

**T.C. HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA
ENERJİ ETKİN CEPHE SİSTEMLERİNİN
İNCELENMESİ (YURT İÇİ VE YURT DIŞI
ÖRNEKLERLE)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Mimar Verda UYGUN**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Onur ALTAN**

İstanbul 2012

ÖNSÖZ

“Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin İncelenmesi” başlığında hazırlanan bu tez, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmada başta araştırmama büyük bir ışık olarak yol gösterdiği ve beni her daim yüreklendirdiği, lisans eğitiminden bugüne kadar her zaman her yerde mesleğimle ilgili meraklı sorularına büyük bir sevgi ve sabırla cevap veren, bana bu mesleği sevdiren insanlardan biri olan saygıdeğer danışman hocam, Prof. Dr. Onur ALTAN’a, çalışmalarına katkı sağlayan bütün hocalarıma, her daim yanımda olan değerli dostlarıma ve bu yoğun zamanlarımda sevgilerini, inançlarını, desteklerini benden hiç esirgemeyen, hayatıma anlam katan ve mesleklerine olan büyük aşklarıyla mesleğimi daha çok sevmemi sağlayan, bana mesleki etiği öğreten anneme ve babama, hoşgörüsüyle bana destek olan biricik kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul 2012

Verda UYGUN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no.
KISALTMALAR.....	IV
ŞEKİLLER.....	V
GRAFİKLER.....	VII
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
1.GİRİŞ.....	1
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMINA GENEL BAKIŞ.....	2
2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı.....	2
2.2. Sürdürülebilir Mimarlık.....	4
2.3. Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri.....	10
2.3.1 Kaynak Yönetimi.....	11
2.3.1.1. Enerjinin Etkin Kullanımı.....	12
2.3.1.2. Suyun Etkin Kullanımı.....	28
2.3.1.3. Malzemenin Etkin Kullanımı.....	30
2.3.2. Yapılarda Yaşam Döngüsü Tasarımı.....	31
2.3.2.1. Yapım Öncesi Aşama.....	32
2.3.2.2. Yapım Aşaması.....	35
2.3.2.3. Yapım Sonrası Aşama.....	35
2.3.3. Biyolojik Yapı Tasarımı.....	37
2.3.3.1. Doğal koşulların korunması.....	37
2.3.3.2. Kentsel Tasarım ve Arsa Planlaması.....	38
2.3.3.3. İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Tasarım.....	39
3. ENERJİ ETKİN CEPHE SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ.....	41
3.1. Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin Tanımı ve Gelişimi.....	41
3.2. Enerji Etkin Cephe Sistemlerini Etkileyen Faktörler.....	46
3.2.1. Ses Etkisi.....	46
3.2.2. Isı Etkisi.....	47
3.2.3. Rüzgar Etkisi.....	51
3.2.4. Yangın Etkisi.....	52
3.2.5. Maliyet.....	53
3.2.6. Estetik.....	54

3.3. Enerji Etkin Cephe Sistemleri.....	56
3.3.1. Tek Kabuklu Cephe Sistemleri	56
3.3.1.1. Dış Kontrol Üniteli Cepheler.....	57
3.3.1.2. Paneller Arasında Konumlandırılmış Kontrol Üniteli Cepheler.....	60
3.3.1.3. İç Kontrol Üniteli Cepheler.....	61
3.3.2. Çift Kabuklu Cephe Sistemleri	62
3.3.2.1. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe Sistemleri	63
3.3.2.2. Kat Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe Sistemleri.....	66
3.3.2.3. Kutu Pencere Tipi Çift Kabuklu Cephe Sistemleri.....	69
3.3.2.4. Şaft Tipi Çift Kabuklu Cephe Sistemleri.....	71
3.3.3. Çift Kabuklu Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekilleri.....	74
3.3.3.1. Doğal Havalandırmalı Cephe Sistemleri.....	74
3.3.3.2. Mekanik Havalandırmalı Cephe Sistemleri.....	75
3.3.3.3. Doğal Ve Mekanik Havalandırmalı (Hybrid) Cephe Sistemleri.....	78
3.3.4. Çift Kabuk Cephe Bileşenleri.....	79
3.3.4.1. Saydam ve Opak Bileşenler.....	79
3.3.4.2. Taşıyıcı ve Tespit Bileşenleri.....	85
3.3.4.3. Havalandırma Boşluğu	88
3.3.4.4. Güneş Kontrol Elemanları.....	88
3.3.4.5. Yürüme Yolu.....	90
3.3.5. Fotovoltaik Cephe Sistemleri.....	92
4. ENERJİ ETKİN CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULANDIĞI YAPILAR..	99
4.1. Yurtiçinde Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin Uygulandığı Yapılar	99
4.2. Yurtdışında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin Uygulandığı Yapılar.....	103
5. SONUÇ.....	120
KAYNAKLAR.....	122
ÖZGEÇMİŞ.....	130

KISALTMALAR

CFC5	: Kloroflorokarbonlar
CdTe	: Kadmiyum Tellür
CIS	: Bakır İndium Diseleni
CO2	: Karbondioksit
DB	: Desibel
HCFC5	: Hidrokloroflorokarbonlar
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
MW	: Megawatt
PV	: Fotovoltaik
REPA	: Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
TWH	: Teravat Saat
UIA	: Uluslararası Mimarlar Birliği
YEM	: Yapı Endüstri Merkezi

ŞEKİLLER

Sayfa no

Şekil 2.1.	Sürdürülebilir kalkınma değişen gündemi.....	2
Şekil 2.2.	Sürdürülebilir gelişme etkenleri.....	4
Şekil 2.3.	Yapıların çevre üzerine etkileri.....	7
Şekil 2.4.	EXPO fuarındaki ABD pavyonu.....	8
Şekil 2.5.	Sürdürülebilir kalkınma anlayışının binaya yansımaları.....	10
Şekil 2.6.	Enerji ve doğal kaynakların korunumu ilkesi uygulama stratejileri.....	12
Şekil 2.7.	Güneş enerjisi potansiyelinin diğer enerji türleri ile karşılaştırılması.....	15
Şekil 2.8.	Güneş enerjisinin kullanımındaki getiriler.....	15
Şekil 2.9.	Rüzgar tribünleri.....	17
Şekil 2.10.	Yerküre tabakaları.....	18
Şekil 2.11.	Direkt kazanım sistemleri.....	22
Şekil 2.12.	Direkt kazanım sistemleri.....	23
Şekil 2.13.	Su duvarının çalışma ilkesi.....	25
Şekil 2.14.	Çatı havuzunun yaz-kış çalışma prensibi.....	26
Şekil 2.15.	İzole edilmiş kazanç sistemleri.....	27
Şekil 2.16.	Termosifon sistemi.....	28
Şekil 2.17.	Bir konutta suyun korunum şeması.....	30
Şekil 2.18.	Ekolojik yaşam döngüsü.....	31
Şekil 2.19.	Sürdürülebilir yapıların yaşam döngüsü.....	33
Şekil 2.20.	İklim bölgelerine göre optimum bina konumları.....	34
Şekil 3.1.	Tipik bir çift kabuk cephe bileşenlerinin şeması.....	43
Şekil 3.2.	Steiff Oyuncak Fabrikası, Almanya, Cephe Detayı.....	44
Şekil 3.3.	Post Office Savings Bank.....	44
Şekil 3.4.	Çift kabuk çalışma prensibi.....	45
Şekil 3.5.	Çift kabuklu cephe sistemi şematik gösterimi.....	46
Şekil 3.6.	Isı iletimini gösteren şema.....	50
Şekil 3.7.	Konveksiyon ile iletim şeması.....	51
Şekil 3.8.	Radyasyon ile iletim şeması.....	51
Şekil 3.9.	Rüzgarın yapıyla karşılaştığı durumdaki hareketi [McGee, I., 2005].....	52
Şekil 3.10.	D.Messe AG binasındaki, rüzgarın bina köselerinde oluşturduğu + ve – basıncın gösterimi.....	53
Şekil 3.11.	Tek tabakalı cephe tipleri.....	57
Şekil 3.12.	Hongkong ve Shanghai Bankası cephe sistemi.....	58
Şekil 3.13.	Kanyon avm güneş kırıcı paneller.....	58
Şekil 3.14.	Fondation Cartier binası, Paris, 1994.....	59
Şekil 3.15.	Eksenleri üzerinde dönebilen özel yansıtıcı cam lameller.....	59
Şekil 3.16.	Izgara sistemli güneş kırıcılar.....	60
Şekil 3.17.	Hollanda'daki Mors binası.....	60
Şekil 3.18.	Hôtel industriel Jean- Baptiste Berlier binası.....	61
Şekil 3.19.	Çift kabuk cephe sistemi şematik perspektifi.....	62
Şekil 3.20.	Çok katlı çift kabuk cephe sistemi plan, kesit ve görünüş.....	64
Şekil 3.21.	Bina yüksekliğindeki cephelerde yangın yayılımı.....	65
Şekil 3.22.	Jalüzilerin cephedeki yatay ve dikey pozisyonundaki görünüşleri.....	65
Şekil 3.23.	Yangın sırasında yatık konuma getirilen jalüziler.....	66
Şekil 3.24.	Kat yüksekliğinde çift kabuklu cephe sistemi detayı.....	66
Şekil 3.25.	Beş değişik hava akım tipi [Loncour, X. 2004].....	67
Şekil 3.26.	Yangın sırasında cephe sisteminin çalışma prensibi.....	68
Şekil 3.27.	Panel sistem bir kutu pencere tipi çift kabuk cephe montajı.....	70
Şekil 3.28.	Balık ağzı detayı.....	70
Şekil 3.29.	Şaft tipi çift kabuk sistemin çalışma prensibi.....	71
Şekil 3.30.	Şaft kutu cephede, cephe yüzeyindeki havalandırma durumu.....	72
Şekil 3.31.	Şaft tipi çift kabuk sistemin.....	73
Şekil 3.32.	Çift cephe arası havalandırma şeması tasarım aşaması.....	74
Şekil 3.33.	Doğal havalandırılmalı cephelerde kullanılan mekanik pencere örneği.....	75
Şekil 3.34.	Havalandırma yöntemi-1.....	76
Şekil 3.35.	Havalandırma yöntemi-2.....	77

Şekil 3.36.	Havalandırma yöntemi-3.....	77
Şekil 3.37.	İki ve üç tabakalı yalıtımlı cam kesitleri.....	80
Şekil 3.38.	Cam katmanları.....	81
Şekil 3.39.	Low-E kaplamalı camların yazın çalışma prensipleri.....	82
Şekil 3.40.	Low-E kaplamalı camların kışın çalışma prensipleri.....	82
Şekil 3.41.	Temperli camın kırılma esnasında gösterdiği davranış.....	84
Şekil 3.42.	Opak bileşenli cephe örneği.....	84
Şekil 3.43.	Çift kabuk cepheyi ana taşıyıcılara bağlayan tespit bileşenlerinin perspektifi.....	85
Şekil 3.44.	Değişik ankrajlara ait çizimler [Uzak, 1998].....	86
Şekil 3.45.	Cephe paneli ile taşıyıcı strüktür arası tespit yeri olasılıkları.....	87
Şekil 3.46.	Güneş kontrol elemanı detayı.....	89
Şekil 3.47.	Çift kabuk ara boşluğundaki panjur ve storların olası konumları.....	90
Şekil 3.48.	Galvanize çelik yürüme yolu düşey kesit örneği.....	91
Şekil 3.49.	Deutsche Messe Ag Yönetim Binası cephe sistem kesitleri.....	91
Şekil 3.50.	Fotovoltaik paneller.....	92
Şekil 3.51.	Farklı fotovoltaik modüller.....	93
Şekil 3.52.	Güneş ışınlarının mevsimlere göre gelme durumu.....	94
Şekil 3.53.	Pv panel uygulama alanları.....	95
Şekil 3.54.	Pv panellerin cephedeki uygulama alanları.....	95
Şekil 3.55.	Pv panellerin cephedeki uygulama alanları ve detayı.....	96
Şekil 3.56.	Pv panel uygulama detayı.....	97
Şekil 4.1.	Sapphire çift kabuk detayı.....	99
Şekil 4.2.	Sapphire cephe görünüşü.....	99
Şekil 4.3.	Levent ofis binası çift kabuk cephe detayı ve havalandırma şeması.....	100
Şekil 4.4.	Levent ofis binası cephe görünüşü.....	101
Şekil 4.5.	Galleries Lafayette Binası.....	102
Şekil 4.6.	Cephe görünüşü ve detayı.....	103
Şekil 4.7.	Victoria Ensemble Binası cephe görünüşü.....	104
Şekil 4.8.	Düsseldorf City Gate Binası cephe görünüşü.....	105
Şekil 4.9.	Cephe görünüşü.....	105
Şekil 4.10.	Commerzbank Binası görünüşleri.....	106
Şekil 4.11.	Debis Merkez Ofisi cephe görünüşü ve çift kabuk detayı.....	107
Şekil 4.12.	Eurotheum Tower Binası cephe görünüşleri.....	108
Şekil 4.13.	ARAG 2000 Kulesi cephe görünüşleri.....	109
Şekil 4.14.	Görünüş.....	110
Şekil 4.15.	Kabuklar arası görünüş.....	110
Şekil 4.16.	Stor ve havalandırma kanalının görünüşü.....	110
Şekil 4.17.	DB Cargo Binası cephe görünüşü.....	111
Şekil 4.18.	Deutsche Post AG Binası cephe görünüşü ve detayı.....	112
Şekil 4.19.	Cephe görünüşü.....	112
Şekil 4.20.	Deutscher Ring Verwaltungsgebäude Binası ve kabuk görünüşü.....	113
Şekil 4.21.	Cephe görünüşü.....	113
Şekil 4.22.	Torre Agbar kabuk görünümü.....	114
Şekil 4.23.	Panjur görünümü ve iç görünüş.....	114
Şekil 4.24.	Havalandırma detayı.....	115
Şekil 4.25.	McCann FitzGerald Solicitors Corporate Headquarters Binası görünüşleri.....	116
Şekil 4.26.	Nokia China Campus Binası görünüş ve cephe detayları.....	117
Şekil 4.27.	Christchurch Civic Binası görünüş ve cephe detayları.....	118
Şekil 4.28.	Christchurch Civic Binası görünüş ve cephe detayları.....	118
Şekil 4.29.	Total Energie Fabrika ve Yönetim Binası görünüş ve cephe detayları.....	119
Şekil 4.30.	Solar-Fabrik Fabrika ve Yönetim Binası görünüş ve cephe detayları.....	119

GRAFİKLER

Sayfa no.

Grafik 2.1. Dünyada üretilen enerjinin farklı sektörlere göre dağılımı.....	5
Grafik 2.2. Biyoenerjinin 2010-2020 yılları arası artış grafiği.....	20
Grafik 3.1. Tek kabuk ve çift kabuk cephelerin farklı yönlerdeki cephelerinin U- değeri.....	49
Grafik 3.2. Çift kabuk ve tek kabuk yapıların 8 farklı yöndeki enerji giderleri.....	55

GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Verda UYGUN
Anabilim Dalı : Mimarlık
Programı : Mimarlık
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Onur ALTAN
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Ocak 2012

ÖZET

İnsanların değişen yaşam standartları ve gelişen teknoloji, enerjiye duyulan ihtiyacı da arttırmıştır. Fosil yakıt kullanımı ve çoğalan nüfusun anti-fütürist davranışlarla çevreye verdiği zararlarla beraber kaybolan ekolojik dengenin tekrardan sağlanması adına, tek çözüm yolu sürdürülebilirlik kavramıdır. 1970'lerin sonunda ortaya çıkan petrol krizi ile fosil yakıtlardaki stoğun azalması, gelişmiş dünya toplumlarında tedirginliğe neden olmuştur. Tüm iş alanları, bu sorunun çözümüne ilişkin, enerjiyi etkin kullanıma önem vermişlerdir.

Her alanı etkileyen sürdürülebilirlik kavramı ile mimarlık alanında etkili olmuş doğaya dost, enerji etkin bina tasarımları yapılmaya başlanmıştır. Yapı kabuklarında uygulanan enerji etkinlik ilkesi ile beraber, enerji tasarrufuna ve doğaya büyük bir katkı sağlanacaktır.

Bu tez çalışmasında, sürdürülebilirlik, mimari sürdürülebilirlik ilkeleri kapsamı içinde enerji etkin cephe sistemleri ve tasarım kriterleri araştırılmış, bununla beraber uygulama örnekleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimarlık, enerji etkin tasarım, çift kabuk cepheler, pv

GENERAL INFORMATION

Name and Surname : Verda UYGUN
Field : Architectural
Program : Architectural
Supervisor : Prof.Dr. Onur ALTAN
Degree Awarded and Date : Master of Science – January 2012

SUMMARY

Changing technology and evolving standards of living of people have increased the need for energy. Fossil fuel use and the environmental damage caused by growing population with anti-futuristic behavior on behalf of the sole and provision of the lost ecological balance, again is the concept of sustainability. At the end of the 1970s oil crisis, with the resulting reduction in inventory of fossil fuels, has led to unease in the developed world societies. Giving the concept of sustainability for the solution of this problem, affecting all business areas that are important for efficient use of energy.

In this field, architecture was effective, the concept of energy efficiency building designs started to make friends with nature. Building shells together with the principle applied to energy conservation and energy efficiency will be a major contribution to nature.

The sustainability of this thesis, the scope of the principles of sustainability in architecture and design criteria for energy-efficient front-shells are investigated and examples of application were investigated.

Key words: sustainability, sustainable architecture, energy efficient design, double skin facades, pv

GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmeler ve artan nüfus yoğunluğu, küresel ısınmaya neden olup doğayı yok eden etkenlerdir. Sürdürülebilirlik kavramına adım atılmasıyla ekolojinin bu denli yok oluşuna engel olunmaya başlanmıştır. Sürdürülebilirlik, çocuklarımızın geleceğini güvence altına almakla eşdeğer bir anlam taşımaktadır. Mimarlığın sürdürülebilirliğe katkısı, enerji etkin sistemlerin uygulanmasıyla sağlanmıştır. Binaların neden olduğu enerji kaybının fazla olması, en fazla enerji kazancının da binalardan sağlanabileceği anlamı taşımaktadır. Enerji etkin cephe sistemleri, sürdürülebilirliğin yapı sektörüne yansımadır. Bu tezde enerji etkin cephe sistemlerinin, sürdürülebilirlik kavramıyla beraber araştırılması yapılmıştır.

Bu tez araştırmasında, konuyla ilgili yurt içi ve yurt dışı tezler ve kaynaklar taranmıştır. Sürdürülebilirlik ve bu kavramın mimarideki uygulama alanı olan enerji etkinliğin cephe kabuklarındaki uygulamasının araştırıldığı çalışma, beş kısımdan oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümü olan “GİRİŞ” bölümünde tezle ilgili genel bilgi verilmiş ve araştırma ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

İkinci bölümde, sürdürülebilirlik kavramı, sürdürülebilir mimarlık kavramı ve ilkeleri ile ilgili bilgi verilmiş ve bu ilkelerin sürdürülebilirliğe nasıl katkı sağlayabileceği incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, enerji etkin cephe sistemlerinin tanımı ve gelişimi, ekolojik cephe sistemlerini etkileyen faktörler, enerji etkin cephe kaplama sistemleri, bu sistemlerin bileşenleri ve fotovoltaik cephe sistemleri incelenmiştir.

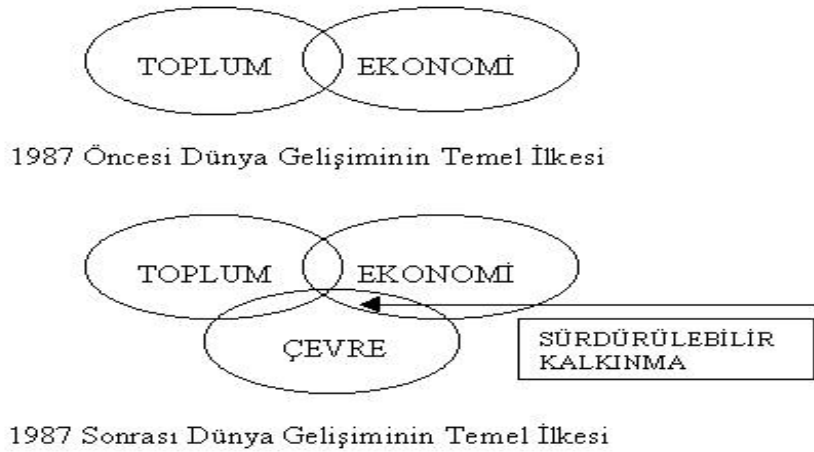
Dördüncü bölümde, enerji etkin cephe sistemlerinin uygulandığı yurtiçi ve yurtdışı mimari çalışmalar incelenmiştir.

Beşinci bölümde yani “SONUÇ” bölümünde ise, sürdürülebilir mimarlık ilkeleri doğrultusunda uygulanan enerji etkin cephe sistemlerinin enerji tasarrufuna, çevresel ve ülke ekonomisine katkı sağlayabilecek bir sistem olduğu konusuna değinilmiştir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMINA GENEL BAKIŞ

2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik kavramı, 1987 yılında Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan bir rapora göre, “Bugünün gereksinmelerini, gelecek kuşakların kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılamak” olarak tanımlanmaktadır.¹ Çevre ve insan ilişkisi ilk kez 1972’de BM “insan çevresi konferansında” tartışılmış ve Stockholm Bildirgesi’nde yer almıştır. Stockholm bildirgesi, insanın yaşadığı çevreyi koruması ve güçlendirmesi bakımından insanlar adına bir kılavuz niteliği taşımaktadır. 1987 yılına kadar toplumlar, dünyanın sonunu hazırlayan küresel kriz ve ekolojik bozulmanın bu kadar vahim durumda olduğunun ve tek kurtuluşun artık sürdürülebilirlikten geçtiğinin farkında değillerdi.



Şekil 2. 1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Değişen Gündemi²

Sürdürülebilirlik, çevrenin korunması ve kaynakların gelecek kuşakları düşünerek bilinçli tüketilmesi ile birlikte gelişmişliğin artmasını sağlayacak bir kavramdır. Kitle üretiminin sürekli artışı ile beraber kentleşme ve örgütlenmede yapılan hatalar sonucunda, doğal çevre kaynaklarının, yanlış yapay çevre uygulamaları ile kaybedildiği görülmüştür.³ Sürdürülebilirlik kavramında, enerjinin etkin kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynakları ayrı düşünülmemelidir. Sürdürülebilirlik, tüketilen yenilenemez enerji kaynaklarının olabildiğince az kullanılması ve yaşam

¹ Bozdoğan, B., 2003. Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

² Koçhan, A., (2002), “Sürdürülebilir Gelecek için Ekolojik Tasarım”,

³ Pitts, A., 2004. Sustainability and Profit. Architectural Press. Imprint of Elsevier

standartlarının, yenilenebilir enerji kaynaklarının desteğiyle sürdürülmesi gerektiğinin bir ifadesidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, çevresel açıdan temiz olmaları ve kaynakların dışı bağımlı olmaması gibi sebeplerle ülkelerin ulusal ekonomileri için önemli olmaya başlamıştır. Sürdürülebilirlik kavramı ülkelerin tüm siyasi ve ekonomik işleyişlerini ilgilendiren bir kavramdır. Metropoller dünyanın %2 sini oluştururken tükettikleri enerji oranı %75 civarındadır. Bu noktada sürdürülebilirlik, aslında metropoller yüzünden ortaya çıkan değerler sistemidir. Sürdürülebilirliğin birçok kesim tarafından algılanışı ne kadar farklı olursa olsun, amaç tektir; dünyanın sürüklendiği bu kaosa bir an önce engel olmaktır.⁴

Dünya gündemindeki ekolojik, yeşil hareketlerin öncüsü niteliğinde önemli eserlerden biri, Rachel Carson'ın 1962 yılında yazdığı kitabı Silent Spring'dir. Zehirli DDT gibi böcek öldürücülere yoğunlaşmıştır. DDT pek çok kuş türünün yumurtasının kabuğunda incelmeye neden olması nedeniyle varlıklarını tehdit etmektedir ve Carson bu durumu dünyada ilk uyarıcı kişidir. 1972 yılı ile birlikte ABD ve diğer pek çok ülke DDT kullanımına son vermiştir. Bu zehrin yaşam zincirinden temizlenmesi uzun yıllar aldığı için pek çok tür, henüz yaşama yeniden dönebilmektedir.⁵ Doğadaki her canlı, biyolojik döngü açısından eksiksiz ve sağlıklı olması gereken bir zinciri oluşturmaktadır.

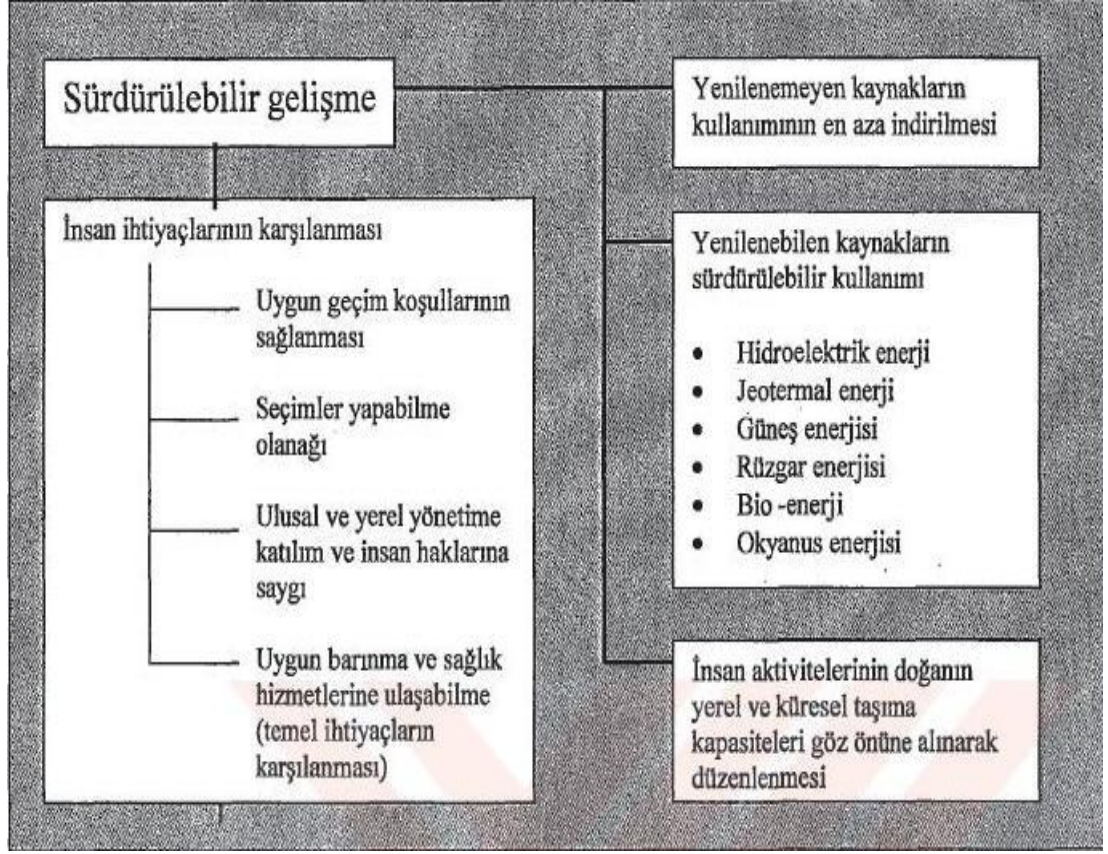
Biyolog John Todd, 1969 yılında New Alchemy Enstitüsünü kurmuştur ve ilk kez atık suyun temizlenmesi ve kazanılması gibi çevreye duyarlı teknolojileri geliştirmiştir. Çevrenin korunması, kendimize yaptığımız bir iyilik olup ekolojiyi, enerjiyi ve sağlığımızı korumak; işin özünde uzun vadede kendi geleceğimize sahip olmak anlamına gelmektedir. İnsanlar, doğa ile uyum içerisinde sağlıklı ve üretken bir yaşam sürdürme hakkına sahiptir.⁶

Dünya kaynak tüketiminin zirveye çıktığı şu günlerde, dünya ülkeleri, büyük tedbirler almaya yönelmişlerdir. Yerküredeki yenilenemez enerji ve doğal kaynakların geri dönülemez noktada tüketilmesi, fosil yakıtların atmosfere yaydığı CO₂ ve yan etkileri olarak ortaya çıkan iklim değişiklikleri, insanlığın yaşam standartlarını gözden geçirmesine neden olmuştur. Çevreciler, şirketlerin kar ederken, faturayı toplumun ödemesinden şikayetçidir.

⁴ **Ekim D.**, Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimari Form Üzerindeki Etkisi Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü

⁵ **Ekolojik Yapı Tasarımı;** Malzeme, Teknoloji ve Çevre Sempozyumu

⁶ **Bilge, C.**, 2007. Sürdürülebilir Çevre ve Mimari Tasarım: Mimariye Eleştirel Bir Bakış, , Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü



Şekil 2.2. Sürdürülebilir Gelişme Etkenleri⁷

1990'lı yıllarda ülke siyasileri, insanlığın karşı karşıya kaldığı tehlikenin farkına varmışlardır. 1,5 °C'lık sıcaklık artışı, birçok deniz ülkesini hala tehdit etmektedir. Erengözgin'e göre "Sürdürülebilirlik, her şeye rağmen değil, her şeyi dikkate alarak yaşamı sürdürme çabasıdır".⁸

Sürdürülebilirliğin topluma yansımaları aşağıdaki amaçlar doğrultusunda;

- İnsan nüfusunun artışının durdurulması,
- Çevreye daha az zarar veren hayat standartlarının seçilmesi,
- Teknolojinin çevresel zararları azaltacak konular üzerine yoğunlaşması

üzerine tartışılmalıdır.⁹

L. Mumford dediği gibi "Düşünmeye değer ne varsa hepsi ekolojik olmak zorundadır. İnsanın doğasının değişmesi gereklidir."

⁷ Çetin B., 2002 Ekolojik tasarım yaklaşımı açısından akıllı bina kavramının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

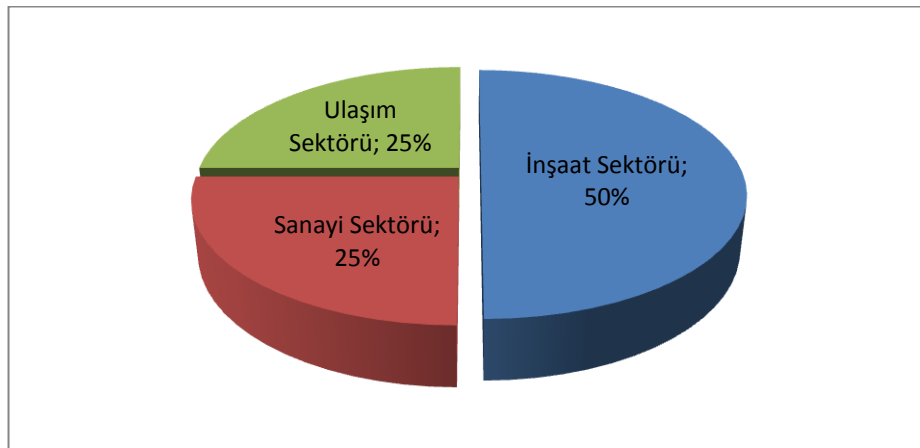
⁸ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım

⁹ Sylvan, R., Bennet, D., 1994. The Greening of Ethics. White Horse Press, Cambridge.

Sürdürülebilirlik anlamında bu konuyu gündeme getiren ve tehlikenin farkındalığıyla hedefler saptayan iki önemli rapor vardır: Dünya çevre ve kalkınma komisyonunun 1987’de yayınladığı “Brundtland raporu” ve Rio de Jenairo’da toplanan Earth Summit konferansında ortaya çıkan “Gündem 21” bildirileridir.

2.2. Sürdürülebilir Mimarlık

Sürdürülebilir mimarlık, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyan faaliyetlerin tümüdür.¹⁰ 1970’lerde çevresel tasarım, 1980’lerde yeşil tasarım, 1980’lerin sonu ve 1990’lar ekolojik tasarım, 1990’lar ortasından günümüze sürdürülebilir tasarım terimleri olarak adlandırılmıştır. Ayrıca 1980’ler ortasından itibaren, doğayı ana esin kaynağı yapan, pasif enerji sistemlerini kullanmaya çalışan, insanı ekosistemin bir parçası, binayı da sağlıklı ve biyolojik bir organizma olarak gören ekoloji merkezli bir anlayış gelişmiştir.¹¹ Ülkenin ekonomik gelişmişliği, mimari ihtiyaç ve tüketimlerle doğru orantılı olarak artar. Dünyada tüketilen enerjinin %50’si, suyun %42’si bina yapımında ya da kullanım süreçlerinde harcanmakta; küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50’si, içme sularındaki kirlenmenin %40’ı, hava kirliliğinin % 24 CFC5 VE HCFC5 emisyonlarının %50’si yapı faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.¹²



Grafik 2.1. Dünyada üretilen enerjinin farklı sektörlere göre dağılımı

¹⁰ Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, YEM Yayın

¹¹ Baysan, O., 2003. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansımaları Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

¹² Karlı, U.T., 2008. Sürdürülebilir Mimarlık Çerçevesinde Ofis Yapılarının Değerlendirilmesi ve Çevresel Performans Analizi için Bir Model Önerisi, Sanatta Yeterlik Tezi

Bu konuda payı olan her sektör nasıl üstüne düşen görevi üstlendiyse, inşaat sektörü de çevreye duyarlı yaklaşımın içerisine çoktan girmiştir.

Yapı endüstri merkezi yönetim kurulu başkanı Doğan Hasol'a göre, "Çevre sorunlarına ilişkin kaygılar arttıkça, yeşil binalar ya da ekolojik mimarlık bütün dünyada yükselen bir değer olmaya doğru gidiyor. Doğal dengeyi olumsuz anlamda etkileyen alanlardan biri de yapı sektörüdür. Bu nedenle, herkes dünyayı ekolojik bir felakete sürüklenmekten kurtarmak için üstüne düşeni yapmak zorundadır. Ekolojik mimarlık, çevre sorunlarının doğal yaşamı tehdit edecek boyutlara varması nedeniyle, enerji tasarrufuna duyarlı, etkin yalıtımlı, güneş ışınlarından yararlanan, olabildiğince geri dönüştürülebilir malzeme kullanan mimarlık türü olmuştur." Enerjinin bilinçli kullanımına odaklanıp "enerji etkin tasarım" akımı ortaya çıkmıştır.¹³

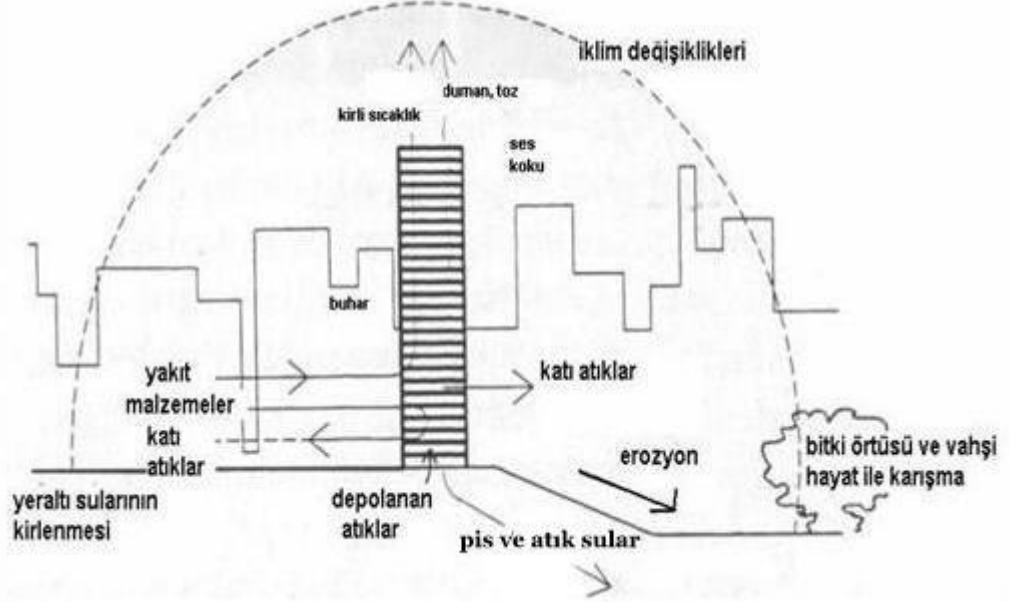
Bina, tasarım analizlerinden başlayıp yıkım ya da yenileme dönemine kadar doğayla ayrılmaz bir reaksiyon göstermektedir. Binalar, hem kullanıcılarının hem binaya tanıklık eden dış kullanıcıların sağlığını, ayrıca doğanın kalitesini uzun süreçte yakından etkileyen unsurlardır. Fakat sürdürülebilir mimarlık kavramının farklı düşünürlerinin de ortak noktaları bulunmaktadır. Bunlar Seda Tönük'e göre şöyledir:

- Ekolojik mimarlık bir tarz değil, bir davranış ve düşünceler bütünüdür.
- Önde gelen hedeflerden biri çevre sistemlerini korumak, doğa ile uyumlu ve tasarlamak ve yaşamaktır.
- Tükenmekte olan kaynakların tutumlu kullanımı hedeflenmektedir.
- Planlama sürdürülebilir bakış açısıyla gerçekleştirilmelidir.
- Yapım süresince kullanılacak malzemeler geri dönüşümlü olmalıdır.
- Enerji tutumlu kullanılmalıdır. Bina yapım ve kullanımında enerji kullanımını en aza indirmelidir.
- Güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerjinin kullanımına öncelik verilmelidir.
- Atık yöntemleri çevreye en az zarar verecek şekilde geliştirilmelidir.
- Nitelik ve nicelik olarak yeşil alanların korunması ve arttırılması sağlanmalıdır.¹⁴

¹³ **Boduroğlu, Ş.**, 2010. Akıllı Binalarda Enerji Etkin Cephe Tasarımı, 5.Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu

¹⁴ **Çetin B.**, 2002 Ekolojik tasarım yaklaşımı açısından akıllı bina kavramının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Yapı enerji kullanır, güneşten ısı ve ışık çeker ya da yansıtır, yağmur sularını toplar, birleştirir ve süzer. Bu bağlamda yerel ekosistemlerle daha iyi ilişki kurup mümkün olduğu kadar ekolojik döngüler içindeki yerini alması önemlidir.¹⁵



Şekil 2.3. Yapıların çevre üzerine etkileri¹⁶

19. yy sanayi devriminin batılı toplum düzenine verdiği zararları ortadan kaldırmak için, Saint Simon, Charles Fourier, Pierre Joseph Proudhon, Robert Owen yeni yerleşim alanları ortaya koymuşlardır.¹⁷

Güneş mimarisinde öncü olan ve 1928–1930 yılları arasında Bauhaus'un yöneticiliğini yapmış olan Hannes Meyer'in, Hans Witter'le birlikte 1927 yılında tasarladığı yarışma projesi olan Cenevre'deki saray binası, ekolojik bina tasarımının ilk örneklerindedir.¹⁸ 1932 yılında düzenlenen 'The Growing House' adlı proje yarışmasında ödül alan 24 projenin 13'ünde de güneşten yararlanmak amacı ile kış bahçesinin kullanımı öngörülmüştür. Kazanan projeler arasında yer alan Martin Wagner'in konut tasarımları, güneş enerjisinden faydalanma yöntemi ve yağmur suyunun kullanımına ilişkin prensipleriyle enerji bilinçli tasarımın ilk örneklerini oluşturmuştur. Dönemin en ünlü mimarlarından biri olan Frank Lloyd Wright doğal malzemeler kullanmış, esnek, açık planlar uygulamış ve binalarını doğayla

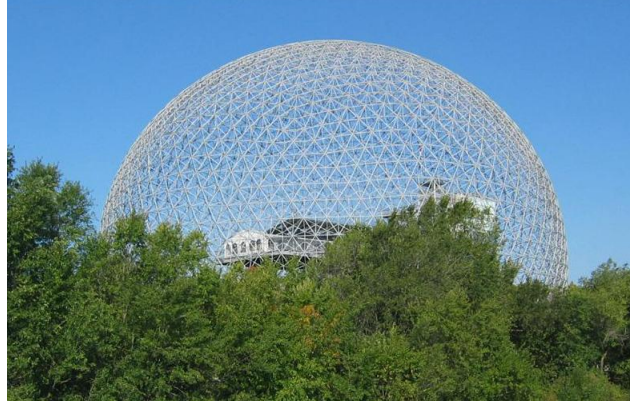
¹⁵ Brück, R., 1983. Manifest Zur Ökologischen Bewegung, Institut Für Baubiologie-ökologie,

¹⁶ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım

¹⁷ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

¹⁸ Göksal, T., 1998a. Mimaride Güneş Enerjisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları

bütünleştirmiş bir tasarımcıdır.¹⁹ 1940'lı ve 50'li yıllarda Buckminster Fuller ekolojik tasarıma örnek olacak olan geodezik kubbeyi tanıtmıştır. Wilkinson, Buckminster Fuller tarafından tasarlanan ve bir geodezik kubbe örneği olan 1967 EXPO fuarındaki ABD pavyonunu, çevreye duyarlı ilk yapılardan biri olarak nitelendirmiştir.



Resim 2.4. EXPO fuarındaki ABD pavyonu

Fuller, geodezik kubbe olarak adlandırdığı bu kürelerin, çevreyi kontrol altına alarak çevresel problemlerin çözümünün mümkün olabileceğini düşünerek, bu kubbelerin içinde yapay bir ekosistem yaratmayı planlamıştır.²⁰

Ekolojik mimarlığın modern zamanlarda temelleri, 1950'li yıllarda Doktor George Lof tarafından atılmıştır. Lof, dünyada mevcut olan 9 güneş evinden bir tanesinde yaşamaktaydı. George Lof, 1957'de Englewood'da Colorado'daki güneş evini inşa ettiğinde, zamanının öncüsüyü. 1970'lerde yaşanan petrol krizi sonucu, yüzlerce güneş evi yapılmaya başlanmıştır. Bu arada, bir grup öncü, yeni enerji stratejileri geliştirmiştir. Örneğin, Ken Baer, New Mexico'da içi su dolu duvarlara ve yalıtımlı tepe pencerelerine sahip kubbeli bir ev inşa etmiş, ekolojik mimar Sim Van Der Ryn ile birlikte Farollones Enstitüsü, 1969'da Bütünleşik Şehir Evi'ni geliştirmiştir. Yaratılan bu şehir, sakinlerine kendi kendilerine nasıl yeteceklerini anlatan bir projedir. Eski bir Victoria stili evin renovasyonudur. Bu arada, Wales City, Alternatif Teknoloji Merkezi, kendi kendine yetebilen toplumun, bir tür gösteri merkezi haline gelmiş, hafif enerji ve geri dönüşüm sistemlerinin ünlenmesini sağlamıştır.

¹⁹ **Lakot, E.**, 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

²⁰ **Ekolojik Yapı Tasarımı;** Malzeme, Teknoloji ve Çevre Sempozyumu

Intermediate Technology denilen ara teknolojiler hareketi, dünyanın gelişmekte olan bölgeleri için, yerel uygun yapım teknikleri, rüzgâr, su, biyoyakıt ve güneşe dayalı enerji sistemlerini geliştirmeye başlamıştır. Ayrıca bir başka örnek olan Colorado Snowmass'de 1982'de kurulan Rocky Mountain Enstitüsü'nün kar amacı gütmeyen ana ilkeleri, gelişmiş kaynak üretkenliği, sistem düzeyinde düşünme, pozitif etkinlik, pazara yönelik çözümler, birleşik dönüşüm, iç bağlantıların takibi ve doğal kapitalizmdir. Toronto Ekolojik Evi, güneş serası, arka bahçesi ve suda bitki yetişen çatısı ile ünlüdür. Ayrıca 1990'da Arizona Çölüne yapılan Biosfer II, hayli iddialıdır ve tartışmalara neden olmuştur. Dünyanın yağmur ormanlarından savanalarına kadar değişen yedi atmosferini, sızdırmaz uzay kafes strüktür içinde taklit eder. İçeride izole edilen 3800 tür bitki ve hayvan ile 8 insanın yaşamını sürdürebilmesi için hava, su ve besin geri dönüştürülmektedir. Bu arada toprak ile örtülü evler gündeme gelmiştir. Avusturyalı mimar Sydey Baggs, İngiliz mimar Arthur Quarmby ve ABD'li mimar Malcolm Wells Minnesota'daki yer altı uzay merkezi, tekil ve çok yüksek düzeyde enerji etkin, toprak kaplı yapılar yapmışlardır.²¹

İtalyan mimar Paolo Soleri'nin, temelinde 'architecture' ve 'ecology' kavramlarının yattığı ekolojiyi amaç edinmiş mimarının tanımı olan arkoloji; bir kentsel çevre ile ilişkili erişilebilirliği ve etkileşimi en üst düzeye çıkartacak; hammadde, enerji, toprak kullanımını asgariye indirecek, atık ve çevresel kirliliği azaltacak ve doğal çevre ile etkileşim sağlayacak şehirler tasarlamayı savunur.²²

Prof. Anton Schneider yapı biyolojisinin önemli bir kurucusu ve öncüsüdür. Batı Almanya'da 76'da, İngiltere ve Amerika'da dalları bulunan Institut für Baubiologie und Ökologie'yi kurmuştur. Baubiologie ya da yapı biyolojisi pek çok geleneksel ve doğal yapı malzemesi ile yöntemlerini yeniden gündeme getirmiş, sağlık ve ekolojiyi doğal mimarlıkta bütünleştirmiştir.

