

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE
DOĞAL HAVALANDIRMANIN İNCELENMESİ**

MERVE DİKMEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI YAPI PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YARD. DOÇ. DR. SEVGÜL LİMONCU**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE DOĞAL
HAVALANDIRMANIN İNCELENMESİ**

Merve DİKMEN tarafından hazırlanan tez çalışması 30 Kasım 2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Sevgül LİMONCU

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Sevgül LİMONCU

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Gökçe TUNA TAYGUN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Çiğdem ÇELİK TEKİN

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın en başından sonuna kadar; her yolumu kaybedişimde bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, sabır ve özenle desteğini esirgemeyen, her türlü önerileri ve samimiyeti ile süreci beklediğimden çok daha güzel bir bağ kurarak tamamlamamı sağlayan canım hocam, danışmanım, Sayın Yard. Doç. Dr. Sevgül LİMONCU'ya, teşekkür etmenin yetmeyeceğini bilsem de, minnettarlığımı belirterek teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı geliştirmemdeki katkılarından dolayı değerli jüri üyelerim Sayın Yard. Doç. Dr. Gökçe TUNA TAYGUN ve Doç. Dr. Çiğdem TEKİN'e,

Yaşadığım bu zorlu süreçte, karamsarlığa düştüğüm zamanlarda beni motive eden, deneyim ve bilgileriyle destek olan ve her soruma bıkmadan cevap veren değerli arkadaşım Sayın Arş. Gör. Semih Serkan USTAOĞLU'na,

Tez konumu belirlememde büyük etkisi olan ve konu ile ilgili bilgilerini bana aktararak elinden geldiğince yardımcı olmaya çalışan Mimar Bahar ATLI KOÇARSLAN'a,

Şu an bulunduğum yere gelmemde ve benim için çok önemli olan yüksek lisans tezimi bitirmemde, hayatımın her aşamasında olduğu gibi, daima yanımda olan, bana benden daha çok inanan, maddi–manevi desteklerini, hoşgörülerini ve fedakarlıklarını asla esirgemeyen, motivasyon kaynağım değerli ailem; annem Feruze DİKMEN ve babam İzzeddin DİKMEN'e, kardeşten öte bana arkadaş olan, varlıklarını hep yanımda hissettiğim ablam Münire DİKMEN FINDIK'a ve abim Fatih DİKMEN'e, özlemi ve sevgisiyle bana güç veren, dünyanın en güzel hislerinden birini- teyze olma ayrıcalığını- yaşama sebebim olan, biricik yeğenim-değerlim- Berra'ya,

Bütün süreçte serzenişlerime maruz kalan ama bana olan inançları, destek ve motivasyonları ile daima arkamda olan bütün akrabalarım ve ikinci ailem olan İstanbul'daki bütün dostlarıma,

Tezimi bir gezgin gibi yazdığım süreçte bana sundukları çalışma ortamı için İstanbul'da yer alan bilimüm kütüphaneye,

Ve son olarak, bittiği için tezime,
teşekkür ederim.

Aralık, 2016

Merve DİKMEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	Vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xvi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	4
1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı.....	6
1.3 Hipotez	7
BÖLÜM 2	
YÜKSEK YAPI, KONUT VE CEPHE KAVRAMLARI.....	8
2.1 Yüksek Yapı Kavramı	8
2.1.1 Yüksek Yapıların Tarihsel Gelişimi	13
2.1.2 Türkiye’de Yüksek Yapıların Gelişimi.....	19
2.2 Konut Kavramı ve Tarihsel Gelişimi	20
2.2.1 Çok Katlı Konutların Tarihsel Gelişimi	22
2.2.2 Türkiye’de Konut Gelişimi ve Çok Katlı Konuta Geçiş	25
2.3 Cephe Kavramı	29
2.3.1 Cephelerin Tarihsel Gelişimi	31
2.3.2 Cephelerde Doğal Havalandırma ve Enerji Verimliliği	35
2.4 Yüksek Konut Yapılarında Kullanılan Cephe Sistemleri	38
2.4.1 Basit Cepheler	40
2.4.2 Giydirme Cepheler	41
2.4.2.1 Ağırlıklarına Göre Giydirme Cepheler.....	42
2.4.2.2 Tabakalarına Göre Giydirme Cepheler	48

BÖLÜM 3

YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE DOĞAL HAVALANDIRMA

3.1 Yapının Havalandırılması.....	55
3.1.1 Yapı İçi Hava Kalitesi	57
3.1.2 Yapı İçi Hava Kirleticileri	59
3.1.2.1 Yapı İlişkili Hastalıklar (BRI: Building Related Illness)	63
3.1.2.2 Hasta Bina Sendromu	63
3.1.3 Yapı İçi Hava Niteliğinin İyileştirilmesi.....	66
3.2 Yapılarda Havalandırma Yöntemleri	67
3.2.1 Doğal Havalandırma	69
3.2.2 Mekanik Havalandırma	70
3.2.3 Karma Kullanımlı (Hibrid) Havalandırma.....	71
3.3 Doğal Havalandırma Yöntemi	73
3.3.1 Hava Akımının Oluşumu ve Doğal Havalandırma Türleri	74
3.3.2 Doğal Havalandırmanın Tarihsel Gelişimi	82
3.3.3 Doğal Havalandırmanın Olumlu Ve Olumsuz Yönleri.....	89
3.4 Doğal Havalandırma Tasarımında Etkili Olan İlkeler.....	90
3.4.1 Dış Fiziksel Çevre Ölçeği - Doğal Havalandırma İlişkisi	91
3.4.1.1 Doğal Çevre- Doğal Havalandırma İlişkisi	91
3.4.1.2 Yapma Çevre/ Yerleşim - Doğal Havalandırma İlişkisi	103
3.4.2 Yapı Ölçeği- Doğal Havalandırma İlişkisi.....	110
3.4.2.1 Yönlenme.....	110
3.4.2.2 Yapı Formu.....	112
3.4.2.3 Planlama/ Mekan Organizasyonu.....	114
3.4.2.4 Yapı Kabuğu	118
3.4.2.5 Yardımcı Elemanlar	121
3.5 Yüksek Yapılarda Cepheler Aracılığıyla Sağlanan Doğal Havalandırma Yöntemleri	124
3.5.1 Pencereleler	127
3.5.2 Denetimli Havalandırma Ürünleri	132
3.5.3 Havalandırma Menfezleri (Louvers).....	135
3.5.4 Çift Tabakalı Giydirme Cepheler.....	138

BÖLÜM 4

YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE DOĞAL HAVALANDIRMANIN İNCELENMESİ

4.1 Doğal Havalandırma Sağlanan Yapı Örnekleri	161
4.1.1 No1 Moulmein Rise	162
4.1.2 The Met Tower	166
4.1.3 Hyde Tower	169
4.1.4 Kanchanjunga Apartmanı.....	172
4.1.5 Panorama City Apartmanları.....	175
4.1.6 Henninger Tower.....	178

4.1.7 Sapphire İstanbul.....	181
4.1.8 Çiftçi Towers.....	185
4.2 İncelenen Yapıların Değerlendirmesi.....	188
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	193
KAYNAKLAR.....	198
ÖZGEÇMİŞ.....	215



SİMGE LİSTESİ

cm	Santimetre
°C	Santigrat derece
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
°F	Fahrenhayt derece
kg	kilogram
m	metre
m ²	metrekare
NO ₂	Nitrit/ Azot dioksit
O ₃	Ozon
SO ₂	Kükürtdioksit
s	saniye
β	Güneşin yükseliş açısı
Σ	Güneşin azimut açısı

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
BRI	Building Related Illness (Bina Bağlantılı Hastalıklar)
BBRI	Belgian Building Research Institute
CTBUH	Council on Tall Buildings and Urban Habitat (Yüksek Yapılar ve Kentsel Yaşam Konseyi)
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
EPA	United States Environmental Protection Agency (ABD Çevresel Koruma Örgütü)
IARC	International Agency for Research on Cancer (Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı)
ISO	International Organization for Standardization
MÖ	Milattan Önce
MS	Milattan Sonra
SBS	Sick Building Syndrome (Hasta Bina Sendromu)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UOB	Uçucu Organik Bileşikler (VOC)
yy	Yüzyıl
WHO	World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Tarihsel süreçte sorunun ortaya çıkışı	1
Şekil 2.1 Yüksek, Süper yüksek ve Mega yüksek yapılar [20].....	9
Şekil 2.2 Mimari tepe noktasına göre, dünyanın en yüksek on yapısı [20].....	12
Şekil 2.3 Kullanılan en son kata göre, dünyanın en yüksek on yapısı [20]	12
Şekil 2.4 Yapıların en üst noktasına göre, dünyanın en yüksek 10 yapısı [20].....	12
Şekil 2.5 Monadnock binası, Chicago	14
Şekil 2.6 Demir taşıyıcı sistemde kolonların yangına karşı terracotta ile kaplanması	14
Şekil 2.7 Equitable Life Insurance Company Binası (New York)	15
Şekil 2.8 Home Insurance Binası, Chicago	15
Şekil 2.9 Ingalls Binası, Cincinnati	16
Şekil 2.10 Empire State Binası, New York	17
Şekil 2.11 Chrysler Building, Birleşmiş Milletler Sekreterliği, Rockefeller Center [40] ...	18
Şekil 2.12 Marina City, Water Tower, City Spire, South Wacker Drive	19
Şekil 2.13 Burj Khalifa [42]	19
Şekil 2.14 Ostia'da bir insula modeli [50].....	22
Şekil 2.15 Shibam'da bulunan kerpiç apartmanlar [53].....	23
Şekil 2.16 Ceylan Apt plan ve cephe [69]	27
Şekil 2.17 4. Levent Toplu Konutu A blok görünüş ve planı [75]	28
Şekil 2.18 Türkiye'de konut üretimi ve sektörler göre dağılımı	29
Şekil 2.19 Partenon tapınağı, Yunanistan [87]	32
Şekil 2.20 "Roma Colosseum", MS.1.yy, Roma, İtalya [89].....	32
Şekil 2.21 "Crystal Palace", 1851, Londra, İngiltere [92]	33
Şekil 2.22 "Empire State Building", Londra, İngiltere [95]	34
Şekil 2.23 Yüksek konut yapılarında kullanılan cephe sistemlerinin sınıflandırılması ..	39
Şekil 2.24 Taşıyıcı sistem örülürken cephe kaplamasının da beraber örülmesi [104]..	40
Şekil 2.25 Tipik bir ağır giydirme cephe paneli, perspektif [109].....	42
Şekil 2.26 Boyutsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler ([110]'dan uyarlama)	43
Şekil 2.27 Kesit tabakalarına göre ağır giydirme cepheler ([110]'dan uyarlama).....	44
Şekil 2.28 Konumsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler ([112]'den uyarlama).....	45
Şekil 2.29 Biçimsel çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler [82]	45
Şekil 2.30 Çubuk sistem giydirme cephe şeması ([113]'den uyarlama).....	46
Şekil 2.31 Panel sistem giydirme cephe şeması ([113]'den uyarlama).....	47

Şekil 2.32	Yarı panel sistem giydirmce cephe şeması ([114]'ten uyarlama)	47
Şekil 2.33	Tek tabakalı giydirmce cephe tipleri	49
Şekil 2.34	Çift tabakalı cephe sistemi.....	51
Şekil 3.1	Sıcaklık-nem oranları [130]	57
Şekil 3.2	İç hava kalitesi için gerekli olan hava akım oranının kirliliğe bağlı grafiği	65
Şekil 3.3	Havalandırma sistemlerinin gelişim süreci [16].....	68
Şekil 3.4	Genel tasarım sürecinde aşamaların basitleştirilmiş görünümü [148].....	69
Şekil 3.5	Anlatılan mekanik havalandırma yöntemlerinin gösterimi [126]	70
Şekil 3.6	Hava akım tipleri [154].....	74
Şekil 3.7	Rüzgar yönü ve boşluk konumuna göre (+) ve (-) rüzgar basınçları [8]	75
Şekil 3.8	Rüzgar etkisiyle yapı çevresinde oluşan basınç bölgeleri [154].....	75
Şekil 3.9	Tek yönlü havalandırma [128]	77
Şekil 3.10	Çapraz/ karşılıklı havalandırma [128]	77
Şekil 3.11	Baca havalandırması [128].....	78
Şekil 3.12	Gece havalandırması ile sağlanan sıcaklık farkı (sıcaklık-saat) [159].....	79
Şekil 3.13	Farklı açıklık sayılarına sahip geleneksel rüzgâr kuleleri [161]	80
Şekil 3.14	Rüzgar kulesi plan ve kesiti [163]	81
Şekil 3.15	Yalıtılmış hacimlerin havalandırılması [147].....	81
Şekil 3.16	İlişkili hacimlerin havalandırılması [147]	82
Şekil 3.17	Geleneksel tepe penceresi aracılığıyla hava giriş çıkış [168]	84
Şekil 3.18	Saçaklardan ve saçak-mahya aracılığı ile havalandırılan çatılar [168].....	85
Şekil 3.19	Su üzerinden geçirilerek nemlendirilip serinletilen hava akımı [168]	85
Şekil 3.20	Dikmeler üzerine yerleştirilen yapıda havalandırma [168]	85
Şekil 3.21	Rüzgar kepçesi, rüzgar ve güneş bacası gibi geleneksel yöntemler [169] ...	86
Şekil 3.24	Geleneksel Malezya konutlarında doğal havalandırma [170].....	87
Şekil 3.22	Yaz aylarında hava akımı oluşturularak havalandırma [171].....	88
Şekil 3.23	Buharlaşıma etkili rüzgar kulesi [172]	89
Şekil 3.25	Farklı iklimsel bölgelere göre “Eski Türk konut” tipleri [177].....	92
Şekil 3.26	Türkiye’nin iklim bölgeleri [181]	94
Şekil 3.27	Yapılar etrafında oluşan hava akımları [186].....	97
Şekil 3.28	Karalardan göllere hava hareketinin gündüz/gece farklılaşması [183]	99
Şekil 3.29	Türkiye’de iklim bölgelerine göre arazi yerleşimi [181]	100
Şekil 3.30	Yeşil dokunun gruplandırılmasının doğal havalandırmaya etkisi [126].....	101
Şekil 3.31	Yeşil dokunun doğal havalandırmaya etkisi [126]	102
Şekil 3.32	Yaprak dökmeyen ağaçların kullanımı (görünüş ve plan) [167]	102
Şekil 3.33	Yaprak döken ağaçların kullanımı [167]	103
Şekil 3.34	Dünya Kuzey ve Güney Yarım Küresi [198].....	104
Şekil 3.35	Kırsal bölgede (a) ve kent içinde rüzgar hızı değişimi [126]	106
Şekil 3.36	Ayrık hava akış türü [119]	107
Şekil 3.37	Yapıların konumlandırılmasına göre farklı hava akış türleri [119].....	107
Şekil 3.38	Yapı yüksekliğine bağlı rüzgâr hızı değişimi [187].....	108
Şekil 3.39	Yapı aralıklarının azalması ile oluşan venturi etkisi [155].....	108
Şekil 3.40	Yapıların rüzgara karşı farklı açılarla yönlendirilmesi [203].....	111
Şekil 3.41	Yapı biçimine göre oluşan basınç bölgeleri [126]	113
Şekil 3.42	Güneş ve rüzgar etkileri açısından farklı planlama ([126]’dan uyarlama) ..	117

Şekil 3.43	Yan duvar boşlukları sayesinde oluşan hava akım hareketi [206]	119
Şekil 3.44	Kapılar ve kapılardaki boşluklar aracılığı ile çapraz havalandırma [126]....	120
Şekil 3.45	Havalandırma bacası [126]	121
Şekil 3.46	Güneş bacası [126].....	122
Şekil 3.47	Rüzgar şapka veya kepçesi [126], [160].....	123
Şekil 3.48	Yapı içindeki farklı atriyum konumları [119].....	123
Şekil 3.49	Açıklıkların havalandırma için farklı konumlandırılmaları [214].....	127
Şekil 3.50	Pencere boşluğundaki hava hareketi [126]	128
Şekil 3.51	Doğal havalandırmaya uygun pencere açılışları [19], [126]	128
Şekil 3.52	Üstten menteşeli ve alttan menteşeli pencere tipleri [215]	129
Şekil 3.53	Yatay eksenli pencere tipleri [216]	129
Şekil 3.54	Yatay eksenli pencere (solda) ve jaluziden (sağda) hava geçişi [201]	129
Şekil 3.55	Sürme pencere tipleri [215].....	130
Şekil 3.56	Normal açılır pencere tipleri [215]	130
Şekil 3.57	Açıklık durumuna göre, normal açılır pencerede hava akış biçimleri [155]	131
Şekil 3.58	Çift kanatlı tamamen açık pencerede panjur ve jalûzi etkisi [119]	131
Şekil 3.59	Cephede motorize açılan kanat örneği [120] ve farklı açılış tipleri [217]...	132
Şekil 3.60	Yatay ve düşeye yerleştirilebilen, denetimli havalandırma ürünleri [218]	133
Şekil 3.61	Denetimli havalandırma ürünlerinin kontrol biçimleri [219]	134
Şekil 3.62	Ses yalıtımlı ve yağmura karşı korumalı havalandırma ürünü [221]	134
Şekil 3.63	Koruma kapağı ile uygulanmış havalandırma menfezleri [221]	135
Şekil 3.64	Çerçevesiz metal louverlar [222]	136
Şekil 3.65	Cephe yüzeyi olarak kullanılan çift katmanlı louver örneği [173]	136
Şekil 3.66	Çerçevesiz hareketli cam louverlar [222]	137
Şekil 3.67	Cephede kullanılan louver pencere örnekler [222].....	138
Şekil 3.68	Commerzbank Genel Merkezi, Frankfurt [230].....	140
Şekil 3.69	Commerzbank Genel Merkezi kesit ve planı [230].....	141
Şekil 3.70	Mevsimlere göre cephe doğal havalandırma prensibi [12].....	141
Şekil 3.71	Doğal havalandırmalı cephe sistemlerinin çalışma ilkeleri [232]	142
Şekil 3.72	RWE yönetim binası cephe görünüş ve kesiti [235]	144
Şekil 3.73	Llyod binası görünüşü [240]	145
Şekil 3.74	Lloyds Binası cephe kesit ve görünüşü [117].....	146
Şekil 3.75	Hibrid havalandırmalı cephe sistemlerinin çalışma ilkeleri [232].....	147
Şekil 3.76	Debis Binası, dış kabuğu oluşturan hareketli cam lameller [237]	148
Şekil 3.77	Cam lamellerin farklı konumlarda farklı işlev görmesi [237].....	148
Şekil 3.78	Hava boşluğunun bölünmesine göre çift tabakalı cepheler [119].....	149
Şekil 3.79	Çok katlı çift tabakalı cephe, şematik çizimi ([120]'den uyarlama).....	150
Şekil 3.80	Yapı yüksekliğindeki cephelerde yangın yayılımı [243]	151
Şekil 3.81	GSW binası [244]	151
Şekil 3.82	GSW binası havalandırma ilkeleri-kesitleri	152
Şekil 3.83	Koridor tipi çift tabakalı cephe, şematik çizimi [93]	153
Şekil 3.84	Yangın sırasında cephe sisteminin çalışma prensibi [243]	154
Şekil 3.85	Kat yüksekliğinde çift tabakalı cephe sisteminin yakın görünüşü [246].....	154
Şekil 3.86	Düsseldorf Stadttor [237].....	155
Şekil 3.87	Kutu tipi çift tabakalı cephe, şematik çizimi ([120]'den uyarlama)	156

Şekil 3.88	Potsdamer Platz kulesi iki farklı cepheden görünüş [249]	157
Şekil 3.89	Potsdamer Platz, cephe-pencere kesiti ve havalandırma prensibi [248] ...	157
Şekil 3.90	Şaft tipi çift tabakalı cephe, şematik çizimi [93]	158
Şekil 3.91	Arag Tower [251] ve havalandırma prensibi [250]	159
Şekil 3.92	Havalandırma biçimleri [236]	160
Şekil 4.1	Moulmein Rise vaziyet planı [252].....	163
Şekil 4.2	Moulmein Rise cephe - doğal havalandırma ilişkisi	164
Şekil 4.3	Moulmein Rise inceleme künyesi	165
Şekil 4.4	Met Tower vaziyet planı [257]	166
Şekil 4.5	Met Tower cephe - doğal havalandırma ilişkisi	167
Şekil 4.6	The Met Tower inceleme künyesi.....	168
Şekil 4.7	Hyde Tower cephe - doğal havalandırma ilişkisi.....	170
Şekil 4.8	Hyde Tower inceleme künyesi	171
Şekil 4.9	Kanchanjunga apartmanı vaziyet planı [268]	172
Şekil 4.10	Kanchanjunga apartmanı cephe - doğal havalandırma ilişkisi	173
Şekil 4.11	Kanchanjunga Apartmanı inceleme künyesi	174
Şekil 4.12	Panorama City Apartments cephe - doğal havalandırma ilişkisi	176
Şekil 4.13	Panorama City Apartments inceleme künyesi	177
Şekil 4.14	New Henninger Tower cephe - doğal havalandırma ilişkisi	178
Şekil 4.15	New Henninger Tower inceleme künyesi	180
Şekil 4.16	Sapphire çift tabakalı cephe- doğal havalandırma ilişkisi.....	182
Şekil 4.17	Sapphire, açık ve kapalı konumdaki alt ve üst menfez detayları [280]	183
Şekil 4.18	İstanbul Sapphire inceleme künyesi	184
Şekil 4.19	Çiftçi Towers cephe- doğal havalandırma ilişkisi.....	186
Şekil 4.20	Çiftçi Towers inceleme künyesi	187

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 İç ortam Hava Kirleticileri ve Emisyon Kaynakları	62
Çizelge 3.2 Farklı iklim bölgelerine göre yapılar arası ideal boşluklar [190]	109
Çizelge 3.3 Farklı iklim bölgelerine göre optimum yönlenmeler [198]	112
Çizelge 3.4 Farklı iklim bölgelerine göre uygulanabilecek yapı formları [192]	114
Çizelge 4.1 İncelen yapıların genel özellikleri.....	189
Çizelge 4.2 İncelenen yapıların cephe özellikleri.....	190
Çizelge 4.3 İncelenen yapıların doğal havalandırma özellikleri	191

YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE DOĞAL HAVALANDIRMANIN İNCELENMESİ

Merve DİKMEN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yard. Doç. Dr. Sevgül LİMONCU

1970’lerde yaşanan enerji krizleri, insanoğlunun doğa üzerindeki birincil (yenilenemeyen) enerji kaynaklarını hızla tükettiğinin ve çevreye olan olumsuz etkisinin farkına varılmasını sağlamış, çevre bilinci ve enerji korunumu toplumda artan bir bilinç olarak ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra sanayi devrimiyle birlikte yoğunlaşmaya başlayan kentler ve yoğunluğun neden olduğu kötü çevre kalitesi, yapay kontrollü (havalandırma, mekanik sistemler vs.) ve yalıtılmış yapıların oluşturulmasına ortam hazırlamıştır. Enerji tasarruf politikalarına bağlı olarak iç mekan hava sirkülasyonunun minimuma indiği, havalandırmanın yetersiz olduğu, dış mekana açılan pencerelerin olmadığı ve yapma havalandırma sistemlerinin kullanıldığı sızdırmaz binalar yapılmaya başlanmıştır. Teknolojinin ve enerji krizlerinin beraberinde getirdiği, mekanik sistemlerin yaygın kullanımı ve sızdırmaz yapı cepheleri, zamanla kullanıcı sağlığını tehdit eder hale gelmiştir.

Yapının temel işlevi; kullanıcının sağlıklı bir yapma çevrede yaşama gereksinimini karşılamaktır. Küresel ekonomi/enerji korunumu ve kullanıcı sağlığı bakımından önemli olan doğal havalandırma, yapının tasarım aşamasından başlayarak göz önünde bulundurulması gereken bir konudur. Çünkü doğal havalandırma, farklı çevresel etmenlere göre yapıda uygulanacak yöntemlerle, enerji tasarrufu sağlanmasında önemli bir etkidir.

Gelişen teknoloji ile beraber değişen yaşam koşulları konut birimlerinin ve tipolojisinin de değişmesinde etkili olmuştur. Literatürde karşılaşılan doğal havalandırılmalı yapıların çoğunun ofis yapısı olduğu görülmüştür. Konut yapılarında da mekanik sistemlere bağımlılığı azaltmak ve kullanıcı kontrolüne izin veren doğal havalandırma sistemleriyle kullanıcı konforunu sağlamak olanaklıdır.

21.yy'da yapılmakta olan yapılarda cephe; sadece iç ve dış mekan arasında bir ayırıcı eleman olmaktan çıkmış, termal kontrol, güneş enerjisi kazanımı, havanın filtre edilmesi, doğal havalandırmanın sağlanması, ses kontrolü, estetik değerlerin sağlanması gibi özellikleri de yerine getiren/ getirmesi beklenen bir yapı elemanı haline gelmiştir.

Bu nedenle bu çalışmada kentlerde giderek çoğalan yüksek katlı konut yapılarında, doğal havalandırmanın gerekliliği ve cepheler aracılığıyla sağlanan doğal havalandırma çözümleri üzerinde durulmaktadır. Farklı iklim, çevre ve yapı özelliklerine sahip doğal havalandırılmalı yüksek konut yapısı örnekleri incelenmiştir. İklim ve çevre verileri doğru analiz edilerek, doğal havalandırma ilkelerinin tasarım aşamasında yapılara dahil edilmesiyle, birçok farklı durumda az enerji ile doğal havalandırma sağlamanın olanaklı olduğu görülmüştür.

Çalışmanın girişini oluşturan birinci bölümde; konu tanıtılmış ve sorun ortaya konmuş, konu ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiş, tezin amacı, kapsamı ve varsayım açıklanmıştır. İkinci bölümde; literatürde geçen yüksek yapı, konut ve cephe kavramlarının tanımları ve tarihsel gelişimlerine değinilmiş, yüksek konut yapılarında kullanılan cephe sistemleri sınıflandırılarak anlatılmıştır. Üçüncü bölümde; havalandırmanın önemi ve yapı içi havasının insan sağlığı üzerindeki etkilerinden bahsedilerek doğal havalandırmanın gerekliliğine değinilmiş, doğal havalandırma yöntemleri, doğal havalandırma tasarım ilkeleri ve cepheler aracılığıyla sağlanan doğal havalandırma yöntemleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde; doğal havalandırılmalı konut yapısı örnekleri değerlendirilmiş, beşinci bölümde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yüksek yapılar, çok katlı konut yapıları, doğal havalandırma, cepheler aracılığıyla doğal havalandırma, doğal havalandırma elemanları

ABSTRACT

INVESTIGATION OF NATURAL VENTILATION VIA FACADES IN HIGH RISE RESIDENTIAL BUILDINGS

Merve DİKMEN

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Sevgül LİMONCU

Energy crisis in the 1970s, have induced awareness on rapidly consume of primary (non -renewable) energy sources and the negative impact of human on environment. Environmental consciousness and conservation of energy has become apparent as an increased awareness in the community. In addition to this, the cities that started to intensify with the industrial revolution and the poor quality of the environment caused by the intensity led to the creation of artificial controls (ventilation, mechanical systems, etc.) and insulated structures. Depending on energy saving policies, insulated buildings that indoor air circulation is minimized, ventilation is inadequate, windows are not opened to the outside and mechanical ventilation systems are used, have started to be constructed. Common use of mechanical systems and insulated facades that technology and energy crisis cause, threat to users' health in time.

The main function of the buildings is fulfilling the requirements of users to live in a healthy artificial environment. Natural ventilation is significant in terms of global economy / energy conservation and users' health, is an important issue that should be taken into consideration in the design stage. Because, natural ventilation is a significant factor to save energy by the methods implemented to the buildings according to different environmental factors.

The change of living conditions in consequence of developing technology affected the change of housing units and housing typologies. Many of the naturally ventilated buildings which are encountered in literature review was found to be office buildings. It is possible to reduce dependence on mechanical systems and ensure user comfort with natural ventilation systems allowing user control in residential buildings, too.

Facades built in the 21st century; it has become not only a separating element between the inside and the outside, but also a building element which is expected to fulfill / provide properties such as thermal control, solar energy recovery, air filtration, natural ventilation, sound control, aesthetic values.

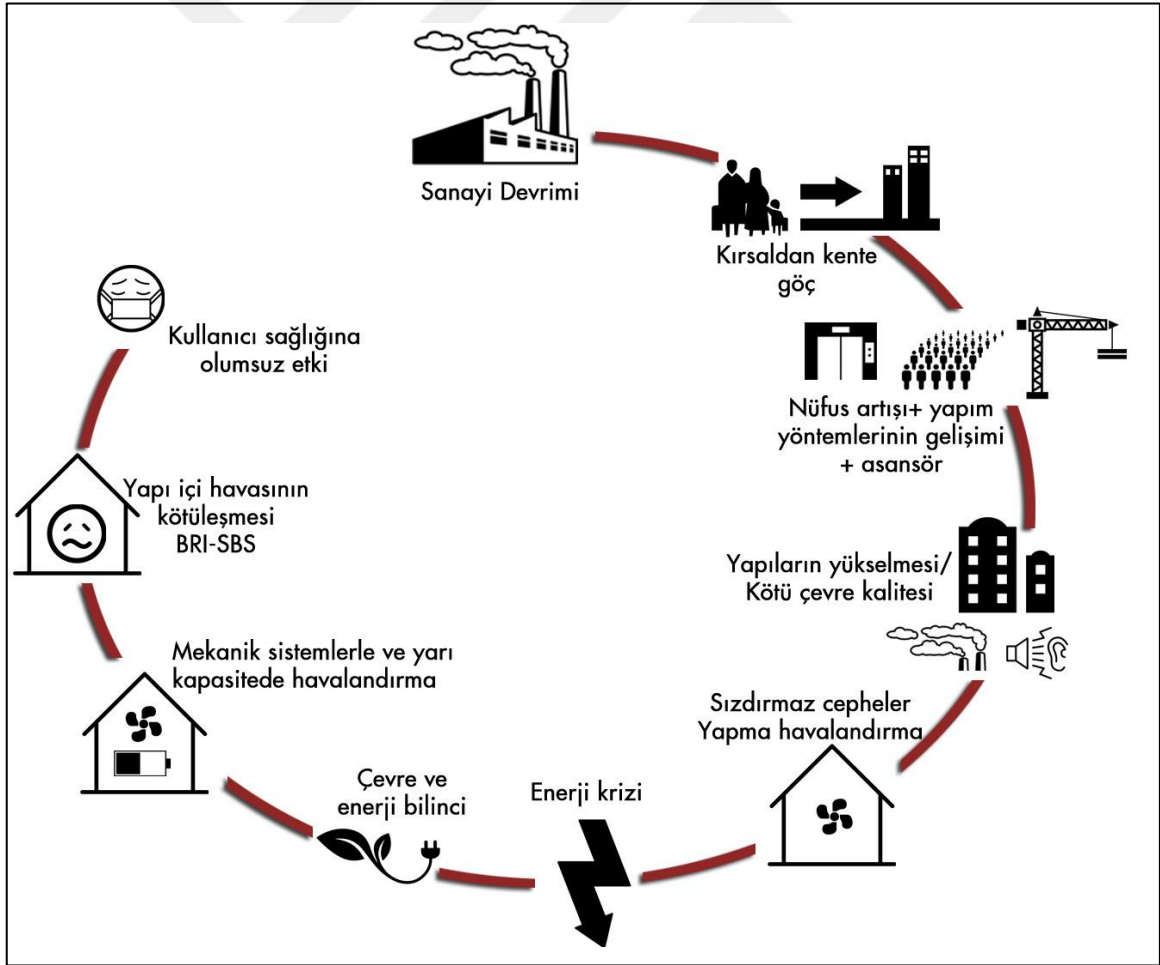
Therefore in this study, the necessity of natural ventilation in high rise residential buildings increasing in today's city and the natural ventilation solutions provided through facades were emphasized. Examples of naturally ventilated high rise residential buildings which have different climate, environmental and building features have been investigated. The inclusion of natural ventilation principles to the structures at the design stage, with an accurate analysis of the climate and environmental data, it is found possible to provide natural ventilation with less energy in many different situations.

In the first part which constitutes the entrance of the work; The subject has been introduced and the problem has been put forward, the studies about the subject have been summarized and the purpose, scope and assumption of the thesis have been explained. In the second chapter; The definitions and historical developments of the concepts of high-rise building, house and facade in the literature are mentioned and the facade systems used in high-rise residential buildings are categorized. The importance of ventilation and the effects of indoor air on human health are mentioned, natural ventilation methods, natural ventilation design principles and natural ventilation methods provided through facades are explicated. In the fourth chapter; examples of naturally ventilated high-rise residential buildings are evaluated, and the results and recommendations are given in the fifth section.

