan uzun süre atılamamaktadır ve üst katlarda doğal havalandırma sağlanamamaktadır. Bu nedenle az katlı yapılarda uygulanması daha doğrudur.
 - Koridor çift cephe sistemi, kat seviyesinde bölünmüş olduğundan ısınan hava, hemen o kattan dışarı atılabilmektedir. Boşluk bir kat boyunca devam etmektedir ve kullanıcılar tarafından iç katmanda pencere açılımı, mekanlar arasında ses iletimine neden olmaktadır. Her mekanın ayrı havalandırılmasına izin vermemektedir.
 - Tek üniteli çift cephe sistemi, koridor çift cephe sistemi gibi kat seviyesinde bölünmüştür. Ancak bu sistemlerde, her mekan kendi içinde bağımsız havalandırılmaktadır. Çift cephe sisteminde doğal havalandırmayı en iyi şekilde sağlayan sistemdir. Yüksek katlı yapılardaki bazı uygulamalarında yılın % 70'de doğal havalandırma yapılabilmektedir.
 - Düşey kanallı sistem, doğal havalandırmayı baca etkisiyle uygulamaktadır. Bu sistemin doğru çalışabilmesi için düşey kanalda ters basınç oluşmamalıdır. Bu sistemler, az katlı yapılarda daha iyi çalışmaktadır.

4.3.2 Doğal Aydınlatma Sağlaması

Çift katmanlı giydirme cephelerdeki ikinci katman, geleneksel tek katmanlı cephe türüne göre ışık geçirgenliğini yaklaşık %20 azaltmaktadır. Dış katmanın çerçevesi, güneş denetim düzenekleri, ara boşluğun genişliği vb. özellikler günışığı etkisini azaltabilmektedir. Bunun yanında, çift katmanlı sistemler büyük cam alanların kullanımına izin verebilmektedir (Saelens, 2002).

İklim ve çift cephe sistemi, sistem kurguları açısından doğal aydınlatmanın sağlanmasında büyük farklılıklar göstermemektedir. Bu nedenle, bu nitelik değerlendirmeye alınmamıştır.

4.3.3 Rüzgara Dayanım

Sistemi oluşturan bileşenlerin rüzgar yüklerine karşı yeterli dayanıma sahip olması gerekmektedir. Çift katmanlı giydirme cephelerde rüzgar yükü; sadece taşıyıcı sistem açısından değil, dışa açılımlı uygulamalarda yapının doğal olarak havalandırılmasını sağlamak açısından da çok önemlidir.

Çift katmanlı giydirme cephelerde, dışa açılımlı olan çift cephe sistemlerinde rüzgar etkisi, havalandırma açılımlarına ve boşluktaki yatay ve düşey bölünmelere göre değişiklik göstermektedir. Rüzgar, iki katman arasında rahatsız edici hava akımları oluşmasına, gürültüye vb. etkilerle sistemin çalışmasına engel olmamalıdır.

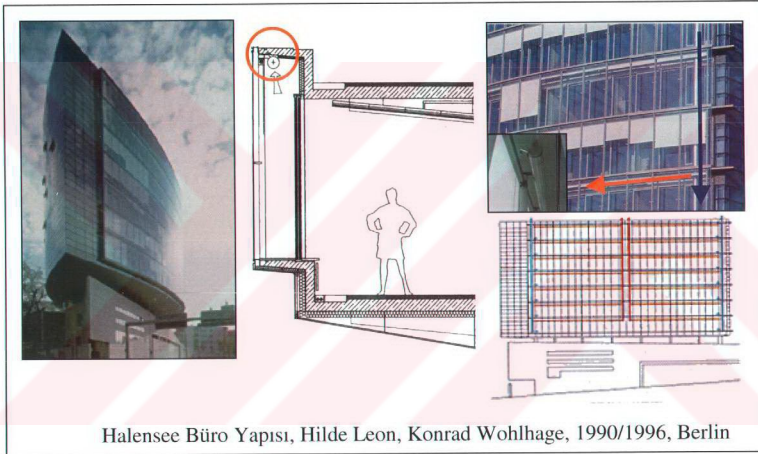
- Çok katlı çift cephe sisteminde, rüzgar yapı boyunca devam eden boşlukta rahatsız edici hava akımına neden olabilmektedir. Bu nedenle az katlı yapılarda uygulanması daha doğrudur.
- Koridor çift cephe sisteminde, farklı yönlerdeki cephelerin kat seviyesinde aynı boşluğa bakması nedeniyle basınç farklılıkları oluşabilmektedir.
- Tek üniteli çift cephe sistemi, özel olarak tasarlanmış havalandırma üniteleri ve hava boşluğunun boyutunun küçük olması nedeniyle rüzgardan en az etkilenen sistemlerdir.
- Düşey kanallı çift cephe sisteminde, rüzgar düşey kanaldaki baca etkisini tersine çevirebilmektedir. Bu nedenle az katlı yapılarda sistem daha iyi çalışmaktadır.

4.3.4 Ses Yalıtımı

Tek katmanlı bir cephe sistemine göre, çift katmanlı giydirme cepheler oluşturdukları ikinci katman ile ses yalıtım değerini 5-30 dB arttırabilmektedir (Lang ve Herzog, 2000). Bu

sistemlerde oluşan gürültü; yapı dışından, yapı içinden veya çift katmanlı giydirme cepheden kaynaklanabilmektedir (Saelens, 2002).

Yapı dışı gürültünün cepheye etkisi ikinci katman ile önlenebilmektedir. Bu noktada önemli olan havalandırma açıklıklarının cephedeki konumu ve boyutlarıdır. Dış katmandaki hava açıklıklarının kat seviyesinde düzenlenmesi, pencere seviyesinde düzenlenmesine göre 5 dB daha iyi yalıtım sağlayabilmektedir. Berlin’de otoyol kenarında yapılan Halensee Büro yapısında, otoyol gürültüsünü büro mekanlarına aktarmamak için, cephe düşey kanallı çift cephe sistemiyle çözülmüştür. İki katman arasındaki boşluğu hava alımı ve çıkışı çatıdan sağlanmaktadır ve hava aralıklarının sadece çatıya yerleşimi ile dış gürültü 30 dB düşürülebilmektedir (Şekil 4.1) (Space Modulator, 2000).



Şekil 4.1 Temiz havanın çatıdan alındığı düşey kanallı çift cephe sistemi
(Space Modulator, 2000)

Yapı içi ses dağılımı, iki katman arasındaki boşluğun yatay ve düşeyde bölünmesi ile ilişkilidir. Özellikle doğal havalandırma sağlanan yapılarda farklı mekanların aynı cephe boşluğuna açılması, yapı içi ses yalıtımını olumsuz etkilemektedir.

Cephe sisteminden kaynaklanan gürültü, cephelerin ayrıntılı araştırmalar yapılmadan uygulanmasından oluşmaktadır. Hava aralıkları, boşlukta yerleştirilen güneş denetim düzenekleri gibi cephe bileşenlerinin yanlış tasarımı yada boşlukta oluşabilecek büyük hava akımları yapıda istenmeyen seslere neden olabilmektedir.

- İklim cephesi, iki katman arasındaki boşluğun iç ortam havasıyla havalandırıldığı sistemlerdir. Dış katman kapalı olarak tasarlanmakta ve yapı mekanik olarak havalandırılmaktadır. Çift katmanlı giydirme cepheler arasında en iyi ses yalıtımını iklim cephesi sağlamaktadır. Pencere yüksekliğinde ya da kat yüksekliğinde tasarlanan iklim cephesi, yapı içi sesin dağılımına olanak vermemektedir. Bunun yanında iki katman arasındaki boşluk mekanik olarak havalandırıldığından, sistemden kaynaklanan gürültü oluşma olasılığı düşüktür.
- Çift cephe sistemlerinde, dış katmandaki havalandırma açıklıkları ve iki katman arasındaki boşluğun bölünmesi ses yalıtım değerini etkilemektedir.
 - Çok katlı çift cephe sistemlerinde, havalandırma açıklıklarının yerleşimi nedeniyle diğer çift cephe sistemlerine göre ses yalıtım değeri daha yüksektir. Ancak, doğal havalandırmanın yapıldığı yapılarda, farklı mekanların aynı cephe boşluğuna açılması, mekanlar arasında sesin yayılmasını kolaylaştırır. Boşluğun yapı boyunca devam etmesi, bazı durumlarda hava akımını güçlendirebilmekte ve cephe sistemi gürültü oluşturabilmektedir. Bu sistemler, az katlı yapılar için uygundur.
 - Koridor çift cephe sistemi, havalandırma açıklıklarının kat yüksekliğinde oluşturulması nedeniyle çok katlı çift cephe sistemine göre daha düşük bir ses yalıtım değerine sahiptir. Aynı katlardaki mekanlar arasında ses iletimi oluşabilmektedir. Hava boşluğunun yapıyı bir kat boyunca sardığı örneklerde, dört cephedeki rüzgar basıncı farklılıkları, çok düşüğe olsa gürültüye neden olabilmektedir.
 - Tek üniteli çift cephe sisteminde, iki katman arasına hava giriş ve çıkışı, özel tasarlanmış ve her kat seviyesine yerleştirilmiş havalandırma ünitelerinden sağlanmaktadır. Cephenin ses yalıtım değeri, koridor çift cephe sistemiyle benzerdir. Ancak, boşluğun yatay ve düşeyde bölünmesi sayesinde, mekanlar arasında ses yayılımı oluşmamaktadır. Tek üniteli çift cephe sistemi, genellikle yüksek yapılarda uygulandığından havalandırma ünitelerinin boyutları önemlidir. Uygun tasarımlar yapılmadığında ara boşluğa hava giriş ve çıkışlarında rüzgardan kaynaklanan gürültü oluşabilmektedir.
 - Düşey kanallı çift cephe sistemi, ses yalıtım değeri açısından tek üniteli sistemlerle benzerdir. Ancak, mekanda oluşan sesler düşey kanal yoluyla yayılabilmektedir.

4.3.5 Yangın Direnimi

Çift katmanlı giydirme cephelerde, iki katman arasındaki boşluk yangın ve duman yayılımında olumsuzluk yaratabilmektedir. Mekanik olarak havalandırılan sistemlerde, duman ve yangın yayılımı için önlem, havalandırma sistemiyle alınmalıdır. Birkaç katı içeren veya doğal olarak havalandırılan örneklerde ise ek olarak maliyeti yükselten özel çözümler gerekmektedir.

- İklim cephesi kat yüksekliğinde olması nedeniyle, ayrı mekanları içermediğinden diğer sistemlerden farklı olarak aktif önlemler gerektirmemektedir. Havalandırma sistemiyle önlem alınması yeterlidir.
- Çift cephe sistemlerinde, ara boşluğun yapı cephesinde kapladığı alan yangın güvenliğinin sağlanması açısından önemlidir.
 - Çok katlı çift cephe sistemi, boşluğun yapı boyunca devam etmesi nedeniyle yangın ve duman yayılımı açısından en olumsuz sistemlerdir.
 - Koridor çift cephe sistemi, yangın güvenliği açısından çok katlı çift cephe sistemine göre daha iyidir. Ancak yangının katlardaki yayılımına neden olmaktadır.
 - Tek üniteli çift cephe sistemi, her bir mekanı bağımsız ele aldığından, bu sistemler yangın güvenliği açısından en olumlu çözümdür.
 - Düşey kanallı çift cephe sistemi, oluşturdukları baca ile yangın ve duman yayılımını hızlandırmaktadır.

4.3.6 Maliyetinin Düşük Olması

Çift katmanlı giydirme cephelerde maliyet, yapım ve işletim maliyeti olarak iki şekilde ele alınmaktadır. İkinci katman ve diğer cephe bileşenleri ile yapım maliyeti, tek katmanlı sistemlere göre büyük oranda yükselmektedir. Bazı durumlarda, enerji kullanımındaki azalma ve ses yalıtımı, ısısal konfor vb. cephe performanslarındaki ilerleme nedeniyle yapım maliyeti ikinci planda tutulabilmektedir.

- İklim cephesi, iç ortam havası ile havalandırıldığından, hava aralıkları için ayrıntılı çözümler gerektirmemektedir. Bu nedenle yapım maliyeti düşüktür. İşletim maliyeti ise, doğal havalandırmaya izin veren çift cephe sistemine göre çok yüksektir (Wigginton ve McCarthy, 2000).
- Çift cephe sistemlerinde, yapım maliyeti sistemin özelleşmesi ile yükselmektedir. İşletim maliyeti ise sistemin yapıdaki enerji kullanımını azaltabilmesiyle ilişkilidir.

- Çok katlı çift cephe sistemi, yapım maliyeti açısından en düşük çift cephe sistemidir. Boşluğun yapı boyunca devam etmesi nedeniyle, işletim maliyeti diğer çift cephe sistemlerine göre yüksektir.
- Koridor çift cephe sistemi, kat seviyesinde özel tasarlanmış havalandırma üniteleri gerektirdiğinden çok katlı çift cephe sistemine göre yapım maliyeti yüksektir. Kat yüksekliğindeki boşluklar sistemin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. Bu durum, işletim maliyetini düşürmektedir.
- Tek üniteli çift cephe sistemi, özel havalandırma üniteleri tasarımı ve sistemin doğru çalışabilmesi için araştırma ve testler gerektirmektedir. Bu nedenle yapım maliyeti çok yüksektir. Yüksek yapılarda uygulanan bu sistemler, doğal havalandırmaya izin vererek işletim maliyetini büyük oranda düşürmektedir.
- Düşey kanallı çift cephe sisteminin doğru çalışabilmesi için özel çözümler gerektirmektedir. Bu nedenle yapım maliyeti yüksektir. İşletim maliyeti, çok katlı çift cephe sistemine göre daha düşüktür.

4.3.7 Enerji Korunumu

Cephede enerji korunumu; bir cephenin yapıdaki ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerine en az düzeyde görev yüklemesiyle gerçekleşmektedir (Çetiner, 2002).

Enerji korunumu için; sıcak dönemde ısı kazançlarının, soğuk dönemde ise ısı kayıplarının azaltılması gereklidir. Çift katmanlı giydirme cepheler, oluşturdukları ara bölge ile cephede ısı geçişlerini daha iyi denetleyebilmektedir.

Cephe sisteminde ara bölge sıcaklığı, güneş ışınımıyla artmaktadır. *Isıtma dönemi boyunca*, dış ortam sıcaklığından daha yüksek sıcaklığa sahip ara bölge, ısı kayıplarının azalmasını sağlamaktadır. Bazı örneklerde hava aralıklarının kapatılmasıyla, ara bölge sıcaklığı daha da yüksek tutulabilmektedir. *Soğutma mevsimi boyunca*, ara bölgede güneş ışınımından kaynaklanan ısı istenmemekte ve hava akımı ile burada oluşan sıcak havanın dışarı atımı gerekmektedir. Çift katmanlı giydirme cephelerin tümü ısıtma dönemi boyunca ısı kayıplarını düşürebilmektedir. Ancak, ara bölgede ısı kazançları yüksek olduğundan, enerji korunumu için özellikle soğutma yükünün azaltılması daha önemlidir. Bunun yanında, cephenin yapının doğal olarak havalandırılmasına izin verebilmesi de enerji harcamasını düşürmektedir.

- **İklim cephesi**, iç ortam havası ile mekanik olarak havalandırılmaktadır. Çift cephe sistemlerine oranla soğutma yükü çok yüksektir. Ancak, tek katmanlı cephelere göre, yapı iç havasının boşlukta geçişi, soğutma yükünü azaltabilmektedir.
- **Çift cephe sistemlerinde**, boşlukta ısınan havanın üst katlarda birikmesi, soğutma yükünü yükseltmektedir. Bu durum doğal havalandırmayı da engellemektedir. Boşluktaki yatay bölünme enerji korunumu açısından önemlidir.
 - Çok katlı çift cephe sistemi, diğer çift cephe sistemlerine göre soğutma yükü daha yüksektir. Sistemin doğru çalışabilmesi için az katlı yapılarda uygulanması gerekmektedir.
 - Koridor çift cephe sistemi, kat seviyesinde bölünmüş olduğundan ve uygun hava koşullarında doğal havalandırmaya izin verdiği için soğutma yükü çok katlı çift cephe sistemine göre daha azdır.
 - Tek üniteli çift cephe sistemi, koridor çift cephe sistemi gibi kat seviyesinde bölünmüştür. Enerji korunumu için özellikle yüksek yapılarda, kat seviyesinde bölünmüş çift cephe sistemleri kullanılmaktadır.
 - Düşey kanallı sistemler, koridor ve tek üniteli çift cephe sistemi ile soğutma yükü açısından benzer özellikler taşımaktadır. Ancak, bu sistemin doğru çalışabilmesi için az katlı yapılarda uygulanması gerekmektedir.

4.4 Sistemlerin Karşılaştırılması

Çift katmanlı giydirme cephelerden beklenen nitelikler, sistemin doğru çalışabilmesi için önem taşımaktadır. Bunlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çift katmanlı giydirme cepheden beklenen nitelikler

Gereksinmeler	Çift katmanlı giydirme cepheden beklenen nitelikler
Doğal havalandırma	Doğal havalandırmanın sağlıklı biçimde oluşturulabilmesi
Rüzgara dayanıklılık	Rüzgarın sistemin çalışmasını engellememesi
Ses yalıtımı	Ses yalıtım değerinin yüksek olması, yapı içi ses yayılımı oluşturmaması, cephe sisteminin gürültüye neden olmaması
Yangın direnir	Yangın güvenliği için özel önlemler gerektirmemesi
Maliyet	Yapım ve işletim maliyetinin düşük olması
Enerji korunumu	Enerji tüketiminin düşük olması

Sistemlerin karşılaştırılması, oluşturulan iki çizelge ile belirtilmiştir. Çift katmanlı giydirme cephe türlerinin değerlendirilmesinde gereksinmelere karşılık cephelerin gösterdiği nitelikler Çizelge 4.2'de, sistemlerin cepheden beklenen nitelikleri gösterme oranına göre değerlendirilmesi ise Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Yapılarda farklı gereksinmeler doğrultusunda en doğru seçimi yapmak amacıyla yapılan bu değerlendirmede cephe türleri hakkında şu sonuçlara varılabilmektedir:

İklim cepheleri;

Özellikle yapı içi ve yapı dışı ses yalıtımının ve güvenliğin önemli olduğu yapılarda uygulanmalıdır. Yapım maliyeti diğer sistemlere göre daha düşüktür. Ancak, mekanik havalandırma nedeniyle işletim maliyeti yüksektir.

Çift cephe sistemleri;

Çok katlı çift cephe sistemi, sağlıklı doğal havalandırma oluşturabilmesi, enerji tüketimini azaltabilmesi ve rüzgardan olumsuz etkilenmemesi için az katlı yapılarda uygulanmalıdır. Yapım maliyeti diğer çift cephe sistemlerine göre çok düşüktür. Ses yalıtımının önemli olduğu az katlı yapılar için doğru bir çözümdür. Ancak, cephe boşluğu yapı içi ses yayılımına neden olmaktadır. Yangın güvenliği için özel önlemler gerektirmektedir.

Koridor çift cephe sistemi, yüksek yapılarda doğal havalandırma sağlayabilmektedir. Ses yalıtım değeri, iklim cephesi ve çok katlı çift cephe sistemi kadar yüksek değildir. Katlarda yapı içi ses yayılımına neden olmaktadır. Ancak, yapım maliyeti daha düşük olduğundan tek üniteli çift cephe sistemine göre tercih edilebilir. Bu anlamda tek olumsuzluğu bir kattaki mekanların aynı cephe boşluğuna bakması ve bu durumun yapı içi ses yayılımına neden olmasıdır.

Tek üniteli çift cephe sistemi, cephenin her mekan için bağımsız çalışmasını sağlamaktadır. Sistemin doğru çalışabilmesi için özel çözümler gerektirdiğinden yapım maliyeti çok yüksektir. Ancak, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında cepheden beklenen nitelikleri en iyi şekilde karşılamaktadır. Tek üniteli çift cephe sistemleri, yüksek yapılar için uygundur.