Çağdaş mimar Marcus Novak da geleceğin mimarlığında geleneksel yöntemlerin korunması ve sürdürülmesi, ama yeni tasarım ve temsil teknolojileri konusunda da tutucu olunmaması gerektiğini vurgulamıştır.²³

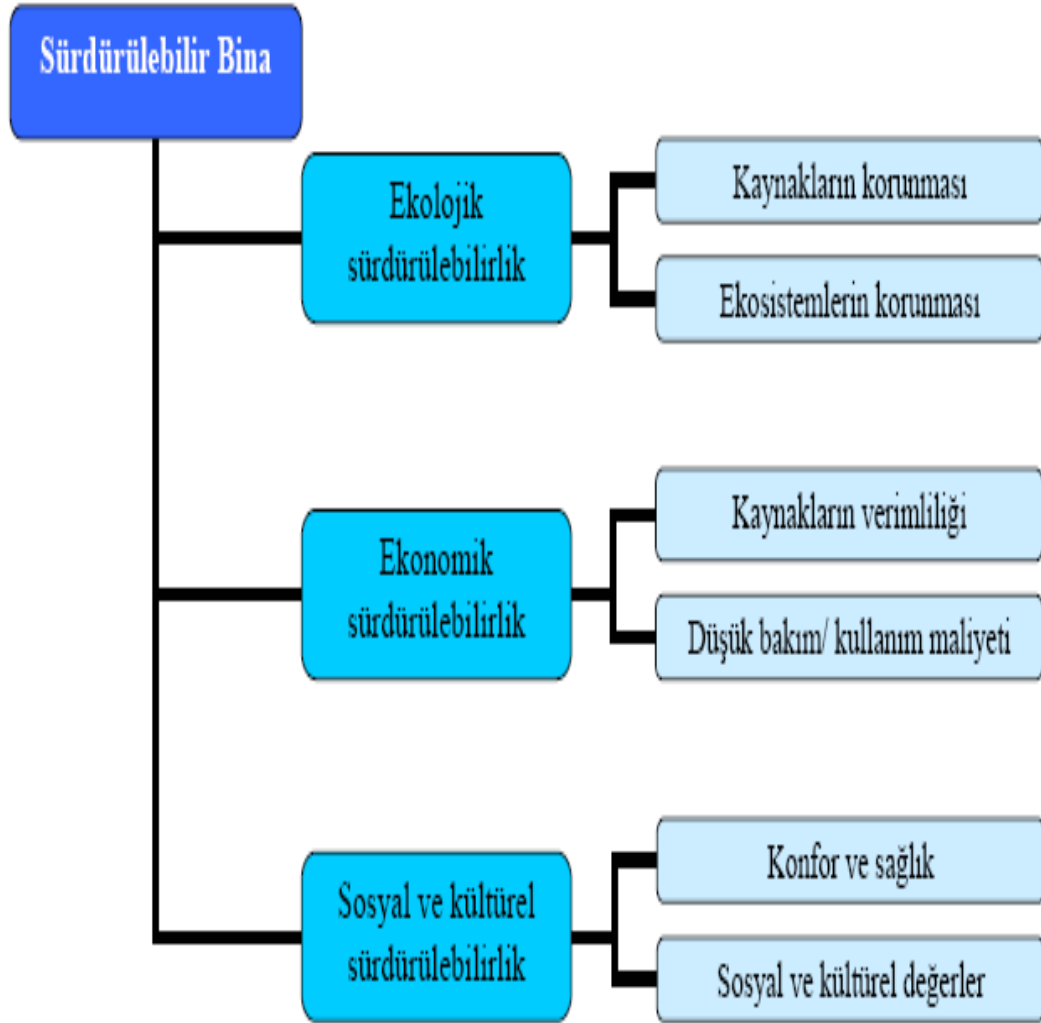
Ekolojik yapı tasarımında iki kriter çok önem arz etmektedir. Birinci kriter, yapının ekolojiye, doğaya ne kadar özverili yaklaştığı; İkinci kriter ise, çevreye duyarlı

²¹ **Ekolojik Yapı Tasarımı;** Malzeme, Teknoloji ve Çevre Sempozyumu

²² **Cook, J.,** 2001. Memleketim ve Kozmos: Sürdürülebilirlik Üzerine Bir Diyalog

²³ **Ekolojik Yapı Tasarımı;** Malzeme, Teknoloji ve Çevre Sempozyumu

yapının, mimari tavrı, binanın morfolojisi, kullanılan malzeme ve uygulama tekniği, iklimi ve topografyasına uygun yapı elemanları incelenmelidir. Kararlar alınırken malzeme ve yapım metotları iyi saptanmalı ve çevreye olumsuz etkileri azaltıp yeniden kullanma fonksiyonu düşünülmelidir.²⁴



Şekil 2.5. Sürdürülebilir kalkınma anlayışının binaya yansımaları²⁵

Catherine Slessor'un Green Vitruvius (Yeşil Vitruvius) başlıklı kitabında, Vitruvius'un "firmitas, utilitas, venustas" (sağlamlık, işlevlilik, güzellik) olarak

²⁴ Mendler, S., Odell, W., (2000). The Hok Guidebook to Sustainable Design. John Wiley & Sons. Canada

²⁵ Özmehmet, E., 2007, Avrupa ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım

koyduğu mimarının üç ana ilkesine, bugün “restituitas”ı bir başka deyimle “zararı ödeme ve geri verme”yi eklemek gerektiğini öne sürmektedir.

Mimari anlamda ekolojik olmak için, tasarım ve yapımda dikkat edilmesi gerekenler:

- Tasarımda; fonksiyon, strüktür, estetik vb. gibi mimari kaygılarla birlikte enerji kullanımı dikkat edilmesi gereken baslıca unsur olarak ele alınmalıdır.
- Mevcut ürünleri yeniden değerlendirip, değişik biçimlerde ve birden çok amaca hizmet edebilecek şekilde kullanmaya çalışmak bir amaç olmalıdır.
- Mevcut dış sistemlere ve malzemelere bağımlı, yapım ve işletim kayıpları yaratan inşaat ve enerji sistemleri yerine, yerel olanakları değerlendiren ve kendine yetebilen sistemler tercih edilmelidir.
- Şehir planlama ve mimari ölçekteki her türlü ulaşımı, yatay ve düşey sirkülasyon yollarını en kısa boyuta indirmek, insan ve çevre sağlığına en büyük yardımdır.
- Geri dönüştürülebilen malzeme kullanmaya özen gösterilmeli, seçilen malzemelerin elde edilişleri sırasında harcanan enerji dikkate alınarak malzeme seçilmelidir.²⁶

Yani “Yerel malzemelerin kullanıldığı, enerjiyi az tüketen ve kullandığı bu enerjiyi de güneş ışığı, rüzgar gibi doğal kaynaklardan elde eden, kullanım esnasında bakımı kolay ve ekonomik olan mimari” şeklinde genel bir yaklaşım yapılabilir. Ayrıca bu yapı bulunduğu habitatın özelliğine, topografyaya, çevreye, iklim koşullarına göre tasarlanmalı ve düşünülmelidir. Frank Lloyd Wright’ın söylediği gibi; mimarlık organik olmalıdır ve içinde bulunduğu doğaya sızmalıdır.

1999 Pekin Kongresi açılış konuşmasında Wu Liong- yong “tasarımcıların yaptığı küçük şeylerle dünyayı koruyabiliriz.” diyerek tasarımcılara düşen görevi vurgulamıştır.

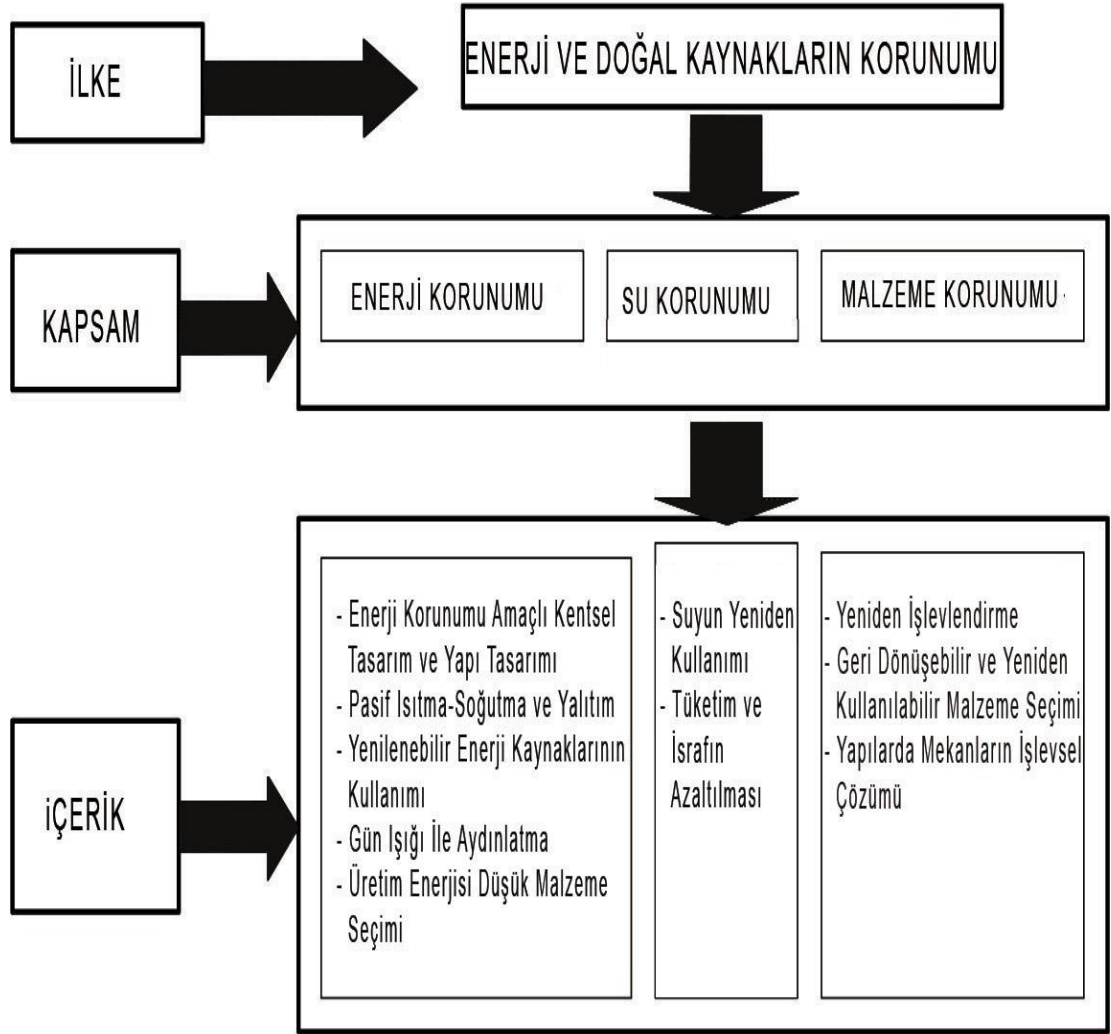
2.3. Sürdürülebilir Mimarlık İlkeleri

Ekolojiye yeşil binalar yaparak destek olma sırası, biz mimarlara çoktan gelmiştir. Binanın konuşulduğu andan itibaren, tüm yaşam ömrünü kapsayan süreçte, binanın sürdürülebilir olması bazı kriterlere bağlıdır. Bu kriterler;

- Kaynak Yönetimi
- Yapılarda Yaşam Döngüsü Tasarımı

²⁶ Koçhan, A., 2002. Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım

- Biyolojik Yapı Tasarımı' dır.



Şekil 2.6. Enerji ve Doğal Kaynakların Korunumu İlkesi Uygulama Stratejileri²⁷

2.3.1 Kaynak Yönetimi

Binalar, ekolojik ürünlerin %50'sinin tüketiminden sorumludur. Bir binayı, yaşayan uzun ömürlü bir varlık olarak kabul edersek, binanın yapım sürecinden itibaren, binayı oluşturan tüm materyallerin, zamanla değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Sürdürülebilir bir mimarlıktan söz edilecekse, kullanılan bu kaynakların hammaddelerini, yenilenemez kaynaklardan değil, olabildiğince ekolojik ve geri dönüşümlü malzemelerden seçmeye özen gösterilmelidir. Sürdürülebilir

²⁷ Karlı, U.T., 2008. Sürdürülebilir Mimarlık Çerçevesinde Ofis Yapılarının Değerlendirilmesi ve Çevresel Performans Analizi için Bir Model Önerisi

mimarlıkta kaynak yönetimi; enerjinin, suyun ve malzemenin etkin kullanımını ilkeleri ile sağlanmaktadır.

2.3.1.1. Enerjinin Etkin Kullanımı

Yapıların tüm ihtiyaçlarını karşılamada enerji, etkin kullanılırsa, kaynak tüketimini hem düşürmüş olur, hem de ekolojiye zararsız, temiz yenilenebilir enerji sayesinde büyük katkı sağlanmış olur.

Yenilenebilir Enerji Kavramı

Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. En genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji, bu enerjiyi tüketir. Fakat tüketilen enerji, toplam güneş enerjisinin yanında çok küçük kalır. En bilinen ve kullanılan yenilenebilir enerji şekli, güneş enerjisidir. Ayrıca rüzgâr gücünden de yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinin ve rüzgâr gücünün depolanması için özel cihazlar geliştirilmiştir. Yenilenebilir enerjinin gelişimine olan ilgi, fosil yakıtların çevreye verdiği atık gazlar ve fosil yakıtlar ile nükleer enerjinin kullanımının riskleriyle doğrudan ilişkilidir. 2002 yılı kasım ayı Enerji Ajansı verilerine göre tüm dünyada kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının, toplam enerji kaynakları içindeki payı % 13,8'dir. Yenilenebilir enerji kaynakları, karbon emisyonlarının yenilenemeyen enerjiyle karşılaştırıldığında, daha az olması ve kaynakların dışa bağımlı olmaması gibi sebeplerle ülkelerin ulusal ekonomileri açısından çok önem kazanmıştır. Bu kaynaklar güneş ışığı, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, hidroelektrik, biyoyakıt enerjisi olarak sıralanabilir.

Güneş Enerjisi

Güneşin yaydığı ve dünyamıza da ulaşan enerji, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir.²⁸ Dünyanın yörüngesi üzerinde, uzayda, birim alana ulaşan güneş ışınları, güneşe dik bir yüzey üzerinde ölçüldükleri zaman $1,366 \text{ w/m}^2$ 'dir. Bu değer, güneş enerjisi sabiti olarak da anılır. Gezegen,

²⁸ <http://tr.wikipedia.org/>

atmosfere bu enerjinin %6'sını yansıtır, %16'sını da sönümler ve böylece deniz seviyesinde ulaşılabilen en yüksek güneş enerjisi 1,020 w/m²'dir. Bulutlar gelen ışınmayı, yansıtma suretiyle yaklaşık %20, sönümlenme suretiyle de yaklaşık %16 oranında azaltırlar.

Güneş enerjisi, hem tükenmeyen sonsuz bir enerji hem de gerek duyduğumuz enerjinin binlerce katına sahip bir enerji kaynağıdır. Yapılan araştırmalara göre, dünyanın gereksinim duyduğu enerjinin büyük bir miktarı güneşten sağlanmaktadır. Güneş enerjisinden yararlanmak fikri çok eski tarihlere dayanmaktadır. Kaynaklara göre ilk defa, Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney yönüne fazla pencere konularak güneş ışınlarının içeri alınmasını sağlamıştır. Arşimet (M.Ö. 250) içbükey aynalarla güneş ışınlarını odaklayarak Sirakuza'yı kuşatan gemileri yakmıştır. Çalışmalar 1600'lü yıllarda Galile'nin merceği bulmasıyla gelişme göstermiştir. İlk olarak 1725 yılında Belidor tarafından güneş enerjisi ile çalışan bir su pompası geliştirilmiştir. Fransız bilim adamı Mohuchok, 1860'da parabolik ayanlar yardımı ile güneş ışınlarını odaklayarak küçük bir buhar makinesi üzerinde çalışmış, güneş pompaları ve güneş ocakları üzerinde deney yapmıştır.²⁹ Birinci dünya savaşı esnasında petrolün önem kazanması ile güneş enerjisine yönelik çalışmalar azalmıştır. 1930 yılından itibaren ilgili çalışmalar artmışsa da fazla uygulama alanı bulamamış, çalışmalar araştırma kurumlarının dışına çıkmamıştır. Ancak 1970'li yıllarda ki petrol krizinin ortaya çıkması, insanları alternatif enerji kaynakları konusunda çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. İlk çalışmalar, tükenmeyen, temiz ve masrafsız enerji kaynağı olan güneş enerjisi üzerine yoğunlaşmıştır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar, özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.³⁰

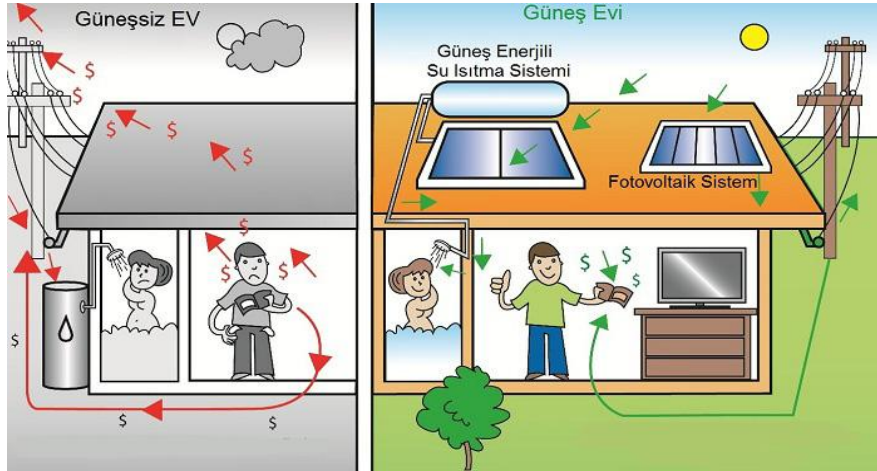
²⁹ <http://www.gunessistemleri.com/>

³⁰ **Eie**, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü(2000a), Güneş Enerjisi Teknolojileri



Şekil 2. 7. Güneş enerjisi potansiyelinin diğer enerji türleri ile karşılaştırılması

Güneş enerjisi, elde edilmesi kolay, hiç tükenmeyen bir enerji kaynağı olması ve kullanımında çevreyi kirletmemesinden dolayı tercih edilmektedir.



Resim2.8. Güneş enerjisinin kullanımındaki getiriler³¹

Özellikle fosil kaynakları olmayan ve bu ihtiyaçlarını diğer ülkelerden karşılayan sanayileşmiş ülkeler, hem güvenli enerji kaynaklarına yönelmek hem de yenilenebilir enerji ve temiz teknolojileri bir ticaret ürünü olarak satıp, ekonomilerini güçlendirmek için çalışmalar yapmaktadırlar. Yukarıdaki verilerde görüldüğü üzere, eski çağlarda da rağbet gören güneş, fosil yakıtların en iyimser tahminlerle 50 yılda tükenme öngörüsüyle beraber yenilenebilir enerji kaynağı olarak yine önem kazanmıştır. Güneş enerjisi günümüzde, mimaride, tarımsal alanlarda, teknolojiye,

³¹ www.alternatifyasam.blospot.com

sanayide, ulaşımda, iletişimde, otomasyonda ve elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.

Rüzgar Enerjisi

Karalar, denizler ve atmosfer farklı özgül ısılarına sahip oldukları için, güneşten alınan enerji sonrasında, farklı ısılarına, dolayısıyla farklı sıcaklıklara sahip olurlar. Sıcaklık dağılımı, coğrafik ve çevresel koşullara bağlıdır. Yer kürede ortaya çıkan sıcaklık ve buna bağlı basınç farklılıkları, rüzgarın oluşmasına neden olmaktadır. Yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru hareket eden hava "rüzgar" olarak adlandırılmaktadır.³²

Rüzgar, yatay ya da yataya yakın yönde yer değiştiren bir hava kütesinin hareketi, enerji ise iş yapabilme yeteneğidir. Rüzgar enerjisi yer değiştiren hava kütesinin iş yapabilme yeteneğidir. Rüzgardan elde edilecek enerjinin miktarı, tamamen rüzgarın hızına ve esme süresine bağlıdır. Tüm yenilenebilir enerjinin kaynağı güneş olduğu gibi, rüzgar enerjisinin kaynağı da güneştir. Yani rüzgar enerjisi çevrime uğramış bir güneş enerjisi olarak tanımlanabilir.

Güneşten dünyaya ulaşan enerjinin gücü toplam $1,74 \times 10^{14}$ kw'dır ve bu enerji gücü çeşitli şekillerde yeryüzüne dağılmaktadır. Başka bir deyişle, yeryüzünün her bir noktası, ortalama olarak her an güneşten 1.000 watt gücünde enerji alır. Bu enerjinin yaklaşık % 1-2'si rüzgar enerjisine dönüşmektedir. (Türkiye'nin kurulu gücü ise yaklaşık $3,8 \times 10^7$ kw'dır.) Dünya rüzgar enerji potansiyelinin, 50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanda 26.000 twh/yıl olduğu, ekonomik ve diğer nedenlerden dolayı 9.000 twh/yıl kapasitenin kullanılabilir olduğu tahmin edilmektedir.³³

Rüzgar enerjisinin tarihsel süreçte ilk kullanımının, Çin, Tibet, Hindistan, Afganistan ve İran gibi Asya medeniyetlerinde olduğu, yapılan araştırmalar sonucu söylenmektedir. Rüzgar türbinlerinin kullanımı ile ilgili ilk yazılı bilgiler ise Büyük İskender tarafından M.Ö. 200-300 yıllarında basit yapılı yatay-eksenli rüzgar türbinlerine aittir. Farslıların ise M.Ö. 700'lü yıllarda, düşey-eksenli rüzgar türbinlerini kullandıklarıyla ilgili bilgiler bulunmaktadır. Asya'dan Avrupa'ya 10. yüzyılda geçen rüzgar gücü kullanımı batılı ülkeler tarafından geliştirilmiştir. İlk

³² www.ruzgarenerjisikulubu.com

³³ Uyar. S. T., Türkiye'de ve Dünyada Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Günleri

rüzgar elektriği, Danimarkalı Profesör Paul La Cour tarafından 1891 yılında üretilmiştir.³⁴

Rüzgar enerjisi kullanım kolaylığından, soğutma ısıtma işlemlerinin olmamasından, işlem sonucu radyoaktif salınım yapmamasından, ham madde sıkıntısının olmamasından dolayı diğer yenilenebilir enerji sistemleri arasında en temiz olanı ve en tercih edilenidir. 2009 yılı sonuna kadar dünyada tesis edilen tüm rüzgar türbinleri yılda, dünyanın 7. en büyük ekonomisi olan İtalya'nın toplam talebine eşdeğer ve küresel tüketiminin %2 sine karşılık gelen 340 twh elektrik üretmektedir.³⁵



Resim 2.9. Rüzgar türbinleri

Avrupada çok revaçta olan rüzgar enerjisi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. 2010 Avrupa Rüzgar Enerjisi istatistiklerine göre Avrupada rüzgar enerjisinden en fazla yararlanan ülke 27.214 mw kurulu gücü ile Almanya 'dır. Almanya'yı 20.676 mw kurulu gücü ile İspanya ve 5.797 mw kurulu gücü ile İtalya takip etmektedir.³⁶ 2010 yılı itibariyle kurulan rüzgar türbinlerinin enerji kapasitesi 9.295 mw'tır. Türkiye'de ise enerji tüketimi her yıl %8 -%9 arasında artmaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği uyum sürecinde Türkiye karbon salınımını azaltmak durumundadır. Bu sebepten dolayı rüzgar enerjisi Türkiye için çok büyük bir fırsattır.³⁷

Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlasına (REPA) göre, Türkiye'deki teorik rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 mw civarındadır. 2020 yılına kadar Türkiye'de rüzgâr enerjisi kurulu gücünde 20.000 mw seviyelerine ulaşılması ön görülmektedir.

³⁴ www.ruzgarenerjisikulubu.com

³⁵ www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr

³⁶ Uyar. S. T., Türkiye'de ve Dünyada Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Günleri

³⁷ Uyar. S. T., Türkiye'de ve Dünyada Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Günleri

Türkiye’de 2005 yılında 20,1 mw olan rüzgâr kurulu gücü Mayıs 2010 itibariyle 1.044 mw’a yükselmiş durumdadır.³⁸

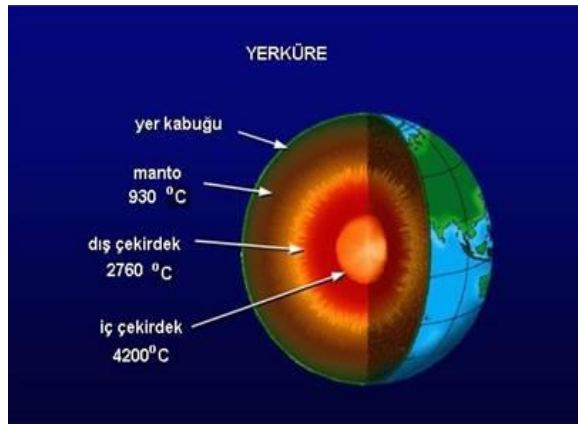
Ancak türbinlerin kurulacağı arazinin rüzgar haritası, kurulacak rüzgar santrallerinden maksimum verim alınması açısından önemlidir. “Rüzgar gücü, rüzgar hızının küpüyle doğu orantılıdır ve rüzgar hızı ölçümünde yapılacak %1’lik hata enerji üretiminde %3 olarak, %10’luk bir hata ise, %25 olarak yansır.”³⁹

Rüzgar enerjisi su pompaj uygulamalarında; rüzgar enerjisinin mekanik enerjiye çevrilmesiyle yaygın olarak kullanılır. Rüzgar enerjisi mekanik olarak, ev araçlarında, çiftliklerde hayvanların su ihtiyacının sağlanması, drenaj (arazi, bataklık kurutma) ve küçük ölçekli arazi sulama gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Jeotermal Enerji

Jeotermal Enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C’den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir.⁴⁰

Dünya genelinde yeryüzüne ısı akışı ortalama 82 mwt/m² olarak varsayılır. Yerkürenin yaklaşık 10 km derinliği içindeki kayaçların içerdiği ısının dünya enerji gereksinimini 6 milyon yıl karşılayacak büyüklükte olduğu tahmin edilmektedir. Jeotermal enerji iklimden bağımsızdır.⁴¹



Şekil. 2.10. Yerküre Tabakaları⁴²

³⁸ Uyar. S. T., Türkiye’de ve Dünyada Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Günleri

³⁹ Bozdoğan, B., 2003. Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

⁴⁰ Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu

⁴¹ Haskök A.Ş., Türkiye’nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi

⁴² <http://www.wardom.com.tr>

Jeotermal enerjinin tarihi, eski Romalıların doğal sıcak su olarak termal banyolarda ve sağlıkta kullanılmasıyla başlar. ABD’ de ilk olarak 1891 yılında Idaho’da daha sonra 1900 yılında Oregon’da konut ısıtılmasında kullanılmıştır. 1904 yılında İtalya’nın Larderello şehrinde ilk defa jeotermal enerjiden elektrik üretilmiştir. 1960 yılında Amerika Kaliforniya’da ticari jeotermal enerjiden (kuru buhar) elektrik enerjisi üretilmiştir. 1969 yılında Fransa’daki büyük şehirlerin, jeotermal enerji ile ısıtılmasına başlanılmıştır.⁴³ Jeotermal enerji üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla oldukça düşüktür. Bu maliyet, entegre kullanımlar söz konusu olduğunda daha da düşmektedir. 110 mw kapasiteli bir santralın birim maliyeti, 4,5 Cent/kwh düzeyindedir.⁴⁴

Jeotermal enerji kaynakları sıcaklıklarına bağlı olarak, başta elektrik üretimi olmak üzere konut ısıtması, bölgesel ısıtma, sera ısıtması, termal turizm-tedavi ve endüstriyel sıcak suyun elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynakları olarak tanımlanmaktadır.⁴⁵

Klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grupta inceleyebiliriz. Birincisi; konvansiyonel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıklarından oluşur. İkincisi yani modern biyokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman-ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki endüstrisi ve bitkisel atıkları, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır.⁴⁶

Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin, güneş enerjisini, fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Fotosentez ile enerji içeriği yaklaşık olarak 3.1021 J/yıl olan organik madde oluşmaktadır. Bu değer dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir.⁴⁷ Dünya üzerinde yer alan biyokütlenin, yaklaşık %90’ı ormanlardaki gövdeler, dallar, yapraklar, döküntü

⁴³ **Haskök A.Ş.**, Türkiye’nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi

⁴⁴ **Madencilik Özel İhtisas Komisyonu** Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu

⁴⁵ **Bozdoğan, B.**, 2003. Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

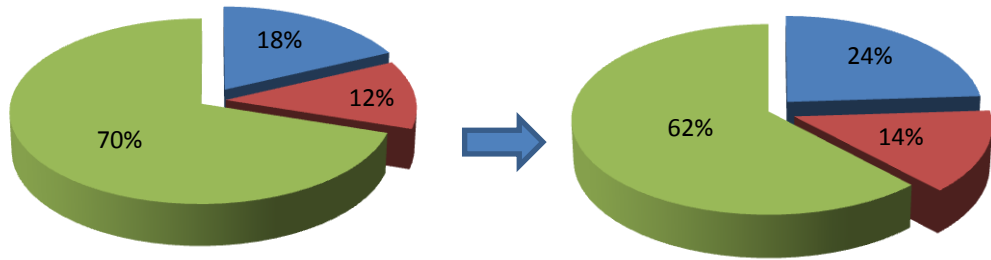
⁴⁶ <http://bilimselkonular.com/>

⁴⁷ **Haskök A.Ş.**, Türkiye’nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi

maddeleri ile yaşayan hayvanlar ve mikroorganizmalardan oluştuğu, dünya ormanlarının yıllık net biyolojik üretiminin de, yaklaşık 50x10¹⁹ ton olduğu tahmin edilmektedir.⁴⁸

Biyokütle, dünyada dördüncü en büyük enerji kaynağını oluşturması yönüyle önemli bir enerji kaynağı konumundadır. Birçok gelişmiş ülke biyoenerjiyi, geleceğin temel enerji kaynağı olarak görmektedir. Örneğin; İsveç, enerjisinin %16'sı gibi büyük bir kısmını biyokütleden elde etmektedir. Benzer şekilde Avusturya, enerjisinin %13'ünü biyokütleden sağlarken, Finlandiya biyokütle enerjisinden önemli ölçüde yararlanmaktadır.⁴⁹

■ Taşıma ■ Biyoelektrik ■ Sıcaklık



2010 yılı: 83,3 Mtoe

2020 yılı: 138,5 Mtoe

Grafik 2.2. Biyoenerjinin 2010-2020 yılları arası artış grafiği

Biyokütleden çeşitli yöntemlerle organik kimyasallar, organik gübre, metan, etanol, biyogaz, biyodizel, hidrojen vb. elde edilebiliyor.

⁴⁸ Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y., Kurt R., Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi

⁴⁹ Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y., Kurt R., Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi

Hidroelektrik Enerjisi

“Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan bir enerjidir.”⁵⁰ Hidrolik enerji, elektrik üretiminde en önemli kaynaklardan biridir ve birçok ülkede enerji ihtiyacının %25’inden fazlası bu kaynaklardan karşılanmaktadır. En yüksek hidroelektrik üretimi sağlayan ilk 10 ülkenin toplamı dünya hidroelektrik üretiminin %66’sıdır. Hidroelektrik, yaklaşık 65 ülkenin ulusal elektriğinin % 50’sini, 32 ülkenin %80’ini ve 13 ülkenin elektriğinin neredeyse tamamını sağlamaktadır. AB ülkeleri arasında, hidroelektrikten üretilen elektriğin ulusal elektrik üretimi içerisinde payları şöyledir. İsveç % 72, Litvanya % 69, Avusturya % 67, bunu takiben Romanya % 34, Slovenya % 27, Finlandiya (% 16), İtalya % 14, Fransa % 10 ve İspanya % 10’dur.⁵¹

Uluslararası Enerji Ajansının raporuna göre (IEA), 2020’de dünya enerji tüketiminde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının, bugünün mevcut durumuna göre %53 oranında artacağı öngörülmektedir.

Pasif Isıtma ve Soğutmanın Sağlanabilmesi

Yapıda kurulan düzeneklerle, güneş ışınlarının depolanması sağlanmaktadır. Depolanan temiz enerjinin, yapıdaki sirkülasyonunun doğru bir şekilde sağlanması için yapının yapılacağı yerin, tüm verileri tasarım aşamasında ele alınmalıdır. Yapılarda enerji etkin kullanımı, yapının ısınması ve soğuması amacıyla pasif olarak dört farklı teknikle yapılmaktadır. Bu teknikler:

- Direkt Kazanım Sistemleri
- Dolaylı Kazanım Sistemleri
- İzole Edilmiş Kazanç Sistemleri
- Termosifon Sistemler aracılığıyla sağlanmaktadır.

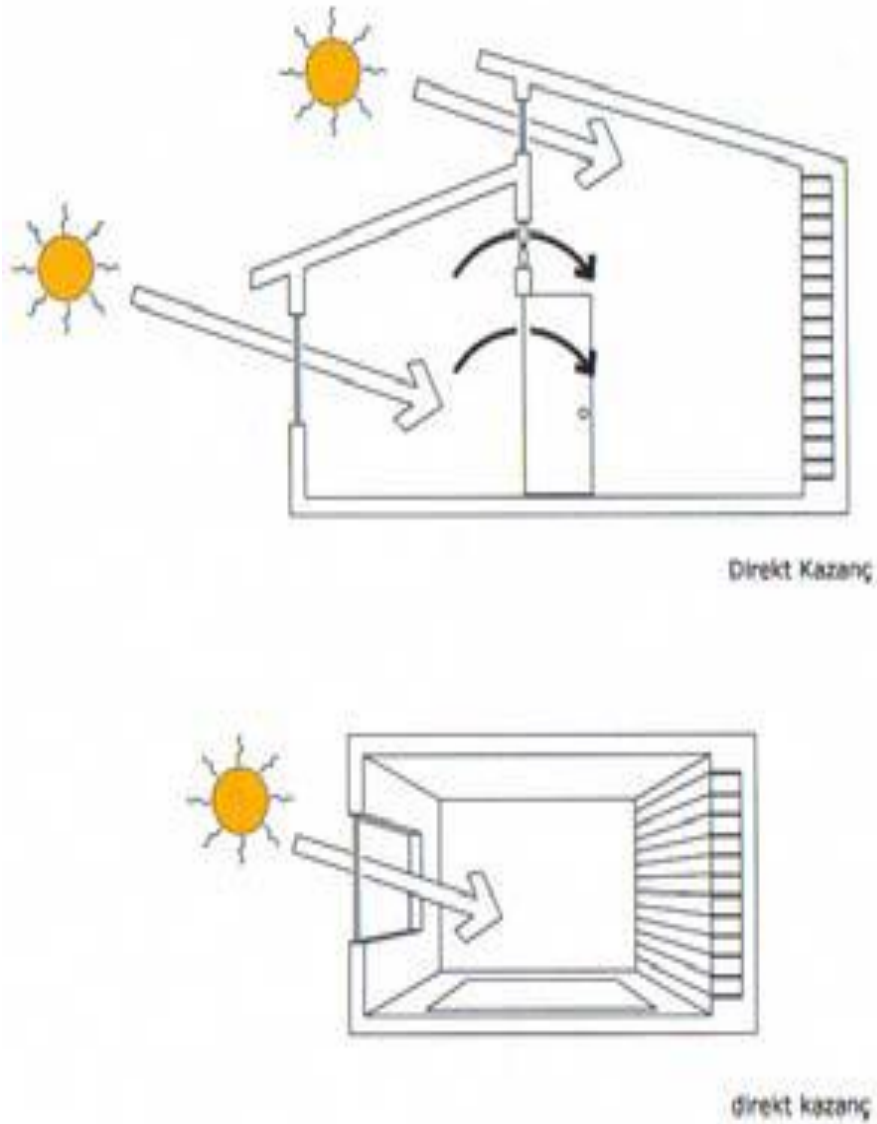
Direkt Kazanım Sistemleri:

Güneş enerjisinin en basit şekilde toplanıp depolanmadır. Bu sistemlerin etkisini arttırmak için, kuzey yarım kürede yapılan binaların güney cephelerinde açıklıklar

⁵⁰ **Akkaya, A. V., Akkaya E. K. ve Dağdaş A.,** (2002) “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Açından Değerlendirilmesi

⁵¹ **Demirtaş S.,** Avrupa Birliği ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Bunlardan Biyokütlenin Önemi

yapılmıştır. Açıklıklarda yer alan saydam bileşenlerin çift cam sistemleri olarak tasarlanması, sistemin performansını arttıran önemli bir faktördür. Gün boyunca saydam yüzeyden geçen güneş enerjisi, beton döşeme ve masif duvarlar (taşduvarlar) gibi bina elemanları aracılığı ile toplanır ve gece kullanılmak üzere depolanır.

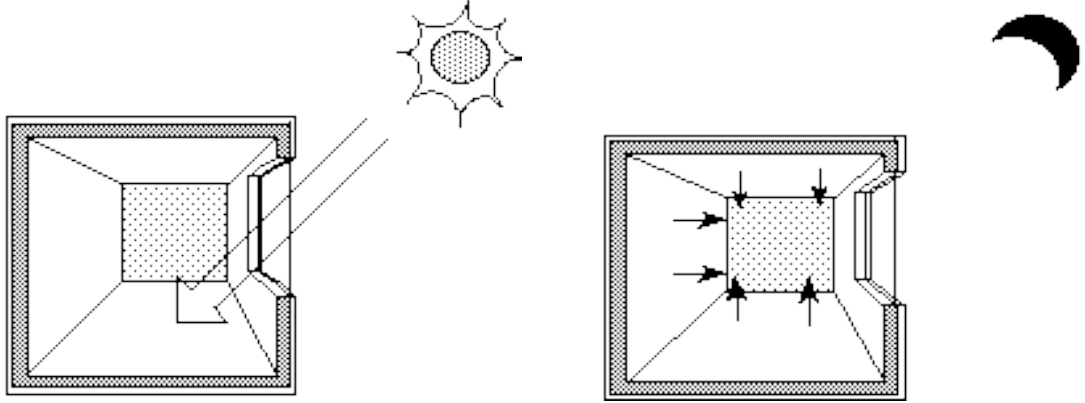


Şekil 2.11. Direkt Kazanım Sistemleri⁵²

Bahsedilen bu açıklıklar; pencereler, seralar ve çatı açıklıklarıdır. Kışları soğuk geçen iklim bölgelerinde güneşlenmenin yetersiz, rüzgarların sert olması nedeniyle kapı ve pencere açıklıkları kuzeye yerleştirilmemektedir. Doğu-batı yönünde

⁵² Özdemir, B.B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

yerleştirilen açıklıklarda ısı kazancı az da olsa vardır. Fakat güneşin yönlenmesinden dolayı aşırı ısınmayla da karşı karşıya kalınmaktadır. Güneye bakan açıklıklar ise, kışın yatık gelen güneş ışınlarından daha çok verim sağlarlar; yazın ise tepeden gelen ışınlardan korunmaları daha kolaydır. Bu açıklıkların yalıtımına katkıda bulunmak için kepenk, stor ya da jaluzi gibi hareketli elemanlar kullanılabilir.



Şekil 2.12. Direkt Kazanım Sistemleri⁵³

Dolaylı Kazanım Sistemleri:

Dolaylı kazanım sistemlerinde, güneşten toplanan ısı, termal depolayıcı bir kütle ile daha sonra yaşama alanlarına iletmek için toplanır ve depolanır. Dolaylı kazanç sistemlerini farklı türlerde oluşturmak mümkündür.

- Trombe duvar
- Bidon duvar
- Çatı havuzu sistemleri

Trombe duvarı

Bir cam yüzeyin arkasına yerleştirilen siyah camın ya da seçici yüzeye sahip beton, dolu tuğla, kerpiç veya taş gibi ısı depolamaya uygun malzemeler arkasına yerleştirilmiş, Trombe duvarı, özellikle güneşli fakat soğuk havaların görüldüğü iklim kuşakları için çok uygundur. Trombe duvarının çalışma prensibi ısınarak yükselen havanın duvarın üst kısmındaki menfezden bina içerisine alınmasına, bina içerisindeki soğuk havanın ise alt menfezden bina dışına atılmasına dayanmaktadır. Gündüzleri eğer yapının mevcut sıcaklığı düşük ise, yapıyı ısıtmak için iç tarafta yer

⁵³ Özdemir, B.B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

alan alt menfez açılır ve soğuk hava dışarı atılır. Çıkan soğuk hava güneşin etkisiyle ısınır ve üst menfezden tekrar mekanın içerisine alınarak mekanın ısıtılması sağlanmış olur.

Yapı içerisinde serinletilmesi isteniyorsa, üstteki dış menfez açık bırakılır, içteki kapatılır. Baca etkisiyle sürüklenen hava, kuzey cephesinden alınan serin havayı içeri çeker. Böylelikle mekanın serinletilmesi sağlanır. Bu sistemin iki avantajı vardır. Bunlardan ilki olağanüstü hava şartlarında sıcaklığı sabit tutmaktadır. Ayrıca binayı da ışınların aşırı etkisinden koruyarak malzemelerin zarara uğramasını engellemektedir. İkinci avantajı ise, imalatı kolay bir sistem olup, hareketli yalıtım dışında sabit parçalarının olmasıdır. Bu durum, sistemde depolanan ısının, sistemde hala mevcut olmasını ve içeride yaşayanların en azından ılık duvar ya da tavanla yüz yüze kalabildiğini ifade etmektedir.