Key words: High rise building, multi storey residential buildings, natural ventilation, natural ventilation through facade, natural ventilation elements

GİRİŞ

Yüksek yapılar tarihsel süreçte ilk olarak anıtsal ve dini amaçlarla yapılmış olsa da, 21. yy'da yüksek yapı kavramının karşılığı olan çok katlı yapılar **sanayi devriminden** (Şekil 1.1) sonra giderek yaygınlaşmıştır. **Kırsal yaşamdan şehirlere göç etmeye başlayan nüfus** (Şekil 1.1), çalışma ve barınma alanı gereksinimini beraberinde getirmiştir.



Şekil 1.1 Tarihsel süreçte sorunun ortaya çıkışı

Kentlerdeki **nüfus artışı** (Şekil 1.1), zamanla kişi başına düşen yapı alanının azalmasına neden olmuş ve bu da yapı alanının değerini giderek artırmıştır. Bunun sonucunda az alanda olabildiğince nüfus barındırma gereksinimi, insanların bir arada çalışma gerekliliği ve rantsal kaygılar, yapıların yatayda yayılımı yerine düşeyde yükselmeleri gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Bilim, teknoloji ve malzeme alanındaki gelişmeler (Şekil 1.1), yapıların gelişmesine ve **düşeyde giderek yükselmelerine** olanak sağlamıştır. Sanayi devrimine kadar yığma olarak inşa edilen yüksek yapılar daha sonra demir ve çeliğin kullanıldığı çerçeve sistemler olarak inşa edilmeye başlamıştır. Çeliğin yangına karşı dayanım sorunu; önce terra cotta kaplama ile 19. yüzyıl sonlarına doğru da betonun kullanılmaya başlaması ile birlikte çözülmüştür. Yapıların yükselmesi önündeki diğer bir engel ise düşey sirkülasyon sorunudur. **Asansörün** bulunması (Şekil 1.1) ve yapılarda kullanılmaya başlaması ile birlikte bu sorun da çözülürken; gelişen **teknoloji**, değişen yapı ve **yapım sistemleri**yle gittikçe artan kat adetleri **yüksek yapıları daha önce ulaşılamayan yüksekliklere** (Şekil 1.1) ulaştırmıştır. Ülkelerin, şehirlerin ve holdinglerin reklam aracı olarak kendi güç ve prestijlerini; gerek yükseklik gerekse yapının tasarımından başlayarak, işletmesine kadar kullandıkları ileri teknolojiyle gösterdikleri bir yapı tipolojisi olan çok katlı yüksek yapılar kent silüetlerinde yerini almıştır.

İşlevleri, en basit şekliyle iç ve dış mekan arasında bir sınır oluşturarak insanları doğanın etkilerinden korumak olan **cepheler**, teknolojik gelişmelerden en çok etkilenen yapı elemanları arasındadır [1]. Cephelerde kullanılan geleneksel malzemeler, yapıların yükselmesiyle beraber birim alandaki yapı ağırlığının azaltılma gereksinimi nedeniyle, yerini giydirme cephelere bırakmaya başlamıştır. 20. yüzyılın başlarında malzeme ve yapı teknolojisinde gerçekleşen gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan giydirme cepheler; hafif olmaları ve yapıya geleneksel duvar sistemleri kadar ek yük getirmemeleri, estetik görünümleri, üretim ve uygulamalarının kolay ve hızlı olması, iklim koşullarına dayanıklılıkları, yüksek gün ışığı iletimi ve şeffaflığa sahip olmaları, cephe kesitini küçülterek kullanılabilir alan artışı sağlamaları ve yapım hızını artırmaları gibi nedenlerle yüksek yapılarda yaygın olarak uygulama olanağı bulmaktadır [2], [3]. Ancak zamanla yüksek yapı cephelerindeki estetik ve prestij kaygısı, kullanıcı gereksinimlerine cevap verebilme kaygısının önüne geçmiştir. Yükseldikçe; kullanılan

cephe sistemleri, artan rüzgar basıncı, yönetmelikler ve alınması gereken güvenlik önlemleri gibi birçok nedenle yüksek yapılarda kullanılan cephe sistemlerinde geleneksel anlamda havalandırma sağlanan cephe pencereleri, yerini hiç açılmayan doğramalara bırakmıştır. Bu nedenler, teknolojinin de gelişmesiyle beraber, yapılarda doğal havalandırma yerine **yapma havalandırma** (Şekil 1.1) sistemlerinin giderek yaygınlaşması ve bazı yapılarda tamamen mekanik iklimlendirme sistemlerinin kullanılması sonucunu ortaya çıkarmıştır.

1970’lerde yaşanan **enerji krizine** (Şekil 1.1) kadar Dünya; tükenir (fosil) enerji kaynaklarını, sonraki nesilleri düşünmeden kullanmıştır. Yaşanan enerji krizleri yenilenemeyen enerji kaynaklarının, verimli kullanılmadığı durumlarda sürdürülebilirliğinin sağlanamayacağını ortaya koymuş, özellikle enerji açısından dışarıya bağımlı olan Avrupa ülkelerinde, **enerji korunumu ve enerji etkinliği** (Şekil 1.1) konularını ön plana çıkarmıştır. Kriz dönemine kadar, iklimsel ve bölgesel veriler göz önünde bulundurulmadan standartlaşmış giydirmeye cam cepheler ile tasarlanmış, bütünüyle yapma havalandırma sistemleri ile konfor koşulları sağlamaya çalışılan ve bunların sonucu olarak da enerji tüketimleri ve çevreye olumsuz etkileri çok fazla olan yapılar yapılmıştır [4]. Özellikle kriz sonrası dönemde enerji tasarrufu nedeniyle yapı **havalandırma ve klima sistemlerinin yarı kapasitede çalıştırılması** (Şekil 1.1) ve ısı yalıtımı amacıyla **yapı cephelerinin sızdırmaz** özellikte tasarlanması, **iç mekan havası kaynaklı sağlık problemlerinin** (Şekil 1.1) çoğalmasına neden olmuştur (Şekil 1.1) [5].

Yapıların temel işlevi kullanıcıların sosyolojik, biyolojik ve psikolojik gereksinmelerini karşılamaktır. Bu gereksinimleri karşılayamayan yapı, kullanıcılarının beden ve ruh sağlığını olumsuz etkileyerek çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle her yapı için öncelikli koşul, *“yapı ile kullanıcının sağlığı arasındaki ilişkinin doğru kurulması”* olmalıdır [6].

Yapıların havalandırma, ısıtma-soğutma-iklimlendirme (HVAC) sistemlerine harcanan enerjinin giderek artması, küresel sorumluluklar, mekanik sistemlerin kullanılmasıyla beraber **yapıdan kaynaklanan hastalıkların çoğalması**, bu hastalıkların insan sağlığı, psikolojisi ve performansı üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin fark edilmesiyle, **yüksek yapılarda doğal havalandırma sağlanmaması ve tamamen mekanik sistemlerin kullanımı** bir sorun olarak görülmeye başlamıştır. Bu durum, kullanıcı

sağlığını tehdit etmeyen, mevcut enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan, kendisini yenileyebilen/ çevreyi kirletmeyen/ doğada kendiliğinden var olan alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesini ve yaygınlaştırılmasını sağlayacak araştırmaların artmasına neden olmuştur. Tasarımlarda buna yönelik çözümler üretilmeye çalışılmış, enerjinin korunumu ve enerji verimliliği konusu mimari tasarım süreçlerinde ve yapı sektöründe, üzerinde çalışılması gereken ölçütler arasında yerini almıştır.

21. yüzyılda yükselmeye devam eden yapılar kendini konut sektöründe de göstermektedir. Dünya’da tüketilen toplam enerjinin yarısından fazlası yapının yaşam süreçlerinde (tasarım, yapım, kullanım, söküm ve yıkım) tüketilmekte ve iklim değişikliklerine neden olan zararlı gazların çoğu yapılar tarafından üretilmektedir. Yapıların tükettiği enerji ve ortaya çıkardığı kirletici salımları içerisindeki %60’lık pay ise konut yapılarına aittir [7], [8]. Bu bağlamda konut yapılarında enerji gereksinimi ve kullanımını en alt düzeye çekmek ve enerji etkinliğini artırmak, konutlardan kaynaklı olumsuz çevre etkilerini azaltmak açısından önem taşımaktadır [9].

Doğal havalandırma; yapılarda enerji korunumu sağlamanın en ekonomik ve çevreci yollarından biri olmakla beraber, kullanıcı sağlığı ve konforunun sağlanmasında göz önüne alınması gereken temel ölçütlerden biridir. Dünya üzerinde tüketilen toplam enerjinin yaklaşık olarak %40’lık bir kısmının yapılarla ilişkili etkinliklerde kullanıldığı ve yapılarda kullanılan bu enerjinin büyük çoğunluğunun iklimlendirme için harcandığı göz önünde bulundurulursa [10], yapıların doğal yollarla havalandırılması ve ısıtma/soğutma sistemlerinin, seçilen cephe aracılığı ile desteklenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Enerji tasarrufunun yanı sıra doğal havanın ve oksijen oranının insan sağlığı, psikolojisi ve performansı üzerindeki etkisi de düşünüldüğünde, yüksek yapılardaki önemli sorunlardan biri; “doğal olarak havalandırılmayan, hatta bir çoğu tamamen yapay olarak havalandırılan mekanlarda kullanıcıların yaşamlarını sürdürmek zorunda kalması” olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1 Literatür Özeti

Yüksek yapılarda cepheler aracılığıyla doğal havalandırma sağlanması konusu araştırılırken birçok kaynaktan faydalanılmıştır. Literatürde konu ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları şu şekildedir.

Yüksek yapı, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kent tasarımları ile ilgili küresel düzeyde çalışmalar ve araştırmalar yaparak, özellikle yüksek yapılar olmak üzere, yapı sektörüne yön veren ve bir rehber kaynak oluşturan CTBUH-Yüksek Yapılar ve Kentsel Yerleşim Konseyi-[11]'nin yayınları, çalışmaları ve yüksek yapılar e-kütüphanesinden faydalanılmıştır.

Sev [12], "Sürdürülebilir Mimarlık" kitabında, sürdürülebilir yapı malzemeleri, sürdürülebilir mimarlık ve yapım sistemleri ve yüksek yapılarda sürdürülebilirlik kavramını; dünyadan seçilen modern yapı örnekleri ile ele almıştır.

Özgen ve Sev [13], "Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler" kitabında yüksek yapıların tarihsel süreçteki gelişimlerini ortaya koyarak, yüksek yapılarda kullanılan taşıyıcı sistem tiplerini örnek yapılarla açıklamıştır.

Begeç ve Savaşır [1], "Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi" makalesinde, tek ve çift tabakalı giydirme cephe sistemlerini olumlu ve olumsuz yönlerini ortaya koyarak incelemiştir.

Arslanoğlu [14], "Günümüz Çok Katlı Konut Binaları Üzerindeki Bio-İklimsel Yaklaşımların İstanbul Örneği Üzerinden İncelenmesi" isimli tezinde konutun, tanım, tarihçe ve çok katlı yapıya geçiş sürecine değinmiş, bio-iklimsel tasarım ilkelerini incelemiş ve İstanbul'da yapılan güncel çok katlı konut yapılarını bu ilkeler bağlamında incelemiştir.

Poirazis [15], "Double Skin Facades for Office Buildings" isimli yazın araştırması çalışmasında, çift tabakalı cepheleri; tarihsel süreçte gelişim, uygulama, sınıflandırma, performans, tabakalarda kullanılan malzeme, maliyet, olumlu ve olumsuz yönleri gibi birçok açıdan ele almış, dünyadan çift tabakalı cepheli ofis yapısı örneklerine yer vermiştir.

Etheridge [16], "Natural Ventilation of Buildings: Theory, Measurement and Design" kitabında doğal havalandırma kavramını, stratejilerini ve yapılarda uygulama tekniklerini kapsamlı bir şekilde açıklayarak, tasarım aşamasında karşılaşılan sorunları teorik ve deneysel tekniklerle açıklamaktadır.

Sev ve Özgen [17], "Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik Ve Doğal Havalandırma" makalesinde, havalandırmanın işlevlerinden, yüksek yapılarda doğal havalandırma

sağlamanın öneminden ve yöntemlerinden bahsetmiş, doğal havalandırma ile mekanik sistemlere harcanan enerjinin olabildiğince azaltılabileceğini belirtmiştir.

Kleiven [18], “Natural Ventilation in Buildings, Architectural concepts, consequences and possibilities” isimli doktora tezinde; kapsamlı olarak doğal havalandırma ve ilkelerinden bahsetmiş, az–orta ve çok katlı yapılarda doğal havalandırmayı örnekler üzerinden incelemiş ve bu inceleme sonucunda yapılarda doğal havalandırmanın (cephe, çatı, plan ve iç mekan bakımından) 4 farklı yöntemle olanaklı olduğu sonucuna varmıştır.

Balanlı ve Darçın [19], “Yapılarda Doğal Havalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler” isimli makalede; doğal havalandırmanın yapılabilmesi için temel etken olan hava devinimin oluşmasından kısaca bahsetmiş, doğal hava devinimi - yapı ilişkisinin (konumu, biçimi, birimlerinin yerleşimi ve boşlukları gibi) doğal havalandırma sağlamadaki önemini ve gerekliliğini vurgulamıştır.

Bu kaynakların yanı sıra konu ile ilgili yurt içi ve yurt dışında yayınlanmış birçok makale, bildiri, kitap vb ve internet kaynakları incelenmiştir.

Yapılan literatür araştırmaları sırasında karşılaşılan doğal havalandırmalı cepheye sahip yüksek yapıların büyük çoğunluğunun ofis yapısı olduğu görülmüştür. Ofis yapılarının kullanıcısı olan insanın beden ve ruh sağlığını olumsuz yönde etkileyen nedenler araştırılmış ve buna göre çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Ancak yapılarda sağlanan doğal havalandırma; ofis yapılarında olduğu gibi konut yapılarında da kullanıcı olan insanın, beden ve ruh sağlığı açısından önemlidir. Bu nedenlerle çalışmada; kullanıcıların gününün bir bölümünü veya büyük çoğunluğunu geçirdiği konut yapılarında, cepheler aracılığıyla sağlanan doğal havalandırma çözümleri üzerine yoğunlaşmıştır.

1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı

Tez kapsamında araştırılan ve detaylandırılan konu ile yüksek konut yapısı kullanıcıları ve tasarımcıların, yüksek yapılarda doğal yollarla havalandırılabilen mekanlarda yaşamasının insan sağlığı ve psikolojisi üzerindeki olumlu etkisi ve önemi açısından bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma ile tasarım ve uygulamadan sorumlu

kişilere, kullanıcı sağlığı ve psikolojisi üzerindeki olumlu etkisi bilinen doğal havalandırmanın; tasarım ve uygulamada göz önüne alınacak ilke ve yöntemler ile farklı çevre koşulları ve özelliklere sahip yapılarda, cephe aracılığıyla sağlanmasının olanaklı olduğunun Dünya ve Türkiye’den seçilen yapı örnekleri ile gösterilmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın birinci bölümünde sorun açıklanmış, konu ile ilgili literatürde yer alan bazı çalışmalar özetlenmiş, amaç, kapsam ve varsayıma yer verilmiştir. İkinci bölümde öncelikle yüksek yapı, cephe ve konut kavramları tarihsel süreçleriyle beraber anlatılmış, yüksek yapılarda kullanılan cephe sistemleri üçüncü bölümde incelenmiştir. Dördüncü bölümde havalandırmanın önemi ve yapı içi havasının insan sağlığı üzerindeki etkilerinden bahsedilerek doğal havalandırmanın gerekliliğine değinilmiş, doğal havalandırma yöntemleri ve cepheler aracılığıyla sağlanan doğal havalandırma yöntemleri anlatılmıştır. Beşinci bölümde doğal havalandırmalı konut yapısı örnekleri değerlendirilmiş, altıncı bölümde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

1.3 Hipotez

Sayıları giderek artan yüksek konut yapıları tasarlanırken çevresel etmenler doğru analiz edilip, sorunların doğru tespit edilmesi ve doğru cephe sistemleri seçilmesi halinde; yükseklik, şiddetli rüzgar ve yağmur, iklim koşulları, kent merkezinde konumlanmanın neden olduğu gürültü, güneşin ısıtıcı etkisi vb. gibi çevre etkilerine karşın, cepheler ve cephedeki yardımcı havalandırma ürünleri ile etkili ve verimli doğal havalandırma sağlanabilir. Bu sayede enerji tüketim oranı daha düşük, kullanıcı sağlığı açısından daha olumlu mekanlar sunan / çevre ve insan dostu yapılar üretilebilir. Bu çalışmanın tasarımcı ve uygulamacılara; cepheler aracılığıyla doğal havalandırma sağlanması için çözüm üretme ve detaylara karar verme aşamasında, sunduğu örneklerle, rehber bir kaynak olacağı varsayılmaktadır.

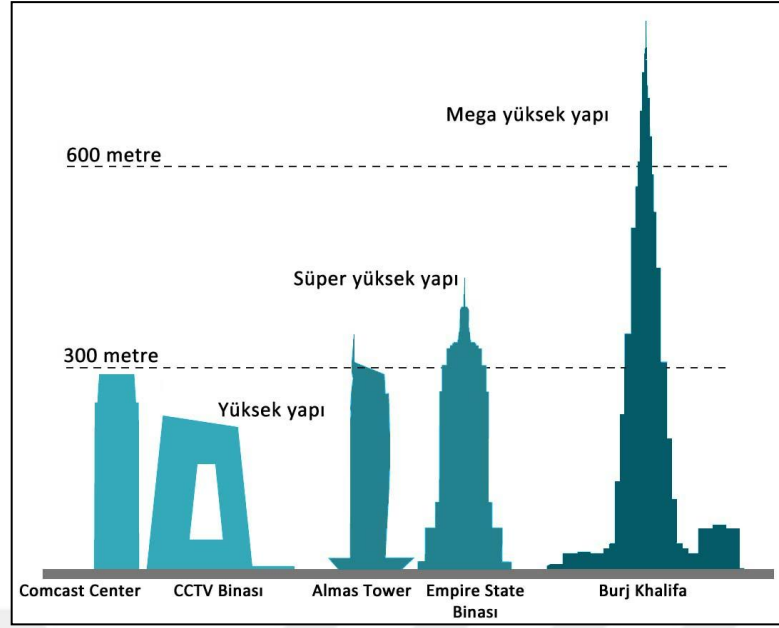
YÜKSEK YAPI, KONUT VE CEPHE KAVRAMLARI

2.1 Yüksek Yapı Kavramı

Yüksek yapı için dünya genelinde net bir tanım yapılamamış olmakla beraber farklı ülkelere ve farklı çevre koşullarına göre kabul edilen tanımlarla yüksek yapı kavramı anlatılmaya çalışılmış ve yüksek yapıların tarihsel gelişimine değinilmiştir.

Yüksek yapılar için Dünya üzerinde yapıldığı yere, kullanılan teknolojiye, yapıldığı zamana ve meslek gruplarına göre birçok farklı tanım yapılmaktadır. Literatürde geçen tanımları incelersek;

Pennsylvania Lehigh Üniversitesi'nde 1969 yılında Lynn S. Beedle tarafından kurulan Yüksek Yapılar ve Kentsel Yerleşim Konseyi (Council on Tall Buildings and Urban Habitat-CTBUH)'ne göre, on kat ve üzeri yapılar yüksek yapı olarak tanımlanmaktadır. Bu yükseklik New York'ta gökdelenler oluşmaya başladığı dönemdeki itfaiyenin ulaşabileceği maksimum yükseklikti. 21. yüzyıla gelindiğinde ise; en alt seviyedeki açık hava yaya girişinden itibaren 14 kat ve 50 m yüksekliğinde ve daha yüksek yapılar “yüksek yapı (tall building)” , 300 m'nin üzerindeki yapılar ise “süper yüksek yapı (super tall building)” olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.1) [20].



Şekil 2.1 Yüksek, Süper yüksek ve Mega yüksek yapılar [20]

19. yy'ın sonlarında A.B.D.'de yapılmaya başlanan, çevresindekilere göre önemli ölçüde yüksek olan ilk yapılar, 'Skyscraper (Gökdelen)' diye adlandırılmaktadır. 'Skyscraper' terimi yerine Fransızca'da 'Gratte-Ciel (Gökdelen)', Almanca'da 'Hochhaus (Gökdelen)' ve "Wolkenkratzer", İngilizce'de ise 'Tall Building', 'High Rise Building' terimleri kullanılmaktadır [21].

Bir yapının 'yüksek yapı' olarak kabul edilmesi ülkelere göre farklılık göstermektedir. Alman standartları, en yüksek noktası 22 metreyi aşan yapıları, 'Yüksek Yapı' olarak tanımlar. Bu üst sınırı aşan yapılarda, yatay yüklerin (deprem, rüzgâr) taşınması, düşey yüklere oranla daha fazla önem kazanmaktadır. Amerika'da ise bu sınır, 12 kat olarak kabul edilmiştir [22].

Sezen'in [23], yaptığı tanımda ise yüksek yapı; 25 kat sınırını aşan, çoğunlukla iş merkezi kullanımı amaçlı üretilen, dikey gelişimi nedeni ile ileri teknoloji uygulamaları gerektiren, görsel etkisi ile saygınlık imajı yaratan yapıdır.

Beedle ve Falconer [24], yüksek yapıyı yapı kurallarına göre, "asansör kullanma zorunluluğu nedeniyle beş ya da daha fazla katlı yapı" olarak tanımlarken, bazı büyük şehirlerde yangına karşı özel önlemler alma zorunluluğundan dolayı, "on ya da daha çok katlı yapı" olarak tanımlamaktadır.

Türkiye’de, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliği’nde yüksek yapı şu şekilde tanımlanmaktadır; *“Genel olarak yakın ve uzak çevresini, fiziksel çevre, siluet, kent dokusu ve her türlü kentsel alt yapı yönünden etkileyen bir yapı türüdür. Binanın herhangi bir cephesinden görünen en düşük kottaki bina yüksekliği en az (60.50) m. olan yapılar, yüksek yapılar olarak kabul edilir.”* [25].

Öke [26], yapıları yükseklik bakımından kategorilere ayırmaktadır:

I. kategoride, 10–12 kat arası yapılar yer almaktadır. Bunlar yaygın ve bilinen teknolojilerle gerçekleştirilebilir. Taşıyıcı sistem, tesisat ve asansör problemleri genellikle basit çözümler gerektirir ve işletme aşamasında fazla sorun çıkarmazlar.

II. kategoriyi 20-25 kat arasındaki yapılar oluşturur ve bunlarda taşıyıcı sistem ve tesisat bakımından daha karmaşık sorunların çözümüne ihtiyaç vardır. Düşey ulaşım ve taşıma analizleri yapılması, yapının hafifletilmesi için çaba harcanması da gereklidir.

III. kategoride 25–60 kat arası yapılar bulunmaktadır ve bu yapıların tesisat bakımından, aralarında yardımcı merkezler (tesisat katı) bulunan düşey bölümlere ayrılmaları gerekir. Asansörler de belirli katlara hizmet etmek üzere gruplanır ve hızları 5-6 m/sn'e kadar yükselir.

IV. kategori 75 kat ve üzerindeki yapılardan oluşur ve bu yapılar gerçekten ‘gökdelen’ ismiyle anılabilecek yapılardır. Taşıyıcı sistem ve düşey ulaşım sorunlarının karmaşıklığı, kullanılabilir alan oranının azalması nedeniyle süper gökdelenlerde ekonomik avantaj kaybolmakta ve genellikle prestij amacı öne çıkmaktadır.

Günümüzde gökdelen olarak adlandırılan çok katlı yüksek yapı, yüksekliği yapı tabanını oluşturan boyutları aşan, çevresindeki yapılardan belirgin bir şekilde yüksek olan, yapı kütlesi içinde kullanım alanı artışı sağlayan, kütlesinin üçüncü boyutu ve tüm yapı yüzeylerinin algılanma özelliği nedeniyle kentsel ve çevresel etkileme niteliği olan yapılardır. Bu nedenle de bu yapılar zaman içinde güç ve statü sembolü olmuşlardır.

Bunların yanı sıra literatürde geçen yüksek yapı tanımları şu şekildedir;

- “Taban alanı küçük, yüksekliği taban boyutlarına göre daha fazla, genellikle kule biçiminde, narin bina” [27]

- “Amerikan şehirlerinin karakteristik özelliklerinde biri olan ve pek çok kattan oluşan bina” [28]
- “Yüksek bir yapı yüksekliği ile çevresindeki binalardan farklı bir tasarım, taşıyıcı sistem ve kullanım koşulları oluşturan binadır.” [29]
- “İlk örneklerine ABD’de rastlanan çok katlı binalara verilen isim” [30]
- Strüktürel açıdan bakıldığında, yatay yüklerin yerçekimi yüklerine göre önem kazandığı binalar [31]

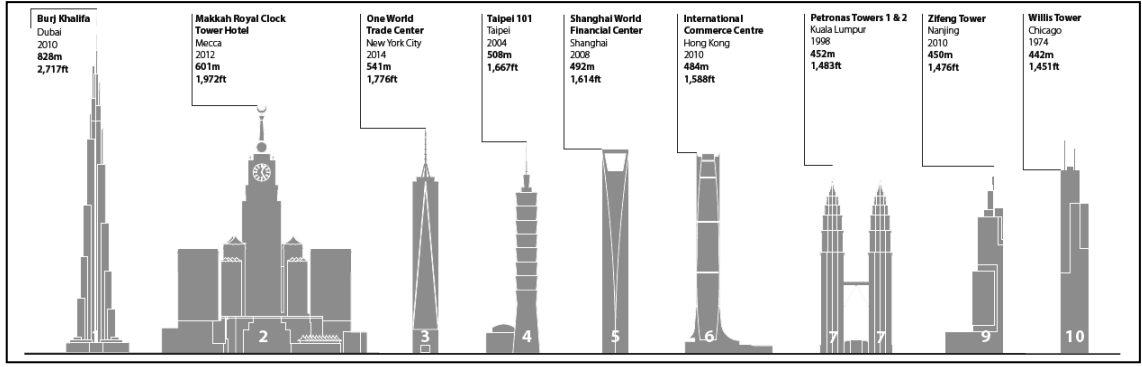
Kaynaklardan alıntılanan ve incelenen tanımların da gösterdiği üzere Dünya üzerinde yüksek yapı kavramı ile ilgili, belli sınırlara oturtulabilmiş ve kabul görmüş bir tanım bulunmamaktadır.

Literatürde geçen tanımlar doğrultusunda yüksek yapılar; ulaştıkları yükseklik bakımından tasarım, yapım ve işletim süreçlerinde çağdaş teknoloji ve bilgi birikimi gerektiren, kent dokusu, fiziksel çevre koşulları ve kentsel altyapı sistemleri bakımından uzak ve yakın çevresini etkileyen, taşıyıcı sistem ve yapım yöntemlerinde farklılıkların olduğu, kullanıcıların yaşama ve çalışma gibi ihtiyaçlarının karşılandığı belli bir yükseklik sınırının üzerindeki çok katlı yapılar olarak tanımlanabilmektedir.

- Yüksek Yapılarda Yapı Yüksekliğini Ölçme Yöntemleri

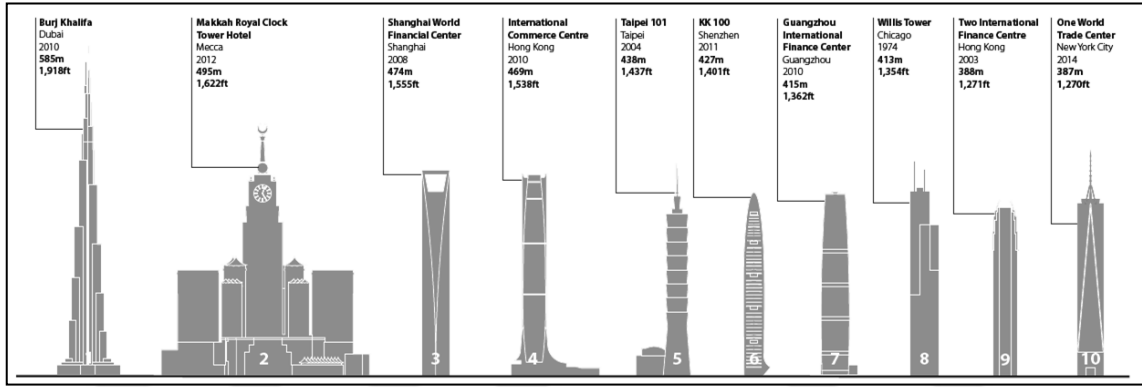
CTBUH [20], yapıların yüksekliğini ölçmede üç ölçüt kullanmakta olup, dünya genelindeki yüksek yapıları bu üç ölçüte bağlı olarak, farklı kategorilerde sıralamaktadır.

Mimari Tepe Noktasına Göre Yükseklik Ölçme: Yapı yüksekliğinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Yapı, zemin kat /yaya girişi yapılan ilk açıklığın bulunduğu kat başlangıç noktası olarak alınarak, anten gibi elemanların dikkate alınmadan yapıldığı ölçümdür (Şekil 2.2).



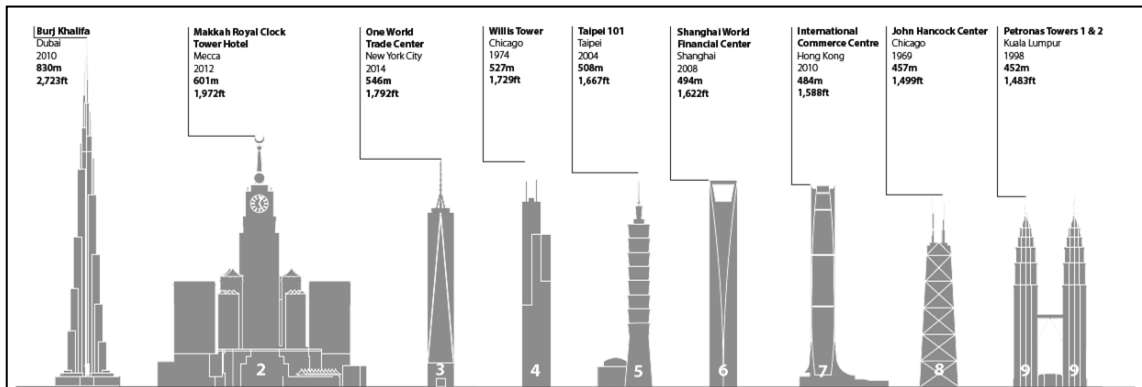
Şekil 2.2 Mimari tepe noktasına göre, dünyanın en yüksek on yapısı [20]

Kullanılan en son kata göre yükseklik ölçme: Zemin kat/yaya girişinin sağlandığı kattan yapının kullanılabilir en üst kat döşemesine kadar olan yüksekliktir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Kullanılan en son kata göre, dünyanın en yüksek on yapısı [20]

Yapının en üst noktasına göre yükseklik ölçme: Zemin kat/yaya girişinin sağlandığı kattan kullanılan malzeme ve fonksiyondan bağımsız, anten, bayrak direği vb. kapsayan fonksiyonel ve estetik donanımların uç noktasına kadar olan yüksekliktir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Yapıların en üst noktasına göre, dünyanın en yüksek 10 yapısı [20]

2.1.1 Yüksek Yapıların Tarihsel Gelişimi

İnsanoğlu var olduğu andan başlayarak, önceleri korunmak, barınmak, ölülerini gömmek ve tapınmak amacıyla yapılar oluşturmuştur. İlk yüksek yapı örnekleri ise anıtsal, dini amaçlar ve tanrıya yakın olma arzusu ile yapılmıştır.

Tarihin en eski yapılarından biri olan, Mısırlılar'ın kralları Keops'u gömüp, hazinesini saklamak için taştan yaptıkları piramit (MÖ 2600), 146 metre yüksekliği ile yüksek yapıların ilkidir. Daha sonra Yemen'de Haroz Dağları'nda kesme taştan mesken olarak yapılmış kule evler görülmektedir [32].

Yüksek yapıların tarihçesine bakıldığında, karşımıza bir takım kuleler de çıkmaktadır. M.Ö. 600 yılında Babil'de pişmiş kerpiçten yapılan ünlü Babil Kulesi, antik dünyanın en önde gelen yapılarından ve yüksekliği 90 metredir [13]. İskenderiye feneri ise Grekler için bir dünya harikası sayılan, M.Ö. 282 yılında yapılmış bir kuledir. Yüksekliği 140 metre olan bu yapı, 1200 yıl boyunca dünyanın en yüksek yapısı olma unvanını taşımıştır [33].