Düşey kanallı çift cephe sistemi, düşey kanaldaki baca etkisinin doğru çalışabilmesi için az katlı yapılarda uygulanmalıdır. Yapı dışı gürültünün olduğu, yüksek değerlerde ses yalıtımı istenen yapılarda uygulanmalıdır. Yangın güvenliği için düşey kanalda özel önlem gerektirmektedir

Çizelge 4.2. Çift katmanlı giydirme cephelerin değerlendirilmesi

PERFORMANS GEREKSİNİMLERİ		ÇİFT KATMANLI GİYDİRME CEPHELERİN NİTELİKLERİ				
		İKLİM CEPHESİ	ÇİFT CEPHE SİSTEMİ			
			Çok Katlı Çift Cephe Sistemi	Koridor Çift Cephe Sistemi	Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi	Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi
DOĞAL HAVALANDIRMA	İç ortam havası ile mekanik olarak havalandırılmaktadır. Doğal havalandırmaya izin vermemektedir.	Boşlukta ısınan hava, yapı en üst noktasına kadar atılmadığından, üst katlarında doğal havalandırma yapılamamaktadır. Sağlıklı doğal havalandırma için az katlı yapılarda uygulanmalıdır.	Boşlukta ısınan hava, hemen o kattan dışarı atılabilmektedir. Ancak, boşluk bir katı sardığından, iç katmanda pencere açılması ile mekanlar arasında ses geçişi olumsuzluk yaratmaktadır. Her mekânın ayrı havalandırılmasına izin vermemektedir.	Her mekân kendi içinde bağımsız havalandırılmaktadır. Çift cephe sisteminde doğal havalandırma en iyi şekilde sağlayan sistemdir. Yüksek katlı yapılardaki bazı uygulamalarında yılın % 70'de doğal havalandırma gerçekleştirilebilir.	Doğal havalandırma baca etkisiyle sağlanmaktadır. Sistemin doğru çalışabilmesi için düşey kanalda ters basınç oluşmalıdır. Az katlı yapılarda daha sağlıklı doğal havalandırma sağlayabilmektedir.	
RÜZGARA DAYANIKLILIK	İklim cephelerinde ara bölge dış ortama ilişkili değildir.	Rüzgar, boşlukta rahatsız edici hava akımına neden olabilmektedir. Bu da iç katmanda pencere açılımını engelleyebilmektedir. Az katlı yapılarda uygulanması daha doğrudur.	Farklı yönleredeki cephelerin, kat seviyesinde aynı boşluğa bakması nedeniyle basınç farklılıkları oluşabilmektedir.	Cephedeki ara bölgenin her kat ve mekânda bölünmüş olması ve özel olarak tasarlanmış havalandırma üniteleri sayesinde pencere açılımı diğer çift cephe sistemlerine göre daha kolay olmaktadır.	Rüzgar, düşey kanaldaki baca etkisini tersine çevirebilmektedir. Bu nedenle az katlı yapılarda sistem daha iyi çalışmaktadır.	
SES GEÇİRİMSİZLİK (Yapı dışı ve içinden, cephe sistemden kaynaklanan gürültü)	<ul style="list-style-type: none"> Çift katmanlı giydirme cepheler arasında en iyi ses yalıtımı iklim cephesi sağlamaktadır. Pencere yüksekliğinde yada kat yüksekliğinde tasarlanan iklim cephesi, yapı içi sesin dağılımına olanak vermez. İki katman arasındaki boşluk mekanik olarak havalandırıldığından, sistemden kaynaklanan gürültü oluşma olasılığı düşüktür. 	<ul style="list-style-type: none"> Hava aralıklarının sayısı ve yerleşimi nedeniyle diğer çift cephe sistemlerine göre ses yalıtım değeri daha yüksektir. Farklı mekânların aynı cephe boşluğuna açılması, mekânlar arasında sesin yayılmasını kolaylaştırır. Boşluğun yapı boyunca devam etmesi, bazı durumlarda hava akımını güçlendirebilmekte ve cephe sistemi gürültü oluşturabilmektedir. Bu sistemler, az katlı yapılar için uygundur. 	<p>Çok katlı çift cephe sistemine göre daha düşük bir ses yalıtım değerine sahiptir.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ara boşluğun bölünmesi nedeniyle aynı katlardaki mekânlar arasında ses iletimi oluşabilmektedir. Hava boşluğunun yapırı bir kat boyunca sardığı örneklerde, dört cephedeki rüzgar basıncı farklılıkları, çok düşüğe olsa gürültüye neden olabilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> Boşluğun yatay ve düşeyde bölünmesi, mekânlar arasında ses geçişini engellemektedir. Genellikle yüksek yapılarda uygulandığından havalandırma ünitelerinin boyutları önemlidir. Uygun tasarımlar yapılmadığında ara boşluğa hava girişi ve çıkışlarında rüzgardan kaynaklanan gürültü oluşabilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> Havalandırma üniteleri boyutları nedeniyle ses yalıtım değeri yüksektir. Mekânda oluşan sesler, düşey kanalla yayılabilmektedir. 	
YANGINA DAYANIKLILIK	Kat yüksekliğinde olması ve farklı mekânları içermemesi nedeniyle havalandırma sistemiyle önlem alınması yeterlidir.	Boşluğun yapı boyunca devam etmesi nedeniyle yangın ve duman yayılımı açısından en olumsuz sistemlerdir. Yangın güvenliği için özel önlemler gerektirmektedir.	Yangın güvenliği açısından çok katlı çift cephe sistemine göre daha iyidir. Ancak yangının katlardaki yayılımına engel olunmalıdır.	Her bir mekânı bağımsız ele aldığından, bu sistemler yangın güvenliği açısından en olumlu çift cephe sistemidir.	Düşey kanal, yangın ve duman yayılımını hızlandırmaktadır. Burada kompartmanlama yapılmalıdır.	
MALİYET (Yapım ve işletim maliyeti)	<ul style="list-style-type: none"> İç ortam havası ile havalandırıldığından, hava aralıkları için ayrıntılı çözümler gerektirmektedir. Yapım maliyeti düşüktür. İşletim maliyeti ise, doğal havalandırmaya izin veren çift cephe sistemine göre çok yüksektir. 	<ul style="list-style-type: none"> Yapım maliyeti açısından en düşük çift cephe sistemidir. Boşluğun yapı boyunca devam etmesi nedeniyle, işletim maliyeti diğer çift cephe sistemlerine göre yüksektir. 	<ul style="list-style-type: none"> Kat seviyesinde özel tasarlanmış havalandırma üniteleri gerektirdiğinden çok katlı çift cephe sistemine göre yapım maliyeti yüksektir. Kat yüksekliğindeki boşluklar sistemin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. Bu durum, işletim maliyetini düşürmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> Özel havalandırma üniteleri tasarımı ve sistemin doğru çalışabilmesi için daha ayrıntılı araştırma ve testler gerektirmektedir. Bu nedenle yapım maliyeti çok yüksektir. Yüksek yapılarda uygulanan bu sistemler, doğal havalandırmaya izin vererek işletim maliyetini büyük oranda düşürmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> Kat yüksekliğindeki çift cephe sistemiyle çok katlı çift cephe sisteminin birleşiminde ve doğru çalışabilmesi için özel çözümler gerektirmektedir. Bu nedenle yapım maliyeti yüksektir. İşletim maliyeti, çok katlı çift cephe sistemine göre daha düşüktür. 	
ENERJİ KORUNUMU	Doğal havalandırmaya izin vermemektedir. Çift cephe sistemlerine oranla soğutma yükü çok yüksektir. Ancak, tek katmanlı cephelere göre, yapı içi havasının ara bölgede kullanımı ile soğutma yükü azaltılmaktadır.	Boşluğun yapı boyunca devam etmesi üst katlarda ısı birikimine neden olmaktadır. Diğer çift cephe sistemlerine göre soğutma yükü daha yüksektir. Sistemin daha az enerji gerektirebilmesi için az katlı yapılarda uygulanması uygundur.	Kat yüksekliğindeki boşlukta ısı birikimi oluşmadığı ve doğal havalandırma sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebildiği için, soğutma yükü çok katlı çift cephe sistemine göre daha azdır.		Koridor ve tek üniteli çift cephe sistemi ile soğutma yükü açısından benzer özellikler taşımaktadır. Ancak, bu sistem az katlı yapılarda daha verimli çalışmaktadır.	

Çizelge 4.3. Çift katmanlı giydirme cephelerin beklenen nitelikleri gösterme oranına göre değerlendirilmesi

Cepheaden beklenen nitelikler	İklim Cephesi	Çift Cephe Sistemi			
		Çok Kath Ç.C.S.	Koridor Ç.C.S.	Tek Üniteli Ç.C.S.	Düşey Kanallı
Doğal havalandırmanın sağlıklı biçimde oluşturulabilmesi	-	•	••	•••	••
Rüzgârın sistemin çalışmasını engellememesi	-	•	••	•••	•
Ses yalıtımının yüksek değerlerde olması	•••	••••	••	••	••••
Yapı dışı	••••	•	••	•••	••
Yapı içi	••••	•	••	•••	••
Yangın güvenliği için özel önlemler gerektirmemesi	•••	•	••	•••	•
Maliyetinin düşük olması	•••	••••	••	•	••
İşletim	•	••	•••	•••	••
Enerji tüketiminin düşük olması	•	••	•••	•••	••

- yetersiz
- iyi
- çok iyi

5. SONUÇLAR

Çift katmanlı giydirme cephelerin, geleneksel cephelerden farkı önünde kurulu ikinci katman ve bu katmanla oluşan ara bölgedir. Yapının farklı gereksinimlerine göre biçimlenen cephe, bazı çözümlerde yapı iç ve dış ortamı arasında oluşturulan ara bölge ile denetimli ilişkiyi olanak verirken, bazı çözümlerde ise yapıyı dış ortamdan tamamen koparmaktadır. Bu doğrultuda sistemlerin çeşitli özelliklerine göre doğru tanımlanması önemlidir.

Yapının gereksinimlerine karşılık gelecek en doğru çift katmanlı giydirme cephe sistem seçiminin belirlenmesi amacıyla, öncelikle sistemler sınıflandırılarak her bir sistem tanımlanmış ve özellikleri belirlenmiştir.

Çift katmanlı giydirme cepheler, havalandırma biçimlerine ve sistem kurgularına göre üçe ayrılmaktadır:

- İklim cephesi
- Çift cephe sistemi
- İklim holleri

İklim cepheleri tamamen yapı içine bağlı bir sistemken, çift cephe sistemi dış ortamla yapı arasında korumalı bir ilişki kurmaktadır. İklim holleri ise yapı içi hava akımı oluşturarak doğal havalandırmayı sağlamak için uygulanan büyük açıklıklı ve tüm yapıyı içeren sistemlerdir.

Çift cephe sistemleri, çift katmanlı giydirme cephelerde iki katman arasındaki bölgenin dış ortam havası ile havalandırıldığı sistemlerdir. Cephedeki ara boşluğun yatay ve düşeyde bölünerek, giderek özelleşmesi ile farklı ayrıntı ve özelliklere sahip dört tip çift cephe sistemi ortaya çıkmaktadır:

- Çok katlı çift cephe sistemi, ara bölgenin tüm yapı boyunca devam ettiği sistemlerdir.
- Koridor çift cephe sistemi, ara bölgenin yatayda kat seviyesinde bölündüğü sistemlerdir.
- Tek üniteli çift cephe sistemi, ara bölgenin yatayda kat seviyesinde, düşeyde ise belirlenen genişlikte bölündüğü sistemlerdir.
- Düşey kanallı çift cephe sistemi; oluşturulan ara bölgelerin, tüm yapı boyunca devam eden bir bacaya bağlanması ile baca etkisiyle çalışan sistemlerdir.

Tüm cephe sistemleri, yapıların gereksinmelerine karşı gösterdikleri nitelikler doğrultusunda bölüm 5’de değerlendirilmiştir. Yapılarda farklı gereksinmeler doğrultusunda en doğru seçimi yapmak amacıyla yapılan bu değerlendirmede cephe türleri hakkında şu sonuçlara varılmıştır:

İklim cepheleri;

Özellikle yapı içi ve yapı dışı ses yalıtımının ve güvenliğin önemli olduğu yapılarda uygulanmalıdır. Yapım maliyeti diğer sistemlere göre daha düşüktür. Ancak, mekanik havalandırma nedeniyle işletim maliyeti yüksektir.

Çift cephe sistemleri;

Çok katlı çift cephe sistemi, sağlıklı doğal havalandırma oluşturabilmesi, enerji tüketimini azaltabilmesi ve rüzgardan olumsuz etkilenmemesi için az katlı yapılarda uygulanmalıdır. Yapım maliyeti diğer çift cephe sistemlerine göre çok düşüktür. Ses yalıtımının önemli olduğu az katlı yapılar için doğru bir çözümdür.

Koridor çift cephe sistemi, yüksek yapılarda doğal havalandırma sağlayabilmektedir. Yapım maliyeti daha düşük olduğundan tek üniteli çift cephe sistemine göre tercih edilebilir. Tek olumsuzluğu bir kattaki mekanların aynı cephe boşluğuna bakması ve bu durumun yapı içi ses yayılımına neden olmasıdır.

Tek üniteli çift cephe sistemi, cephenin her mekan için bağımsız çalışmasını sağlamaktadır. Sistemin doğru çalışabilmesi için özel çözümler gerektirdiğinden yapım maliyeti çok yüksektir. Ancak, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında cepheden beklenen nitelikleri en iyi şekilde karşılamaktadır.

Düşey kanallı çift cephe sistemi, düşey kanaldaki baca etkisinin doğru çalışabilmesi için az katlı yapılarda uygulanmalıdır. Yapı dışı gürültünün olduğu, yüksek değerlerde ses yalıtımı istenen yapılarda uygulanabilir.

Çift katmanlı giydirme cephelerin tanımlanması doğru sistem seçimi için önemlidir. Belirlenen her cephe türü, farklı gereksinmelere karşılık gelmektedir. Bu doğrultuda çift katmanlı giydirme cephelerin sınıflandırılması ve değerlendirilmesi çalışması ile;

- Yapımda karar vericilere (mimar, mühendis, yatırımcı, kullanıcı vb.) çift katmanlı giydirme cepheleri olumlu ve olumsuz özellikleri ile tanıtılması,
- Bu sistemlerin çalışma biçimlerinin genel ilkeleriyle verilebilmesi,
- Tasarım aşamasında, yapıdan beklenen gereksinmeler doğrultusunda tanımlanan bu sistemlerden en doğru cephe türünün seçimine yardımcı olması düşünülmektedir.

Sistemin yeniliği sonucu yapılan araştırmaların sınırlı olması nedeniyle, sistem değerlendirmesi, cephe türlerinin belirlenen nitelikleri gösterme oranına göre karşılaştırılarak yapılmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda, ilerideki araştırmalar ve testlerden yola çıkılarak daha nicel verilere dayanan bir değerlendirme yapılabilecektir.



KAYNAKLAR

- Akkaya, A., (2001), "Binalarda Düşük Enerji Konseptinin Giydirmeye Cephe Tasarımına Etkileri, Prisma İş Merkezi", Yapı Dergisi, 237, Ağustos 2001, 83-89.
- Anonim, (1998), "Delicate Essen", The Architectural Review, 1205:28-39.
- Anonim, (1999), "RWE Tower - a New Phase of Ecological and High-tech", Space Modulator Mimarlık Dergisi, No. 86.
- Anoğlu, N., (1995), "Yapı Dış Kabuğunun Oluşturulmasında Çevresel Etmenler İşlevler, Beklenen Özellikler ve İlişkiler", Yapıda Dış Kabuk Sempozyumu, 1995, İstanbul.
- Balanlı, A., (1997), Yapıda Ürün Seçimi, YÜMFED Yayınları, İstanbul.
- Barták, M., Dunovská, T., & Hensen, J., (2001), "Design Support Simulations for a Double Skin Façade", Proceedings of the 1st Int. Conf. on Renewable Energy in Buildings "Sustainable Buildings and Solar Energy 2001", 126-129, Brno, 15-16 Kasım, Brno University of Technology / Czech Academy of Sciences in Prague, Czech Republic.
- Begeç H. ve Savaşır K., (2004), "Akıllı Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi", 1.Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, 41-49, Nisan 2004, İstanbul.
- Belgian Building Research Institute (BBRI), (2002), Source book for a better understanding of conceptual and operational aspects of active facades, Department of Building Physics, Indoor Climate and Building Services, Belgian Building Research Institute, Version no 1.
- Bilgiç S., (2002), Akıllı Cephe Sistemleri, Ege Mimarlık, 44:21-25.
- Brager, G.S. ve De Dear R., (2000), "A Standard for natural ventilation", ASHRAE Journal 42(10): 21-29.
- Compagno, A., (1998), "Intelligent Glass Facades", Detail, May 1998, 309.
- Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Çakmanus, İ. ve Böke A., (2001), "Binaların Güneş Enerjisiyle Pasif Isıtılması ve Soğutulması", Yapı Dergisi, Haziran 2001, 235: 83-88.
- Çetiner, İ., (2002), Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

- Çetiner, İ., (2003), "Enerji Etkin Cepheleer-Çift Kabuk Cam Cephe", Mimarist Dergisi, 2003/1:105-107.
- Daniels, K., (1997), "Double Facades-Essential for High-Rise Blocks", Detail, May 1997, 306.
- Evans, B., (1997), "Through The Glass Cylinder", The Architects' Journal, Vol: 205, No:19, 42-45.
- Foster, M. ve Oreszczyń T., (2001), "Occupant Control of Passive Systems: The Use of Venetian Blinds", Building and Environment, 36:149-155.
- Gerhardt, H.J. ve Krüger, O., (1998), "Double Skin Glass Facades-Investigations Into The Load Sharing Possibilities", A proceeding at International Conference on Building Envelope Systems and Technology, Ekim 1998, CWCT, University of Bath, UK.
- Gertis, K., (1999), "A Critical Review of Double-Skin Façades", High Performance Commercial Building Façade (LBNL) / Building Performance.
- Gibbs, M., (2003), "Eco Tower", The Architectural Review, Ağustos 2003, 1278:58-63.
- Güzel, N. ve Sönmez, A., (2002), "Metal Giydirmce Cephe Sistemlerin Gelişimi", 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Ekim 2002, , İstanbul, 62-73.
- Hensen, J.L., Bartak, M. ve Drkal, F., (2002), "Modelling and simulation of double-skin facade systems", ASHRAE Transactions, vol. 108:2, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA.
- Lieb, R.D. ve Oesterle, E., (1998), "Das Dusseldorfer Stadttor – Exercising an Integrated Approach to Double Facades Planing", A Proceeding at International Conference on Building Envelope Systems and Technology, Ekim 1998, CWCT, University of Bath, UK.
- Lang, W. ve Herzog T., (2000), "Using Multiple Glass Skins to Clad Buildings", Architectural Record, Temmuz 2000, 171-182.
- Manioğlu, G., (1995), "İklimsel Konfor ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi", Bina Yapımında Güncel Yaklaşımlar Sempozyumu, 1995, İstanbul, 235-249.
- McCarthy, B., (2000), CFD Modelling, Computational Fluid Dynamics, Building/Energy Analysis.
- Oesterles, E.L., Lieb R., M. Lutz ve Heusler W., (2001), Double-skin façades: Integrated planning, Berlin: Prestel.

Okutan, M., (2000), “Enerji Sorunu ve Yapılar”, Arredamento Mimarlık Dergisi, Ocak 2000, 112-117.

Öke, A., (1999), “Binalarda Cephe Tasarımı Üzerine”, Cephe Sistemleri ve Cephe Kaplamaları Sempozyumu, 1999, İstanbul.

Saelens, D., (2002), Energy Performance Assessments of Single Storey Multiple-Skin Facades, PhD thesis, Laboratory for Building Physics, Department of Civil Engineering, Catholic University of Leuven, Belgium.

Straube, J. F. ve Straaten, R.V., (2001), The Technical Merit of Double Skin Facades for Office Buildings in Cool Humid Climates, School of Architecture, University of Waterloo, USA.

Şerefhanoglu, M., (1995), “Yapı Kabuğu Biçimlenişinde Yapı Fiziki Öğelerinin Etkinliği”, Bina Yapımında Güncel Yaklaşımlar Sempozyumu, 1995, İstanbul, 209-217.

Paassen van A.H.C. ve Stec W.J., (2000), “Controlled Double Façade For Preheating Ventilation”, Innovations In Ventilation Technology 21st Annual AIVC Conference, Eylül 2000, The Hague, The Netherlands.

Sev, A. ve Özgen, A., (2003), Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma, Yapı Dergisi, 263, Eylül 2003, 92-99.

Stec, W., ve van Paassen, A.H.C., (2003), Integration of the Double Skin Façade with the buildings, Energy in Built Environment, Energy Technology, TU Delft, The Netherlands.

Tenhunen, O., Lintula, K., Lehtinen, T., Lehtovaara, J., Viljanen, M., Kestil, J., ve Mäkeläinen, P., (2002), Double Skin Facades – Structures and Building Physics, Helsinki University of Technology, Finland.

Wigginton ve McCarthy, B., (2000), Analysis Double Façade.

Zeytin B.A. ve Demirbilek, N.F., (1999), “Sürdürülebilir ve Ekolojik Yüzey Malzemeleri”, Mimari Biçimlendirme Yüzey Sempozyumu, İstanbul, 266-275.