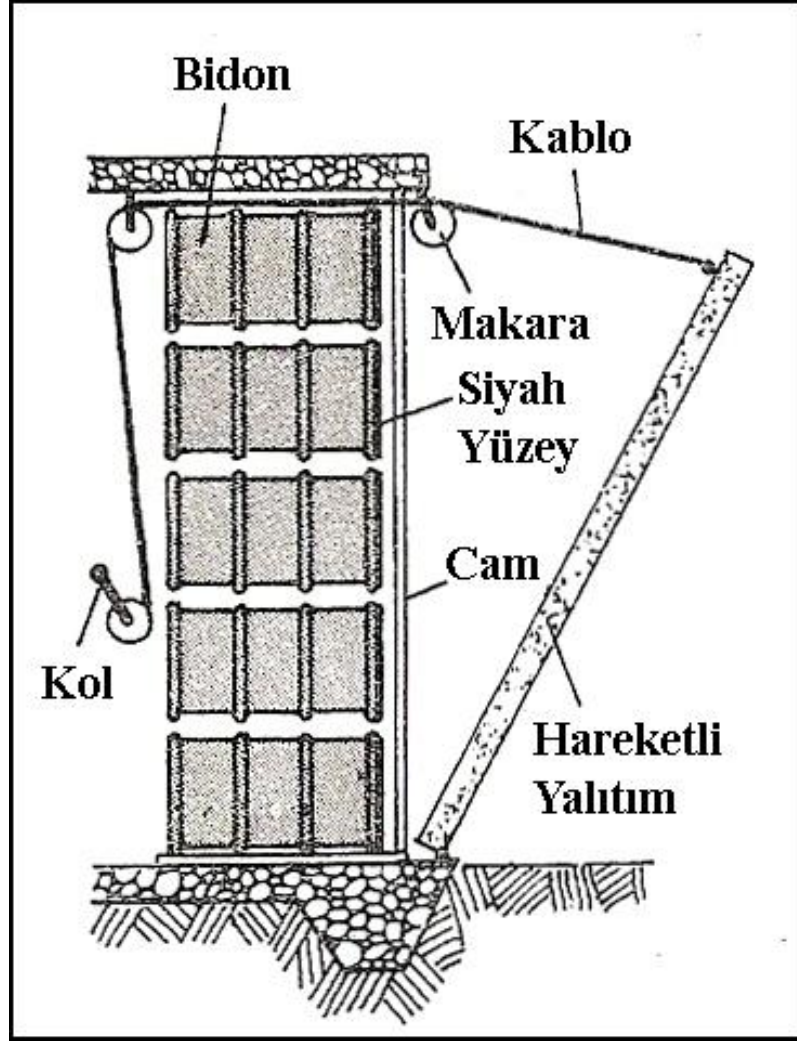
En temel olumsuzlukları ise, ısı kütlenin sabahları geç ısınması ve içerideki ısının istenmediği durumlarda kontrol edilememesidir.⁵⁴

Bidon duvar

1970 yılında Steeve Baer tarafından geliştirilerek kullanılan bu sistem, ısı depolama malzemesi ve kullanım yöntemi dışında Trombe duvarı ile benzerlik göstermektedir. Sistemi oluşturan elemanlar ise, geniş cam yüzey ve bu yüzeye bitişik, masif ısı depolama kütesidir. Bu sistemde ısı depolama kütlesi (bidonlar), su veya benzer bir akışkan ile doludur. Fakat su, yüksek ısı depolama kapasitesine sahip olduğu için su duvarları katı duvarlardan çok daha yüksek verimliliğe sahiptir.⁵⁵ Siyahla boyanan bu duvar, ışın emisyonunu daha yoğun bir alanda toplayıp depolamaktadır. Siyah yüzeyin absorbe ettiği ışınlar, bidonların içindeki suyu ısıtmakta ve bu ısı iletim yoluyla binayı ısıtmaktadır. Gündüz depolanan ısıyı kaybetmemek için yalıtım kapakları akşam kapatılmalıdır. Büyük depolama hacmine sahip olan duvarlar, uzun süreli depolama kapasitesine sahiptir. Güneşten en fazla verimi alabilmek adına, su duvarları yapıların güney cephesine yerleştirilmektedir. Fakat bu su duvarları, buharlaşma, korozyon, sızma gibi sorunlarla karşılaşabilmektedir.

⁵⁴ **Özdemir, B.B.**, 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

⁵⁵ **Lakot, E.**, 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi



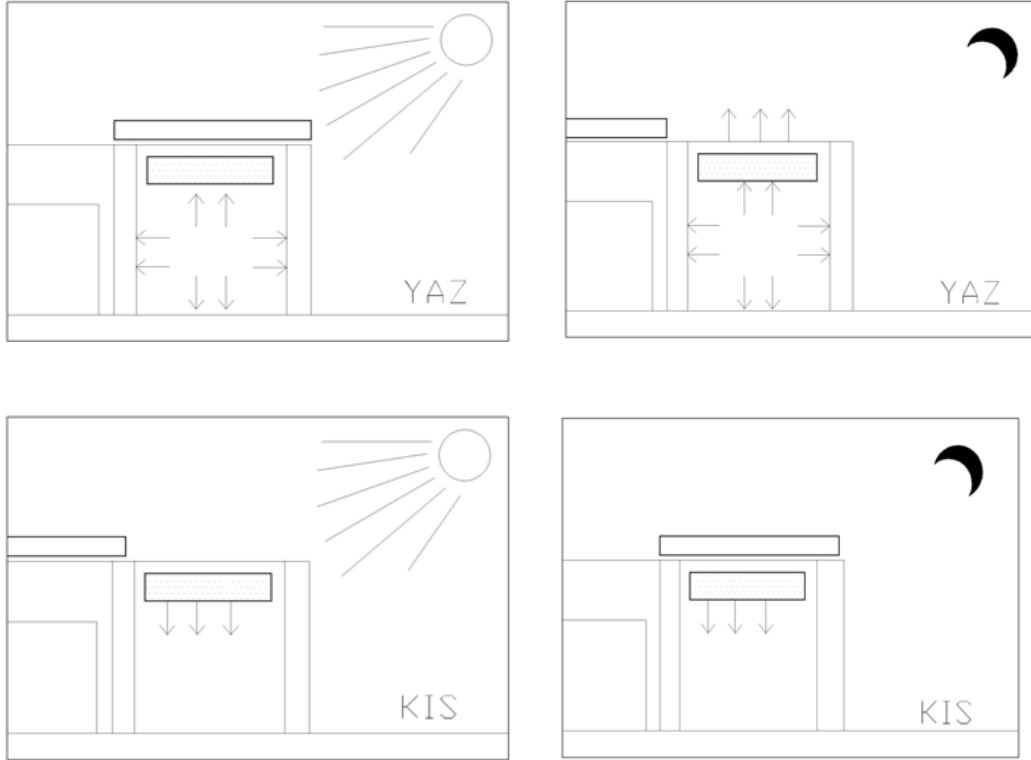
Şekil 2.13. Su duvarının çalışma ilkesi⁵⁶

Çatı Havuzu Sistemleri

Dam havuz sistemi olarak da bilinen çatı havuzu sisteminde, sadece altında bulunan mekanları etki ettiği için genellikle tek katlı binaların tavanına ısıyı depolayacak metal paneller yerleştirilir ve bu panellerin üstünde, içinde su veya plastik torbalar bulunan 15-20 cm'lik havuzlar bulunur. Genellikle yaz döneminde tercih edilen bir sistemdir. Gündüzleri mekandaki sıcak hava, izolasyonla serin olan havuz sayesinde soğuk havayla yer değiştirip mekanın serinlemesini sağlar. Yükselen sıcak hava panellerin geceleri açılmasıyla dışarı bırakılır. Kış döneminde yalıtımı sağlayan paneller kaldırılarak, güneş ışınlarının havuz aracılığıyla alttaki mekanı termik

⁵⁶ Çakır G., 2011. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

radasyon etkisiyle ısıtması sağlanır. Gece ise, yalıtım malzemeleri tekrardan yerleştirilerek mekanın sıcaklığı korunmaya devam eder.



Şekil. 2.14. Çatı havuzunun yaz-kış çalışma prensibi ⁵⁷

Yatay yüzeylerin, kışın güneş ışığını absorbe performansı düşük olduğu ayrıca donma ve kar yükü önemli bir etki olduğu için bu sistemler çok sıcak iklimlerde, 35 °C kuzey enlemi ve altındaki enlemlerde kullanılmalıdır.

İzole edilmiş kazanç sistemleri:

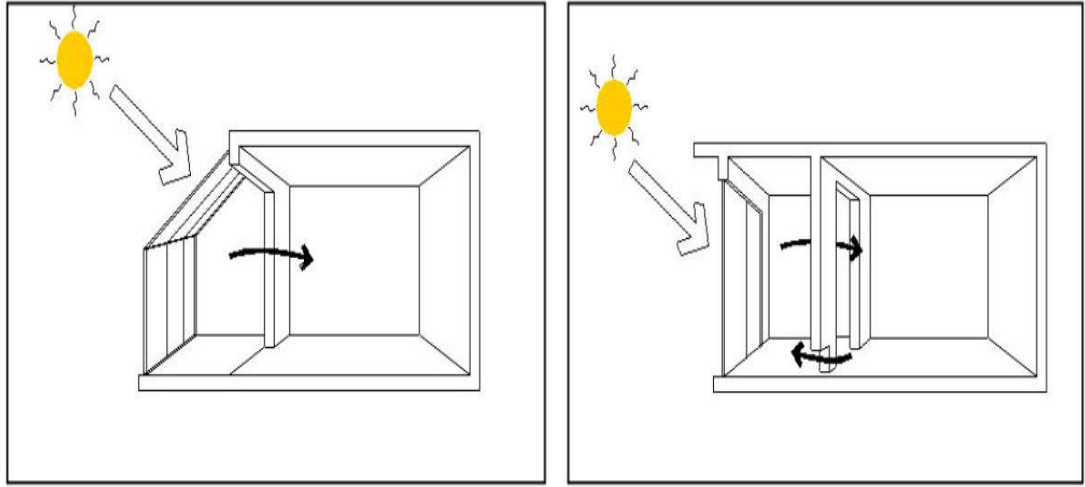
İzole edilmiş kazanç sistemlerinde güneşten toplanan ısı binadan bağımsız olarak toplanıp depolanır. Bu sistemdeki amaç enerji kazancı ile birlikte konfor koşullarını mekanda uzun süreçte var etmektir. Bu mekan, dış ortam ile iç ortam arasında bir geçiş alanı oluşturmuş olur. İzole edilmiş kazanç sistemleri, seralar ve güneş odaları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Seralar, binaların güney cephelerine yerleştirilen cam kütleleri aracılığıyla ısıyı toplayan ve içinde bitki yetiştirilip yaşanabilen mekanlardır. Seralar, iç ve dış ortam

⁵⁷ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

arasındaki geçişi sağlayan, binanın ısısal konforuna katkı sağlayan mekanlardır. Cam yüzeylerin fazla olması ısı kazancını arttırdığı gibi, soğuk ve güneşsiz havalarda ısı kaybına, sıcak havalarda ise ısının artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, kışın ısı kaybını önleyecek gece yalıtımı yapılmalı, yazın ise kontrollü güneş kırıcılar kullanılmalıdır. Seralar, binalardaki hava sirkülasyonunu engellediğinden şeffaf malzemelerin soğuması diğer malzemelerden önce olduğu için, bu bölge serin kalabilmektedir. Sıcak iklimlerde güney cephesindeki sera uygulaması, kuzey cephesinde de yapılmaktadır. Binanın bu bölümleri hem enerji maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlar hem de kışın yapının en konforlu yerini oluşturabilir.⁵⁸ Kış bahçesinden maksimum düzeyde yararlanmak için güneşe yönelmiş olarak açılan yüzeylerin camlı alanı, en az 1/6 oranında ve bu açıklıkların % 50'sinin alt bölümde düzenlenmesi gerekmektedir. Eğimli cam yüzeylerde, eğim açısının $\geq 20^\circ$ olması gerekir.⁵⁹

Güneş odaları, doğrudan kazanç sistemi ile trombe duvarı sisteminin beraber kullanıldığı kış bahçesi tekniği olup cam yüzeylerle ısı depolayan sistemlerdir.



Şekil 2.15. İzole Edilmiş Kazanç Sistemleri⁶⁰

Güneş odaları güneş kolektörlerine göre daha az verimli olmasına rağmen, yıl boyu birçok saatin geçirileceği enerji tasarrufu sağlayan yaşama mekanı yaratmaktadır.⁶¹ İçteki duvar yalıtılarak rüzgarın soğutucu etkisinden korunmuştur. Bu sistem hacim

⁵⁸ Çakmanus, İ., Bilgin, A., 2005. Güneş Enerjisi İle Binaların Pasif Isıtılması

⁵⁹ Göksal, T., 1998a. Mimaride Güneş Enerjisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları

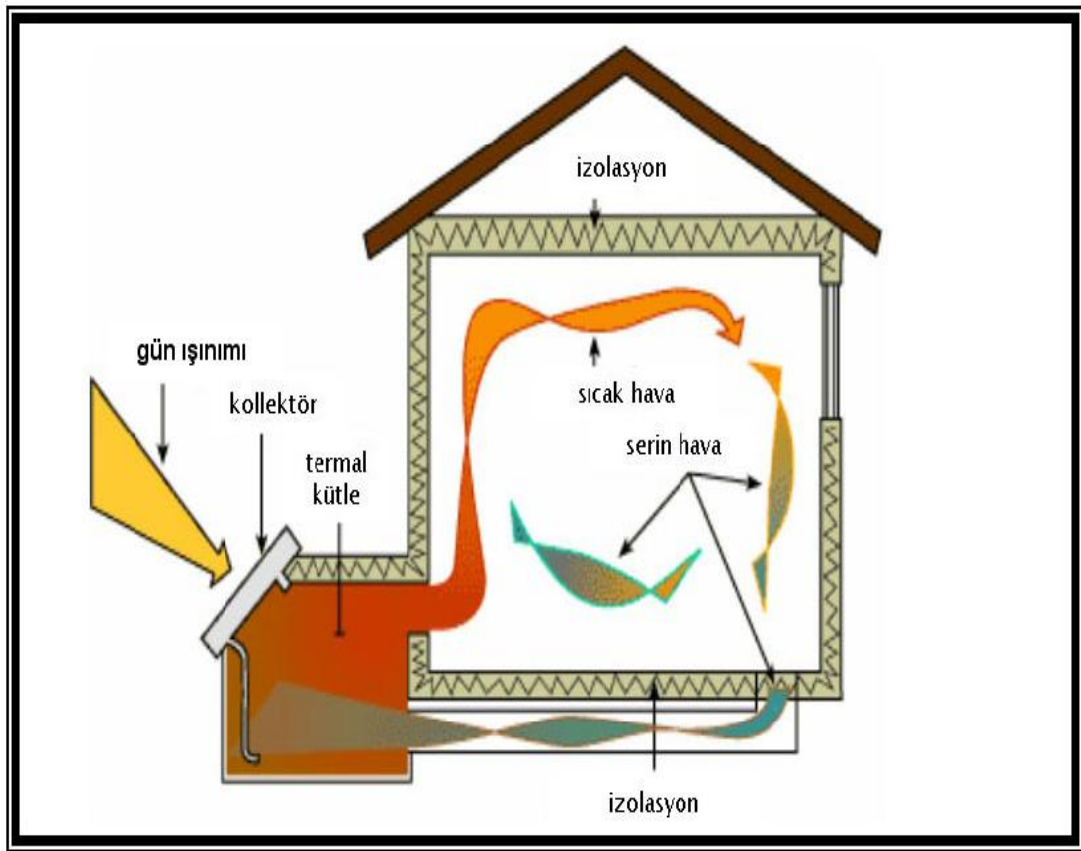
⁶⁰ Özdemir, B.B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

⁶¹ Göksal, T., 1998a. Mimaride Güneş Enerjisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları

ısıtmada da kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistemlerde yalıtım tedbirleri alınmamışsa ısı kayıpları çok olur.

Termosifon Sistemler

Bu sistem, binanın cephesinden bağımsız olarak çalışan, depoladığı güneş ısını yaşam alanına aktaran, bir alandan oluşmaktadır. Soğuk hava veya akışkan, ısıyı depolayan hacmin en düşük seviyesinde olup ısınan havanın kütleyle doğru yükselip soğuk hava ile yer değiştirerek ısı sirkülasyonunu sağlar. Toplayıcı alan, yutucu özelliği olan koyu renkli ahşap veya metal yüzeylerden oluşur.



Şekil 2.16. Termosifon sistem⁶²

Termosifon sistemde hava boşlukları ve kanallarının boyutlandırılması, hava sirkülasyonu ağır olduğu için, dikkatli yapılmalıdır. Toplayıcı eleman, siyah renge boyalı ısı soğurucu bir metal levha ve levhanın üzerine örtülen cam veya plastik yüzeyden oluşmaktadır. Soğurucu malzeme ile yüzey malzemesi arasında 2-2,5 cm.

⁶² Özdemir, B.B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

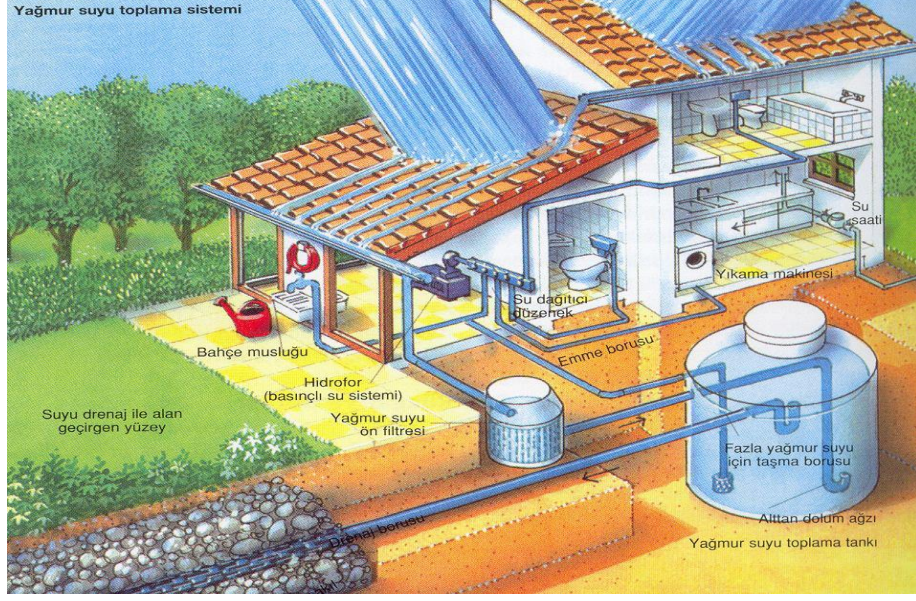
arasında bir hava boşluğu bulunmaktadır. Bu hava boşluğu, toplayıcı alan içinde bulunan akışkanın ısıtılmasını sağlayarak bu ısıyı, iç mekana yayılması için termal kütleye ulaştırır.⁶³ Bu sistem aslında aktif sistemin, pasif sistemi desteklemesidir. Isı depolama kütlesi çakıl, kaya yatağı veya taş havuzu gibi malzemelerden oluşabilmektedir. Depolama kütlesi olarak çakıl, kaya yatağı veya taş havuzu gibi malzemelerin kullanılması durumunda, mekânın optimum değerlerde ısıtılabilmesi için, güneşe yönelmiş saydam yüzeyin 1 m² si için 0.6 m³ depolama hacmi oluşturulmalıdır. En az sıcak devrede ısıtma yapmak için, toplayıcı yüzey ile depolama alanı arasında bağlantı sağlayan hava geçiş kanallarının, hava akışı için gündüz açık, gece kapalı olması gerekmektedir.

2.3.1.2. Suyun Etkin Kullanımı

Su, binaların vazgeçilmez unsurlarından biridir. Bu nedenle amaç, suyun bina içerisindeki kontrolünü ve ihtiyaca cevap verecek su miktarını azaltmaktır. Yapıda harcanacak su, öncelikle ıslah istasyonlarında işlendikten sonra şehir şebekelerinde yapılara dağıtılmaktadır. Yapıda kullanılan su ne kadar az olursa suyun geçtiği bu evreler için harcanan enerji miktarı da o derece azalmış olur. Günümüz yöntem ve teknolojileriyle beraber ekonomik kazançtan ya da yaşam kalitesinden ödün vermeden su tüketiminin kentlerde üçte bir oranında azaltılması mümkündür. Yapılarda kullanılan sular gri ve siyah su şeklinde sınıflandırılmaktadır. Yapıda tuvaletler dışında toplanan ve arındırılması daha kolay olan su türü gri su, tuvaletlerden toplanan ve arıtılması daha yoğun olan atık sular ise siyah su türüdür. Gri sular, çok kirli sular olmadığı için yapı içinde kurulmuş bir düzenekle toplanıp geri dönüştürülerek tuvaletlerde ve bahçe sulamada kullanılabilir. Gri su kalitesi, yapıda kullanılan sabun ve deterjanlarla daha kaliteli ve organik hale getirilebilmektedir. Fakat siyah suyun dönüştürülmesi sağlık açısından uygun olmayabilmektedir. Gri su, geri dönüştürme ve kullanma prosedürleri, insan sağlığı açısından birçok ülkede denetimden geçtikten sonra gerçekleştirilebilmektedir. Atık suyun kullanımı, su tasarrufu açısından çok önemli olsa da insan ve çevre sağlığı açısından dikkat gerektirmektedir.⁶⁴

⁶³ **Özdemir, B.B.**, 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi

⁶⁴ **Saatcioğlu, M.U.**, 2007. Ekolojik Konut: Konutun Su Üreten Bir Makine Olma Olasılığı, Yüksek Lisans Tezi



Şekil 2.17. Bir konutta suyun korunum şeması⁶⁵

Su korunumu için yapıda alınabilecek önlemler aşağıda belirtilmiştir:

Düşük Debili, Basınçlı Armatürler, Vakumlu Ve Biyokompoze Tuvaletler Kullanma:

Günümüzde yaygın olarak kullanılan basınçlı su armatürlerinin su tasarrufunu %30 oranında azalttığı bilinmektedir. Birçok ülkede suyun kullanımından tasarruf ettirecek armatürlerin kullanımı yönetmeliklerle belirlenmiştir. Su yerine kimyasal bir sıvı kullanan pisuvarlar ve biyokompoze tuvaletler sayesinde su tüketimi büyük ölçüde azaltılmaktadır. Biyokompoze tuvaletleri bilinen türlerinden ayıran özelliği, atık suyun arıtımını yapmalarıdır.

Yağmur suyunun toplanması:

Gri su sınıfına giren, çatıda ve zeminde biriken yağmur sularının toplanıp dönüştürülmesiyle yapıda sudan kazanç sağlanmaktadır. Bu sular bahçe sulama ve tuvaletlerde kullanılabilir.

Doğal peyzaj uygulamaları:

Ekolojiye saygılı, çevre kaygısıyla uygulanmış bahçe ve çatı uygulamaları, su tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır. Peyzaj düzenlemesinde kullanılan yerel ve

⁶⁵ www.alternatifyasam.blospot.com

doğal bitkilerin bakımında yağmur suyu yeterli olmakta, sulamanın yetersiz geldiği durumlarda ise suyun etkin kullanımını sağlayan sprinklerle sudan tasarruf sağlanmaktadır.

2.3.1.3. Malzemenin Etkin Kullanımı

Yapılarda kullanılan malzemelerin, organik olması, insan sağlığına etkisi, maliyeti, piyasadaki mevcut durumu göz önüne alınarak seçilmesi durumunda, sürdürülebilirliğe büyük katkı sağlamış olacaktır. Malzemelerin hammaddelerinin elde edilme yöntemi de, en az malzemenin mevcut çevrede var olması kadar önem taşımaktadır. Ömrünü tamamlayan binaların yıkılması durumunda çok fazla atık oluşmaktadır. Bu faktörü de göz önüne alarak yapıyı oluşturan malzemelerin geri dönüşümlü olmasına da özen gösterilmelidir. Bu sayede, malzeme üretimindeki kirlenme ve doğal kaynakların gereksiz kullanımı önlenmiş olur, hammadde üretimi için harcanan enerjiden tasarruf edilir, kirlilik problemi azalır ve geri dönüşümün sanayileşmesiyle de insanlara istihdam sağlanır.



Şekil 2.18 Ekolojik Yaşam Döngüsü

- Bu konuda tasarımcılara çok büyük görevler düşmektedir. Bilinen standartlaşmış yapı elemanı ve malzemeleri kullanmalıdırlar. Modüler malzemeler kullanarak iş gücüne katkı sağlanır. Aksi durumda malzeme kesimi için hem kaynak kaybı yaratmakta hem de atık oluşumuna neden olmaktadır.
- Yapıların tasarım aşamasında, kullanıcı ihtiyaçlarının hem şimdiki zamana hem de geleceğe hitap etmesi, gereksiz enerji harcanmasını ve malzeme

kullanımını engellemektedir. İşlevi olmayan hacimler gereksiz miktarda hem enerji hem de malzeme tüketimine neden olacaktır. Kullanıcı ihtiyaçlarına göre yapılmamış her alan, yapının iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinde enerji sarfiyatına neden olacaktır.

- Malzemelerinde bir yaşam süresi vardır. Her malzeme kullanıldıkça eskimeye başlamaktadır. Yapılar ve malzemeler yaşam sürelerini doldurdukları zaman malzemeleri değiştirip yapıyı yıkmak yerine yeniden kullanımını sağlamak, sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olacaktır. Ayrıca işlevini yitirmiş, terk edilmiş binalar ekonomik anlamda büyük yük oluşturmaktadır. Bu binalara bir uygulama yapılmadan önce, yıkım ya da rehabilite edilmesi maliyetinin karşılaştırılması gerekmektedir.
- Yaşam süresi tamamlanan yapılar yıkıldığında, çok miktarda atık ortaya çıkmaktadır. Fakat bu atıkların organik olması sağlanabilir ya da ıslah edilirse yapılacak diğer yapılar için malzeme stoğu oluşturulabilir.⁶⁶

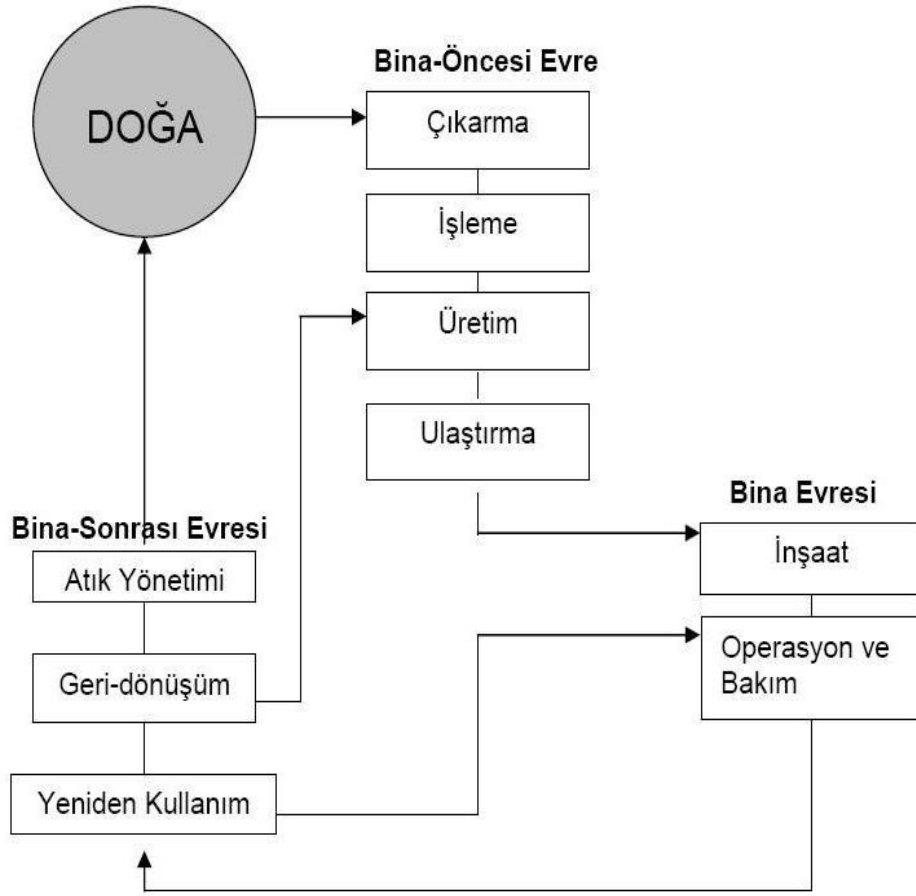
2.3.2. Yapılarda Yaşam Döngüsü Tasarımı

Sürdürülebilir bir yapı tasarımını ortaya koymadan önce yapı arsasının kapsadığı mevcut sosyal, kültürel ve çevresel sorunların çok iyi irdelenmesi ve etkin çözümler sunulması gerekmektedir. Sürdürülebilir olmanın koşullarından biri olan yaşam döngüsü tasarımında, beşikten mezara anlayışının önem kazanması ile yapıyı oluşturan tüm malzemelerin doğaya geri verilmesi amacı yatmaktadır.

Yapılarda yaşam döngüsü üç aşamalı olmaktadır:

- Yapım öncesi aşama
- Yapım aşaması
- Yapım sonrası aşama

⁶⁶ Anonim



Şekil 2.19. Sürdürülebilir yapıların yaşam döngüsü⁶⁷

2.3.2.1. Yapım Öncesi Aşama

Sürdürülebilir bir yapı hedefleniyorsa, arazi seçimi, yapı formu ve kabuğu, yapı malzemeleri, suyun korunumu, peyzaj tasarımı ve temiz enerji kullanımı kriterlerinin hepsine uyulmak zorundadır.

Arazi Seçimi:

Yapının konumlandırılacağı arazinin fiziksel koşulları ve iklim özellikleri, yapının iklimlendirilmesi bakımında önem taşımaktadır. Mevcut araziye müdahale olabildiğince az yapılmalıdır. Yapının konumlanacağı arazinin güneş ile ilişkisi, yapının yaz kış ısısal konforu açısından önem taşımaktadır. Konum;

- arazi parçasının baktığı yön,
- arazi parçasının eğimi,

⁶⁷ Özçuhadar, T., 2007. Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

- arazi parçasının örtüsü (güneş ışınımı yansıtma özelliği), kapsamında değerlendirilmektedir.⁶⁸

Yapının konumlanmasında rüzgarın etkileri de çok önem taşımaktadır. Rüzgâr yararlanılması gereken bir etmen ise tepelere, korunma gerektiren bir etmen ise yamaçların altlarına yerleşmek gerekmektedir. Bütün bu unsurlar dikkate alınarak yapı konumlandığında, ısısal ve ışıksal anlamda enerji tasarrufunda bulunmaktadır.

İklim bölgesi	Konum	Eğim
Soğuk	Güney ve güneydoğuya bakan yamaçların rüzgârdan korunmuş vadi tabanına yakın alt kısımları tercih edilir.	Eğimli (en fazla 22°)
Ilıman-nemli	Güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alabilecek üst kısımları tercih edilir.	Eğimli (en fazla 22°)
Ilıman-kuru	Güney ve güneydoğuya bakan yamaçların rüzgârdan korunan alt kısımları tercih edilir.	Eğimli (en fazla 22°)
Sıcak-nemli	Güneye bakan yamaçların serin rüzgâr alan yüksek kısımları (tepelere) veya kuzey yön tercih edilir.	Düzlük (0-6° arası)
Sıcak-kuru	Doğu veya güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alan vadi tabanları (çukurlar) tercih edilir.	Düzlük (0-6° arası)

Şekil 2.20. İklim bölgelerine göre optimum bina konumları

Yapı Formu Tasarımı:

Yapının şekillenmesi, yapı kabukları ve eğimleri, yüksekliği, şekli ile ortaya konmaktadır. Yapıdaki enerji kaybının en aza indirilmesi söz konusu ise ısı kayıplarına yol açan yapı kriterlerinin ihtiyaca göre boyutlandırılması gerekmektedir. Yapılan incelemelerle hacim değerleri aynı olan geometrik formlardan, silindirik ve küresel formların ısı kaybının, diğer formlara göre daha az olduğu saptanmıştır. Binanın ısı alışverişini sağlayan yüzey alanlarının azaltılması, ısı kayıplarının azalmasını sağlamaktadır.

Yapı Kabuğu Tasarımı:

Çatılar ve cepheler çatının kabuk sistemini oluşturup binanın dış ortamla ilişkisini kesen, ısısal kazanç ve kayıplara neden olan yapı elemanlarıdır. Bu nedenle, kuzey

⁶⁸ **Ovalı P.K.**, 2009 Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri “Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi”, Doktora Tezi, Trakya Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü

yarım küredeki yapıların güney cepheleri şeffaf, kuzey cepheleri, ise az boşluklu yapılmaktadır. Binaların dışı sürdürülebilir olması için, binalar olabildiğince yeşillendirilmeli, burada performansı yüksek camlar, çift kabuk sistemler ya da fotovoltaik cepheler kullanılmalıdır. Bu etkenlerle binalardaki enerji kaybının %40'a kadar önlenmesi sağlanabilmektedir.

Malzeme Korunumu:

Yapının oluşmasını sağlayan malzemelerin yapının yaşam döngüsünde doğaya uyumlu olması, sürekli bakım onarım istememesi, sürdürülebilirliğin ilkelerindedir. Yapı malzemelerinin temininde, işlenmesinde ve yapı alanına getirilmesinde ekolojiye verdiği zararın en aza indirilmesine özen gösterilmelidir. Ekolojiye zararsız malzemelerin ihtiyaçtan fazla kullanımı da bu malzemeleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Doğal yapay ekolojiye yük getirmeyecek malzemelerin kullanılması bu tehlikeyi azaltmaktadır. Eski binaların yıkımı sonrası ortaya çıkan kullanılabilir nitelikteki malzemelerin, yeni binaların yapımında hammadde veya ürün madde olarak kullanımı sağlanmalıdır.

Su Korunumu:

Yapılarda kurulan atık suları toplama düzenekleriyle yapıda depolanan sularla, yapının hijyen gerektirmeyen sıhhi tesisat, bahçe sulama işlemlerinde kullanılmasıyla su korunumu büyük oranda sağlanmış olur. Sudan geri kullanımla yararlanıldığı gibi aynı zamanda gereksiz su kullanımını önlemek de suyun korunumuna katkı sağlamaktadır.

Peyzaj Tasarımı:

Doğru doğa ürünleri kullanılarak yapıların çevre düzenlemelerinden enerji tasarrufu sağlanabilir. Yapıların batı ve kuzeybatı cephelerinin maruz kaldığı akşam güneşini, yapının bu cephesinin önüne ağaçlar dikerek engellemek mümkündür. Yapının güney cephesine yapraklarını döken, kuzey cephesine ise her daim yeşil kalan ağaçların yerleştirilmesiyle de, soğuk kış rüzgarlarından, yaz güneşinden korunma sağlanır. Yapı çatısının yeşil çatı olarak tasarlanması ile havadaki CO₂ oranının azalmasını ve yağmur suyunun depolanmasını sağlayarak suyun korunumuna katkı sağlanmış olur. Ayrıca çatı örtüsünün altında kalan yapı elemanın, uzun ömürlü ve dayanıklı olmasını sağlar. Kuşlar ve diğer canlılar için doğal yaşam alanı oluşturarak,

arazi üzerinde kapladığı alan tekrar yeşil doku olarak kazanılmış olur. Yeşil çatı kullanımı, yapının ekolojiden çaldığı alanın tekrar kazanılmasını da sağlar.

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı:

Ekolojinin gün geçtikçe yok olmasında hatırı sayılır bir yeri olan yapı sektörü, bu konuya ilişkin çözümler üretmektedirler. Yapı işletmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak ve ekolojik, geri dönüşümlü yapı elemanlarını tercih ederek ekolojiye katkıda bulunmaktadır.

2.3.2.2. Yapım Safhası

Bu süreç, binanın yapımıyla kullanımını kapsayan bir süreçtir. Bu aşamada adım adım düşünülmüş bir şantiye programı önem kazanmaktadır. İyi bir planlamayla iş makinelerinin güzergahının belirlenmesi ile araçların gereksiz alanları kullanmaları engellenebilir. Ayrıca yapılan kazılarda, zemin kaynaklı suların şantiye dışına çıkmasına engel olunmalıdır.

Yapı alanında bulunan ağaç ve yeşil örtülere gerek duyulmadıkça zarar verilmemelidir. Ekolojik önemi olan bölgelerde insan gücüyle işlem sağlanmalıdır. Yapım aşamasında ortaya çıkan atıkların yönetimi de ayrı bir önem taşımaktadır. Ortaya çıkan atıkların sınıflandırılması ile bu atıkların geri dönüşümü sağlanabilmektedir. Kullanılan malzemelerin insan sağlığını tehlikeye atmaması ve iş güvenliğinin sağlanması, birçok ülkede yapı yönetmelikleriyle güvence altına alınmıştır. Elemanların birbiriyle bağlantısını sağlayan yapıştırıcı maddelerin sahip olduğu zararlı bileşenler, yapıdaki hava sirkülasyonu ile tüm yapıyı etkilemektedir. Bu tehlike göz önüne alınarak yapıda kullanılacak tüm malzemelerin ekolojik ve zararsız olması sağlanmalıdır. Sera etkisinin %50'sine yapı sektörü neden olmaktadır. Bu nedenle planlama aşamasında bu oran göz önünde tutularak, çalışmalar ve izlenecek yollar buna göre saptanmalıdır.

2.3.2.3. Yapım Sonrası Safha

Yapım sonrası aşaması, yapının yıkımında ortaya çıkan atıkların kontrol altına alınma aşamasıdır. Bu durum dünya ülkeleri ile beraber Türkiye'de de yönetmeliklerde yer alarak önem kazanmıştır. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan birinci madde amacı açıklamaktadır. Bu amaca göre; "her türlü atık ve artığın çevreye zarar verecek şekilde, doğrudan veya dolaylı bir biçimde

alıcı ortama verilmesi, depolanması, taşınması, uzaklaştırılması ve benzeri faaliyetlerin yasaklanması, çevreyi olumsuz yönde etkileyebilecek olan tüketim maddelerinin idaresini belli bir disiplin altına alarak havada, suda ve toprakta kalıcı etki gösteren kirleticilerin hayvan ve bitki nesillerini, doğal zenginlikleri ve ekolojik dengeyi bozmasının önlenmesi ile buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi, uygulanması ve geliştirilmesidir.” Ayrıca inşaatlara ruhsat verilebilmesi için uyulması gereken kurallardan biride atık yönetimidir. Bu durum yönetmeliğin 41. maddesinde şöyle ifade edilmiştir: “Belediyeler veya yetkilerini devrettiği kişi ve kuruluşlar, tesisi çevreyi kirletmeyecek, toplumun huzurunu bozmayacak ve yürürlükte olan kanun ve yönetmeliklerde istenilen ürün ve emisyon sınırlarını sağlayacak şekilde çalıştırmak zorundadır. Belediyeler veya yetkilerini devralan kişi veya kuruluşlar bu yönetmelikte ve eklerinde belirtilen ölçümlerini yapmak, sonuçlarını istendiğinde mahallin en büyük mülki amirine, belediye başkanlıklarına ve bakanlığa bildirmek zorundadır.”

Yapı ürünleri; hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve kullanımının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngü boyunca çevre ile doğrudan ya da dolaylı bir etkileşim içerisinde olmaktadır.⁶⁹ Yapım sonrası aşamada atık yönetimi, geri dönüşüm, yeniden kullanma ve bertaraf etme ile yapılmaktadır.

Yeniden Kullanım:

Yapının yıkılma kararı alındıktan sonra kapı, pencere, asma tavan, bölme duvar gibi yapı elemanları ıslah edilerek başka bir yapıda kullanılabilir. Bu uygulama ile yapıda harcanacak malzemedan tasarruf edildiği gibi kaynak tasarrufu da sağlanmış olur. Bu uygulamalarda ayırma, depolama ve sınıflama gibi ayrımlar yapıp, yapı bileşeninin zarar görmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Geri Dönüştürme:

Yapı atıklarının geri dönüştürülmesi, yaşam ömrü bitmiş malzemelerin, geri dönüşüm yöntemleriyle hammadde üretimine geri kazandırılmasıdır. Başka bir deyişle, atığın üretim ve tüketim sistemine geri verilmesidir. Sürdürülebilir mimaride, malzemelerin geri dönüşümü çok önem kazanmıştır. Bu sayede çevre

⁶⁹ **Başar B.**, Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi

kirliliğinin azalması ile ekosistemin yükünün hafiflemesine, enerji tasarrufunun artmasına katkı sağlanmıştır. Yeniden kullanım, geri kazanma işleminin en iyi şeklidir. Yeniden kullanım ile yok edilmesi gereken atıkların hacimlerindeki azalma, dönüşüm maliyetinin azalmasına da katkı sağlayacaktır.

Yapısal Atıkların Bertaraf Edilmesi:

Yapım sonrası aşamada, atıkların insan ve çevre sağlığı göz önde bulundurularak bertaraf edilmesi en önemli unsurlardan birisidir. Atıkların bertaraf edilmesi birçok teknolojik yöntemle gerçekleştirilmektedir. Doğru teknolojinin doğru bir şekilde ve zamanda uygulanması teknik ve ekonomik olarak araştırılmalıdır. Atıklar genelde yakılarak yok edilmektedir. Bu işlem açıkta yakılarak hacminin azaltılmasıyla ya da atık yok etme amacıyla kurulmuş tesislerde gerçekleştirilmelidir. Yakma yöntemi ile katı atıklar hacimce %80-90, ağırlık bakımından %75-80 oranında azaltılıp bertaraf edilebilmektedir.

2.3.3. Biyolojik Yapı Tasarımı

Sürdürülebilir mimarlıkta ekolojik sistemin içinde yer alan tüm canlıların sağlığı ile birlikte, kültürel yapısı, yaşam ve konfor stilleri optimum düzeyde olmalıdır. İnsanların konforlu ve sağlıklı ortamlarda, daha üretken ve sağlıklı psikolojide oldukları saptanmıştır. Sürdürülebilir mimarlığın bir kriteri olan biyolojik yapı tasarımı 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Doğal koşulların korunması,
- İnsan sağlığı ve konforu için tasarım,
- Kentsel tasarım ve arsa planlamasıdır.

2.3.3.1. Doğal koşulların korunması

İnsanlar, daha ekolojik alanlarda yaşamayı tercih etmektedirler. Yapımın bulunduğu fiziksel şartların kötüleşmesine neden olan yapım faaliyetleri uzun vadede ekolojik yıpranmaya neden olmaktadır. Ekolojik tasarımın var olmasında fiziksel ve biyolojik çevre faktörleri önem kazanmaktadır. Yapım alanının ekolojik karakterini ortaya koyan fiziksel çevre verileri, topografya, jeolojik yapı, toprak yapısı, hidrolojik özelliklerdir. Biyolojik çevre verileri ise flora ve faunadır. İnsan ürünü olan yapay çevrenin, doğal çevre üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. İnsanoğlunun

yıkıcı etkileri sonucu her yıl 50.000 canlı türü yok olmaktadır. Yapay çevre oluşturulurken doğal çevrenin de sürdürülebilirliğini sağlamak için binaların yaşam döngüsünden sorumlu olan etkenler bilinmeli, yer seçimi ve tasarım aşamasında gerekli önlemler alınmalıdır. Yapının yapılacağı arsanın mevcut dokusu, fiziksel özellikleri olabildiğince koruma altına alınmalıdır. Topografyada yapılacak tüm değişiklikler, kazılar ve yükseltmeler vs. gereksiz enerji tüketimine neden olmaktadır. Aynı zamanda yağmur suları ve rüzgar yönünü de olumsuz yönde etkilemektedir. Yeraltı su seviyesinin altında yapılan kazıların ekonomik yükü çok büyüktür. Ayrıca bu kazıların uygunsuzluğu da arazinin hidrolik sistemini bozmaktadır. Yeraltı sularını açıkta bırakan kazı çalışmalarında, su, yapım faaliyetleriyle kirlenmektedir. Yerel bitki örtüsü ve diğer canlı topluluklar, arsanın ayrılmaz bir parçası olarak düşünülmelidir. Ekosistemdeki bozulmalar nedeniyle değişen fiziksel ve kimyasal şartlar, canlıların yaşama, yayılış ve üremesini etkiler. Herhangi bir basamakta gerçekleşen değişiklik, popülasyonlar arasındaki dengeyi bozar. Yapılaşma adına ormanların bilinçsizce kesilip tahrip edilmesi sonucunda çevredeki bitki sayısında azalma gerçekleşir ve besin zincirindeki canlı tür ve sayısının azalmasına neden olur. Yaşama alanı kalmayan hayvanların nesli tükenme seviyesine gelerek besin zincirinde bozulmalar yaşanır. Doğayla iç içe, doğayı korumacı tavırla yapılan faaliyetler hem ekolojinin devamını sağlamakta hem de canlı memnuniyetini artırmaktadır.