Roma İmparatorluğu'nun çökmesi ile uzun süre duraklayan yüksek yapılar, 19.yüzyılda şehirlerin hızla büyümesi ve artan nüfus yoğunluğu karşısında yeniden ortaya çıkmıştır [13], [34]. Roma şehirlerinde on kat yüksekliğine ulaşan yapılar, yalnızca giriş ve ışık için boşluklar içeren taşıyıcı kâgir duvarlardan oluşuyordu. Bu yapılarda tüm düşey yükler kâgir duvarlar tarafından taşınırken, yatay yüklere de bu duvarların ağırlıkları ile karşı konuyordu. Büyük açıklıklar kemerlerle, döşemeler ise kubbe ve tonozlarla geçilmişti [34], [35]. Bu yığma yapım tekniğinde, taşıyıcı olarak kullanılan taş duvarlar, yüksek yangın dayanımlarına karşın, ağırlıklarının fazlalığı ve geniş kesitleri yüzünden katlardaki kullanım alanını azaltıyordu.

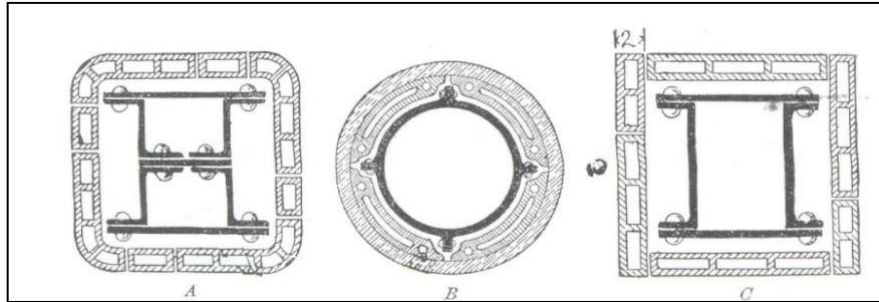
1891 yılında yapılan Chicago'daki 16 katlı Monadnock Binası (Şekil 2.5) taşıyıcı taş duvar sisteminin sınırlarını açıkça ortaya koymuştur [34]. 19. yy sonlarına doğru, Monadnock binası ile erişilen 64 m yükseklik bu yapım tekniğinin ulaşabildiği en yüksek noktadır. Zemin katında 183 cm kalınlığındaki taşıyıcı yığma duvarların yer aldığı bu yapı, şehirde bu teknik kullanılarak inşa edilen son yapı olmuştur. Yapı tamamlandıktan sonra ağırlığı nedeniyle 30 cm kadar zemine batmıştır [36]. Bu yapı mimarlık

tarihçilerine göre masif duvarlı yüksek yapıların kapanışını yapmıştır. Bundan sonra çok katlı yüksek yapılar gelişimine iskelet taşıyıcı sistemle devam edecektir.



Şekil 2.5 Monadnock binası, Chicago

18. yüzyılın sonlarında dökme demirin ve daha sonra çelik üretiminin geliştirilmesi ile iskelet sistemle daha geniş açıklıkların geçilmesi ve kat adetlerinin artması sağlanmıştır [36]. Bu yapım sisteminin ilk örneklerinde iskelet malzemesi olan demir ve çeliği yangına karşı korumak için pişmiş toprak (terracotta) hafif kaplamalar kullanılmıştır (Şekil 2.6) [37]. Ağır taşıyıcı yığma duvarlar yerini dökme demire, çelik çerçevelere ve cam yüzeylere bırakmıştır.



Şekil 2.6 Demir taşıyıcı sistemde kolonların yangına karşı terracotta ile kaplanması

Yüksek yapıların gelişimini hızlandıran diğer önemli etken de, asansörlerdir. Düşey sirkülasyonda devrim niteliğinde olan bu gelişme, çok katlı yapıların yükselmesinde önemli bir engeli kaldırmış ve yapı yüksekliklerinin giderek artmasına yardımcı olmuştur. Yüksek yapılarda asansörün sağladığı olanaklar ilk kez 1870’de New York Equitable Life Insurance Company Binası’nda kullanılmıştır (Şekil 2.7) [36].



Şekil 2.7 Equitable Life Insurance Company Binası (New York)

Strüktür malzemesi olarak çeliğin ve düşey ulaşımında asansörün hızlı gelişmeleri ile çevresindekilere göre yüksek binalar 1880’li yıllarda Chicago’da yapılmaya başlamıştır. Tümüyle çelik çerçeveler kullanılarak inşa edilen ilk yapı Chicago’daki Home Insurance Binası’dır (Şekil 2.8). 1884 yılında mimar William Le Baron Jenney tarafından yapılmış olan bu yapı CTBUH tarafından dünyanın ilk gökdeleni olarak kabul edilmiştir. 1931 yılında yıkılan yapı 12 kata ve 42 m yüksekliğe sahipti [22],[36]. Çelik bir iskeletin yapının iç kısmında kullanıldığı bu ilk örnek kâgir duvarlarla giydirildiğinden yangına karşı güvenliydi ve hızlı asansörlerle destekleniyordu [13].



Şekil 2.8 Home Insurance Binası, Chicago

Çerçeve taşıyıcı sistem kullanımı Home Insurance Binası’ndan sonraki yüksek yapı tasarımları için bir model olmuştur. Aynı kat adedine sahip yığma duvarlı bir binayla karşılaştırıldığında, üç kat daha hafif olan metal iskeletli binanın taşıyıcı amaçlı olmayan

dış duvarları, yalnızca yapıyı olumsuz hava koşullarından korumaktadır ve dönemindeki diğer binalara nazaran cephede çok daha fazla pencere açıklığına olanak tanımıştır [36].

19. yüzyılın sonlarına doğru betonun çelik ile birlikte kullanılmaya başlaması ve 20. yüzyılın başındaki teknolojik gelişmeler, yapılarda yükselme engelini büyük oranda ortadan kaldırmış ve giderek daha yüksek yapılara olanak tanımıştır. 1903 yılında Amerika’da 64 m yükseklikte, 16 katlı Ingalls Binası (Şekil 2.9) dünyanın betonarme iskeletli ilk yüksek yapısıdır [34], [36].



Şekil 2.9 Ingalls Binası, Cincinnatti

Taşıyıcı sistemlerde çeliğin ve betonun kullanımı tasarımcılara geniş mimari özgürlükler getirmesinin yanında, inşaat sürelerini de kısaltmış ve fonksiyonel olarak kullanışsız yapılar yerine, hafif ve esnek kullanım alanı olan yapılar yapılmıştır. Betonarme çerçeveli sistemler yaygınlaşmaya başlarken, çelik yapılar arasında yükseklik yarışı devam etmiştir [38].

1930’lu yılların başında yapılan 102 katlı Empire State Binası (1930) (Şekil 2.10), 381 m yüksekliği ile World Trade Center İkiz Kuleleri (1972) yapıncaya kadar (40 yıl boyunca) dünyanın en yüksek binası olma unvanını korumuştur. Yapımı toplam 1,5 yılda tamamlanan yapı, sadece en yüksek değil aynı zamanda o dönemde en hızlı yapılan yapı unvanını da taşımaktadır [13], [37].



Şekil 2.10 Empire State Binası, New York

Empire State Binası yapıldıktan sonra başlayan, Avrupa ve Kuzey Amerika'yı merkez alan, etkilerini 1930'un sonuna kadar tam anlamıyla hissettiren ekonomik krizden etkilenen birçok ülkede inşaat faaliyetleri durmuştur. II. Dünya Savaşı sonuna kadar devam eden bu süreçte, maddi sıkıntıların olması yüksek yapıların ekonomik olarak inşa edilebilme yöntemlerinin araştırılmasına neden olmuştur. II. Dünya Savaşı'nda ortaya çıkan uluslararası üslup yüksek yapı tasarımında da etkilerini göstermiş, gösteriştan uzak, fonksiyona önem verilen sade tasarımlar ön plana çıkmıştır [39]. 1930–1960 yılları arasında daha çok toplu konut ve büro yapıları ağırlık kazanmıştır. Serbest büro kavramının gelişmesiyle, büyük ve kolonsuz mekanlara gereksinim duyulur. Bu gereksinim büyük açıklıkların geçilmesi gereğini ortaya çıkarır. Bu sırada strüktür malzemelerinde de gelişmeler gözlenir. Yüksek mukavemetli çelik, ön germeli betonarme taşıyıcı sistemlerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede cephe de strüktür de daha hafif olarak inşa edilebilmektedir. Bu sırada meydana gelen II. Dünya Savaşı sonrasında ortaya çıkan konut ihtiyacı, değeri hızla artan arsalar, hızlı bir şekilde gelişme gösteren şehirleşme birbirini etkilemiş, küçük arsaya büyük yerleşim olanağı sunan yüksek yapılar hızla gelişmiştir [35]. Bu yıllar arasında yapılan Chrysler Building, Birleşmiş Milletler Sekreterliği, Rockefeller Center (Şekil 2.11) ve Empire State Building dönemin önemli binalarındandır.



Şekil 2.11 Chrysler Building, Birleşmiş Milletler Sekreterliği, Rockefeller Center [40]

1960'lı yıllardan günümüze kadar olan süreçte, beton kalitesinin yükselmesi, yatay ve düşey olarak büyük açıklıklara beton pompalamanın olanaklı hale gelmesi, hafif betonun geliştirilmesi, çeşitli katkı maddeleriyle beton işlenebilirliğinin yükseltilmesi, tırmanan kalıpların gündeme gelmesi ve prefabrikasyonun (yapı ürünlerinin önceden üretilip şantiyede birleştirilmesi) gelişmesi yüksek yapı teknolojisini geliştirmiştir. Bunlara ek olarak, bilgisayarda hesaplama yöntemlerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Cephede yansıtıcı camların kullanılması ve alüminyum giydirme cephelerin uygulanması bu döneme rastlamaktadır [41]. Beton kalitesindeki iyileşmeler ve gelişen teknoloji betonarme yüksek yapılar için gelişme çağını başlatmıştır. Betonarme binalara örnekler: 1963'te Chicago'da 180 metre yüksekliğinde Marina City Kuleleri; 262 metre yüksekliğinde Water Tower (Chicago); New York'taki 247 metre yüksekliğindeki City Spire (New York'taki en yüksek betonarme bina); Chicago'daki 288 metre yüksekliğindeki 311 South Wacker Drive (Dünya'nın en yüksek betonarme) Binası'dır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Marina City, Water Tower, City Spire, South Wacker Drive

2000’li yıllara gelindiğinde ise gökdelenler yükseklikleri giderek artan örnekler vermektedir. Bu dev binaların en sonuncusu ise dünyanın en yüksek binası olma rekorunun da sahibi olan 2010 yılında yapımı tamamlanan ‘Burj Khalifa Binası’dır (Şekil 2.13). Karma kullanımlı (ofis-rezidans-otel), 829,8 metre (en üst noktası) yüksekliğindeki gökdelen Skidmore, Owings & Merrill tarafından tasarlanmıştır [42].



Şekil 2.13 Burj Khalifa [42]

2.1.2 Türkiye’de Yüksek Yapıların Gelişimi

Kule ve minare gibi, çevrenin genel düzeninden ayrılarak yükselen narin yapıların Türkiye’de oldukça uzun bir tarihi vardır. Buna karşılık, her katında insanların yaşadığı ve çeşitli faaliyetler yürüttüğü çağdaş çok katlı yapılar, Türkiye’de ancak 1950’lerde yapılmaya başlamıştır [26].

Bu gecikmenin sebeplerinden biri Türkiye’nin önemli bir deprem kuşağında yer almasıdır. Ancak zamanla artan gereksinimler, kalabalıklaşan kentler ve arsa değerinin yükselmesi, gelişen ve değişen yapım teknolojileri Türkiye’de de yüksek yapıların yapımını hızlandırmıştır. Geçen elli yılı aşkın sürede, Türkiye’de ortalama yapı yüksekliği

ve buna paralel olarak şehirleşmiş arazi üzerindeki yapı ve insan yoğunlukları artmıştır. Buna karşılık, 90'lı yıllara kadar, 13-14 katı aşan yapı sayısı çok sınırlı kalmış, bunlar da Ankara ve İstanbul'da yapılmıştır. Türkiye'de yapıların yükselmesi, son yıllarda Uzak Doğu ülkelerinde yapılan çok katlı binalarla karşılaştırılırsa, oldukça yavaş bir gidiş sayılabilir [21].

70'lerin ortalarına kadar 25 katı geçmeyen yapılar yapılmıştır. 1975-1985 yılları arasında yapıların kat sayılarında az da olsa artışlar olmuştur. Ancak siyasi, politik ve ekonomik problemler nedeniyle bu süreçte çok fazla yapı yapılamamıştır. Ankara'daki 29 katlı Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Binası (1976, 26 kat, 90 m.), İstanbul'daki Harbiye Orduevi (28 kat, 88 m.), yine 28 katlı Hacı Ömer Kız Sabancı Öğrenci Yurdu gibi binalarla 30 kat yüksekliğine yaklaşmıştır. 1985 yılından günümüze kadar olan devrede ise yüksek yapı proje ve uygulamalarında büyük artış gözlenir. Bunun nedeni yüksek yapıların inşasında kullanılan gelişmiş teknolojinin bu dönemde kullanılmaya başlamış olmasıdır [22], [26].

21. yy.'da gelişmeye devam eden teknoloji sayesinde Türkiye'de de birçok fonksiyon için yüksek katlı yapıların inşası devam etmektedir. 2011 yılında İstanbul'da yapılan Sapphire 234,9 metre yüksekliği ile Türkiye'nin en yüksek yapısı olma özelliğini taşımaktadır. Bunu 202 metre yükseklik ile yine İstanbul'daki Spine Tower ve 200 metre yükseklik ile İzmir'deki Folkart Towers takip etmektedir.

2.2 Konut Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Konut kavramı için günümüze kadar birçok farklı tanım yapılmıştır. Konut, barınma işlevini sağlaması dışında sosyolojik ve ekonomik değişkenleri de içeren çok yönlü bir kavramdır. Örneğin;

- Sığınak/ barınak, kullanıcıyı dış çevrenin etkilerinden korumak,
- Bireye, toplumun içinde olmanın yanı sıra ayrı kalma olanağı da tanıyarak, kullanıcıya öz ve özel alan oluşturmak,
- Üretilen bir meta ve bir tüketim malı olmak,
- Birey ve ailenin simgesi ve toplumsal ilişkilerin üretilmesi/yürütülmesi için bir araç olmak,

- Kentsel çevrenin oluşturulmasında bir kültürel olgu olmak,

konutun diğer özellikleri arasındadır [43].

Türk Dil Kurumu'nun Türkçe sözlüğünde "Konut: Bir insanın yatıp kalktığı, iş zamanı dışında kaldığı veya tüzel kişiliği olan bir kuruluşun bulunduğu ev, apartman gibi yer, mesken, ikametgâh" şeklinde tanımlanmıştır.

İlk konutlar olarak kabul edilen barınakların ortaya çıkışı neredeyse insanlık tarihi kadar eskidir. İlk çağlarda barınaklar, iklim koşulları ve hayvanlardan korunma amacıyla, bulunulan çevre koşullarına göre farklı formlarda ortaya çıkmıştır. Cilâlı Taş Devri (Neolitik dönem) ile (tüketicilikten üreticiliğe geçiş evresi) birlikte tarımla uğraşmaya başlayan insanlar uzun süre konaklayabilecekleri kalıcı barınaklar inşa etmeye başlamışlardır [44]. İnşa edilen basit planlı barınak/konutlar, yerel malzemelerin el verdiği yapım olanaklarına göre biçimlenmiştir. Bölgelerin iklim koşullarına çözüm olarak formlarda yapılan değişiklikler, kullanılabilecek yerel malzemeler, farklı uygarlıklara ait konutlarda görülen yapısal farklılaşmalar ve farklı mekan dizilimleri de toplumların kültürel özelliklerini ve yörenin koşullarını okuyabilmemiz açısından önemli ip uçları vermektedir [45].

İnsanlar yerleşik düzene geçtiklerinden beri hayatlarını konforlu kılmak, kendilerini ifade etmek ve aidiyet duygularını arttırmak amacıyla buldukları her yeniliği yaşam alanlarına dahil etmiştir. Yaşam alanlarını ateş, ocak, havalandırma gibi öğelerle şekillendirmeye başlamış ve yaşanabilir hale getirmeye çalışmışlardır. İnsanların yaşam alanları içinde kullandıkları öğelerin (havalandırma, ateş) düzenleri rastgele oluşmamış, elde edilen deneyimlerle şekillenerek insanların yaşam kolaylığını ve konforunu sağlamaya yönelik planlanmıştır [46].

Uygarlığın ve ekonominin gelişimine paralel olarak bir değişim süreci geçiren konut; barınma ve korunma ihtiyacının yanı sıra, refah düzeyinin yükselmesi ile beraber rahatlık ve konfor kavramlarını da içine alan bir gelişim göstermiştir [47]. İn, mağara, göl evi, kulübe, çadır, karavan, gece kondu, ev, apartman, toplu konut, villa, gökdelen konutları, akıllı evler gibi terimler bize insanların zevk ve ihtiyaçları ile ekonomik ve teknik olanaklara bağlı konut gelişimlerini göstermektedir. Küreselleşen dünyada konutlar birbirine benzemeye başlasalar da birbirinden farklı olan konut tipleri; bu

konutlarda yaşayan insanların ekonomik ve sosyo-kültürel yapıları, konfor anlayışları ve beğenileri hakkında bize fikir vermektedir [48].

2.2.1 Çok Katlı Konutların Tarihsel Gelişimi

Tarihsel süreçte incelendiğinde çok katlı konut örneklerine ilk Roma, Mısır ve Yemen’de rastlanmaktadır. Antik Roma mimarisinde “*insula*” olarak anılan çok katlı konut yapıları, artan nüfus ve özellikle orta ve alt gelir grubundaki insanlar için inşa edilmiştir. Geneli 6-7 kattan oluşan beton ve tuğla kullanılarak yapılan bu yapılarda, sokağa inmeden apartmanlar arasında dolaşım sağlamak amaçlı köprüler ve balkonlar yapılmıştır. Mevcut köprü ve balkonlar belirli bir yükseklikte bütün apartmanları birbirine bağlar [49]. Roma kentlerinde kalabalık nüfusun giderek artması, halkın günlük yaşamını devam ettirebilmesini iyice zorlaştırmış, bu nedenle apartmanlar arası ulaşım dışında, belli saatlerde kente yabancıların girmesi yasaklanmıştır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Ostia’da bir insula modeli [50]

Mısır’da çok katlı konut yapılarına ilk olarak başkent Fustat’da (640) rastlanır. Kaynaklarda fazla bilgi olmaması ile beraber, bazı apartmanların 14 kata kadar çıktığı vurgulanmıştır. Kahire’de 16. yüzyıldan itibaren ilk iki katı ticaret ve depolama, üst katlar ise kiralık konut olacak şekilde çok amaçlı çok katlı konut yapıları tasarlanmaya başlamıştır [51]. Aynı yüzyılda Yemen’de Shibam kentindeki konutların 5 ile 11 kat arasında değişen kat adetleri ile yükseklikleri 30 metreyi bulmaktadır. Diğer örneklerden farklı olarak kerpiçten yapılan bu yapılar günümüzde en yüksek kerpiç yapıları olarak anılmaktadır (Şekil 2.15) [52].



Şekil 2.15 Shibam’da bulunan kerpiç apartmanlar [53]

Hasol [54], insanoğlunun barınması ile ilgili iki büyük ayrım olduğundan söz etmektedir. Bunlardan bir tanesi göçebelikten yerleşik yaşama geçiş, diğeri ise tarımdan sanayi devrine geçiş aşamasıdır. Birinci geçiş, yüzyıllar boyu sürmüş ve bölgesel yapının yavaş yavaş değişimi ile oluşmuştur. İkinci geçiş ise (Sanayi Devrimi) çok hızlı ve evrensel bir şekilde gerçekleşmiş, bu süreçte inşa edilen çoğu yapı, bulunduğu coğrafya ile kalıcı bir ilişki kuramamıştır.

18.yy’ın sonlarında Avrupa’da gerçekleşen Sanayi Devrimi’nin beraberinde getirdiği nüfus artışı ve kentleşme, kentsel alan yetersizliği, makineleşme, hızlı üretim, ulaşım-iletişim ve haberleşme alanında yapılan iyileştirme çalışmaları, gelişen teknolojinin yapım teknikleri ve malzeme alanında sağladığı olanaklar, asansörün yapılarda kullanılmaya başlaması, siyasi ve politik (rekabet, rant, imar mevzuatı gibi) olarak alınan kararlar konut formunun değişimine, yatay yerine dikeyde gelişimine neden olmuş ve olanak vermiştir.

Sanayileşmenin merkezi olan İngiltere’de, kullanıcının sosyolojik, fizyolojik ve sosyal çevresi düşünülmeden kira konutları, apartmanlar ve sıra evler yapılmıştır [55]. 19. yüzyılın sonlarına doğru incelenen mevcut apartman örneklerinin mekan ilişkilerinde, bazı gelişmeler öne çıkar. Mekanlara doğal aydınlatma sağlanması ve havalandırma sorununun giderilmesi, tüm konutlarda ıslak hacimlerin bulundurulması ve mutfağın ayrı tutulması, konut birimlerinin gün ışığı alacak şekilde sayılarının artırılması gibi düzenlemelere gidilmiştir [56].

Betonun yapılarda kullanılmaya başlaması ve kalıp sistemi sayesinde standartlaşan parçaların birleştirilmesiyle yapım teknikleri hızlanmış, yaşanan I.Dünya Savaşı (1914-1918) sonrasında konuta duyulan çok sayıda talep ve ihtiyaca karşılık olarak konut üretimi toplu konutların oluşmasına zemin hazırlamıştır [57].

Çelik iskelet sisteminin geliştirilmesi ile ilk yüksek yapılar yapılmaya başlamıştır. 19. yüzyılda malzeme sektöründe yaşanan gelişmeler ilk çelik iskeletli gökdelenlerin yapımına öncülük etmiştir. 20. yüzyılın ikinci çeyreğinde 30-60 katlı ara nesil gökdelenlere rastlanır. 20. yüzyılın son çeyreğinden günümüze kadar olan süreçte gelişen yenilik ve sistemlerle beraber, belirli bir kat aralığı verilemeyecek kadar hızlı değişim yaşanmıştır [58].

Konut yapılarındaki değişim modernizmin etkisiyle devam etmiş, 20. yüzyıl sonlarına gelindiğinde ise; yükselen ve içerisinde kullanıcı gereksinimlerine yönelik birçok fonksiyonu barındıran, farklı bir konut tipi olan rezidans kavramını gündeme getirmiştir [59].

Yüksek yapıların ortaya çıkmasında başlıca nedenler; nüfus artışının beraberinde getirdiği konut ihtiyacı, kentsel alan yetersizliği ve arsa fiyatlarının artması, prestij, kar amacı güdülmesi, reklam aracı olarak görülmesi ve teknik olanakların artması şeklinde sıralanabilir. Gelişmekte olan tüm ülkeler, gelişmişlik ve medeniyet düzeylerini kanıtlamak amacıyla yükselme yarışının birer parçası olmuşlardır. Genel anlamda iş merkezleriyle başlayan bu yarış, sonraları konut yapılarında da kendini göstermiş ve zamanla her kesime hitap eden bir olgu haline gelmiştir.

Birleşmiş Milletler Nüfus Dairesi tarafından yapılan araştırmaya göre; 1950'lerde nüfusun %30'u kentlerde yaşarken, 2000 yılında bu oran %47'ye çıkmıştır. 2030 yılında ise bu oranın %60 gibi yüksek bir oranla 5 milyar insana çıkacağı düşünülmektedir [60].

Kentlerdeki yapılaşmaya enerji korunumu ve sürdürülebilir ölçütler göz önüne alınmadan devam edilirse, 21. yüzyılda temiz su ve fosil enerji kaynaklarının tükenmesi, çevre kirliliği, küresel ısınma gibi sorunların önüne geçilemeyeceği öngörülmektedir. Barındırdığı nüfus bakımından kaynak tüketiminin çok fazla olduğu çok katlı konut yapıları tasarlanırken sürdürülebilirlik kavramı ve ölçütleri göz önüne alınarak tasarıma

yansıtılmalıdır. Kaynak tüketimi ve işletim performansı optimize edilmeli, çevre ve insan sağlığını tehdit eden risklerin minimum olacak şekilde azaltılması gerekmektedir.

2.2.2 Türkiye’de Konut Gelişimi ve Çok Katlı Konuta Geçiş

Osmanlı İmparatorluğu’nun son zamanlarından başlayarak Anadolu topraklarında oldukça hızlı bir değişim gözlenmiştir. Değişimin nedenlerinden bazıları Tanzimat fermanıyla yabancılara tanınan haklar, Cumhuriyetin ilanı ve batılılaşma süreci olarak sıralanabilir [61]. Türkiye’de konut biçimlerinin değişimi ve çok katlı konut yapılarına geçişinin tarihçesinden bahsedilirken, literatürde karşılaşılan ortak yaklaşımda olduğu gibi, dönemsel olarak dört başlık altında incelenecektir.

- Cumhuriyet öncesi dönem,
 - Cumhuriyet - 1950 arası dönem,
 - 1950 - 1980 arası dönem,
 - 1980 sonrası dönem.
- Cumhuriyet öncesi dönem

18. yüzyılda kendini gösteren Batıya yaklaşma çabası yeni imar ve kanun çalışmalarının başlamasına neden olmuştur [62]. Avrupa'daki imar çalışmaları ile kapitalist düzenin şehirlerde neden olduğu problemlere çözüm aranırken, Osmanlı İmparatorluğu’nda amaç; sürekli çıkan ve fazlasıyla zarara neden olan yangınları önlemek, yeni mahalleler inşa etmek ve çevreyi düzenlemek olmuştur. Osmanlı Devleti Avrupa’da yaşanan sanayi devriminin neden olduğu yapı ve inşaat alanındaki yeniliklerin etkisi ile konut tiplerinde yenilik arayışına girmiştir [63].

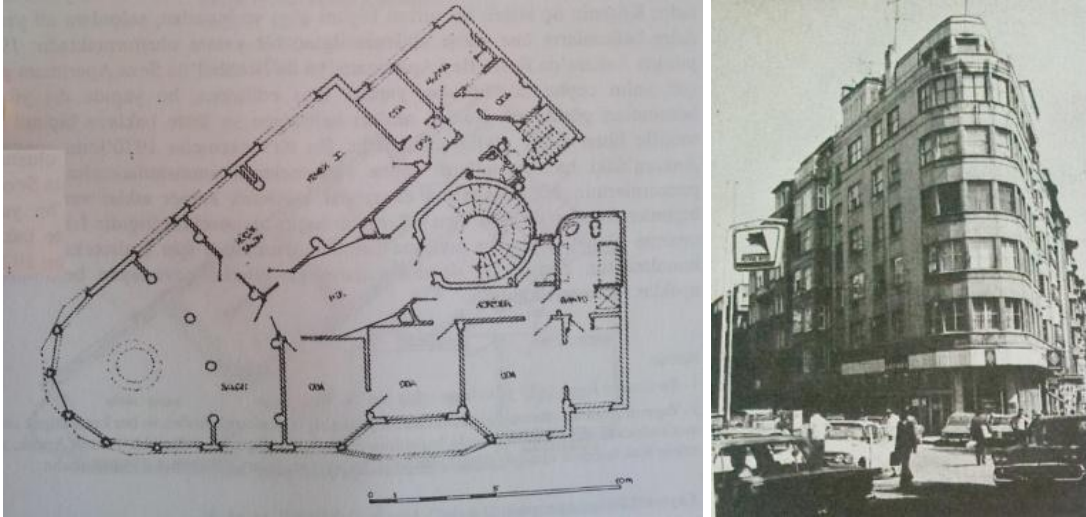
1839 yılında ilan edilen Tanzimat Fermanı, 19. yüzyıl konut kavramının gelişimine etki eden önemli bir olaydır. Tanzimat fermanına kadar gayrimüslim mahallelerindeki inşaat işleri ve denetimi merkezin kontrolünde yürütülmüş, burada yaşayan halkın belli bölgelerde ikamet ettirilmesine dikkat edilmiştir. Tanzimat fermanının ilanından sonra (1839) yerleşim kısıtlamaları ve inşaat yasakları tamamen kalkmış, Anadolu’da ilk çok katlı konut yapıları/apartmanlar inşa edilmeye başlamıştır. Büyük yangınlara neden olan ve sonucunda yok olan ahşap binaların azaltılıp, yangına karşı dayanıklı olan ve koruma sağlayan taş, beton gibi malzemelerin kullanılmaya başlaması ve betonarmenin keşfi ile

beraber kat yüksekliklerinde artış yaşanması, 19. yüzyılda görülen ve öncelikle gayrimüslimlerce benimsenen apartmanlaşmanın kaydettiği önemli aşamalardan sayılmaktadır [64].

I.Dünya Savaşı (1918) sonrasında yaşanan konut sıkıntısı ve eş zamanlı yaşanan büyük Fatih yangını (1918) sonrasında çok katlı konutların sayısı artmıştır. Bu sürecin beraberinde getirdiği sosyal konut kavramı, ilk olarak Laleli'de yapılan Harikzedegan (Tayyare) evlerinde görülmüştür [65]. 1918 yangınında evsiz kalanlar için Mimar Kemalettin Bey'in tasarladığı Laleli'deki Harikzedegan Apartmanları, eski İstanbul'da (sur içi) ilk apartman tipi konut yapılaşması olarak ortaya çıkmıştır [66].

- **Cumhuriyet – 1950 arası dönem**

Osmanlı İmparatorluğu'ndan, Cumhuriyet'e geçişle beraber Türkiye'nin modernleşmesi yolunda büyük değişimler gözlenmektedir. Tek partili Cumhuriyet rejimine geçilmesiyle beraber, ülkenin bir ulus-devlet mekanına dönüştürülmesi ve kentlerin 'modernite'nin yeri olarak düzenlenmesi için stratejiler geliştirilmeye başlanmıştır [67]. Bu dönemde, Ulus-devletin başkenti olarak Anadolu'nun ortasında Ankara'nın seçilmesi, Türkiye'nin gelişiminde alınan en etkili karar olmuş ve merkezin İstanbul'dan Anadolu'ya kaymasını sağlayarak Anadolu'nun gelişimini hızlandırmıştır. Anadolu'da demiryolu ağının genişlemesi, liman kentlerinin oluşması ve hızlıca büyümesi kentlerdeki yaşamı değiştirmiş ve dolayısıyla konut kavramında hızlı bir değişime neden olmuştur [68]. Anadolu kentlerinde geleneksel konut-apartman farklılaşması görülmeye başlamıştır. Bu dönemin önemli örneklerinden biri 1933 yılında Taksim, İstanbul'da Sedat Hakkı Eldem tarafından tasarlanan Ceylan Apartmanıdır (Şekil 2.16). Plan şeması incelendiğinde, tasarım anlayışının uluslararası üsluba doğru değiştiği gözlenmektedir. Plan şemalarında artık geleneksel Türk konutunun izlerine çok az rastlanmaktadır. Konuta eklenen tuvalet-banyo gibi mekanlar plan şemalarının giderek farklılaşmasına neden olmaktadır (Aslanoğlu, 2010). Hızla yaygınlaşan apartman tipi konut, Orta Anadolu'ya da hakim olmaya başlamıştır [61].



Şekil 2.16 Ceylan Apt plan ve cephe [69]

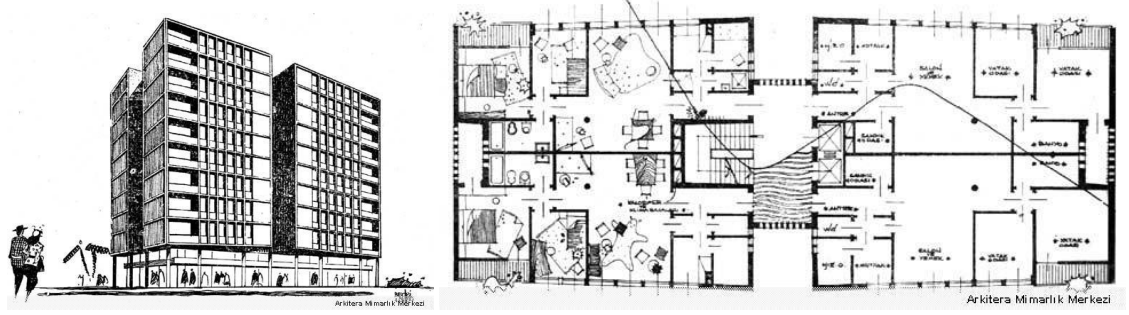
- **1950-1980 arası dönem**

1950-80 yılları arası Türkiye’de konut sorunun yoğunlaşıp bütün ülkeye yayıldığı bir dönemdir. Önemli nedenlerinden biri, nüfusun hızla artmasıdır. Ayrıca modernleşme ve sanayileşmeyle beraber kentte yaşayan nüfus da hızla artmıştır. Bunun yanı sıra, bir önceki dönemi demiryolu ağının etkilemesi gibi, bu dönemi de karayollarının gelişmesi büyük oranda etkilemiştir [70]. Bir önceki dönemde başlayan, apartman tipi konutların artma süreci bu dönemde de devam etmiştir. 1965 yılında, konut piyasasına özel sektörü çekebilmek adına yeni kamusal düzenlemelerle “Kat Mülkiyeti Yasası” çıkarılmıştır. Bu yasa ile birlikte apartmanlaşma giderek hızlanmış ve apartmanlardaki her daire bağımsız bir mülk olarak kabul edilmiştir [71]. 1969 yılında çıkarılan 1163 sayılı "Kooperatifler Kanunu" ile konut sektörü farklı bir boyut daha kazanmıştır [72]. Bu gelişmeler ışığında, yüksek katlı konutların artışı hızlandıran uygulamalar; yap-sat ve kooperatifleşme olmuştur [71].