INTERNET KAYNAKLARI

http://www.nsg.co.jp/spm/sm81~90/sm86_contents/sm86_e_index.html

http://www.bwk.tue.nl/fago/hensen/publications/01_brno_dskin_design_support.pdf

<http://www.bbri.be/activefacades/index2.htm>

<http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest.htm>

http://www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/icbest97

<http://gaia.lbl.gov/hpbf/perfor.htm>

http://www.bwk.tue.nl/fago/hensen/publications/02_ashrae_dskin.pdf

<http://www.battleccarthy.demon.co.uk/disciplines/cfd.html>

http://www.kuleuven.ac.be/bwf/ned/publicaties_01.htm

<http://www.civil.uwaterloo.ca/beg/Downloads/DoubleFacadesPaper.pdf>

http://www.ocp.tudelft.nl/et/Research/EnergyInBuiltEnvironment/SecondSkinFacade/DSF/publications/paassen_scheveningen.pdf

<http://www.ocp.tudelft.nl/et/Research/EnergyInBuiltEnvironment/SecondSkinFacade/DSF/publications/beijing2003-STECC.PDF>

<http://www.hut.fi/Units/Civil/Steel/9NSCC.PDF>

http://www.bbri.be/activefacades/Analysis_double_facade.htm

EKLER**Ek 1 İklim Cephesi Uygulamaları**

- 1.1 Lloyd's Büro Yapısı
- 1.2 Delft Teknoloji Üniversitesi Kütüphane Yapısı
- 1.3 Parlamento Yapısı

Ek 2 Çift Cephe Sistemi Uygulamaları**2.1 Çok Katlı Çift Cephe Sistemi Uygulamaları**

- 2.1.1 GSW Büro Yapısı
- 2.1.2 Victoria Büro Yapısı
- 2.1.3 Prisma İş Merkezi
- 2.1.4 Deutsche Post

2.2 Koridor Çift Cephe Sistemi Uygulamaları

- 2.2.1 Debis Büro Yapısı
- 2.2.2 City Gate
- 2.2.3 Hanover'da Yönetim Yapısı

2.3 Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi Uygulamaları

- 2.3.1 RWE Büro Yapısı
- 2.3.2 Commerzbank
- 2.3.3 IG Metal Büro Yapısı
- 2.3.4 Lafayette Galerileri
- 2.3.5 Eurotheum
- 2.3.6 Stuttgart'ta Yönetim Yapısı
- 2.3.7 Düsseldorf'ta Banka Yapısı

2.4 Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi Uygulamaları

- 2.4.1 Halensee Büro Yapısı
- 2.4.2 Arag Büro Yapısı
- 2.4.3 Photonics Center

EK 1. İKLİM CEPHESİ UYGULAMALARI

1.1 LLOYD'S BÜRO YAPISI

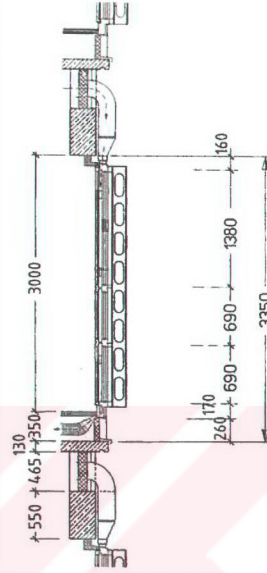
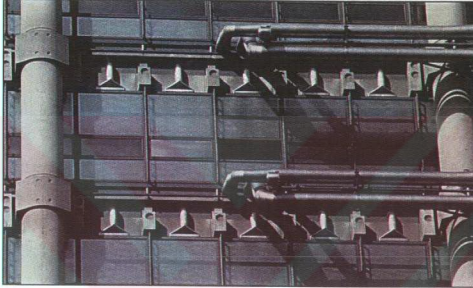
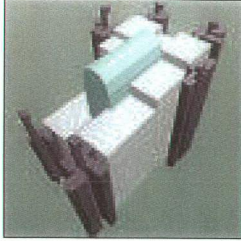
Yer :	Londra, İngiltere
Sistem :	İklim cephesi
Mimar :	Richard Rogers ve Ortakları, 1978 / 1986

Londra'nın mali merkezinde, tarihi bir çevrede yer alan yapı, High-Tech mimarinin tüm özelliklerini taşımaktadır. İç alanda geniş bir atrium, dış alanda ise ana taşıyıcı sistemden tamamen bağımsız altı servis kulesinden meydana gelmektedir. Bu servis kuleleri; tuvalet, asansör, tesisat katları, mutfak ve yangın merdiveni içermektedir. Böylece yapının bakım ve onarım işlemleri kolaylaşmış ve cephede algılanılan bir sistem oluşturulmuştur.

Ana yapı, dikdörtgen biçimlidir. Üzeri uzay çerçevelerle geçilmiş 16 m genişliğinde merkez atriuma bakan doğal aydınlatma ve hava akımın kolaylaştıran galeriler, yapı boyunca kullanılmıştır. Yapı kuzeyde on iki katlıdır, güneye doğru kademeli olarak altı kat azaltılarak farklı katlarda teraslar oluşturulmuştur.

Çift katmanlı sistem, orta alanda oluşturulan atrium ve ofis katlarındaki iklim cepheleriyle görülmektedir. Yapıda havalandırma sistemi açısından enerji tüketimini azaltabilecek ve görsel konfor kalitesini sağlayabilecek bir aydınlatma sistemi oluşturmak için, iç çevre verilerine uyum sağlayabilecek bir dış cephe sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemle iç ve dış mekan arasında iç mekan havası içeren bir ara bölge oluşturulmuştur. Böylece kış aylarında ısı kayıpları en aza indirilirken, pencere yakınlarında ısasal konforun sağlanması kolaylaştırılmıştır.

İklim cephesi; içte tek cam, dışta yalıtımlı çift cam ve 40 mm ara boşlukla oluşturulmuştur. Kat yüksekliğinde, tamamen camdan oluşan cephede, göz seviyesi saydam ve dönüşümlü sabit ya da açılabilir (alttan sabit) olarak tasarlanmıştır. Sistem ara bölgesindeki hava akımı ters yönlüdür. İç mekanda ısınan hava yükselerek, aydınlatma ünitesinden ara bölgeye aktarılmakta ve burada oluşturulan aşağı akım ile havalandırma sistemine bağlanmaktadır. Sistem bileşenleri, yapının genel konseptine uygun olarak cepheden rahatlıkla okunabilmektedir.



Dış katman	yalıtlımlı cam 6mm cam+ 12mm boşluk + 6mm ısı denetimi kaplamalı cam
Boşluk	40 mm
İç katman	6mm tek cam

Ek 1.1.1 Lloyd's Büro Yapısı ve cephe ayrıntısı

1.2 DELFT TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ KÜTÜPHANE YAPISI

Yer : Delft, Hollanda

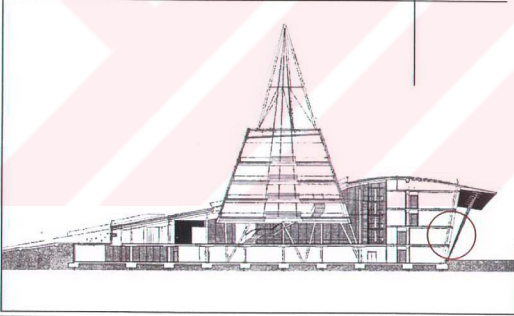
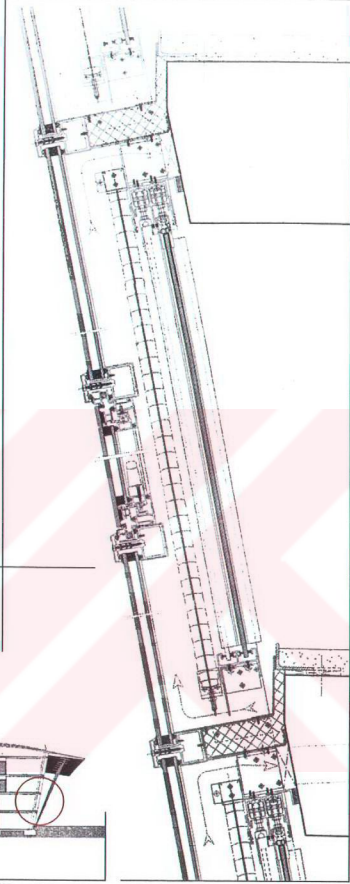
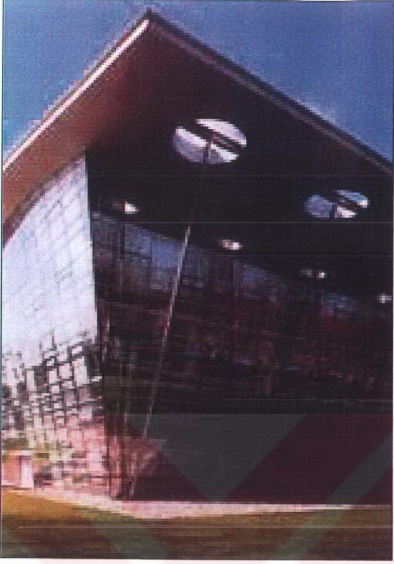
Sistem : İklim cephesi

Mimar : Mecanoo Mimarlık, 1992 / 1998

Yeşilin hakim olduğu bir üniversite kampüsü düşüncesiyle, öğrencilerinde kullanabileceği yeşilin devam ettiği bir çatıyla kütüphane yapısı tasarlanmıştır. Yapı girişi, çatının zeminle birleştiği batı bölümündendir. Kat yüksekliğinde iklim cephesi üç cephede uygulanmıştır. Yapının merkezinde fener gibi yükselen içinde çalışma birimlerinin bulunduğu koni, çatıdan giren gün ışığını okuma salonlarına aktarmaktadır. Kitapların bulunduğu depo bodrum katta, çalışma birimleri ise zemin ve birinci katta kuzey cephesine bitişiktir.

Bitkilendirilmiş çatı, yaz aylarında doğal soğutma sağlamaktadır. Isıtma sistemi için soğuk depolama yöntemi kullanılmaktadır. Kütüphane mekanlarında, cephe yakınlarındaki çalışma alanlarının aydınlatma ve ısıtma açısından konforunun yüksek tutulması kullanıcılar açısından önemlidir. Kurulan iklim cephesiyle, bu alanlar yıl boyunca tamamen kullanılabilir. Kurulan iklim cephesiyle, bu alanlar yıl boyunca tamamen kullanılabilir.

Sistem; içte tek cam, dışta yalıtımlı çift cam ve 140 mm ara boşluktan oluşmaktadır. Odadaki hava, ara bölgeye kat seviyesinin altındaki boşluktan geçmekte, bu ara bölgede ısınarak yükselmekte ve havalandırma sistemine bağlanmaktadır. Dış katman temizlik için açılabilir tasarlanmıştır.



Dış katman	yalıtlı cam ünite 8mm cam+ 15mm boşluk + 6mm ısı denetimi kaplamalı cam
Boşluk	140 mm, alüminyum güneş denetim düzeneği
İç katman	8mm temperli cam (temizlik amaçlı açılabilen sürgülü kapı)

Ek 1.2 Delft Teknoloji Üniversitesi Kütüphane Yapısı ve cephe ayrıntısı

1.3 PARLAMENTO YAPISI

Yer : Londra, İngiltere
 Sistem : İklim cephesi
 Mimar : Michael Hopkins ve Ortakları, 1989 / 2000

Parlamento üyelerinin ofislerini içeren yapı, Londra'da Big Ben'in karşısında bulunmaktadır. Dikdörtgen biçimli yapı, ortada cam strüktürle örtülü avluya açılmaktadır. Londra'nın havası ve güvenlik nedeniyle cephe, sabit olarak tasarlanmıştır. İklim cephesi, beş kat boyunca devam etmekte ve bir düşey kanalla çatıda toplam on dört adet bulunan bacalara bağlanmaktadır. Havalandırma, bilgisayar sistemi ile yönlendirmekte ve mekanik havalandırılmalı cephelerdeki ısıl davranışları ve enerji gereksinimi verileri gözlemlenmektedir.

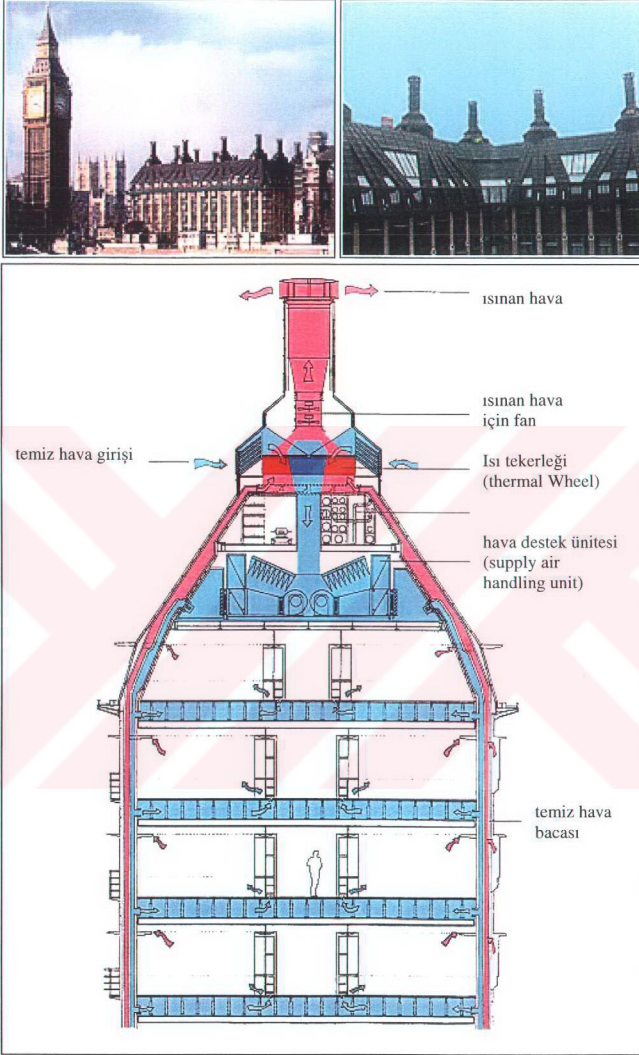
Oluşturulan iklim cephelerinin havalandırma sistemine bağlanmalarında düşey kanallı sistemden yararlanılmıştır. İç mekan içinde ısınarak yükselen hava, iç cephede oluşturulmuş boşluklarla iki katman arasındaki ara bölgeye geçmekte ve her cephe ünitesinin yanında bulunan düşey olarak devam eden hava boşluklarına bağlanmaktadır. Bu hava boşluklarında doğal baca etkisiyle yükselen kirli hava, çatıya kadar devam etmekte olan ve her iki cephe yönünden dörder hava boşluğu olarak toplam sekiz hava boşluğunun birleştiği, yapı dışından da kolaylıkla algılanabilen bacalarla dışarı atılmaktadır. Tesisat katı bu hava bacalarının altında en üst katta konumlandırılmıştır. Burada bulunan ısı değiştirici sayesinde baca etkisiyle oluşan havadan enerji kazanılmaktadır.

İklim cephesi; içte tek cam, dışta yalıtımlı çift cam ve 75 mm boşluktan oluşmaktadır. İki katman arasında güneş denetim düzenekleri yer almaktadır. Cephe de oluşturulan cumbalar üzerindeki gölgelendirme bileşenleri, aynı zamanda gün ışığını içeri yansıtarak doğal aydınlatmayı sağlamaktadır.

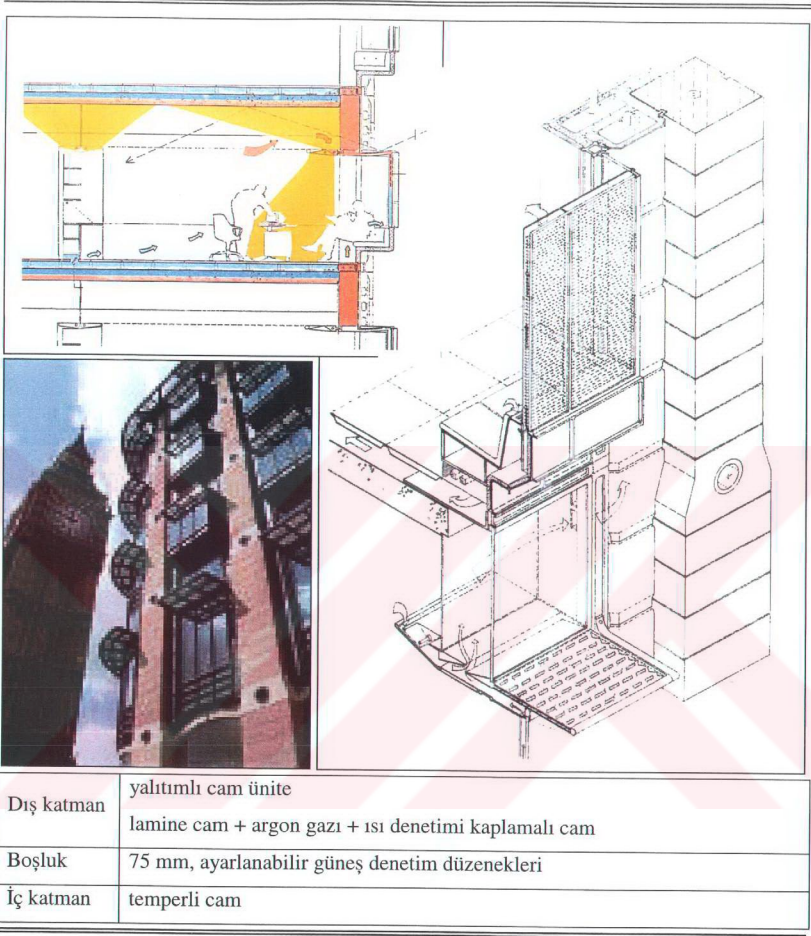
www.portcullishouse.com

Willmert, T., (2001), "The Return of Natural Ventilation", Architectural Record 189 (7): 137-146.

Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.



Ek 1.3 Parlamento Yapısı ve cephede oluşturulan hava dolaşımı



Ek 1.4 Parlamento Yapısının düşey kanallı çift cephe sistemi ayrıntıları

EK 2. ÇİFT CEPHE SİSTEMİ UYGULAMALARI

2.1 ÇOK KATLI ÇİFT CEPHE SİSTEMİ UYGULAMALARI

2.1.1 GSW BÜRO YAPISI

Yer :	Berlin, Almanya
Sistem :	Çok Katlı Çift Cephe Sistemi
Mimar :	Sauerbruch Hutton, 1995 / 1999

GSW projesi, 1991 yılında yapılan bir tasarım yarışmasıyla seçilmiştir. Renkli görünümüyle dikkat çeken yapı, 1961 yılında yapılmış on yedi katlı büro yapısına ek olarak düşünülmüştür. Çoğunluğu GSW tarafından kullanılan ofis alanlarını içermektedir ve yirmi iki katlıdır. Gün ışığı ve kuzey doğudan gelen hakim rüzgarı kullanmak için, kuzeyden güneye doğru uzanan dilim biçiminde tasarlanmıştır. Yapıda doğal havalandırma sağlanarak, yalıtım yapılarak, yapay aydınlatmayı düşürerek, oluşan doğal ısısal yığıcı kullanarak ve yapı içi konfor koşullarını bilgisayar sistemi ile denetleyerek enerji tüketiminin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 11 m genişliğindeki dilim biçimli ofis yapısının doğu ve batı cepheleri çift cephe sistemiyle çözülmüştür. Bu ofis yapısı, kuzeydoğudan gelen rüzgarla karşılıklı havalandırmaya izin vermektedir. Bölünmüş ofislerde de hava akımının kesilmemesi için bölmeler üzerinde havalandırma delikleri oluşturulmuştur. Doğü cephesi, hakim rüzgarın içeri alınabilmesi için bağımsız olarak çalışan ve açılabilen tek üniteli sistem; batı cephesi ise doğü cephesinden gelen rüzgarı alan ve çatıda kurulan sistemle enerji kazanımı sağlayan çok katlı sistem olarak uygulanmıştır.

Doğü cephesi; içte çift cam, dışta tek camdan oluşmaktadır. İki katman arası 200 mm genişliğindedir. Dış cephe sabittir ve temiz hava paletlerle içeri alınmaktadır. İç cephe açılımı, öncelikle bilgisayar tarafından yönlendirilmektedir. *Batı cephesi*; içte çift cam, dışta sabit tek cam ve 900 mm boşluktan oluşmaktadır. Yapı boyunca devam eden cephenin, an alt ve en üst noktasında hava giriş ve çıkışı için paletler yerleştirilmiştir. Kışın cephenin iç ve dış katmanları kapatılarak boşluk bir ısı tamponu olarak kullanılmaktadır. İç cephe açılımı, öncelikle kullanıcı tarafından yönlendirilmektedir. İki cephe arasında öğleden sonra güneşinden korunmak için kırmızı, turuncu ve pembe renkte 600x2900 mm boyutlarında düzenerler kurulmuştur. Çok katlı sistem içinde oluşan ısı hareketliliği, yığıcı etkisiyle hava akımını oluşturmaktadır. Çatıda kurulan “wing” adı verilen sistem bu yığıcı etkisini desteklemektedir. Bu sistemle yapı 1999 yılında yılın %75’inde doğal havalandırmadan yararlanabilmiştir.



Doğu cephesi

Dış katman	8mm temperli cam
Boşluk	200 mm, jaluzi
İç katman	çift cam 8mm cam + 14mm argon gazı doldurulmuş boşluk + 6mm ısı denetimi kaplamalı cam



Batı cephesi

Dış katman	10mm temperli cam
Boşluk	900 mm, renkli güneş denetim düzenekleri
İç katman	çift cam 6mm ısı denetimi kaplamalı cam + 12mm ara boşluk + 8mm cam



Ek 2.1 GSW Büro Yapısı ve kurulan çift cephe sistemi

Anonim, (2000), "Urban Green: Headquarters Building, Berlin, Germany", Architectural Review, 1246:72-75.

Anonim, (2000), "GSW Headquarters", Space Modulator Mimarlık Dergisi, No. 87.

http://www.nsg.co.jp/spm/sm81~90/sm87_contents/sm87_e.gsw1.html

2.1.2 VICTORIA BÜRO YAPISI

Yer : Cologne, Almanya
 Sistem : Çok Katlı Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Valentyn ve Tillmann, 1991 / 1996

Büro kompleksi az katlı üç yapıdan oluşmaktadır. Yoğun bir yol kenarında oluşturulmuş ana ofis yapısı, dikdörtgen biçimlidir ve altı katlıdır. Cephesi dışa eğimli olarak tasarlanmıştır.

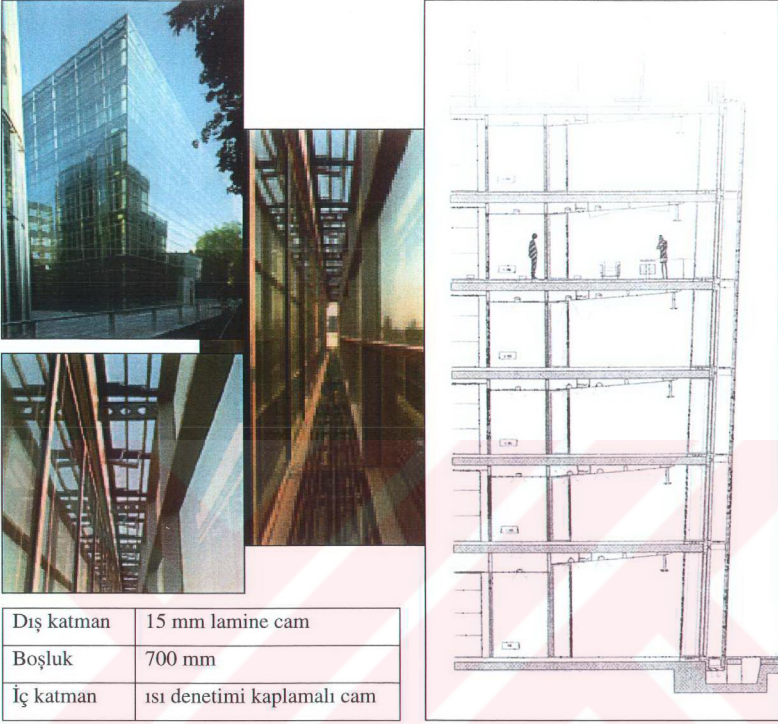
Yapı cephesi tamamen camdan oluşmaktadır. Böylece gün ışığından daha fazla yararlanılarak, çalışanların veriminin arttırılacağı düşünülmüştür. Yapının ana düşüncesi, gürültü ve kirli duman nedeniyle doğal havalandırmadan vazgeçmektir. Bu doğrultuda enerji tüketimini en aza indirecek çift cephe sistemi tüm yapı cephesinde uygulanmıştır.