2.3.3.2. Kentsel Tasarım ve Arsa Planlaması

Kentsel tasarım ve arsa planlaması, sürdürülebilir mimarlıkta tümevarım noktasıdır. Yani sürdürülebilirliğin, tasarımın her alanına yayılması demektir. Bir kentin sürdürülebilir olması çevresel, sosyal, kültürel ve ekonomik anlamda sürdürülebilir olmasıyla mümkün olabilir. Toplu taşıma faktörü, yerleşim birimlerinin konumlanmasında önem taşımaktadır. Bu faktör hastane, alışveriş merkezi, ofis yapıları ve okul gibi sosyal mekanlara kolay bir erişim ağı sağlamalıdır. İnsanların gün içerisinde buldukları noktadan, başka bir noktaya rahat ve kolay gitmeleri sağlanmalıdır. Bu noktada trafikteki yükü azaltmak adına, toplu taşımayı desteklemek ve farklı ulaşım alternatifleri sunmak gerekmektedir. Ulaşım seçeneklerinin fazla olması ve erişilebilirliğin kolay olması, özel araç kullanımını azaltmakta, bununla beraber araçların neden olduğu CO₂ emisyonunu ve hava kirliliğini azaltmaktadır. Çok fonksiyonlu kullanımın planlanması, insanların sosyal

faaliyetlerini daha yaşanabilir hale getirebilir. Birçok sosyal birimin bir arada olması, sürekli bir hareketlilik sağlayarak yaşam alanları oluşturacak ve güvenliği de arttıracaktır. Ayrıca cephesi ve çatısı ile beraber her alanda sürdürülebilir tasarlanmış binalardan oluşmuş bir kent ile daha ferah ve ekolojiye saygılı bir hayat sürdürülmesi mümkün olacaktır. Böylece yapım aşamasında yok olan yeşil alanların tekrar kazanılması ve bu kazanımla hava kirliliği önlenip, biyolojik çeşitlilik korunmuş olur.

2.3.3.3. İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Tasarım

Yapı tasarımında en önemli faktör insan faktörüdür. İnsanların konforlu, doğal aydınlatma ve havalandırması, doğru bir akustiği olan ortamlarda daha iyi performans gösterdikleri ve sağlıklı bir psikolojiye sahip oldukları belirlenmiştir. Aksi halde burada yaşayan kullanıcılar, fiziksel ve psikolojik problemlerle karşılaşmaktadırlar. Her mekanın optimum düzeyde nem, ısı ve temiz hava özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Binanın dışında yer alan ekosistemle görsel bir ilişki kurmak yaşanan ortamın kalitesini arttırmaktadır. İnsan bedeninin ısısal sağlığını etkileyen faktörler metabolik hız, giysi, hava ısı, radyant ısı, hava akımı ve nem oranıdır. Bu faktörlerin gerektiği gibi olmaması, ortamın kalitesini düşürmektedir. Bu faktörlerin günün her saatinde, optimum düzeyde olması sağlanmalıdır.

Gün ışığının, mekana gerektiği kadar ve doğru bir şekilde alınması, hem enerji açısından hem de sağlıklı bir aydınlatma anlamında yapı giderlerinde büyük bir yükü azaltmaktadır. Bu nedenle cephe tasarımında, güneş ışınlarını kontrol edebilecek açılabilir, seçici, yansıtıcı, fotokromik, elektrokromik ve renkli camların yanı sıra güneş kontrol elemanları ve ışık rafları kullanmak önemli yararlar sağlamaktadır.

Doğal havalandırmanın çalışma prensibi, taze havanın sıcaklık değişimiyle beraber dıştan içe, kirlenmiş havanın iç ortamdan dışarıya verilmesidir. Bu çalışma prensibiyle mekanik havalandırmanın azaltılması ya da tamamen kullanılmaması sağlık ve konforun artmasıyla beraber enerji tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır. Doğal havalandırma tasarım aşamasında planlanmalıdır. Bunu kolaylaştıracak bir cephe kabuğu ve açılabilir pencereler, hava giriş ve çıkışını sağlayan kanallara sahiptir. Bu anlamda çift kabuk cepheler istenilen çözümü sunmaktadır. İnsanların dış mekanla günün her saatinde ilişki içinde olması, psikolojik açıdan çok önem

taşımaktadır. Bu nedenle pencere ve gökavlu gibi elemanları, tasarımlarda kullanmak, dış ortamla ilişki kurmada yarar sağlamaktadır.

Yapı malzemeleri, tüm aşamalarda tamamen insan sağlığı ile uyum içerisinde olmalıdır. Yapılarda kullanılan malzemelerin uçucu organik bileşenler içermesiyle meydana gelen zehirli gaz emisyonları en aza indirilmeli, bununla beraber yapı malzemelerinin neme karşı dayanıklı olması sağlanmalı ve böylece nemin insan sağlığına vereceği zarar engellenmelidir.

Sürdürülebilir mimarlıkta binanın uzun ömürlü olması önemli bir faktördür. Farklı yaşlarda ve fiziksel özelliklere sahip kullanıcı gruplarına uyum sağlayabilen, karma kullanımlı, dayanıklı ve kalkınmayı destekleyen binaların, diğer binalardan daima daha sürdürülebilir olacağı unutulmamalıdır.

3. ENERJİ ETKİN CEPHE SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

3.1. Sürdürülebilir Cephe Sistemlerinin Tanımı ve Gelişimi

Günümüzde inşaat sektöründen kaynaklanan büyük enerji kayıpları, doğru bir yapı planlaması ile yine büyük enerji kazancı sağlamaktadır. Bu enerji, yapıda en büyük alana sahip ve yenilenebilir enerji ile doğrudan temas halinde olan yapı kabuklarından, teknolojinin de yardımıyla sağlanabilmektedir. Yapı kabuğu, yağış, sıcaklık değişikliği, rüzgâr, nem gibi dış iklim etkilerinin ve gece gündüz sıcaklık farklarının bina içindeki koşullara etkisinin belirlenmesinde ve termal konfor koşullarının sağlanmasında önemli rol oynar. Bu rolü sebebiyle yapının inşasında harcanan enerjide %10–20 gibi bir paya sahip olmakla birlikte binanın kullanımı süresince iç çevrenin termal ihtiyaçlarının sağlanmasında gerekli enerji miktarının belirlenmesinde en etkin elemandır.⁷⁰

Yapı kabuğunun enerji kazanımındaki büyük rolü, sürdürülebilir mimari teknolojisinde, cephe sistemlerine öncelik vermiştir. Binalarda kullanılan bu enerji etkin cepheler, genelde çift kabuklu olarak tasarlanmakta ve uzun vadede tasarımcıya geniş bir bakış açısı sunmaktadır.

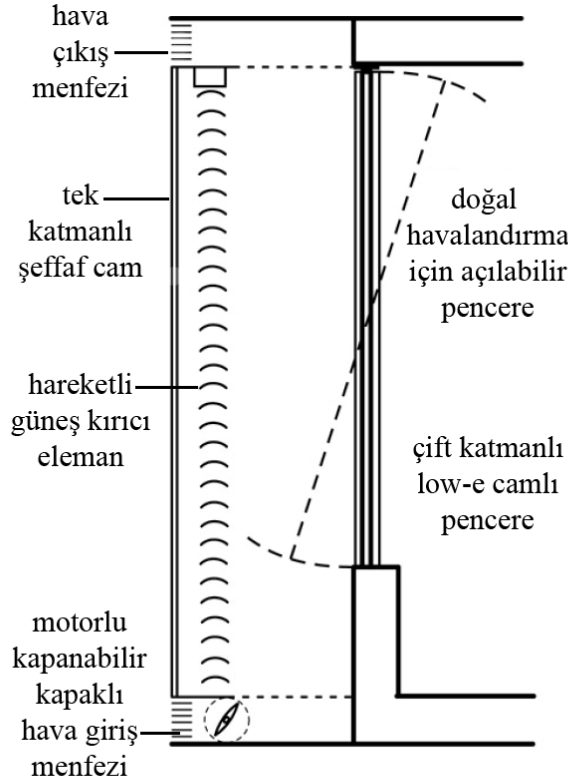
Çift kabuk cephe kavramı ilk olarak, 1849 yılında Brüksel Endüstri Müzesi yöneticisi Jean-Baptiste Jobard tarafından kullanılmıştır. Jobard'a göre, kışın sıcak hava, yaz aylarında ise soğuk hava iki kanat arasında sirküle edilmelidir.⁷¹

Belçika yapı araştırma enstitüsünün göre, "Aktif bir cephe, bir veya daha çok katmandan oluşan cephe. Hava geçirimli ya da geçirimsiz olabilir. Havalandırma şekilleri zamanla daha çok artmıştır. Havalandırma sistemleri aktif ya da pasif havalandırma yapacak şekilde birbirleriyle bütünleştirilmişlerdir. Çoğu zaman bu tür sistemlerin kontrol sistemleri ile yarı otomatik bir şekilde yönetilir. "

Compagno'a göre, "Çift kabuk cepheler, binanın etkin cephesinde cam ile yapılan düzenlemelerdir. Güneş kırıcılar, bu iki yüzey arasındaki boşluğa yerleştirilmiştir. Boşluk aynı zamanda yapıyı kötü hava koşullarından ve hava kirliliğinden korur. Özellikle trafiği yoğun yolların çevresinde bulunan yüksek binaları bu karmaşadan koruyan önemli bir faktördür."

⁷⁰ **Lakot, E.**, 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

⁷¹ **Poirazis H.** (2004) 'Double Skin Facades for Office Buildings', Lund Institute Of Technology Department Of Construction And Architecture



Şekil 3.1. Tipik bir çift kabuk cephe bileşenlerinin şeması⁷²

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

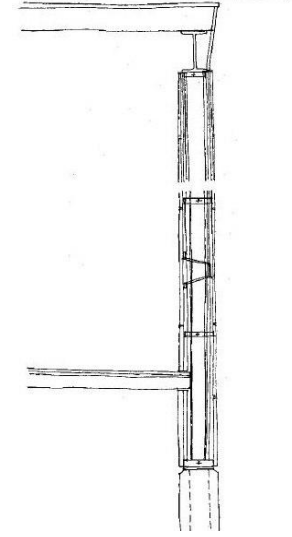
Uttu'nun tanımına göre ise; “20 cm'den birkaç metreye kadar çıkabilen bir boşlukla ayrılan bir çift cam kabuktur. Dış kabuk sayesinde, iç cephedeki pencereler açılarak hava boşluğu sayesinde havalandırılmaktadır. Yüksek binalarda rüzgârın neden olduğu basınçtan dolayı yapılamayan doğal havalandırma ile binanın doğal yollardan soğutulması da sağlanmış olur. Kışları tampon bölgedeki hava, güneş ışınlarından faydalanılarak ısı kaybını önler. Jalûzi ve panjur gibi güneş kırıcı elemanlar ve kullanılan aydınlatma sistemleri bu hava boşluğu sayesinde korunur. Yağmur, kar ve rüzgârdan korunan bu parçalar, dış cepheye yapılanlardan daha az maliyetlidir.

İlk uygulama örneği ise, Almanya'nın Giengen kentinde 1903 yılında fabrika sahibi Richard Steiff' in oğlu tarafından oyuncak fabrikası olarak inşa edilen Steiff Fabrika Binası'dır. Yapı tasarımını etkileyen önemli faktörlerden olan, gün ışığından

⁷² Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

maksimum derecede faydalanma isteği ile birlikte, yörenin sahip olduğu iklim koşulları ve yöredeki güçlü rüzgarlardan da yapıyı korumak gereklidir. İç ve dış kabuk arası 25 cm'dir ve iki cephe birbirine çelik kirişlerle bağlanmaktadır.⁷³

Yapı kabuğunun etkinliğini kanıtlaması ile bu binaya ek olarak yapılan iki bina da, cephe strüktürü dışında yine çift tabakalı sistem uygulanmıştır.



Şekil 3.2. Steiff Oyuncak Fabrikası, Almanya

Cephe Detayı

İlk yapının ardından aynı yıl Otto Wagner'in yarışma ile kazandığı Viyana'daki Post Office Savings Bank projesinin çatı açıklığı yine çift kabuk sistemden yapılmıştır. Çatı ışıklığı, kendinden olabilecek ısı kayıplarını en aza indirmek için çift kabuklu yapılmıştır. Bu yapıları 1928 yılında Rusya'daki toplu konut projesinin bir parçası olan Narkomfin Binası takip etmiştir. Yapının ana cephesinde çift kabuk sistem uygulaması yapılmıştır⁷⁴.



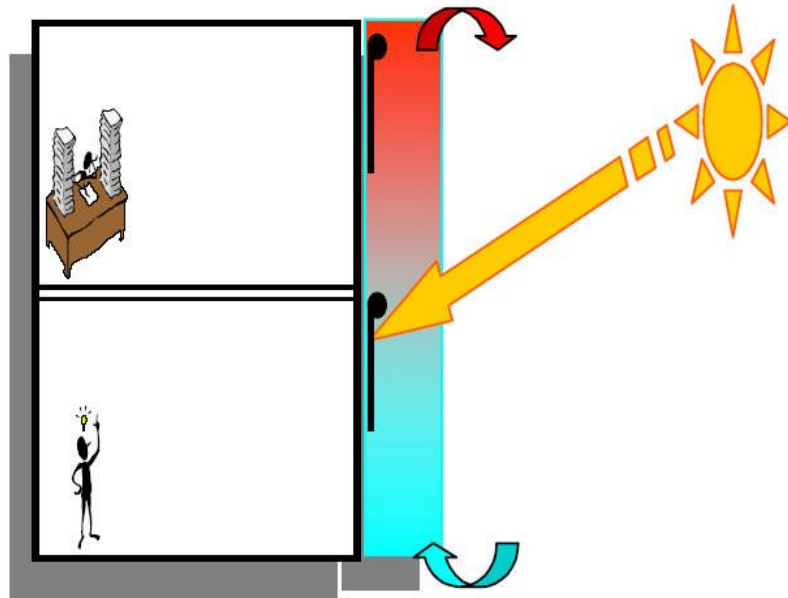
Şekil 3.3. Post Office Savings Bank

⁷³ **Tath G. E.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü

⁷⁴ **Ünal M.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

Le Corbusier, bu kabuk sisteminin gelişmesinde büyük katkı sağlayan mimarlardan biridir. Paris'te tasarladığı Cite de Refuge (1920) ve Immeuble Clarte (1930) yapılarında çift kabuk cephe sistemini kullanmıştır. Bu iki tasarım da, Le Corbusier'in "mur neutralisant" adını verdiği havalandırılmış çift cam sistemiyle yapılmıştır. Bu sistem, kabuk yüzeyinde oluşan ısı geçişi ile ilgili kayıp ve kazanımların, kabukta yaratılacak boşluk yoluyla iç ortamda havayı sirküle ederek yok edebileceğini iddia ettiği bir kavramdır.⁷⁵ Fakat daha sonra bu sistem, maliyet açısından fazla bulunup uygulama kararından vazgeçilmiştir.

Precisions'da, mimarlık ve şehir planlamasının güncel durumu hakkındaki konuşmasında, "mur neutralisant" konusunda şunları söylemiştir; Nötrleyici duvarların camdan, taştan veya her ikisinin de kullanıldığı uygulamaları görülebilmektedir. Bunlar çift membrandan yapılmaktadır ve aralarında birkaç santim boşluk vardır. Bu iki membran arasında bir devre sistemi bulunmaktadır ve sistem eğer Moskova'da çalışıyorsa sıcak hava, Dakar'da çalışıyorsa soğuk hava pompalar. İç yüzeyin ve membranın sıcaklığının 18°C'de sabitlendiği bir ayarlama yapılmıştır. Konut kısa sürede toza, sineklere, sivrisineklere ve gürültüye karşı kilit altına alınır.⁷⁶



Şekil 3.4. Çift kabuk çalışma prensibi⁷⁷

⁷⁵ **Tath G. E.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomi Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü

⁷⁶ **Erturan B., Eren Ö.**, Akıllı Cepheler

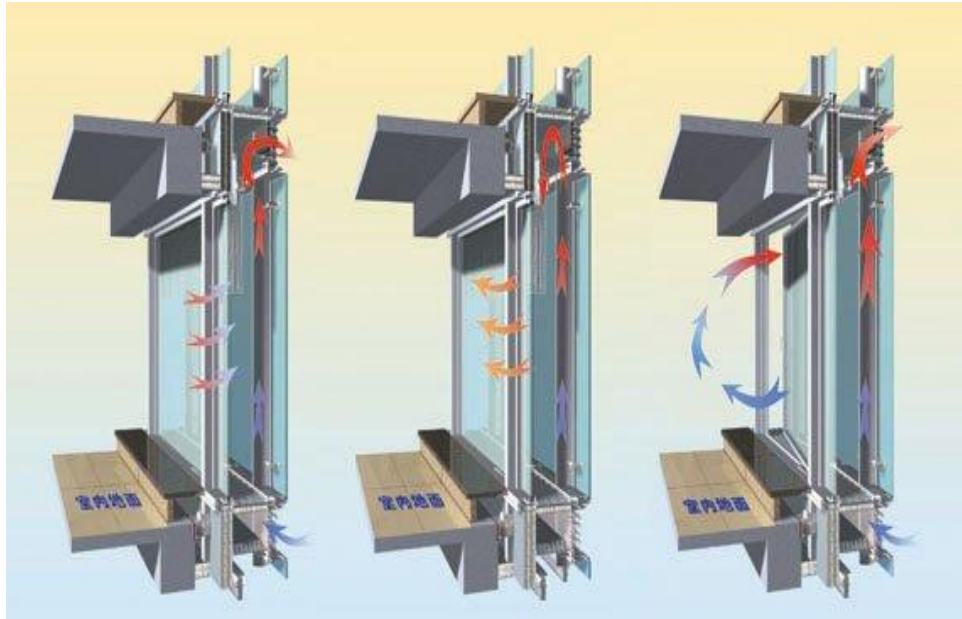
⁷⁷ **Ünal M.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

Çift kabuk sistemlerinin günümüze kadar uzanan gelişiminde, Le Corbusier in öncülük ettiği bu sistem, ilk modern mimari yapı elemanı olarak 1978 yılında Canon Design ve Hok Design tarafından New York'ta yapılan Hooker ofis binasında kullanılmıştır. Aynı yıl Richard Rogers and Partners tarafından Londra'da Lloyd's Building binasında kullanılan sistemle, cephenin zemin katından binaya alınan hava, binanın üst katından dışarıya çıkmaktadır.⁷⁸

1980 'lerde başlayan enerji kaygısıyla beraber gelişen yeşil mimari kavramı da, bu kaygıdan etkilenerek birçok binada, bu yapı kabuğu sistemleri uygulanmaya başlanmıştır. Bunun en önemli nedeni, bu sistem sayesinde yüksek katlardaki kuvvetli rüzgar koşullarına rağmen pencerelerin açılabilir olmasıdır.

1997'de Ingenhoven tarafından tasarlanan Rwe AG Headquarters ve Foster and Partners tarafından tasarlanan Commerzbank'ın kabuğu, bu sistemden oluşan binalardır.

Çift kabuklu cephe sistemleri, fosil yakıt sıkıntısının gündeme gelmesiyle beraber, çevre kaygısı taşıyan mimarları, enerji etkin cepheli, düşük enerji maliyetli binalar tasarlamaya yönlendirmiştir.



Şekil 3.5. Çift kabuklu cephe sistemi şematik gösterimi

Bina enerjisinin en fazla ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarında harcandığı göz önüne alınırsa, çift kabuklu cephe sistemleri büyük bir devrim niteliği taşımaktadır.

⁷⁸ **Tath G. E.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomi Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü

Dolayısıyla günümüzde kullanımı giderek artmaktadır. Ayrıca birçok ülkede yüksek yapılara bakıldığında, standartlaşan yönetmeliklerle beraber, hepsinde çift kabuklu cephe sistemleri kullanılmıştır.

3.2. Ekolojik Cephe Sistemlerini Etkileyen Faktörler

3.2.1. Ses Etkisi

Atmosferde kulağımız tarafından algılanabilen havadaki periyodik basınç değişimleriyle algılayabildiğimiz fiziksel oluşumlara ses denir.⁷⁹ İnsan kulağının bir sesi algılayabilmesi için sesin 20 Hz ile 20.000 Hz. değerlerine ulaşması gerekmektedir. Eğer sesin ulaştığı bu değerler, insanı rahatsız edecek boyutta oluyorsa buna gürültü adı verilir.

Gürültünün insan sağlığına ve performansına verdiği zararlar şöyle sıralanabilir:

- İşitsel algılamayı az ya da çok bozar ve engeller; yanlış ve eksik işitmeye, anlamaya ve bu nedenle fazla dikkat ve enerji harcanmasına, çabuk yorulmaya neden olur.
- Yukarıdaki nedenler kızgınlık, sinirlilik, stres yaratır, iş gücünü ve verimi azaltır, çeşitli kazalara neden olabilir.
- İşitme duyarlılığını geçici, ya da iç kulak organlarına zarar verip, kalıcı ve giderilemez bir biçimde azaltabilir.
- Göz bebeklerine, tiroid hormonu üretimine, kalp atışlarına, adrenalin ve kortikotrofin üretimine, mide ve karın hareketlerine, kasların tepkisine, kan damarlarının büzülmesine kalıcı ve giderilemez zararlar verebilir.⁸⁰

Yapıdaki ses oluşumları 2 türlü olmaktadır.

- Hava doğuşumlu ses iletimi
- Darbe kaynaklı ses iletimi

Hava doğuşumlu ses iletimi: Ses dalgaları hava içerisinde hareket ederek ulaştıkları yapı elemanının titreşmesine neden olur. Titreşimler yapı elemanı içerisinde ilerleyerek veya yapı elemanında bulunan çeşitli boşluklardan geçerek ses kaynağına komşu olan hacme iletilir. Tipik hava doğuşumlu ses iletimine örnek olarak; konuşma, müzik dinleme vb. faaliyetler verilebilir.

⁷⁹ wikipedia.org

⁸⁰ <http://www.yfu.com/booklets/booklet-01.pdf>

Darbe kaynaklı ses iletimi: Bir nesnenin yapı elemanına (duvar, tavan veya döşeme) çarpması sonucu, yapı elemanının her iki yüzeyi de titreşerek ses dalgası üretir ve darbenin olduğu hacmin dışındaki diğer hacimlere ses iletilir. Tipik darbe kaynaklı ses iletimine örnek olarak; ayak sesleri, zıplama, eşyaların düşürülmesi, sürüklenmesi vb. faaliyetler verilebilir.⁸¹

Çift kabuk cephe sistemlerde, hava akımından kaynaklanan ses oluşumları dış kabuk sayesinde büyük ölçüde engellenmektedir. Cephe elemanlarının genelde boşluksuz oluşu, birim ağırlığının ve elastiklik modülünün yüksek olması ses kontrolü açısından olumludur.⁸² Tek camlı ünitelerin ses yalıtım performansı yaklaşık 15-22 db iken, çift camlı ünitelerde bu değer 40 db'e kadar çıkarılabilmekte, üç camlı ünite ise 50 db'e kadar ulaşabilmektedir.⁸³

Dış kabuğun gürültüyü perdelemesinden dolayı, iki kabuk arasındaki gürültü seviyesi düşüktür. Bu durum, mekanların iç kabuk sayesinde havalandırılmasını sağlarken, ses açısından da konforlu olmasını sağlar. Kabuktaki açıklıkların oranı, kabuğun gürültüye karşı göstereceği etki de önemlidir. Bu da cephe kabuğundaki havalandırma boşluklarının işleyişi ile ses yalıtımına gösterdiği performans ters orantılı bir etki göstermektedir. Dolayısıyla havalandırma boşlukları hesap edilirken ses geçişinin de hesabının yapılması gerekmektedir.⁸⁴

Cam yüzeylerin sese karşı gösterdiği yalıtım etkisi; cam kalınlığının artırılması yoluyla ya da çift cam konstrüksiyon kullanılması ile sağlanmaktadır. Cam cephenin sağlaması gereken ses yalıtımı, bulunulan bölgedeki gürültü seviyesine ve bina fonksiyonuna bağlı olarak da değişmektedir.⁸⁵

3.2.2. Isı Etkisi

İnsanın bulunduğu ortamda ortam sıcaklığından etkilenmemesi, kendini optimum sıcaklıkta hissetmesi, mekan ısısının kalitesine bağlı bir durumdur. Çift kabuk yapılarda bu kaliteyi, cephe sistemini oluşturan kabuk sistemler sağlamaktadır. Dış kabuk hem yazın hem kışın büyük oranda ısı yalıtımı sağlamaktadır. Çift kabuk

⁸¹ <http://www.izoder.org.tr/>

⁸² **Kiper, A.**, 1992. Yapı Fiziği Açısından Günümüz Cephe Sistemlerinin Analizi ve Malzeme Seçim Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*

⁸³ **Allen, W.**, 1997. Envelope Design for Buildings

⁸⁴ **Oesterle, E., Lieb, R-D., Lutz, M., Heusler, W.**, 2001. Double Skin Facades- Integrated Planning

⁸⁵ **Oesterle, E., Lieb, R-D., Lutz, M., Heusler, W.**, 2001. Double Skin Facades- Integrated Planning

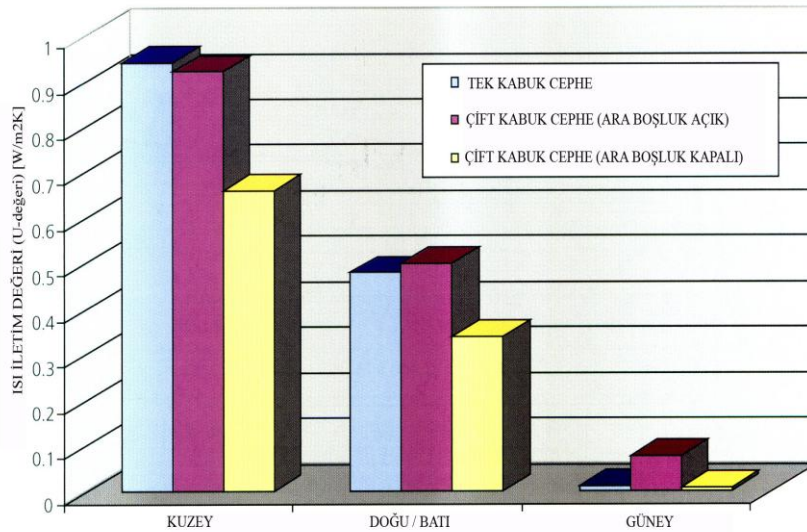
cephe katmanları, yazın aralarında depoladığı soğuk hava ile binanın soğutulması için gereken enerjiye de katkı sağlamaktadır. Ancak çift kabuk cephelerde, iç kabuk komple camlı planlandığı zaman, soğutma yükleri pencere alanının genişliği oranında artmaktadır.⁸⁶ Ayrıca çift kabuk sistemlerde, güneş ışınlarından kaynaklanan aşırı ısınmayı engelleyerek ısı yalıtımını sağlayan güneş kırıcılar, dış kabuk üzerine ya da kabuklar arasına yerleştirilebilmektedir.

Çift kabuk cephelerde ısı iletimi üç şekilde gerçekleşmektedir:

- Kondüksiyon (iletim)
- Konveksiyon (taşınım)
- Radyasyon (ışınım)

Kondüksiyon (iletim)

Atomların birbirleriyle etkileşiminden iletim meydana gelmektedir. Atomların iletimi gazlardan katılara doğru daha iyi olmaktadır. Bu nedenle, gazlar oldukça zayıf ısı iletkenleridir. Çift kabukların ara boşluğundaki hava katmanının bulunması iyi bir yalıtım sağlamaktadır. Isınan hava yukarı doğru yükselerek ve soğuk hava aşağıda kalarak sürekli bir sirkülasyon oluşturur. Günümüzde çift cam arasındaki bu ısı döngüsünü azaltmak için, ara boşluğa hava yerine gaz doldurulmaktadır.

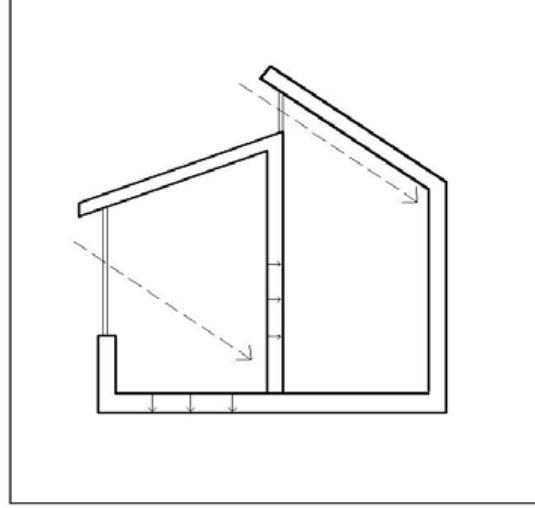


Grafik 3.1. Tek kabuk ve çift kabuk cephelerin farklı yönlerdeki cephelerinin U-değeri⁸⁷

⁸⁶ Oesterle, E., Lieb, R-D., Lutz, M., Heusler, W., 2001. Double Skin Facades- Integrated Planning,

⁸⁷ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

Çift kabuklu cephenin ara boşluğunun kapatıldığı durumlarda ısı iletim değerleri düşmektedir. Çift kabuklu cephenin ara boşluğunun sürekli açık olduğu durumda ise, tek kabuklu cepheyle arasındaki tek fark, güney yönünde gösterdiği farklılıklardır.⁸⁸



Şekil. 3.6. Isı iletimini gösteren şema⁸⁹

Isısal konfor üzerinde etkili olacak faktörler; saydam kısımlar ve opak kısımlardaki yalıtım tabakası üzerinde yapılan değişiklikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji etkin cephe sistemlerinde, mekanın kalitesini sağlamak için kabukta kullanılan doğal ya da mekanik elemanlarla ısı geçişleri kontrol edilebilmektedir.

Yapının ısısal konforunu sağlamada seçilen cephe sisteminde, malzeme, binanın topografik durumu ve formu önemli etkenler olmaktadır.

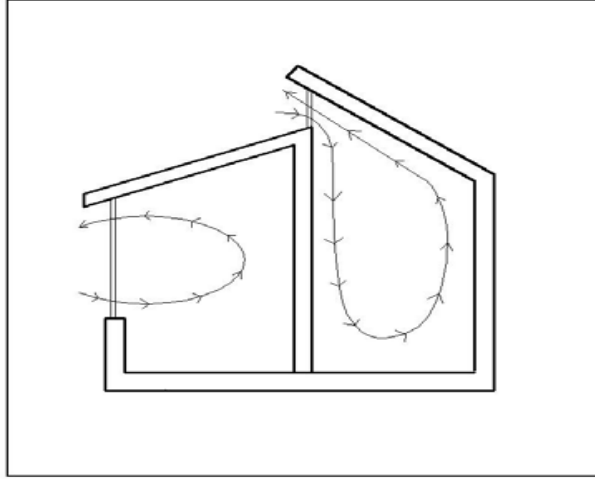
Konveksiyon (taşınım)

Konveksiyon, katı yüzey ile akışkan arasında gerçekleşen ısı transferinin bir çeşididir. Cephe sistemlerindeki transferler, malzemeler ve birleşimleri yoluyla gerçekleşmektedir. Isının transferinin neden olduğu bu olay, ısı köprüsü olayıdır. Bu durumu engellemek için ısı transferinin yolu kapatılmalıdır. Isı köprüleri, cephe konstrüksiyonlarında yalnızca ısı performansını düşürmekle kalmaz, aynı zamanda yoğuşma sıcaklığının altına inilmesi durumunda kondansasyona da sebebiyet verir.⁹⁰

⁸⁸ Oesterle, E., Lieb, R-D., Lutz, M., Heusler, W., 2001. Double Skin Facades-İntegrated Planning,

⁸⁹ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Performansı Üzerine Analiz Çalışması

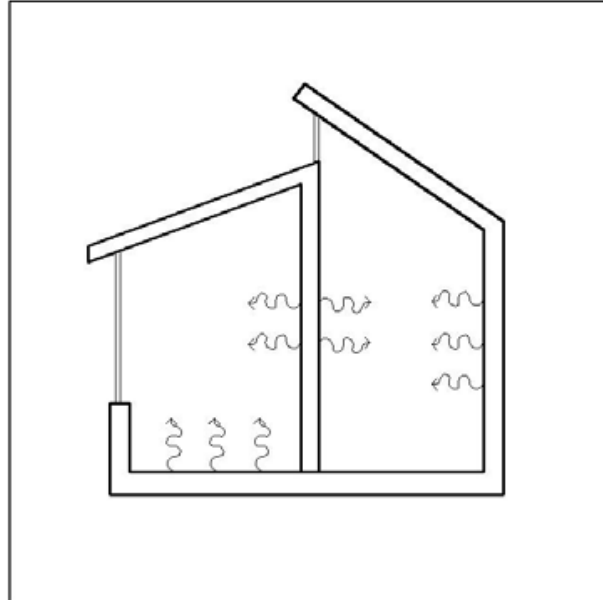
⁹⁰ Gür, V., 2007. Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları için Bir Tasarım Destek Sistemi,



Şekil 3.7. konveksiyon ile iletim şeması

Radyasyon (ışınım)

Radyasyon veya ışıınım, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımı ya da aktarımıdır.⁹¹ Opak cephe elemanının absorbe ettiği ısı enerjisi, kondüksiyon ile iletilmektedir. Kullanılan malzeme yansıtıcı özellik taşıyorsa, radyasyonla gelen ısının büyük bir kısmını yansıtarak, emilen ısıyı azaltmaktadır.



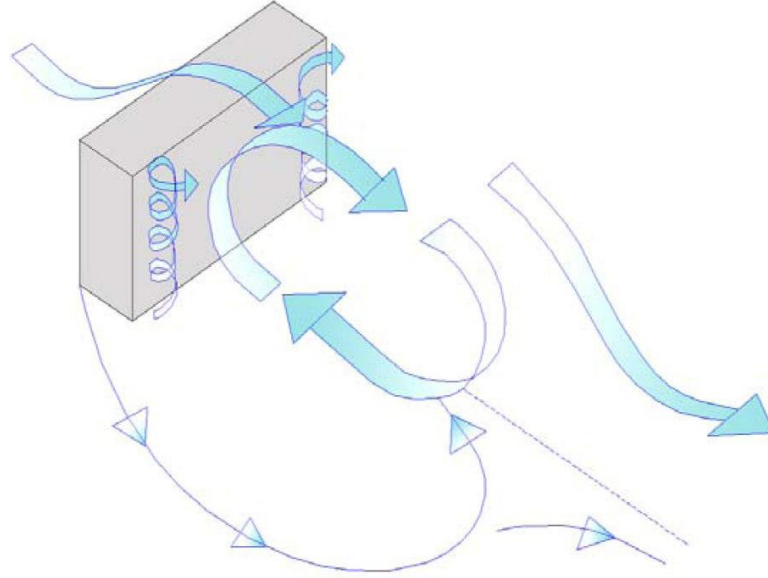
Şekil 3.8. Radyasyon ile iletim şeması⁹²

⁹¹ <http://en.wikipedia.org/>

⁹² **Lakot, E.**, 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Performansı Üzerine Analiz Çalışması

3.2.3. Rüzgar Etkisi

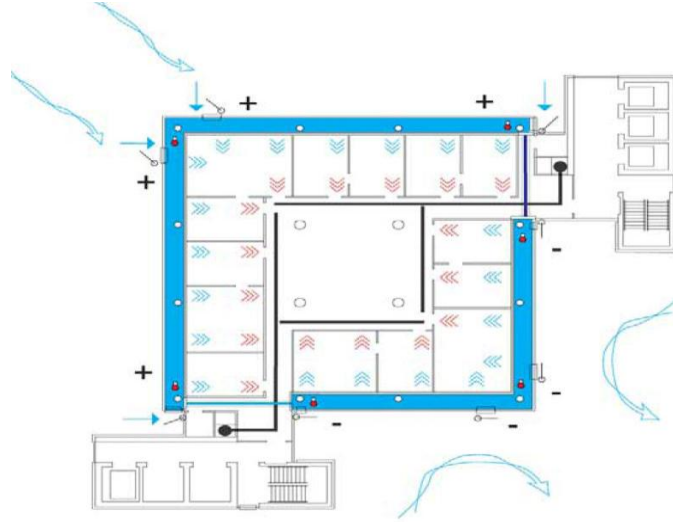
Rüzgarın, yapıya uyguladığı yatay yükün, yapının strüktürel durumunu etkilediği söylenebilir. Binalar, rüzgarın önünde bir engel teşkil ettiği için, hava akımları binaların etrafından geçmektedir. Bu da rüzgarın etkisini daha da arttırmaktadır. Rüzgar binaya pozitif yük ile etki ederken, bina ise negatif basınçla tepki verir. Basınç etkisi rüzgarın hızıyla doğru orantılıdır. Bazı durumlarda çift kabuk cephe ara boşluğunda meydana gelen etki tepki olayı birbirini sıfırlamaktadır. Rüzgar cephe açıklığının birinden girerken diğer taraftan boşluğu terk etmektedir. Bu durum, çift kabuk cephe tasarımlarında etkili olacak rüzgar özellikleri ile havanın cephe kabukları arasındaki giriş ve çıkışı bakımından, tasarım aşamasında dikkate alınacak önemli parametrelerden birisidir.



Şekil 3.9. Rüzgarın yapıyla karşılaştığı durumdaki hareketi⁹³

Rüzgar yükü, binanın yüksekliğine ve rüzgarın esme hızına bağlı olarak DIN 1055 veya TS 498 gibi standartlara göre belirlenmektedir. Rüzgarın etki ettiği yükler, cephe sistemine dik gelerek taşıyıcı elemanlar vasıtasıyla binaya iletilir. Bu nedenle ankraj elemanlarının ve kullanılacak cam türlerinin her türlü kontrolden geçirilip çekmeye, basınca, esnemeye, negatif ve pozitif yüklemelerde işlevini gerçekleştirmesine dikkat edilmelidir. Yapının bulunduğu coğrafyadaki rüzgar türü ve yönü doğru araştırılmalıdır. Cepheye etkiyen rüzgar, bilinenin aksine, dik etkilediği orta kısımlarda basınç oluştururken üst ve yan kısımlarında yön değiştirdiği için vakum etkisi yaratmaktadır.

⁹³ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi



Şekil 3.10. D.Messe AG binasındaki, rüzgarın bina köşelerinde oluşturduğu + ve -basıncın gösterimi⁹⁴

Cepheye dik geldiği yüzde yavaşlayan rüzgar, yanlardan ve çatıdan geçerken hızlanıp bu bölgelerde kuvvetli negatif basınç etkisi yaratır. Binanın arka tarafında dönen rüzgar, yan taraflardakine göre nispeten az kuvvetli negatif basınç oluşturur.⁹⁵

3.2.4. Yangın Etkisi

Yangın, yapıya ve kullanıcılara geri dönüşümü olmayan zararlar verecek kadar önemli bir etki yaratabilmektedir. Cephe elemanlarının, yangına dayanıklı malzemelerden seçilerek yangının katlar arasına sıçramaması için çok ciddi önlemler alınmalıdır. Yangının yayılımını ve dumanın geçişini önlemek üzere, kat döşemesi ile cephe arasında yangın kesici bariyerler ve ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Isı yalıtımı, mineral yün gibi yanıcı olmayan malzemedir olmalıdır. Isı yalıtımında kullanılan malzemelerin metal olması, sıcaklık karşısında eriyen plastik türevlere göre daha güvenilir bir uygulama olacaktır.

Çift kabuk sistemlerin yangın esnasında davranışı ve nasıl korunması gerektiği hususu, bir referans olarak kabul edilen Wolfram Klingsch'in çalışmasında belirtilmiştir. Klingsch'e göre, oluşan dumanın, öncelikle odadan odaya aktarılarak sonunda cepheden dışarı atılmasının sağlanması tek kabuk cephelerden farklı değildir.

Çift kabuk cephelerde diğer uyulması gereken kurallar ise şunlardır;

⁹⁴ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

⁹⁵ Gür, V., 2007. Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları için Bir Tasarım Destek Sistemi,

- Cephe elemanlarının yangına dayanıklı seçilmesi,
- Uygulama esnasında uygulama esaslarına uyulması,
- Yangın alanlarının belirlenmesi,
- Cephe boşluğundaki dumanın atılması,
- Yangının yayılmasının önlenmesi,
- Risk değerlendirmesinin yapılması,
- Yangından korunma önlemleridir.⁹⁶

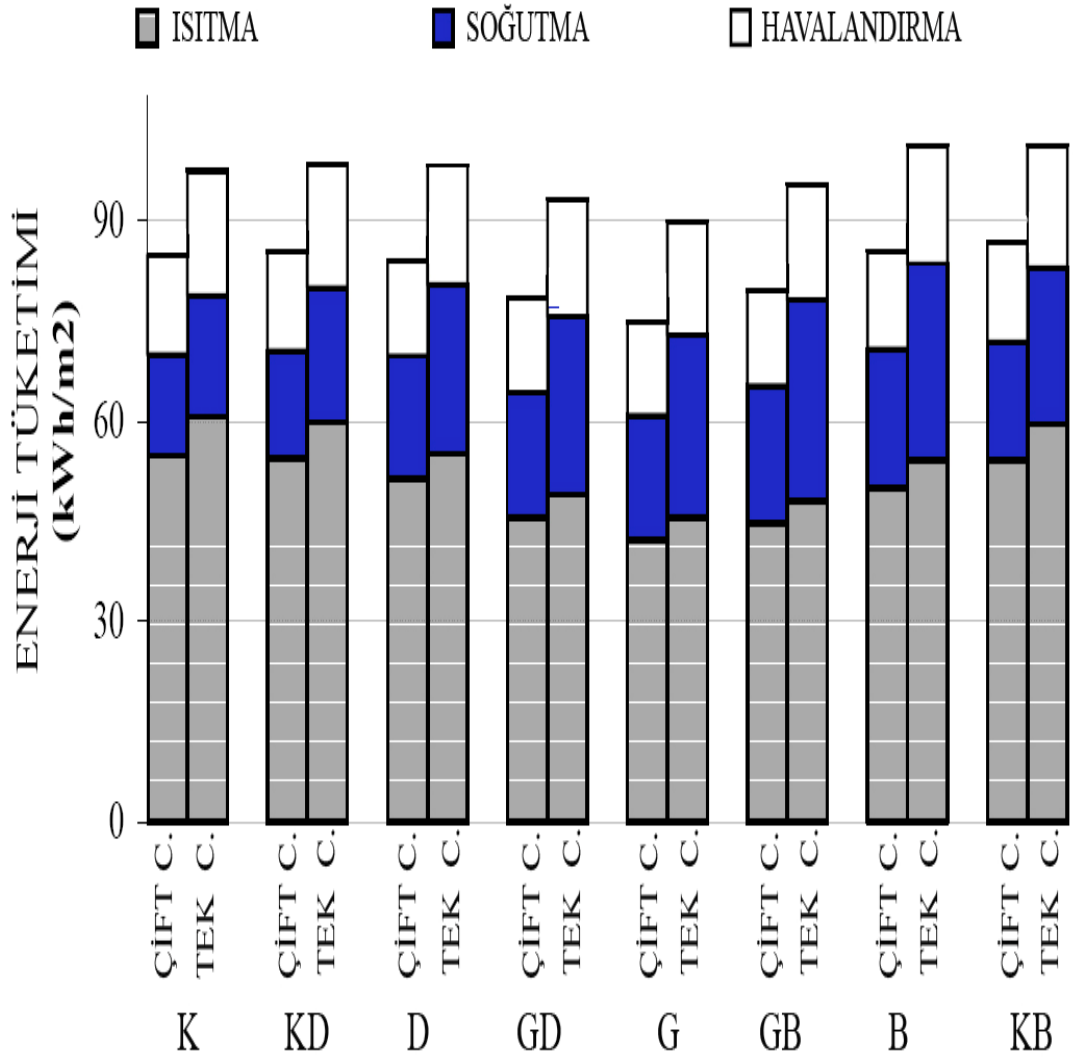
Çift kabuk cephede dış ve iç katmanlar birbirinden farklı malzemelerden oluşur. Dış katman kolay tutuşmayan, yanıcı olmayan malzemelerden (A sınıfı yapı malzemeleri) oluşurken, iç katman bazen içeriğinde ahşap gibi kolay yanan malzemelerden (B sınıfı yapı malzemeleri) oluşmaktadır. A sınıfı malzemeler (çelik, alüminyum ve cam gibi.) özel olarak yatay ve dikey bölmelerde kullanılmaktadır.⁹⁷

3.2.5. Maliyet

Yapılan işin ekonomik olması yapı sektörünün de önemli konularındandır. Kaliteli malzeme kullanımı ve işçilikle yapılan ve yapım maliyeti yüksek olan bir yapının, kullanım süresi boyunca ortaya çıkan maliyeti, devamlı bakıma ihtiyaç duyan malzeme ve işçilikle yapılan ve ucuz olan bir yapıya göre, uzun vadede, daha ekonomik ve kullanışlı olabilmektedir. Çift kabuk cephe sistemli bir projeye başlamadan önce, yapının yaşam süresi maliyeti detaylı bir şekilde hesaplanmalıdır. Yapının çift kabuk sistemi sayesinde enerji ve maliyetten sağlayacağı kar ile ilave cephe strüktürünün maliyetleri karşılaştırılmalıdır. Çift kabuk sistemlerin, ilk yapım maliyeti açısından bakıldığında, yüksek rakamları gösterse de uzun vadede geleneksel cephe sistemi ve işletim maliyetinin birbirine yakın olması durumunda bile, bu sistemin pahalı olduğu söylenemez. Oysa enerji kullanımı açısından bakıldığında bu sistemin zamanla büyük kazanç sağlayacağı kabul edilmelidir.