Bu dönemde ortaya çıkan en önemli konut üretim biçimleri yap-sat, kooperatif ve gecekondular yapılarıdır. Yap-sat sistemi ile o dönemde Türkiye’deki toplam konut stokunun %40-45’i karşılanmıştır. Dönemin konut stoğunun ikinci %40-45’lik dilimini ise gecekondular oluşturmuştur. Bu dönemin üçüncü konut biçimi de yaklaşık %10’luk bir dilimi karşılayan kooperatif üretimidir [70], [73].

Bu yıllarda sıkça söz edilen toplu konutlar, özellikle 1980 yılından sonra kentlerimizde artmaya başlamıştır. İlk örneklerden biri İstanbul 4. Levent toplu konutudur. Kemal

Ahmet Aru tarafından 1954 yılında tasarlanan konutlarda, farklı mekansal özelliklere sahip konut blokları bulunmaktadır [74] (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 4. Levent Toplu Konutu A blok görünüş ve planı [75]

Yaşanan diğer önemli gelişme betonarmenin yaygınlaşması ve yapım sistemlerindeki gelişmelerdir.

- **1980 sonrası dönem**

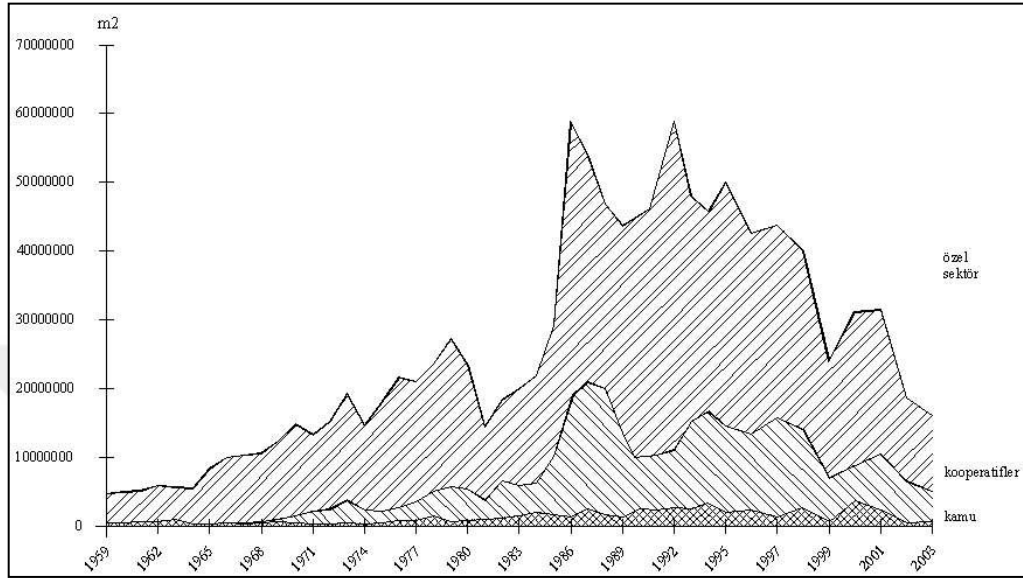
İnşaat sektörünün malzeme, teknoloji ve girişimcilik bakımından gelişmiş olduğu, küreselleşme ile beraber liberal ekonomilerin de öne çıktığı bu dönem mimari ve şehircilik anlamında yeni kentsel mekanlar ve konut tiplerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur [76].

1980 askeri müdahalesi sonrası konut sektörüne yapılan yatırımlar artmaya başlamıştır. Bunlardan biri, 'Toplu Konut Yasası'nın 1984 yılında yürürlüğe girmesidir. Bu yasanın beş temel amacı;

- Çok katlı konut yapımını teşvik etmek,
 - Dar ve orta gelirli için konut üretmek,
 - Tasarlanan konutların 'sosyal konut' statüsünde olması ve büyüklüklerin ona göre belirlenmesi,
 - Şehir merkezindeki yoğunluğunu, oluşturulan konut yerleşkeleriyle kontrol altında tutmak,
 - Kullanıcıların konutlarda kiracı olarak değil ev sahibi olarak oturmasını sağlamak
- olarak sayılabilir [72], [77].

Bu yasa dışında bir diğer teşvik, konut kredileri vermek üzere Toplu Konut Fonu'nun oluşturulmasıdır. Cumhuriyet tarihinde devletin konut piyasasına olan en önemli müdahalesi bu dönemde olmuştur [72].

Bu dönemde konut üretimindeki en büyük pay özel sektöre aittir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18 Türkiye’de konut üretimi ve sektörlere göre dağılımı¹

Öncelikle orta gelir grubuna hitap eden konutlar üretilmeye başlanmış, zaman içerisinde hedef kitlesi değişmiş, üst ve üst-orta gelir grubuna hitap eder hale gelmiştir [72]. Rezidans ve site olarak adlandırılan bu yerleşimler özellikle 1990 sonrasında büyük oranda artış göstermiş ve sektörün cazip yatırım alanı haline gelmiştir [78]. 21. yüzyıla gelindiğinde, yaşanan tüm bu gelişmelerin getirdiği son nokta olarak, yüksekliğin her geçen gün arttığı çok katlı konut kulelerinin üretim hızı da giderek artmıştır.

2.3 Cephe Kavramı

İnsanoğlu var olduğu günden bugüne, yaşamını sürdürebilmek için korunaklı yerler oluşturmaya çalışmıştır. Barınakların yapımı ile beraber çatı ve dış duvarlar doğmuştur. Bu el yapımı barınakların dış yüzeyi, hava koşulları ile doğrudan temas etmesinden dolayı, yaşam alanlarını dış etmenlerden koruyan kabuk kavramı önem kazanmaya

¹ DİE; İstatistik Yıllıkları; inşaat ruhsatlarına göre

başlamıştır ve yapıda 'iç ve dış' kavramları ortaya. Zamanla dış duvarlar ile oluşturulan boşluğun kullanım ve konfor için birtakım koşulları karşılaması gerekliliği anlaşılmış ve malzeme seçimi önem kazanmıştır. Malzeme seçimiyle birlikte form kavramı ortaya çıkmış, seçilen malzemelerin birleşim şekilleri ve geometrik sıralamaları formu oluşturmuştur. Bununla birlikte dış duvarlar; bir yapılanmayı çevreleyen/saran yüzeyi, 'cephe'yi oluşturmuştur [79].

Çevremize baktığımızda, bizi saran mekanların tanım öğeleri olan yapı dış kabukları- cepheler ve çatılar- ile doğrudan ilişki kurarız. Rasmussen'in dediği gibi *".. ve gerçekten insanların çoğu mimariyi onun dış görünüşü ile yargırlar"* [80]. İnsanın oluşturduğu mekanı dışarıdan çevreleyen katman için; cephe, kabuk ve yüzey gibi isimlendirmeler yapılmıştır. Bu isimlendirmelerin açıklamalarını Hasol'un [81], Mimarlık Sözlüğü'nden incelersek:

Cephe tanım 1. Bir binanın yüzeylerinden her biri; özellikle ön yüz. Cephe, baktığı doğrultuya ya da işlevine göre de adlandırılır: güney cephesi, yol cephesi, deniz cephesi, manzara cephesi, giriş cephesi vb. [81].

Cephe tanım 2. Bina yüzüne dik doğrultuda sonsuzdan bakılan görünüş, görünüş (resmi) şeklindedir.

Kabuk; yumurta kabuğu ilkesindeki gibi, kendi kendini taşıyan ve geniş açıklıkları kolayca aşabilen çelik, ahşap veya betonarme çok ince örtü. Kabuk, etkisi altında bulunduğu kuvvetleri iki boyutta yayan taşıyıcı bir eğri yüzeydir. Kabuklar tek ya da iki eğrilikli yüzeyler oluşturabilirler. Bunların kalınlıkları, aştıkları açıklıklara oranla çok daha azdır [81].

Yüzey; bir cisim uzaydan ayıran dış ve yaygın bölümü, satır. Yapıda yüzeyler, düzlem yüzeyler ve eğri yüzeyler olarak iki ana bölümde toplanırlar [81].

Güvenli [82], cepheyi *"İç mekan ve dış mekan arasında ayırıcı görevi gören, içinde barınanlar için koruyucu görevi üstlenmiş olan, yapının dış mekanı ile ilişki kuran, iletişim halinde olan bir yapı elemanı"* olarak tanımlamıştır.

Subaşı Direk [83], binanın kabuğu olarak nitelendirdiği cepheyi şöyle tanımlar: *"Yaratılacak etkilerin göz önünde tutulmasıyla, için dışa ya da dışın içe hakim olması"*

yolundaki tercih sonucu, yapının ana hatları ortaya çıkar. Bu iki mekan arasındaki sınırı oluşturan ve yapının kılıfı olan dış forma cephe denir”.

Venturi [84] der ki; *“Yapıyı içeriden dışarıya olduğu gibi dışarıdan içeriye doğru tasarlamak, yapının mimarlığını oluşturan gerekli gerilimlerin ortaya çıkmasını sağlamak demektir. İçerisi dışarıdan farklı olduğu için, duvar -yani farklılaşmanın başladığı yer- mimari bir olguya dönüşür. Bu iç güçler ve çevre güçleri, hem genel hem özel, hem belirlenimsel hem de rastlantısaldır. Dışarıyla içeriği birbirinden ayıran duvar olarak mimarlık hem bu çözümün mekansal anlatımına, hem de bu çatışmanın sahnelenmesine dönüşür. İçerisiyle dışarıyı arasındaki farkın ortaya konmasıyla mimarlık, bir kez daha kapılarını kent bilimsel bir bakış açısına açar.”*

2.3.1 Cephelerin Tarihsel Gelişimi

İnsanlığın gelişme sürecine paralel olarak mimari yapılaşma süreci de gelişme göstermiştir. Toplumlara göre değer ve kimlik kazanan cephe olgusu da bu gelişme sürecinde teknoloji, malzeme ve mimari açıdan eş zamanlı olarak değişim ve gelişimini sürdürmüştür.

Cephe kavramı insanın ilk barınak yapmaya başladığı günden itibaren yapının bir parçası olarak tanımlanır. İnsan, ilk zamanlardaki ilkel koşullarda bunu ağaç dalları gibi doğada bulduğu malzemelerle yapmış, içinde yaşadığı mekanın konfor koşullarını iyileştirmeyi amaçladıkça farklı malzemeler kullanmış ve soğuk, yağmur, rüzgar ya da sıcak gibi doğa etkilerinden, vahşi hayvanlar ve yabancılar gibi çevre koşullarından korunmaya çalışmıştır.

Malzemeler açısından incelenirse, ahşabın bilinen en eski yapı malzemelerinden birisi olduğu söylenebilir. Tarih öncesi dönemde yaygın olarak kullanılmıştır [85]. Bilinen en eski yapı malzemelerinden biri de kildir. Kil, tuğla yapımında kullanılmış ve yapıların inşa süreçlerine önemli katkı sağlamış bir yapı malzemesidir. Yapı malzemesi olarak kullanılan örneklerle ilk uygarlıklar olduğunu bilinen Mezopotamya ve Mısır’da rastlanır. Bu dönemde dış duvar kalınlıklarının fazla olması, taşıyıcı sistem olarak dış duvarların tanımlanmış olmasından kaynaklanmıştır. Malzeme olanaklarının ve yapım tekniklerinin geliştirildiği bölgeler olan Mısır, Mezopotamya ve Hindistan, yapı alanındaki gelişimi Avrupa’ya devretmesiyle birlikte yapı tipolojisi ve kullanılan

malzemeler anlamında değişimler gözlenmiştir. Yunan tapınaklarında, çoğunlukla taş kullanıldığı gözlemlenirken, cepheleri kolonlarla ve kalın yığma taş duvarlarla çevrelenmiştir (Şekil 2.19) [86].



Şekil 2.19 Partenon tapınağı, Yunanistan [87]

Roma dönemi teknik gelişmelerin yaşandığı ve bunun yapılara ve cephelere yansıdığı bir dönemdir. Kemer ve tonoz, Yunanlıların erişemedikleri önemli mühendislik başarısı olarak görülür (Şekil 2.20) [88].



Şekil 2.20 “Roma Colosseum”, MS.1.yy, Roma, İtalya [89]

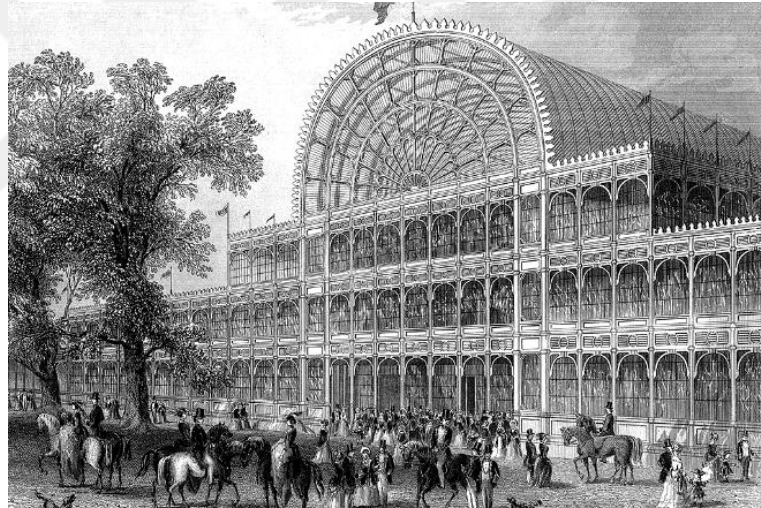
Yapı dış yüzeylerinin yapımında yığma sistem, malzeme performansı ve sanatsal niteliğiyle uzun süre kullanılan yapım yöntemi olmuştur. 18.yy. sonları ve 19.yy. başları arasında değişen yapım teknikleri, geleneksel olarak kullanılan yapı malzemelerinde gözle görülür değişiklikler meydana getirmiş, taş, tuğla ve ahşap malzemeler yerlerini cam, dökme demir ve betona bırakmıştır [22].

Betonarme; malzeme ve sistemi itibariyle, örtü anlamında ilk kabuk denemelerine de olarak sağlamış, hem teknik hem görsel açıdan yapı kabuğuna farklı yorumlar getirmiştir [86].Günümüzde betonarme yapılar gerek yapım kolaylığı, gerek uygulama

esnekliği ile, yüksek yapılar da dahil olmak üzere, inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Demir, sanayi devrimi ile beraber yapım sisteminde kullanılmaya başlamış ve dış görünüşle ilgili büyük yeniliklere neden olmuştur. Cephenin yok olması ve soyutlanması süreci, duvarın taşıyıcı olma özelliğinden kurtulmasına bağlıdır [90]. Cam endüstrisinde 18.yy.'ın ikinci yarısında önemli teknik ilerlemeler kaydedilmiş ve 1806 yılında $2.50 \times 1.70 \text{ m}^2$ ebatlarında camlar üretilmiştir. Yapı ürünleri olarak cam ve demirin birlikte kullanılmasıyla, 1830'da dünyada ilk asma cephe uygulamasının yapıldığı iki katlı banka yapısı Philadelphia'da inşa edilmiştir [91].

1851 yılında Londra'da inşa edilen Crystal Palace sergi merkezi, dökme demir taşıyıcı çubuklar arasına yerleştirilmiş, 300.000 parça cam kullanılarak oluşturulmuş, tamamen seffaf olan kabuğu ile yeni bir kavramı dünyaya tanıtmıştır (Şekil 2.21) [3].



Şekil 2.21 “Crystal Palace”, 1851, Londra, İngiltere [92]

Dökme demir çerçeve taşıyıcı sistemler geliştikçe, yük; ince kolon ve kirişlere aktarılmış böylece ince duvar ve geniş pencere yapımı kolaylaşmıştır [93].

Bir sonraki adım 1930'larda ABD'de yük taşıyan strüktürün dış cepheden ayrılması olmuştur. Bu sayede yapı strüktüründen bağımsız, yapı dış yüzeyine asılarak giydirilen, yük taşımayan ancak ileten, dış kabuk sistemi giydirme cepheler olmuştur.

Giydirme cepheler ilk olarak bronz, pirinç ve çelikten yapılmakta iken, 1950'lerde bu malzemeler yerini alüminyuma bırakmıştır. Bunun temel nedeni alüminyumun hafifliğı, korozyon direnci ve ekstrüze kesitlerle getirdiğı tasarım özgürlüğüdür. Uzun ömürlülük,

mekanik mukavemet, yansıtıcılık, geri dönüşüm özellikleri, enerji tasarrufu sağlaması, tutuşmaz yapı malzemesi olması, kolay işlenebilirliği, dekoratif ihtiyaçları karşılaması, kolay temizlenebilme özellikleri alüminyum kullanımını arttırmıştır [94].

Alüminyumun yapıda büyük oranda ilk kullanılışı, 1923 yılında Newyork'ta yapılan Empire State yapısındadır (Şekil 2.22).



Şekil 2.22 “Empire State Building”, Londra, İngiltere [95]

21. yy'da “yüksek yapı” veya “gökdelen” olarak tanımlanan çok katlı binaların 19.yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkmasında iki önemli faktör bulunmaktadır. Bunlardan ilki teknik sistemlerin (asansörün icadı, ısıtma, aydınlatma vb.) geliştirilmesi diğeri ise yapı duvarlarının taşıyıcı özelliğini ortadan kaldıran taşıyıcı iskelet sistemlerdir.

Giydirme cephelerin yüksek yapılardaki kullanımının dünyadaki ilk örneklerinden biri, 1929 yılında New York'ta yapılmış olan Empire State binasıdır. Alüminyum ve cam üretiminde gelişen teknoloji, bu iki malzemenin cephelerde bir arada kullanılmasına olanak sağlamış, yapı ağırlığı azalırken, kat yükseltme olanağı da artmıştır. 1930'lu yıllarda yüksek yapılarda kullanım alanı bulan giydirme cephe sistemi, 1950'lerde patlama yaparak, bir anlamda yüksek yapıların simgesi haline dönüşmüş ve modern binaların cephelerinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu gelişmede önemli bir etken de, II. Dünya Savaşı sırasında artan alüminyum üretim kapasitesinin, savaş sonrasında piyasaya ucuz şekilde sunulmuş olmasıdır [3].

20. yüzyılın sonlarında, giydirmce cephe teknolojisindeki gelişmeler ve 21. yüzyıldaki beklentiler sonucu giydirmce cepheleer artık yalnız iç ve dış mekanları ayıran, rüzgar ve kendi yükü dışında yük taşımayan hafif cephe sistemleri olma özelliklerinin yanı sıra iç konforun sağlanmasında da (ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma) görev almaya başlamıştır [1].

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak giydirmce cephe teknolojisi ve yüksek yapılar, gelişmiş ölkelerden yapılan teknoloji transferleri ile Türkiye’de de uygulama alanı bulmaya başlamıştır. İlk giydirmce cephe uygulamalarından biri, 1959 yılında Enver Tokay ve İlhan Tayman tarafından Ankara’da yapılan Kızılay İş Hanıdır. Mehmet Konuralp ve Salih Sağlamer’in 1973-1979 yılları arasında İstanbul’da yaptıkları Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü binası da başarılı örneklerden birisi olmuştur.

2.3.2 Cephelerde Doğal Havalandırma ve Enerji Verimliliği

Bilim ve teknolojinin gelişmesi ile doğa; artan nüfusun çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için kaynak olarak kullanılmıştır. 18. yüzyılda sanayi devrimiyle gerçekleşen hızlı sanayileşme, gelişen toplum ve artan ihtiyaçlar; çevre kirliliği ve beraberindeki sorunları belirgin hale getirmiştir. 1970’li yıllardaki enerji krizi ile birlikte bilinçlenme dönemi başlamış ve ölkeler ortak hareketlerle çözüm arayışlarına girmişlerdir.

Dünyada, yapılarda kullanılan enerjinin toplam enerji içindeki oranı %45- 50’lere kadar çıkabilmektedir. Binalar tükettikleri enerjilerle enerji kaynaklarının tükenmesinde ve çevrenin kirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu da kullanılan enerjinin büyük bir bölümünü tüketen binaların doğal çevreye getirdiği yükün azaltılabilmesi için mimarları, binaları enerji bilinciyle tasarlamaya yöneltmiştir. Bu nedenle binaların yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanabilecek şekilde tasarlanmaları ve enerji tüketen bir unsur olmaktan çıkarılıp enerji korunumuna katkı sağlayan, hatta kendi ihtiyacı olan enerjiyi kendisi üretebilen enerji etkin sistemler haline dönüşmeleri sağlanmalıdır.

Toplam enerjinin çok önemli bir oranı yapılarda kullanıcı konforunu sağlamak üzere, bütün dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle daha az ısıtma, soğutma, havalandırmaya

ihtiyaç duyulacak, enerji kullanım ihtiyacını azaltacak uygulamalar ön plana çıkarılmamıştır.

Cepheler, iç ve dış mekânların ara bağlantısı, sabit ve değişken açılardan görüntüsü, biçim ve işlev ilişkisi gibi temel sorunların yoğunlaştığı yapı elemanlarıdır. Temelde cepheler, iç ve dış mekan arasında yer alan ayırıcı bir bölme olarak mekân içinde yaşayanları dış etkilere korumak işlevini üstlenmektedir [96].

Sanayi devrimi sonrasında malzeme ve teknolojiye ilerleme ile cephe tasarımları çok değişmiş, yapıların çevresel etkileri ve binalardaki konfor koşulları düşünülmeden yapılmaya başlanmıştır. Enerji korunumu bilincinin ortaya çıkmasıyla fosil kaynaklı enerji tüketimini azaltmak için cephe tasarımlarının değiştirilmesi gerektiği, konfor koşullarının daha az enerji tüketerek ve çevreye daha az zarar veren enerji kaynaklarıyla karşılanması gerektiği anlaşılmıştır [97]. Tarihsel gelişim süreci içerisinde mimaride enerji ve çevre bilinçli tasarımın giderek önem kazanması ile birlikte cephe oluşumları ve cephelerin performans beklentilerinde büyük değişimler yaşandığı görülmektedir [96]. Bu dönemden sonra sürekli gelişen ve değişen cephe tasarımları karşımıza çıkmıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın ve sürdürülebilir mimarlığın gündemde olduğu 21.yy'da yapı cepheleri farklı anlayış ve teknolojilerle tasarlanmaya ve uygulanmaya devam etmektedir.

Yağış, sıcaklık değişikliği, rüzgar, nem gibi iklim etkileri, gece-gündüz sıcaklık farklılıklarının iç mekan koşullarına etkisinin belirlenmesi ve iç mekan termal konforunun sağlanması cepheler aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Cepheler, yapım ve kullanım aşamalarında enerji tüketen yapı elemanlarıdır [98]. Cephelerden mukavemet ve stabilite, boyutsal kararlılık, su sızdırmazlık, ısı yalıtımı, havalandırma, ses yalıtımı, gün ışığı kullanımı, rüzgâr direnci, akustik özellikler, yangından korunma ve bakımının ekonomik olması gibi sıralanan beklentilere artık günümüzde iç ve dış iklim arasında denge sağlayabilen, çevreyle dost, dinamik bir örtü olması gibi beklentiler de eklenmiştir [96]. Bu nedenle cephelerin henüz tasarım aşamasındayken ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi ihtiyaçları karşılayabilecek özellikte ve aynı zamanda enerji etkin yaklaşımlar göz önünde bulundurularak tasarlanması ve uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Enerji etkinliği kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi ile doğrudan ilişkili olan yapı elemanları, cephelerdir. Yapıda kullanılacak enerjinin üretilmesine katkı sağlayan ya da enerji tüketimini olabildiğince azaltan cepheler tasarlamak ve uygulamak günümüz koşullarında mimarların önemli sorumlulukları arasında yerini almıştır.

Cephe uygulamalarında enerji etkin teknolojilerin kullanılması binaya ek bir maliyet getirmektedir. Ancak yapılarda kullanılan toplam enerjinin çoğunun iklimlendirme (ısıtma-soğutma) sistemlerine harcadığı düşünülürse, enerji etkin cepheler kullanım süresince harcanan enerjiyi büyük oranda azaltabilirler. Böylelikle mekanik tesisat için ayrılan bütçenin bir kısmı enerji etkin kabuk tasarımına yönlendirilebilmekte ve ilk yatırım maliyeti belli oranda düşürülebilmektedir [99].

Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinden biri, yapı cephesinin enerji korunumlu ve/veya enerji etkin olarak tasarlanmasıdır. Yapı cepheleri ise aktif ya da pasif sistemler kullanılarak enerji etkin olarak tasarlanabilmektedir.

Yapı cephelerinde enerji etkinliğini sağlayan başlıca ilkeleri şu şekilde sıralayabiliriz;

- İklim verilerine göre yapının ve cephenin konumlandırılması,
- Aydınlatmada gün ışığı kullanımı,
- Isı depolama (trombe duvarı, bidon duvar),
- Gerekli cephelerde güneş kırıcılar ile gölgeleme,
- ***Hakim rüzgar yönü dikkate alınarak sağlanan doğal havalandırma,***
- Rüzgarın cephe yüzeyinde toplanmasını sağlayan form seçimi,
- Enerji korunumu (saydamlık/doluluk oranı, ısı yalıtımı/U değeri, hava sızdırmazlığı),
- Enerji etkin malzeme seçimi,
- Güneş enerjisinden aktif ve pasif olarak faydalanma,
- Cephelerde rüzgar enerjisinden faydalanma,
- ***Çift tabakalı giydirme cepheler ile sağlanan doğal havalandırma,***
- Yeniden dönüşüm/kullanım,

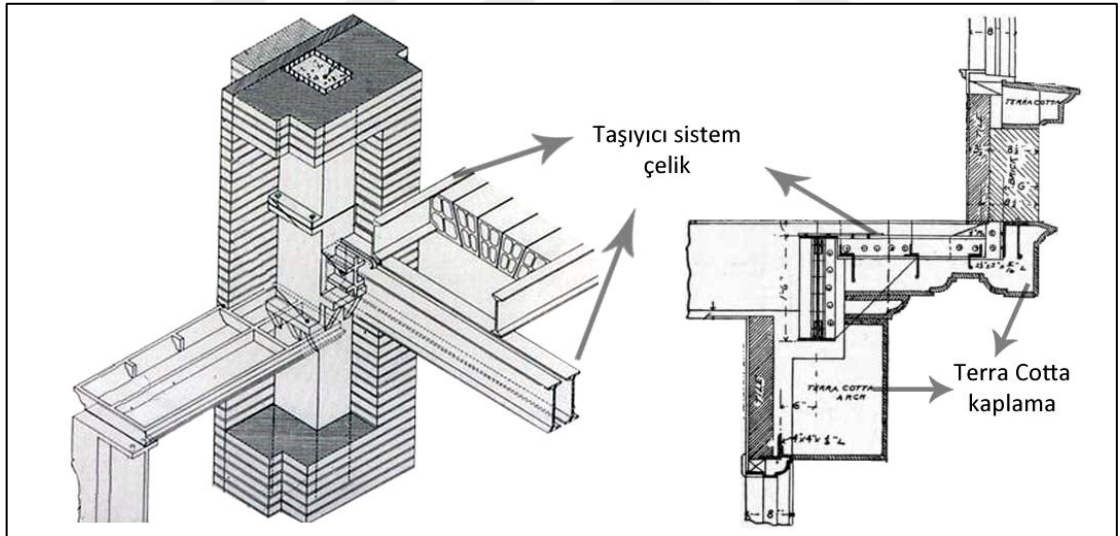
- Atıkların işletimi,
- Yağmur suyu depolama,
- Eko malzemeler (toksik madde içermeyen, uzun ömürlü malzemeler gibi),
- Yaşam döngüsü değerlendirmesi [100], [101].

2.4 Yüksek Konut Yapılarında Kullanılan Cephe Sistemleri

Tez kapsamında yüksek konut yapılarında kullanılan cephe sistemleri, basit ve giydirme cepheler olmak üzere iki ana başlıkta sınıflandırılmıştır (Şekil 2.23). Tarihsel süreçte incelendiğinde basit cepheler; ilk olarak yığma sistemlerle yapılan yapılarda taşıyıcı görevi gören ve daha sonra taşıyıcı çerçeve sistemin kullanılmaya başlamasıyla, duvarın taşıyıcı görevi görmekten çıkıp, dolgu görevi gördüğü cephelerdir. Giydirme cepheler ise, yapıya dışarıdan giydirilen ve yükünü taşıyıcı sisteme bağlantı noktaları ile ileten cephelerdir.

2.4.1 Basit Cepheler

Basit cepheler, en basit formları pencereler ve masif duvar sistemlerinden oluşan cephelerdir. Havalandırma ve gün ışığı sağlayan açıklıklar ile yük taşıyan/ya da dolgu görevi gören duvarlardan oluşmaktadır. Pencereler havalandırma, aydınlatma, güneş kontrolü veya enerji kazanımı etkenlerine göre idealize edilerek düzenlenmektedir. Bu tip cephelerin yapımı ekonomik olup temizlik ve bakım maliyetleri düşüktür. Bu cephelere işlevsel cephe elemanları da (ışık veya enerji üreten, temiz hava veya mekanik havalandırmayı mekâna alan elemanlar gibi) entegre edilebilmektedir [102]. 1885 yılında ilk kez çelik çerçeve sistem kullanılarak yapılmış olan Home Insurance binası ile başlayan yüksek yapı yolculuğu, yapı taşıyıcı sistemindeki yeniliklere karşın, cephede geleneksel sistem ile devam etmiştir. Bu sistem ile yapılan yapılarda cephe; taşıyıcı sistemin, örgü tekniği ile kaplanmasıyla oluşturulmaktadır (Şekil 2.24). Cephe, taşıyıcı sistemden bağımsız değildir. Bu dönemde cephelerde ana malzeme olarak tuğla, taş ve terra cotta kullanılmıştır [103].



Şekil 2.24 Taşıyıcı sistem örülürken cephe kaplamasının da beraber örülmesi [104]

Home Insurance binası

1900'lü yılların başında, kolon ve kirişlerden oluşan taşıyıcı çerçeve sistem elemanları birer mimari eleman olarak cepheye yansıtılmaktaydı. Ancak çelik malzemenin yangına karşı dayanıksız olması ve korunması gerekliliği nedeniyle, dış cephede yer alan kiriş ve kolonların üzerinin taşıyıcı olmayan (kireçtaşı bloklar ve terra cotta gibi) malzemeler ile kaplanması, bir çözüm olarak uygulanmaya başlamıştır [103].

2.4.2 Giydirme Cepheler

Yüksek yapıların gelişimine bakıldığında 20. yüzyıldan itibaren büyük ilerlemeler kaydedildiği görülmektedir. Yapının kabuğu niteliğinde olan cephe, binanın strüktür ve malzemesinin, günün mimari anlayış ve tekniğinin belirlediği bir yapıya sahiptir. Yapılarda kimi zaman strüktürel olarak taşıyıcı sisteme yardımcı olan cepheler uygulanırken kimi zaman da, kendi kendini taşıyan, yalıtım ve koruma sağlayan; ince, hafif, saydam, yarı saydam veya opak yüzeylerin değişik oranlarda birleşimiyle oluşan cepheler tercih edilmektedir [105].

Çelik ve betonarme taşıyıcı sistemlerin gelişmesiyle, yapının dış duvarları taşıyıcı sistem elemanı olmaktan çıkıp, yapının iç ve dış mekanlarını bölen, mekanlar arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde kurmaya çalışırken, kullanıcı gereksinimlerini de göz önüne alarak yapının performansının yükseltilmesine çalışan elemanlara dönüşmüştür.

Teknolojik gelişmelerle birlikte yeni yapı malzemeleri de ortaya çıkmış ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Sanayi devrimiyle beraber, geniş boyutlu pencere kullanımı yaygınlaşmıştır. Tarihi çok eskilere dayanan camın, pencere boyutunda kullanılmaktan çıkıp, yapı cephelerinin tamamında kullanılmaya başlamasıyla giydirme cephe kavramı ortaya çıkmıştır [106].