Çift cephe sistemi, içte yalıtımlı cam, dışta tek cam ve 700 mm ara boşluktan oluşmaktadır. Altı kat boyunca bölüntüsüz devam eden cephe boşluğunda, kat seviyelerinde temizlik ve bakım amaçlı kullanılacak ve hava akımına engel olmayacak ızgaralar bulunmaktadır. Güneş denetimi için ise iç katman önüne jaluziler yerleştirilmiştir. İki katmanda sabittir ve iki katman arasındaki boşluk, dış ortama sadece en üst ve en alt noktadaki paletlerle bağlantılıdır.

Dış hava, cephe tabanında oluşturulmuş boşluktan çekilerek içeri alınmakta ve doğal etkiyle ısınan hava mekanik sisteminde yardımıyla yükselerek cephenin üstünden dışarı atılmaktadır. Cephe, özellikle pencere yakınlarında ısısal konforun sağlanmasını kolaylaştırmaktadır. Kışın iki katman arasındaki boşluğa hava giriş ve çıkışı için oluşturulmuş paletler kapatıldığında, boşlukta sıkışan hava ısınarak, yapının ısı kaybını önlemektedir.

Anonim, "Building Case Studies", High-Performance Commercial Building Facades, University of California, Berkeley. http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_m.htm

Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.



Ek 2.2 Victoria Büro Yapısı ve kurulan çok katlı çift cephe sistemi

2.1.3 PRİSMA İŞ MERKEZİ

Yer : Frankfurt, Almanya
 Sistem : Çok Katlı Çift Cephe Sistemi
 Mimar : AWP (Auer + Weber Partners), 1999 / 2001

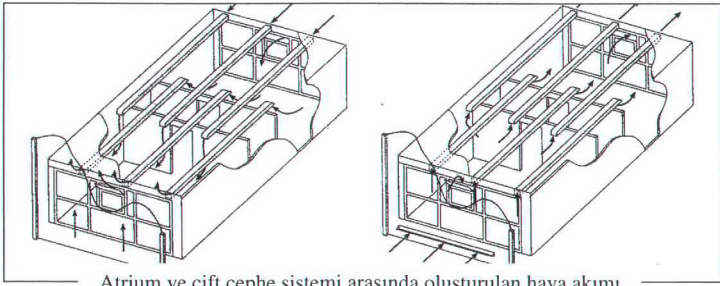
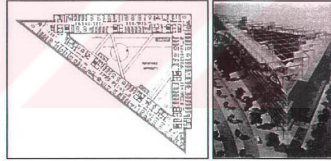
Yapı, arsa nedeniyle üçgen biçimlidir ve on dört katlı iş merkezi olarak tasarlanmıştır. Zemin kat genel kullanım alanlarına, üst katlar ise bürolara ayrılmıştır. Yapı boyunca yükselen iç avlu etrafında büro mekanları yerleştirilmiş, bunlar oluşturulan köprülerle birleştirilmiştir. Ayrıca, üç köşede yapıya çelik taşıyıcı sistemle asılan kış bahçesi amacıyla iki üç katlık galeriler bulunmaktadır. Yapının en uzun kenarı, güney yönüne bakan cephesi çok katlı çift cephe sistemi ile çözülmüştür. Cephe ana yol üzerinde bulunmasına karşın orman manzaralıdır. Bu nedenle tamamen saydam cam olarak tasarlanmıştır. Yapıda, güney

çephedeki çok katlı çift cephe sistemi ve yapı ortasındaki atriumla, birbirini tamamlayan ve merkezi sistemle yönlendirilen bir iklimlendirme biçimi oluşturulmuştur.

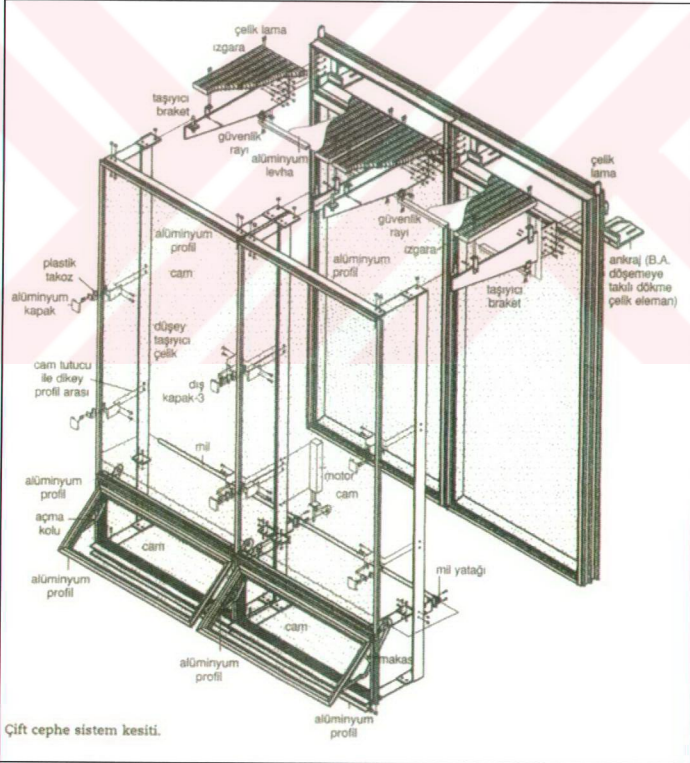
Çok katlı çift cephe sisteminde; iç katman tek cam, dış katman ise çift camdır. İki katman arasında en az 120 cm boşluklar ile bu boşluklarda yürüme yolu için 80 cm genişliğinde daldırma galvanizli çelik ızgaralar monte edilmiştir. Bu ızgaralar aynı zamanda güneş kırıcı işlevini de yüklenmektedir. Güneş denetimi için ayrıca dış katmanın arkasına gölgelendirme bileşenleri yerleştirilmiştir. Çephe için iç katmanı panel sistem olarak uygulanmış, dış katmanı ise çelik taşıyıcı sistemle galvanizli çelik konsollar yardımıyla iç katmana asılmıştır.

Ana cephede giriş altında, genel iklimlendirme sisteminin hava kanalları bulunmaktadır. Bu kanallar, çift cephe için atriumla ilişkisini sağlamak ve merkezi bir sistemle yönlendirilmektedir. Böylece gerektiğinde iki katman arasında ısınmış ya da soğumuş hava kullanım alanlarına dağıtılabilir. Dış katman üzerindeki vasistaslar, aynı merkezi sisteme bağlıdır ve beşli olarak iç veya dış hava koşullarına göre elektronik algılayıcılarla hareket ettirilebilir. Güney cephede kurulan çift cephe sistemi ve bu sistemin işleyişinin merkezden yönlendirilmesi ile yapının ısıtma ve soğutma amaçlı enerji maliyetlerinden %70 tasarruf sağlanacağı düşünülmüştür.

Akkaya, A., (2001), "Binalarda Düşük Enerji Konseptinin Giydirmeye Cephe Tasarımına Etkileri, Prisma İş Merkezi", Yapı Dergisi, 237, Ağustos 2001, 83-89.



Atrium ve çift cephe sistemi arasında oluşturulan hava akımı



Ek 2.4 Prisma İş Merkezi'nin çok katlı çift cephe sistemi ayrıntıları

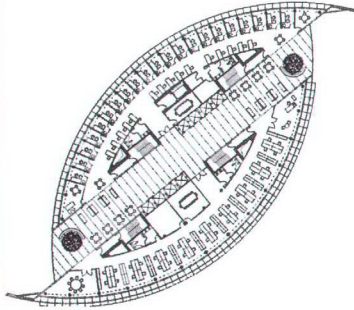
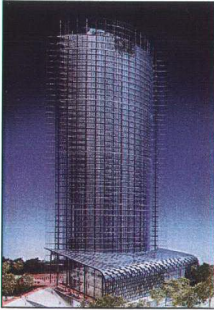
2.1.4 DEUTSCHE POST

Yer : Bonn, Almanya
 Sistem : Çok Katlı Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Murphy/Jahn , 1998 / 2002

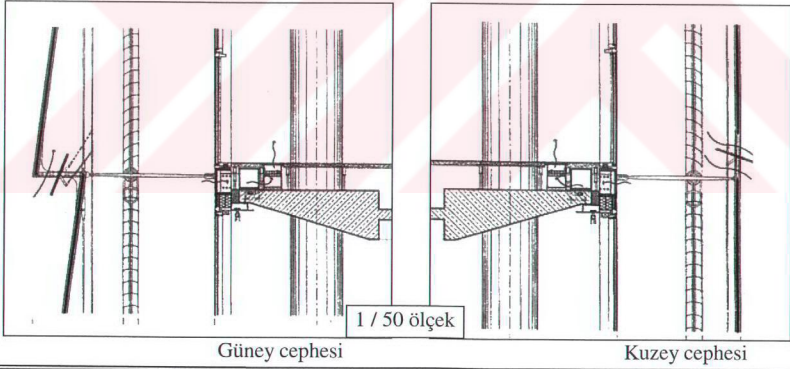
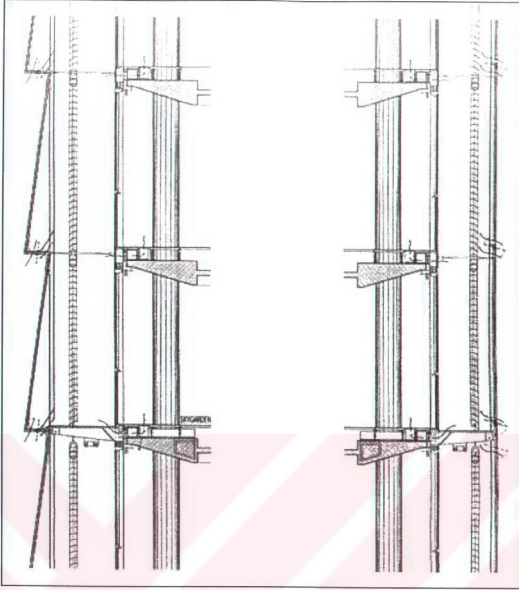
Oval biçimli iki büro yapısı ile bunları birleştiren servis alanları, kış bahçeleri içeren orta bölümden oluşmaktadır. Yapı, 162 m yüksekliğindedir ve düşeyde cam bölmelerle dokuz kat içeren dört bölgeye ayrılmıştır. Yapıda doğal havalandırma sağlamak için, kuzey ve güney ofis cephelerinde çift cephe sistemi, oluşturulan her bölgede de atrium ve kış bahçesi uygulanmıştır.

Çok katlı çift cephe sistemi, cephede dokuz kat boyunca devam etmektedir. Dış cephe, kat yüksekliğinde sabit tek camdan, iç katman ise açılabilir camdan oluşmaktadır. İç ve dış katman arasında 100 cm genişliğindeki boşlukta otomatik ayarlanan güneş denetim düzenekleri bulunmaktadır.

Güney cephesinde, dış katman her katta eğimli tasarlanmıştır. Böylece iki katman arasında hava girişi, eğimden oluşan boşluğa yerleştirilen merkezi sistemle yönetilen paletlerden sağlanmaktadır. Düz olan kuzey cephesinde de paletler kat seviyesinde düzenlenmiştir. Her bölgede, kat seviyelerinde boşluklar yaratılmış ve dokuz kat boyunca kesintisiz devam eden bir cephe sistemi uygulanmıştır. Kışın dış cephedeki paletler kapatılarak tampon bölge oluşturulmakta; yazın ise açılarak boşluğun ve ofislerin doğal havalandırılması sağlanmaktadır. Merkezi bilgisayar sistemi ve çift cephe sisteminin yapım maliyetini yükseltmiş olmasına rağmen, işletme maliyetinin mekanik havalandırılan yapılara göre %60 daha az olduğu düşünülmektedir.



Ek 2.5 Deutsche Post Yapısı'nın görüntüsü ve planı



Ek 2.6 Deutsche Post Yapısı'nın güney ve kuzey cephelerinin ayrıntıları

Gibbs, M.,(2003),"Eco Tower", The Architectural Review, 1258:58-63.

Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.

2.2 KORİDOR ÇİFT CEPHE SİSTEMİ UYGULAMALARI

2.2.1 DEBİS BÜRO YAPISI

Yer : Berlin, Almanya
 Sistem : Koridor Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Renzo Piano ve Christoph Kohlbecker, 1991 / 1997

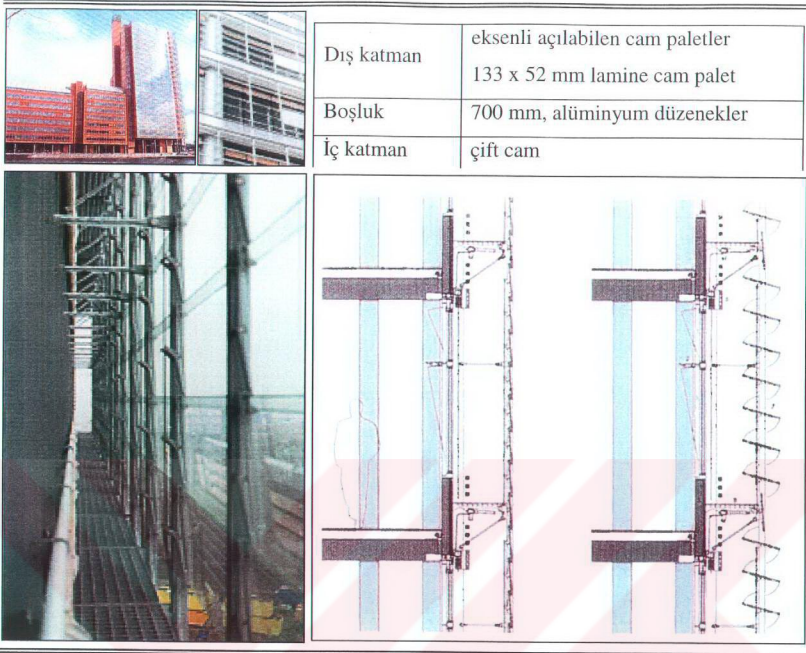
Berlin’de bulunan büro kompleksinin yirmi bir katlı yapısında, koridor çift cephe sistemi uygulanmıştır. Bu yapıda 85 m yüksekliğindeki cephenin önüne giydirilen ikinci katman paletlerden oluşturulmuştur. Her bir katın dış cephesinde 8 adet kendi ekseninde dönerek %70 açılabilen cam palet bulunmaktadır. Bunlardan döşeme seviyesinde bulunan palet, sadece temizlik ve bakım amaçlı açılabilir. İki katman arasında 700 mm boşlukta ızgaradan yürüme yolu oluşturulmuştur. Bu ızgaralar, katlar arasında duman yayılımını önlemek için 10 mm camla kaplanmıştır. İç katmanın önünde alüminyum güneş denetim düzenekleri yerleştirilmiştir.

Koridor çift cephe sistemi, kışın dış katmanın kapatılması ile bir ısısal tampon olarak, yazın ise dış katmanın açılması ile tek katmanlı cephe gibi çalışmaktadır. İç cephe, kullanıcılar tarafından yönetilmektedir. Yazın çok sıcak, kışın çok soğuk zamanlarda mekanik havalandırma devreye girmektedir. Böylece ofisler yılın %60’ında doğal havalandırmadan yararlanabilmektedir.

Anonim, (2000), “The Headquarters of Debis AG”, Space Modulator Mimarlık Dergisi, No. 87.

http://www.nsg.co.jp/spm/sm81-90/sm87_contents/sm87_e_debis.html

Anonim, “Building Case Studies”, High-Performance Commercial Building Facades, University of California, Berkeley. http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_b.htm



Ek 2.7 Debris Büro Yapısı ve koridor çift cephe sisteminin ayrıntısı

2.2.2 CITY GATE

Yer : Düsseldorf, Almanya
Sistem : Koridor Çift Cephe Sistemi
Mimar : Petzinka, Pink ve Ortakları, 1991 / 1997

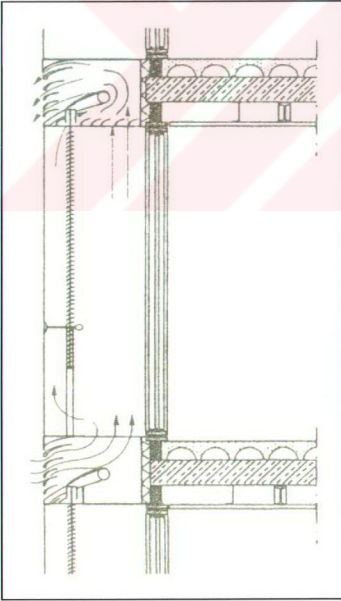
Rhine Tüneli üzerinde uygulanmış bu ofis yapısı, on dokuz katlıdır. Genel plana bakıldığında paralel kenar biçimli yapı, iki ofis kulesi ve ortada on altı kat yüksekliğindeki atriumdan oluşmaktadır. Yoğun bir yol üzerinde konumlandırılmış yapı, trafik gürültüsü ve rüzgar nedeniyle tamamen çift cephe sistemi ile çözülmüştür.

Çift cephe sisteminde, iç katman çift cam, dış katman sabit tek camdan oluşmaktadır. Ara boşluk genişliği, yapının geometrisine bağlı olarak 900-1400 mm arasında değişmektedir ve gölgelendirme bileşenleri boşlukta dış katman arkasına yerleştirilmiştir. İç katmandaki ahşap çerçeveli cam kapılar bu ara boşluğa açılabilir. Kat boyunca bir balkon gibi yapıyı çevreleyen koridor çift cephe sisteminde, her kat seviyesinde havalandırma üniteleri

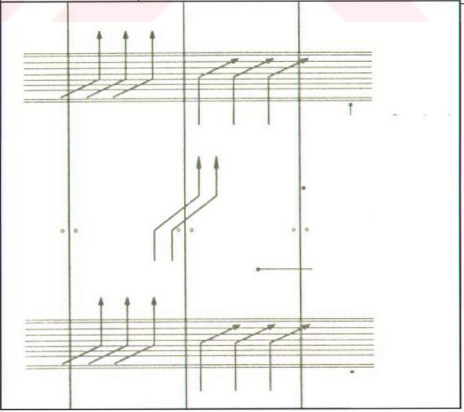
bulunmaktadır. Hava giriş ve çıkışlarının mekanik olarak yönetilen paletlerle sağlandığı bu üniterler, bir kattan çıkan yoğun havanın diğer kata aktarılmaması için şaşırtmalı olarak düzenlenmiştir. Kurulan bu sistem, yapıya yılın %60'ında doğal havalandırma olanağı sağlamaktadır. Gereken koşullarda mekanik havalandırma devreye girmektedir.

Anonim, "Building Case Studies", High-Performance Commercial Building Facades, University of California, Berkeley. http://gaia.lbl.gov/hpbf/caseset_d.htm

Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.