⁹⁶ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

⁹⁷ Oesterle, E., Lieb, R-D., Lutz, M., Heusler, W., 2001. Double Skin Facades- Integrated Planning



Grafik 3.2 Çift kabuk ve tek kabuk yapıların 8 farklı yöndeki enerji giderleri⁹⁸

3.2.6. Estetik

Estetik, güzel olanı ifade eden, yoruma açık bir kavram olup kişiden kişiye farklılık gösteren bir kavramdır. Enerji etkin cephelerin, alışılmış cephe sistemlerinden pek farklı olmasa da, cam kabukları pek estetik bulunmayabilir. Ama tasarımcı açısından bakıldığında, enerji etkin sistemler binanın daha yaşanabilir ve fonksiyonel olması anlamında değer taşımaktadır. Cephenin estetik olması, binanın bulunduğu çevreye görsel katkı sağlaması demektir. Enerji etkin cephe sistemlerinin bütün malzemeleri, estetik kaygı duyularak yapının tümünde olduğu gibi cephe tasarımında da özenle seçilip kullanılmalıdır.

⁹⁸ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

3.3. Enerji Etkin Cephe Sistemleri

3.3.1. Tek Kabuklu Cephe Sistemleri

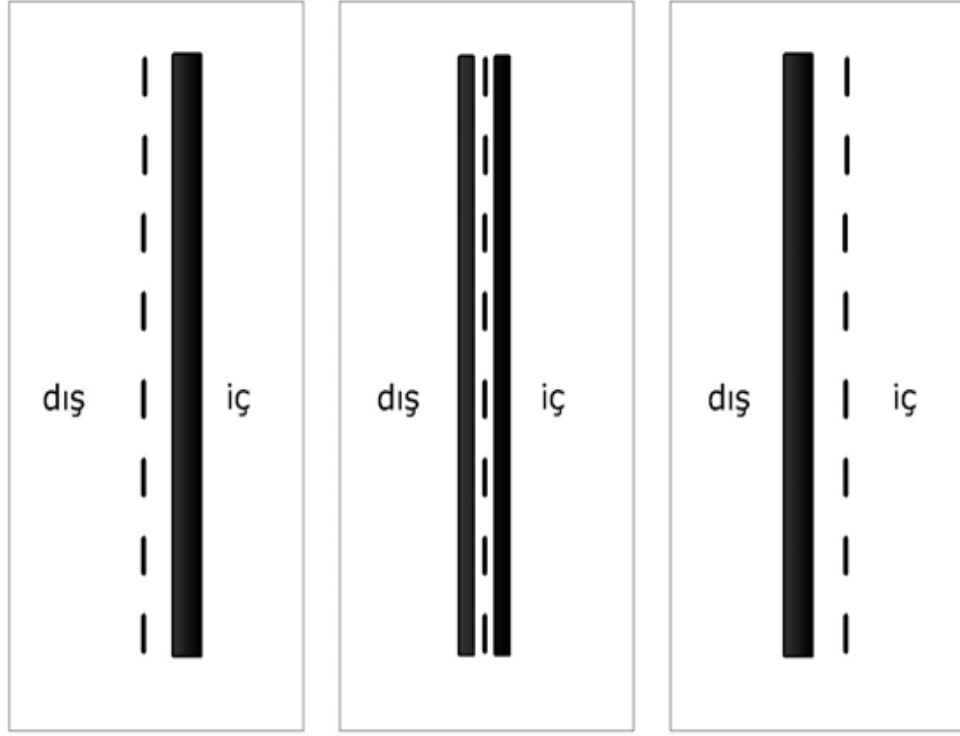
Yapı kabuklarında cam malzemelerin sıkça kullanılmasından dolayı, mekanların enerji kayıp miktarları da çok fazla olmaktadır. Tek tabakalı cepheler, doğal aydınlatma, havalandırma ve ısı ihtiyacını, optimum düzeyde kullanılarak yapı kabuğundan kaynaklanan bu enerji kayıplarını telafi etmek için tercih edilen sistemlerden biridir. Tek tabakalı cephelerin iç veya dış kısmına yerleştirilen gölgeleme elemanlarıyla, güneş ışınının istenen miktarı, yapının içine verimli bir şekilde alınması sağlanmaktadır. Bu tabakalara yardımcı olarak doğal havalandırmayı destekleyen menfezler yerleştirilmektedir. Mekanın iç ortamla dış ortam arasındaki doğal hava sirkülasyonunu sağlarken, yapının enerji tasarrufunda bulunmasına da katkı yapmaktadır.

Ayrıca tek tabakalı cephe kabuklarında güneş kontrolü, cama kaplama yapılmasıyla sağlanmaktadır. “Bu kaplamalar; görülebilen büyüklükteki dalga boylarını yansıtan ve toplayan veya kızılaltı ışınları yansıtırken aynı zamanda soğuk havalarda da ısı kazanımlarını ve gün ışığı kazanımlarını azaltır. Bu yüzden bu kaplamaların soğuk havalardaki olumsuz etkilerini azaltmak için air-condition (havalandırma) sistemleri kullanılır.”⁹⁹ Bu olumsuz etkiyi engelleyen güneş kontrol elemanları da çözüm olabilmektedir.

Tek tabakalı cepheler, yüzeyler ve kontrol üniteleri bakımından üç kısma ayrılmaktadır:

- Dış kontrol üniteli (gölge elemanlı) cepheler
- Paneller arasında konumlandırılmış kontrol üniteli cepheler
- İç kontrol üniteli cepheler

⁹⁹ Begeç, H., Savaşır K., Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi, D.E.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, İzmir



Şekil 3.11. Tek tabakalı cephe tipleri¹⁰⁰

3.3.1.1. Dış Kontrol Üniteli Cepheler

Dış cephelerde, dış cephenin önüne güneşlik, kepenk, kumaş stor, panjur gibi güneş kontrol elemanları yerleştirilmektedir. Cepheye dıştan monte edilen bu güneş kontrol elemanları, oluşan ışımayı, yapı dışında tutarak yapı iç ısısının kalitesini korumaktadır. Cepheye yardımcı olan bu elemanlar, hava şartlarından kolayca etkilenmesinden dolayı, temizleme ve bakım masraflarının yüksek olması dolayısıyla, bu sistemin dezavantajı olmaktadır. Bu cephe elemanları, koşullara göre sabit veya hareketli olarak uygulanmaktadır. Bu ünitelerin üç tip uygulaması bulunmaktadır.

- Bu tip cephelerde saçaklı çatılar ya da bina bölümleri, tenteler, cephelerden fırlayan güneş kırıcılar ve sabit açılı panjur gölgeleme elemanları bulunmaktadır. Norman Foster ve ortakları tarafından tasarlanan, Cranfield Teknoloji Enstitüsü kütüphane binası ve Hongkong ve Shanghai banka binası bu tip cephelere örnek gösterilebilir.¹⁰¹

¹⁰⁰ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Performansı Üzerine Analiz Çalışması

¹⁰¹ Compagno, A., 2002. Intelligent Glass Facades



Şekil 3.12. Hongkong ve Shanghai Bankası cephe sistemi



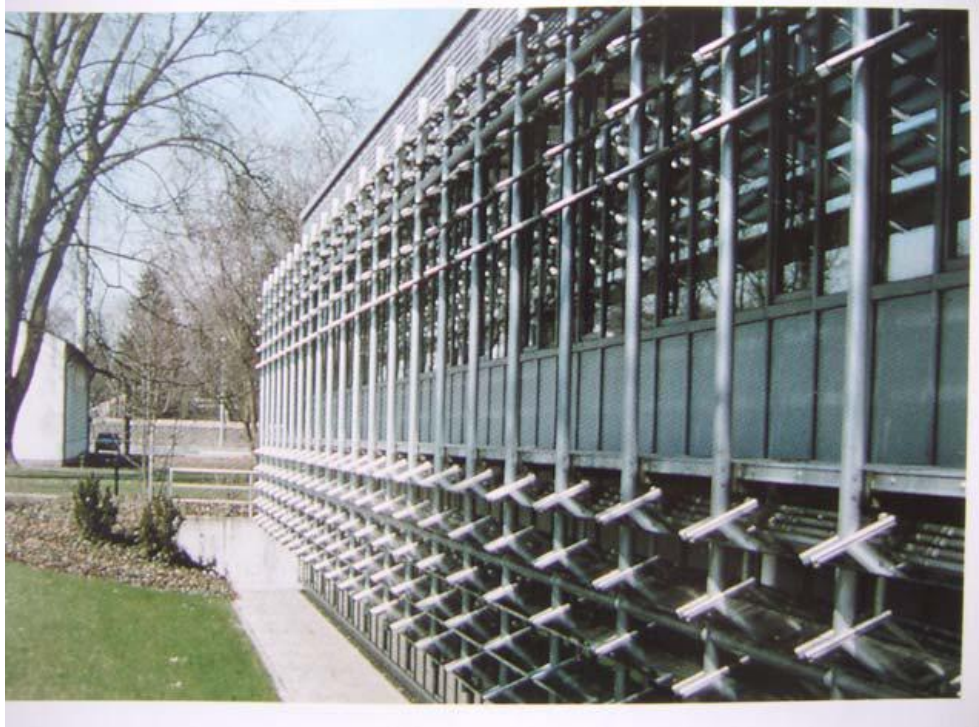
Şekil 3.13. Kanyon avm güneş kırıcı paneller

- İkinci tip cephe uygulamalarında ise kumaş storlar ya da perdeler, jalûziler veya büyük panjurlar gibi ürünler bulunmaktadır. Jean Nouvel tarafından tasarlanan Fondation Cartier binası bu tip cephelere örnek gösterilebilir.



Şekil 3.14. Fondation Cartier binası, Paris,1994

- Daha az yaygın olan üçüncü tip cephelerde ise, paneller, hareketli cephe elemanları, ızgara perdelemeleri ve ışık saptırma elemanları gibi cephe üniteleri kullanılmaktadır. Prof. K. Ackermann ve ortağı J. Feit tarafından tasarlanan Gartner& Co. binası ve Expo'92 de uygulanmış olan Seimens pavyonu binası bu tip cephelere örnek gösterilebilir.¹⁰²



Şekil 3.15. Eksenleri üzerinde dönebilen özel yansıtıcı cam lameller

¹⁰² Compagno, A., 2002. Intelligent Glass Façades



Şekil 3.16. Izgara sistemli güneş kırıcılar

3.3.1.2 Paneller Arasında Konumlandırılmış Kontrol Üniteli Cepheler

Paneller arasında konumlandırılmış kontrol elemanları, modern mimaride pek tercih edilmemekle beraber; sistemin, özellikle elektrik motorlarının cam tabakalar arasına



Şekil 3.17. Hollanda'daki Mors binası

yerleştirildiği uygulamaları dışında temizleme, bakımları kolay ve az maliyetlidir. Yalıtımlı camın dışına yerleştirilen manyetik sistemler, bu sisteme alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Hollanda 'da Benthem Crouwel tarafından yapılan Mors binasının cephesine, elektronik olarak ayarlanabilen elemanlar monte edilmiştir.

3.3.1.3. İç Kontrol Üniteli Cepheler

Paneller arasında konumlandırılmış, iç kontrol üniteli elemanın kullanımı yaygınlaşmamıştır. Bunun nedeni, güneş ışınlarından elde edilen ısının, elemanların binanın iç kısmında olduğu için, binanın içinde hapsolmesidir. Sistemde kullanılan gölgeleme elemanlarının temizliği ve bakımı kolay ve daha az maliyetli olduğu için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu sistem genellikle tekstil malzemelerinden üretilen stor ve jaluzileri kapsamaktadır.

Dominique Perrault'un Paris'te tasarladığı 'Hôtel industriel Jean- Baptiste Berlier' binasında güneş ışıkları cephenin iç tarafına yerleştirilen elemanlarla kontrol edilmektedir.



Şekil 3.18. Hôtel industriel Jean-Baptiste Berlier binası

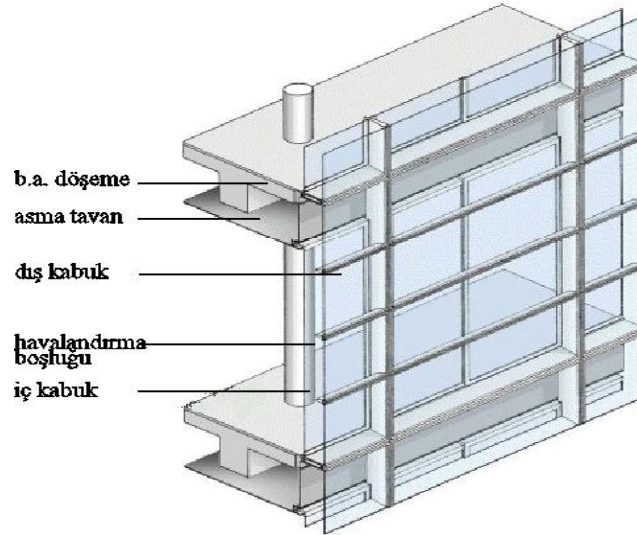
Günümüz mimarlığında, enerji etkin tasarımın en önemli elemanı olan yapı kabuklarında, yapının optimum konfor şartlarını yerine getirmede tek tabakalı cephe sistemleri yetersiz kalmaktadır. Ekolojik mimaride enerji kazanımı büyük önem taşıdığı için, ısı kayıp ve fazlalıklarına çözüm arayışları önem kazanmış dolayısıyla

enerji kazanımında aktif rol oynayan çift tabakalı sistemlerin kullanımını da arttırmıştır.

3.3.2. Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

Çift kabuk cephelerin arasındaki tampon bölge, hava akımının etkisini büyük ölçüde azaltmaktadır. İki katmandan oluştuğu için en dışta var olan kabuk, binanın pencerelerinin açılmasına ve böylece binanın doğal havalandırmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca güneş ışınlarının kontrolünü sağlayan güneş kırıcılar, bu ara bölgeye konulabilmekte ve bakımı bu ara bölgede yapılabilmektedir. Çift kabuk cam cepheler, geleneksel cam cephelerden daha düşük bir ısı geçirme katsayısına sahiptir. Tampon bölge, yazın mekanın serin, kışın da mekanın sıcak kalmasını sağlamaktadır. Bu durum binanın ısıtma ve soğutmadaki enerji sarfiyatını büyük ölçüde azaltmaktadır.

Avrupa’da bu sistemler giydirme cepheden iki kat, ABD’de dört kat daha pahalıdır. Çift kabuk cephelerin Avrupa’daki yüksek binalarda daha çok kullanılmasının nedeni, buradaki enerji maliyetinin ABD’den yüksek olmasıdır. Bu sistem uygulandığında, kullanım süresi içinde yatırım maliyetini karşıladığı gibi, aynı zamanda kazanç da sağlamaktadır.¹⁰³



Şekil 3.19. Çift kabuk cephe sistemi şematik perspektifi¹⁰⁴

¹⁰³ Tath G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁰⁴ Loncour, X. , Denegera. , Blasco M. , Flamant G. , WOUTERS P., (october2004) Ventilated Double Facades

Çift kabuk cephelerin avantajları;

- Gürültünün yoğun olduğu bölgelerde ses yalıtımı sağlaması,
- Doğal havalandırmaya olanak sağlaması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif olması nedeniyle, yapının enerji giderlerini azaltması,
- Yapıyı rüzgar ve hava şartlarına karşı koruması,
- Estetik değerlerin sağlanması istemiyle, yüksek şeffaflığa olanak sağlaması ve çok katlı yüksek binaların üst katlarında, iç cephe pencerelerinin açılmasına olanak sağlamasıdır.

Çift kabuk cephelerin dezavantajları ise;

- İlk yatırım maliyetinin yüksek olması,
- Bina yüksekliğince kesintisiz olarak devam eden çift kabuk cephelerde, iki tabaka arasında kalan boşlukta yükselen havanın aşırı ısınması,
- Yaz aylarında yapının içindeki ısı birikmesine karşılık, gece havalandırılmasının yeterli olmamasıdır.¹⁰⁵

3.3.2.1. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

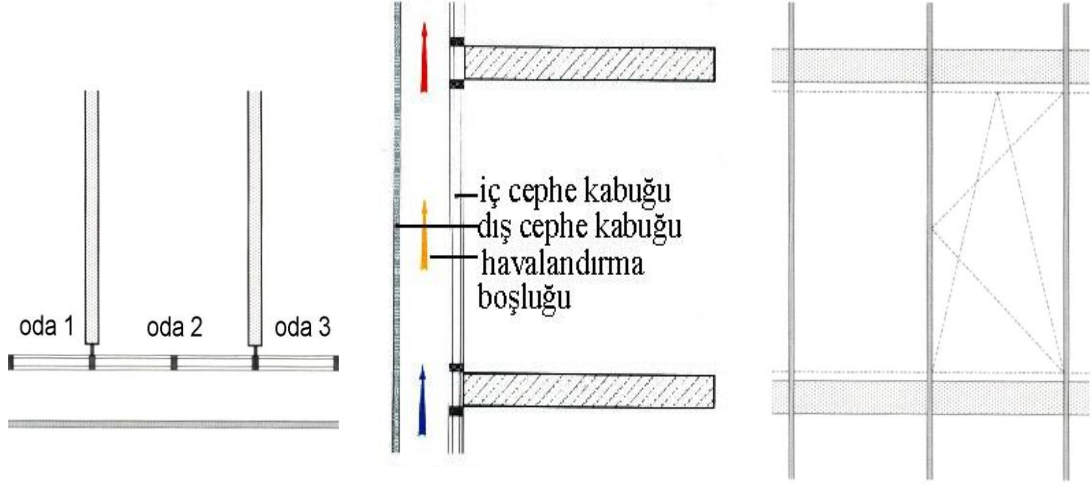
Bina yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemlerinde iki kabuk arasındaki boşluk, bina yüksekliği boyunca kesintisiz uygulanır. Havalandırmanın sağlandığı menfezler, çift kabuk sisteminin en alt ve en üst kısmına yerleştirilmiştir. Alt kısımdaki menfezden iki kabuk arasına giren hava, sıcaklığı arttıkça yükselir. Yükselen bu sıcak havanın yerini, dış ortamdan kabuk içine giren yeni soğuk hava alır. Bu hava akışı esnasında, soğuk hava, sıcak havanın yükselmesinde itici kuvvet olmaktadır. Sonuç olarak; ısınarak yükselen hava, binanın üst kısmındaki menfezlerden dışarıya atılır. Yapının ısıtılma ihtiyacında alt ve üst kısımda yer alan menfezler kapatılır ve böylece sera etkisi sağlanarak bina, güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanmış olur.¹⁰⁶ Ayrıca bu cephe sistemi genellikle, dış kabuğun sağır olmasından dolayı, gürültünün fazla olduğu çevrelerde etkili olmaktadır.

Binanın doğal havalandırılması, dışarıda çok az hava akımı olduğu zaman bile, şaft içindeki havanın çökmemesiyle garantiye alınmıştır. Bununla birlikte, belirli

¹⁰⁵ **Alakavuk E.**, 2010, Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi

¹⁰⁶ **Tatlı G. E.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

yükseklikte basınç konumu ters-yüz edilir ve sıcak hava, kat yüksekliğindeki boşluklardan içeriye geri dönebilir. Bu durum, şaftın yüksekliğine bağlı olarak kaçınılmaz bir sonuçtur. Ayrıca bu olayı, toplam bina yüksekliği ve etkili olan rüzgâr vb. etkilemektedir.¹⁰⁷



Şekil 3.20. Çok katlı çift kabuk cephe sistemi plan, kesit ve görünüş¹⁰⁸

Sistemin olumlu yönleri:

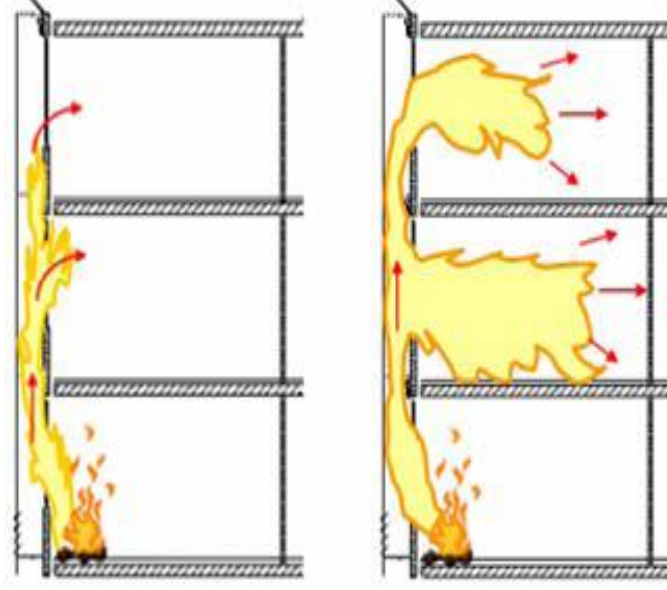
- Güneş kontrol elemanları hava boşluğuna yerleştirilebilir.
- Aynı kattaki mekanlar için cephedeki boşluktan sesin yayılması güçleşir.

Sistemin olumsuz yönleri:

- Altta ısınan hava üst katlara çıkmaktadır. Bina yüksekliği boyunca başka hava girişi olmadığı için, üst katlara gelindiğinde hava çok ısınmış olmaktadır. Bu nedenle yazın, üst katlarda pencere yardımıyla havalandırma yapılamaz.
- Mekanda oluşan sesler, cephedeki düşey hava boşluğu yardımıyla alt ve üst hacimlere daha kolay erişir.
- Yangın çıkması halinde duman, hava boşluğundan rahatlıkla yayılmaktadır.¹⁰⁹

¹⁰⁷ Eşsiz Ö., Özgen A., Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri

¹⁰⁸ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi



Şekil 3.21. Bina yüksekliğindeki cephelerde yangın yayılımı¹¹⁰

BBRI (Belgian Building Research Institute), ‘jalûzili bina yüksekliğinde cepheler’ adında bir cephe uygulamasını devreye sokmuştur. Bu cephe sistemleri, bina yüksekliğindeki çift kabuklu cephe sistemleriyle aynı çalışma prensibine sahiptir. Ancak dış cephede kullanılan jalûziler yardımıyla doğal havalandırma ve gün ışığı alımı sağlanmış olur. Ayrıca açısı ayarlanabilir jalûziler sayesinde yangın sırasında, alevlerin katlara dağılması engellenmiş olur.¹¹¹

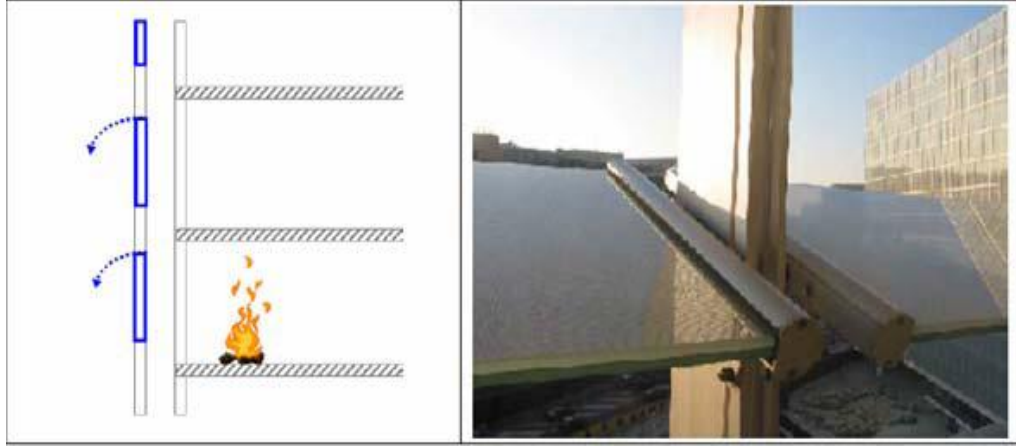


Şekil 3.22 Jaluzilerin cephedeki yatay ve dikey pozisyonundaki görüntüleri

¹⁰⁹ Begeç, H., Savaşır K., Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi

¹¹⁰ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

¹¹¹ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi



Şekil 3.23. Yangın sırasında yatık konuma getirilen jalüziler

3.3.2.2. Kat Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

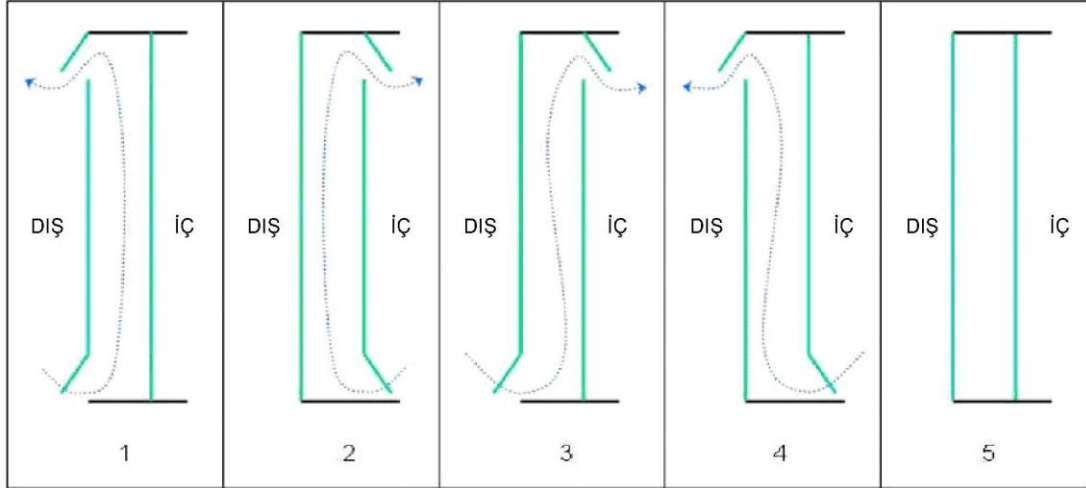
Kat yüksekliğindeki çift kabuk cephe sistemlerinde; cephe kabukları arasındaki boşluk her kat boyunca yapılandırılmıştır. Yapı her katta alttan ve üstten bölünmüştür.



Şekil 3.24 Kat Yüksekliğinde Çift Kabuklu Cephe sistemi detayı

Dış kabuğun üzerinde, kat yüksekliğinin alt ve üst noktalarında, döşeme seviyesinde menfezler yerleştirilmiştir. Yapıdaki hava, iki kabuk arasındaki boşluğa dış kabuğun altındaki menfezlerden alınır. Boşlukta ısınan hava yükselerek yapının üst seviyesindeki menfezden dışarı atılır. Her katın havalandırılması kendi içinde gerçekleşir. Boşluk içine alınan havanın boşluktaki hareket süresi kat yüksekliği ile sınırlı kaldığı için ve boşluk içinde kalma süresinin az olmasından dolayı, havanın boşluğa girdiği ilk andaki sıcaklığı ile boşluğu terk ettiği sırasındaki son sıcaklığı arasında fazla ısı farkları oluşmaz.¹¹²

¹¹² Alakavuk E., 2010, Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi



Şekil 3.25. Beş Değişik Hava Akım Tipi ¹¹³

Bu durumda, yükselen sıcak hava, kabuk sisteminden çıkarken aşırı derecede ısınmadığı için doğal havalandırmaya olumsuz etki yapmamaktadır. Ayrıca her katın havalandırılması kendi içinde bağımsız olarak sağlandığı için dumana, sese ve yangına karşı yalıtım görevi de yapmaktadır. Bu sistemde, her kata, temiz hava alma ve kirli hava verme kanalları yerleştirilir, her kattaki boşluklar birbirinin üzerine gelecek şekilde düzenlenir. Kat yüksekliğinde çift kabuk cephelerin yapımı, her katta olması gereken havalandırma boşlukları ve yatay bölücülerin bulunması dolayısıyla, bina yüksekliğindeki çift kabuk cephelerin yapımından daha karmaşık bir yapıya sahiptir.¹¹⁴ Cephe tabakaları arasındaki hava boşluğu 20–150 cm. arasında değişmektedir. Hava boşluğunun 100-150 cm. yi bulması durumunda, boşluk koridor gibi kullanılmaktadır. Bu tip cephelere koridor tipi cepheler de denilmektedir. Boşluk içindeki koridor, kattaki birçok odanın önünden hatta bazen tüm bir katın önünden hiçbir düşey bölümlenme olmadan uzayabilir. Bu sistemde dikkat edilmesi gerekli bir diğer nokta da, alt katta bulunan hava çıkış açıklığı ile üst katta bulunan hava giriş açıklığının üst üste getirilmemesidir. Aksi halde alt kattan atılan hava, üst katın hava giriş açıklığından girecektir.

Bu sistemde üç şekilde uygulama yapılmaktadır:

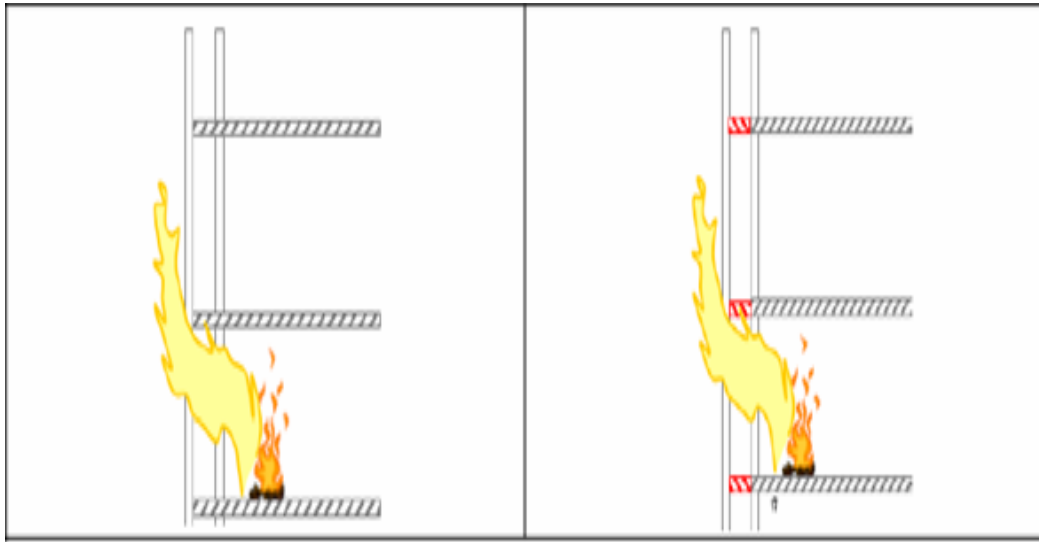
- İç ortama açılan pencereler kapatılıp, dış cephede kat hizalarındaki havalandırma kanalları açılarak ve dış hava perdesi oluşturularak,

¹¹³ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi

¹¹⁴ Tatlı G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

- İç ortama açılan pencereler ve dış cephedeki havalandırma kanalları aynı anda açılıp hava alınarak ve boşaltılarak,
- İç ortama açılan pencereler ve dış cephedeki havalandırma kanalları aynı anda kapatılıp tampon bölge oluşturularak.¹¹⁵

Dikkat edilmesi gereken diğer bir noktada, kat çevresini dolaşan ara bölge, mekânlar arasında ses iletişimine izin verebileceğinden iç yüzeyini oluşturan katmanın ses iletimini en az düzeye indirgeyecek şekilde tasarlanmasıdır.¹¹⁶ Havanın ısısının yükselişi, yangın korunumu ve akustik yalıtım gibi teknik nedenlerle iki veya üç katta bir sınırlandırılır. Bunun nedeni, özellikle çok katlı yapılarda hava basıncının azaltılarak üst katlarda pencerelerin açılabilmesine olanak tanınmasıdır.



Şekil 3.26. Yangın sırasında cephe sisteminin çalışma prensibi¹¹⁷

Temiz havayla doğal havalandırılan bürolar bina kullanıcıları tarafından tercih edilir. Yapıların doğal havalandırılması, yapılarda enerji tasarrufu sağlamakla beraber havalandırma için harcanacak maliyeti de düşürmektedir.¹¹⁸

Sistemin olumlu yönleri:

- Havanın boşluk içinde alacağı yol kısa olduğu için, yazın ve kışın daha iyi havalandırma sağlanmaktadır.

¹¹⁵ Boduroğlu, Ş., 2010. Akıllı Binalarda Enerji Etkin Cephe Tasarımı

¹¹⁶ Bilgiç, S., 2003. Akıllı Cephe Sistemleri

¹¹⁷ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

¹¹⁸ Eşsiz Ö., Özgen A., Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri

- Güneş kontrol elemanları iki cephe arasındaki hava boşluğu içine yerleştirilebilir. Böylece bakımları da kolay olur.
- Dıştan içe doğru ve katlar arasında cepheden olan ses yalıtımı için iyi sonuç verir.

Sistemin olumsuz yönü:

- Aynı katta bulunan mekanlar arasında sesin yayılması kolaydır. Önlem olarak, farklı hacimler arasında düşey bölücülerle hava kanalının sürekliliği önlenmelidir.¹¹⁹

3.3.2.3. Kutu Pencere Tipi Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

Kutu pencere tipi çift kabuk cepheler, iç çeperde çift camlı, dış çeperde tek camlı tabakadan oluşan kutu şeklinde bir panel sistemidir. Kutu pencere tipi cephe sistemleri, uygulanmış ilk çift kabuk cephe sistemlerindedir. Bu sistemin uygulanış şekli, kabukların arasındaki boşluğun yatay ve dikey modüllere bölünmesiyle oluşmaktadır. Bu sistem, diğer çift kabuk cephelerden daha karmaşıktır. Çünkü kabuklar arası boşluk, yatay ve dikey modüllere bölünmektedir.

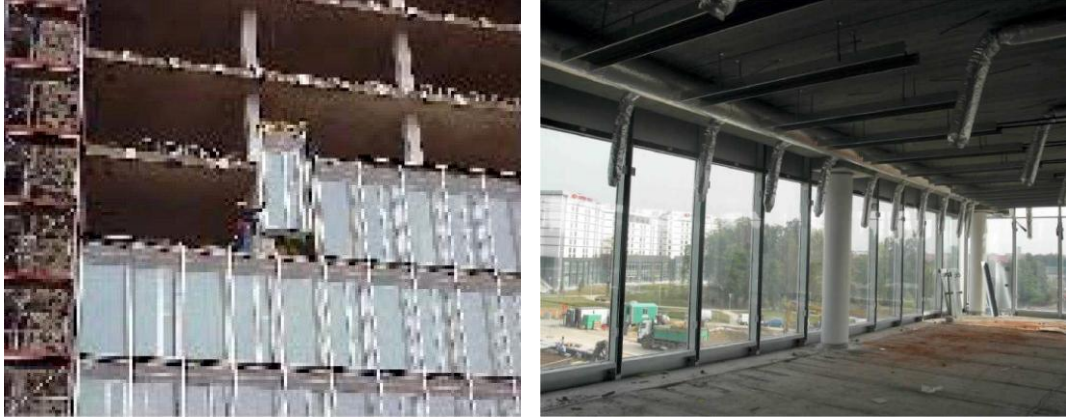
Kutu pencereler sisteminin imalatı yapılırken, mekanın penceresinin önüne tek camlı bir pencere sistemi daha uygulanır. İki pencere sistemi arasına 200-400 mm boşluk bırakılır. Bu boşluk sadece modül içinde devam eder, yatayda ve düşeyde bölünen modüllerin birbirleriyle bir bağlantısı yoktur. Her modül kendi havalandırma açıklıklarına sahiptir. Yapılarda güneş kırıcı elemanların kullanımına olanak sağlamaktadır. Kabuklar arasına genelde mekanik güneş kırıcı panjurlar yerleştirilir.

Cephe elemanının belirlenen yüksekliği, cepheye gelen güneş ışığının kabuklar arasında yarattığı orta düzeydeki ısıyı belirler. İç kabuktaki cam genellikle açılabilir ve böylece ofislerin doğal havalandırılması sağlanmış olur. Ayrıca dış kabuğun alt ve üst kısmında bırakılan açıklıklar sayesinde, ara boşluk içindeki hava akımının dış hava perdesindeki dolaşımını sağlar. İç pencere açık iken dışarıya ve oda arasındaki hava akışı basınç şartlarına bağlı olarak ya iç mekana hava girişi (infiltrasyon) ya da iç mekandan dışarıya doğru hava çıkışı (ekfiltrasyon) şeklinde olmaktadır.¹²⁰ Kutu tipi çift kabuk cephe sistemleri, panel sistem şeklinde tasarlanarak yapının kabası esnasında tespit bileşenleri ile taşıyıcı sisteme monte edilir. Modüler cephe panelleri

¹¹⁹ Begeç, H., Savaşır K., Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi

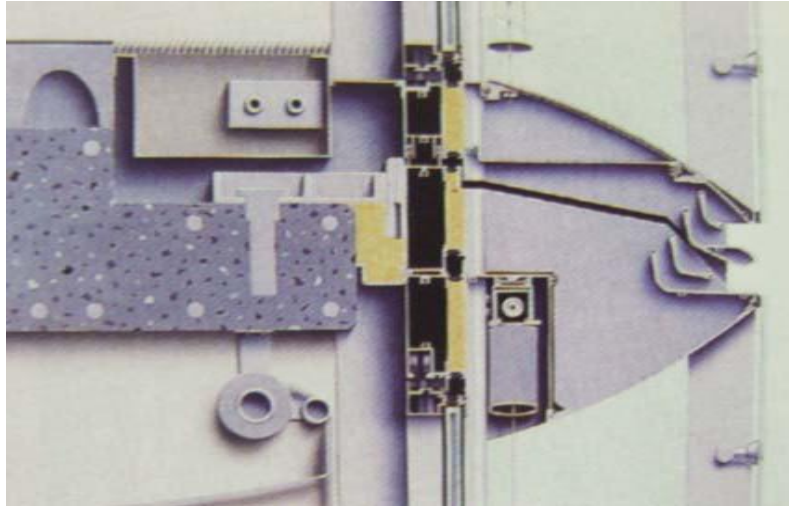
¹²⁰ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

fabrika ortamında tamamlandığı için, daha az hata ve daha çabuk uygulama imkanı vermektedir.



Şekil 3.27. Panel sistem bir kutu pencere tipi çift kabuk cephe montajı

Ayrıca paneller arasındaki mekan daha ufak olduğundan ve çerçevenin kendisi daha az yalıtım sunduğundan dolayı ısı yalıtım, kutu pencereler kadar iyi olmamaktadır. Kutu tipi çift kabuk cephe sistemlerinde, gürültünün rahatsız edici boyutta olduğu ve mekanlar arası ses yalıtımı konusunda özel uygulamalarda kullanılır. Bu cephe sisteminde, dış havanın mekana giriş ve çıkışını sağlayan, genellikle katlar arasına uygulanan ve ‘balık ağzı’ denen özel bir pencere çerçevesi uygulanmaktadır. Bu özel detay, hava sirküle deliklerine sahiptir. Balık ağzı içine alınan hava, çift cephe içinde ısıtılır ve yükselen hava yakındaki balık ağzı pencere çerçevesinden dışarı atılır.



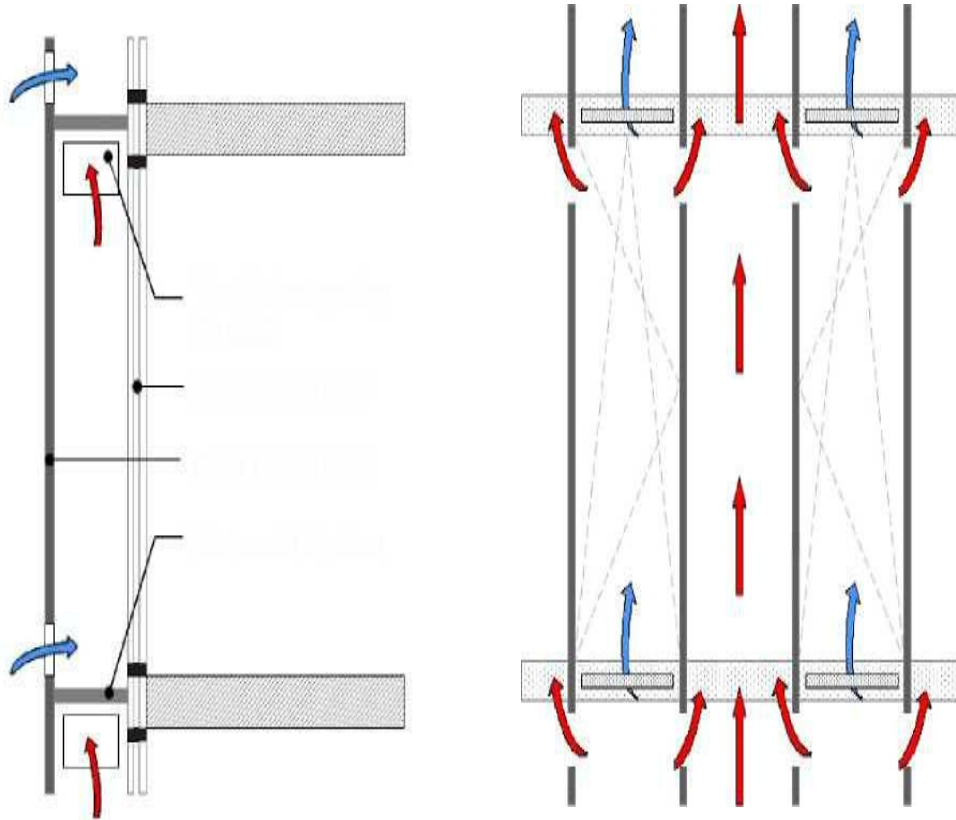
Şekil 3.28 Balık Ağzı Detayı¹²¹

Eğer balık ağzlarının her ikisi de düşey olarak yerleştirilirse, dışarı atılan kirli hava geri emilecektir. Ayrıca bu sistem yangının diğer katlara yayılmasını da önlemektedir.¹²²

¹²¹ Göksal, T., 2005. Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları Ve Enerji Etkin Tasarım

3.3.2.4. Şaft Tipi Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

Şaft tipi cephe sistemi, kutu pencere tipi sistemin özelleştirilmiş şeklidir. Şaft tipi cephe sistemleri, düşey şaftlar kullanıldığı için “bina yüksekliğinde çift kabuklu sistemlere”, her katın döşeme düzleminde hava giriş açıklığı bulunması ve havanın şaftta yatay açıklıklarla iletilmesi özelliğiyle de, “kat yüksekliğinde çift kabuklu sistemlere” benzemektedirler. Şaft tipi cephelerde, kutu pencerelere ek olarak baca sistemleri de geliştirilmiştir.