Hasol'un Mimarlık Sözlüğü'nde [107] yaptığı giydirme cephe tanımı şöyledir: *“Çok katlı bir yapıda, döşemelerin önünden geçerek devam eden, bunlara veya kolonlara asılan, taşıyıcı olmayan çoğu bol camlı dış duvar”*.

Giydirme cepheler; yapı taşıyıcı sisteminden bağımsız olan, yük taşımayan, kendi ağırlığını ve rüzgar yükünü taşıyıcı sisteme ayarlanabilir bağlantılar (tespit elemanları) aracılığıyla ileten, dış kabuk boyunca kesintisiz olarak yalıtım ve koruma görevi yapan, iç ortam ile dış ortam arasında bir filtre görevi görerek çeşitli performansları karşılayan yapı elemanlarıdır [106], [108]. Metal, granit, mermer, cam v.b. paneller giydirme cephelerde dolgu elemanı olarak kullanılmaktadır [106].

İlk kez 1820'lerde cephe kaplama malzemesi olarak kullanılan cam ve çelikten üretilen giydirme cephe sistemleri, günümüzde cephe kaplama özelliğinin dışında mekânın aydınlatılması, güneşten korunması, ısıtılması, soğutulması, havalandırılması gibi işlevler de yüklenerek kullanılmaktadır [1].

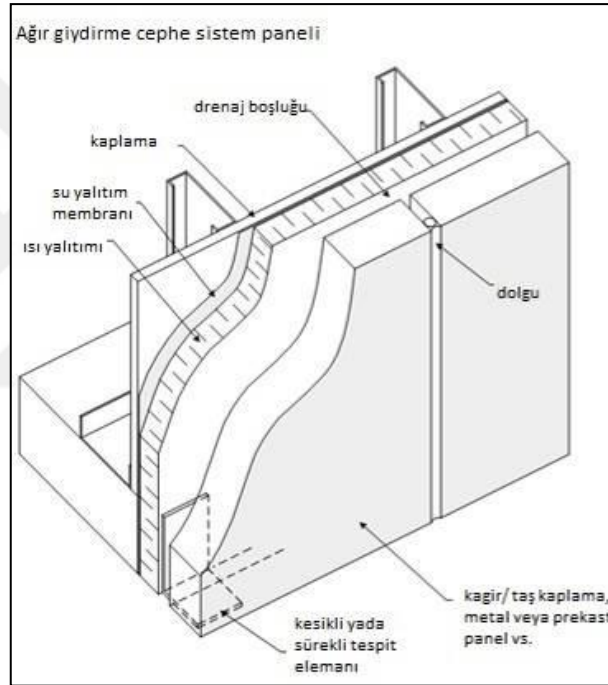
2.4.2.1 Ağırlıklarına Göre Giydirme Cepheler

Giydirme cepheler, kullanılan elemanların ağırlıklarına göre yapılan sınıflandırmada ikiye ayrılır:

- Ağır giydirme cepheler ($>100 \text{ kg/m}^2$)
- Hafif giydirme cepheler ($<100 \text{ kg/m}^2$)

1- Ağır Giydirme Cepheler

Ağır giydirme cepheler, ağırlıkları 100 kg/m^2 'den fazla olan ve genellikle beton esaslı prekast panellerden oluşan duvarlardır (Şekil 2.25). Betonarme dışında cam elyaf donatılı beton, taş, plastik ya da metal malzemeler kullanılmaktadır.



Şekil 2.25 Tipik bir ağır giydirme cephe paneli, perspektif [109]

Türkiye’de ve Dünya’da bu sistem, hafif asma giydirme cephelere nazaran çok daha az uygulama alanı bulmaktadır.

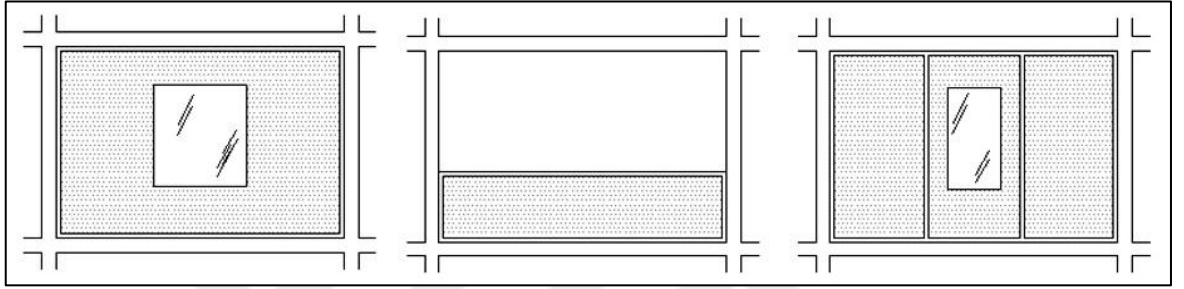
Ağır giydirme cepheler:

- Boyutsal çeşitliliğe göre
- Kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre
- Yapı taşıyıcı sistemi ile konumlarına göre
- Biçimsel çeşitliliğe göre

ağır giydirme cepheler olmak üzere 4 şekilde farklılaşabilirler [82].

1-a.Boyutsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler;

- Belirli bir aks aralığını tümüyle kaplayan büyük paneller,
 - Belirli bir aks aralığını üzerinde boşluk bırakarak (parapet elemanı şeklinde) kaplayan paneller,
 - Belirli bir aks aralığını küçük modüller şeklinde kaplayan paneller
- olarak sınıflandırılabilirler (Şekil 2.26) [110].

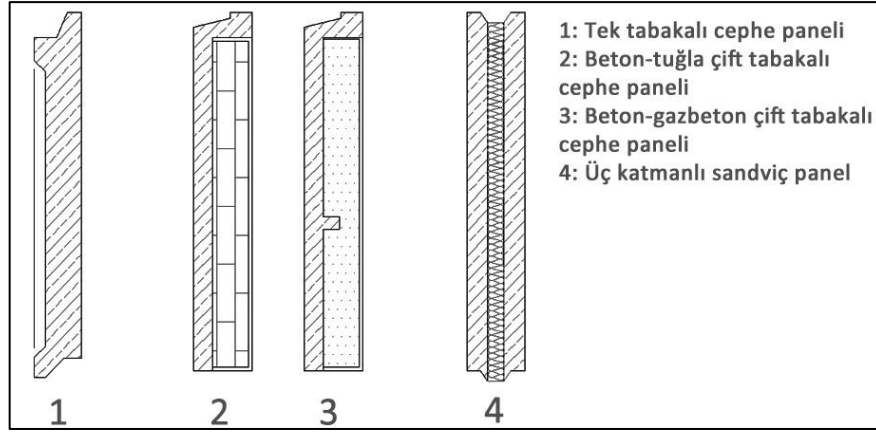


Şekil 2.26 Boyutsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler ([110]'dan uyarlama)

1-b.Kesit oluşumundaki tabakalaşmaya göre ağır giydirme cepheler;

- Tek tabakalı paneller,
- Çift tabakalı paneller,
- Üç ya da daha çok tabakalı cephe panelleri

olmak üzere üç grupta incelenmektedir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 Kesit tabakalarına göre ağır giydirme cepheler ([110]'dan uyarlama)

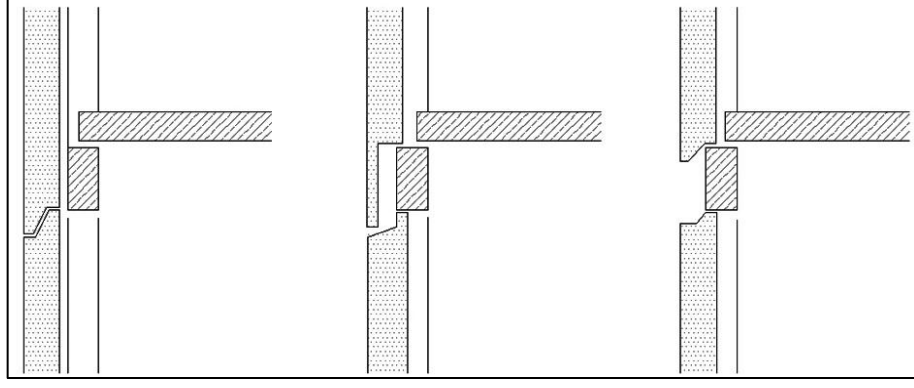
1-Tek tabakalı panel, 2-Beton-tuğla çift tabakalı panel, 3- Beton-gazbeton çift tabakalı panel, 4-Üç katmanlı sandviç panel

Tek katmanlı cephe panellerinde kesit homojen yapıdadır. Tek katmanlı panelin, üretim ve montaj sırasında kolaylık sağlaması gibi olumlu özelliklerinin yanında ısı iletkenliğinin ve ısı hareketlerinin fazla olması gibi olumsuz özellikleri vardır. Panellerin çift katmanlı olarak kullanılması her bir katmanın ayrı fonksiyon üstlenmesine olanak sağlar. Panelin kendi içindeki dayanımı bir katman tarafından karşılanırken, diğer katman belirli bir performansın yerine getirilmesi için kullanılır. Üç veya daha fazla katmanlı panellerde ise iki betonarme katman arasına ısı yalıtımı sağlayan üçüncü bir katman yerleştirilir. Bu panellere sandviç panel adı verilir [111].

1-c.Yapı taşıyıcı sistemi ile konumlarına göre ağır giydirme cepheler;

- Ön konumlu paneller,
- Yarı ön konumlu paneller,
- Ara konumlu paneller

olmak üzere üç farklı gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.28) [112].

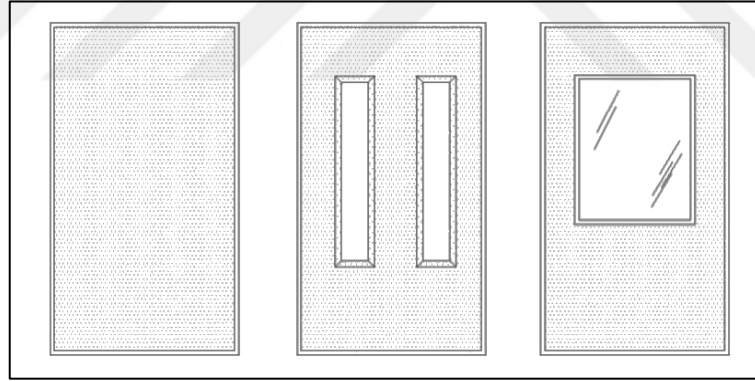


Şekil 2.28 Konumsal çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler ([112]'den uyarlama)
(Ön konumlu, yarı ön konumlu ve ara konumlu paneller)

1-d.Biçimsel çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler;

- Boşluksuz cephe panelleri,
- Kapalı boşluklu cephe panelleri
- Boşluklu cephe panelleri

olmak üzere üç farklı olarak sınıflandırılabilirler (Şekil 2.29) [82].



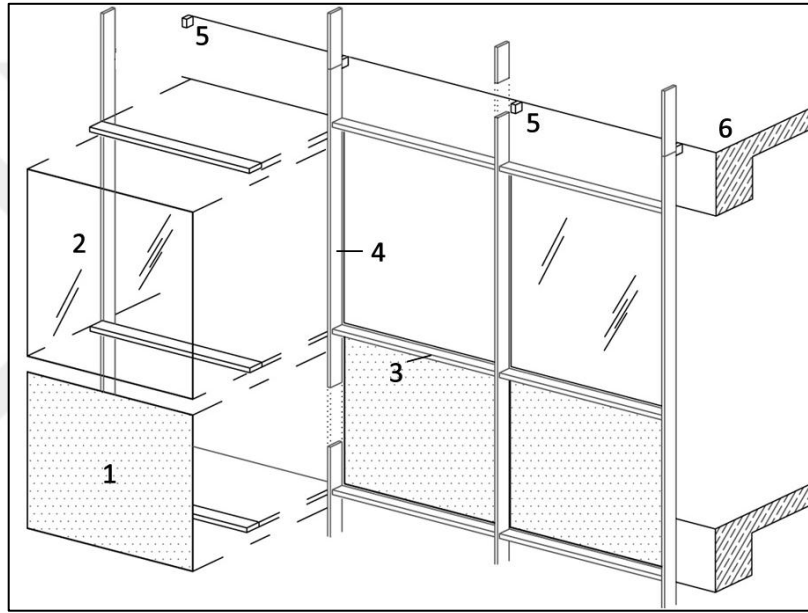
Şekil 2.29 Biçimsel çeşitliliğe göre ağır giydirme cepheler [82]
(Boşluksuz, kapalı boşluklu ve boşluklu paneller)

2- Hafif Giydirme Cepheler

Yapı hareketlerini tolere edebilecek şekilde, parçalı ve şantiyede montaj yapılabilen, yapıya 100 kg/m^2 den az yük getiren sistemlerdir. Hafif olmaları, nakliye ve montajının kolay olması nedeniyle daha çok tercih edilen bir sistemdir [82].

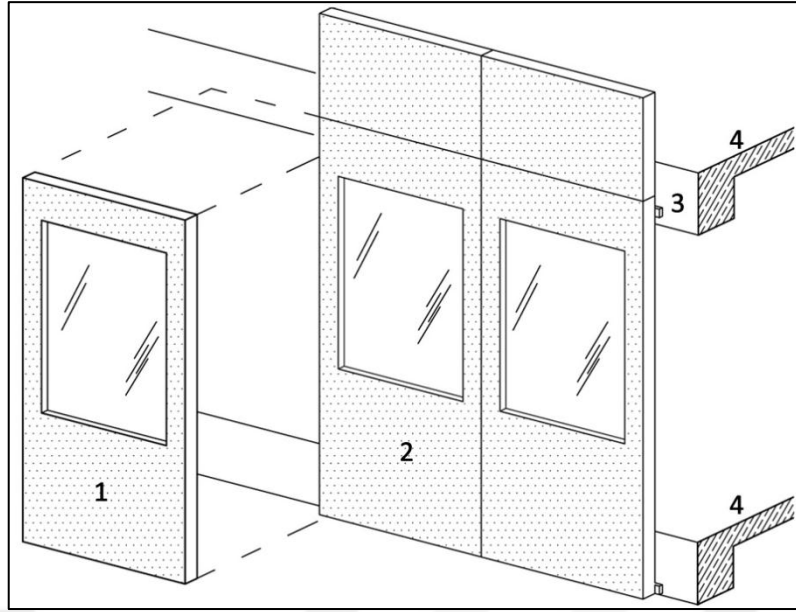
Hafif giydirme cepheler uygulama tekniğine göre üç şekilde sınıflandırılabilir:

- Yerinde monte sürekli taşıyıcı ve yatay bağlantı profilleri ile tespit edilen, saydam bölge ve parapet ünitelerinin takıldığı '**çubuk (stick) sistem**' (Şekil 2.30)
- Cephe sisteminin düşeyde kat yüksekliği ve tespit edilen aks aralıkları ebadında olmak üzere, saydam bölge ve parapet ünitelerinin bütünüyle atölyede monte edilerek, montajda yatay ve dikey derzler ile panellerin birbirinden ayrıldığı '**panel sistem**' (Şekil 2.31)
- Kat yüksekliğinde ve yatay profillerle tespit edilen, saydam bölge ve parapet ünitelerinin takıldığı, sistemin kat bazında yatay derzler ile ayrıldığı '**yarı panel sistem**' [111] (Şekil 2.32).



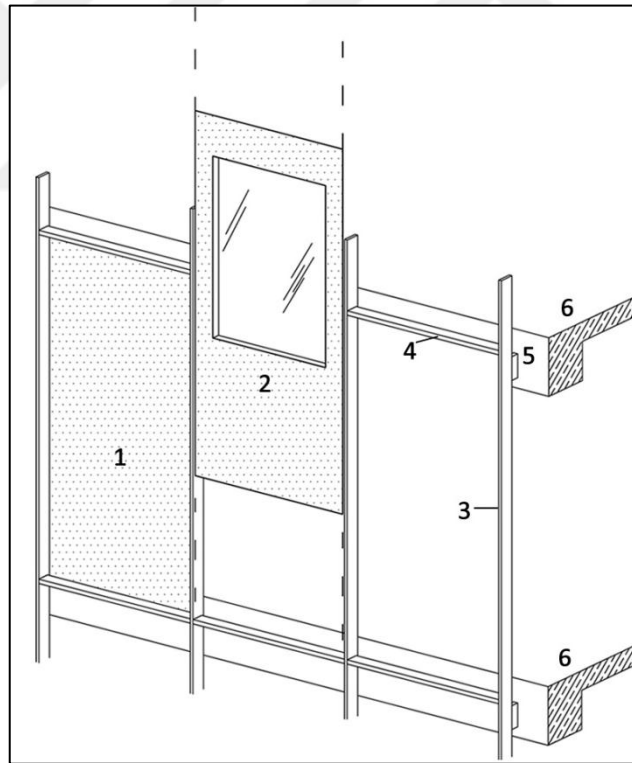
Şekil 2.30 Çubuk sistem giydirme cephe şeması ([113]'den uyarlama)

1-Parapet elemanı, 2- Cam, 3-Yatay kayıt, 4-Dikme, 5-Ankraj elemanı, 6-Taşıyıcı sistem



Şekil 2.31 Panel sistem giydirmce cephe şeması ([113]'den uyarlama)

- 1- Camlı ve parapetli cephe elemanı, 2-Yerine monte edilmiş panel, 3-Ankraj elemanı, 4- Taşıyıcı sistem



Şekil 2.32 Yarı panel sistem giydirmce cephe şeması ([114]'ten uyarlama)

- 1-Yerine monte edilmiş panel, 2-Üst kattan sürülerek takılan hazır panel, 3-Kat yüksekliğinde dikme, 4-Yatay kayıt, 5- Ankraj elemanı, 6- Taşıyıcı sistem

2.4.2.2 Tabakalarına Göre Giydirme Cepheler

Tabakalarına göre giydirme cepheleri tek tabakalı ve çift tabakalı olmak üzere iki ana başlıkta inceleyebiliriz.

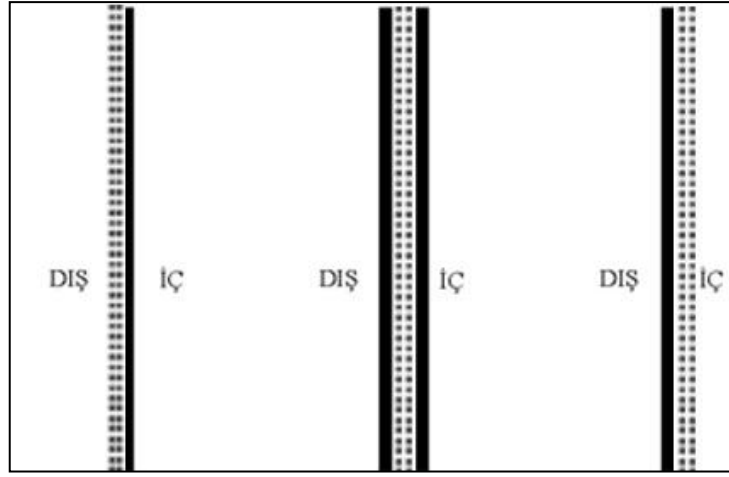
1- Tek Tabakalı Giydirme Cepheler

Tek tabakalı cepheler; doğal aydınlatma, havalandırma ve ısı ihtiyacını optimum düzeyde kullanarak yapı kabuğundan kaynaklanan enerji kayıplarını telafi etmek için tercih edilen sistemlerden biridir. Tek tabakalı cephelerin iç veya dış kısmına yerleştirilen güneş denetleme ürünleriyle, güneş ışınının istenen miktarı, yapının içine verimli bir şekilde alınır. Cepheye doğal havalandırmayı destekleyen menfezler yerleştirilebilmektedir. Bu menfezler iç ortamla dış ortam arasındaki doğal hava sirkülasyonunu sağlarken, yapının enerji tasarrufunda bulunmasına da katkı sağlamaktadır [115].

Belirli bir düzeyde güneş kontrolü sağlayabilmek için tek kabuklu cephe sistemlerinde cama, özel kızıl ötesi yansıtıcı kaplamalar ve/veya görülebilir ölçüdeki dalga boylarını emen ve yansıtan kaplamaların uygulanması bir çözüm yoludur. Ancak bu kaplamalar sabit özellik gösterdiğinden kış günlerinde güneşten ısı enerjisi kazanımı ve gün ışığının geçişi de sınırlanmaktadır. Bu nedenle cam cepheli yapılarda ayarlanabilir güneş denetleme ürünlerinin kullanımı daha verimli olabilmektedir [116].

Tek tabakalı giydirme cepheler üçe ayrılmaktadır. Bunlar:

- Dış kontrol üniteli (gölge elemanlı) cepheler,
- Cam tabakaları arasında konumlandırılmış (entegre) kontrol üniteli cepheler,
- İç kontrol üniteli cephelerdir (Şekil 2.33) [1].



Şekil 2.33 Tek tabakalı giydirme cephe tipleri

- ***Dış Kontrol Üniteli cepheler***

Dış kontrol ünitelerinin olumlu yönü, kontrol ünitesinin ısınımı nedeniyle binanın dış yüzeyinde biriken, içeriye etkimeyen sıcaklıktır. Cepheye dıştan monte edilen güneşlik, kepenk, kumaş storlar ya da panjurlar şeklindeki elemanların, havanın etkilerine maruz bırakılması sonucunda temizlik ve bakımlarından oluşan yüksek maliyetler ise sistemin olumsuz yönüdür. Kontrol üniteleri hareketli veya sabit olabilir [117].

- ***Cam tabakaları arasında konumlandırılmış (entegre) kontrol üniteli cepheler***

Camlı ünite içinde bütünleştirilmiş güneş denetleme ürünleri, temizlik ve bakım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ve ayrıca elektrik motorlarının cam tabakaları arasına yerleştirildiği uygulamalarda bakım maliyetinin yüksek olması nedeniyle günümüzde daha az kullanılmaktadır [116]. Bunun bir alternatifi, cam ünite dışından manyetik olarak kontrol edilebilen sistemlerdir [117].

- ***İç kontrol üniteli cepheler***

Güneş kontrol elemanlarının iç tarafta yer aldığı çözümlerin etkinliği azdır, çünkü güneşin ısıttığı elemanların yaydığı ısı iç ortamda kalmaktadır. Temizlik ve bakımları önceki iki gruba göre daha kolaydır. Bu gruptaki elemanlar genelde tekstil malzemeden üretilen jaluzi, stor gibi elemanlardır [117].

Tüm bu söz edilen tek tabakalı cepheleri oluşturan bileşenler tek başlarına çevresel faktörlerin tümüne direnç gösterebilecek bir yapıya sahip olmamakla birlikte istenilen konfor koşullarını sağlamada bazen yetersiz kalmaktadırlar. Bu yüzden cephe

tasarımları; ısı kayıplarını kontrol altında tutarken, görsel ilişkiyi zedelemekten, aşırı ısı kazançlarına da engel olabilmek için bazı katmanlara gereksinim duyarlar. Birden fazla katman sayesinde içlerinde farklı amaçlar barındıran sistem ve mekanizmaların kurgulanabileceği boşluklara sahip cepheler, çevresel etkilerin kontrolünü sağlayabilen enerji etkin birden fazla tabakalı cephelerin alt yapısını hazırlamıştır [96].

2- Çift Tabakalı Giydirme Cepheler

Giydirme cephelerde cam malzemenin kullanılmasıyla yapıdaki enerji kayıpları artmıştır. Dolayısıyla giydirme cephenin kullanıldığı binalarda yapının iç mekanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması için gereken ve harcanan enerji miktarı artmıştır. Toplumların enerji korunumu hakkında bilinçlenmesi ile beraber, yapıdaki ısı kayıplarının önlenmesi ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması, yapının tasarım aşamasında önde gelen ölçütlerden biri olmuştur. Yapının her elemanı gibi giydirme cephelerde de enerji tasarruflu tasarımlar geliştirilmeye ve enerji kayıpları en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Cephenin sadece iç ve dış mekan arasında bir ayırıcı eleman olması görüşü yerine; cepheden termal yük kontrolü, güneş enerjisi kazanımı, havanın filtre edilmesi, **doğal havalandırmanın sağlanması**, ses kontrolü, estetik değerlerin sağlanması özellikleri de beklenmektedir.

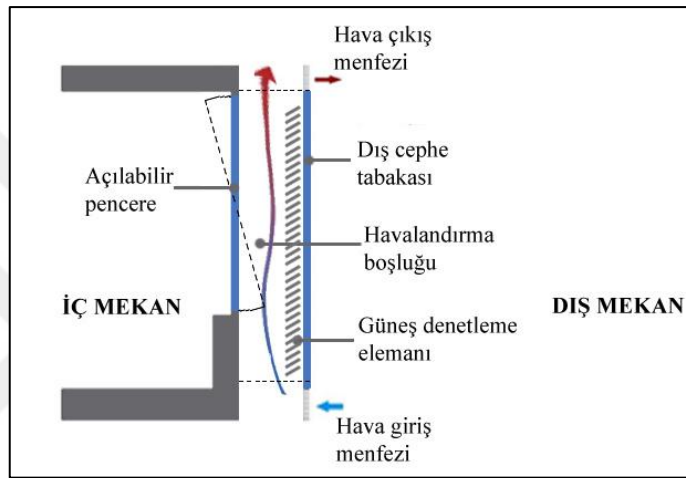
Giydirme cam cephelerin kullanımında önemli nokta; cam malzemeye estetik değerler sağlanırken ve doğal gün ışığı yapı iç mekana alınırken, cam cephe tabakalarından ısıtma ve soğutma için harcanan enerjinin boşa gitmemesini sağlamaktır. Bunu sağlamak için çift kabuklu cepheler geliştirilmiştir [106].

Uttu [118] çift kabuklu cepheyi, “Arasında 20 cm’den birkaç metreye kadar çıkabilen boşluk olan bir çift cam yüzey, genellikle yalıtılan ana cam katman, giydirilmiş cephe veya duvar görevini görebilir. Eklenen katman ana katmanın arkasında veya önünde olabilir. Bu katmanlar aralarında hava boşluğu oluşturarak başta ses ve ısı yalıtımı olmak üzere birçok avantaj sağlarlar.” şeklinde tanımlamıştır.

Compagno [117]’ye göre çift kabuk cephe binanın esas cephesi üzerine cam bir cephe daha kaplamaktır. Işık kırıcılar bu iki cephe arasındaki boşluğa konumlandırılmıştır. Bu ışık kırıcılar onları havanın ve güneşin zararlı etkilerinden korur. Özellikle yoğun yolların olduğu yerlerde bulunan yüksek binalarda bu yalıtım ön plana çıkar. Çift kabuk

sistemlerin en büyük avantajlarından biri ortadaki boşluğa yerleştirilen güneş kırıcıların iç havalandırmayla ilişkilendirilmesidir. Güneş ışınlarının emilmesiyle hava boşluğundaki sıcaklık yükselir. Baca etkisi nedeniyle havanın %25'i doğal sirkülasyonla yenilenir. Çift kabuk cepheler, cepheler arasındaki boşlukta hava akımı sağladığı zaman ısı kaybeder, hava akımı durdurulduğu zamansa boşluk içindeki sıcaklık artar.

Çift tabakalı bir cephe; yapının bilinen tek tabakalı cephesi, hava boşluğu ve ek bir cephe tabakasından oluşur. Cepheler arasındaki boşluğa gölgelendirme elemanı yerleştirmek sıkça kullanılan bir yöntemdir (Şekil 2.34) [119].



Şekil 2.34 Çift tabakalı cephe sistemi

Çift tabakalı cephenin görevi bir bakıma yapı cephesinde estetik bir etki yaratmak iken, asıl görevi akustik ve güvenlik için gerekli kısıtlamaları ortadan kaldırarak iyi kalitede hava ile doğal havalandırma sağlamaktır [96].

Özellikle rüzgârlı ve gürültülü bölgelerde bulunan binalarda, iç cephenin önüne yerleştirilen ikinci bir cephe katmanı, gürültünün iç mekana girmesini önemli düzeyde engellemekte ve pencereler vasıtasıyla doğal havalandırmaya imkân tanımaktadır. Ayrıca taze havayla yapılan havalandırma, kullanıcılar tarafından tercih edilir olmasının yanı sıra; hem enerji tasarrufu hem de havalandırma sistemine yatırılacak maliyetten kazanç sağlamaktadır.

Sıcak ve soğuk iklimlerdeki yapılar için ise, çift tabakalı cephenin görevi ısı yalıtımı açısından ön plana çıkmaktadır. Bu cepheler soğuk iklimlerde ısı kaybını, sıcak iklimlerde ise ısı kazancını engellemektedir. Çift tabakalı cephenin hangi türü olursa olsun her çift tabakalı cephede, tabakalar arasında bir tampon bölge bulunmakta ve

güneş denetleme ürünleri gibi ürünler genellikle bu bölgeye yerleştirilmektedir. Bu ürünler rüzgâr, yağmur, kar gibi dış etkenlere maruz olmadığından, yapı dışına yerleştirilen ürünlere oranla daha ekonomik olup, cephenin iç yüzeyinden kontrol edilebilmektedir. Katmanlar arasındaki boşluk sayesinde bakım ve onarımları da kolaylıkla yapılabilir [17].

Çift tabakalı cephelerin yaz aylarında kullanımı incelendiğinde dikkat edilmesi gereken ana ölçüt; sıcak havanın iç mekana taşınmasının engellenmesi olmaktadır. Dış cephe tabakasından içeriye alınan hava, cephe tabakaları arasındaki boşluktaki yükselişi sırasında, iç cephe tabakasına temasıyla beraber iç cephe tabakasının yüzey sıcaklığını azaltıcı bir etki yapar. Böylelikle iç cephe tabakasının yüzey sıcaklığı, hava akımının olmadığı durumlara göre daha düşük sıcaklık derecelerine getirilir ve iç mekana dış mekandan geçen ısı miktarı azalır. İç mekan fazla ısınmadığı için, iç mekanın soğutulması için harcanması gereken enerji miktarı azalır. Kullanılacak güneş denetleme ürünleri sayesinde yaz aylarında güneş ışınlarının direkt ışınlama yapının içerisine girmesi engellenmeye çalışır. Hava; tabakalar arasındaki yükselişi sırasında güneş denetleme ürünlerine temas etmesiyle birlikte, bu ürünlerin ısınıp azaltarak aşırı ısı depolanmasını engellemiş olur.

Çift tabakalı cephelerin kış aylarındaki kullanımına bakılacak olursa; kış aylarında cephe tabakaları arasındaki boşlukta ısınan havanın ısısından yararlanılarak iç mekanların ısıtılmasına katkıda bulunulur. Dış tabaka üzerindeki menfezler kapalı konuma getirilerek cephe tabakaları arasına dış ortamdaki soğuk havanın girmesi engellenir. Böylelikle iki tabaka arasında, içinde hava akımının olmadığı bir tampon bölge oluşturulur.

Çevre mühendislerinin tahminlerine göre, çift tabakalı cephelerin belli türlerinde %30'dan %50'ye kadar enerji tasarrufu sağlanabilmektedir [17].

Literatürde geçen, çift tabakalı giydirme cephelerin olumlu yönlerini;

- Yüksek yapıların üst katlarında bile iç cephe pencereleri aracılığı ile doğal havalandırmaya olanak sağlaması,
- Gürültünün yoğun olduğu bölgelerde ses yalıtımına olanak vermesi,

- Yapıyı rüzgar ve hava koşullarına karşı koruması,
- Cephe tabakaları arasına yerleştirilebilen güneş denetleme ürünlerini iklim koşullarından koruması,
- Cepheler arası boşluk sayesinde sıcak havalarda yapının havalandırılmasını sağlarken, soğuk havalarda ısıl tampon bölge görevi görerek yalıtım sağlaması,
- Cepheden kaynaklanan ısı kayıplarının minimize edilmesi,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması nedeniyle yapının enerji giderlerini azaltması,
- Boşluktaki hava akışının dış kabukta yoğuşma riskini azaltması,
- Yaz döneminde dış kabuktaki kanallar açık bırakıldığında yapı kütlesini soğutmak üzere gece havalandırmasına olanak sağlaması,
- Havalandırma sayesinde (iç ortamda sağlanan taze havanın), klima sistemlerinin maliyetinin ve enerji tüketiminin azalmasına neden olması

şeklinde sıralamak olanaklıdır.

Çift tabakalı giydirme cephelerin olumsuz yönleri ise;

- İlk yatırım maliyetinin yüksek olması,
- Tabakalar arasındaki boşluğun havalandırılmasında doğal havalandırmanın yetersiz kalması ve boşluğun mekanik sistemlerle havalandırılmasının binaya ek enerji yükü getirmesi,
- Tabakalar arası boşluğun bölünmediği durumlarda, sesin mekanlar arasında dağılma riski,
- Yapı yüksekliğince kesintisiz olarak devam eden çift tabakalı cephelerde iki tabaka arasında kalan boşlukta yükselen havanın aşırı ısınması,
- Yaz aylarında yapının içindeki ısı birikmesine karşılık gece havalandırmasının bazen yeterli olamaması

şeklinde sıralanabilir [106], [120].