Dış katman	temperli cam
Boşluk	900-1400 mm, alüminyum düzenekler
İç katman	lamine cam, ahşap çerçevesi ısı denetimi kaplamalı çift cam



Ek 2.8 City Gate Büro Yapısı ve koridor çift cephe sisteminin ayrıntısı

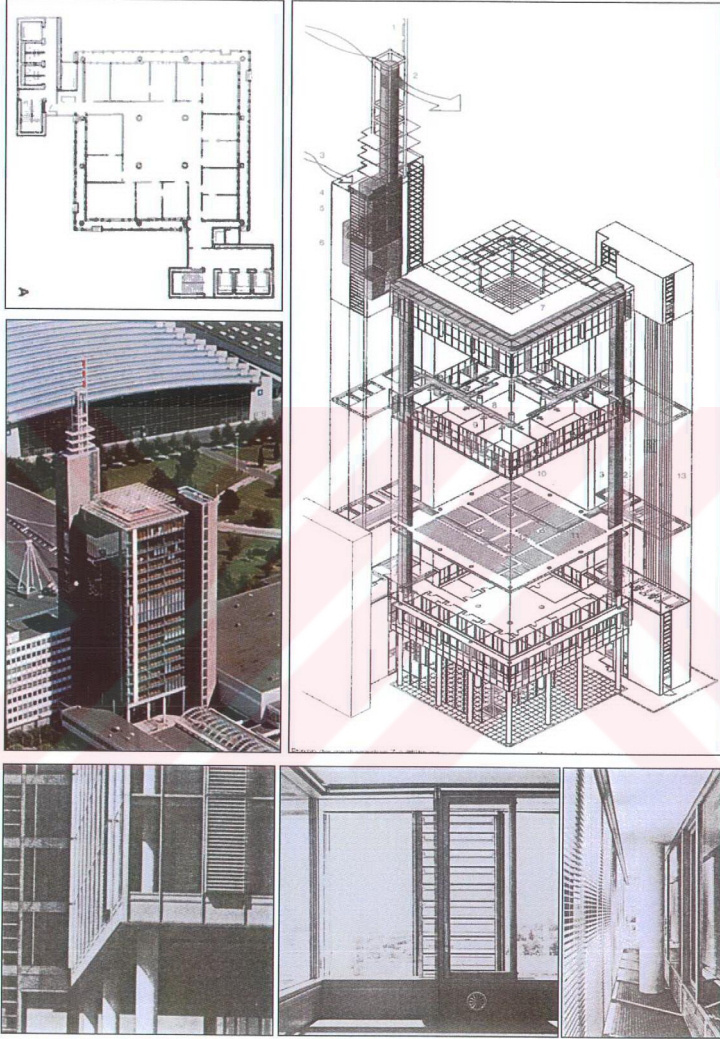
2.2.3 HANOVER'DA YÖNETİM YAPISI

Yer : Münih, Almanya
Sistem : Koridor Çift Cephe Sistemi
Mimar : Herzog ve Ortakları, 1996 / 1999

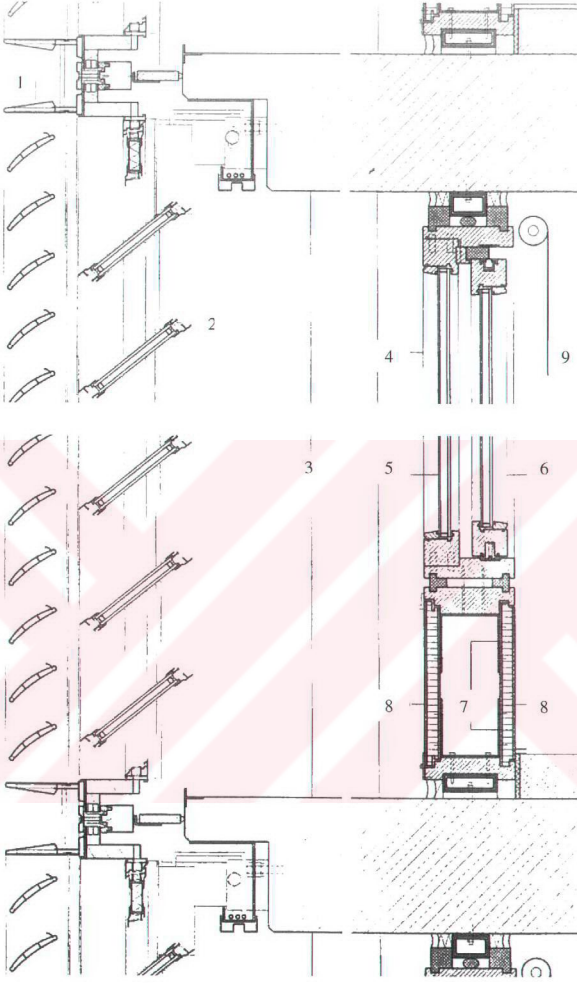
Şehirdeki en yüksek yapılardan biridir. Dikdörtgen biçimli ana yapının iki kenarına; asansör, merdiven ve tuvaletlerin bulunduğu iki çekirdek yerleştirilmiştir. Böylece cephe, iki çekirdek yapısıyla kuzey ve güney cephesi olarak ayrılmaktadır. Koridor çift cephe, on yedi katlı yapıda her iki yönde de uygulanmıştır. Isıtma ve soğutma esas olarak binanın ısı hareketlerine bağlıdır.

Koridor çift cephe sistemi; dışta yalıtımlı cam, içte ahşap çerçeveli sürmeli kapılardan oluşan çift camdan oluşmaktadır. Koridor genişliği yaklaşık 1.00 m.dir. Sabit dış katman üzerinde, iki cephede de hava girişi için dörder adet kat yüksekliğinde paletlerden oluşturulmuş pencereler bulunmaktadır. İç katmanda pencereler kapandığında, kanatların altına yerleştirilmiş ünitelerle ofislerin havalandırılması sağlanabilmektedir.

Kirli hava, bir merkezi sistemle toplanmakta ve yapı içinde havalandırma kanalları ile dolaştırılarak çatıya yönlendirilmektedir. Havalandırma sistemi, büyük ölçüde doğal etki tarafından harekete geçirilmektedir. Tüm yapıda oluşturulmuş hava kanalları, pencereler önüne yerleştirilmiş sensörlerden alınan bilgiler doğrultusunda yönetilmektedir. Yazın istenmeyen ısı kazançları, ofise girmeden doğrudan iç ve dış cephe katmanları arasındaki hava akımının etkisiyle ortadan kaldırılabilir.



Ek 2.9 Hanover'da Yönetim Yapısı'nın planı ve koridor çift cephe sisteminin genel görünümü



- | | | | |
|----|------------------------------------|----|----------------------|
| 1. | Alüminyum havalandırma bileşenleri | 6. | Sürgülü pencere |
| 2. | Cam havalandırma paletleri | 7. | Denetimli açılımlar |
| 3. | 500 mm çapında kolon | 8. | Mekanik havalandırma |
| 4. | Pencere kenarlığı | 9. | Kumaş güneşlik |
| 5. | Sabit cam (4+16+6 mm) | | |

Ek 2.10 Hanover'da Yönetim Yapısı'nın koridor çift cephe sisteminin ayrntısı

2.3 TEK ÜNİTELİ ÇİFT CEPHE SİSTEMİ UYGULAMALARI

2.3.1 RWE BÜRO YAPISI

Yer : Essen, Almanya
 Sistem : Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Ingenhoven Overdiek Kahlen ve Ortakları, 1991 / 1997

Essen’de bulunan yapı; 120 metre yüksekliğinde yirmi dokuz katlı ana yönetim yapısı, üç bodrum katı ve 127 m yüksekliğinde asansör kulesinden oluşmaktadır. Ana büro yapısı, merkezde servis alanları olmak üzere dairesel planlıdır. Yapıda ana amaç doğal iklimlendirmedir.

Çift cephe sistemi, dairesel planlı tüm ana yapı cephesinde uygulanmıştır. Tek üniteli cephe sisteminde; içte kat yüksekliğinde 10 mm kalınlığında cam ile dışta ısı yalıtımlı çift cam, 500 mm ara bölge ile birleştirilmiştir. Bu boşlukta iç katman önünde yer alan güneş kırıcılar, cepheyi hava etkilerine karşı korumakta ve orta alandaki ısı yükselmesini kısıtladığı için enerji dengesini olumlu yönde etkilemektedir. İç cephe, kullanıcılar tarafından 135 mm genişliğinde açılabilir. Ancak rüzgar hızı konfor koşullarını aştığında, kullanıcılar uyarılmaktadır.

Çift cephe sisteminde bir ünite, dış cephede 2.00x3.60 m boyutlarında nokta tespitli iki camdan oluşmaktadır. Her bir ünitenin alt ve üst noktalarında cephe boşluğuna hava giriş ve çıkışını sağlayan, özel olarak tasarlanmış “balık ağzı” adı verilen bir havalandırma bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler, daha geniş bir görüş olanağı sağlamak ve gün ışığının içeriye daha çok girmesi için yatay alüminyum levhalarla yukarı doğru kıvrık olarak tasarlanmışlardır. Temiz hava, dışbükey biçimli cephe bileşenlerine 150 mm genişlikte aralıklar arasından açılı metal tabakalar üzerinden içeri girerek, yukarı yönlendirilmektedir. Ünitelerden giren ve çıkan havanın diğer katlarla karışmaması için, hava giriş ve çıkışları şaşırtmalı olarak uygulanmıştır. Ünitelerdeki balık ağzı bileşenleri, dış hava koşullarına göre merkezi bir sistemle yönetilmektedir.

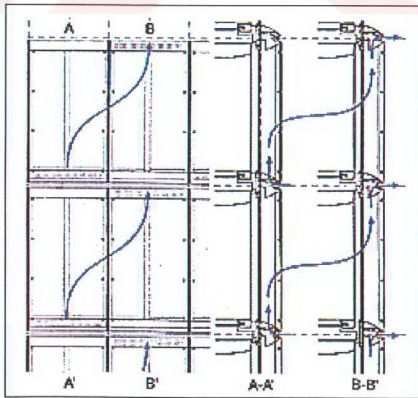
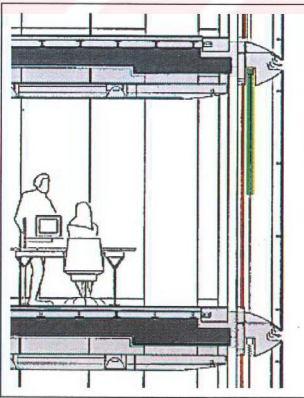
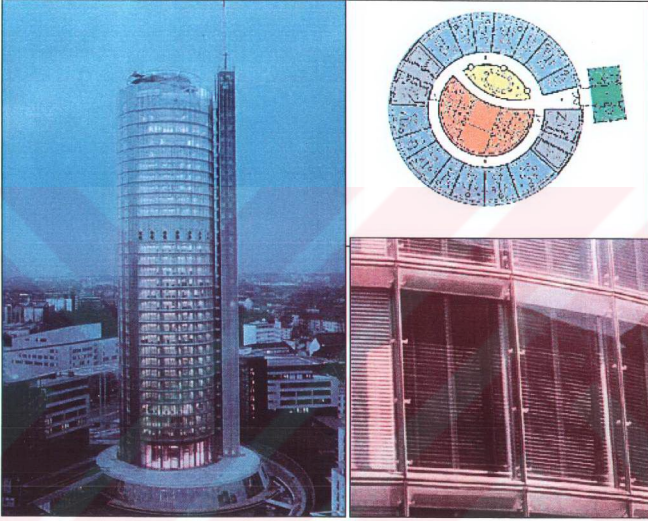
Doğal havalandırma için kurulan sistem, gömme algılayıcılarla tespit edilen iç ve dış çevre koşullarına göre; güneşlikleri, balık ağzı bileşenini ve pencereleri yönetmektedir. Cephe sistemi yapım maliyetinin %30’unu oluşturmuştur. Ancak, cephe sistemi ve merkezi sistemle yılın % 70’inde yapay ısıtmaya ve soğutmaya gerek duyulmadan doğal havalandırma sağlanabilmiştir.

Anonim, (1997), "Company Headquarters Tower in Essen", Detail, 1997 / 3:355-361.

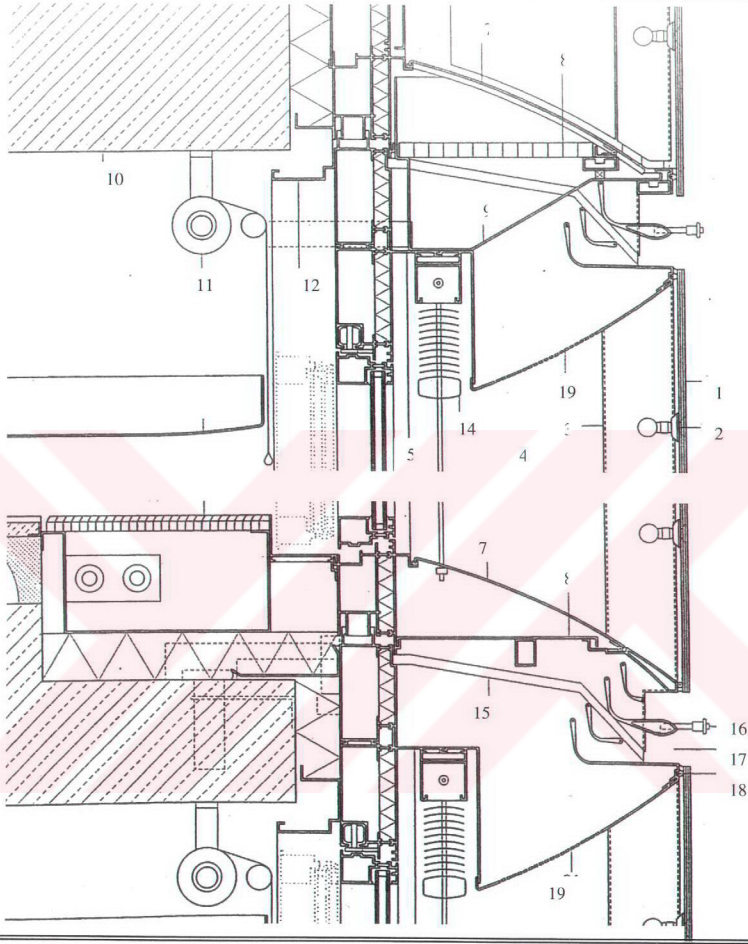
Anonim, (1998), "Delicate Essen", The Architectural Review, 1205:28-39.

Anonim (1999), "RWE Tower - a New Phase of Ecological and High-tech", Space Modulator Mimarlık Dergisi, No. 86. http://www.nsg.co.jp/spm/sm81~90/sm86_contents/sm86_e_index.html

Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.



Ek 2.11 RWE Büro Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminde hava dolaşımı



- | | |
|--|--|
| 1. Dış cephe : 10 mm temperli cam | 11. Mat kumaş güneşlik |
| 2. Paslanmaz çelik bağlantı noktaları | 12. Alüminyum köşe bileşeni |
| 3. 50/120 mm alüminyum cephe düşey bileşenleri | 13. Çok amaçlı metal levha taban bileşeni |
| 4. İç alan | 14. Alüminyum güneş koruyucu |
| 5. İç cephe : Isı yalıtımlı çift cam | 15. Panel mesneti - konstrüksiyon bağlantısı |
| 6. Konvektörler | 16. Bağlantı noktası |
| 7. 4 mm alüminyum eğimli levha | 17. Yatay havalandırma yarığı |
| 8. Temizlik ve bakım için basılabilir levha | 18. Conta |
| 9. 4 mm metal oluk | 19. Havalandırma için boşluklu metal levha |
| 10. Betonarme döşeme | |

Ek 2.12 RWE Büro Yapısı'nda tek üniteli çift cephe sisteminin "balık ağzı" ayrırıtısı

2.3.2 COMMERZBANK

Yer : Frankfurt, Almanya
Sistem : Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi
Mimar : Norman Foster ve Ortakları, 1991 / 1997

Norman Foster tarafından tasarlanan yapı altmış katlıdır ve tek üniteli çift cephe sistemi kullanılan en yüksek yapıdır. Yapı planı üçgen biçimlidir; oluşan üç koldan ikisi ofis alanları, diğeri kış bahçesini içermektedir. Servis birimleri ise üçgenin köşelerine yerleştirilmiştir. Yapı içi hava dolaşımını sağlamak için kesitte zeminden çatıya kadar devam eden atrium oluşturularak düşey baca etkisinden yararlanılmıştır. Ancak baca etkisinin güçlenmesini ve üst katlarda sıcak hava birikimini önlemek amacıyla iklimlendirme yatay cam bölmelerle ayrılarak dört ana bölgede ele alınmıştır. Her bölge, on iki kat içermektedir ve kendi içindeki üç kış bahçesi, atriumu ve tek üniteli çift cephe sistemli ofis pencereleri ile doğal havalandırmayı gerçekleştirebilmektedir.

Tek üniteli çift cephe sistemi, cephe yakınındaki ofis alanlarının doğal havalandırılması için uygulanmıştır. Kirişlerin alt ve üst noktalarına yerleştirilmiş 120 mm yüksekliğindeki havalandırma üniteleri kapatılamaz tasarlanmıştır. İç cephedeki pencereler merkezi sistemle denetlenmektedir. Kullanıcılar her odada bulunan bir uyarı lambası ile havalandırma biçimini öğrenebilmekte ve buna göre doğal havalandırma da pencere açılımlarını kendileri yönetebilmektedir.

Yapıda her bölgede üç adet bulunan kış bahçeleri dört kat yüksekliğindedir. Cephesinde dışarı doğru eğimli, yalıtımlı camdan oluşmaktadır. Doğal havalandırma için cephede 3x3.60 m boyutlu pencereler yerleştirilmiştir. Sıcak günlerde bu pencereler açılmakta; soğuk günlerde ise kapatılarak bahçedeki havanın ve bulunduğu iklimlendirme bölgesinin ısınması sağlanmaktadır.

Anonim, (1997), "Company Bank in Frankfurt", Detail, 1997 / 3:348-354.

Anonim, (1998), "Commerzbank Headquarters Building", The Architectural Review, 1205:28-39.

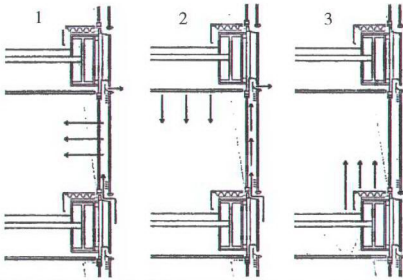
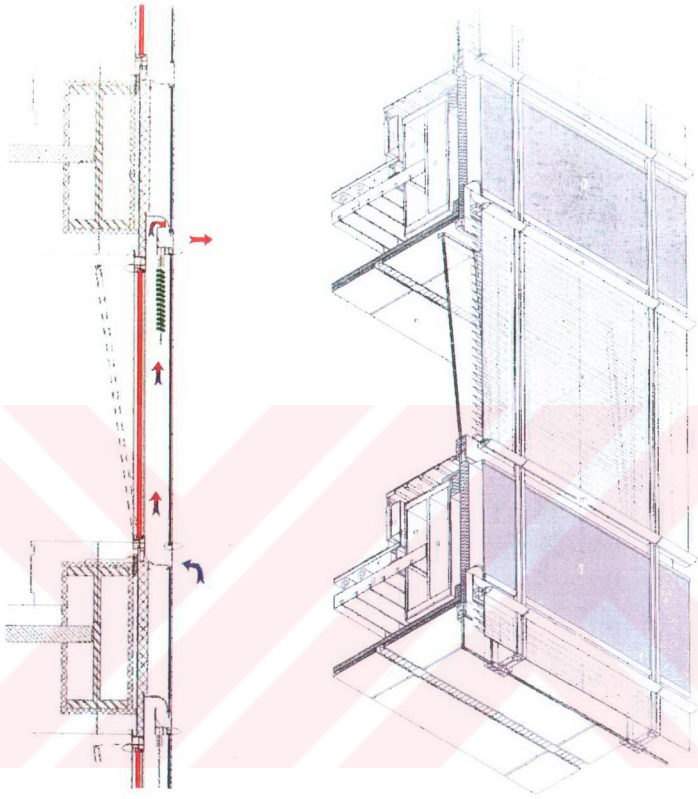
www.fosterandpartners.com

Çizelge 2.1 Commerzbank Yapısı'nın çift katmanlı giydirme cephe katmanları

Dış katman	1.40x2.25 m, 8 mm temperli cam
Boşluk	200 mm, alüminyum güneş denetim düzenekleri
İç katman	1.38x2.12 m, ısı denetimi kaplamalı yalıtımlı cam



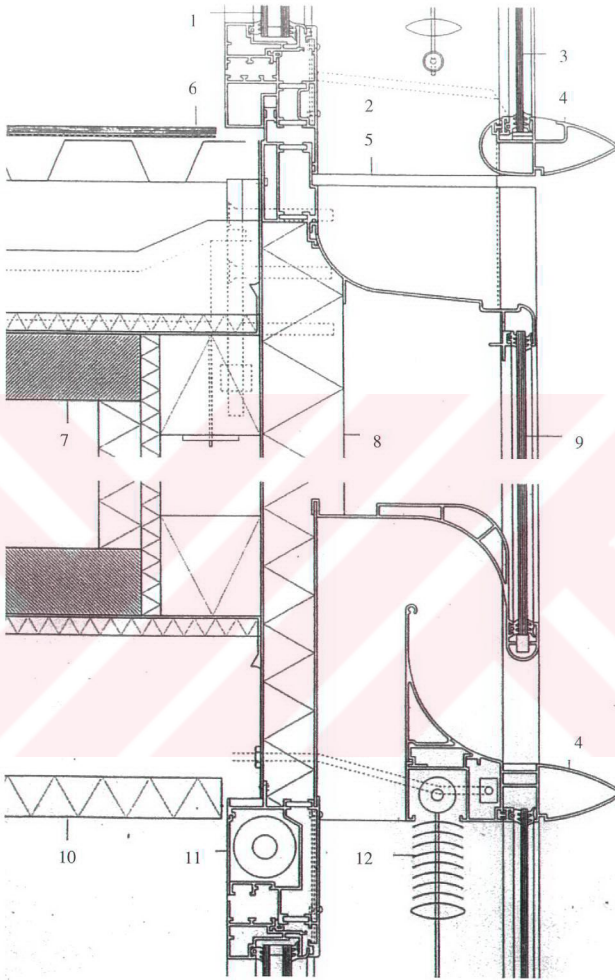
Ek 2.13 Commerzbank Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminin görünümü



Hava koşullarına göre havalandırma biçimleri

1. Yaz günlerinde temiz hava girişi
2. Sıcak yaz günlerinde soğutma biçimi
3. Kışın ısıtma

Ek 2.14 Commerzbank Yapısı'nın tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı ve havalandırma biçimi



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. Alüminyum çift camlı pencere (6+14+8 mm) | 7. 475/1100 mm çelik giriş |
| 2. İç alan | 8. 80 mm (50mm) ısı yalıtımı |
| 3. 6 mm güvenlik camı | 9. 8 mm güvenlik camı |
| 4. Alüminyum cephe kesiti | 10. 40 mm metal panel |
| 5. Panel mesneti | 11. Motor çerçevesi |
| 6. Metal levha üzeri 6 mm cam | 12. Alüminyum güneş denetim düzeneği |

Ek 2.15 Commerzbank Yapısı'nın tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı

2.3.3 IG METAL BÜRO YAPISI

Yer : Frankfurt, Almanya
Sistem : Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi
Mimar : Norman Foster ve Ortakları, 1996

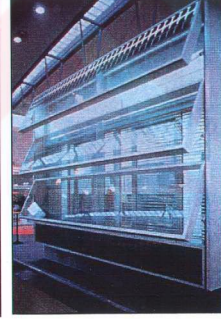
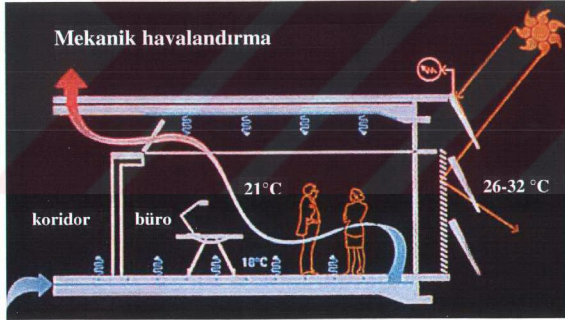
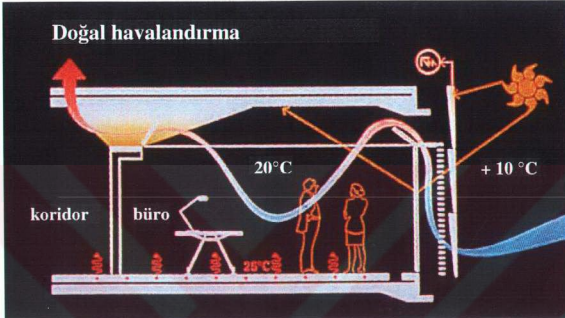
Frankfurt'ta açılan bir yarışma için tasarlanan proje cephe örneği ile dikkat çekmektedir. Yarışma kazanılamamış olduğu halde, cephe prototipi yapılmıştır. Yapı, 72 m yüksekliğinde iki ofis kulesi ve bunları birbirine bağlayan cam binadan oluşmaktadır. Doğal havalandırma sağlamak için, yapı içinde atriumlar oluşturulmuş, yapı cephesi ise tek üniteli çift cephe sistemi ile çözülmüştür.