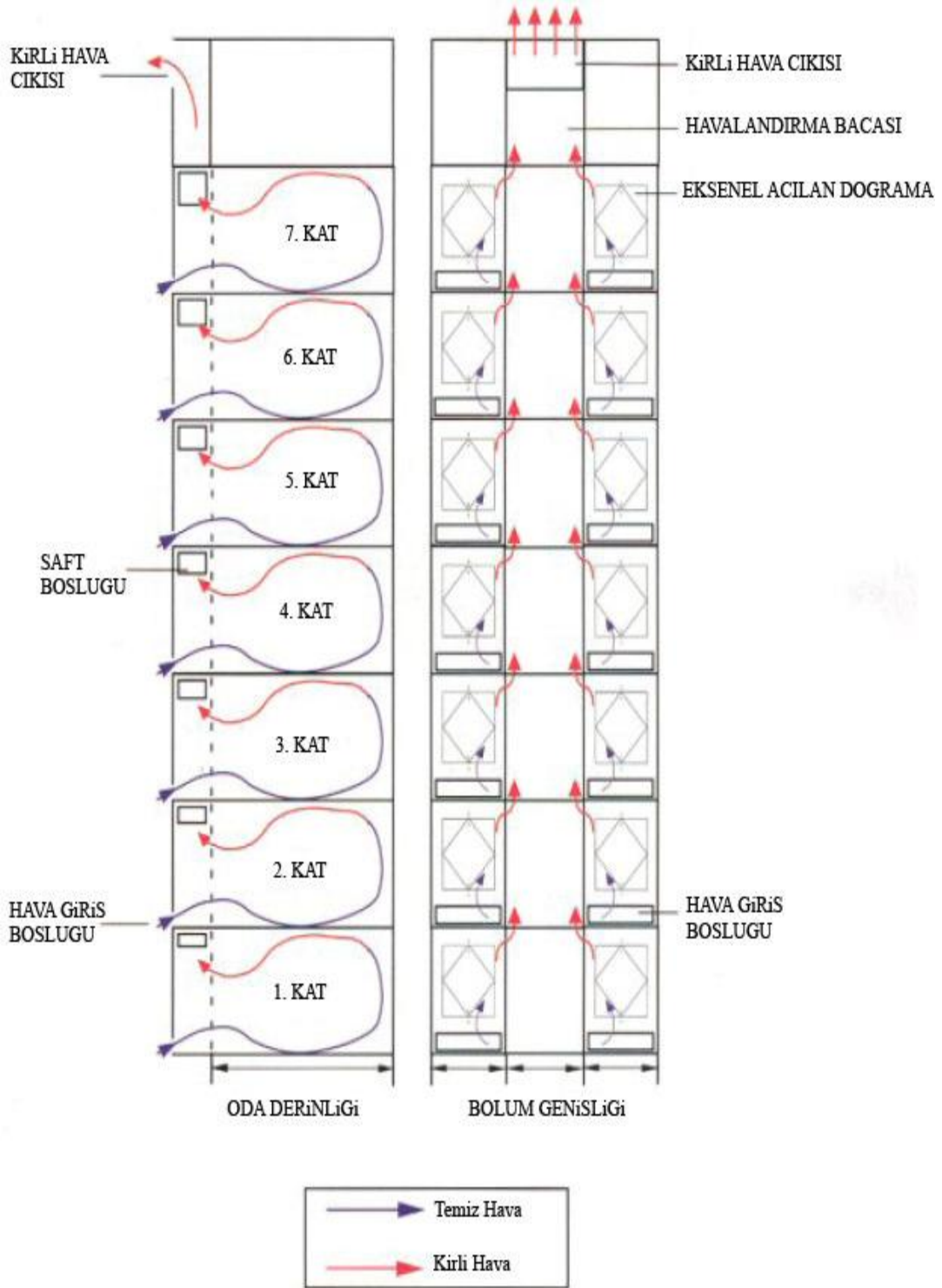


Şekil 3.29 Şaft tipi çift kabuk sistemin çalışma prensibi.¹²³

Baca sistemleri bina yüksekliğince devam eder ve her katta kutu pencerelere bağlanır. Her bir cephe modülü, baca etkisi oluşturarak hava sağlayan düşey tüplerden birisine bağlanmıştır. Ara boşluktaki hava doğal olarak havalandırma tüpü içine sürüklenir ve birkaç kat üstünde bulunan tahliye noktalarından dışarıya atılır.

¹²² Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarısındaki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

¹²³ Tathı G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi



Şekil 3.30. Şaft Kutu Cephede, cephe yüzeyindeki havalandırma durumu¹²⁴

Yapı yüksekliğince devam eden boşluklar, kirli hava için düşeyde merkezi bir şaft görevi görür. Bu düşey şaftın her iki yanındaki kutu cephelerin altındaki

¹²⁴ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Performansı Üzerine Analiz Çalışması

kapaklardan, temiz hava girişi sağlanmaktadır. Ancak şaftın içinde yükselen ısınmış hava, belli bir yüksekliğe geldiğinde, basınç farkının değişmesi ile şafttan geriye, kat yüksekliğindeki boşluğa dönebilir. Bu nedenle, şaft ile bina yüksekliğinin ve bölgedeki hakim rüzgarların yönünün iyi hesaplanması gereklidir. Her katta dikey şaftlar, bir kestirme açıklık aracılığı ile bitişiğindeki kutu pencerelere bağlanmıştır.

Şaft tipi cephe sistemleri, koridor tipi sistemlerle karşılaştırıldığında, doğal havalandırmanın sağlanması bakımından ön plana çıkmaktadır. Diğer çift cephe tipleriyle karşılaştırıldığında, şaft tipi cephelerin yangın korunumu, gürültü, temiz ve kirli havanın birbirlerine karışması gibi dezavantajları vardır.¹²⁵



Şekil 3.31. Şaft Tipi Çift Kabuk Sistemi

Sistemin olumlu yönleri:

- Güneş kontrol elemanları hava boşluğuna yerleştirilebilir.
- Aynı kattaki mekanlar için cepheden sesin (yatayda) yayılması güçtür.
- Her katın döşeme seviyesinden, cepheler arasındaki boşluğa alınan serin hava ile iklimlendirme daha sağlıklı olarak yapılabilir.

Sistemin olumsuz yönleri:

- Havanın düşeyde hareketini sağlamak için kullanılan kanalların düzenlenip, yerleştirilmesi zordur.
- Kanallarda oluşabilecek ters basınç durumunda ısınan hava, cephedeki eski yerine dönebilir.

¹²⁵ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

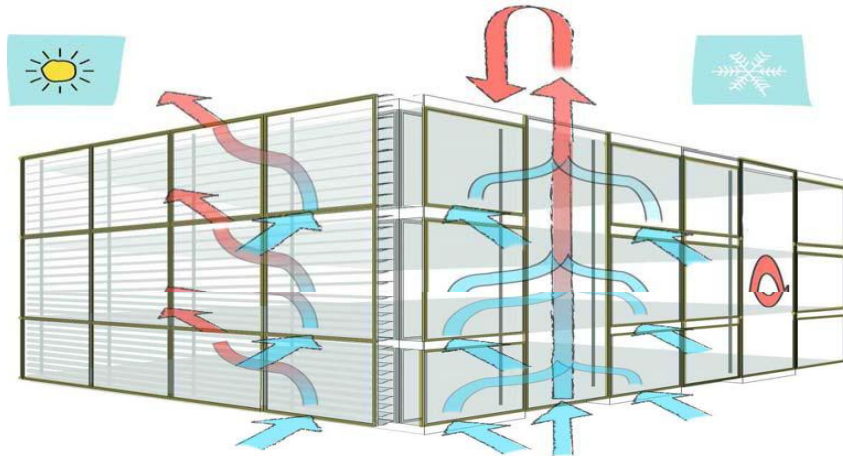
- Mekanada oluşan sesin düşeyde yayılmasını önleyemez.
- Yangın çıkması halinde düşey şaft yardımıyla duman yayılabilir. Yangına karşı önlem alınmalıdır.¹²⁶

Bu tip sistemlerin uygulama sürecine geçilmeden önce, çevre koşullarının, bölgede hakim olan rüzgarın tipi ve yönünün belirlenmesi ile sistemin uygulanabilirliği araştırılmalıdır. Kat yüksekliğinin fazla olduğu yapılarda, şafttaki mevcut hava akımının kontrolünü yapmak zor olduğundan uygulanması doğru değildir.

3.3.3. Çift Kabuklu Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekilleri

3.3.3.1. Doğal Havalandırmalı Cephe Sistemleri

Dış ortamdaki havanın binaya kapı ve pencere gibi açıklıklardan girmesi ve iç mekandaki havanın basınç farklılıkları sebebiyle yine benzer açıklıklardan dışarıya çıkmasıyla oluşan havalandırma şekli doğal havalandırma olarak tanımlanmaktadır. Doğal havalandırma, rüzgar ve basınç farklılıkları sonucunda gerçekleşen bir olaydır.¹²⁷ Çift kabuklar arasında kalan boşluktaki havalandırma ya doğal olarak ya da mekanik olarak yapılabilmektedir. İnsan sağlığının kalitesini doğal havalandırmayla daha üst seviyelere taşıyarak ve mekanik havalandırmayı olabildiğince az kullanarak enerji kazancı sağlanmaktadır. Soğutma için harcanan enerji, havayı ısıtmak için harcanan enerjiden dört kat daha yüksektir.



Şekil 3.32. Çift Cephe Arası Havalandırma Şeması Tasarım Aşaması¹²⁸

¹²⁶Begeç, H., Savaşır K., Akıllı Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi

¹²⁷Tatlı G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹²⁸Poirazis H. 2004 'Double Skin Facades for Office Buildings'

Fakat doğal havalandırmanın bazı riskleri de vardır. Hava basıncı nedeniyle kapı açma problemi oluşabilir ve çift kabuk arasındaki hava boşluğunun tasarımı uygun bir şekilde değilse, güneş ısı artışı randımanlı bir şekilde uzaklaştırılmayacağı için boşluk ısı artabilir.¹²⁹

Doğal havalandırmaı oluşturan basınç farklılıklarını;

- Bina yerleşim alanı,
- Binanın yakınındaki lokal engeller (komşu binalar, ağaç kümeleri),
- Rüzgar hızı ve yönü,
- Bina tipolojisi gibi faktörler etkilemektedir.

Bu sistemde, doğal havalandırmaı sağlayan iç kabukta açılabilen pencereler bulunmaktadır. Dış kabukta ise, havalandırma kanalları dışında hiçbir açıklık bulunmamaktadır. Havalandırma için bırakılan bu kanallar, kışın kapatılarak boşluğun ısı yalıtımı görevini üstlenmekte, yazın ise özellikle geceleri açık bırakılarak bina pasif olarak soğutulabilmektedir. Böylece kışın ısı kayıpları, yazın ise soğutma yükü azaltılabilmektedir.



Şekil 3.33. Doğal havalandırmaı cephelerde kullanılan mekanik pencere örneği

Doğal havalandırmanın en önemli uygulama şekillerinden birisi gece havalandırılması olup bu yöntemde, mesai başlamadan önce, sabah saatlerinde

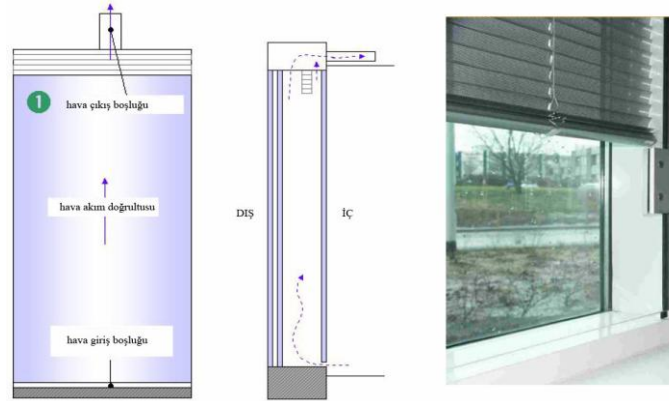
¹²⁹ SHANG, S.L. A Protocol to Determine the Performance of South Facing Double Glass Facade System

menfezler veya pencereler otomatik olarak açılmak suretiyle, bina kütlesine ve çift kabuk arasındaki boşluğa soğuk hava alınmaktadır. Depolanan bu soğuk hava, günün ilerleyen saatlerinde de mahaldeki ısı kazançlarının bir bölümünü karşılayarak enerji tasarrufu sağlayabilmektedir.¹³⁰

Kragh'e göre ise, doğal havalandırılan cephelerde binanın dışına ekstra bir kabuk eklenir. Dış kabukta açılan kanallar aracılığıyla cephe boşluğuna giren hava, boşluk içindeki güneş kontrol elemanlarının, güneş ışınlarını absorbe etmesi sonucunda ısıtılır. Dışarıdaki hava ile boşluk içinde ısınan hava arasındaki sıcaklık farkları, sistemin çalışabilmesi için önemli bir etkidir. Bu yüzden, bu tip cepheler sıcak iklim bölgeleri için tavsiye edilmez.¹³¹

3.3.3.2. Mekanik Havalandırmalı Cephe Sistemleri

Genellikle aktif yapı kabuğu olarak bilinen mekanik havalandırmalı cephe sistemleri, içteki havanın boşluk içinde sirküle edilerek mekana yeniden verilmesi durumu, "Kuvvetli hava akımı ile havalandırma" olarak tanımlanabilir. Mekanik havalandırma sistemi, doğal havalandırmanın uygun olamayacağı, mekan içindeki havanın kalitesini arttırmak için filtre edilmesi ve iklimlendirme işlemlerden geçmesi gerektiğinde uygulanan havalandırma sistemidir.



Şekil 3.34. Havalandırma yöntemi-1¹³²

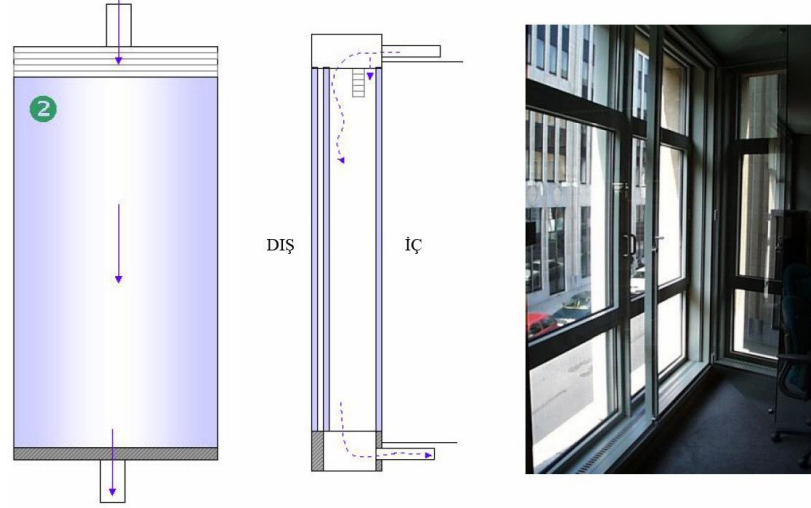
Mekanik destekli havalandırma sistemleri, boşluk havasını besleyerek ya da dışarı atarak işleyişini gerçekleştirir. Taze havanın dağıtımını iyi sağlamak için genellikle,

¹³⁰ Çakmanus, İ.; Türkoğlu, H.; "Ankara'daki Mevcut Bir Ofis Binasında Doğal Havalandırmanın Uygulanabilirliğinin İncelenmesi

¹³¹ Kragh, M., 2000. Building Envelopes And Environmental Systems, Paper Presented At Modern Facades Of Office Buildings

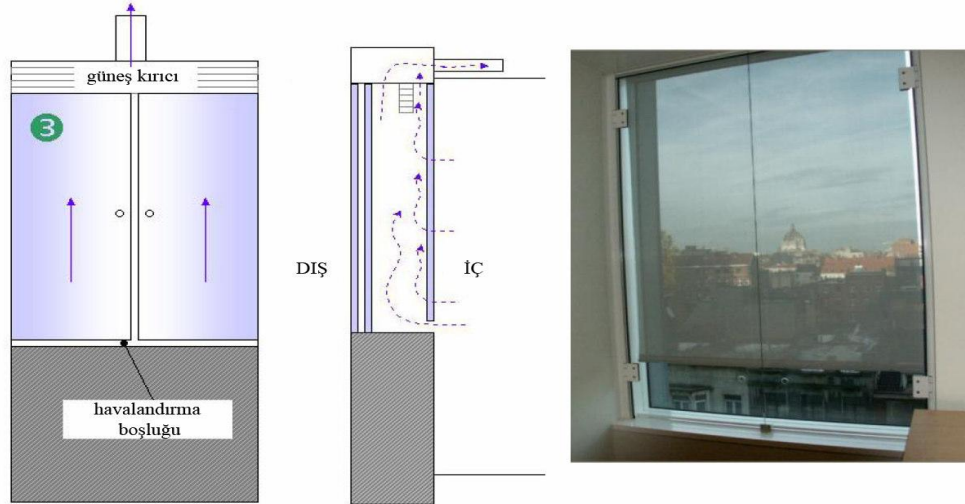
¹³² Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

döşeme altı ya da tavan havalandırma sistemi kullanılır. Hava, boşluğun içinde mekanik araçlar yardımıyla sıkıştırılır. Sıkıştırılan hava yükselir, boşluktan ısıyı uzaklaştırır ve dışarı atmak ya da tekrar sirküle etmek için yukarı doğru devam eder. Hava, dışarıdan doğrudan pompalanmadığı için boşluğun içinde çığlenme ve kirlilik riski azdır.¹³³



Şekil 3.35. Havalandırma yöntemi - 2¹³⁴

Bu havalandırma sisteminde, mekan içindeki temiz havanın eşit şekilde dağılması ve havalandırma hızının kontrol edilmesi ile doğal havalandırmaya büyük bir kolaylık sağlanmaktadır.



Şekil 3.36. Havalandırma yöntemi -3

¹³³ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerini İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹³⁴ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerini İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

Tabakalar arası boşluğa yerleştirilen güneş kontrol elemanları, dokuma storlar ve düşey panjur storlardır. Hava akımının kaliteli olması açısından yatay storlar kullanılmamalıdır.

Kragh 'a göre, bu cephe sistemleri, kendi içinde güneş enerjisini tutabildiği için, soğuk dönemlerde kullanıcı konforunu arttıracığından, genellikle soğuk iklim bölgelerinde kullanılması tavsiye edilmektedir.

Bu sistemler uygulanırken binaya getireceği enerji yükü, mekanik sistemin ve uygulamaları, bina yapısında konumlanacağı yerlerin, tasarım esnasında sisteme uygunluğu göz önünde bulundurulmalıdır.

3.3.3.3. Doğal Ve Mekanik Havalandırmalı (Hibrid) Cephe Sistemleri

Hibrid havalandırmalı çift kabuk cephe sistemleri, doğal ve mekanik havalandırmanın birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Bu sistemde, doğal havalandırma ön planda tutulmaktadır. Mekanik havalandırma ise, doğal havalandırmanın ihtiyacı karşılamadığı durumlarda kullanılmaktadır. İç ortam konfor şartlarını sağlamak için kullanılan hibrid havalandırma yaklaşımı, bina strüktürünün ve dış kabukta yer alan hava açıklıklarının kullanımını arttırmayı ve buna bağlı olarak binanın tümünde ya da bazı bölümlerinde, pasif sistemlere destek amacıyla, mekanik sistemleri kullanmayı amaçlamaktadır. Hibrid havalandırmada ön planda tutulan doğal havalandırma, mekanın hava şartlarının standardını yükselttiği gibi mekanik havalandırmanın getirdiği, yatırım, işletme ve enerji tüketiminde büyük tasarruf sağlamaktadır.

Hibrid cephe sisteminde havalandırma tipinin, cephenin ısısal performansı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu sistemde mekanik havalandırmanın performansı garanti iken, doğal havalandırma için bu durum, her zaman mümkün değildir. Çünkü doğal havalandırmanın performansı meteorolojik şartların (rüzgar ve ısı farkları) durumu gibi zaman içinde değişiklik gösterebilmektedir.¹³⁵

Hibrid havalandırmalı çift kabuk sistemleri, kutu tipi, koridor tipi ve bina yüksekliğinde cephe tiplerinde uygulanmaktadır.

¹³⁵ LONCOUR, X. , DENEGER A. , BLASCO, M., FLAMANT, G. , WOUTERS, P.
(october 2004) Ventilated Double Facades

3.3.4. Çift Kabuk Cephe Bileşenleri

3.3.4.1. Saydam ve Opak Bileşenler

Cam, inorganik esaslı, amorf bünyeli, sabit erime noktası olmayan, çok yüksek sıcaklıklarda akıcılık kazanan, soğuyunca katılaşır, durgunlaşan, sıvı maddelerin özelliklerini gösteren, ayrıca normal sıcaklıklarda kristalleşme göstermeden hızla katılaşır katı maddelerin mekanik özelliklerini de taşıyabilen bir silikat sistemdir.¹³⁶

Cephe sistemlerinin vazgeçilmez elemanı olan cam, dış veya iç kabuğu oluşturan saydam bileşenler, tek, çift ya da üç cam ünitelerden oluşur. Günümüzde yapının doğal aydınlatması, iklimsel kontrol ve enerji kazancı söz konusu olduğunda cam gibi saydam bileşenler kullanılmaktadır.

Enerji etkin cephe sistemlerinde kullanılan cam sistemleri aşağıdaki gibidir:

- Şeffaf cam (float cam),
- Yalıtım camları,
- Low-E kaplamalı camlar,
- Güneş kontrol camları,
- Fotovoltaik camlar
- Renklendirilmiş camlar,
- Temperli camlardır.

Bu cephelerde, ses yalıtımı, ısı yalıtımı, kullanıcı konforu, rüzgar yüküne karşı korunum, güvenlik, emniyet ve maliyet, pencere ve cam seçimini etkileyen etmenlerdir.¹³⁷ Camların fiziksel özellikleri dışında, cephedeki konumları havalandırma boşluğunun performansını önemli ölçüde etkileyebilmektedir¹³⁸.

Şeffaf cam (float cam), diğer cam tiplerinin üretiminde ana üründür ve renksiz cam hamurunun erimiş kalay üzerine yüzdürülmesi ile oluşur.¹³⁹ Bu işlem paralel ve hatasız camın elde edilmesini sağlamaktadır. Pilkington firması tarafından 1959 yılında geliştirilerek piyasaya sürülen float cam, üretim tekniği, yüksek kalitede düz

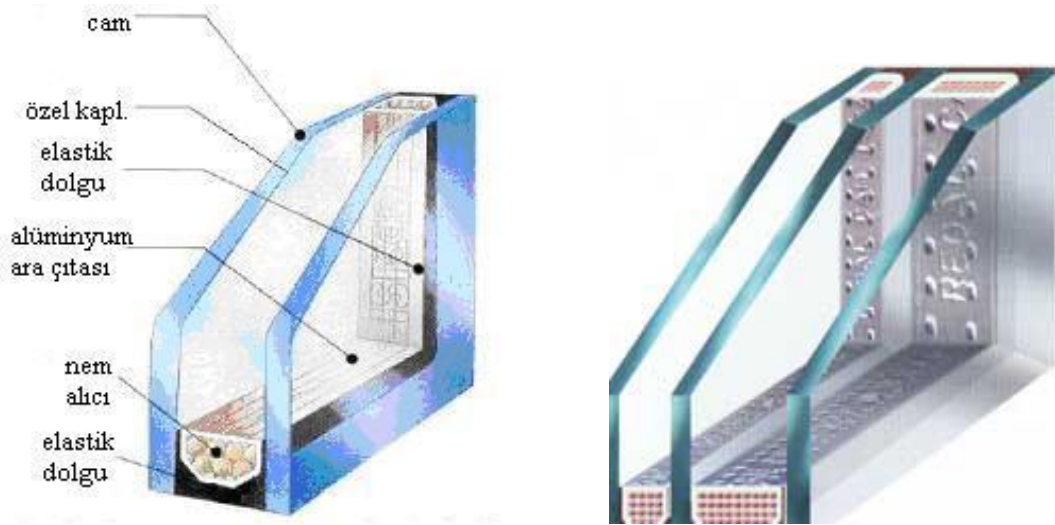
¹³⁶ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹³⁷ Tatlı G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹³⁸ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarısındaki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

¹³⁹ Çetiner, İ., 2002. Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi,

cam üretiminde dünya standardı haline gelmiştir. Kum, soda, kireçtaşı başta olmak üzere, belirli özellik ve miktardaki hammaddelerin karışımı olan cam harmanı, fırında yaklaşık 1600°C'de eritilir. Cam eriyiği yaklaşık 1100°C'de fırından eriyik kalay havuzuna akıtılır ve camın, kalay üzerinde yüzdürülmesi suretiyle, iki yüzünün hatasız ve birbirine paralel olması sağlanır, aynı zamanda camın kalınlığı ve şerit genişliği oluşturulur. Kalay havuzundan kesintisiz bir şekilde çıkan cam, şeridin sıcaklığı kontrollü olarak düşürülerek soğutma bölümünde camın bünyesindeki gerilimler giderilir. Bunu takiben cam, kesme hattında istenilen ebatlarda kesilerek paket halinde toplanır, kullanıma hazır hale getirilir.¹⁴⁰



Şekil 3.37. İki ve üç tabakalı yalıtımlı cam kesitleri¹⁴¹

Bu camlar, özel film tabakaları ile yüzeyleri kaplandığında güneş kontrolünü ve ısıya karşı direnç sağlamaktadır. Camın içeriğinin seçimine göre float cam, üretim sırasında, az miktarda FeO₃ (demir oksit) yardımıyla float camın içeriğindeki yeşilimsi rengi azaltılmaktadır. Bu teknikle elde edilen şeffaf cam, diğer düz camlara, göre daha şeffaf olmakta ve bu şeffaflık estetik açıdan tasarımcılar tarafından seçilerek çift kabuk sistemlerin vazgeçilmez elemanları olmaktadır. Float camlar kırıldığında ufak parçalara bölündüklerinden, genellikle çift katmanlı cephelerin dış kabuğunda değil, iç kabuğunda kullanılırlar.¹⁴² Son derece düzgün, dalgasız ve parlak yüzeye sahip bu camlara daha sonra herhangi bir parlatma vb. gibi

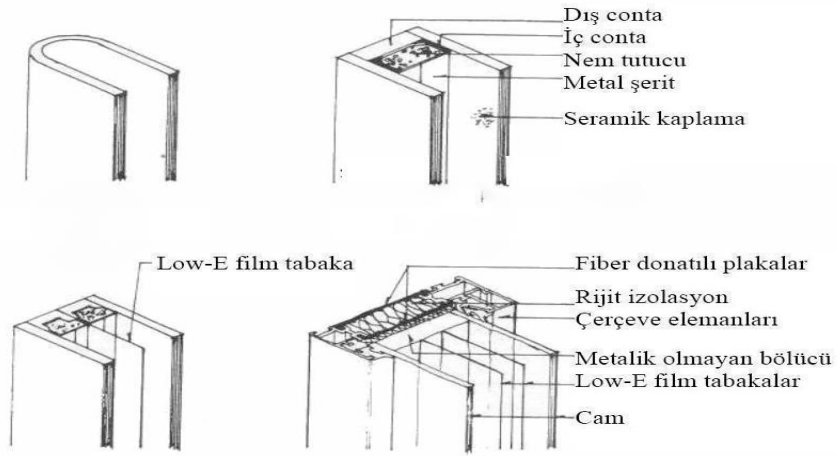
¹⁴⁰ <http://www.trakyacam.com.tr/>

¹⁴¹ Çakır G., 2011. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁴² Tatlı G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomij Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

işlemin uygulanmasına gerek yoktur. Yapılarda kullanılmak üzere 3-22 mm arası kalınlıklarda üretilebilmektedir.¹⁴³

Yalıtım camı, iki veya daha fazla cam tabakasının aralarında boşluk bırakılmasıyla elde edilmektedir.¹⁴⁴ Tabakalar arası bırakılan boşlukta argon, kripton, karbondioksit gibi asal gazların kullanılmasıyla kaliteli bir ısı yalıtımı; sülfürheksaflorid gazının kullanılmasıyla kaliteli ses yalıtımı sağlanmaktadır. Bu yöntemle yapılarda ısıtma ve soğutmanın neden olduğu enerji kayıplarında %50'ye varan tasarruf sağlanmaktadır.



Şekil 3.38. Cam katmanları¹⁴⁵

Gaz dolgulu camlar; yüksek frekanslardaki seslere karşı kuru hava dolgulu camlara kıyasla daha iyi ses yalıtımı sağlamakla birlikte; düşük frekanslı seslere karşı yalıtım performansları düşüktür. Bu sebeple, düşük frekansa sahip olan trafik gürültüsüne karşı, kuru hava dolgulu camlardan daha iyi sonuç verememektedirler.¹⁴⁶

Low-E camlar, çift camın boşluklarına bakan kısımlarına ince bir metal oksit kaplamanın uygulanması ile elde edilmektedirler. Bu kaplama genellikle 6 ve 9 tabakadan oluşmaktadır.¹⁴⁷ Malzemenin farklılaşmasıyla kaplama kalınlığı, ışık geçirimi ve diğer özellikler istenilen gibi kontrol edilebilir. İletken özelliğe sahip metal tabakalar, cam yüzeyinde güneş kırıcı özelliğiyle yansımayı azaltan bu kaplamalar için en doğru seçimdir. Low-E kaplamaları ile yapılan ısı yalıtımı,

¹⁴³ Sev A., Gür V., Özgen A., Cephenin Vazgeçilmez Saydam Malzemesi Cam

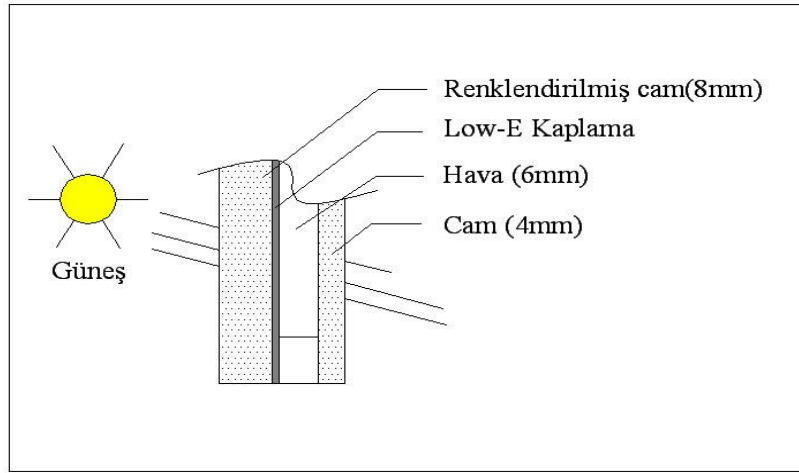
¹⁴⁴ Çakır G., 2011. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁴⁵ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

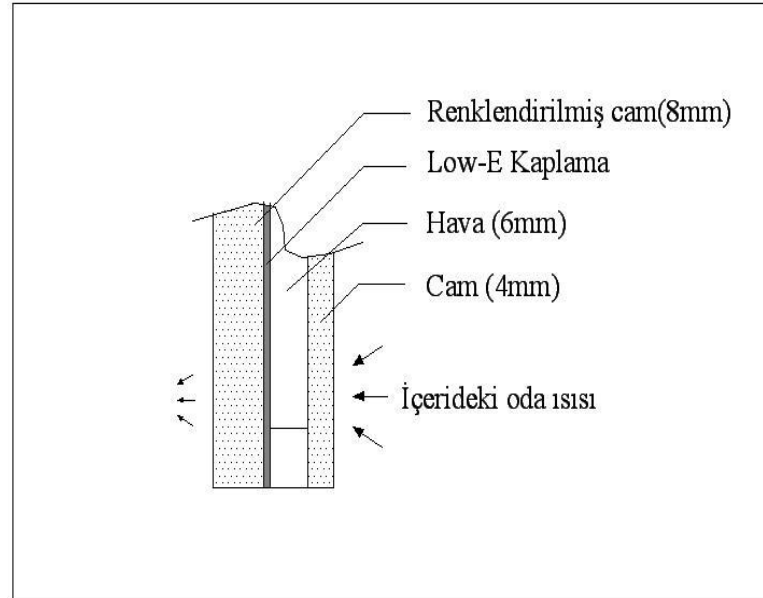
¹⁴⁶ Tath G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁴⁷ Tath G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

binanın iklimlendirilmesinde %70'lik oranda ısı kontrolü sağlamaktadır. Low-E ısı kontrol kaplamaları, ısı cam üniteleri, oda ısısını iç mekâna tekrar yansıtarak bina sıcaklığının dışa kaçışını tekrar yarıya yakın bir seviyeye indirebilmektedir. Bu da, tek cama göre 3,5–4 kat daha iyi ısı yalıtımının sağlanması demektir.¹⁴⁸ Low-E kaplamalı camlar sayesinde, ışık geçirgenliği %77'nin altına düşmeden, kızılötesi ışınımın %20'ye kadar düşürülmektedir. Bu teknik sayesinde, camın kullanıldığı cephe sistemleri, yüksek yapılarda büyük oranda şeffaflık ve doğal aydınlatma sağlarken ısı kaybını da en aza indirmektedir.



Şekil 3.39. Low-E kaplamalı camların yazın çalışma prensipleri¹⁴⁹



Şekil 3.40 Low-E kaplamalı camların kışın çalışma prensipleri

¹⁴⁸ Altın, M., 2004. Yeni Yapı Malzemesi Fotovoltaik Paneller, Özellikleri Ve Tarihçesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi

¹⁴⁹ Ersoy M.S., 2008, Transparan Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması, Yapım ve Kullanım Performanslarının Karşılaştırılması

Low-E kaplamaları önemli kılan diğer bir özellik, güneş kolektörleri gibi performans göstererek güneşin sıcaklığından yararlanıp ısınmasıdır. Fakat soğuk bölgelerde ve kışın sera etkisi sağlayarak fayda gösterirken, sıcak bölgelerde ve yazın zararlı olabilmektedir.

Güneş kontrol camları (yansıtıcı camlar), üretim aşamasında yüksek yansıtıcılık özelliği göstermesi için çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanan camlardır. Güneş ışığı ile güneş ısısının yapıya girişi anlamında yüksek performans göstermektedir. Tercih edilen camlar, yazın güneşin neden olduğu aşırı ısınmayı, kışında ısının iç mekândan kaçışını önleyerek ve gün ışığından maksimum derecede yararlanıp elektrikle aydınlatmayı azaltarak enerji tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır. Güneş kontrolünü sağlarken aynı zamanda daha açık görüş alanı sağlar. Bunlar, diğer yansıtıcı camlarla kombine edilerek bir dizi güneş kontrol performansı sağlar.¹⁵⁰ Fakat ince metalik kaplamalar olmaları, yumuşak yüzeyleri ve metallerin (özellikle gümüş ve bakırda) kimyasal dirençlerinin düşük olmasından dolayı korozyona uğramaları dezavantajlarıdır.

Enerji üreten fotovoltaik camlar, cephelere entegre edilerek ya da direk uygulanarak depoladığı güneş ışığını, hiçbir olumsuz etki yaratmadan elektrik enerjisine çevirir. Günümüzde en çok tercih edilen fotovoltaik pillerin yapısında, en fazla kullanılan malzeme silisyumdur. Fotovoltaik panellerin, doğrudan, cephelerde kullanılabilmesi gibi olumlu özellikleri, binalarda elektrik üreten kabuk tasarımını da etkilemektedir. Tükenmez enerji kaynaklarından olan güneş ışınlarının yapılarda kullanılması, çoğunlukla kolektörlerle sağlanırken, günümüzde güneş pillerinin uygulamaya konulmasıyla daha da yaygınlık kazanmıştır.¹⁵¹

Renklendirilmiş camlar, şeffaf cam hamuruna, yapım aşamasında, metal oksitlerin eklenmesiyle elde edilmektedir. Böylelikle camın ısı emme oranıyla camın ısı doğru orantılı olarak artış gösterir. Yeşil, mavi, pembe, bronz, gri renkte üretilen bu camların dezavantajı, ısıyı emmesinden dolayı, camın sıcaklığının artmasıdır.¹⁵² Renkli camların güneş ışınlarına gösterdiği aşırı duyarlılıktan dolayı sıcaklık değeri çok yüksektir. Ayrıca emilen güneş ışınlarının bir kısmı dışarı verilirken bir kısmı da içeri alınır. Böylece mekanın sıcaklığının artması engellenmiş olur.

¹⁵⁰ Altın, M., 2004. Yeni Yapı Malzemesi Fotovoltaik Paneller, Özellikleri Ve Tarihçesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi

¹⁵¹ Tath G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁵² Kocaman, E., 2002. Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler, Yüksek Lisans Tezi

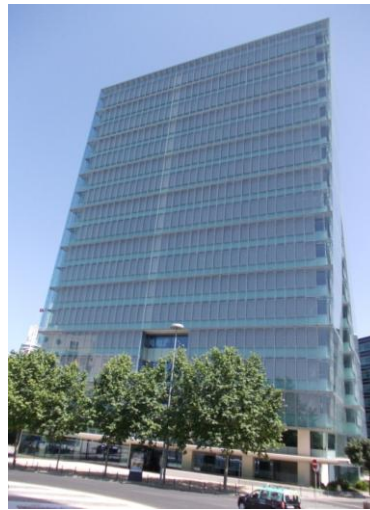
Temperlenmiş camlar, darbe, basınç ve ısıl şoklara karşı mukavemetini arttırmak amacıyla camın önce ısıtılıp ardından hızla soğutulması yoluyla elde edilmektedir.¹⁵³ Kırıldığında, zar büyüklüğünde parçalara ayrıldığından, çok tehlike arz etmemektedir. Bu yüzden iç mekanlarda da güvenlik camı olarak kullanılır.



Şekil 3.41. Temperli camın kırılma esnasında gösterdiği davranış

Opak bileşenler:

Opaklık, bir nesnenin ışığı hiç göstermemesi ve dolayısıyla arkasındaki nesne hakkında mevcut bilgi vermemesi durumudur. Mimaride kullanılan opak bileşenler, görünmesi istenmeyen bina taşıyıcı elemanlarını saklamak amacıyla, isteğe bağlı olarak bina ya da kat yüksekliği boyunca devam eden panellerdir. Bunlar, cam, çift cam, metal sandviç panel (saç üzerine emaye, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik v.b.), suni ya da doğal taş şeklinde sıralanabilir. Fakat daha çok cam malzeme tercih edilmektedir.



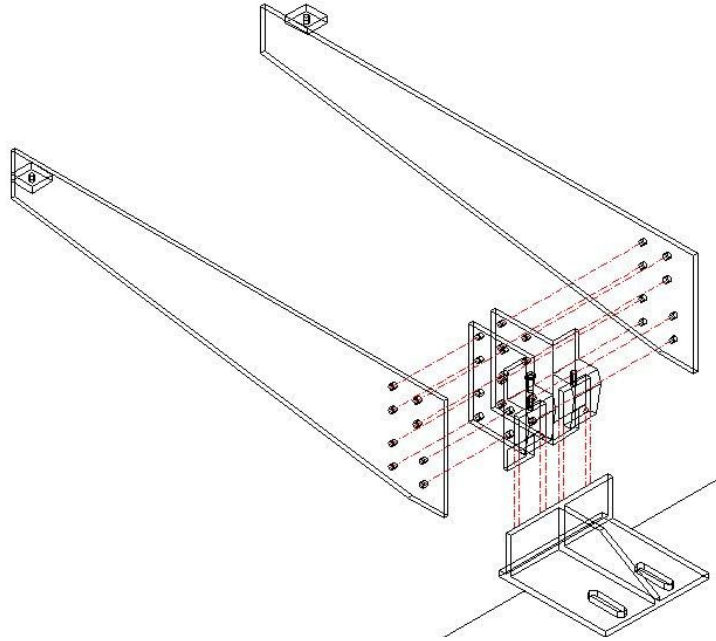
Şekil 3.42. Opak bileşenli cephe örneği

¹⁵³ Çetiner, İ., 2002. Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi

Genel olarak, iç tarafta bir galvanizli levhanın, dışta bir tek cam tabakanın, ortada da ısı yalıtım levhasının kullanılması ile oluşturulan bir ünedir.¹⁵⁴ Panellerde geliştirilmiş polistren levhalar, poliüretan sert köpük levhalar ve cam yünü levhaları tercih edilmektedir. Opak bölgeler, gerek sistemlerin bağlantı noktalarının bu bölgelerde olma zorunluluğu gerekse yapısal sorunların çözüm noktaları olmaları nedeni ile sistemin problemleri noktalarıdır.¹⁵⁵

3.3.4.2. Taşıyıcı ve Tespit Bileşenleri

Taşıyıcı elemanlar, cephe elemanlarının taşıyıcı sisteme taşınmasını sağlayan, yatay ve düşey çubuklardan oluşan bir ızgara sistemdir. Bu sistem parçaları, yapının kabası esnasında oluşturularak ya da fabrika da monte edilerek yerine yerleştirilmektedir. Bu açıdan cam cepheler, çubuk (stick) sistem, panel sistem ve yarı panel sistem olmak üzere üç şekilde oluşturulmaktadır.



Şekil 3.43.Çift kabuk cepheyi ana taşıyıcılara bağlayan tespit bileşenlerinin perspektifi¹⁵⁶

¹⁵⁴ Çetiner, İ., 2002. Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji Ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi

¹⁵⁵ Lakot, E., 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi

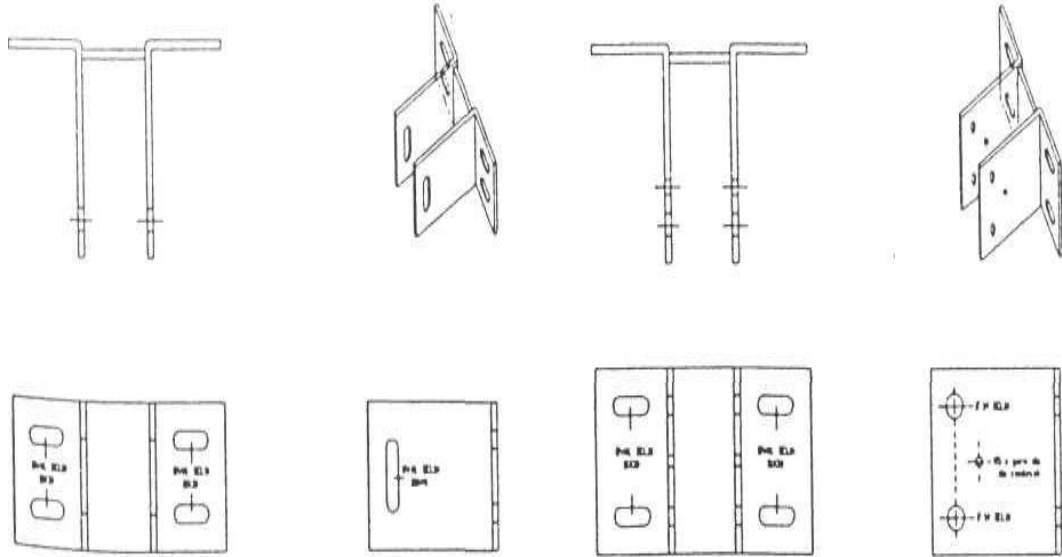
¹⁵⁶ Tatlı G. E., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

Çubuk (stick) sistem, bina cephesine aks aralıklarında düşey çubukların asılması ve bunların arasına yatay kayıtların ve cam panellerin monte edilmesinden oluşan sistemdir. Çubuk sistem, ülkemizde yaygın olarak tatbik edilen bir sistemdir, diğerlerine nazaran ucuz, fakat yatay ve düşey hareketlere karşı uyumu zayıf, montajda hata yapılma oranı yüksektir. Büyük yüzeyler için, montaj hata riski oldukça yüksek olduğundan, yüksek yapılar için tavsiye edilmemektedir.¹⁵⁷

Panel sistem, cam panellerin taşınabilir olduğu ve bir kat yüksekliğinde elemanlar halinde, fabrika da hazırlanıp şantiye de monte edildiği sistemlerdir. Çubuk sisteme göre daha pahalı bir sistemdir. Ancak çok hızlı bir montaj imkanına sahiptir.

Yarı panel sistem, şantiyede monte edilmiş taşıyıcı ızgaraya, fabrikada hazırlanmış cam panellerin monte edildiği sistemlerdir. Çubuk sistemin ekonomik tarafı ile panel sistemin yüksek yapılar için önemli bir özelliği olan, bina hareketlerine uyum kabiliyetinin birleştirilmiş bir şeklidir.