Yellamraju [121] yüksek yapılarda kullanılan çift tabakalı giydirme cephelerin temel amaçlarını;

- Enerji tasarrufu sağlamak ve ekolojik sorumluluk
- Doğal havalandırma
- Maliyet tasarrufu (tüm yaşam döneminde düşünölmeli)
- Ses ve ısı yalıtımı
- Kullanıcı kontrolü ve konforu
- Güvenlik
- Estetik

şeklinde özetlemektedir.

Çift tabakalı giydirme cephe sistemleri tez kapsamında; havalandırma boşluğunun (cepheler arası boşluğun) havalandırma şekline, bölümlendirilmesine ve hava akımının tabakalar arası geçişine göre üç ana başlık altında sınıflandırılarak 3. Bölümde detaylı olarak incelenmektedir.

YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE DOĞAL HAVALANDIRMA

3.1 Yapının Havalandırılması

Günümüzde sıkça söz edilen sürdürülebilir mimarlığın temel ilkelerinden biri, kullanıcı konforunu ve sağlığını göz önünde bulunduran mimarlık ürünleri ortaya koymaktır. Kullanıcıya ve gereksinimlerine odaklanan yaklaşımlardan biri de, yapıların iç ortamlarında doğal havalandırmayı yeterli düzeyde ve az enerji kullanarak sağlamaktır [122].

İklimin ve koşulların izin verdiği ölçüde, dış ortamdan iç mekana taze hava girişinin sağlanması için özel çözümler ve yapı bileşenleri kullanılmaktadır.

Tasarımcıların en önemli sorumluluklarından biri yapıların kullanıcı sağlığı, güvenliği ve konforu üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurmaktır. Barınma ihtiyacı karşılanırken, yapı içerisinde sağlıkları için uygun koşulların oluşturulması temel amaçlardan olmalıdır [123].

Darçın ve Balanlı [19]; havalandırmayı '*kapalı bir mekânda bulunan kirli ve kullanılmış havanın; temiz, kirletici içermeyen hava ile değiştirilmesi*' şeklinde tanımlamıştır.

İlk çağlardan beri yapı tasarımcıları, kirli ve nemli havayı uzaklaştırmak ve ısısal konfor koşullarını sağlamak gibi yapının iki temel ihtiyacı için doğal kaynaklı hava hareketini kullanmışlardır [124]. Yapının havalandırılmasında; temiz atmosfer havasının yapı içine alınması, bu havanın iç mekânda dolaşımının sağlanması ve kirlenmiş havanın yapı

dışına atılması temel adımlardır [125]. Bu adımlar, mekân içinde bir hava akımı oluşturulmasıyla gerçekleşir.

Hava akımının oluşturulmasında önemli etkenler şunlardır;

- Havanın basıncı
- Mekân içinde bulunan engeller
- Hava akımının hızı
- İç mekanda izlediği yol.

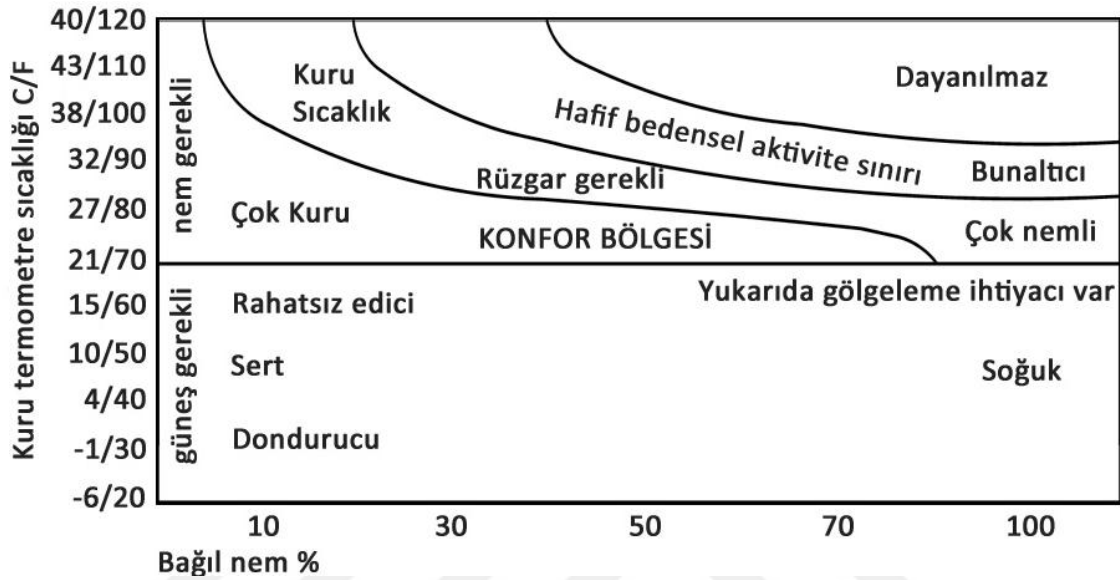
Hava yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. İç mekanda hava hareketinin oluşabilmesi için havanın mekana girdiği nokta ile çıktığı nokta arasında basınç farkı olmalı/oluşturulmalıdır. Bu basınç farkı ne kadar fazla olursa mekandan geçecek hava miktarı da o kadar artacaktır [126].

Temel olarak havalandırma, kapalı bir mekandaki havanın değişimiyle ilgili bir kavram olup, son yıllarda mimaride sıkça bahsedilen kalite ve konfor ölçütlerini de beraberinde getirmiştir. Havalandırmanın amaçlarını özetlemek gerekirse;

- Ortamdaki havanın oksijen içeriğini belli oranda tutmak ve azalmasını engellemek,
- Ortamdaki havanın içerisindeki CO₂, vücut kokuları, nem, sigara dumanı içeriklerinin aşırı artışını önlemek,
- Kirlenmeleri ortamdaki uzaklaştırmak ya da seyreltmek,
- Kullanıcılardan, aydınlatmadan ve makinelerden kaynaklı ısı ve nem artışlarını ortamdaki uzaklaştırmak,
- Sıcaklık ve nem oranını konfor seviyesinde tutmak,
- Zehirli gazları ve tozu ortamdaki uzaklaştırmak,
- Zararlı mikroorganizma ve bakterilerin sayısını düşürmek,
- İç ortamın iklimlendirilmesi ve termal konfor koşullarının oluşturulabilmesi için gerekli olan hava akım hareketini sağlamaktır [127], [128].

3.1.1 Yapı İçi Hava Kalitesi

İç mekanda kullanıcıların konforunu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlardan biri mekandaki bağıl nem² ve hava sıcaklığıdır³. İnsanların normal koşullarda rahat ettikleri sıcaklık düzeyi, bağıl neme göre değişiyor olsa da ortalama 18-24°C arasındadır [129]. Bağıl nem ise normalde % 30-65 arasında değişmektedir (Şekil 3.1) [130].



Şekil 3.1 Sıcaklık-nem oranları [130]

Yeang'ın [130] ortaya koymuş olduğu tabloya göre yorumu şu şekildedir;

- İç mekanlar konfor koşullarına uygun biçimde serin olmalıdır.
- Hava hareketinin hızı kış aylarında en az 10 m/dk olmalıdır (6m/dk dan az hava hareketi ortamın havasız kalmasına neden olur).
- Hava hareketi değişken olmalıdır.
- Bağıl nem oranı %70 üst sınırını geçmemelidir.
- İç mekandaki yüzeylerin sıcaklığı hava sıcaklık değerinden daha düşük olmalıdır. En fazla ortam sıcaklığı ile aynı olmalıdır.
- Hava sıcaklığı, zeminde ve tavan hizasında hissedilebilir derecede farklı olmamalıdır.

² Bağıl nem, sabit basınç ve sıcaklıkta havadaki su buharının yine aynı havada bulunabilecek maksimum su buharına oranıdır.

³ Hava sıcaklığı; çevre havanın kuru termometre sıcaklığıdır. İnsanın çevresiyle yaptığı konveksiyonel ısı alışveriş miktarını belirleyen önemli etkenlerden biridir.

İnsanlar zamanlarının büyük çoğunluğunu ev, işyeri veya okul gibi kapalı mekanlarda geçirmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) farklı dönemlerde yayınladığı raporlarda, günümüz insanların zamanlarının %90'ını kapalı mekanlarda, bu oranın %70'ini iş, geri kalanın %20'sini ise ev ortamlarında geçirdiğini belirtmektedir. İnsanların günlük yaşamının büyük çoğunluğu iç mekanlarda geçtiği için, bu ortamların hava kalitesi en az dış ortamın hava kalitesi kadar önem arz eder [131].

İnsanların içinde bulunduğu mekanın havasından farklı beklentileri olduğu ve kişiye göre farklı algılanmasından dolayı, iç hava kalitesi için kesin bir tanım yapmak zordur. Bu nedenle "kabul edilebilir iç hava kalitesi" terimi ortaya çıkmıştır. ASHRAE 62-2001 [132], standardında kabul edilebilir iç hava kalitesi *“İçinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyon seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır”* olarak açıklanmaktadır.

İç hava kalitesi ve hasta bina sendromu kavramları 1980'li yıllarda gündeme gelmeye başlamıştır [133]. 1973'te yaşanan enerji krizi, enerjinin korunumu ve kullanımının azaltılması konusu küresel bir endişe haline gelmiş ve yüksek yapıların tasarımında bir dönüm noktası olmuştur. Bununla beraber, kent merkezlerinde kalabalık ve yoğunluğun neden olduğu kötü çevre kalitesi, yalıtılmış binalar ve yapay kontrollü (havalandırma, mekanik sistemler vs.) ortamların oluşturulmasına ortam hazırlamıştır. Enerji tasarruf politikalarına bağlı olarak iç mekan hava sirkülasyonunun minimuma indiği, havalandırmanın yetersiz olduğu, dış ortama açılan pencerelerin olmadığı ve yapma havalandırma sistemlerinin kullanıldığı sızdırmaz binalar yapılmaya başlanmıştır [133], [134]. Bununla beraber inşaat teknolojisi ve yapı malzemelerindeki gelişmeler ve doğal malzemeler yerine daha fazla sentetik malzemenin kullanılması yapıları daha yalıtımlı ve konforlu hale getirirken, kullanılan sentetik malzemeler yapı içi hava kalitesinin bozulmasına neden olmakta, Bina Bağlantılı Hastalıklar (BRI- Building Related Illness) ve “Hasta Bina Sendromu (Sick Building Syndrome-SBS)” gibi sorunları da beraberinde getirmektedir [131].

3.1.2 Yapı İçi Hava Kirleticileri

Hava kirliliği; hava içinde bulunan (havayı oluşturan) maddelerin havanın doğal bileşimini bozabilecek oranlara ulaşması ve çeşitli kaynaklardan çıkarak havaya karışan kirleticilerin canlı yaşamını etkileyecek düzeylerde birikmesi olarak açıklanabilir. Bu kirliliğin yapı içerisinde olması ise yapı içi hava kirliliği olarak tanımlanmaktadır [126]. Yapı içi hava kirliliği fiziksel dış çevreden, yapının kullanımı ve yapı ürünlerinden kaynaklanabilmektedir [135].

Yapı içi hava kirliliği ilk olarak ateşin bulunmasıyla karşılaşılan bir sorun olmuştur. Yemek pişirmek ve ısınmak amacıyla mağaralarda yakılan ateş, iç ortama zehirli gazlar yaymış ve bu sorun ateşin mağara ağzında yakılmasıyla giderilmeye çalışılmıştır [136].

Wood ve Salib [128] tipik yapı içi hava kirleticilerini;

- İnsanlardan ve aktivitelerden kaynaklı oluşan koku ve nem,
- Yapı malzemeleri, mobilyalar, eşyalar ve temizlik malzemelerinin neden olduğu atık gazlar,
- Yanma sonucu oluşan gaz emisyonları (CO₂,CO,NO₂ gibi)
- Atmosfer kaynaklı kirlilik ve radon gazı

şeklinde gruplandırmıştır.

Balanlı ve Tuna Taygun [135] ise yapı içi kirliliğinin kaynaklarını;

- Yapı dışındaki çevre (fiziksel dış çevre),
- Yapının kullanımı (kullanıcının kendisi ve eylemleri) ve
- Yapı ürünleri

olacak şekilde gruplandırmıştır.

Kapalı mekanlarda oldukça fazla hava kirleticisi bulunmaktadır. Bu kirleticiler yerleşim yerlerine, yapılara ve hatta aynı yapı içerisinde odadan odaya farklılık göstermektedir. İç hava kalitesini bozan bazı kirleticiler (CO₂, su buharı, formaldehit, ozon ve uçucu organik bileşikler vs.) temel olarak dış atmosferden kaynaklanır. **Virüsler, mantarlar, bakteriler** ve diğer **alerji yapıcı maddeler**, elektromanyetik **radyasyon** ve radonun yanı sıra, yalıtım malzemesi olarak yapılarda kullanılan **asbest** de kirleticisi olarak iç ortamlarda bulunmaktadır. İnsanların temizlik yapmak, sigara içmek ve yemek pişirmek

gibi rutin etkinlikleri sonucunda bazı **partiküller** ve **kimyasal maddeler** de solunan havaya karışmaktadır. Yapılarda kullanılan **inşaat malzemeleri**, kullanılan **tekstil ürünleri** ve **mobilyalarda** söz konusu kirleticileri artırmaktadır. 20. yüzyıl sonlarına doğru kanserojen olduğunun ortaya çıkmasıyla “öldürücü toz” olarak bahsedilmeye başlanan **asbest**, yasaklanmış olmasına karşın halen asfalt, birçok yapıştırıcı, yapı ve yalıtım malzemelerinde bulunmaktadır. İnsanlar yaşadıkları ortamların fiziksel ve coğrafi özelliklerine etraflarında bulunan doğal kaynaklardan alınan radyasyona sürekli olarak maruz kalmaktadır. **Radon gazı**, bahsedilen doğal radyasyonun en önemli bileşenidir. Yapılardaki radon gazı kaynağının büyük bir kısmı, yapının temelinde kullanılan toprak ve kayalardadır. Radon ve diğer gazlar, toprak boyunca yükselir. Yapılardaki hava basıncı genelde topraktaki basınçtan daha düşük olduğundan, biriken gazlar zeminden, duvarlardan, boşluk ve çatlaklardan yapı içine sızar. Radon gazı su şebekeleri aracılığı ile suda çözünmüş olarak da yapılara girebilmektedir [133].

İç ortam hava kirliliğine neden olan etmenleri şu şekilde ayırabiliriz;

- Nem/Sıcaklık: Konfor koşulları içerisinde olmayan nem ve sıcaklık,
- Gazlar ve Buharlar: Birçoğu yanma sonucu oluşan ve hava kirliliğine neden olan gazlar [Karbon gazları (CO, CO₂), Azot gazları (NO, NO₂), Kükürt gazları (SO₂)], ve Uçucu organik bileşikler [Formaldehit, ozon (O₃), Radon gibi]

-*Uçucu Organik Bileşikler (UOB)*: Petrol veya petrol türevlerinden ayrıştırılan, karbon esesalı kimyasal çözücülerdir. UOB çoğunlukla kanseojendir ve çok küçük miktarlarda kullanılsa bile insanlarda çok ciddi rahatsızlıklara yol açabilir. UOB ve sağlığa zararlı kimyasallar, yapı ve iç dekorasyon malzemelerinde sıkça görülür ve ürün performansını artırmak için malzemeye katılırlar. İzosiyanüritten yapılan kontrplakve PVC den yapılan vinil döşeme, birçok boya tutkal ve yapıştırıcı, petrokimyasal ve çözücü bazlı temizlik malzemesi UOB içeren ürünlerdir [7].

- *Radon*: Kokusuz, renksiz radyoaktif bir gazdır. Radon; uranyumun parçalanmasıyla ortaya çıkan radyumun, radyoaktif bozunmasından ortaya çıkar. Toprak, taş ve su tarafından emilir. Radon kontrolünün bilinen en iyi stratejisi yapı havalandırmasıdır. EPA ve Dünya Sağlık Örgütü radonu A sınıfı kanserojen madde olarak kabul etmektedir [137].

- Parçacıklar/ Partikül Madde: Havada bulunması gerekenden fazla derişimde olan ya da bulunması sağlıklı olmayan parçacıklar (Asbest, kurşun, toz, duman, is, sis gibi)

- *Asbest*: Doğal olarak oluşan, ezildiği ya da işlendiğinde kolaylıkla uzun, ince ve esnek liflere ayrılabilen inorganik silikat bileşiklerine verilen mineralojik bir addır [138]. Yanmazığı, ısı yalıtım niteliği, sıcaklık ve asitlerden etkilenmemesi, yüksek elektrik direnci, esnekliği, kolaylıkla eğilip bükölmesi vb özellikleri ile asbest; çatı ve duvar levhaları, döşeme kaplaması, sıva, boru, soba, araba fren ve debriyaj balataları, boya, gaz maskesi filtresi, ev aletleri (ekmek kızartma, saç kurutma makinesi vb.), paketlenme ürünleri, halat, iplik ve giysi gibi pek çok ürünün üretiminde kullanılmıştır [139], [140]. Kanseri riskinin ortaya çıkmasıyla asbest önemli derecede bir iç mekan kirleticisi olarak kabul edilmiş ve bir çok ülkede kullanımı yasaklanmıştır.

-*Ağır Metaller*: Civa, kurşun, krom, kadmiyum vb. elementler dış havada bulunan partikül ve toprak tozunun iç ortamlara girmesi/sızması ile iç havayı kirletmektedir. Sigara dumanı ise en önemli iç ortam ağır metal kaynaklarından birisini oluşturmaktadır.

- Biyolojik Kirleticiler/Organizmalar

-*Bioaerosoller*: Alerjenler, mantar, bakteri, mantar sporları, virüsler ile polen gibi biyolojik kökenli ve havadan kaynaklanan tüm organik tozların genel adıdır.

-*Ev Tozu Akarı*: insan derisinden dökölün ölü hücrelerle beslenen, böylelikle yaşamlarının sürdüren göz ile görölmeyen canlılardır. Yatak, elbiseler, halı, kilim, koltuk takımları gibi ılık ve nemli ortamlarda büyür ve çoğalırlar [5], [7], [126], [131].

Bahsedilen yapı içi hava kirleticileri insan sağlığını olumsuz etkilemekte ve birçok hastalığa neden olmaktadır (göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, alerjik reaksiyonlar, baş dönmesi, ateş, mide bulantısı, yorgunluk, deri döküntüsü, solunum enfeksiyonları, sinir sistemi etkileri, uzun vadede kanser ve akciğer hastalıkları gibi) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 İç ortam Hava Kirleticileri ve Emisyon Kaynakları
([5], [7], [126], [131] den üretilmiştir)

Kirleticiler	Kaynaklar	Sağlık etkileri
CO	Yanma işlemleri(soba,şömine,fırın,ısıtıcı vb.), sigara dumanı, garaj egzozu vb.	Yorgunluk, göğüs ağrısı, baş ağrısı,baş dönmesi, görme bozukluğu, bulantı, çok yüksek dozlarda ölümcül
CO₂	Solunum, yanma işlemleri (soba, şömine,fırın,ısıtıcı vb.), sigara dumanı vb.	Yorgunluk,baş ağrısı, bilinç kaybı, stres, fazla maruz kalındığında boğulma- merkezi sinir sistemi işlev kaybı
NO₂	Ateş, gazlı ocaklar, su ve mekan ısıtıcıları, sigara dumanı, egzoz vb.	Göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, solunum enfeksiyonları, akciğerde tahribat
SO₂	Fosil yakıtların yanması(kömür, akaryakıt vb.)	Göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, akciğer rahatsızlıkları,
Formaldehit	Ahşap mobilyalar, yalıtım malzemeleri, sigara dumanı, yanma kaynakları, yapıştırıcılar, boyalar,dezenfektanlar vb.	Göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, bulantı, nefes alma zorluğu, öksürük, çarpıntı, deri döküntüsü, alerji, akciğer rahatsızlığı, böbrek rahatsızlığı, kanser
Ozon (O₃)	Fotokopi mak., yazıcı, elektrostatik hava temizleyiciler vb.	Göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, göğüs rahatsızlıkları, öksürük, baş ağrısı, astım krizi
Radon	Toprak, kayaç, su kaynakları, doğal gaz ve yapı ürünleri, hammaddesi toprak olan yapı ürünleri	A sınıfı kanserojen (WHO ve EPA)
Asbest	Hammaddesinde asbest bulunan çimentolu borular, kalsiyum silikat ısı ve elektrik yalıtım ürünleri, kumaşlar, dolgulu lastikler, boyalar, kaplamalar ve sızdırmazlık ürünleri, vinil asbest yer karoları, fren ve debriyaj balataları, levha ve panolar, çatı kaplama ürün ve doğramaları vb yapı ürünleri	Akciğer rahatsızlıkları (asbestosis, mezotelyoma, akciğer kanseri ve plevra tümörü), mide – bağırsak kanseri, kanserojen (IARC tarafından tüm türleri kanserojen kabul edilir)
Kurşun	Hava, içme suyu, gıdalar, kurşun bulaşmış toprak, tozlar, kurşun bazlı boyalar	Düşük dozlarda dolaşım, sinir ve boşaltım sistemlerini, karaciğeri, sindirim sistemini, bağışıklık sistemini ve iç salgı bezlerini etkiler, yüksek dozda havale, koma ve ölüme yol açar.
Solunabilir parçacıklar	Şömineler, sobalar, gazyağı ısıtıcıları	Göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, solunum enfeksiyonları, akciğer kanseri
Biyolojik kirleticiler	Ev tozları, evcil hayvanlar, böcekler, polenler, toprak ve bitki artıkları, insanlar, gıda maddeleri, havalandırma cihazları	Alerjik reaksiyon, bulaşıcı hastalıklar, göz, burun ve boğaz rahatsızlıkları, baş dönmesi, ateşlenme, sindirim sorunları

Olumsuz iç ortam koşullarına bağlı olarak insanlarda görülen rahatsızlıklar iki ana kategoride incelenebilir;

- Yapı ilişkili hastalıklar
- Hasta bina sendromu

3.1.2.1 Yapı İlişkili Hastalıklar (BRI: Building Related Illness)

Yapı ilişkili hastalıklar, Hasta Bina Sendromundan tanım, tetkik ve semptomlar açısından farklılık gösterir [141]. BRI; yapının iç çevresine bağlı olan ve yapı içerisindeki kaynağı belli olan kirleticinin yol açtığı hastalıklardır. Bu tür hastalıklar sadece havalandırma ile çözülemeyeceği gibi kaynağı ortadan kaldırılarak çözülebilecek hastalıklardır [142]. Bina ilişkili hastalıklarda genelde aşağıdaki gibi durumlar söz konusudur;

- o Öksürük, göğüste sıkışma hissi, ateş, titreme, kas ağrıları gibi belirli semptomlar ve şikayetler vardır,
- o Semptomlar klinik olarak tanımlanabilir,
- o Belirtilerin nedeni çoğunlukla bilinir,
- o Binayı terk ettikten sonra da şikayetler devam edebilmektedir [141].

Bina ilişkili hastalıklar alerjik alveolit, lejyonella, astım ve radon kaynaklı akciğer kanseri gibi hastalıklardır [131].

3.1.2.2 Hasta Bina Sendromu

Hasta Bina Sendromu, genelde dış ortam havasından izole edilmiş ve yapay olarak havalandırılan yapılarda ortaya çıkmakta, kullanıcıların performans ve yaşam kalitesini düşüren etkilere neden olmaktadır. En önemli nedenleri ısı yalıtımının ön plana çıktığı yapılardaki yetersiz havalandırma koşulları, iç hava kirliliği, mikrobiyal ve kimyasal kirlilik olarak sayılabilir. Hasta Bina Sendromu (HBS/SBS- Sick Building Syndrome) ise belirli bir iç mekandayken ortaya çıkan, mekan terk edildikten sonra etkileri kaybolan ve bu yapıda yaşayan kişilerin çoğunu etkileyen semptomlar dizisidir [131], [143], [144], [145].

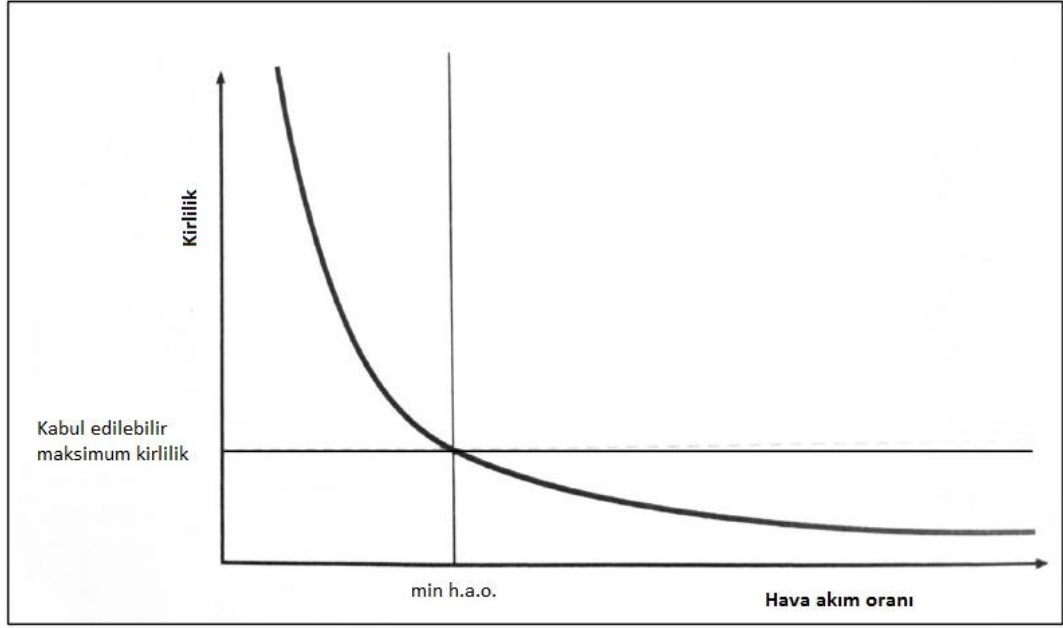
Dünya Sağlık Örgütü (WHO), hasta bina sendromunda görülen semptomları 5 kategori altında toplamıştır:

1. Göz, burun ve boğazda tahriş
2. Genel veya Nörolojik sağlık semptomları: baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, kusma, zihinsel ve fiziksel yorgunluk, konsantrasyon eksikliği, hafıza kaybı.
3. Deride gözlenen tahriş: deride kızarıklık, kaşıntı, ağrı ve kuruluk.
4. Nedeni belli olmayan aşırı duyarlılık reaksiyonları: astım olmayan kişilerde astım benzeri semptomlar, göz ve burun akıntısı.
5. Koku ve tat bulguları: koku ve tat duyusunda değişiklikler.

Yapılan araştırmalarda HBS'de en sık karşılaşılan burun ve boğazı etkileyen semptomlar olduğu, bunu sırasıyla konsantrasyon bozukluğu, gözlerde akıntı, kızarıklık, tahriş ve yorgunluğun izlediği görülmüştür. HBS oldukça kompleks bir sorun olup çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Kişisel faktörler (cinsiyet, yaş, kişide var olan hastalıklar, sigara kullanımı, meslek, çocuklukta çevresel maruziyet vb), mikrobiyolojik faktörler (bioaerosollar), kimyasal faktörler (UOB ve CO₂ konsantrasyonu), fiziksel faktörler (havalandırma sistemleri ve havalandırma oranı, iç ortam sıcaklığı ve bağıl nem, evle ilgili faktörler, duvardan duvara halı) ve psikolojik faktörlerin kombinasyonu hasta bina sendromunun semptomlarını ve yaygınlığını artırmaktadır [131].

Hasta bina sendromu ile başa çıkmanın en iyi yolu, bir yapı neden 'hasta bina' olur sorusuna cevap bulmaktır. Yüksek yapılarda kullanıcı konforunu etkileyen en önemli iki faktör verimli hava sirkülasyonu ve ideal sıcaklıktır ve kötü iç mekan kalitesinin %50 nedeni yetersiz havalandırmadır [146].

Kabul edilebilir iç hava kalitesini oluşturmak için gerekli olan havalandırma miktarı, mekanda bulunan kirleticilerin yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Şekil 3.2). Buna göre kirlilik arttıkça gerek duyulan havalandırma miktarı da artmaktadır. Kabul edilebilir maksimum kirlilik miktarının bilinmesi durumunda ihtiyaç duyulan hava akım miktarı da hesaplanabilmektedir.



Şekil 3.2 İç hava kalitesi için gerekli olan hava akım oranının kirliliğe bağlı grafiği

Bunlara ek olarak hasta bina sendromunun önlenmesi ve iç hava kalitesinin iyileştirilmesi için alınabilecek önlemleri şu şekilde sıralayabiliriz;

Yapım aşamasında alınacak önlemler:

- Kullanılacak olan yapı malzemelerinin radyoaktivite analizleri yapılmalı ve ancak kabul edilebilir radyoaktivite sınırları içinde kalan malzemeler yapıda kullanılmalıdır,
- Isı yalıtımında asbest, iç cephede kurşun içeren boyalar kullanılmamalıdır,
- Yapıların temellerinde birikebilecek gazlara karşı özellikle bodrum katlarının toprakla yalıtımı iyi yapılmalı, bodrum ve zemin katların tabanı beton, şap gibi yalıtım sağlayacak malzemelerle kaplanmalıdır,
- Binaların taze hava girişleri, yollardan ve diğer kirlilik kaynaklarından uzağa yapılmalıdır,
- Bacaların sızdırmaması için içlerinin yalıtımına dikkat edilmelidir [133].

Kullanım aşamasında alınacak önlemler:

- Isı-nem dengesine dikkat edilerek doğru ve yeterli havalandırma sağlanmalı,
- Kazan daireleri, kimyasal madde depoları gibi hava kirliliği ve gaz birikimi olabilecek mahaller iyi havalandırılmalı,
- İç ortamda kullanılan ürünlerin düşük emisyonlu olmalarına dikkat edilmelidir,

- Kapalı ortamlarda tütün ve mamülleri kullanılmamalıdır,
- Yanma sonucu ortama salınan gazların kontrolü sağlanmalı (örneğin yemek ısıtma ve pişirme işlemlerinde aspiratör kullanılmalı),
- Sobalı mekanlarda en az yılda bir kez bacalar temizlenmeli,
- Bioaerosollerin kontrolü için ev ve ofis gibi iç ortamlar düzgün temizlenmeli ve tozlardan arındırılmalıdır,
- 20 yıldan daha eski yapılarda radon gazı birikme oranı fazla olabileceğinden binadaki çatlaklar kapatılmalı, bakım- onarım ve yalıtımlar düzenli olarak yapılmalıdır,
- Yapma havalandırma sistemi kullanılan yapılarda sistemin temizlik ve bakımına dikkat edilmeli, taze, temiz ve nem oranı ideal düzeyde olan havanın yapı içerisinde dolaşmasına dikkat edilmelidir,
- Çalışanlara iş ortamına bağlı stresörlerden uzak durulmasını sağlamaya yönelik stresle baş etmeye yönelik eğitimler verilmelidir [131], [133].

Hasta bina sendromu çok kompleks bir sorun olması ve sadece bir etkene bağlı bir rahatsızlık olmaması nedeniyle farklı disiplinlerden uzmanların beraber çalışmasını gerektiren bir konu olduğu unutulmamalıdır.

3.1.3 Yapı İçi Hava Niteliğinin İyileştirilmesi

Yapı içi hava kalitesini belirleyen ölçütlerden her biri diğerleri ile bağlantılıdır ve yapı içi hava kirliliğine neden olan kirleticilerin düzeylerini ve niteliğini etkiler. İç hava kalitesinin bozulması kullanıcıların verimliliğini düşürmekte ve sağlığına etki etmektedir [126]. Bu nedenle yapı içi hava kalitesinin optimum düzeylerde tutulması ve iyileştirilebilmesi için bazı önlemler alınmalıdır. Darçın [126] bu önlemleri şu şekilde sıralamaktadır;

- Hava sıcaklığının konfor sınırları içinde olması sağlanmalı,
- İç mekân yüzeylerinin sıcaklığı, hava sıcaklığına yakın olmasını sağlayacak biçimde gerekli ürün seçimi ve yalıtım yapılmalı,
- Bağıl nem oranı kullanıcı için ideal sınırlarda tutulurken, mikroorganizmaların çoğalması, iç mekân yüzeylerinde terleme ve terlemeye bağlı olarak küflenmenin önlenmesi için uygun değerlerde olmasına dikkat edilmeli,

- Hava mekân içinde homojen bir dağılım sağlayacak, fakat kullanıcıyı rahatsız etmeyecek ideal düzeyde ve hızda verilmeli,
- Kullanıcı sağlığını olumsuz etkileyen elektriksel ve manyetik alan oluşumları engellenmeli, bunun için gerekli yalıtım yapılmalı ve buna bağlı olarak havadaki iyon dengesi korunmalı,
- Kent planlaması yapılırken bölgenin fiziksel dış çevre koşulları göz önünde bulundurulmalı (yönlenme, iklim, rüzgâr, topografya vb) ve kent fonksiyonlarının (yeşil alanlar, konut yerleşimleri, endüstriyel alanlar ve otoyollar vb) yerleşimi birbirini olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde düzenlenmelidir.