Tek üniteli çift cephe sisteminde dış katman üç tane cam paletten oluşturulmuştur. Bunlardan en üsttekinde fotovoltaik hücreler bulunmaktadır. İç cephe, yalıtımlı camla sürgü kapı ve üzerinde pencerelerden oluşmaktadır. Boşlukta metal paletler güneş denetimi sağlamaktadır.

İç katman kullanıcılar tarafından yönetilebilmektedir. Yapının ana düşüncesi, atrium ve cephe arasında hava akımı oluşturarak doğal havalandırma oluşturmaktır. Hava sıcaklıklarının çok düşük ya da yüksek olduğu zamanlarda, mekanik havalandırma sistemi devreye girecektir.



Dış katman	3 adet cam palet, en üstteki fotovoltaik hücre
Boşluk	metal güneş denetim düzeneği
İç katman	yalıtlı cam (sürgülü kapı)



Ek 2.16 IG Metal Büro Yapısı'nın yarışma projesi ve kurulan tek üniteli çift cephe sistemi

2.3.4 LAFAYETTE GALERİLERİ

Yer : Berlin, Almanya
Sistem : Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi
Mimar : Jean Nouvel, 1991 / 1995

Zemin katta alışveriş dükkanları üst katlarda ise ofis alanları içeren yapı, işlek bir cadde de köşe başında bulunmaktadır. Yapı içinde oluşturulmuş koni biçimli boşluklar ve galeriler yapının zemin kata kadar doğal aydınlatılmasını sağlamaktadır. Ofisler, yapı merkezinde çatıya kadar uzanan koni atrium çevresinde sıralanmıştır.

Tek üniteli çift cephe sistemi, esas olarak trafik gürültüsüne karşı korunmak için tasarlanmıştır. Sistemde kat seviyelerindeki 550 mm yüksekliğindeki alanlar, dükkanların logoları için ışılandırılmış sergi bölümü olarak kullanılmaktadır. Çift katmanlı sistemde, sergi şeritlerinin altında ve üstünde 150 mm yükseklikte iki katman arasına hava giriş ve çıkışı için boşluklar bulunmaktadır ve bu boşluklar devamlı açıktır. Cephe, düşeyde sergi bölümüyle, yatayda ise cam bölmelerle ayrılarak tek üniteli sistemi oluşturmaktadır.

Tek üniteli çift cephe sisteminde; dış katman sabit tek cam, iç katman ise açılabilir yalıtımlı camdan oluşmaktadır. İki katman arasındaki boşluk 200 mm dir ve güneş denetimi için jalousiler yerleştirilmiştir. Yılın büyük çoğunluğunda yapı doğal olarak havalandırılabilir. Havanın çok sıcak yada soğuk olduğu durumlarda mekanik havalandırma devreye girmektedir.

2.3.5 EUROTHEUM

Yer : Frankfurt, Almanya
 Sistem : Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Novotny Mahner ve Ortakları, 1999

Konut ve ofis alanlarını bir arada içeren yapı 100 m yüksekliğinde ve planda 28x28 m alana oturmaktadır. En üst yedi kat konut amaçlı kullanılmaktadır. Yapının sadece bir bölümü tek üniteli çift cephe sistemi ile tasarlanmıştır. Bu da yılın çoğu zamanında doğal havalandırma sağlamaktadır.

Cephe gridleri 1350 x 3350 mm olarak boyutlandırılmıştır. Her bir bileşen ön yapımlıdır ve 6 grid genişliğinde ve bir kat yüksekliğindedir. İç cephe ısı kırıcı alüminyum çerçeveler ve çift cam, kullanıcılar tarafından yönetilen pencerelerden oluşmaktadır. Güneş denetim bileşenleri, 340 mm genişliğindeki ara boşluğa yerleştirilmiştir. Dıştaki cephe tek katmanlı ve sabit camlardan oluşmaktadır. Taze hava, cam ünitenin etrafındaki düşey metal süzgeçlerdeki 75 mm kalınlığındaki deliklerden karşılanmaktadır. Isınan hava yükselerek, tavan bölümündeki açıklıklardan dışarı atılmaktadır.



Ek 2.18 Eurotheum Yapısı ve tek üniteli cephe sisteminin görünümü

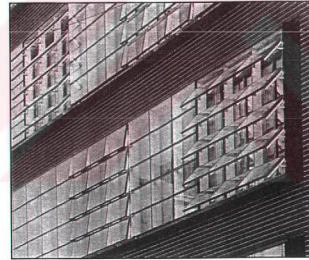
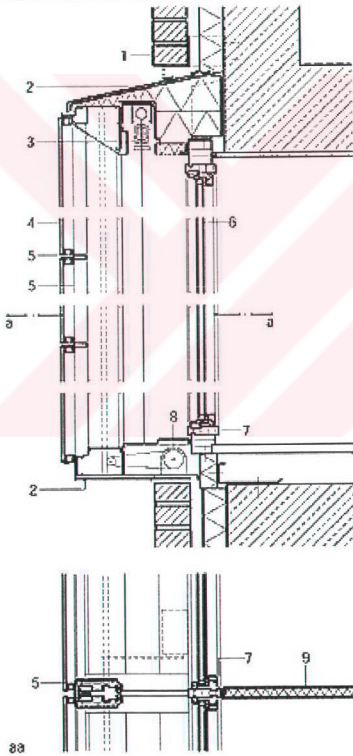
2.3.6 STUTTGART'TA YÖNETİM YAPISI

Yer : Stuttgart, Almanya

Sistem : Tek Üniteli Çift Cephe Sistemi

Mimar : Arno Lederer, Marc Oei, Jorunn Ragnarsdottir, 1993 / 1997

Ofis alanlarını içeren yapı, beş katlıdır. Yatay etki yaratan tuğla cephede, pencere bölümü tek üniteli çift cephe sistemi ile çözülmüştür. Sistemin dış katmanı beş adet yatay paletten oluşmaktadır. İç katman çift cam, dış katmanı oluşturan paletler ise tek camdır. Güneş denetimi için iki katman arasındaki boşluğa jaluziler yerleştirilmiştir. Bu sistem yapının doğal olarak havalandırılmasını ve ses yalıtımı sağlamaktadır.



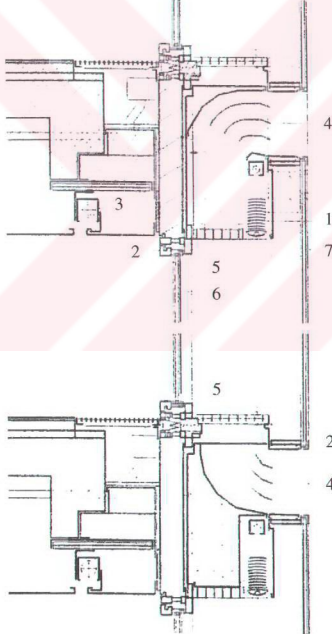
1. Duvar : 11.5 mm tuğla yüzey
45 mm boşluk, 80 mm yalıtım,
güçlendirilmiş beton
2. 3 mm siyah alüminyum örtü
3. güneş denetim düzeneği
4. 10 mm güvenlik camı
5. Alüminyum kesit
6. Çift cam
7. Pencere çerçevesi
8. Motor
9. Çelik panel

Ek 2.19 Stuttgart'taki Yönetim Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı

2.3.7 DÜSSELDORF'TA BANKA YAPISI

Yer : Düsseldorf, Almanya
 Sistem : Tek üniteli Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Ingenhoven Overdiek Kahlen ve Ortakları, 1964

Banka yapısı 1964 yılında yapılmıştır. Ofis yapılarını içeren yüksek blok, üç katlı ana giriş yapısının üstünde on dört katlıdır. Ana yapı, kafe ve dükkanları da içermektedir. Her iki yapıda da enerji tüketimini en aza indirmek için çift katmanlı cephe sistem kullanılmıştır. Ana yapı, iklim cephesi ile; yüksek blok ise tek üniteli çift cephe sistemi ile çözülmüştür. Bu sistem; dışta sabit tek cam, içte açılabilir çift camdır. Cephe, yatay olarak her kat seviyesinde havalandırma üniteleri ile, düşey olarak ise camla bölünmüştür. Güneş denetim bileşenleri iki katman arasında alüminyum paletlerle oluşturulmuştur.



1. Alüminyum güneş denetim düzeneği
2. Alüminyum cephe kesiti
3. Stor (anti-glare blind)
4. Yön değiştirebilen alüminyum levha
5. Alüminyum ızgara
6. çift cam (8 mm cam +12 mm boşluk +8 mm temperli cam)
7. 12 mm lamine güvenlik camı

Ek 2.20 Düsseldorf'ta Banka Yapısı ve tek üniteli çift cephe sisteminin ayrıntısı

2.4 DÜŞEY KANALLI ÇİFT CEPHE SİSTEMİ UYGULAMALARI

2.4.1 HALENSEE BÜRO YAPISI

Yer : Berlin, Almanya
 Sistem : Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi
 Mimar : Hilde Leon, Konrad Wohlhage, 1990/1996

Berlin’de bulunan yapı, yoğun bir yol kenarındadır ve iki bölümden oluşmaktadır. Ofis alanlarını içeren ana bölüm yedi katlıdır ve biçimi nedeniyle “limon” olarak adlandırılmaktadır. Yoldan gelen kirli hava ve gürültü nedeniyle bu bölümün batı cephesi çift cephe sistemi ile çözülmüştür.

Düşey kanallı çift cephe sisteminde, iç katman sürgülü çift camdan, dış katmanı ise sabit tek camdan oluşmaktadır. Güneş denetimi için düzenekler, 850 mm genişliğinde bir kat yüksekliğinde iki katman arasındaki boşlukta dış katmanın arkasına yerleştirilmiştir.

Cephe havalandırma için iki bölgeye ayrılmıştır. Havalandırmada işleyiş; çatıdan alınan temiz havanın, yatay koridorlar oluşturan katlara verilmesi ve burada ısınan havanın toplanarak, düşey kanallarla yine cephenin en üst noktasından atılmasıdır. Çatıdan alınan temiz hava, cephenin her iki tarafında bulunan ve birinci kata kadar ulaşan düşey kanallarla çekilmekte ve kat yüksekliğinde devam eden cephe boşluklarına bırakılmaktadır. Böylece cepheye gelen temiz hava ısınarak yükselmekte ve koridorda üst noktadaki borularla cephenin ortasında oluşturulmuş düşey kanallara bağlanmaktadır. Çift cephe sisteminde ısınan hava, bu düşey kanallarla cepheden dışarı atılmaktadır. Hava dolaşımı, mekanik olarak yönlendirilmektedir.

İç katman kullanıcılar tarafından yönetilebilmektedir. Soğuk günlerde iç cephe kapalı tutulmakta ve boşluk bir ısı tamponu olarak çalışmaktadır. Cephe için havalandırma sistemi en düşük değerlerde çalıştırılmaktadır.

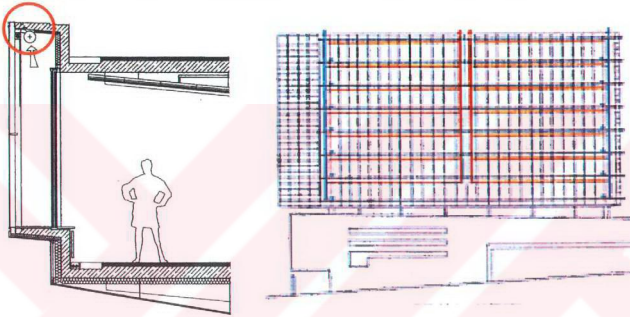
Çift katmanlı sistem, batıda yer alan otoyolda oluşan ses düzeyini 30 dB düşürmüş ve havalandırma için çatıdan temiz havanın alınmasını sağlamıştır.

Anonim, “Building Case Studies”, High-Performance Commercial Building Facades, University of California, Berkeley. http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_g.htm

Anonim, (2000), “Office Building Halensee”, Space Modulator Mimarlık Dergisi, No. 87.

http://www.nsg.co.jp/spm/sm81-90/sm87_contents/sm87_e_halensee.html

Compagno, A., (2002), Intelligent Glass Façade: Material, practice, and design, Basel, Switzerland: Birkhäuser.



Dış katman	1.20x3.90 m, 12 mm temperli cam
Boşluk	850 mm
İç katman	yalıtlımlı cam (6 mm ısı denetim kaplamalı cam + 10 mm + 6 mm lamine cam)

Ek 2.21 Halensee Büro Yapısı ve düşey kanallı çift cephe sisteminde havalandırma

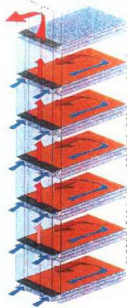
2.4.2 ARAG BÜRO YAPISI

Yer : Düsseldorf, Almanya
Sistem : Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi
Mimar : Foster ve Ortakları ile RKW ve Ortakları, 1994 / 2000

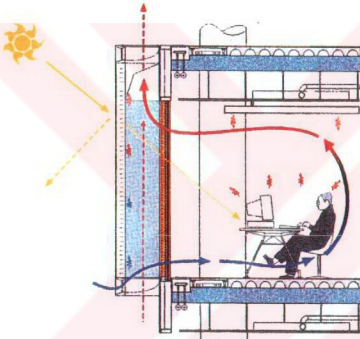
Ofis alanlarını içeren yapı, 125 m yüksekliğindedir. Plana bakıldığında servis birimleri köşelere yerleştirilmiş, ofis alanları ise servis birimleri arasında uzun bir koridor oluşturarak iki yöne cephe oluşturmuştur. Yapıda çift cephe sistemi, alt katlarda yol güürültüsüne karşı, üst katlarda ise doğal havalandırmayı sağlamak için eğimli ofis cephelerinde uygulanmıştır.

Yapı cephesi, düşeyde her biri altı ofis katı, bahçe ve servis alanları içeren beş bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgeler kendi içindeki düşey kanallı çift cephe sistemi ile havalandırılmaktadır. Her kat seviyesinde oluşturulmuş 370 mm yükseklikteki havalandırma üniteleri ile boşluğa alınan temiz hava, ısınarak yükselmekte ve sekiz kat boyunca devam eden havalandırma kanalına bağlanmaktadır. Böylece kirlenen hava, en üstteki servis katından dışarı atılmaktadır. Düşey kanalın sekiz kat yüksekliğinde olması baca etkisini garantiye almaktadır.

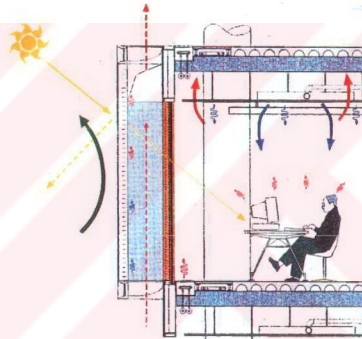
Çift cephe siteminde, iç katman açılabilir yalıtımlı cam, dış katman ise tek cam olarak tasarlanmıştır. İki katman arasındaki boşluk 550 mm dir ve güneş denetimi için düzenekler dış cephenin arkasına yerleştirilmiştir.



Dış katman	12 mm lamine cam
Boşluk	550 mm
İç katman	yalıtlı cam



İç cephenin açılarak
Doğal havalandırma sağlanması



Mekanik havalandırma

Ek 2.22 ARAG Büro Yapısı ve kurulan düşey kanallı çift cephe sistemi

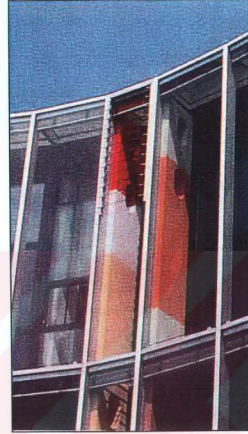
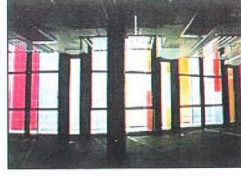
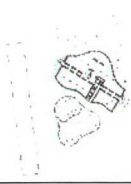
2.4.3 PHOTONICS CENTER

Yer : Berlin, Almanya
Sistem : Düşey Kanallı Çift Cephe Sistemi
Mimar : Saurebruch Hutton , 1995 / 1998

Araştırma merkezi, amip biçimli iki yapıdan oluşmaktadır. Düz çatılı, diğerine göre daha kısa olan yapı test alanlarını; üç katlı olan ise ofisler, laboratuvarlar ve çalışma alanlarını içermektedir. Yapılar birbirine yer altından bağlanmaktadır.

Araştırma ve Geliştirme bölümünün cephesi, gerektiğinde ısısal yalıtımı ve doğal havalandırmayı sağlamak için düşey kanallı çift cephe sistemi ile çözülmüştür. Yapı taşıyıcıları, aralarında 750 mm bulunan çift kolonlardan oluşturulmuştur. Bu kolonlar, cephe boyunca kesintisiz devam etmekte ve çift cephe sisteminde düşey kanal olarak kullanılmaktadır. Kat yüksekliğinde düzenlenmiş olan düşey kanalın her iki yanında bulunan 1.50 m genişliğindeki çift cephe, oluk açılımlarla bu kanala bağlanmaktadır. Çift cephe sistemine kat seviyesinde giren temiz hava, ısınarak yükselmekte ve çift cephedeki açılımlarla düşey kanala bağlanmaktadır. Buradan çatıya kadar yükselmekte ve cam paletlerden dışarı atılmaktadır.

Çift cephe sisteminde, iç katman low-e kaplamalı yalıtımlı cam, dış katman ise sabit tek camdan oluşmaktadır. İç cephe kullanıcılar tarafından yönlendirilmektedir. İki katman arasındaki 800 mm boşlukta, dış cephenin arkasına güneş denetimi için renkli düzenekler yerleştirilmiştir.