Tespit bileşenleri (ankraj profilleri, baskı profilleri, kenetler, vida, dübel, cıvata, macun, conta vb.) ise, taşıyıcı ızgaranın, bina taşıyıcısına, saydam ve opak panelin taşıyıcı ızgaraya ve taşıyıcı ızgarayı oluşturan yatay ve düşey çubukların birbirlerine monte edilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

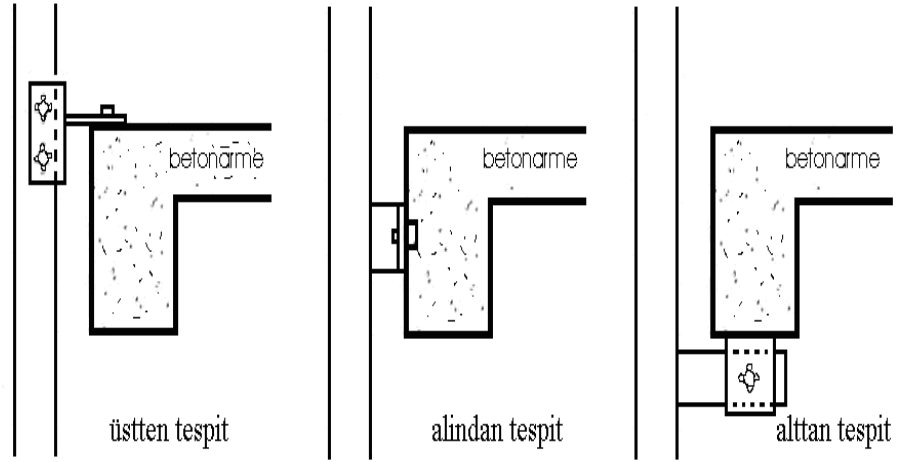


Şekil 3.44. Değişik Ankrajlara Ait Çizimler¹⁵⁸

¹⁵⁷ Oktuğ, Y., ‘‘Alüminyum Giydirmce Cephe Sistemleri’’

¹⁵⁸ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

Tespitte iki net ayrım vardır; bir yanda mekanik bağlantı, öte yanda cephe ve kaba yapı arasında geçirimsizliğin (sızdırmazlık, su geçirmezlik) sağlanmasıdır.¹⁵⁹



Şekil 3.45. Cephe Paneli ile Taşıyıcı Strüktür Arası Tespit Yeri Olasılıkları¹⁶⁰

Bu bileşenler, paslanmaz çelik ya da alüminyum alaşımlardan üretilmektedirler. Saydam ve opak panelin taşıyıcı ızgaraya tespitinde kullanılan tespit bileşenleri ise, sızdırmazlık sağlanması amacıyla kullanılan macun ve contalardır.¹⁶¹ Yatay ve düşey çubukların birbirlerine birleştirilmesi için ise, alüminyum ya da paslanmaz çelik köşe takozları kullanılır. Uygulamadan önce, ankraj elemanlarını etkileyecek koşulların karşısındaki davranışı daha önceden tespit edilebilir olduğu için, detaylarının çizilmesi zorunludur. Bir tespit düzeninin etüdü ve tasarımı, kaba yapının durumuna, hafif cephenin tasarımına, yerel iklim koşullarına ve binanın önemine bağlı olarak her durum için ayrı yapılmalıdır.

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

- Tespit düzeni, etkisi altında bulunduğu yükleri deformasyona uğramadan taşımali ve ayrıca bir ayarlama imkanı vermelidir.
- Cephenin elemanlarına hareket (deplasman) yapabilme imkanı vermelidir.
- Mekanik yüklenmelere uygun biçimde mukavemetli olmalıdır.

¹⁵⁹ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁶⁰ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁶¹ Çetiner, İ., "Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım", Doktora Tezi

- Bina durduğu sürece gerekli fonksiyonları yerine getirmeli yani dayanıklı olmalıdır.
- Cephenin montaj ve demontaj kolaylığını sağlamalıdır.¹⁶²

3.3.4.3. Havalandırma Boşluğu

Çift kabuk cephe sistemlerinde, kabuklar arası boşluğun ölçüleri 20-150 cm arasında değişiklik göstermektedir. Kabuklar arası mesafe belirlenirken hava akımının sağlanması, yaratacağı baca etkisi ve cephedeki rüzgarın yarattığı basınç önem kazanmaktadır. Boşluk mesafesinin 50 cm. den fazla olduğu cephe örneklerinde, yürümeye olanak sağlayan ızgaralar, iç ve dış kabuğun temizlenmesi ve bakım çalışmalarının kolay olmasını sağlar. Boşluk mesafesini 50 cm. den az olduğu örneklerde ise, cephe kabuklarının bakım ve temizliği için iç kabukta bulunan camlar açılır, böylelikle boşluğa ve dış cephe kabuğuna ulaşılır, ancak bu durum doğrama maliyetini arttırmaktadır.¹⁶³ Havalandırma boşluğu, dış ve iç hava arasında tampon bölge oluşturmaktadır. Boşluktaki havalandırma için, cephenin altında ve üstünde yer alan menfezler kullanılır. Menfezler, kışın ısı depolamak için kapanır, yazın ise ara boşluğu soğutmak için açılır. Havalandırma boşluğunun içindeki ve dışındaki açıklıklarının tipini, boyutunu ve konumunu belirlerken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır.

- Yüksek katlı binalarda dıştaki açıklıkların tipi, boşluktaki hava akımı ve akış hızını etkilemektedir. İçteki açıklıkların tipi ise, iç mekân havalandırmasını ve kullanıcılarının termal konforunu etkiler.
- Açıklıkların boyutu ise, boşlukta oluşacak hava akımı ve akış hızına bağlı olarak boşluğun sıcaklık derecesini etkilemektedir.
- İçteki ve dıştaki açıklıkların konumu da, havanın, boşluğa giriş- çıkış yerini ve buna bağlı oluşacak akım yönünü belirlemektedir.¹⁶⁴

3.3.4.4. Güneş Kontrol Elemanları

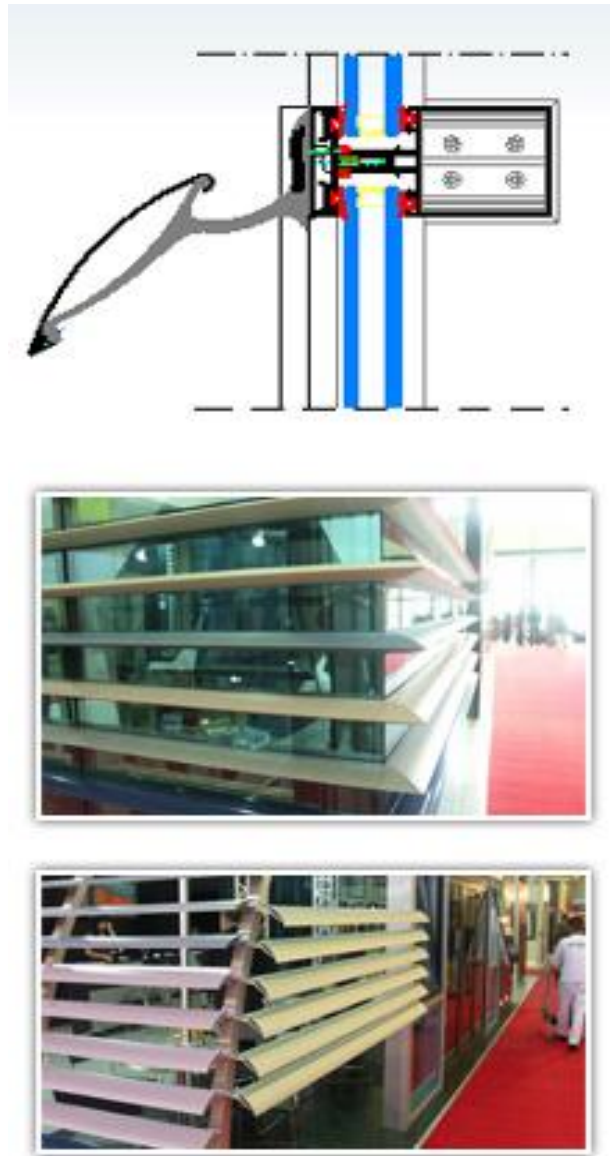
Çift kabuk cephe sistemlerinin uygulanması ile beraber güneş kontrol elemanları, cephe kabukları arasındaki boşluğa yerleştirilmeye başlanmıştır. Güneş kontrol elemanlarının temizliği ve bakımı, cephe kabukları arasındaki boşluğun, genişliği 50

¹⁶² Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁶³ Kocaman, E., 2002. Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler, Yüksek Lisans Tezi

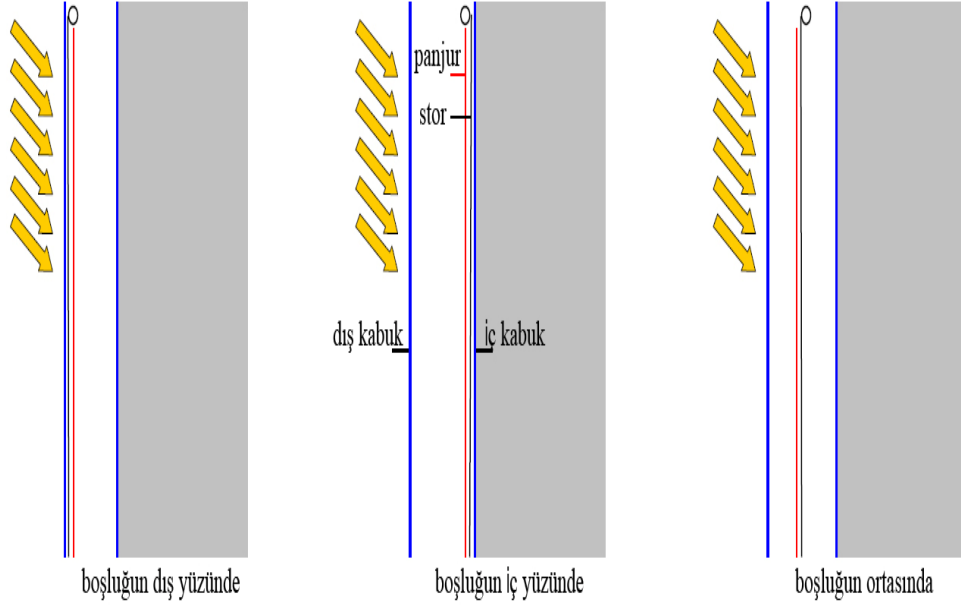
¹⁶⁴ Poirazis H. (2004) Double Skin Facades for Office Buildings

cm. den fazla ise, kabuklar arasındaki boşluğa yerleştirilmiş ızgaralar; 50 cm. den az ise, iç kabuğun içindeki açılır cam elemanlar aracılığıyla yapılmaktadır. Bu elemanlar, genellikle alüminyumdan yapılmalarına rağmen, ahşap ya da cam malzemeden de üretilebilmektedirler. Güneş kontrol elemanlarının kabuklar arasında yerleştirildikleri yerler, güneş ısısının binaya olan etkisinde önem taşımaktadır. Ayrıca bu elemanların, iç kabuğa yakın olması da, boşluktaki havanın aşırı ısınmasına neden olur. Lund Institute of Technology'nin yapmış olduğu testler sonucunda, güneş kontrol elemanlarıyla dış kabuk arasındaki mesafenin en az 15 cm olması önerilmiştir.



Şekil 3.46. Güneş kontrol elemanı detayı

Enerji etkin cephe tasarımında kullanılan güneş kontrol elemanlarının tipi (jaluzi, panjur, stor, kepenk vb.), konumu (dışta, içte, ortada) ve geometrisi; cephedeki hava boşluğunun termal özelliklerini, boşlukta oluşan hava akımını ve kullanıcıların görsel konforunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu kontrol elemanlarının sabit, elle kumanda edilen ve binanın otomasyon sistemine bağlı olarak çalışan hareketli tipleri vardır.



Şekil 3.47. Çift kabuk ara boşluğundaki panjur ve storların olası konumları¹⁶⁵

Bu elemanlar sayesinde, özellikle yaz aylarında istenmeyen güneş ısınım kazancı kontrol altına alınmakta ve binanın soğutma yüküne olumlu yönde etkisi olmaktadır. Güneş kırıcılar, binanın kullanım sürecinde cephede gerçekleşecek bakım, onarım ve temizlik gibi eylemlere engel olmaması için, genellikle iç ya da dış kabuğa yakın yerleştirilir.¹⁶⁶

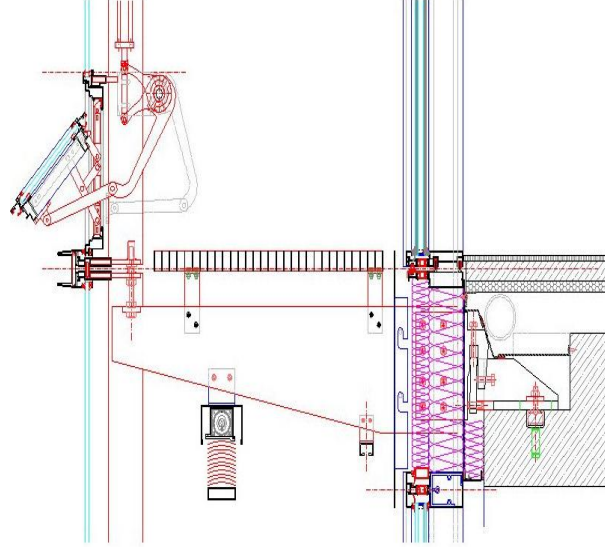
3.3.4.5. Yürüme Yolu

Yürüme yolu, kabuklar arasında kalan, iç kabuk ile dış kabuk arasında bir köprü oluşturan, birleştiren, taşıyıcı elemanlara ya da cephe ana taşıyıcılarına uygulanan,

¹⁶⁵ Ünal M., 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistemik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

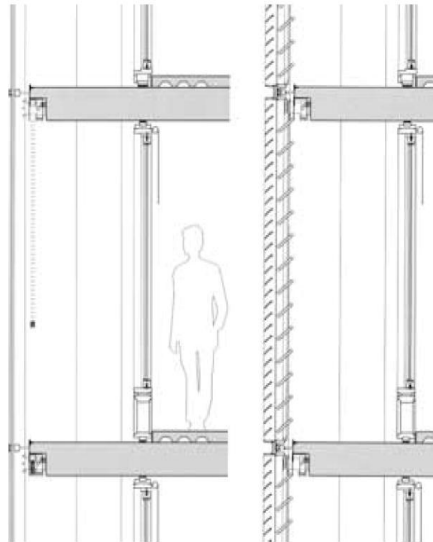
¹⁶⁶ Özler, M.E. (2003) Akıllı Binalarda Enerji Etkin Tasarım Parametreleri, Yüksek Lisans Tezi

galvanize çelik ya da ahşap panellerden oluşan çift kabuk cephe bileşenidir. Yürüme yolu, güneş kırıcı elemanların bu boşluk içerisinde imalatına ve kabukların bakım ve onarımına olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.48. Galvanize çelik yürüme yolu düşey kesit örneği¹⁶⁷

Yürüme yolunun genişliği, iki kabuk arasındaki boşluğun boyutlarıyla genelde doğru orantılıdır. Koridor tipi cephe sistemleri ise, genellikle ya betonarme kat döşemesinden ya da hava geçirimsiz şekilde kaplamalı çelik döşemeden oluşturulmaktadır.



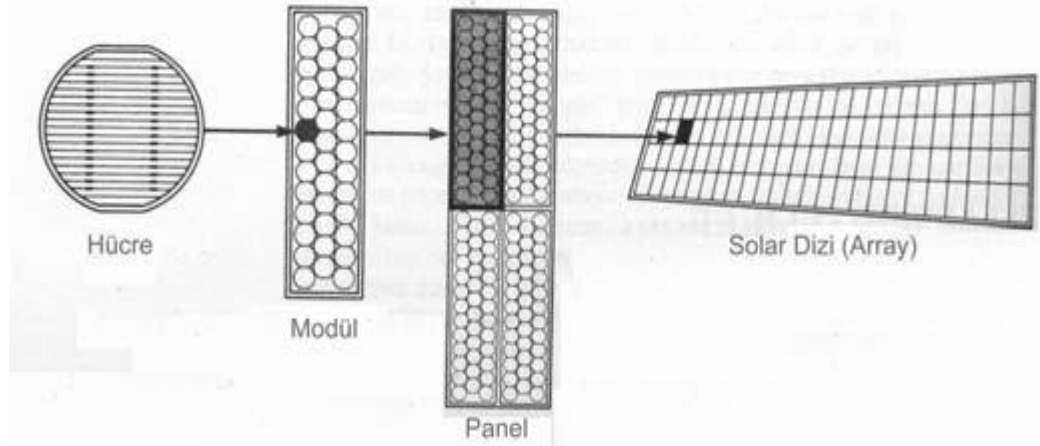
Şekil 3.49 Deutsche Messe Ag Yönetim Binası cephe sistem kesitleri

¹⁶⁷ **Tatlı G. E.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

Enerji etkin cephelerde uygulanan bu yürüme yolu, aynı zamanda ses ve duman dağılmasına karşı bir bariyer oluşturmaktadır.

3.3.5. Fotovoltaik (PV) Cephe Sistemleri

Fotovoltaik (PV) cephe sistemleri, Temel yapı taşı, silikon malzeme olan ve çoğunlukla monokristal silikon, multikristal silikon, amorf silikon, kadminyum tellür (CdTe), bakır indium diselenid (CIS) türlerinde üretilen bir veya daha fazla fotovoltaik panelin birleştirilmesiyle, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren yarı iletken sistemlerdir. Güneş hücreleri biri pozitif, diğeri negatif olan iki katmandan oluşan yarı iletken bir maddedir. Güneş ışığı yüzeye ulaştığında katmanların önünde ve arkasındaki temas



Şekil 3.50. Fotovoltaik paneller¹⁶⁸

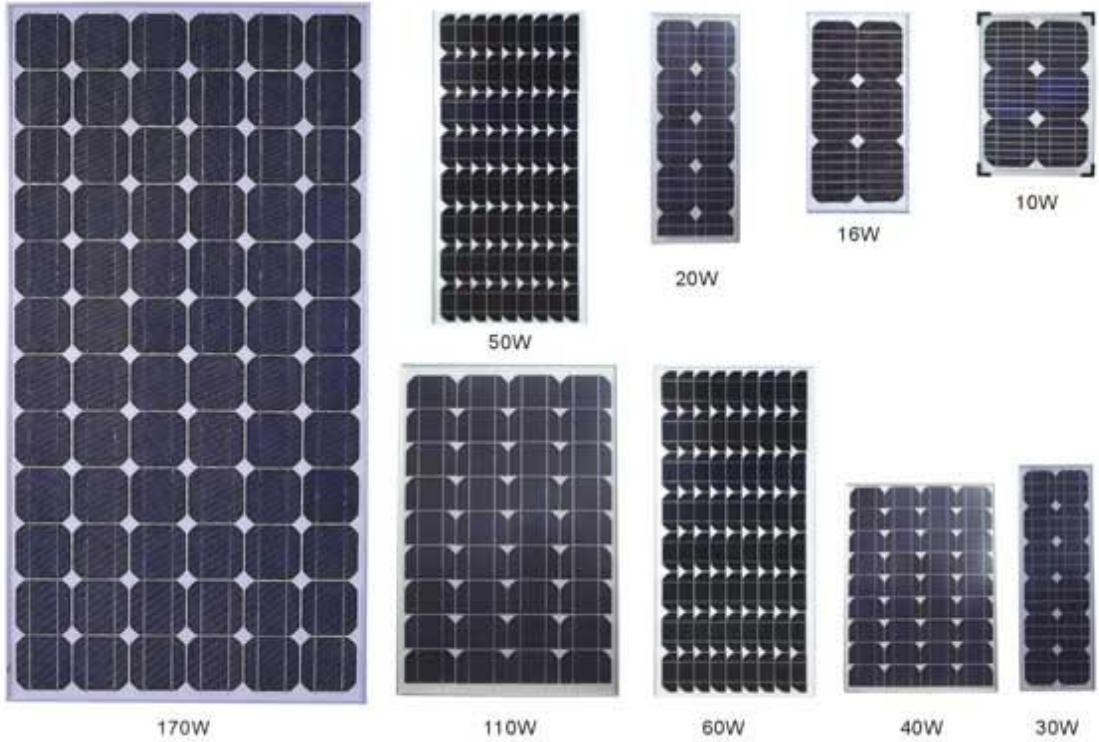
noktalarında elektrik gerilimi meydana gelmekte, bu temas noktalarının bağlanması ile de akım oluşmaktadır. Diğer adı güneş gözeleri olan bu hücreler, biçim ve ebat olarak değişiklik gösterebilir, genelde boyutları 10X10 cm., kalınlıkları ise mikrometre ile ölçülecek kadar incedir.¹⁶⁹

Fotovoltaik sistemler, ilk kez 1839 yılında Fransız fizikçi Edmund Becquerel tarafından araştırılmıştır. Becquerel, elektrolit içerisine daldırılmış elektrotlar arasındaki gerilimin, elektrolit üzerine düşen ışığa bağımlı olduğunu gözlemleyerek fotovoltaik olayını bulmuştur.

¹⁶⁸ Çelebi, G., 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri

¹⁶⁹ Boduroğlu, Ş. ve Kariptaş, F. S., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Konutlarda Kullanımı

Enerji kazanımını artırmak amacıyla birden fazla güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine uygulanır. Bu sisteme, güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller, birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç watttan megawatlara kadar sistem oluşturulur.¹⁷⁰



Şekil 3.51. Farklı fotovoltaik modüller

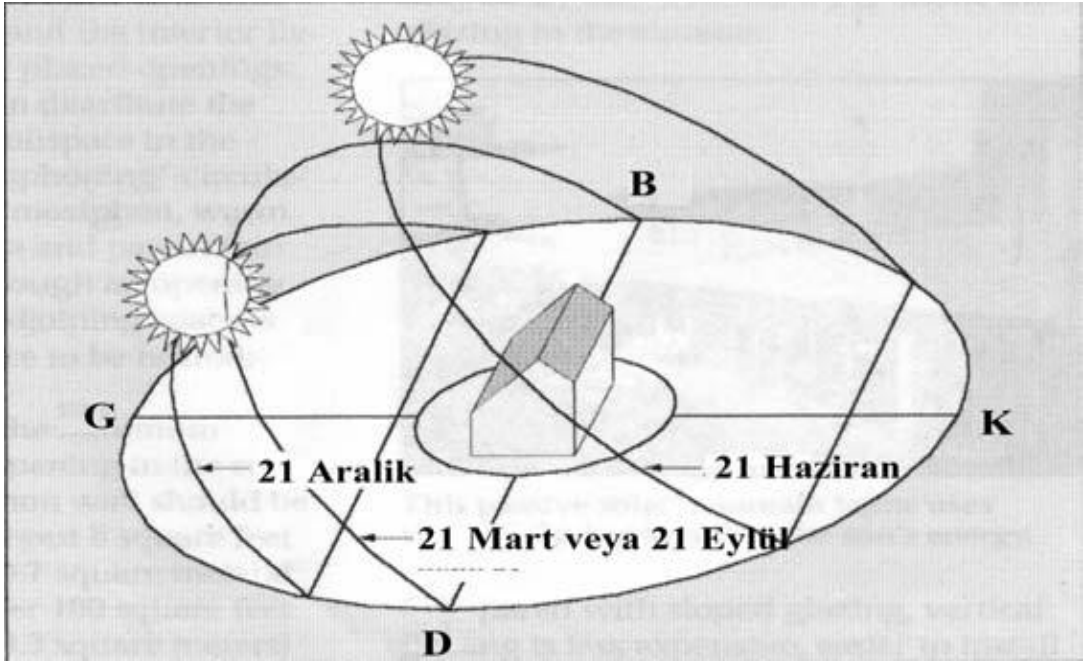
1914 yılında yapılan çalışmalarla fotovoltaik diyotların verimliliği %1 değerine ulaşsa da, gerçek anlamda, güneş enerjisini %6 verimlilikle elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik diyotlar, ilk kez 1954 yılında Chapin tarafından silikon kristali üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Coğrafik konum (enlem), topografya, iklim, ortalama güneş ışınımı, ortalama sıcaklık, PV modüllerin binalara uygulanmasında önemli etmenlerdir.

Fotovoltaik sistemlerin uygulama sürecinden önce, coğrafi konum, PV yüzeyin yönü ve açısı, güneş ışınımı, yağış oranı, nem, toz, rüzgar etkisi ve sismik koşulların, tasarım aşamasında araştırılması panellerin entegrasyonunda kolaylık sağlayacaktır. PV uygulamasının yapılacağı yerin, yıllık güneş ışığına maruz kalma süresi ve miktarı çok iyi incelenmelidir. Bulunan bu aydınlanma değerlerine göre tasarım hesaplamaları yapılmaktadır. Ayrıca fotovoltaik paneller seçilirken, doluluk-boşluk

¹⁷⁰ www.yesaenerji.com

oraniyla görselliği, işitsel ve ısısal konforu destekleyecek şekilde detaylandırılmalıdır. Fotovoltaik panelin eğim açısı, güneş ışığının dik veya dike yakın gelmesini sağlamalıdır. Kuzey yarımkürede güneş, kış aylarında yeryüzüne daha yakındır ve daha eğiktir. Bu nedenle, düşey kabuk, kış günlerinde güneş ışınımından daha fazla kazanç sağlamaktadır. PV panellerin, kullanıldığı yerde etkili olabilmesi için, maksimum güneş ışınımını alacak biçimde yerel enleme uygun bir açı ile güneşe yönlendirilmelidir. Kuzey yarımkürede, güney, güney-doğu ve güney-batı yönleri PV uygulamaları için uygun yönlerdir.¹⁷¹



Şekil 3.52. Güneş ışınlarının mevsimlere göre gelme durumu¹⁷²

1990'lara kadar PV panellerin yatay kabuktan daha fazla yararlandıdığı düşünülerek binanın çatısına uygulanıyordu. Türkiye'de 1000 w/m^2 ışınım altında yapılan bir çalışmada, direk güneşe maruz kalan panellerin aşırı ısınmasıyla gücünün azaldığı kanıtlanmıştır. Her 10°C sıcaklık artışı, verimde %1'lik bir düşüşe neden oluyordu. Aşırı ısı yükleri, PV panellerin arka yüzünün havalandırılması ve uygun panel eğiminin ısınım eğimine göre seçilmesiyle azaltılabilmektedir.¹⁷³ Bu sorunun çözümünde, PV panellerin, binanın güney kabuğunda kullanılmasıyla daha verimli bir performans göstereceği ispatlanmıştır.

¹⁷¹ Özdoğan, H. P. , 2005. Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

¹⁷² Çelebi, G., 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri

¹⁷³ Çakır G., 2011. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi



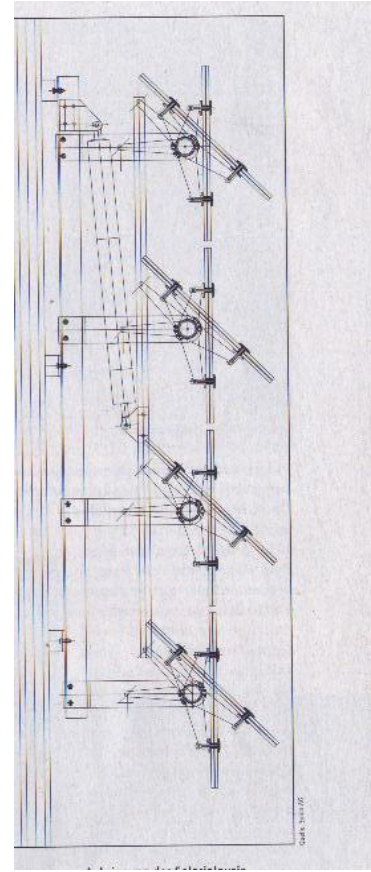
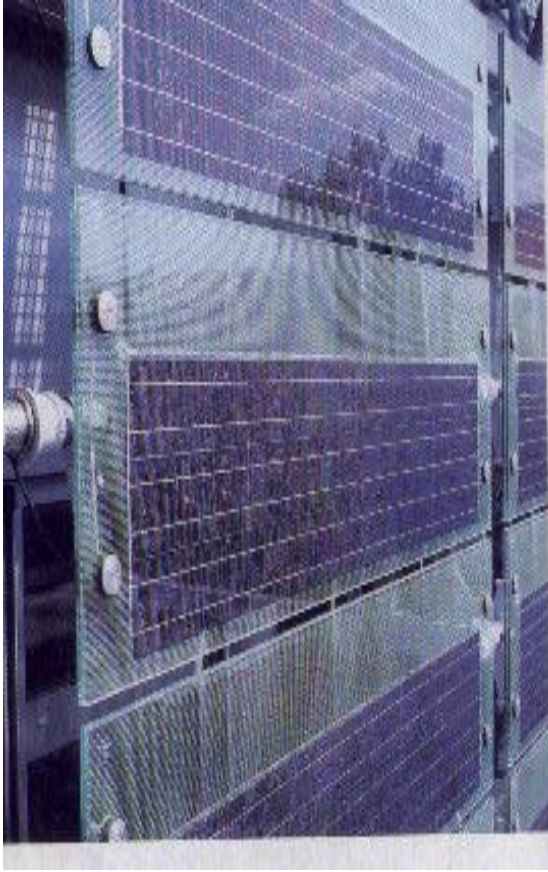
Şekil 3.53. Pv panel uygulama alanları

Fotovoltaik panellerin doğrudan kabuk sistemini oluşturabilme bağlamındaki olumlu ve elektrik üretme özelliği, akıllı kabuk tasarımını etkilediğinden dolayı, önümüzdeki yıllarda aranılan önemli bir yapı elemanı olacağını göstermektedir. Fotovoltaik paneller, cephe sisteminin üzerine uygulandığı gibi, doğrudan yapı kabuğunu da oluşturabilmektedir. Bina cephesinin cam olması halinde, doğal ışığı denetleme görevini üstlenen gölgeleme elemanı veya doğal ışığı yapı içine kontrollü bir şekilde alabilmek için yarı şeffaf ya da opak pencere olarak kullanılabilirler.¹⁷⁴ PV modüllerin sabit veya hareketli güneş kırıcı olarak cephe ve saçaklara uygulanması da olanaklıdır.



Şekil 3.54. Pv panellerin cephedeki uygulama alanları

¹⁷⁴ Boduroğlu, Ş. ve Kariptaş, F. S., Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Konutlarda Kullanımı



Şekil 3.55. Pv panellerin cephedeki uygulama alanları ve detayı¹⁷⁵

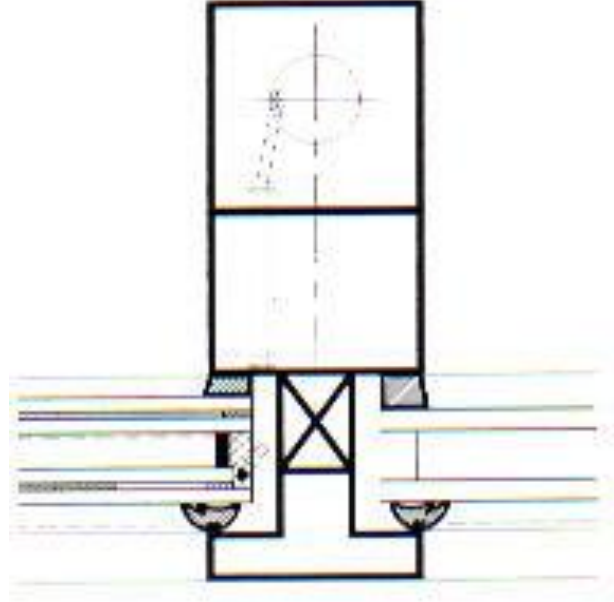
PV panellerin kabukta kullanılabilmesi için, modülleri bir çerçeve ile sınırlandırmak gerekmektedir. Ön üretilmiş modüller, ya çıkıntılı/klipsli bir çerçeve içine basınçla yerleştirilir ya da yük taşıyıcı silikon yapıştırıcı ile taşıyıcı bir çerçeve içine veya levhaya monte edilerek yapıda kullanılabilir hale getirilir. Her iki sistemde de derzlerde hava ve su sızdırma sorunları çıkabilmektedir. Derz sorunlarını en aza indiren çift camlı PV panellerde ise, dış tabakanın iç kısmına PV modülleri yerleştirilerek bir kabuk elde edilebilir.¹⁷⁶ Ön yüzeyi, temperli cam gibi ısıya dayanıklı saydam bir tabaka olan fotovoltaik panellerin, cam, polyamid veya paslanmaz çelik bir levhaya lazer yardımıyla, birbirine yapıştırılması da başka bir yöntemdir.

İç katmanın hava geçirimsiz olması ve iki katman arasında ısınan havanın mekan içine aktarılması ile mekana ek ısı kazancı da sağlanabilir. Bu özellikleri ile çift

¹⁷⁵ Özbaltı G. T., Fotovoltaik Teknolojisi İle Bina Kabuğunun Değişen İşlevleri ve Yüzeyleri

¹⁷⁶ Celebi, G., 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri

katmanlı PV paneller, bina kabuğunda aktif olduğu kadar, pasif etkili olarak kullanılabilen bir yapı elemanı olarak da önem kazanmaktadır.



Şekil 3.56. Pv panel uygulama detayı¹⁷⁷

PV panellerin yüzey kirliliği, performansını etkileyen önemli etkenlerden biridir. Yapılan araştırmalar, yüzey kirliliğinin, PV panellerin performansını %3.5 oranında düşürdüğünü göstermektedir. PV sistemleri, yeryüzünde çok miktarda bulunan silisyumdan üretilse de, günümüzde oldukça pahalı bir malzemedir. Maliyetinin yüksek olmasının nedeni, pahalı üretim yöntemleri ve talep azlığı olarak sıralanabilir. Bir fotovoltaik panelin ömrünün 30 yıl olduğu düşünülürse, yüksek maliyetli olan bu sistemler gerçekte uzun vadede büyük kar sağlamaktadır.¹⁷⁸ Dünyada kullanılan toplam elektrik enerjisinin yaklaşık 17.000 twh olmasına karşın dünya yüzeyine yalnız bir günde gelen güneş enerjisinin 174.000 twh olduğu göz önüne alındığında, bu tükenmez enerjiden yararlanmak daha da önem kazanmaktadır. Başta Almanya, Amerika, İspanya ve Japonya gibi ülkelerin uyguladıkları teşviklerle, PV paneller, Japonya'da 300.000, Almanya'da 150.000 ve Amerika'da 500.000 den fazla binaya monte edilmiştir.¹⁷⁹

¹⁷⁷ Özbalta G. T., Fotovoltaik Teknolojisi İle Bina Kabuğunun Değişen İşlevleri ve Yüzeyleri

¹⁷⁸ Altın M., Binaların Enerji İhtiyacının Fotovoltaik Bileşenli Cepheler İle Azaltılması

¹⁷⁹ Anonim

Fotovoltaik piller ile enerji üretmenin avantajları:

- Mevcut sistemlerden farklı olarak, herhangi bir fosil yakıt tüketmeden bağımsız olarak enerji üretmesi,
- Kullanılan yakıt için para vermeye gerek yoktur,
- Kurulumundan sonra uzun yıllar sorunsuz olarak çalışmaktadır,
- Sistemin hareketli parçaları az olduğundan, az bakım gerekir,(elektrik üretiminde kullanılan jeneratörler, rüzgar ve hidro-elektrik türbinleri sürekli bakıma gerek duyarlar.)
- Hareketli parçaları az olduğundan şimşek, rüzgar, kum fırtınası, ısı, nem, kar ve buz gibi doğa olaylarına dayanıklı sistemlerdir,
- Enerjiye ihtiyaç olan yerde üretildiği için taşıma maliyeti yoktur,
- Enerji kaynağı ile kullanım yeri arasında uzun kablolar ve bağlantı elemanları olmadığı için, arada kaybolan güç kaybından tasarruf edilmiş olur,
- Modüler sistemler oldukları için artan enerji ihtiyacına bağlı olarak, sistem rahatlıkla arttırılabilir.

Fotovoltaik piller ile enerji üretmenin dezavantajları:

- Kullanılabilir düzeyde elektrik enerjisi üretimi için geniş alıcı yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır,
- Güneş ışınımı sabit ve sürekli olmadığından depolama için boş alan gereklidir,
- Enerji eldesi, sadece güneş ışınları dik geldiği zamanlarda olduğu için, kış aylarında az ve geceleri de hiç yoktur,
- İlk yatırım masrafları fazla olduğundan, başlangıçta ekonomik bir sistem olarak görülmemektedir,
- Güneş ışınlarından faydalanan sistemin güneş ışığını sürekli alabilmesi için, çevresinin açık olması ve sistemin gölgede kalmaması gereklidir,
- Fotovoltaik malzemelerin geri dönüşümü olmadığı için, ömrünü tamamlayan ve değiştirilmesi gereken malzemenin, türlerine göre ayrıştırılması ve ona göre imha edilmesi gereklidir.¹⁸⁰

¹⁸⁰ **Özdoğan, H. P.** , 2005. Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi

4. EKOLOJİK MİMARİ CEPHE KAPLAMA ÖRNEKLERİ

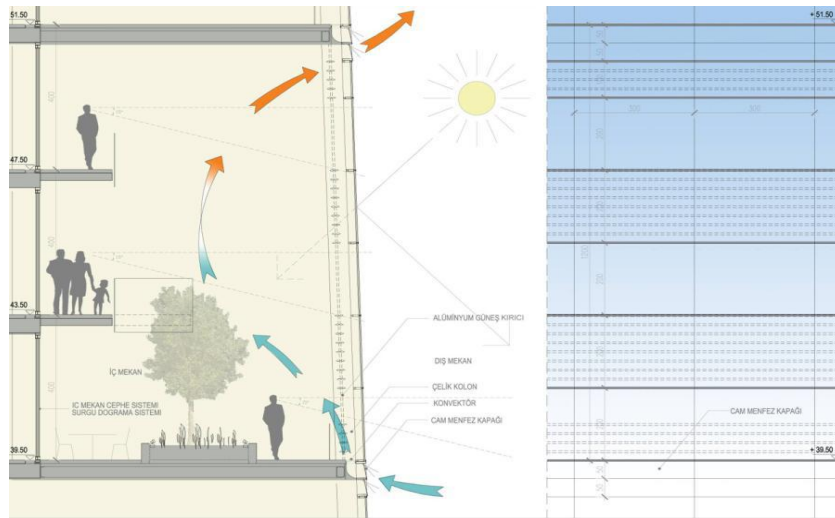
4.1. Türkiye’de Yapılan Enerji Etkin Mimari Çalışmaları

Sapphire, İstanbul

Yapım yılı: 2006

Mimari: Tabanlıoğlu Mimarlık

Cephe Tipi: Binanın çevresi, birbirinden bağımsız iki kabuktan oluşmaktadır. Cephe boşluğu her katta kapatılmıştır. İç mekanları, dışta oluşturulan kabuk yardımı ile olumsuz meteorolojik koşullardan ve sestan korunmaktadır. Bu şeffaf kabuk aynı zamanda iç mekan-dış atmosfer arasında tampon bölge oluşturmakta ve gün ışığının içeriye yansımaları, otomatik kontrol storları yardımıyla ayarlayan bir perdeleme sistemi ile kontrol edilmektedir. Ayrıca bu bölgenin bazı noktalarında yaşam alanları oluşturulmuştur. İstanbul Sapphire, mimari tasarım gereği çift cepheli bir binadır. Çift cephe uygulaması ilk kez bu yapıda denenmiştir. İki cephenin arasında kalan hacim bahçe atriumu olarak tasarlanmıştır. Bu hacim; kesinlikle iklimlendirilmemekte, cephe fonksiyonu sayesinde doğal olarak havalandırılmaktadır. Menfezler ve teknik donanımla sağlanan doğal havalandırma sayesinde “nefes alan bina”, iklimlendirme için daha az enerji tüketmektedir. Ayrıca dış cephe ve iç cepheler arasında çeşitli iklimlendirme alanları düzenlenmekte, bu tampon bölümlerde, ayrıca, binanın işletim destek sistemleri ve mekanik sistemler bulunmaktadır. Dış havayı içeri alıp sirküle ettirme prensibiyle tasarlanmış valf sayesinde, iki kabuk arasındaki havanın ısı ve nem kontrolü sağlanmaktadır.



Şekil 4.1. Sapphire çift kabuk detayı

Güneş Kırıcılar: Binanın dış kabuğunda mevcut



Şekil 4.2. Sapphire cephe görünüşü

Levent Ofis Binası, İstanbul

Yapım yılı: 2010

Mimar: Swanke Hayden Connell Architects, Mimar Prof. Juan Pablo Molestina

Cephe tipi: Cephe sistemi, kat yüksekliğinde çift kabuk tipindedir. Cephe boşluğu her katta tavanda ve döşemede kapatılmıştır. Kabuklar arası havalandırma, tavana ve döşemeye yerleştirilen menfezlerden yapılmaktadır. Katlar arasında hava geçişi olmamaktadır.

Güneş kırıcılar: Dış kabukta dikey alüminyum tüpler yer almaktadır. Ayrıca etkin bir kabuk elemanı olarak plantasyon kullanılmıştır. Bitkilendirilmiş cephe, görsel olarak getirdiği zenginliklere ek olarak, gölgeleme etkisi yaratan bir tampon bölge oluşturmuş, bu sayede, güneşten kaynaklı soğutma yüklerini azaltmıştır. ASHRAE standartlarındaki binalara oranla % 34 daha enerji verimli olacağı öngörülmüştür.



Şekil 4.3. Levent ofis binası çift kabuk cephe detayı ve havalandırma şeması



Şekil 4.4. Levent ofis binası cephe görünüşü

Levent ofis binası Türkiye’de Leed sertifikasını alan yapı örneklerinden biridir.

4.2. Avrupa'da Yapılan Enerji Etkin Mimari Çalışmaları

Galeries Lafayette Binası, Berlin - Almanya

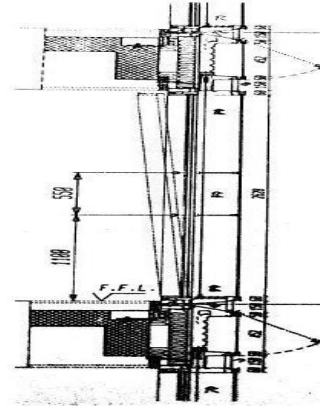
Yapım yılı: 1995

Mimarı: Jean NOUVEL

Cephe Tipi: Çok katlı çift kabuk cephe şeklinde düzenlenmiştir. Ofisler yılın büyük bir kısmında doğal havalandırma ile havalandırılmaktadır. Ortam sıcaklığı düştüğünde ya da yükseldiğinde mekanik havalandırmayla optimum düzeye getirilir. İç ve dış cephe açıklıkları her katta bulunmaktadır. Doğal havalandırma açıklıkları sürekli açıktır ve kuşlara karşı tellerle önlem alınmıştır. Cephe paneli 29 mm. kalınlığında yalıtımlı cam üniteden oluşmaktadır. 8 mm.lik cam dış yüzeyde, 6 mm.lik low-e cam iç yüzeyde ve arası argon gazı ile dolu çift cam kullanılmıştır.



Şekil 4.5 Galeries Lafayette Binası



Şekil 4.6. Cephe görünüşü ve detayı

Güneş Kırıcılar: 200 mm.lik kabuklar arasındaki delikli ve çelik panjurlar güneş kırıcı görevi üstlenmektedir.

Victoria Ensemble Binası, Almanya

Yapım yılı: 1996

Mimari: Thomas van den Valentyn

Cephe tipi: Merkezi sistem, dış sıcaklığın düşük olduğu zamanlarda kapakları kapalı tutar. Cepheler arasındaki boşluk ısı yalıtımının en üst seviyede yapılmasını sağlar. Eğer hava sıcaklığı yüksekse, kapaklar açılarak cephe boşluğunun havalanmasına izin verir ve fazla ısınmasını engeller. Bu sistemle değişken hava koşullarında binanın aşırı ısı değişiklikleri oluşmasını engeller. Ara boşluk doğal olarak havalandırılmaktadır. Bina otomasyonu farklı hava koşullarında en uygun ısı derecesini sağlar. İçeriye hava alınması, binanın tabanındaki açıklıklardan; kirli hava atılması da çatıdaki açıklıklardan yapılır.



Şekil 4.7. Victoria Ensemble Binası cephe görünüşü

Güneş kırıcılar: Bütün binanın etrafı boyunca uzanan, gerektiğinde açılıp kapanabilen storlar bulunmaktadır.

Düsseldorf City Gate Binası, Almanya

Yapım yılı: 1997

Mimari: Petzinka Pink ve Ortakları

Cephe tipi: Cephe sistemi, kat yüksekliğinde çift kabuk tipindedir. İki kabuk arası her katta kapatılmıştır. 16000 m² çift kabuk cephe alanı vardır. Yapının havalandırılmasını sağlayan açıklıklar her katın tavan ve döşemesine yerleştirilmiştir. Bu cephe sistemi her katta kapatıldığı için katlar arasında hava sirkülasyonu olmamaktadır. Orta boşluktaki doğal havalandırma, odaların yılın büyük bir kısmında doğal yollarla havalandırılmasına izin vermektedir. Kabuklar arasındaki koridor genişlikleri 90 ve 140 cm.dir. Bina yılın %70-75'inde doğal havalandırma ile havalandırılabilir. Hava şartlarının doğal havalandırmaya olanak vermediği zamanlarda, ilave olarak, mekanik havalandırma binanın havalandırılmasını sağlamaktadır.

Güneş kırıcılar: Dış yapı kabuğunda mevcuttur.