Bu özelliklerin sağlanmasının yanı sıra hava kirleticilerinin iç mekânda birikmesi önlenmeli ve her bir kirletici düzeyinin yetkin kuruluşlar tarafından oluşturulan standartlara uygun sınırlar içerisinde kaldığına dikkat edilmelidir. Hava kirleticileri yapı dışındaki fiziksel çevreden, kullanıcı eylemlerinden ve yapı ürünlerinden kaynaklandığına göre her bir kirletici için alınması gereken önlemler farklıdır.

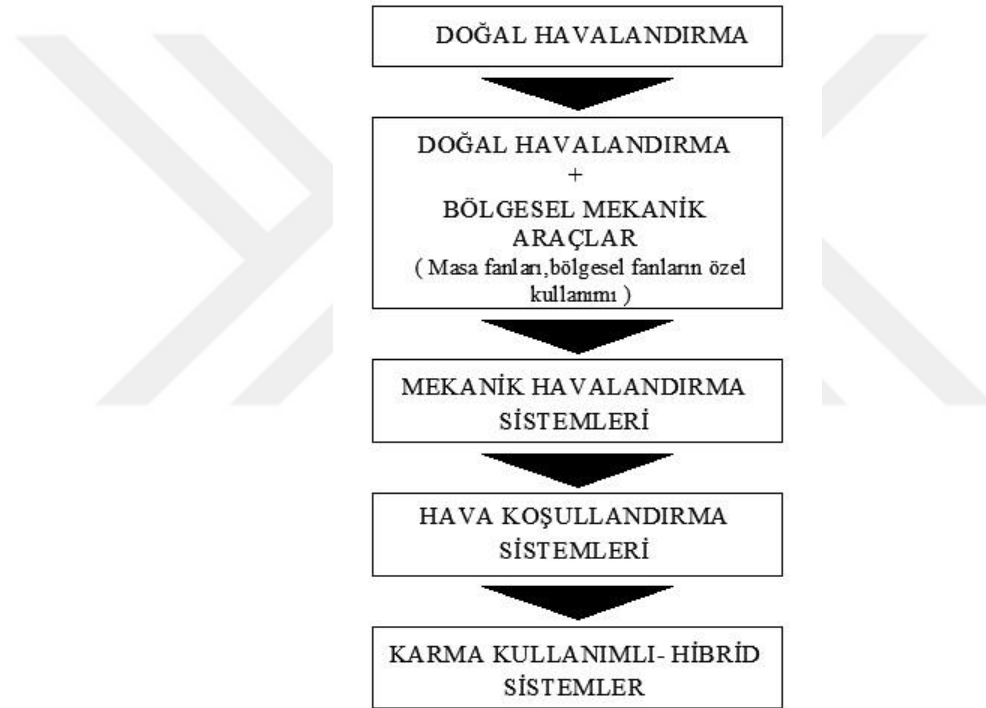
- Bünyesinde radon ve asbest bulunan arazilere yapı yapılması yasaklanmalıdır [135], [137].
- Yapı ürünlerinin seçimi kullanıcı sağlığı açısından çok önemli olduğundan bünyesinde asbest, radon, uçucu organik bileşikler gibi kirletici maddeler bulunan ve kirletici salınımı fazla olan ürünler kullanılmamalıdır [135], [137]. Aynı şekilde yapı donanımlarının seçilmesinde ve kullanılmasında özen göstermek oluşabilecek kirliliği önleyecektir.
- Yanma ürünü olan azot, karbon, kükürt bileşikler, yapı ürünlerinden ve donanımından kaynaklanan ozon ve uçucu organik bileşikler, dış çevreden ve yapı ürünlerinden kaynaklanan asbest ve radon gibi kirleticilerin yapı içinde insan sağlığını bozacak düzeyde birikmesi iyi bir havalandırma yaparak önlenabilir [126].

3.2 Yapılarda Havalandırma Yöntemleri

Hava akımını oluşturan kuvvetlere bağlı olarak, yapılarda havalandırma doğal ve mekanik olmak üzere ikiye ayrılabilir. Doğal havalandırma basitçe; yapının doğal

güçlerden yararlanılarak kontrollü olarak havalandırılması şeklinde tanımlanabilirken, mekanik havalandırmada belirli düzeyde enerji tüketimi karşılığında havanın, fanlar vasıtasıyla koşullandırılmış olarak hareketi söz konusudur. Mekanik havalandırma sistemleri, dış ortam havasını alarak, gereken durumlarda koşullandırır, yapı içine dağıtır ve kullanılmış kirli havanın tahliye edilmesini sağlarlar.

Yapılarda kullanılan havalandırma sistemleri incelendiğinde, bazen doğal havalandırmanın, bazen hava koşullandırıcı veya mekanik sistemlerin, bazen de hibrid (karma kullanımlı) sistemlerin tercih edildiği görülmektedir. Etheridge [16], havalandırma sistemlerinin gelişimini Şekil 3.3'te görüldüğü gibi sınıflandırmaktadır.



Şekil 3.3 Havalandırma sistemlerinin gelişim süreci [16]

Bu seçimler belirlenirken öncelikle tek başına doğal havalandırmanın yeterli olup olmadığı araştırılmalıdır. Yeterli olmaması halinde bazı ek önlemler alınmalı, bundan sonraki adım mekanik sistemlerin doğal havalandırma ile entegre edilmesi olmalıdır. Ancak günümüzde yapılmakta olan yapılarda bazen doğal havalandırma seçeneği hiç düşünülmeden atlanmakta ve direk mekanik sistemlere yönelinmektedir.

Etheridge'e [147] göre yüksek bir yapıda havalandırma tasarımında atılması gereken ilk adım doğal havalandırmanın uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır. Eğer doğal havalandırma uygulanabilir ise sonraki adım havalandırma yönteminin seçilmesi

olmalıdır. Üçüncü ve en önemli adım ise seçilen yöntemle göre yapı kabuğunun ve açıklıkların tasarlanmasıdır. Tasarlanan hava akımı yönteminin iç mekân etkileri araştırıldıktan sonra son adım kullanılan sistemin ve kullanıcı geri bildirimlerinin değerlendirilmesi şeklinde olacaktır. Şekil 3.4'te anlatılan, havalandırma tasarımında izlenecek adımların şematik olarak gösterimidir [147].



Şekil 3.4 Genel tasarım sürecinde aşamaların basitleştirilmiş görünümü [148]

Yapılarda havalandırma yöntemleri;

- Doğal havalandırma
 - Mekanik havalandırma
 - Karma kullanımlı/ Hibrid sistemler
- olarak üçe ayrılabilir.

Bu bölümde mekanik havalandırma ve karma yöntemlere kısaca değinilecek, doğal havalandırma yöntemi bir sonraki başlıkta detaylı olarak incelenecektir.

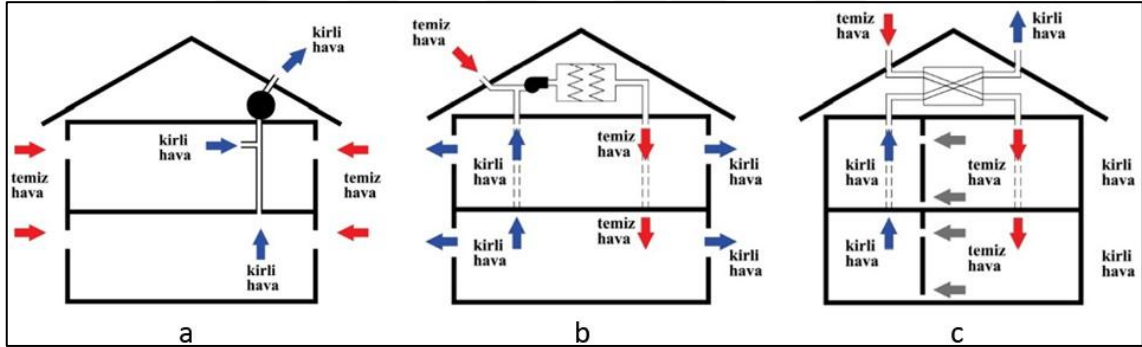
3.2.1 Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma herhangi bir güç kaynağı kullanmadan/ ya da minimum düzeyde kontrol amaçlı güç harcanarak, açık pencere, kapı veya yapı kabuklarına bilinçli olarak açılmış havalandırma boşluklarından gerçekleşir. Doğal havalandırma; rüzgar ve sıcaklık farklarından kaynaklanan basınç farkı nedeniyle oluşur. Doğal havalandırma kullanımına çeşitli nedenlerle çok fazla yer verilmeyen yüksek yapılarda genellikle mekanik havalandırma kullanılmaktadır. Ancak enerji tasarrufu, iç hava kalitesi ve son zamanlarda önem kazanan enerjinin korunumu, sürdürülebilirlik ve enerji etkin yapı kavramları, yeni çözüm ve sistemlerin geliştirilmesi için yapılan araştırmaları tetiklemektedir. Bu yeni yaklaşıma uygun tasarlanan ve işletilen yapılarda doğal havalandırma büyük önem taşımakla beraber mekanik sistemler ancak doğal koşullar yetersiz kaldığında devreye girmektedir.

3.2.2 Mekanik Havalandırma

Yapma hava düzenleme sistemleri olarak da adlandırılan mekanik sistemler kapalı bir mekanın hava koşullarının istenilen değerlere getirilmesi amacıyla kullanılan sistemlerdir. Bu sistemler iç ortamda gereksinim duyulan hava standart değerlerini, bir hava akımı oluşturarak sağlarlar. Doğal havalandırmanın yetersiz kaldığı ya da kullanımının güç olduğu durumlarda kullanılan bu sistemler, havalandırmanın yanı sıra ısıtma-soğutma, nemlendirme-nem alma, filtre ederek havayı kirleticilerden temizleme işlevlerini de yerine getirebilmektedir [149]. Mekanik havalandırma hava hareketinin sağlanmasına göre üç gruba ayrılabilir:

- Doğal hava girişi, mekanik hava emişi
- Mekanik hava beslemesi, doğal hava çıkışı
- Dengeli havalandırma olarak adlandırılan mekanik hava beslemesi ve mekanik hava emişi (Şekil 3.5) [127].



Şekil 3.5 Anlatılan mekanik havalandırma yöntemlerinin gösterimi [126]

Mekanik sistemlerin; yapı biçimine, işlevine ve dış fiziksel çevre koşullarına göre birçok olumlu yönü bulunmasına karşın, enerji tüketiminin fazla, üretim, kullanım ve bakım-onarım maliyetinin yüksek olduğu, bileşenlerinden kaynaklanan çeşitli nedenlerle sağlık sorunları ortaya çıkardığı bilinmektedir [126]. Havalandırma sistemlerinden kaynaklı sağlık problemleri önceki bölümde detaylı olarak anlatılmıştı. Bilindiği gibi kaliteli bir yapı içi havası oluşturulmasında, yeterli havalandırma sağlanması önemli rol oynamaktadır. Havalandırmanın mekanik sistemler yerine doğal yöntemlerle sağlanması ekonomik ve çevresel faydalar sağlamaktadır. Çünkü yapılarda yaşam döngüsü boyunca harcanan toplam enerjinin %94.4'ü, kullanım sırasında HVAC

(ısıtma/havalandırma/iklimlendirme) sistemlerinde tüketilmektedir [123]. Ancak doğal havalandırmanın yetersiz kaldığı durumlarda havalandırma, mekanik sistemlerle desteklenmeli ve mekanik sistemler kullanıldığı süre boyunca kullanılan aygıt ve ekipmanların bakım ve temizlikleri düzenli olarak yapılarak mekanik sistemlerin neden olacağı yapı içi kirleticileri ve sağlık problemlerinin önüne geçilmelidir.

3.2.3 Karma Kullanımlı (Hibrid) Havalandırma

İklimsel ve bölgesel koşullar doğal havalandırmanın tek başına yeterli olarak kullanımını olanaksız kılabilir. Mesela çok soğuk ya da sıcak iklimlerde, ses ve hava kirliliği düzeyinin yüksek olduğu bölgelerde doğal havalandırmanın tek başına kullanımı verimli olamayabilir. Bu durumlarda karma kullanımlı (*mixed-mode*) ya da başka bir deyişle hibrid sistemler tercih edilmektedir.

Heiselberg [150] hibrid sistemleri konforlu iç hava koşullarını sağlamak için; gün içerisinde farklı zamanlarda (gece-gündüz) veya mevsimsel olarak yılın farklı zamanlarında, sistemin farklı özelliklerini kullanarak doğal havalandırma ve mekanik havalandırmanın bir arada kullanıldığı sistemler olarak tanımlamıştır. Bu karma (hibrid) sistemler, enerji tüketimini en aza indirmek için duruma göre doğal ve mekanik modlar arasında geçişe izin veren akıllı bir kontrol sistemine bağlı çalıştıklarından mekanik havalandırma sistemleri ile karşılaştırıldığında farklılık gösterirler [151].

Karma havalandırma sistemlerini üç başlık altında incelemek olanaklıdır;

- 1- Olası-Durumsal (contingency) karma havalandırma: Bir yapının sadece mekanik havalandırma sistemle tasarlanarak istenilen durumda yapay iklimlendirme sistemini kapatıp, doğal havalandırma sistemine geçmesi ya da tam tersi olacak şekilde sadece doğal havalandırma amacıyla hazırlanıp istenilen durumda mekanik havalandırma için yer bırakılmasıyla gerçekleştirilir.
- 2- Bölgesel (*zoned*) sistemler: Mekanik ve doğal havalandırma sisteminin aynı yapı içerisinde birbirinden farklı bölgelerde kullanılması şeklinde çalışır.
- 3- Tamamlayıcı (*complementary*) sistemler: Bir yapının aynı anda hem doğal hem de mekanik havalandırma sağlayabileceği şekilde tasarlanırlar. Bu kategori de üç başlık altında incelenebilir. Ardıl stratejilerde, bir yapıda aynı anda hem doğal hem mekanik havalandırma sistemlerinin bulunması ve yalnızca bir

modun açık olmasının seçilebilmesidir. Aktarımlı stratejilerde dış hava koşullarının durumuna göre günlük veya mevsimlik olarak sistemler arasında geçiş yapılabilir. Eş zamanlı stratejilerde ise aynı anda aynı mekânda iki sistem bir arada çalışabilmektedir [128].

Heiselberg [150] karma havalandırma sistemlerin başlıca olumlu yanlarını şu şekilde özetler;

- Karma havalandırma sistemler, klima sistemlerine göre kullanıcıya daha fazla bireysel kontrol hakkı tanıdığından, kullanıcı memnuniyeti açısından daha tercih edilir bir sistemdir,
- Bu sistemler iç mekan hava kalitesi, termal konfor, enerji tüketimi ve çevresel etkiler arasındaki dengeyi optimize ederler ve daha iyi iç mekan koşullarını daha az enerjiyle yerine getirirler,
- Karma sistemler doğal ve mekanik havalandırma modlarını bir arada kullanma şansı verirken her modun avantajlarından en iyi şekilde faydalanılmasını sağlarlar,
- Bu sistemler, akıllı sistemler ile ilişkilendirilip kontrol edilmeye başladığından beri kompleks/karmaşık yapılar için çok uygun çözümler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çeşitli karma havalandırma sistemleri farklı yapı tiplerine önerilmiş ve uygulanmıştır. İngiltere’den bir uygulama örneği vermek gerekirse; yaz mevsiminde doğal havalandırma tek başına konfor koşullarını sağlamada uygun bir çözüm olmazken, doğal havalandırmanın bir (VAV (variable air volume)) değişken hava hacmi sistemiyle beraber kullanıldığı karma sistem, herhangi bir mekanik sisteme göre %20 daha az enerji kullanarak konfor koşullarının sağlandığı iyi bir çözüm olmuştur [152].

Şimdiye kadar karma havalandırma sistemin doğru çözümlenerek uygulandığı yapı örnekleri, bu tekniğin yüksek bir soğutma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. İyi bir iç hava kalitesi ve termal konfor sağlamada, enerji performansı açısından, oldukça efektif bir sistem olduğu düşünülse de, daha fazla iyileştirme ve geliştirme gereken bir sistemdir [151].

3.3 Doğal Havalandırma Yöntemi

Dış ortamdaki taze havanın yapıya kapı, pencere veya cephede oluşturulan açıklıklardan girmesi ve iç mekandaki havanın basınç farklılıkları nedeniyle yine benzer açıklıklardan dışarıya çıkmasıyla oluşan havalandırma şekli, doğal havalandırma olarak tanımlanmaktadır.

Doğal havalandırma sağlanabilmesi; konfor koşullarının sağlanması, kullanıcı sağlığının korunması, kullanıcı memnuniyeti ve ayrıca mekanik havalandırmanın azaltılması ile enerji tasarrufunun sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir [17].

Doğal havalandırmada etkili faktörler; rüzgar ve sıcaklık farkı ile oluşan termal kaldırma kuvvetidir. Havalandırma açıklıklarının tür, boyut, konum ve kontrol edilebilirliği iyi bir doğal havalandırma için önemlidir. Yapı kabuğunu doğal havalandırma sağlayacak şekilde tasarlarken temel prensipler göz önünde tutulmalıdır. Çeşitli etkenlerle (güneş, ısıtma, üretim ya da ulaşım vs.) ısınan hava genişler, basıncı azalır ve yükselir. Yükselen havanın yerini soğuk olan yüksek basınçlı hava alır [19]. Yani; kapalı bir mekanda sıcak hava yukarıda, soğuk hava ise aşağıda yer alır. Toprak seviyesinden yukarı doğru çıktıkça rüzgar hızı, bununla birlikte basınç ve vakum etkisi artar. Bu durum, yüksek yapılarda doğal havalandırma için özel önlemler alınmasını gerektirir [122].

Yüksek yapılarda doğal havalandırma, hava geçirgen bir yapı kabuğu oluştururken, temiz hava girişinin de kontrol edilmesi amacına dayanır. Etkili bir doğal havalandırma için gerekli olan saatte bir değiştirilen hava miktarıdır. Havalandırma hızı olarak bilinen bu kavram mekanın hacimsel büyüklüğüne, kullanıcıların mekan içindeki hava hareketlerine ve kişi başına düşen kullanım alanına bağlıdır [12].

Yapı içi mekanlarda kişi başına yaklaşık 40-60 m³/h temiz hava girişi sağlanmalıdır. Doğal havalandırma sağlanan odanın alanına göre ise yaklaşık olarak 200 cm²/m² oranındaki havalandırma açıklıkları yeterli olmaktadır. Bununla beraber, iç ortamdaki kullanıcının konfor koşulları açısından, hava hızının 0.15 m/s değerinin üzerine çıkmamasına dikkat edilmelidir [122].

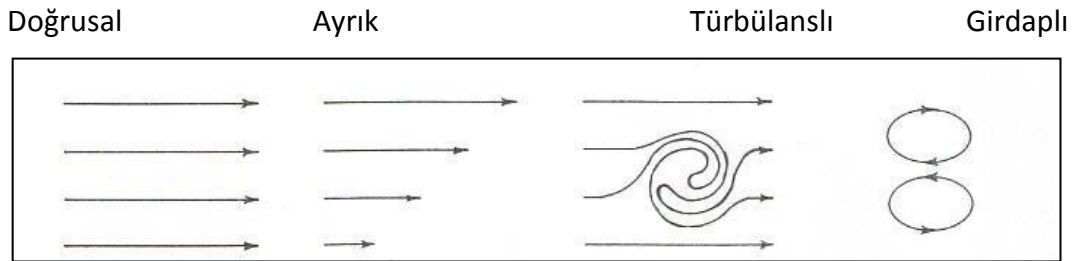
3.3.1 Hava Akımının Oluşumu ve Doğal Havalandırma Türleri

Hava akımları, atmosferik hava basınç farklılıkları nedeniyle meydana gelmektedir. Atmosferik basınç farklılıkları yoğunluk farklarıyla, hava kütleleri arasındaki yoğunluk farkları da sıcaklık farklarıyla ortaya çıkar. Yapının bulunduğu yer hava akımının yönünü, basınç farkı miktarları da havanın akım hızını etkilemektedir [153]. Darçın'a [126] göre doğal havalandırma temel olarak;

- Dış çevrede yapıyı etkileyen hava hareketlerine,
- Yapı içi ve dış atmosfer havası arasındaki sıcaklık farkına,
- Bu sıcaklık farkı ile yaratılan baca etkisinin düzeyine,
- Hava hareketleri ve sıcaklık farkı ile yapı çevresinde ve yapının içinde oluşan hava basıncı düzeylerine,
- Yapı kabuğundaki hava giriş – çıkış boşluklarının düzenine ve boyutlarına,
- Yapı içinde hava akışı için oluşturulan doğrultuya, yola ve bu yol üzerindeki engellere

bağlı olarak oluşur.

Doğal havalandırma rüzgar gücü ve ısı kuvvetler sonucunda oluşan hava hareketleri ile sağlanmaktadır. Sıcaklık farkları ve rüzgar ortamlarda farklı basınç değerlerine sahip alanlar oluşturur ve yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine doğru yönelen gaz moleküllerinin hareketiyle hava akımı meydana gelir. Dört farklı hava akım tipi bulunmaktadır. Bunlar; doğrusal, ayırık, türbülanslı ve girdaplıdır (Şekil 3.6) [154].



Şekil 3.6 Hava akım tipleri [154]

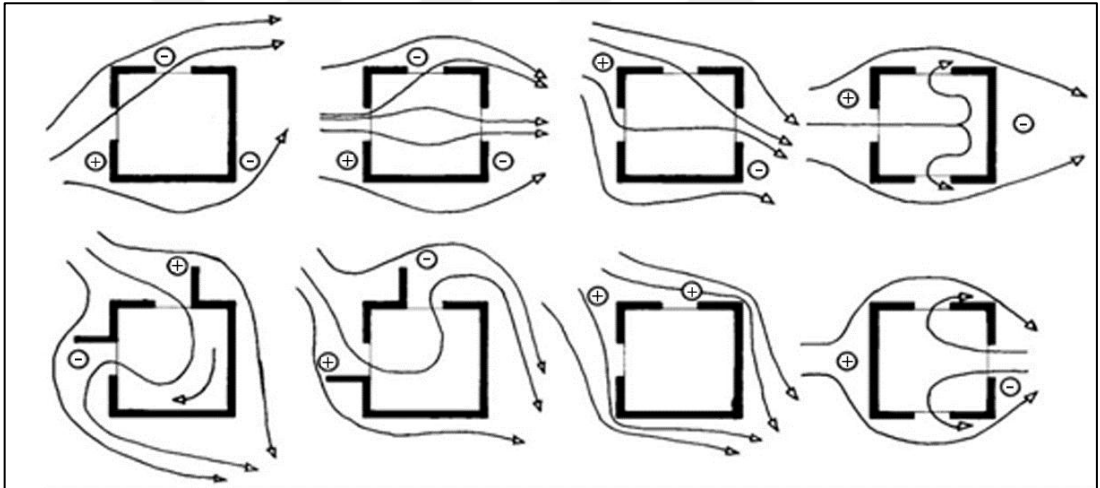
Hava akımı, yapı gibi sert bir engelle karşılaştığında eğrisellik kazanmakta ve düz akım, türbülanslı akım haline gelmektedir. Doğal rüzgâr akımı türbülanslı bir akımdır. Atmosferin alt katmanlarında ise türbülansın gerçekleşmesi için bir engel ve/veya ısı akışı değişkenliği olması gerekmektedir. Yükseklik arttıkça hava türbülansı azalmaktadır

[155].Girdaplı akımlar ise düzgün ya da türbülanslı akımların dairesel düzende olanlarına verilen isimdir.

Doğal havalandırma, hava hareketini kullanarak rüzgar ve sıcaklık farkı ile iki şekilde sağlanabilir.

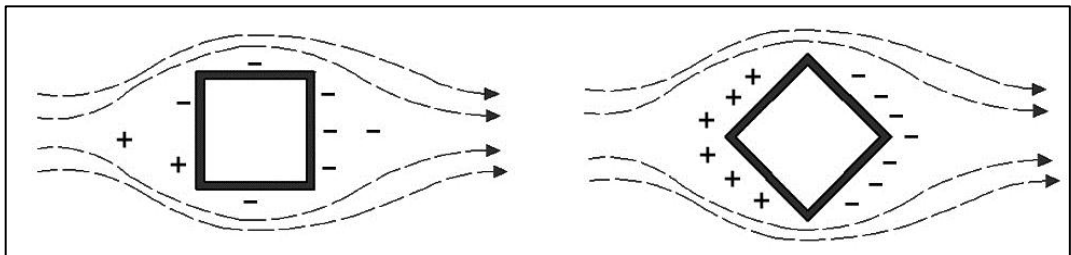
- Rüzgar:

Doğal havalandırmanın oluşumunu sağlayan faktörlerden ilki rüzgardır. Hava daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. Rüzgar direkt geldiği yönde yüksek basınç alanı oluşturacak, rüzgarın etkilediği alanlar ise alçak basınç alanı haline gelecek ve rüzgar yapı içine doğru hareket edecektir. Rüzgarın yapıya çarpmasıyla oluşan pozitif ve negatif basınç bölgeleri (Şekil 3.7), emme ve itme kuvvetlerinin oluşumunu sağlamaktadır [156]. Hava pozitif (+) basıncın olduğu açıklıktan içeri girerken, negatif (-) basınçlı açıklıktan da dışarı çıkmaktadır [154].



Şekil 3.7 Rüzgar yönü ve boşluk konumuna göre (+) ve (-) rüzgar basınçları [8]

Diğer bir anlatımla; rüzgar bir binaya çarptığında, çarpma yüzeyindeki sıkışma nedeniyle pozitif basınç oluşurken, binanın yan ve zıt yöndeki cephelerinde ise negatif basınç meydana gelmektedir [154]. Şekil 3.8’de bu basınç bölgeleri gösterilmektedir.



Şekil 3.8 Rüzgar etkisiyle yapı çevresinde oluşan basınç bölgeleri [154]

Bir yapıya etkiyen rüzgâr basıncı yapının şeklinden, rüzgârın yönünden, ivmesinden ve de fiziksel çevrenin biçimlenişinden etkilenmektedir. Bu faktörlerin yanı sıra yapının yüksekliği, iç-dış hava basıncı farkı, nem ve sıcaklıkta rüzgâr basınç katsayısında etkili olmaktadır [128].

- Sıcaklık farkı ile:

Baca etkisi ile havalandırma olarak da bilinen doğal havalandırma yöntemidir. Temelinde “ısıyan hava yükselir, soğuyan hava alçalır ve hava sirkülasyonu başlar” prensibi yatar. Rüzgarla havalandırma yöntemine kıyasla daha düşük hava akım değerlerinin elde edildiği baca etkisiyle, iç ortamda bulunan sıcak ve kirlenmiş hava, belirli açıklıklar aracılığıyla dışarıya atılabilmektedir. Burada ana prensip, farklı sıcaklıktaki hava kütlelerinin yine farklı basınç ortamları oluşturmasıyla yüksek basıncın olduğu soğuk ortamdaki alçak basıncın olduğu sıcak ortama doğru hareket eden hava moleküllerinin hava akımına neden olmasıdır [157].

Baca etkisi ile havalandırma yönteminde; yapının belli bölgeleri arasında (doğal havalandırma yapılması planlanan bölgeler) ya da iç ve dış mekan arasında oluşan sıcaklık farkının neden olduğu (havanın) yoğunluk farkı, baca yüksekliği (hava giriş ve çıkış açıklıkları arasındaki yükseklik farkı) ve havadaki sıcaklık ve nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak, hava yoğunluk farkı etkileri önemlidir [128].

Yapı içerisindeki havanın sıcaklığı dış hava sıcaklığından fazla olduğunda iç hava yükselir, üst kotlardaki açıklıklardan çıkar. Temiz ve daha serin dış hava alt kotlardaki açıklıklardan yapı içine girer. Eğer iç mekan hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından önemli düzeyde düşükse akım ters yönde oluşacak ve ‘ters baca etkisi’ dediğimiz olay yaşanacaktır. Bu durumda hava üst kotlardaki açıklıklardan içeri girip alt kotlardan dışarı çıkmak isteyecektir [128], [158]. Ve bu, havalandırma yapılan mekanlar için istenmeyen bir durum olacaktır. Baca etkisi ile havalandırma her iklimde tek başına yeterli ve etkili bir yöntem olamayabilir.

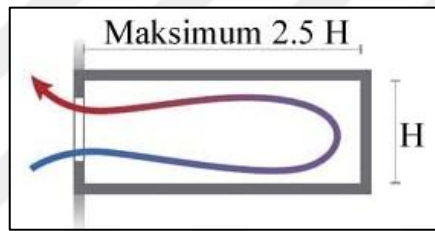
Rüzgar ve baca etkisi (sıcaklık farkı) ile havalandırma yöntemleri birbirini engellemeden uyum içerisinde çalışacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu iki etki birbirini tamamlayıcı şekilde değerlendirilebilir. Örneğin serin ve rüzgarsız bir günde baca etkisi ile

havalandırma hakim havalandırma yöntemi olarak kullanılırken, rüzgarlı bir günde ise rüzgar etkisi ile havalandırma yöntemi kullanılabilir [128], [158].

Rüzgâr ve baca etkilerine dayanan doğal havalandırma yöntemleri havanın yapıya nasıl alınıp, yapıdan nasıl atıldığıyla ilişkilidir. Doğal havalandırma yöntemleri aşağıda incelenecektir.

- **Tek yönlü havalandırma**

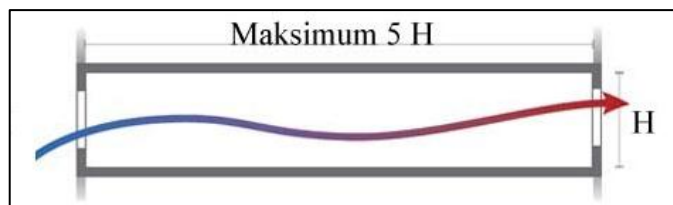
Mekâna giren taze havanın iç ortamda dolaşması ve girdiği açıklıktan tekrar dışarı çıkması ile elde edilen havalandırma yöntemidir (Şekil 3.9). Bu havalandırma yönteminin verimli olabilmesi için mekânın derinlik/ yükseklik oranının en fazla 5/2 olması gerekmektedir [147]. Taze hava açıklığın altından girer ve kullanılmış hava aynı açıklığın üstünden odayı terk eder.



Şekil 3.9 Tek yönlü havalandırma [128]

- **Çapraz/ karşılıklı havalandırma**

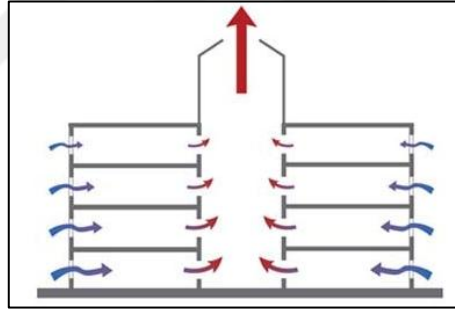
Bir yapıya etki eden pozitif ve negatif rüzgar basıncından daha önce bahsetmiştik. Yapıya etkiyen rüzgar bu cephede yüksek/pozitif basınç alanı oluştururken, rüzgarın etkimediği kısımlar alçak/negatif basınç alanı oluşturur. Ve rüzgar yüksek basınçtan alçak basınç alanına doğru hareket etme eğilimindedir. Çapraz/ karşılıklı havalandırma yöntemi (Şekil 3.10) rüzgarın bu hareketi sayesinde yapılmaktadır. Yüksek basınç alanına giriş açıklıkları, alçak basınç alanına ise çıkış açıklıkları yerleştirilmesi halinde etkili bir çapraz havalandırma sağlanabilir [123]. Ancak verimli bir çapraz havalandırma sağlanabilmesi için mekanın derinlik/ yükseklik oranı 5'i geçmemelidir [147].