Ek 2.23 Photonics Centre ve kurulan düşey kanallı cephe sistemi

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	20.11.1980	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1994-1997	Yeşilköy 50.Yıl Lisesi
Lisans	1997-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurum

2004-Devam ediyor Mi-Ma Mimarlık



Çizelge 5.1 Metal türlerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri için karşılaştırma çizelgesi (*)

METAL TÜRLERİNİN FİZİKSEL, KİMYASAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ															
Metal türleri	Atom ağırlığı	Yoğunluk (gr/cm ³)	Erimme sıcaklığı (°C)	Isı genişleme katsayısı (cm/cm°C)	Özgül ısı (cal/gr°C)	Isı iletkenlik katsayısı (W/MK)	Elektrik ilekenliği (Mho/m/mm ²)	Elastisite modülü (kgf/mm ²)	Asit ve gazlardan Etkilenme	Diğer malz. Etkilenme	Kopma dayanımı (N/mm ²)	Kopma uzaması	Sertlik Brinell H (N/mm ²)	Akma gerilmesi (N/mm ²)	Çekme dayanımı (N/mm ²)
Alüminyum	26,97	2,7	660	23 x 10 ⁻⁶	0,214	230	38,1	7,050	C, S, Cl, O ve asitlerden etkilenir.	Asitli ve su içeren malzemelerden, galvanik olarak uyumsuz metallere etkilenir.	10-200	0,03-0,15	150-400	80	90-130
Bakır	63,57	8,96	1083	17 x 10 ⁻⁶	0,092	385	64,1	11,000	C, S, Cl, O ve asitlerden etkilenir.	Asitli ve su içeren malzemelerden, galvanik olarak uyumsuz metallere etkilenir.	230	0,40	-	150	160-300
Çinko	65,39	7,14	419	33 x 10 ⁻⁶	?	112	16,7	9,300	C, S, Cl, O ve asitlerden etkilenir.	Asitli ve su içeren malzemelerden, galvanik olarak uyumsuz metallere etkilenir.	120-170	-	380-500	120	220
Paslanmaz çelik	-	7,9	1400	17 x 10 ⁻⁶	0,12	16	2,4	20,400	C, S, Cl, O ve asitlerden etkilenir.	Asitli ve su içeren malzemelerden, galvanik olarak uyumsuz metallere etkilenir.	562,5	0,45-0,55	1560-1700	360-330	540-600
Titanyum	47,90	4,5	660	8,4 x 10 ⁻⁶	0,124	21,9	3,1	10,850	Sadece hidroflorik asitten etkilenir.	Asitli ve su içeren malzemelerden, galvanik olarak uyumsuz metallere etkilenir.	500	?	≤1500	415-1300	234

(*) Bu çizelge 3. bölümdeki metal malzeme özellikleri için hazırlanan çizelgelerin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

Çizelge 5.2 Metal türlerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri için değerlendirme çizelgesi

Metal türleri	Fiziksel etkiye dayanım	Kimyasal etkiye dayanım	Mekanik etkiye dayanım	Metal Türü için Değerlendirmeler
Alüminyum	En hafif, ısı ile genleşmesi en yüksek, ısı ve elektrik iletkenliği yüksek, yangına dayanımı az olan metaldir.	Kimyasal etkilere karşı hassas olan alüminyumun dayanımı daha çok Mg ve Si katkılı alaşımları ile artırılabilir. Ayrıca eloksal işlemi ile de dış koruma sağlanır.	Alüminyumun mekanik dayanımı diğer metallerden düşüktür ancak alaşım katkıları ile artırılabilir.	Hafifliği, alaşım olmaları ve diğer metal levhalara göre ucuzluğu ile en çok tercih edilen metaldir.
Bakır	Ağır, ısı ile genleşmesi yüksek, elektrik ve ısı iletkenliği en yüksek, yangına dayanımı çok olan metaldir.	Kimyasal etkilere karşı hassas olması olan bakırın dayanımı patina tabakasının yapay olarak geliştirilmesiyle sağlanabilir. Nemli ortamlarda bakır pası denilen oluşum gerçekleşir ve diğer malzemelere akabilir.	Bakırın yumuşak bir metal olması nedeniyle mekanik etkiler karşısında yüzeylerde oluşan hasarlar kalıcıdır.	Fiziksel özellikleri ve yumuşaklığı nedeniyle diğer metal levhalara göre daha az tercih edilmektedir.
Çinko	En ağır, ısı ile genleşmesi yüksek ancak kırılma, elektrik ve ısı iletkenliği bakır ve alüminyumuna göre düşük, yangına dayanımı en az olan metaldir.	Kendiliğinden oluşan çinko karbonat tabaka çinkoyu korurken, sülfürlü yerlerde bu oluşum engellenir ve korozyon oluşur. Su ile temasta beyaz paslanma sorunu da oluşmaktadır. Galvanize ve Ti katkılı alaşım levhaları ile kimyasal etkilere karşı dayanım sağlanabilir.	Çinko, kırılma olma özelliğinden dolayı mekanik etkilere karşı dayanımı azdır. Cu katkılı alaşımları ile mekanik etkilere karşı dayanım gösterebilir.	Daha çok galvanize levhalar olarak kullanılmaktadır. Ayrıca alaşım levhalarında kırılma gibi bazı sakıncalı özellikleri giderilmektedir.
Paslanmaz çelik	Ortalama hafiflikte, ısı ile genleşmesi titanyumdan sonra en düşük, elektrik ve ısı iletkenliği en düşük, esnemesi en yüksek, yangına dayanımı en çok olan metaldir.	Kendisi alaşım olan p.ç. içeriğindeki krom, kimyasal etkilere karşı korumaktadır. Östenitli sınıfları dış uygulamalarda daha dayanımlıdır. Sahil çevrelerinde Ni, Mo elementleri p.ç.yi kimyasal etkilere karşı korumada katkı olur.	Darbe çarpma vs. etkilerine karşı mekanik değerleri ile diğer metal türlerinden daha fazla dayanım gösterir.	Üstün mekanik özellikleri ile tercih edilirken, sektörde yeni olması ve pahalılığı olumsuzluklardandır.
Titanyum	Alüminyumdan sonra en hafif, ısı ile genleşmesi en düşük, elektrik ve ısı iletkenliği p.ç.'den sonra en düşük, esnemesi p.ç.'den sonra en düşük, yangına dayanımı az olan metaldir.	Doğal olarak gelişen oksit tabakası sayesinde diğer metallerden daha fazla kimyasal etkilere karşı dayanımlıdır. Sadece hidroflorik asitten etkilenmektedir.	Mekanik etkilere karşı dayanımı p.ç. den sonra en fazla olan metaldir. Ancak yüzeyler darbe etkileriyle çizilebilmektedir.	Özellikle korozyona dayanımı ve mekanik özellikleri nedeniyle tercih edilirken sektörde yeni olması ve pahalılığı olumsuzluklardandır.
DEĞERLENDİRMELER	Ele alınan metal türleri içerisinde alüminyum ve titanyum hafif, bakır ve çinko ise ağır metaller olarak taşınma ve yapım da dikkate alınmalıdır. Alüminyumun ısı ile genleşmesinin yüksek olması detaylarda dikkate alınmalıdır. Çinko da yüksek oranda genleşir ancak kırılma bir malzeme olması nedeniyle eski haline geri dönmez. Bakırın ve alüminyumun ısı ve elektrik iletkenliği yüksek orandadır. Çinko ve alüminyum levhalar erime sıcaklıklarının düşük olmasından dolayı yangından daha çabuk etkilenmektedir.	Metallerin çoğu asit ve gazlardan etkilenerek korozyona uğrarlar. Metaller Ca, Cl, S, O bileşenleri, asitler ve su ile reaksiyona girerek korozyona uğrar. Tüm metaller atmosferik etkilere karşı kendilerini korumak amacıyla oksit tabakası geliştirir ancak kimyasal etkilere karşı dayanım da titanyumun levhalar diğer metallerden daha fazladır.	Çinko kırılma bir metal olduğundan dayanım gösteremezken bakır ve alüminyum yumuşak olmalarından dolayı yüzeylerde oluşan hasarlar kalıcıdır. Fazla dayanım gerektiren uygulamalarda Mn ve Mg katkılarıyla dayanımları artırılmaktadır.	Genel olarak fiziksel etkilere karşı paslanmaz çelik ve titanyum levhalar daha fazla dayanım göstermektedir.
		Metallerin çoğu beton, sıva, harç, ahşap vb. yapı malzemelerinin içeriğinde asit bulundurması durumunda etkilenerek korozyona uğrarlar.	Paslanmaz çelik ve titanyum levhalar çekme, basınç dayanımları ve sertlik değerlerinin yüksek olması nedeniyle daha dayanımlıdır. Paslanmaz çelik ve titanyum levhalar kopma dayanım değerleri ile de daha dirençlidir.	

Metal türleri ile oluşturulacak cephe kaplaması seçiminde, metal türlerinin özellikleri ile birlikte kaplamalara etki edecek etmenler de büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, yapının uygulanacağı çevresel özellikler ile seçilecek metal türünün uyumlu olması gerekmektedir (Çizelge 4.8). Titanyum levhalar, her türlü çevresel koşullara uyumluluğu ile diğer metal levha türlerinden daha dayanımlıdır.

Metal malzemeyi dolayısı ile metal cephe kaplamalarını tehdit eden en önemli sorun korozyondur. Bu nedenle, yapı kabuğunda kullanılacak metal malzemelerde aranan en önemli özellik ise korozyon dayanımıdır.

Metal malzeme özellikleri ve etkisinde kaldıkları etmenler doğrultusunda oluşan korozyon sorununa karşı dayanım değerlendirmesi yapılacak olursa, özellikleri ile titanyum ve daha sonra paslanmaz çelik levhalarla oluşturulacak cephe kaplamaları, korozyon direnci açısından diğer metallere fark edilebilir oranda önde gelmektedirler. Ancak, bu ürünlerin maliyetlerinin yüksek değerlerde olması, tercih edilmelerini olumsuz olarak etkilemektedir.

Cephe kaplaması olarak ele alınan diğer metaller türleri de, oluşacak sorunlara karşı alaşım olanakları ve koruma işlemleri ile zayıf kaldıkları özellikleri telafi edilerek güvenle kullanılabilir. Örneğin çinko levhaların kırılabilirliği, bakır levhaların yüksek ısı iletimi dikkate alınarak alaşım olanakları ile özellikleri iyileştirilebilir.

Dayanım değerleri ile beklenen özellikleri karşılayan titanyum ve daha sonra paslanmaz çelik cephe kaplamaları henüz sektörde yeni olmaları ve yüksek maliyetleri nedeni ile ülkemizde henüz tercih edilmemelerine rağmen, alüminyum cephe kaplamaları ise malzeme kaynaklarının bolluğu ve uygulamalarının yaygın olması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir.

Cephe kaplama malzemesi seçimi için yapılacak ön araştırmalar ve uygulama yapılacak çevrenin özellikleri de değerlendirilerek seçilen doğru ürün ile başarılı bir cephe kaplaması uygulaması elde edilir. Böylece, yanlış ürün seçilmesi sonucunda yapının kullanım döneminde oluşan hasarlar için karşılanması gereken bakım-onarım maliyetleri de azaltılarak, yapı ömrü de uzatılmış olur.

KAYNAKLAR

- Addleson, L., (1972a), *Materials for Building (Water and its Effects)*, Volume 3, Butterworth&Co (Publishers) Ltd., London.
- Ademci, T., (2000), *Alüminyum Giydirmeye Cephelerde Su ve Nem Problemleri*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Afyon, N., (1984), *Alüminyum Dış Cephe Kaplamaları ve Derz Problemleri*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akman, S., (1980), *Yapı Malzemesi Ders Notları*, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Alusingen, (2001), *Alucobond Ürün Tanıtım Kataloğu*.
- Anon, "Chiat/Day/Mojo Şirket Merkezleri", "Frederick R. Weisman Müzesi" Frank O. Gehry Projeler, *Mimarlık Dekorasyon Dergisi*, sayı 63:62-76
- Anon, (2004), "Walt Disney Konser Salonu'nun Pırıltısı Komşularını Yakıyor", *Haberler Bölümü, Yapı Dergisi*, sayı 269:25.
- Anon, (2004), (Frank O.Gehry&Associates), "Bard Koleji Gösteri Merkezi", *Yapı Dergisi*, sayı 271:63-71, (Çeviri: Derya Nüket Özer).
- Anon, (2004), (Frank O.Gehry&Associates), "Frank O. Gehry, Son Çalışmalar", *Arredamento Mimarlık Dergisi*, sayı 3:38-43.
- Arıoğlu, N., (1995), "Yapı Dış Kabuğunun Oluşturulmasında Çevresel Etmenler-İşlevler-Özellikler ve İlişkileri", *Yapıda Dış Kabuk Semineri*, 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.
- Ashurst, J. ve Ashurst N., (1988), *Practical Building Conservation (Metals)*, Volume 4, Gower Technical Press Ltd., England.
- Atmaca, M., (2003), *Yapı Metalleri, 1000 Soru 1000 Çözüm Şantiyede Yapım Dizisi 2*, Mühendislik Yayıncılık, Ankara.
- Avlar, E., (2000), *Yapılarda Su ve Nem Korunumu*, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Balanlı, A., (1997), *Yapıda Ürün Seçimi*, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Bekiroğlu, S., K., "Walt Disney Konser Salonu", *Yapı Dergisi*, 267:54-66.
- Beş-Can İnşaat ve Taahhüt Tic. ve San.Ltd. Şti., *Çatı ve Cephe Kaplama Sistemleri Tanıtım Kataloğu*, Ankara.
- Botek İnşaat Sanayi ve Tic. Ltd. Şti., *Çatı ve Cephe Kaplama Sistemleri Tanıtım Kataloğu*, İstanbul.
- Brimelow, E.I., (1957), *Aluminium in Modern Building*, Mac Donald and C.O. (publishers) Ltd., London.
- Cansun, M., O., *Hafif Giydirmeye Cepheler Ders Notu*, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Coşkunsu, D., (1990), *Yapı Fiziği Açısından Yapı Hasarları Üzerinde Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çamlıbel, N., (1994), *Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri*, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Çiçek, A., (2002), *Yapı Düşey Dış Kabuk Bileşenlerinin Performans Belirlenmesi Sürecinde Isı ve Nem Geçişi Ölçümünde Kullanılabilecek Bir Yöntem Önerisi*, Doktora Tezi, MSÜ Fen

Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çorapçıoğlu, K., (1983), Doğal Taş Yapılarda Taş Ayrışmasının Nedenleri ve Maktralı Kalkerler Üzerinde Korumaya Yönelik Bir Araştırma, Doktora Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demirel, N., ve Beriş, S., (2004), Kişisel Görüşme, Teknosel Teknolojik Yapı Ürünleri A.Ş., Mimar-Satış Elemanı, İstanbul.

Dolu, M., (1992), Yapı Kabuğunu Oluşturan Elemanların Kullanım Evresi Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Doruk, A., (1985), Bitirme Ödevi, İTÜ Kimya Metalürji Fakültesi, İstanbul.

Erdoğan, A., (1991), “Yüksek Yapılar ve Giydirme Cephe”, Giydirme Cephe Bildirileri, 28 Kasım 1991, YEM, İstanbul.

Eriç, M., (2002), Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları:02, İstanbul.

Eriç, M., (1986), “Dış Duvar Kaplamalarında Yapı Fiziği Sorunları”, Dizayn Konstrüksiyon Aylık Mimarlık, İnşaat Dergisi, 37-39.

Eriç, M., (1988), “Malzemeye ve Yapıya Etkili Olan Su Sorunları”, Yapı Dergisi, 81:35-39.

Ersoy, H., Y., (1988), “Derzlerin Detaylandırılması ve Yapı Fiziği Açısından Bir Değerlendirme”, Yapılarda Derz Bildirileri, 24 Mart 1988, YEM, İstanbul.

Everett, A., (1994), Mitchell's Materials, 5th Eddition, Longman Scientific&Technical, England.

Gomez, T.E., De Miguel Lopez, I., (1996), “Filiform Corrosion Morphologies on Painted Aluminium Extrusions”, Proceedings of Aluminium (Ademci, 2000, s. 66'daki alıntı).

Göçer, C., (1997), Beton Esaslı Giydirme Cephe Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güner, A., (1991), Fiziksel Etkenlerin Hafif Cephe Elemanlarına Etkileri ve Kusurları Giderici Önlemler, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hasol, D., (1998), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yedinci Baskı, YEM Yayınları, İstanbul.

Kafesçioğlu, R., (1984), “Yapıda Dış Kaplama ve Sorunları”, Yapı Dergisi, 56:36-39.

Kars, F., (2002), “Yangının Afete Dönüşmemesinde Mimari Kararların Etkisi”, 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Kongre Bildirileri, Poster Sunumu, 9-13 Ekim 2002, YEM, İstanbul.

Kiper, A., (1992), Yapı Fiziği Açısından Günümüz Cephe Sistemlerinin Analizi ve Malzeme Seçim Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Koçu, N., (1995), “Yapı Dış Kabuğunda Oluşan Hasar ve Kusurlar, Önleme Önerileri”, Yapıda Dış Kabuk Semineri, 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.

Neşeli, Ö., (1990), Mimarimizde Cephe Kuruluşuna Malzeme Etkisi Sonucu Günümüzdeki Yapı Fiziği Sorunlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Oktuğ, Y., (1990), “Alüminyum Cephe Kaplamaları Projelendirme Esasları I, II, III”, Alüminyum Dergisi, Sayı:6-7-8.

Oktuğ, Y., (1991), “Yüksek Yapılarda Alüminyum Doğrama/Cephe Sistemleri”, Giydirme Cepheler Sempozyumu, 18 Kasım 1991, YEM, İstanbul.

- Özbilen, A., (1967), Hava Tabakalı Çift Duvar (Özellikleri ve Tuğla ile Uygulanışı), Seri.B: Teknik Yayınlar Sayı:3, Özyayın Matbaası, İstanbul.
- Özgen, A. ve Sev, A., (2002), "Depreme Dayanıklı Yüksek Yapılarda Cephe Kaplamaları Tasarımı", Alüminyum Yapı Dergisi, 4:39-49.
- Özşen, G. ve Yamantürk, E., (1991), Taşıyıcı Sistem Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Özbingöl,H., (1986), Yapılarda Giydirme Cephe Elemanları, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdeniz, M., (1978), Rüzgarla İtilen Yağmurun Yapılardaki Sorunları ve Rüzgarla İtilen Yağmur Şiddetinin Hesaplanması İçin Bir Yöntem, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Rimex Group, Rimex Metals Inc. Kataloğu, U.S.A.
- Simpson, J.W. ve Horrobin, J., (1970), The Weathering and Performans of Building Materials, Medical and Technical Publising C.O.Ltd., London.
- Stulz, R. ve Mukerji, K., (1988), Appropriate Building Materials, SKAT&IT Publications Ltd., U.K.
- Şen, N., (1967), Yapı Strüktürüne Biçimleniş ve Kabuk Olarak İklim Etkisi, 1.Baskı, İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Şengil, A., (1992), Korozyon, İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi Matbaası, Sakarya.
- Şensoy, H., (1995), "Dış Kabukta Uygulama Sorunları", Yapıda Dış Kabuk Semineri, 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.
- Teknosel Teknolojik Yapı Ürünleri A.Ş., Titanyum Çinko Çatı-Cephe Kaplamaları Tanıtım Kataloğu, İstanbul.
- Toydemir, N., Gürdal E. ve Tanaçan, L., (2000), Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları:39, İstanbul.
- TS 1912, (1984), Yapı Malzemeleri İçin Yanmazlık Deney Metodu, TSE, Ocak 1984, Ankara.
- Tüz, Ö., (1996), Bina Cephelerindeki Hasarlar, Nedenleri ve Giderilme Yolları, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uzak, E., (1998), Metal Çerçevesiz Giydirme Cephe Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yavuz, G., (1979), Yapılarda Yangın Korunumu ve Mimari Tasarıma Etkileri, Doçentlik Tezi, İ.D.M.M.A Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Yolsal, S., (2003), Dış Cephede Uygulanan Doğal ve Yapay Taş Plak Kaplamalarda Oluşan Sorunların İrdelenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zahner, W., (1996), Architectural Metals: A Guide to Selection, Specification and Performance, John Wiley&Sons, Inc. (Publishers), U.S.A.
- Zaim, H., (1985), Yağmur Suyu-Cephe Elemanları ve Yüzey Kirliliği İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://www.alfun.net>

[2] Ulucak, T., (1999), Alüminyum Profillerin Yüzey İşlemi Şahsi Notları, [http://angelfire.com/al/alüminyum/alüminyum yüzey işlemi](http://angelfire.com/al/alüminyum/alüminyum_yüzey_islemi)

[3] Anon, Dış Cephe Kaplamaları ve Dış Cephe Kaplama Malzemeleri Tipleri, www.arkitera.com

[4] Nemchock, (2001), “Titanium-The Architectural Metal of Choice for the 21th Century”, Kansas, U.S.A., Papers published in Whole Life Performance of Facades '01. <http://www.cladding.org>

[5] <http://www.efunda.com>

[6] <http://www.eurofox.com>

[7a] Cunat, P., J., (2000), “Stainless Steel as a ‘Light Metal’ for the Building Envelope”, Presentation on the Occasion of Symposium ‘Stainless Steel in Architecture’ on 15th June 2000 in Berlin Organised by Euro Inox Brussels (Belgium) and Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Dusseldorf (Germany). [http:// www.euro-inox.com](http://www.euro-inox.com)

[7b] Ludene, S., F., (2002), “A Guide to Stainless Steel for Architects”, Presentation on the Occasion of the Conference ‘Creative Architecture with Stainless Steel’ Jointly Organised by Euro Inox, Brussels Belgium and Cedinox, Madrid, Spain, on 12th March 2002 in Barcelona. [http:// www.euro-inox.com](http://www.euro-inox.com)

[7c] Miettinen, E., (2000), “Architectural Design with Stainless Steel in Europe-An Overview”, Presentation on the Occasion of Symposium ‘Stainless Steel in Architecture’ on 15th June 2000 in Berlin Organised by Euro Inox Brussels (Belgium) and Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Dusseldorf (Germany). [http:// www.euro-inox.com](http://www.euro-inox.com)

[8] <http://www.floornature.com/worldaround/articolo.php/art231/3/en>

[9] <http://www.greatbuildings.com>

[10] <http://www.imoa.info>

[11] <http://www.maden.org>

[12] <http://www.rheinzink.com>

EKLER

- Ek 1 Metallerle ilgili terimler sözlüğü
- Ek 2 Metaller üzerine uygulanan metal kaplamalar
- Ek 3 Metaller üzerine uygulanan boyalar
- Ek 4 Farklı metal türlerinin galvaniksel olarak değerlendirilmelerinde kullanılacak deniz suyu içindeki elektromotor değerleri



Ek 1 Metallerle ilgili terimler sözlüğü [5]

- Aktif Metal:** Korozyona uğramaya yatkın veya korozyona uğramakta olan metal.
- Alumina:** Alüminyumoksit
- Alaşım Korozyonu:** Bir alaşım içindeki metallerden birinin seçimli olarak korozyona uğramasıdır. Örneğin bronz içinde bulunan çinkonun korozyona uğraması tipik bir alaşım korozyonudur. Bu olay dezinsifikasyon olarak da bilinir.
- Anodik Koruma:** Bir metali anodik yönde polarize ederek onun potansiyelini pasif bölgeye taşımak suretiyle korozyon hızının azaltılması tekniği. Bu işlem ancak pasifleşme özelliği olan metallerde uygulanabilir.
- Anodising:** Metali anodik olarak oksitleyerek, metal yüzeyinde bir oksit filmi oluşturmak. Bu işlem daha çok alüminyum metalinde eloksal adı ile uygulanır.
- Asit Yağmuru:** pH < 5,6 olacak şekilde meydana gelen atmosferik yağışlar. Başlıca fosil yakıtların yanması sonucu oluşan kükürt oksitler ve azot oksitlerin atmosferde bulunan su ile birleşerek yeryüzüne yağış halinde dönmesi.
- Astar:** Metal yüzeyine uygulanan ilk boya tabakası. Astar boyanın metal yüzeyine iyi yapışması ve yüzeyi ıslatıcı özellik göstermesi gerekir. Bazı astar boyalar inhibitif özellikte pigment içerir.
- Aşınmalı Korozyon:** Birbirine mekanik olarak bağlantılı olan iki malzemenin çok küçük salınımlarla hareket etmesi sonucu meydana gelen aşınma ile birlikte yürüyen korozyon.
- Atmosfer:** Yer küre üzerinde bulunan ve hava adı verilen gaz tabakası. Kuru havanın deniz seviyesindeki hacimsel bileşimi şöyledir: Azot=%78,08, oksijen=%20,95 argon=% 0,93, karbon dioksit=%0,03.
- Atmosferik Korozyon:** Atmosfer etkisinde kalan metallerde, atmosferde bulunan oksijen, su buharı ve diğer kirletici bileşenlerin etkisi ile oluşan korozyon.
- Austenite (Ostenit):** Gama kristal yapısında olan demir metali içinde karbon veya demir karbürün çözünmesi ile oluşan katı çözelti Bu çözelti yüksek sıcaklıkta stabil haldedir. Ani soğutulularak normal sıcaklıklara taşınabilir.
- Basınç Dayanımı:** Bir malzemenin değişime uğramadan dayanabildiği maksimum basınç gerilimidir. Kırılgan yapıda olan malzemelerin basınç dayanımı net bir değer olarak ölçülebilir. Yumuşak yapıda olan plastik maddelerde basınç altında kırılma meydana gelmez. Bu maddelerde deformasyon olayının başladığı ve plastik sınırın bittiği noktalar belirlenebilir.
- Baz:** Su içinde çözüldüğü zaman hidroksil iyonu oluşturan kimyasal bileşikler.
- Beyaz Pas:** Çinko veya çinko kaplanmış metallerin yüzeyinde oluşan ve çinko oksitlerinden ileri gelen toz halindeki korozyon ürünleridir.
- Bitümlü Kaplamalar:** Kömür katranı veya asfalt içeren kaplamalar.
- Biyolojik Korozyon:** Mikroorganizmalar yardımı ile oluşan korozyon.
- Corten çeliği:** Normal çelikten 4–6 defa daha dirençli, kolay işlenen ve kaynaklanabilen yarı paslanmaz bir çelik türüdür
- Çatlak Korozyonu:** Metal yüzeyinde bulunan bir çatlak, aralık veya elektrolitin hareketsiz kaldığı dar bir bölgede oluşan korozyon olayı. Çatlak korozyonu oto katalitik bir reaksiyon şeklinde yürüdüğünden korozyon hızı çok yüksektir.
- Çekme Dayanımı:** Çekme dayanımı deneyinde uygulanan maksimum yükün kesit alanına oranıdır.
- Çelik:** Bileşiminde % 0,1 ile % 1,5 oranında karbon bulunan demir alaşımı. Çeliğin özelliği karbon yüzdesine ve diğer minör elementlerin miktarına bağlıdır.
- Çiylene Noktası:** Hava içinde bulunan su buharının yoğunlaşmaya başladığı sıcaklıktır. Çiylene noktasında havanın relatif rutubeti % 100 e erişir.
- Çözelti:** Bir katının bir sıvı içinde çözünerek homojen bir sıvı faz oluşturması durumu.