Şekil 4.8. Düsseldorf City Gate Binası cephe görünüşü



Şekil 4.9. Cephe görünüşü

Commerzbank Binası, Frankfurt - Almanya

Yapım yılı: 1997

Mimarı: Norman Foster & Ortakları

Cephe Tipi: Üç katlı kaplanmış dış cephe, sürekli bir cephe boşluğu ve açılabilir pencere iç cepheden oluşmuştur. Kutu tipi çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Dış kabuktaki cam panelin alt ve üst kısımlarında, binanın otomasyon sistemi tarafından kumanda edilen kanallar bulunmaktadır. Bu kanallar açılarak rüzgar ara boşluğa alınmakta ve kabuklar arasındaki boşluk doğal olarak havalandırılmaktadır. Ofislerin doğal havalandırması çift kabuk ve kış bahçesi aracılığıyla olmaktadır. Binanın kabuğunu oluşturan saydam bileşenler çift kabuklu olarak tasarlanmıştır. İçeride döner ofislerin cephesindeki saydam bileşenler ise tek kabukludur. Kabuktaki opak paneller, metal giydirme cephe kaplaması ve izolasyon tabakasından oluşmaktadır. Çift kabuklu saydam bileşen, dışta low-e kaplamalı 8 mm. kalınlığında çift cam; içte ise berrak çift camdan oluşmaktadır. Kabuklar arasında 252 mm. boşluk bulunmaktadır.



Şekil 4.10. Commerzbank Binası görüşleri

Güneş Kırıcılar: Havalandırma panjurları, boşluğun alt ve üst noktalarına yerleştirilmiştir. Boşluk içerisinde, kullanıcı tarafından kontrol edilebilen, metal jaluzi bulunmaktadır.

Debis Merkez Ofisi, Berlin – Almanya

Yapım yılı: 1997

Mimarı: Renzo Piano, Christopher Kohlbecker

Cephe Tipi: Çok katlı panjurlu çift cephe şeklinde tasarlanmıştır. Dış kabuk motorize hareketli cam panjurlardan oluşmaktadır. Ara boşluktaki hareketli panjurlar sayesinde, içeriye alınan ısı ve ışık miktarını ayarlamaktadır. Dış kabuğun uygun bir açıyla açılması cephe boşluğundaki sıcak havayı uzaklaştırarak havalandırmaya olumlu etki yapmaktadır. Yazları dış kabuktaki panjurlar hava geçişine izin verecek açıya getirilir. Kullanıcılar iç kabuktaki pencereleri doğal havalandırma amaçlı açabilir. Binanın gece ısı da kontrol edilmektedir. Kışları dış kabuk panjurları kapalıdır. Kullanıcılar iç kabuktaki pencereleri açarak kısmen ısınan havayı içeri alabilmektedir. İç cephe alüminyum çerçeveli low-e çift camdan oluşmaktadır. Binanın batı yüzünde duvarlar, alüminyum montaj elemanlarıyla cepheye tutturulmuş terakota cephe kaplaması ile kaplanmıştır.

Güneş Kırıcılar: Hareketli panjurlar iç cepheye bitişik monte edilmiştir. Dış kabuk 12mm kalınlığında otomatik cam panjurlardan oluşmaktadır. Bu panjurlar kapandığında minimum hava geçirmektedir.



Şekil 4.11. Debis Merkez Ofisi cephe görünüşü ve çift kabuk detayı

Eurotheum Tower Binası, Frankfurt – Almanya

Yapım yılı: 1999

Mimarı: Novotny Mahner ve Ortakları

Cephe Tipi: Kutu tipi çift kabuk cephe şeklindedir. Cephe panelleri 1350 mm. genişliğinde, 3350 mm. yüksekliğindedir. Prefabrike olarak yapılan cephe ünitelerindeki cam katman, bir kat yüksekliğinde 6 parçalı olarak yapılmıştır. Çift kabuk ara boşluğu mekanik havalandırmalıdır. Temiz hava, 75 mm. çapındaki deliklerden dikey metal borularla kaplanmış cephenin her yüzeyinden içeri alınır. Sıcak hava, kat hizasındaki açıklıklardan dışarıya atılır. Bu açıklıklar kuşların ve yağmurun girmesini önlemek için panjurla kaplanmıştır. İç cephede, ısı geçirgenliği engellenmiş alüminyum çerçeveli çift camlı elle açılan pencereler bulunmaktadır.

Güneş Kırıcılar: 34 cm.lik çift kabuk ara boşluğuna elektrikle çalışan alüminyum jaluziler yerleştirilmiştir.



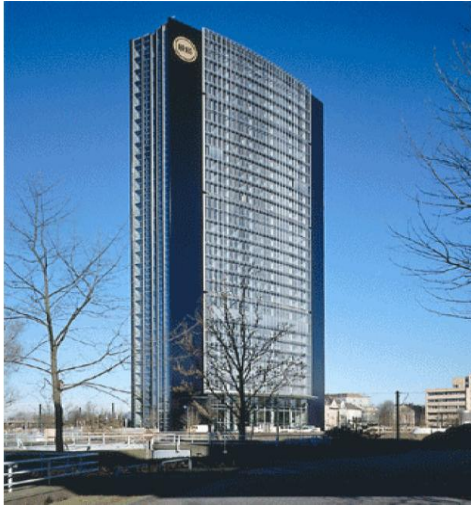
Şekil 4.12. Eurotheum Tower Binası cephe görüntüleri

ARAG 2000 Kulesi, Düsseldorf - Almanya

Yapım yılı: 2001

Mimari: Rhode Kellerman Wawrowsky & N.Foster

Cephe tipi: Cephe, şaft kutu sistem şeklinde tasarlanmıştır. Her kutu pencerenin kendi içinde 15 cm. yüksekliğinde kapalı bir hava emme açıklığı vardır. Bu açıklık sayesinde havalandırma doğru bir şekilde yapılmaktadır. Şaft servis katındaki panjurlu açıklıklardan havalandırılır. Cephe boşluğunun toplayıcı etkisi kışın daha etkilidir. Bu şaft gerektiğinde kapatılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Camdan doğal havalandırma, yılın %50-60'ında yapılabilmektedir. Beklenmeyen hava şartlarında ısı düzeyinin sabit kalması için, mekanik havalandırma ile desteklenmektedir. Mekanik havalandırma (ısıtma ve soğutma sistemi) sistemi, her kat seviyesinde kullanıcıya göre ayarlanabilmektedir. İki kabuğun cam elemanları arasındaki boşluk 92 cm. genişliğindedir. İç kabukta açılabilir pencereler bulunmaktadır ve bu kabukta hava sızdırmaz cam kullanılmıştır.



Şekil 4.13. ARAG 2000 Kulesi cephe görünüşleri

Güneş Kırıcılar: İç kabuğun dış yüzeyine, güneş ışınlarını engelleyici metal panjurlar mevcuttur.

Halenseestrasse Binası, Berlin – Almanya

Yapım yılı: 1996

Mimarı: Hilde Léon, Konrad Wohlage

Cephe Tipi: 10 katlı binanın son 7 katı, koridor tipi çift kabuk cephe şeklinde yapılmıştır. Diğer taraflardaki cephelerde ise tek cam kullanılmıştır. Kabuklar arası mekanik havalandırma gerçekleşmektedir. Temiz hava, düşey borular yardımıyla çatıdan alınıp kabuklar arasındaki boşluktan binayı terk eder. Bu ana şafttan yatay yardımcı borularla boşluk içindeki hava iletimi sağlanır. Gün içerisinde ısınan hava mekanik yolla yenilenir. Kışları, güneş sayesinde ara boşluktaki ısınan hava iç mekanı ısıtmada yardımcı olmaktadır.

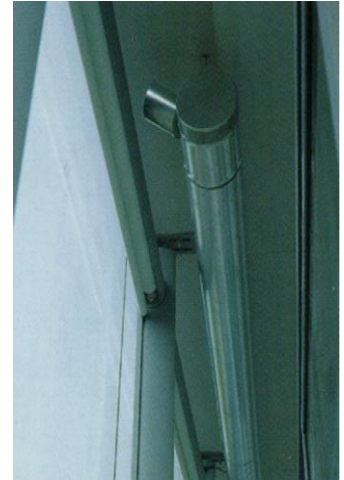
Güneş Kırıcılar: Dış kabuğun iç yüzüne güneş kırıcı storlar monte edilmiştir. Bu sayede yapı, aşırı gelen güneş ışınlarından korunmaktadır.



Şekil 4.14. Görünüş



Şekil 4.15. Kabuklar arası görünüş



Şekil 4.16. Stor ve havalandırma kanalının görünüşü

DB Cargo Binası, Mainz /Almanya

Mimari: Rhode, Kelleman, Wawrowski ve Ortakları

Cephe tipi: Koridor cephe ve kutu pencerenin kombinasyonu şeklinde tasarlanmıştır. Strüktürel akslarda düşey bölünmeler yoktur. Cephelerin arasındaki boşluk dar ve koridor duygusu vermekten uzaktır. Çift kabuk cephelerin konstrüksiyonu pencereden doğal havalandırma şeklinde tasarlanmıştır. Açılmayan cephelerde havalandırma problemleri olabilmektedir. Bu tip mekanlarda kısmi mekanik havalandırma sistemleri kullanılmıştır.



Şekil 4.17. DB Cargo Binası cephe görünüşü

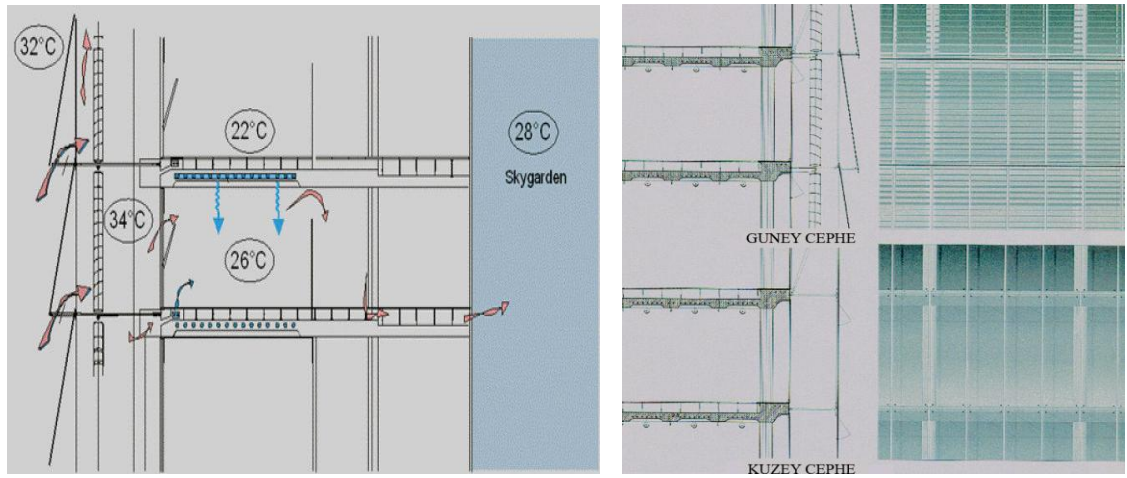
Güneş Kırıcılar: Alüminyum panjur şeklinde yapılmıştır. Panjur uzunluğu 80 cm.dir.

Deutsche Post AG Binası , Bonn - Almanya

Yapım yılı: 2002

Mimari: Murphy/Jahn, Chicago

Cephe tipi: Cephe konstrüksiyonu dokuz kat yüksekliğinde, bina yüksekliğinde çift kabuk cephe şeklinde tasarlanmıştır. Çift kabuk ara boşluğu, mekanik ve doğal olarak havalandırılmaktadır. Kulede ofislerin doğal havalandırmasını sağlamak için hava açıklıkları güney cephesinde bulunmaktadır. İç kabukta yer alan güneş kırıcı elemanlar, mekanik olarak ayarlanarak hava girişi kontrol edilir.



Şekil 4.18. Deutsche Post AG Binası cephe görünüşü ve detayı

Yapının kuzey cephesinde de hava kapakları yer almaktadır. Dış cephedeki bütün açıklıklar merkezi sistemden kontrol edilen elektrikli motorlarla hareket ettirilir. Binada çift kabuk cephe otomatik olarak kontrol edilmektedir. Dış kabuk tekli lowiron camdan, iç kabuk ise çift katlı low-e camdan oluşmaktadır.

Güneş kırıcıları: Yapının kuzey tarafında düzlemsel biçimde yerleştirilmiş hava kapakları bulunmaktadır.

Dış cephedeki bütün açıklıklar merkezi sistemden kontrol edilen elektrikli motorlarla hareket ettirilir.



Şekil 4.19 Cephe görünüşü

Deutscher Ring Verwaltungsgebäude, Hamburg - Almanya

Mimarı: Von Bassewitz, Patshan, Hupertz, Limbrock

Cephe Tipi: Koridor tipi çift kabuk cephe sistemi kullanılmıştır. 4 katlı cephenin üstünde, yağmurdan korunmak ve havalandırma amacıyla birbiri üstüne binmiş camlar bulunmaktadır. Dış kabuğun güneş ışınlarını emmesiyle ısınan sıcak hava yükselerek cephenin en üst kısmından dışarı atılmaktadır. Dış kabuk noktasal bağlantılı temperli, ışık kontrollü, tek camlı sistemdir. İç kabuk low-E yalıtımlı, çift camlı pencerelerden oluşur. İç kabukta temizliğin sağlanması için pencereler açılmıştır. Kabuklar arasında yürüme yolu olarak ızgaralar konulmuştur.



Şekil 4.20. Deutscher Ring Verwaltungsgebäude Binası ve kabuk görünüşü

Güneş Kırıcılar: İç kabuğun iç yüzeyine alüminyum panjurlar yerleştirilmiştir.



Şekil 4.21. Cephe görünüşü

Torre Agbar, Barselona/İspanya

Yapım Yılı: 2004

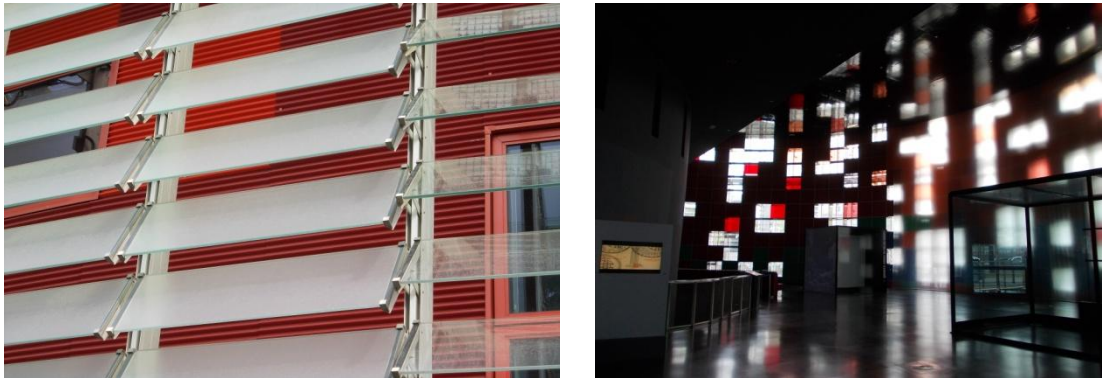
Mimari: Jean Nouvel

Cephe Sistemi: Kule 42 metre yüksekliğindedir. Kat yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır. Gökyüzü mavisi, yeşil ve gri renklere parlatılmış alüminyum, 60.000 levhadan oluşan düz ve buzlu camla kaplanmıştır. Bina boşluğu, üzerinde birbirinden farklı düzenlemelerde pencere boşluklarının yer aldığı beton bir dış kabuğa sahiptir. Bu kabuk, binanın stabilitesini sağlamanın yanı sıra ısıya karşı da bir kalkan oluşturmaktadır. Hareket edebilen camlardan oluşan ikinci kabuk, arkasındaki masif beton duvar için termal bir ara bölge oluşturuyor. Bu şekilde basit ve akıllıca bir yaklaşımla, ileri teknoloji maliyeti gerektirmeyen enerji etkin bir strüktür gerçekleştirilmiştir.

Güneş kırıcılar: sistemin dış kabuğunda panjur sistemi uygulanmıştır.



Şekil 4.22. Torre Agbar kabuk görünümü



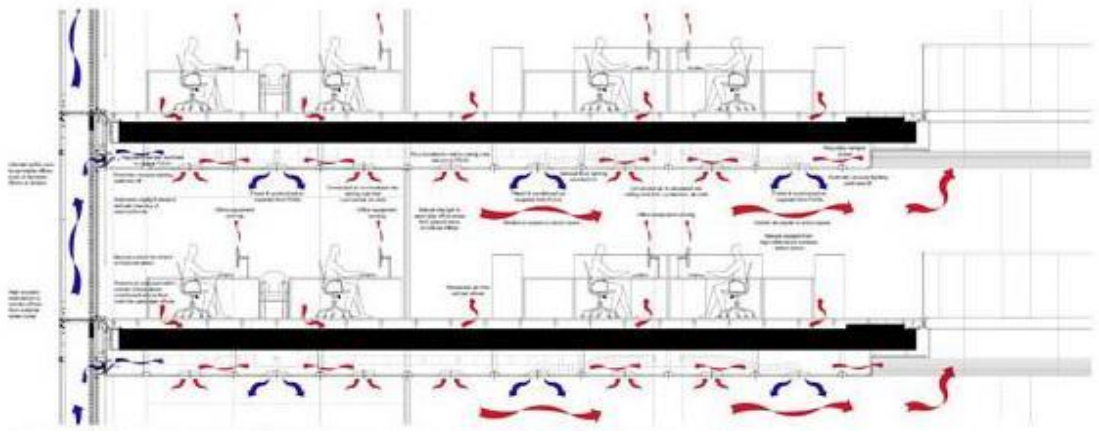
Şekil 4.23. Panjur görünümü ve iç görünüş

McCann FitzGerald Solicitors Corporate Headquarters, Dublin-İrlanda

Yapım yılı: 2008

Mimari: Scott Tallon Walker

Cephe tipi: Sistem, kat yüksekliğinde çift kabuk tipindedir. Ayrıca bu enerji etkin çift kabuk sistem, mekanik olarak da kontrol edilebilmektedir. Ani ısı ve ışık değişimlerine otomatik olarak cevap verecek sisteme sahiptir. Havalandırılması, hem mekanik hem de doğal olarak yapılmaktadır.



Şekil 4.24. Havalandırma detayı



Şekil 4.25. McCann FitzGerald Solicitors Corporate Headquarters Binası görüşleri

Güneş Kırıcılar: İç kabuğa yerleştirilen panjurlarla güneş ışınları kontrol edilmektedir.

Nokia China Campus, Pekin-Çin

Yapım yılı: 2009

Cephe tipi: Cephe tipi, kat yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemidir. Bu enerji etkin cephe sistemi, kabuklar arasındaki açık hava sıcaklıkları etkisini önlemek için, güneşten kaynaklanan doğal ısı ve binanın klima sistemini dengelemektedir.



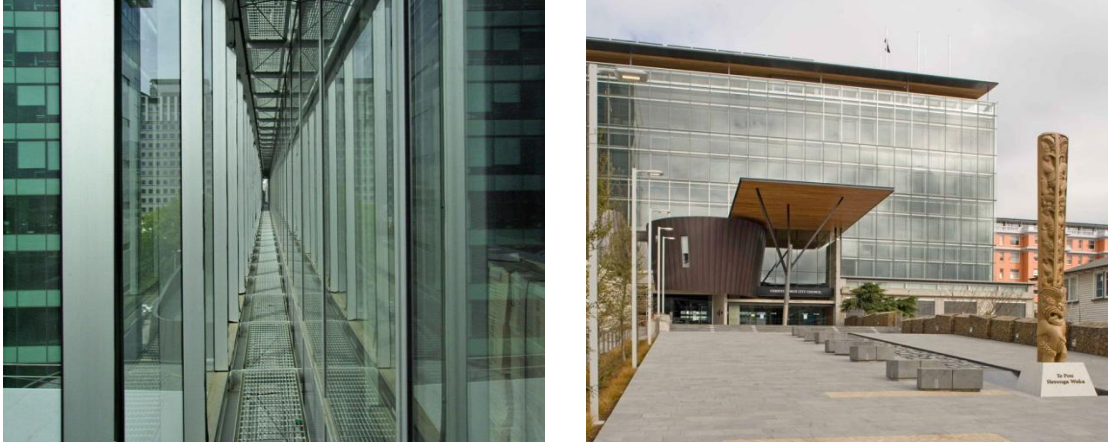
Şekil 4.26. Nokia China Campus Binası görünüş ve cephe detayları

Güneş kırıcılar: Güneşin istenmeyen etkisini önlemek için iç kabuğun, iç tarafına storlar yerleştirilmiştir.

Christchurch Civic Binası, Yeni Zellanda

Yapım yılı: 2011 yılında yeniden hizmete açılmıştır.

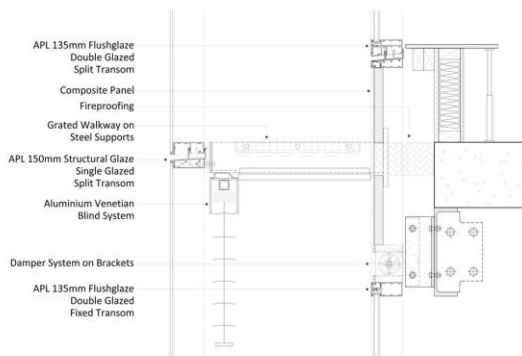
Mimari: RCP



Şekil 4.27. Christchurch Civic Binası görünüş ve cephe detayları

Cephe tipi: 2011 depreminde hasar gören bina yeniden yapılmış ve kuzey cephesinde, kat yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemi uygulanmıştır. Yapı Avustralya'nın en yeşil binası olup Greenstar belgesine sahiptir. İç kabukta 135 mm.lik dış kabukta ise 150 mm.lik cam kullanılmıştır. İki kabuk arası 90 cm.dir. Yapının bilgisayar kontrollü bina bakım sistemi, kabuklar arasındaki koşulları düzenler.

Güneş kırıcılar: Alüminyum jaluziler, güneş ışınlarını düzenlemek için dış kabağa monte edilmiştir.



Şekil 4.28. Christchurch Civic Binası görünüş ve cephe detayları

Total Energie Fabrika ve Yönetim Binası, Lyon, Fransa

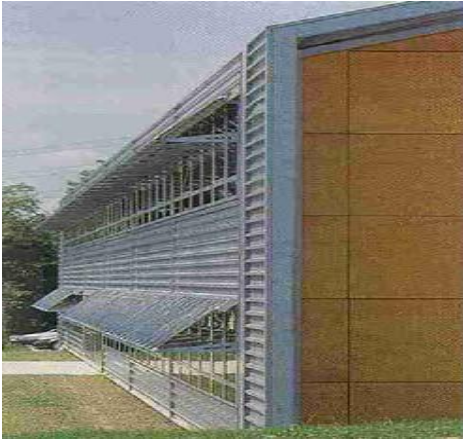
Yapım Yılı: 1999

Mimarı: Jacques Ferrier

PV Tipi: Multi-kristal silikon

PV Bileşenlerin Eğimi: 40°

Böylelikle tasarlanan ve inşa edilen binanın yıllık enerji tüketimi, kışın 138.944 kwh iken, yazın 27.275 kwh olarak gerçekleşmiştir. 120 adet 500 x 1000 mm. modüller, 40° eğimle güney cephesine yerleştirilmiştir. Binanın üst kısmında ise bu gölgeleme elemanlarından ayrı olarak 36 m²'lik PV modüller yerleştirilmiştir. Tüm bu PV bileşenler, binanın enerji ihtiyacının %20'sini karşılamaktadır.



Şekil 4.29. Total Energie Fabrika ve Yönetim Binası görünüş ve cephe detayları

PV bileşenler, cephede güneş kırıcı elemanlar olarak da kullanılmıştır. Benzer şekilde bu örnekte de, hem istenmeyen fazla güneş ışınımından kurtulup iç mekanın aşırı ısınması önlenirken, hem de bu istenmeyen ışınımın binanın enerji ihtiyacının bir kısmı karşılanmaktadır.

Solar-Fabrik Fabrika ve Yönetim Binası, Freiburg, Almanya

Yapım yılı: 1999

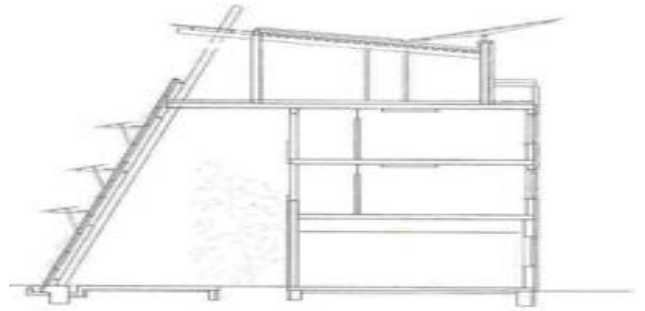
Mimarı: Rolf + Hotz,

PV Tipi: Mono-kristal silikon

PV Sistem Gücü: 56.5 kwp

Toplam PV Alanı: 275 m² cephede, 200 m² çatıda, toplam 475 m²

Freiburg'daki Solar-Fabrik binasında, 56.5 kwp'lik pv panel monte edilmiştir. Monte edilmiş bina, toplam 475 m²'lik PV kapasitesiyle yılda 40 mwh elektrik üretmektedir. PV sistem, 50.000 kwh ile yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık % 25'ini karşılamaktadır.(180 mwh/a). Bu sistem ile yılda 130.000 kwh elektrik ve 180.000 kwh termal güç sağlar.



Şekil 4.30. Solar-Fabrik Fabrika ve Yönetim Binası görünüş ve cephe detayları

Yapıda, PV panellerden oluşan gölgeleme elemanları yönetim bölümünde kullanılmıştır. Bu uygulamayla hem istenmeyen fazla güneş ışığından kurtulup iç mekanın aşırı ısınması önlenirken, hem de bu istenmeyen ısınmadan binanın enerji ihtiyacının bir kısmı karşılanmaktadır.

SONUÇ

Ekolojinin korunması, bütün insanların en başta yerine getirmesi gereken görevlerden birisidir. Düşünmeden atılan her adımda, ekoloji, günden güne yok olmaktadır. Gelişen teknolojinin bir sonucu olarak fosil yakıt kullanımının artması küresel ısınmaya neden olmakta, ekolojinin dengesini bozmakta, bioçeşitliliğe zarar vererek bir çok ekolojik zinciri halkalarından koparmaktadır. Fosil yakıtların kullanımını azaltmak suretiyle doğaya çok büyük zarar veren her türlü harekete engel olunmalıdır.

Tüm dünyanın enerji sıkıntısı ve arayışını yaşadığı bu günlerde, birçok sektör, enerjiyi etkin kullanıma doğru yönelmiştir. Yapının sürdürülebilirliğinde ise, yapının tasarım aşamasından yıkımına kadar devam eden bir süreçten bahsedilmektedir.

Bu araştırmada, enerji etkin cephe kabukları incelenmiş ve genelde enerji etkinliğin yapı kabuklarında uygulandığı görülmüştür. Yapı sektöründe, enerji etkin cephe sistemi tasarımlarında, sürdürülebilir mimarlık ilkeleri başlığında bahsedilen parametreler sağlanıp tasarım sürecine yön verilerek sürdürülebilirliğe, mimari açıdan da katkı sağlanmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin kullanılmasıyla en çok enerji harcanan ısıtma ve soğutma faaliyetlerine büyük katkı sağlanmaktadır. Enerji etkin çift kabuk cephe sistemlerindeki, dış kabuk, doğal havalandırmada ısı kayıplarında ciddi bir düşüşün sağlanması, güneş ışınlarının cephe elemanlarıyla kontrol altına alınması, ses yalıtımının sağlanması, yüksek katlı binalarda üst katlardaki hava akımını keserek pencere açılması ve iç mekanla dış mekan arasında ilişki kurulması gibi çok önemli olanaklar sağlamaktadır. Fakat bu cephe sistemlerinin de yapım maliyeti, uzun vadede büyük kar sağlasa da, başlangıçta biraz fazladır. Tek kabuk cephe sistemleri, bu olanakların çoğunu sağlayamadığı için daha az tercih edilmektedir. Çift kabuk cepheler, maliyetinden doğan dezavantajına rağmen enerji kaynaklarının azalmasına karşın enerjiye duyulan ihtiyaç artacağından, tasarımcılar ve kullanıcılar yapıların tasarlanmasında enerji etkin sistemleri kullanmaya yöneleceklerdir.

Enerjinin etkin kullanıldığı bir diğer kabuk sistemi de, fotovoltaik panellerin kullanıldığı sistemlerdir. Fakat bu sistemlerinde ilk maliyetinin fazla olması ve aşırı ısınmadan dolayı olumsuz etkilenmesi, tercih edilmesini engellemektedir.

Sürdürülebilir bir bina tasarımında, binada uygulanacak bütün sürdürülebilirlik ilkeleri en başından düşünülerek tasarlanmalıdır. Tasarımcılara bu konuda büyük görevler düşmektedir. Enerji etkin cephe sistemlerinin verimle çalışabilmesi için, yapının yapılacağı alanın fiziksel özellikleri, hem doğru ve verimli bir tasarım için hem de ekolojinin korunması bakımından dikkate alınmak zorundadır. Ayrıca binanın ısısal konforu için, sistemi oluşturan tüm elemanların seçimine özen gösterilmelidir. Enerji etkin cephe sistemleri, yüksek teknoloji gerektiren bir uygulama olduğu için, gelişmiş ülkelerde daha fazla uygulanmaktadır. Bu sistemlerin kullanımı, Avrupa'da daha fazla öneme sahiptir. Türkiye'de çok yeni bir kavram olan bu sistemler, ilk olarak Sapphire'de uygulanmıştır.

Enerji kaynaklarına olan talebin giderek artmasına karşın, enerji kaynaklarının her geçen gün azalmasıyla birlikte enerji maliyetlerini de arttıracak olması, yapıların tasarımında, enerji etkin yapı kabuklarının kullanımını daha da önemli hale getirmiştir. Bu durum hem daha yeşil bir dünyaya hem de daha sağlıklı bir geleceğe sahip olmamıza önemli ölçüde katkı yapacak, insanlığa ve ülke ekonomilerine de büyük faydalar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akyürek Y., Maggönül G., Pekışık G.,** “Cam Yapı Elemanları”, Camtaş Düzcam Pazarlama A.S. Teknik hizmetler Müdürlüğü-Şişecam, İstanbul, 3-9 (1999).
- Alakavuk E.,** 2010, Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Allen, W.,** 1997. Envelope Design for Buildings, Architectural Press, Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford
- Alparslan B., Gültekin A. B., Dikmen Ç. B.,** Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye’deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi
- Altın M.,** Binaların Enerji İhtiyacının Fotovoltaik Bileşenli Cepheler İle Azaltılması, İzmir
- Altın, M.,** 2004. Yeni Yapı Malzemesi Fotovoltaik Paneller, Özellikleri Ve Tarihçesi, II. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 87–97
- Anon.;** “Double Skin Facades”,
- Ayaz E.,** 2002. Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayçam İ., Kanan Ö.N.,** Ekolojik Mimarlık Kapsamında Bina Bütünleşik Nano-Pv Malzemenin İncelenmesi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2009
- Ayçam, İ., Utkuğ, G.,** Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.
- Balanlı, A., Taygun, G. T.,** (2005), “Yapı Biyolojisi ve Asbest”, Mimar.ist 2: 107-110
- Başar B.,** Türkiye’de Yapısal Katı Atıkların Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, G.Y.T.E., Fen Bilimleri Enstitüsü
- Baysan, O.,** 2003. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Begeç, H., Savaşır K.,** Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma

Şekillerinin İncelenmesi, D.E.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü,
İzmir

- Bilge, C.**, 2007. Sürdürülebilir Çevre ve Mimari Tasarım: Mimariye Eleştirel Bir Bakış, , Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bilgiç, S.**, 2003. Akıllı Cephe Sistemleri, Ege Mimarlık, 44, 1, 21-25.
- Boduroğlu, Ş. ve Kariptaş, F. S.**, 2010. Akıllı Binalarda Enerji Etkin Kabuk Tasarımı, Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, 4-5 Mart 2010.
- Boduroğlu, Ş. ve Kariptaş, F. S.**, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Konutlarda Kullanımı
- Boduroğlu, Ş.**, 2010. Akıllı Binalarda Enerji Etkin Cephe Tasarımı, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, D.E.Ü., İzmir, 15-16 Nisan.
- Bookchin M.**, Ekolojik bir Topluma Doğru s:40
- Bozdoğan, B.**, 2003. Mimari Tasarım ve Ekoloji, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul., S:12,16,18
- Brück, R.**, 1983. Manifest Zur Ökologischen Bewegung, Institut Für Baubiologie-ökologie, Neubeuern.
- Civan, U.**, 2006. Akıllı Binaların Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ciravoğlu, A.**, 2006. Sürdürülebilirlik Düşüncesi – Mimarlık Etkileşimine Alternatif Bir Bakış: Yerin Çevre Bilincine Etkisi, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Compagno, A.**, 2002. Intelligent Glass Façades, Birkhäuser Publishers, Basel.
- Cook, J.**, 2001. Memleketim ve Kozmos: Sürdürülebilirlik Üzerine Bir Diyalog, Domus M., 10, 4-5, 65.
- Çakır G.**, 2011. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakmanus, İ.**, 2003. Enerji Etkin Bina Tasarım Yaklaşımı, Yapı Dergisi, **260**, 101-104.
- Çakmanus, İ.; Türkoğlu, H.**; “Ankara’daki Mevcut Bir Ofis Binasında Doğal Havalandırmanın Uygulanabilirliğinin İncelenmesi”, VI. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul, 2004.

- Çakmanus, İ., Bilgin, A.,** 2005. Güneş Enerjisi İle Binaların Pasif Isıtılması, TTMD, 36, 3-4, 21-16.
- Çelebi, G.,** 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt:17, No: 3, 17-33.
- Çelik Ç.,** Cam Yapı Kabuğunda Yapım Teknolojisi
- Çetin B.,** 2002 Ekolojik tasarım yaklaşımı açısından akıllı bina kavramının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çetiner, İ.,** ‘‘Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım’’, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 6-8, 57-58 (2002)
- Çevre Bakanlığı,** Katı Atıkların Kontrolü Yönetimi
- Demirtaş S.,** Avrupa Birliği ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Bunlardan Biyokütlenin Önemi, S:8,9
- Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi** Johannesburg Uygulama Planı
- Eie,** Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü(2000a), Güneş Enerjisi Teknolojileri
- Ekim D.,** Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimari Form Üzerindeki Etkisi Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, syf.,33,34
- Ekolojik Yapı Tasarımı;** Malzeme, Teknoloji ve Çevre Sempozyumu
- Elmalı D.,** Mimaride Saydamlık-Opaklık Kavramları ve Cephelerin Algılanmasına Etkileri
- Ersoy M.S.,** 2008, Transparan Cephe Sistemlerinin Sınıflandırılması, Yapım ve Kullanım Performanslarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Erturan B., Eren Ö.,** Akıllı Cepheler
- Eşsiz Ö.,** Teknolojinin Cam Cephe Panellerine Getirdiği Yenilikler
- Eşsiz Ö., Özgen A.,** Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri
- İlhan Y., Aygün M.,** Cephe Sistemlerinde Kullanılan Yalıtım Camı Kombinasyonları
- Haskök A.Ş.,** Türkiye’nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, s:34,35,48
- Harputlugil, G.U.,** 2009, Enerji Performansı Öncelikli Mimari Tasarım Sürecinin

İlk Aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli, Doktora Tezi, Ankara.

- Geçmişten Bugüne Enerji Kullanımı**, Temiz Enerji Yayınları, S: 6,8,12
- Göksal, T.**, 1998a. Mimaride Güneş Enerjisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1041, Eskişehir.
- Göksal, T.**, 2005. Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları Ve Enerji Etkin Tasarım, TTMD, 36, 3-4, 27-34.
- Gür, V.**, 2007. Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları için Bir Tasarım Destek Sistemi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güvenç, B.**,2008.Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y., Kurt R.**, Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi 2011, Cilt: 13, Sayı: 19, 63-75 (Saraçoğlu, 2006). (Anonim, 2011a).
- Karlı, U.T.**, 2008. Sürdürülebilir Mimarlık Çerçevesinde Ofis Yapılarının Değerlendirilmesi ve Çevresel Performans Analizi için Bir Model Önerisi, Sanatta Yeterlik Tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İst.
- Kragh, M.**, 2000. Building Envelopes And Environmental Systems, Paper Presented At Modern Façades Of Office Buildings Delft Technical University, The Netherlands.
- Kılıçaslan, A.**, 2004. Gelişen Teknoloji ve Ekoloji Kavramlarının Mimariye Yansıması - Akıllı Binalar, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kiper, A.**, 1992. Yapı Fiziği Açısından Günümüz Cephe Sistemlerinin Analizi ve Malzeme Seçim Kriterleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul.
- Kocaman, E.**, 2002. Metal Konstrüksiyonlu Akıllı Giydirme Cepheler, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Koçhan, A.**, 2002. Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım, Yapı, 249, 45-53
- Lakot, E.**, 2007. Ekolojik ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü.

Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Lee E., Selkowitz S., Bazjanac V., Inkarojrit V., Kohl C.,** High Performans Commercial Building Facades
- Loncour, X. , Denegera. , Blasco M. , Flamant G. , WOUTERS P.,** (october 2004) Ventilated Double Facades (classification, illustration of facade concepts)
- Madencilik Özel İhtisas Komisyonu** Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu Raporu, 1996, S:1,3
- Mendler, S., Odell, W.,** 2000. The Hok Guidebook to Sustainable Design. John Wiley & Sons. Canada
- Oesterle, E., Lieb, R-D., Lutz, M., Heusler, W.,** 2001. Double Skin Facades- Integrated Planning, Prestel Verlag, Munich, Germany.
- Oktuğ, Y.,** ‘Alüminyum Giydirme Cephe Sistemleri’, Çuhadaroğlu Alüminyum Sanayi A.S., İstanbul, 11-13 (1996)
- Oral G. K., Manioğlu G.,** Bina Cephelerinde Enerji Etkinliği ve Isı Yalıtımı
- Ovalı P.K.,** 2009 Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri “Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi”, Doktora Tezi, Trakya Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü
- Özbalta G. T.,** Fotovoltaik Teknolojisi İle Bina Kabuğunun Değişen İşlevleri ve Yüzeyleri, Anadolu Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Eskişehir
- Özçuhadar, T.,** 2007. Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, B.B.,** 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdoğan, H. P. ,** 2005. Ekolojik Binalarda Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Panellerin Tasarım Bağlamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özler, M.E.** (2003) Akıllı Binalarda Enerji Etkin Tasarım Parametreleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.
- Özmehmet, E.,** 2007, Avrupa ve Türkiye’deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Yaklaşım, S:8,12
- Pitts, A.,** 2004. Sustainability and Profit. Architectural Press. Imprint of Elsevier

Oxford.

- Poirazis H.** (2004) ‘Double Skin Facades for Office Buildings’, Lund Institute Of Technology Department Of Construction And Architecture, Lund University, Lund.
- Saatçioğlu, M.U.**, 2007. Ekolojik Konut: Konutun Su Üreten Bir Makine Olma Olasılığı, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Savaşır K., Begeç H.**, Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi
- Sev, A.**, 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, YEM Yayın, İstanbul, S: 18,31,
- Sev, A. ve Özgen, A.**, 2003. Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma, Yapı Dergisi, 262, 92-99.
- Sev A., GÜR V., Özgen A.**, Cephenin Vazgeçilmez Saydam Malzemesi Cam
- Shang, S.L.** (2001) A Protocol to Determine the Performance of South Facing Double Glass Façade System
- Soysal, S.**, 2008. Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sylvan, R., Bennet, D.**, 1994. The Greening of Ethics. White Horse Press, Cambridge.
- Uyar. S. T.**, Türkiye’de ve Dünyada Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Günleri 2011, 9-10 Mart 2011 Yıldız Teknik Üniversitesi İstanbul S:11,38,43
- Üçgöl İ.**, Yeni Umut Yenilenen Umut: Yenilebilir Enerji, Yekarum Dergisi 08.2010 Süleyman Demirel Üniversitesi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi
- Ülgen, K.**, 1995. Binaların Pasif Güneş Enerjili Sistemler Yardımıyla Isıtılması, Tesisat Mühendisliği, 22, 10, 35–42.
- Ünal M.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Sistematik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İst.
- Üstün B.**, Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Kağıtın Çatı ve Cephe Sistemlerinde Kullanımı: Shigeru Ban’ın Tasarımları, 4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdas Malzeme ve Teknolojiler” Sempozyumu, İstanbul, 13–14 Ekim 2008
- Tatlı G. E.**, 2006 Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Ü., Fen

Bilimleri Enstitüsü

Tekeli, İ., 2001, “Sürdürülebilirlik Kavramı Üzerinde İrdelemeler”, Cevat Geray'a Armağan, Mülkiyeliler Birliği Yayınları: 25, Ankara

Tübitak, TTGV Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu 1998, Ankara

İNTERNET KAYNAKLARI

- <http://www.buildingenvelopes.org/envelope-systems.html>
- http://www.suzfoto.com/one/one025_english.html
- <http://www.la-belle-epoque.de/wien/wagner1e.htm>
- <http://www.arkiv.com.tr/p9568>
- <http://www.ruzgarenerjisikulubu.com>
- <http://www.gunessistemleri.com/tarihsel.php>
- www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr
- <http://bilimselkonular.com/index.php/genel/937-enerji-cesitleri-enerji-kaynaklari.html>
- www.mmo.org.tr/oda_gorusleri/enerji_politikasi, Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları
- <http://www.arkitera.com/>
- <http://bilimselkonular.com/index.php/genel/937-enerji-cesitleri-enerji-kaynaklari.html>
- http://kab3ey.files.wordpress.com/2010/12/env_intro_19.jpg
- <http://www.arup.ie/index.jsp?p=132&n=166>
- <http://es.urbarama.com/project/mccann-fitzgerald-solicitors-corporate-headquarters>
- <http://www.betterbricks.com/design-construction/tools-resources/integrated-facades/double-skin-facades>
- http://space-modulator.jp/sm81~90/sm86_contents/sm86_e_2skin_txt.html
- http://inhabitat.com/dusseldorf-hi-tech-energy-efficient-gate/stadtfor_31/
- <http://www.ebossnow.co.nz/2010/apl/complex-window-facade-withstands-christchurch-earthquake.html>
- <http://www.stuff.co.nz/business/industries/5756434/Civic-building-joins-global-green-wave>
- <http://www.ccc.govt.nz/cityleisure/projectstoimprovechristchurch/newcivicbuilding/greenestbuilding.aspx>
- <http://www.yfu.com/booklets/booklet-01.pdf>
- http://ozonderaluminium.com/index.asp?page=urun_detay&id=69
- <http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=23460>
- <http://www.floraburada.com/>
- <http://www.cevre.metu.edu.tr/node/24>
- http://www.2n-cam.com/teknik_bilgiler_cam.php
- <http://www.baharcam.com.tr/Urunler.html>
- http://www.insaatcilarcarsisi.com/firmadetay/Tezgen_Cam_Isletme_Sanayi/Hizmet_ve_Uygulamalarimiz
- <http://www.kintonglass.com/Product-1.html>
- <http://www.trakyacam.com.tr/>
- <http://www.cevreciyiz.net/>

- <http://gaia.lbl.gov/>
- <http://tr.wikipedia.org/>
- <http://www.stwarchitects.com/>
- <http://www.worldbuildingsdirectory.com/>
- <http://chinagreenbuildings.blogspot.com/2009/02/nokia-china-campus.html>
- <http://www.sermimar.net/levent-ofis-binasi-cevreci-ve-enerji-verimli.html>
- <http://www.vandervalentyn.com/98vv/vdv.htm>
- <http://www.arkitera.com/>
- <http://www.yesilbina.com/>
- http://www.yapi.com.tr/Haberler/2006-uluslararasi-yuksekk-yapilar-buyuk-odulu-jean-nouvelin-barselonadaki-yapisi-torre-agbara-verildi_45898.html
- www.alternatifyasam.blogspot.com

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Hatay İskenderun' da doğdu. Lise eğitimini 2005 yılında İ.D.Ç Süper Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini 2009 yılında Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde tamamladı. 2009 yılında aynı üniversitenin mimarlık ana bilim dalında yüksek lisans programına başladı. 2009 yılında Özak Global bünyesindeki İnter Yapı'da teknik ofis mimarı olarak görev yaptı. 2011 yılında erasmus programıyla İspanya'da bulundu.