- Difüzyon:** Bir bileşenin bir gaz veya sıvı ortam içinde yayılmasıdır. Difüzyon olayı konsantrasyon eşit hale gelinceye kadar devam eder.
- Difüzyon Katsayısı:** Birim alandan, birim zamanda ve birim konsantrasyon etkisi altında difüze olan madde miktarı.
- Dökme Demir:** Yüksek fırından elde edilen ve içinde safsızlıklar bulunan ham demir. Bileşiminde %2 - %4,5 karbon ve az miktarda mangan, fosfor ve kükürt bulunur.
- Düktilite:** Bir malzemenin kırılmadan plastik olarak deforme olabilme özelliği. Bu özellik çekme deneyinde boy uzaması ölçülerek belirlenir.
- Extrüzyon:** Alüminyum biyetin, presin sağladığı büyük kuvvet ile kalıp içerisinden geçirilerek, kalıbın şekline sahip olan profilin elde edilmesi olarak tanımlanır. Metalleri kalıptan çekerek profil haline getirme işidir.
- Elastik Limit:** Bir malzemede yük etkisi ile meydana gelen deformasyonların, yük kaldırıldıktan sonra eski haline dönemediği ve değişimin kalıcı olduğu minimum yük veya gerilme.
- Elastisite:** Bir malzemede yük etkisi ile meydana gelen deformasyon. Bu deformasyon yük kaldırıldıktan sonra tekrar eski haline döner.
- Elektriksel Özgül Direnç:** Birim kesitte ve birim uzunluktaki iletkenin elektrik akımını iletmeye karşı göstermiş olduğu direnç. Ohm. m. olarak ifade edilir.
- Elektro Galvaniz:** Demir ve çelik yüzeyine elektroliz ile çinko kaplanması.
- Elektromotor Kuvveti Serisi (EMK):** Elementlerin standart elektrot potansiyellerine göre sıralanması ile elde edilen liste. Bu listede en negatif potansiyelli olan elementler yukarıda bulunur. Listede yukarıdan aşağı doğru gidildikçe soyluk derecesinde artış olur. En soy metaller en altta bulunur.
- Elektrolit:** İyon içeren bir çözelti veya karışım.
- Elektrolitik Temizleme:** Bir metal yüzeyinde bulunan pas, kabuk vb yabancı maddelerin elektrik akımı uygulanarak temizlenmesi.
- Elektroliz:** Bir elektrolit içinden dıştan uygulanan bir doğru akım geçmesi halinde, elektrotlarda meydana gelen kimyasal değişimler. Elektroliz işlemi sırasında bazı iyonlar yükünü kaybederek elektrotlarda açığa çıkarken, bazı elementler de iyon haline geçerek çözeltiliye karışabilir.
- Elektrot:** Elektrolit içine daldırılmış olan bir elektronik iletken. Elektrot ve içinde bulunduğu elektrolite toplam olarak yarı hücre denir.
- Endüstriyel Atmosfer:** Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan ve içinde is, duman, katı partikül, kükürt gazları, azot gazları vb. kirletici bileşenler bulunan kirli atmosfer.
- Epoksi Reçine:** Epiklorohidrin ile herhangi bir poli hidrik bileşiğin (örneğin bisfenol A) reaksiyonundan oluşan termoset özellikte bir reçine.
- Erozyon:** İçerisinde katı partikül taşıyan bir akışkanın aşındırıcı etkisi ile meydana gelen yıpranma. Aynı anda korozyon olayı da oluşursa buna erozyonlu korozyon denir.
- Esas Metal:** Bir alaşımda en büyük yüzdeye sahip olan metal.
- Ferit:** Saf alfa demir veya alfa demirin çözücü olduğu katı çözeltiler. Çözünen madde genellikle karbondur.
- Filiform Korozyon:** Bir boya filmi veya kabuk altında ip gibi kıvrıntılı olarak yürüyen korozyon olayı.
- Film:** Bir malzeme yüzeyinde, gözle görülen veya görülemeyen incelikte bir tabaka.
- Fosfatlama:** Bir metalin sulu fosfat çözeltileri veya seyreltik fosforik asit içinde reaksiyona girmesi ile yüzeyinin sağlam bir metal fosfat filmi ile kaplanması.
- Galvanik Korozyon:** Kendisinden daha soy bir metal ile temas eden bir metalde meydana gelen korozyon.
- Galvanik Seri:** Metal ve alaşımların deniz suyu içinde ölçülen potansiyel değerlerine göre hazırlanmış olan liste. Bu potansiyeller söz konusu metalin deniz suyu içindeki korozyon potansiyelidir.

Galvatite: Çeliğin çinko eriğine daldırılması ile elde edilen metal.

Gaz Korozyonu: Hiç sıvı fazı bulunmayan ve yalnız gaz bileşenlerin etkisi ile oluşan korozyon.

Genel Korozyon: Homojen dağılımlı (üniform) korozyon

Gerilme: Bir kuvvet etkisinde kalan cismin boyutlarında veya biçiminde meydana gelen değişme.

Hidrojen Kırılgenliği: Hidrojen atomlarının metalin içindeki kristal yapıya girerek orada boşluklara yerleşmesi sonucu metali kırılgen hale getirmesidir.

Hidroliz: Korozyon sonucu oluşan metal iyonlarının su ile reaksiyona girerek metal hidroksit ve hidrojen iyonuna dönüşmesi.

Hücre: Bir elektrolit içine daldırılmış olan bir anot ve bir katottan oluşan elektrokimyasal sisteme topluca hücre adı verilir. Anot ve katot farklı metallere olabilir veya aynı metalin farklı bölgeleri anot ve katot gibi davranabilir.

İnhibitör: Elektrolit içine az miktarda katıldığında, korozyonu önleyen veya korozyon hızını azaltan kimyasal madde. İnhibitörlere negatif katalizör de denilebilir.

İnorganik Çinko Boya: Çinko tozu pigment içeren ve inorganik bağlayıcılar ile kabuk oluşturan bir boya.

İyon: Pozitif veya negatif yük taşıyan atom veya atom grupları.

Inconel: Sulu çevrelerde korozyona karşı yüksek dayanım gösteren nikel, krom ve demir içeren metal alaşımı.

Isı Etkisi ile Duyarlaşma: Kaynak yapımı gibi metalin belli bir bölgesinin yüksek sıcaklıklara ısıtılması halinde, tane sınırları boyunca meydana gelen çökelmelerin, metali taneler arası korozyona karşı duyarlı hale getirmesi.

Kabuk Altı Korozyonu: Metal yüzeyinde bulunan bir çökelti veya kabuğun altında meydana gelen korozyondur. Bu korozyon çatlak korozyonuna benzer şekilde yürür.

Katodik İnhibitör: Katodik reaksiyon hızını azaltan veya durduran kimyasal maddeler.

Katodik Korozyon: Atmosfer özellik gösteren bir metalin, katotta oluşan alkali hidroksitler ile reaksiyona girerek çözünmesi.

Katodik Koruma: Bir dış akım uygulanarak veya galvanik anot bağlanarak bir elektrolit içinde bulunan bir metalin katot haline getirilmesi.

Kavitasyon: Yüksek hızla akan bir akışkanda basınç düşmesi sonucu, gaz kabarcıklarının parçalanması ile oluşan oyulma.

Kırılgenlik: Bir metal veya alaşımın çeşitli nedenler ile düktil özelliğini veya sertliğini veya her ikisini birden kaybetmesi olayı.

Korozyon: Metallerin çevresinde bulunan bileşenlerle kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyona girerek metalik özelliğini kaybetmesi olayıdır.

Korozyon Hızı: Birim zamanda korozyona uğrayan madde miktarı. Korozyon hızı değişik şekillerde ifade edilebilir Birim yüzeyden kütle kaybı olarak $g/(m^2.yıl)$ Penetrasyon (korozyon derinliği): $mm/yıl$. Anodik akım yoğunluğu olarak: A/cm^2

Korozyon Ürünleri: Korozyon reaksiyonu sonucu oluşan kimyasal bileşikler.

Kostik: Sodyum ve potasyum gibi alkali metallere hidroksitleri.

Kostik Kırılgenliği: Derişik hidroksit çözeltisi içinde 200-250 C sıcaklıklarda stres korozyonu sonucu meydana gelen kırılma. Bu olay genellikle karbon çeliği ve krom nikel çeliklerinde ortaya çıkar.

Kuru Korozyon: Gaz Korozyonu.

Martensit: Sert ve kırılgen yapılı çelik. Erimiş halde bulunan çelik ani olarak soğutulursa, faz içindeki karbon atomları difüzyon için yeterli zaman bulunamadığından kristal yapısı içindeki normal yerlerine ulaşamaz. Bu durumda çatlaklı bir kristal yapı oluşur.

Oksidasyon: Elektron kaybı ile değerlik artışının meydana geldiği kimyasal reaksiyonlar.

Organik Çinko Boya: Pigment olarak çinko tozu ve bağlayıcı olarak organik bir reçine

- kullanılarak elde edilen boyalar.
- Pas:** Demir ve demir alaşımlarının korozyon ürünlerine verilen özel isim. Esas olarak demir oksit ve hidroksit karışımlarından oluşur.
- Pas Filmi:** Metallerin yüksek sıcaklıklarda oksitlenmesi ile oluşan ince oksit filmi.
- Pasifleşme:** Korozyona uğrayan bir elektrodun korozyon hızının azalması olayı.
- Pasifleşme Potansiyeli:** Aktif pasif geçişli bir metalin maksimum akım yoğunluğuna karşı gelen potansiyel. Bu potansiyelin pozitif yönde artırılması halinde metal hızla pasifleşir.
- Pasiflik:** Bir metalin yüzeyinin bir oksit tabakası ile kaplanması sonucu, metalin daha pozitif bir potansiyel kazanması.
- Paslanmaz Çelik:** Bileşiminde % 12-% 20 oranında krom ve % 0,1 ile %0,02 oranında karbon içeren demir alaşımı. Endüstride daha çok 18-8 krom nikelnden oluşan paslanmaz çelik kullanılmaktadır.
- Pigment:** Boya içine renk verici olarak toz halinde katılan dolgu maddeleri.
- Pitting:** Metal yüzeyinde çukur şeklinde oluşan korozyon
- Plastik Deformasyon:** Bir metale elastik limit değerinin üzerinde bir gerilme uygulanması halinde meydana gelen kalıcı uzama.
- Plastisite:** Bir malzemenin kopmadan kalıcı deformasyon gösterme özelliği.
- Poliester:** Bir organik asit ile bir polihidrik alkolün kondansasyon reaksiyonu ile oluşan reçine.
- Polimer:** Bir monomerin çok sayıda molekülünün zincir şeklinde birleşerek oluşturduğu makro organik bileşik.
- Poliüretan:** Bir izosiyanat ile bir polihidrik alkolün kondansasyonu sonucu oluşan bir polimer.
- Potansiyel:** Elektrik akımının ve elektrokimyasal reaksiyonların yürütücü kuvveti.
- Redüksiyon:** Elektron alınarak değerliğin kaybedilmesi ile sonuçlanan reaksiyon. Katotta daima redüksiyon reaksiyonu meydana gelir.
- Refrakter Metaller:** Erime noktası çok yüksek olan krom, vanadyum ve titanyum gibi metaller.
- Relatif Rutubet:** Birim hacimdeki hava içinde bulunan su buharı kütlesinin, aynı sıcaklıkta ve aynı hacimde doymuş hava içinde bulunan su buharı kütlesine oranı. Sıcaklık arttıkça relatif rutubet azalır, buna karşılık sıcaklık azaldıkça relatif rutubet yükselir. Relatif rutubetin % 100 olduğu sıcaklık söz konusu havanın çiylenme noktasıdır.
- Sıcak Daldırma ile Kaplama:** Erimiş bir metal içine daldırılarak yapılan metal kaplamalar.
- Sıcak Püskürtme Yöntemi:** Bir kaplama malzemesinin erimiş halde sıcak olarak metal yüzeyine püskürtülmesi.
- Soy Metal:** Elektrot potansiyeli hidrojenden daha büyük olan metal. Bu metallerin standart elektrot potansiyelleri pozitifdir.
- Stres:** Bir malzemeye etki yapan kuvvetlerin meydana getirdiği içsel gerilme.
- Stres Korozyon Çatlama:** Bir metalin aynı anda hem korozyon hem de stres etkisinde kalması sonucu oluşan çatlama. Korozyon sonucu kesit küçüleceğinden kopma daha çabuk meydana gelir.
- Taneler Arası Korozyon:** Metalin kristalleri arasındaki sınır çizgileri boyunca meydana gelen korozyon olayı. Bu aralıkta bazı safsızlıkların çökmesi nedeniyle normal kristal düzeninden farklı bir yapı vardır.
- Tavlama:** Bir metalin mikro yapısını değiştirmek üzere yapılan ısı işlemi. Metal önce belli bir sıcaklığa kadar ısıtılır, sonra yavaş bir hızla soğutulur. Tavlama sonunda metalin birçok özelliği değişir. Tavlama işlemi metal ile soğuk işlemler kolaylaştırır. Dökme demir ve çeliğin sertliği azaltılıp buna karşılık sağlamlığı artırılır.
- Temper:** Isıl işlem, kondisyon.

Ek 2 Metaller üzerine uygulanan metal kaplamalar

Metal cephe kaplamaları dayanımları arttırılmak üzere dayanımı daha fazla olan metallerle kaplanabilmektedir. Çeşitli metal kaplama uygulamaları, kaplanan metal ve kaplama olan metal, renk değişimleri ve beklenen yaşam süresi ile birlikte Çizelge Ek 2’de verilmiştir.

Çizelge Ek 2: Kaplanmış mimari metaller (Zahner, 1995)

Tanım	Ana metal	Kaplama metal	Renk (yeni ve kullanımda)	Beklenen yaşam süresi
Alüm. Kaplama (Alclad)	Alüminyum	%99 saf alüminyum	Çok yansıtıcı parlak beyazken hafif gri benekler oluşur.	Endüstriyel çevrelerde 30 yıl civarı
Aluminize çelik	Çelik	Alüminyum	Hafif pullu, parlakken donuk griye dönüşür.	Endüstriyel çevrelerde 8-10 yıl arası
Galvalume	Çelik	Alüm.-çinko alaşımı	Pullu parlak griden orta griye dönüşür.	Endüstriyel çevrelerde 10-12 yıl arası
Kadmiyum	Çelik, nikel	Kadmiyum	Gümüş rengi	Kiriliğe bağlı olarak 10 yıl
Kurşun kapl. (Terne)	Çelik	%80 kurşun, %20 kalay	Parlak benekli griden koyu griye dönüşür.	Boyasız 3yılken boyalı olarak 20 yıldan fazla
Kurşun kapl. paslanmaz çelik	304-316 paslanmaz çelik	%80 kurşun, %20 kalay	Parlak gri bazen pullu, koyu griye dönüşür.	50 yıl dayanırken kırsal alanlarda kırmızı kurşun oksit geliştirir.
Kurşun-kaplanmış bakır	Bakır	Kurşun	Mavi-gri renkten koyu griye dönüşür.	75 yıl dayanırken beyaz oksit çizikleri geliştirir.
Kalay kapl. pasl. çelik	Paslanmaz çelik	Kalay	Parlak gri renkten koyu griye dönüşür.	75yıl
Çinko (galvanize çelik)	Çelik	Çinko	Benekli gri tondan koyu griye dönüşür.	11 yıl kırsal alanlarda, 5 yıl endüstriyel çevrelerde,

Ek 3 Metaller üzerine uygulanan boyalar

Metal esaslı cephe kaplamaları üzerine yapılan boya uygulamalarında kullanılan çeşitli boyaların özellikleri ve dayanım karşılaştırmaları Çizelge Ek 3’de verilmiştir.

Çizelge Ek 3: Metaller üzerinde kullanılan çeşitli boyaların performans karşılaştırması
(Zahner, 1995)

Kaplama tipi	Primer olarak	Parlaklık	Dayanım	Esneklik	Korozyon direnci	Tahmini dış çevre dayanımı
Alkidler (Alkyds)	İyi	Tam	İyi	Zayıf	İyi	5 yıl
Fenollular (Phenolics)	İyi	Orta-düşük	İyi	Zayıf	İyi	5 yıl
Akriller (Acrylics)	İyi	Tam	İyi	Orta	İyi	5-10 yıl
Epoksiler (Epoxy)	Mükemmel	Düşük-orta	Mükemmel	Orta	Mükemmel	Kısa sürede sararır
Viniller (Vinyls)	İyi	Yüksek	Mükemmel	İyi	Mükemmel	5-10 yıl
Üretanlar (Urethanes)	-	Tam	Mükemmel	İyi	Mükemmel	10 yıl
Polyesterler (Polyesters)	İyi	Tam	Mükemmel	İyi	Mükemmel	10-15 yıl
Fluorocarbons	-	Düşük-orta	Mükemmel	İyi	Mükemmel	20 yıl+
Porselenler (Porcelains)	-	Tam	Mükemmel	Esnemez	Mükemmel	40 yıl+

Ek 4 Farklı metal türlerinin galvaniksel olarak değerlendirilmelerinde kullanılacak deniz suyu içindeki elektromotor değerleri

Birlikte kullanılacak metallerin korozyon oluşturmaması açısından galvaniksel olarak uyumlu olmaları gerekmektedir. Deniz suyunun metal iyonlarını daha çabuk çözeltiye alması, güçlü bir elektrolit oluşumu için etken olmaktadır. Bu temel üzerine, farklı metal türlerinin deniz suyu çözeltisi içindeki elektromotor değerleri Çizelge Ek 4’ de verilmiştir (Zahner, 1995).

Çizelge Ek 4: Çeşitli metallerin deniz suyu içindeki elektromotor değerleri (Zahner, 1995)

Anodik kutupsallık	Voltlar	Metaller
En aktif metal (az soylu)	-1,03	Çinko (galvanize çelik)
	-0,79	Alüminyum (A30000 serisi)
	-0,61	Demir-çelik
	-0,61	Dökme demir
	-0,53	304 paslanmaz çelik (aktif)
	-0,52	410 paslanmaz çelik (aktif)
	-0,36	Bakır
	-0,31	Bronz
	-0,29	Pirinç
	-0,28	Kalay
	-0,27	Kurşun
	-0,25	Monel
	-0,18	316 paslanmaz çelik (aktif)
	-0,15	410 paslanmaz çelik (pasif)
	-0,10	Titanyum
	-0,08	304 paslanmaz çelik (pasif)
	-0,05	316 paslanmaz çelik (pasif)
En soylu metal	+1,29	Altın

Elektriksel yükler arasındaki fark, yüklerin -, +, değerlerine bağlı değildir. İki sayı değeri arasındaki fark önemlidir. Bu değerler arasındaki farkın en az değerde olması, iki metalin galvanik ilişkisi açısından sakınca oluşturmadığını göstermektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	17.07.1978	
Doğum yeri	Zara/Sivas	
Lise	1993-1996	Edirne/Uzunköprü Lisesi
Lisans	1996-2000	Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı Kurumlar:

2000	Erkan İnşaat (Antalya)
2001-2002	Uğurlu Mimarlık (İstanbul)
2002-2003	Baka Yapı Malzemeleri Ltd. (İstanbul)