Şekil 3.10 Çapraz/ karşılıklı havalandırma [128]

- **Baca/ısı etkisiyle havalandırma**

Baca etkisi ile havalandırma, yapının içi ve dışı arasındaki ve/veya yapı içindeki farklı bölgeler arasındaki sıcaklık ve yükseklik farkından kaynaklanan yoğunluk farkları nedeniyle oluşur. Rüzgârın olmadığı durumlarda yapı içine hava akımını baca destekli olarak sağlamak için dış mekân sıcaklığının iç mekân sıcaklığından az olması gerekmektedir [128]. Baca etkisiyle havalandırma 'ısınan hava yükselir' ilkesine dayanır. Temiz hava yapıya alt kotlardaki açıklıklardan alınır, iç ve dış mekân veya yapı içerisinde oluşan yoğunluk, sıcaklık ve basınç farklarına bağlı olarak ısınan hava yükselir ve daha yüksek kotlardaki açıklıklardan tahliye edilir (Şekil 3.11). Baca etkisiyle havalandırma genelde merkezi bir atriyumu, bacası veya yükseltilmiş kısmı olan yapılarda kullanılmaktadır [119]. Mekan içerisinde beraberinde ısıyı da taşıyarak hareket eden havanın oranı; giriş ve çıkış açıklıklarının ölçüsü, bunlar arasındaki dikey mesafenin ve dış hava sıcaklığı ile içerideki farklı yüksekliklerdeki hava sıcaklığı ortalaması gibi etkenlere bağlı olarak değişir [123].



Şekil 3.11 Baca havalandırması [128]

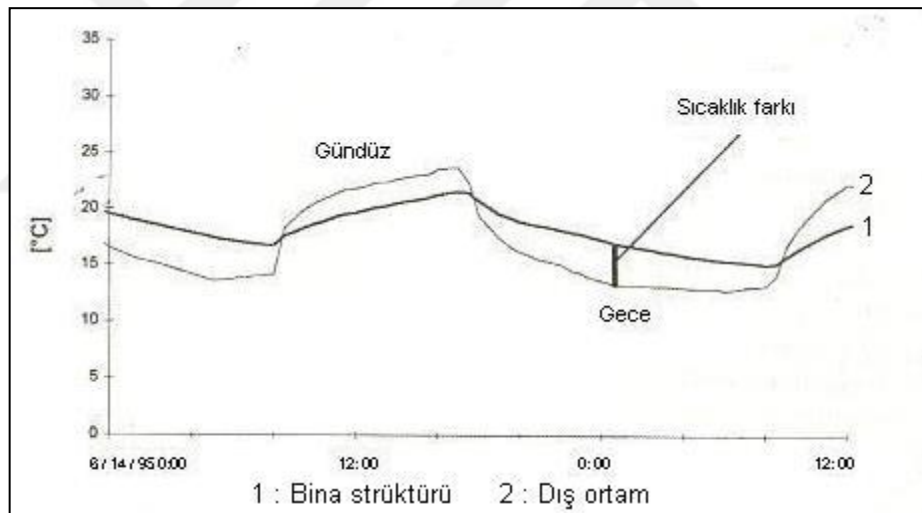
- **Gece havalandırması/soğutması (Night cooling)**

Yapılarda doğal havalandırmanın iki önemli faydasından biri, yapı içi hava kalitesi için gereken havalandırmanın elektrik enerjisi gerekmeden veya minimum enerji ile sağlanması, ikincisi ise yaz mevsiminde ısı konforun gün içindeki hava hareketleri ve gece havalandırması/soğutması ile etkin şekilde gerçekleştirilmesidir.

Bütün iklimlerde çoğunlukla da nemli iklimlerde gece hava sıcaklığı, gündüz hava sıcaklığına göre daha düşüktür. Gece havalandırması, gece daha düşük sıcaklıkta olan dış hava ile gündüz ısınan yapının kütlesi soğutularak, yapının gün içerisinde sahip olacağı sıcaklığı düşürmek amacıyla yapılır. Bir nevi yapının strüktüründe depolanan

ısının uzaklaştırılmasında kullanılır. Önceden soğutulmuş strüktür ertesi gün boyunca ısıyı emerek bir soğutucu olarak hareket edebilir [123].

Özellikle yaz mevsiminde, dış hava sıcaklığının iç mekan hava sıcaklığından daha düşük olduğu gece saatlerinde, doğal havalandırma elemanları açık konuma getirilirler. Gece boyunca dış soğuk hava ile yapılan soğutma, yapı kütlesi içinde depo edilir ve depo edilen soğuk, gün boyunca kullanılabilir. Şekil 3.12’de örnek bir binaya ait soğutma potansiyeli grafiği görülmektedir. Grafikteki bir numaralı eğri yapı strüktürünün gün boyu sıcaklık değerlerini belirtirken ikinci eğri ise dış ortam hava sıcaklığını göstermektedir. Gece havalandırması ile düşük sıcaklıktaki dış ortam havası içeri alınarak, yapı strüktürünün soğuması sağlanmaktadır [159]. Ve bu; gün içerisinde yapının en sıcak olacağı saatleri daha hafif sıcaklıkla geçirmesine yardımcı olur. Bu sayede, (varsa) kullanılan yapay iklimlendirme sistemleri de daha verimli kullanılmış olur [119].



Şekil 3.12 Gece havalandırması ile sağlanan sıcaklık farkı (sıcaklık-saat) [159]

Bu soğutma yöntemi, 17°C'nin üzerindeki günlük sıcaklık değişimleri nedeniyle, en iyi sıcak ve kuru iklimlerde sonuç verir. Ancak bazı nemli iklimlerde ve gündüz-gece sıcaklık farkları yaklaşık 11°C seviyesinde olan iklimlerde de iyi sonuçlara ulaşılabilir [123].

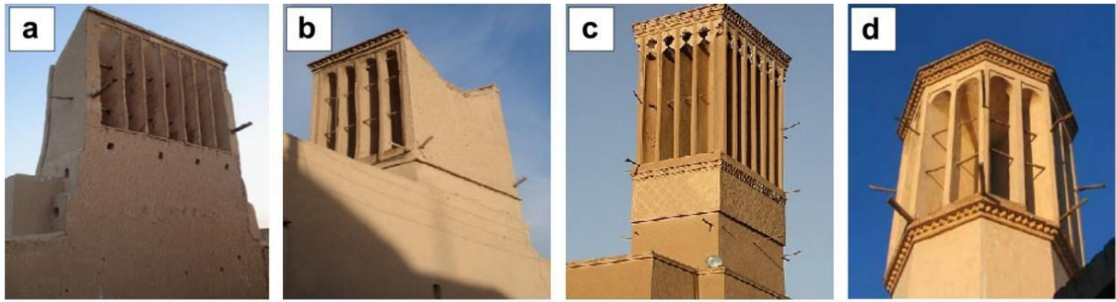
- **Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma**

Rüzgar kulesi ya da rüzgar bacaları; genellikle sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde yer alan yapılarda, doğal havalandırma ile iç mekan konforunu (soğutma

ve havalandırma) sağlamak amacıyla kullanılır. Bu amaçla, geleneksel ve çağdaş yöntemlerle farklı biçimlerde ve farklı tekniklerle kullanılmaktadır [160]. Rüzgâr kulelerinin temel prensipleri Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Hindistan gibi sıcak ve kuru iklime sahip coğrafyaların geleneksel tasarımlarına/mimarilerine dayanır [16]. Rüzgâr kulelerinin en önemli özelliklerinden biri işletme/çalışma enerjisine gerek duymamalarıdır.

Rüzgâr kuleleri tek yönlü, iki yönlü, dört yönlü, altı yönlü ve sekiz yönlü olarak tasarlanabilir (Şekil 3.13). Kulelerin birden fazla şaft barındırması ve çok yönlü olması kulenin hâkim rüzgâr yönünden bağımsız olarak verimli çalışabilmesine olanak tanımaktadır [161].

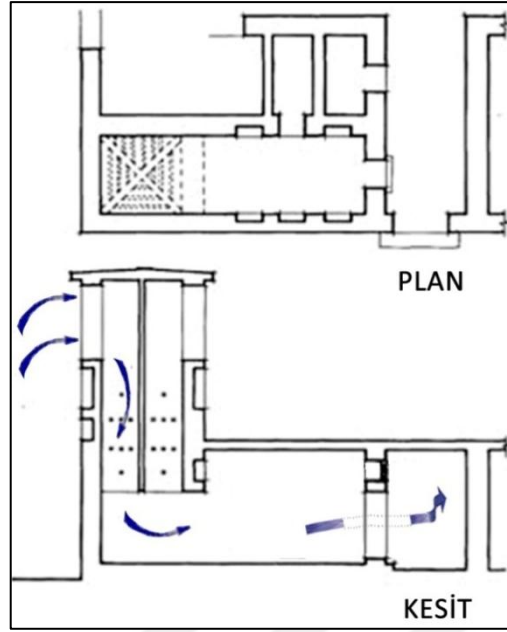
Çok şaftlı kulelerde bir şaft temiz havanın yapı içine alınmasını sağlarken diğer şaftlar kullanılan havanın yapıdan atılmasına yardımcı olurlar.



Şekil 3.13 Farklı açıklık sayılarına sahip geleneksel rüzgâr kuleleri [161]

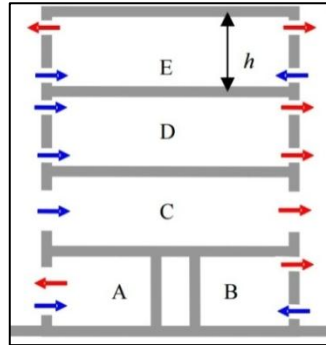
(a) tek yönlü, (b) iki yönlü, (c)dört yönlü, (d) sekiz yönlü

Alçak kotlu ve yüksek yoğunluklu bir yerleşim düzeninde, her yapı için verimli bir hava akımı elde etmek zordur. Rüzgar yönünde yerleştirilmiş olan yapı, esintilerin diğer tarafa geçmesini bir nebze de olsa engeller veya yön değiştirmesine sebep olabilir. Bu gibi sebeplerle, pencereler aracılığı ile verimli/ yeterli havalandırma sağlayamayan yapılar, rüzgar kuleleri/bacaları ile çatı üstü seviyesinden geçen hava akımını yakalayarak daha serin ve daha temiz havayı, alt kotlardaki odalara bu kuleler aracılığıyla iletirler (Şekil 3.14). Yapıların yönlendirilmesinde; güneş/gölge için yönlenme ve rüzgâr için yönlenme arasında bazen farklılaşma olabilir. Etrafında daha az engel olduğundan, rüzgâr kuleleri potansiyel olarak her yönden rüzgâr alabilir. Bu durumlarda rüzgar kuleleri rüzgârı yakalamak için herhangi bir doğrultuya yöneltilerek, yükseklik arttıkça artan rüzgar basıncından önemli derecede faydalanılmış olur [162].



Şekil 3.14 Rüzgar kulesi plan ve kesiti [163]

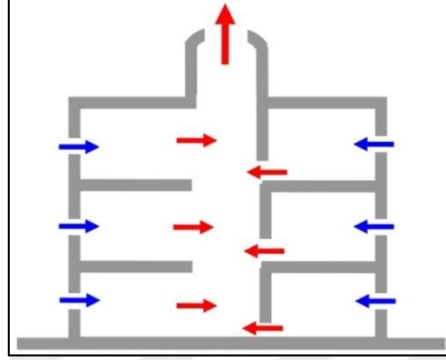
- Etheridge'e [147] göre yapılarda doğal havalandırma için yapılan başka bir sınıflandırma ise mekânları birbirleriyle olan ilişkileri üzerinden ele alarak yapılabilmektedir;
- Yalıtılmış hacimler (Şekil 3.15) (*isolated spaces*)
- İlişkili hacimler (Şekil 3.16) (*connected spaces*)



Şekil 3.15 Yalıtılmış hacimlerin havalandırılması [147]

Şekil 3.15'te görebileceği gibi; A (tek açıklıktan giriş-çıkış yapan) ve B (alt kottan temiz havanın girip üst kottan kirli havanın çıktığı) tek yönlü havalandırmayı, C ve D çapraz/ karşılıklı havalandırmayı, E ise ısınan hava yükselir ilkesine dayanarak yapılan havalandırma yöntemini ifade etmektedir. Kesitte görüldüğü üzere mekanlar birbirinden izole edilerek havalandırma 'yalıtılmış hacim' stratejisi ile sağlanmaktadır.

İlişkili hacimlerde ise; geniş açıklıklar ile birbirine bağlanan mekanlar tek bir mekanmış veya belirlenmiş mekanlar içerisindeki hava tek bir hacimdeymiş gibi hareket edebilir. Bu sistemin avantajı rüzgar ve baca havalandırması ilkelerinin yapıda uyum içerisinde kullanılabilmesidir. İlişkili hacimler için bir örneği temsilen oluşturan Şekil 3.16, yapıda atriyum kullanımı ile doğal havalandırma sağlamaktadır. Atriyum yapının merkezine doğru akım oluşturarak mekânlardaki hava hareketini desteklemektedir [147].



Şekil 3.16 İlişkili hacimlerin havalandırılması [147]

Bu yaklaşımın yüksek yapı uygulamalarında ortaya çıkardığı temel sorun baca etkisinin oluşturduğu yüksek basınç farklarıdır. Tek bir hücre gibi çalışan sistemde yükseklik arttıkça basınç artmakta ve mekanların kullanımında olumsuz etkileri olabilmektedir (kapı ve pencereler üzerinde fazla basınç). Buna bir çözüm olarak geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan sistem ise yapıyı belirli katlarda, birbirinden ayrı çalışan parçalar halinde kümelendirmektir [147].

3.3.2 Doğal Havalandırmanın Tarihsel Gelişimi

Tarih boyunca insanlar pasif iklimlendirme yöntemlerinden kendilerini ve hayvanlarını serinletmek, yiyecek ve içeceklerinin bozulmasını önlemek için faydalanmıştır. Güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için gölge alanları kullanmış, yapı içinde hava akımı oluşturacak uygun alanlar tasarlamıştır. Antik çağda Persler uzun kulelerden oluşan termal bacalarla yapılarını soğutmayı keşfetmişlerdir [164].

Anadolu’da tarih boyunca inşa edilmiş yapılar, iklimle uyumlu tasarımın en iyi örneklerindendir. Doğal havalandırmanın dünyada en verimli şekilde kullanıldığı yerlerden biri, Türkiye’deki **Göreme** yöresidir. Peribacalarında bulunan havalandırma baca ve delikleri, ilk bakışta gelişigüzel yerleştirilmiş gibi görünse de, yer seviyesinden

önemli derinliklere kadar inen belirli bir sistematığın ürünüdür. Doğal havalandırma dışında dikkati çeken bir diğer özelliği, toprağa ya da kayaya gömülü yaşam alanları ile, gece/gündüz sıcaklık farkı çok fazla olan kuru iklime son derece uygun oluşudur [165].

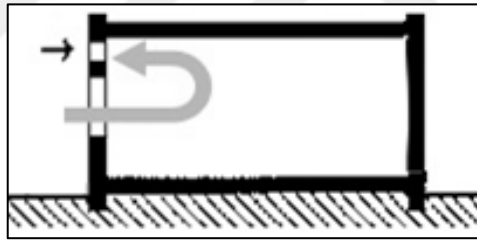
Harran Evleri, yazın çok sıcak- kışın soğuk ve yıl boyunca çok kuru bir iklimde yer alırlar. Yapılarda tipik olarak tekrarlanan kubbeler, en üstteki delikleri ile çok etkili bir doğal havalandırma mekanizması oluşturur. Kubbeye çarpan güneş ışınları, kubbe içindeki havanın ısınarak yükselip tepe deliğinden atılmasını sağlar. Atılan havanın yerini, kapı ve pencere gibi deliklerden giren hava alır. **Ege ve Akdeniz** yapılarında genellikle daha serbest doğal havalandırma olanakları bulunmaktadır. Büyük açılabilir pencerelerin güneşten korunabilmesi için ayarlanabilir çok parçalı kepenklerden yararlanılmıştır. Kepenkler kapatıldıklarında da rahatça hava geçirebilecek bir detaya sahiptir. Yıl boyunca serin ve soğuk olan iklimlerde ise, yapı kepenklerinde bu detay genellikle tercih edilmez [165].

Verilen örnekler farklı iklim bölgelerinde alınan tedbirler uygulanan yöntemler bakımından çoğaltılabilir. Geleneksel (vernaküler) mimarlık; halkın kendi fiziksel çevresinden sağladığı malzemeye, geleneksel teknikleri ve biçimleri kullanarak bulunduğu iklime ve çevreye uyumlu olarak gerçekleştirdiği bir çeşit anonim mimarlık olarak tanımlanmaktadır [81]. Kuban'a [166] göre vernaküler kelimesi; yerel-sade-anonim kelimeleriyle eş anlamlıdır. Geleneksel mimarlık, bir kişinin kendi evini, yöresel işçilik yardımıyla, yöresel ve organik bir şekilde inşa etmesidir. Geleneksel mimari, geleneksel toplumda insan ürünü/yapma çevrenin büyük bölümünü oluşturmaktadır [167].

İnsanlar yaşadıkları mekanları uygun konfor koşullarına getirmek için bir çok önlem almıştır. Doğal havalandırma ve doğal serinletmenin konfor koşullarını sağlamadaki öneminden daha önce bahsetmiştik. Doğal havalandırma için alınan önlemlerden bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz;

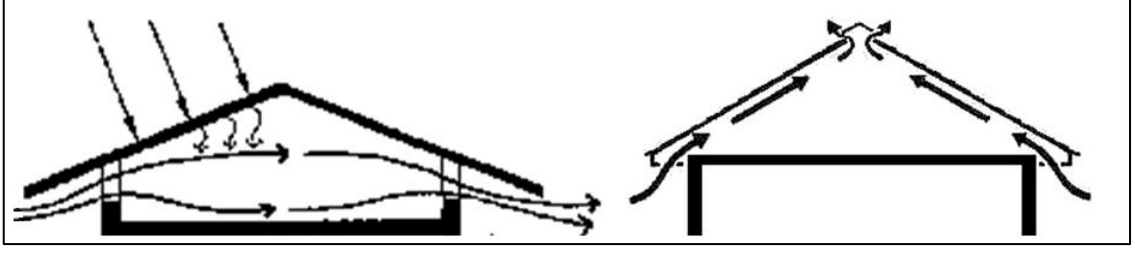
- Yapı, bulunduğu yerdeki iklim koşulları, yapının etrafındaki öğeler, bulunduğu iklim tipine göre gereksinim duyulacak önlemler düşünülerek konumlandırılmıştır.

- Yapı konumlandırılırken mevsime göre güneşin ve rüzgarın etkisinden nasıl faydalanmak ya da sakınılmak isteniyorsa, etrafındaki yapılara da olumsuz etkide bulunmayacak (gölgeleme, güneşlenme, rüzgar) şekilde, çevre yapılarla ve yeşil doku ile aralarındaki ilişki göz önüne alınarak, çapraz havalandırmaya izin verecek şekilde düşünülmüştür.
- Yapı formları yine aynı şekilde tüm fiziksel dış çevre özellikleri ve iklim tiplerine göre farklı şekillerde oluşturulmuştur (sıcak kuru bölgelerde içe dönük - avlulu, sıcak nemli bölgelerde rüzgara açık, soğuk bölgelerde kompakt, ılımlı nemli bölgelerde rüzgara açık serbest planlı gibi)
- İç mekan düzenlemeleri; yapının yer aldığı bölgeye göre, odaların az/ fazla rüzgar/güneş alması istenmesine göre yapılmıştır.
- Pencere boyutları ve konumlandırılmaları serinliğin kullanıcı üzerinden geçeceği kotlarda ve verimli havalandırma sağlayacak şekilde düşünülmüştür. Çapraz havalandırma yapıl(a)madığı durumlarda mekanda hava giriş çıkış açıklıkları ile verimli havalandırma sağlanmıştır(Şekil 3.17) (geleneksel tepe pencereleri gibi).



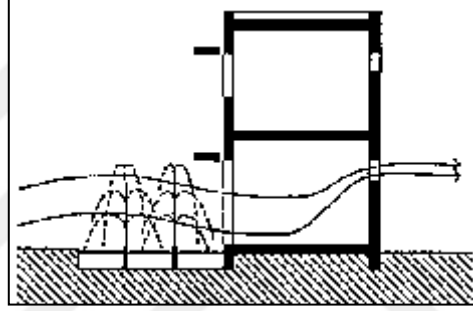
Şekil 3.17 Geleneksel tepe penceresi aracılığıyla hava giriş çıkış [168]

- Yapılarda, çatı malzemeleri ve çatı tipleri (çok eğimli, eğimli, düz vb.) iklim koşullarına uyum sağlayacak aynı zamanda doğal havalandırmayı destekleyecek şekilde seçilmiştir (düz yüzeyler eğimli yüzeylere göre daha çabuk ısı kaybettikleri için sıcak iklimlerde teras çatılar kullanılması gibi). Çatı havalandırması sıcak ve soğuk mevsimlerde fayda sağladığı (yapının aşırı ısınmasına engel olması, soğutulmasına katkı sağlaması, ısınarak yükselen havanın tavanda yoğunlaşma yapmaması, çatıda aşırı ısınma- aşırı soğuma olmaması, kışın karların daha hızlı ve homojen erimesi şeklinde vb.) için her zaman dikkat edilen bir parametre olmuştur. Çatı saçaklarından ya da mahyasından çapraz havalandırma sağlanabilir (Şekil 3.18).



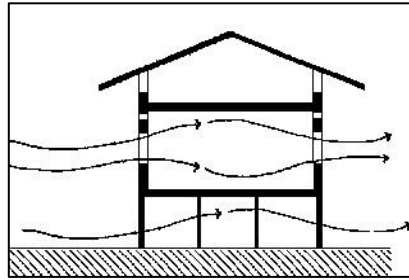
Şekil 3.18 Saçaklardan ve saçak-mahya aracılığı ile havalandırılan çatılar [168]

- Hakim rüzgar yönü ve iklim tipi dikkate alınarak tasarlanmış avlulu yapılarda, avlu aracılığıyla verimli havalandırma sağlanmış, avluda yer alan su ögesi sayesinde kuru olan hava nemlendirilip, serinletilerek iç mekanlara dağıtılmıştır. Hava akımına kazandırılan bu özellik, avlu olmasa da, hava akımının geliş yönünde tasarlanacak su ögesi ile sağlanabilir (Şekil 3.19).



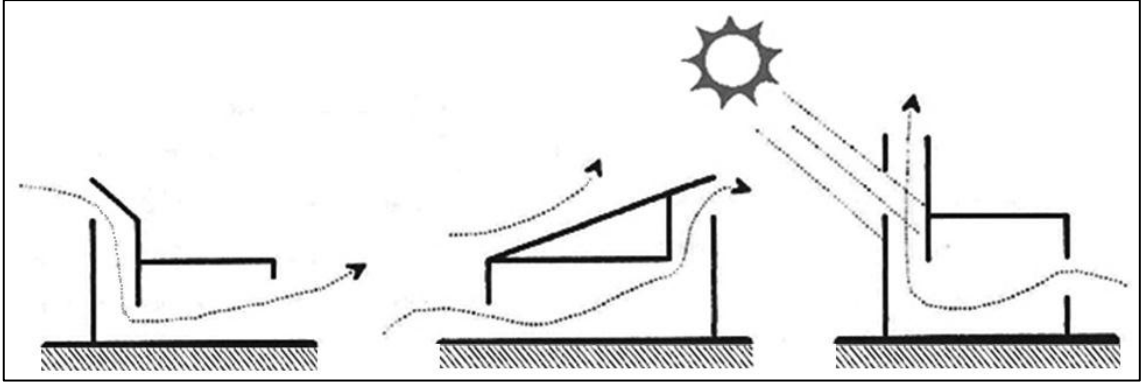
Şekil 3.19 Su üzerinden geçirilerek nemlendirilip serinletilen hava akımı [168]

- Bazı iklim ve topoğrafya koşulları nedeniyle yapılar, dikmeler üzerinde yükseltilerek yapılmış, bu sayede havalandırma sağlanan yüzeyler arttırılmış ve hem alt hem üst kottan geçen hava akımları yakalanmıştır(Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Dikmeler üzerine yerleştirilen yapıda havalandırma [168]

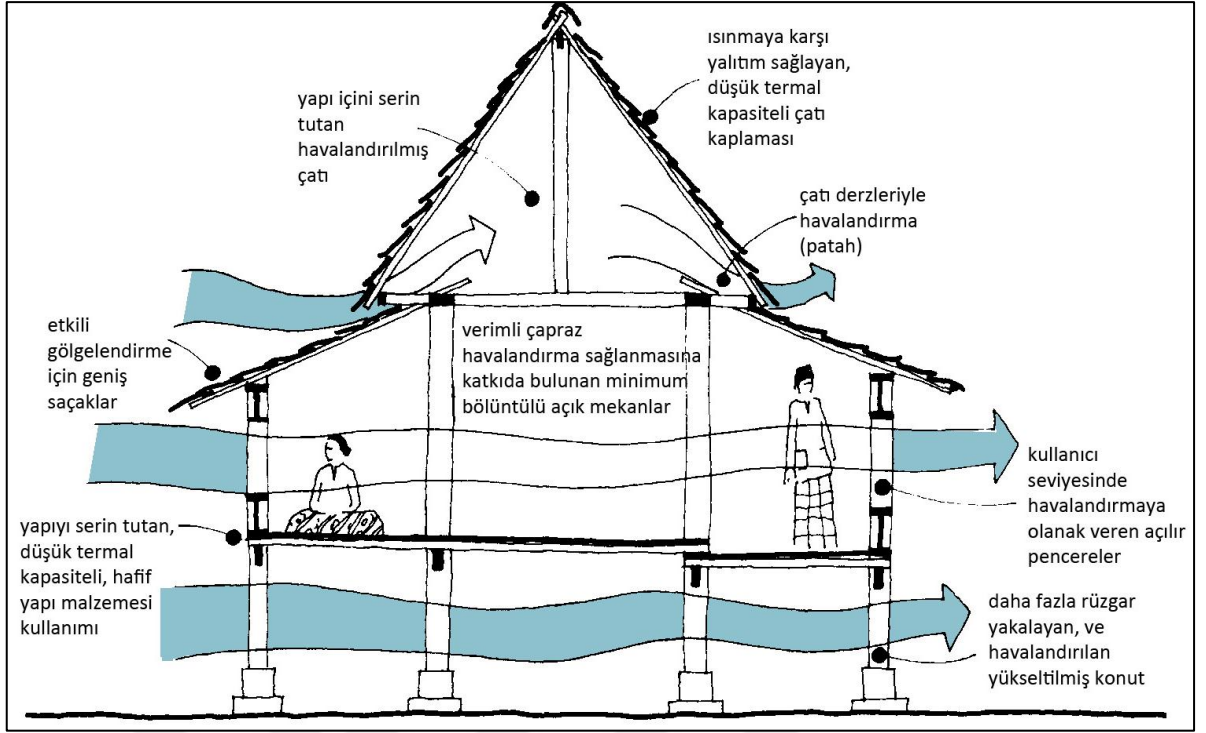
- Bu önlemlerin/ uygulamaların yanı sıra yapılarda doğal havalandırmayı olanaklı kılmak ya da verimli hale getirebilmek için bazı yardımcı öğelerle havalandırma desteklenmiş hava akımı yapı içine alınmaya çalışılmıştır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Rüzgar kepçesi, rüzgar ve güneş bacası gibi geleneksel yöntemler [169]

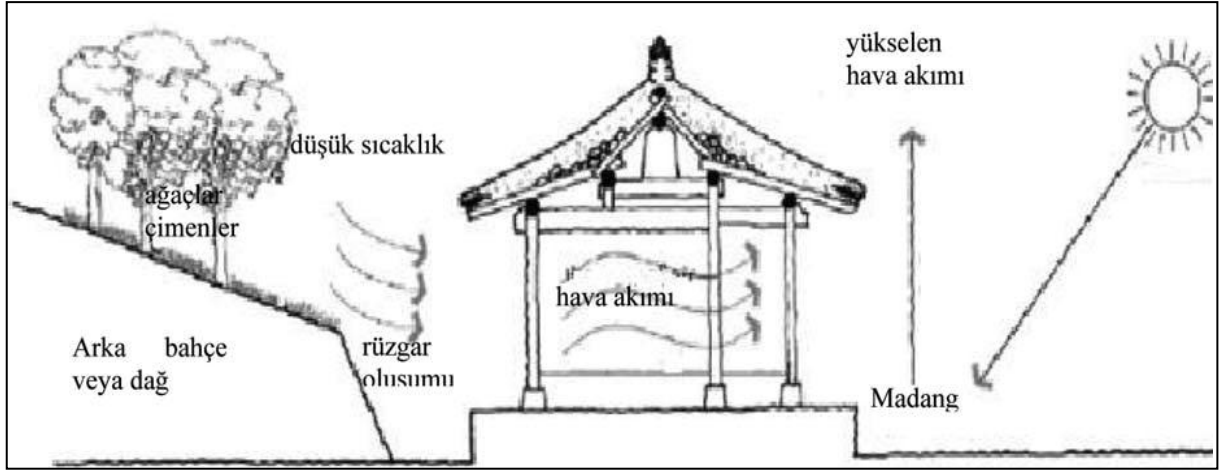
Anlatılan yöntemlerin birçoğunun ya da bir kısmının kullanıldığı bazı geleneksel konut yapıları örneklenmiştir.

Malezya ekvatorial bölgede yer almaktadır. Sıcak ve tam nemli- yağmur ormanı- iklime sahiptir, ortalama sıcaklık ve bağıl nem çok yüksektir. Yılın her ayında yağışlıdır ve homojen bir yağış dağılımı vardır. Geleneksel Malezya konutlarında etkili havalandırma sağlanmasına yönelik birçok özellik bulunmaktadır. Konutlar dikmeler üzerinde inşa edilir ve büyük pencereler kullanılır. Yapının dikmeler üzerinde inşa edilmesinin nedeni sürekli yağmurlar nedeniyle meydana gelebilen selin etkilerini hafifletirken, yapının havalandırılan yüzeylerini artırarak serinletilmesini sağlamak ve hem alt kot hem üst kottaki rüzgarları yakalamaktır. Çapraz havalandırmaya izin veren çok eğimli çatılar ve büyük pencereler karakteristik özelliğidir. Genellikle evlerin önünde, verandalar veya sundurmalar, yüksek tavanlar ve havalandırma amacıyla çok sayıda büyük açıklık bulunur. İç mekanlarda az sayıda bölücü bulunması, hava akımını engellemeyerek çapraz havalandırmayı destekler. Konutlardaki oyma ahşap paneller ve ahşap menfezler etkili havalandırma ürünleridir. Pencereler hava akımının kullanıcı seviyesinden geçeceği şekilde konumlandırılmıştır. Çatının yelken benzeri uçları çatı alanının havalandırılması için havayı yakalamak ve yönlendirmek için kullanılır. Patah olarak adlandırılan çatıdaki havalandırma derzleri, çatı alanını havalandırmak için kullanılan bir başka havalandırma detayıdır. Yapı kabuğunda ısı tutma kapasitesi (termal kapasite) düşük olan malzemeler kullanılır. Konutların birbirine göre düzenlenmesi ve çevre peyzaj düzeni, rüzgarın engellenmeden diğer yapılara ulaşmasını sağlar. Konutların dini sebeplerle doğu-batı doğrultusunda yönlendirilmesi, direkt güneş ışınımı etkisini azaltır (Şekil 3.24) [170].



Şekil 3.22 Geleneksel Malezya konutlarında doğal havalandırma [170]

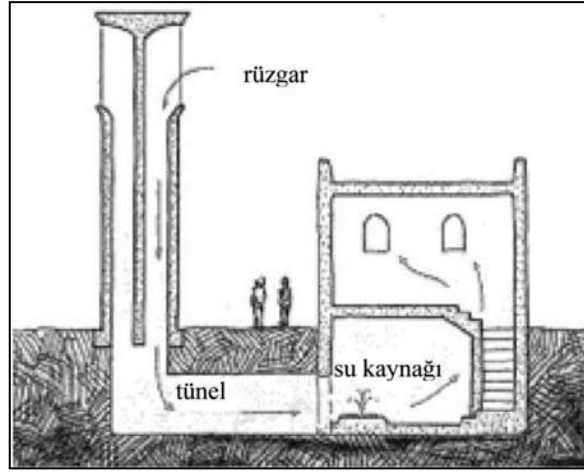
Kore geleneksel mimarisi genellikle dağ eteklerinde konumlanmıştır. Dağlar rüzgârın hızı ve doğrultusu üzerinde çok etkilidir. Dağlık bölgelerdeki Kore geleneksel mimarlığı dağların etkisinden yararlanır ve mevsimsel iklim değişikliklerine cevap verir. Yapılar kışın soğuk rüzgârlara karşı korunmuştur. Bunun yanında yazın rüzgâr ve yüksek sıcaklık nedeniyle ılıman rüzgârlar gereklidir. Dahası tayfun gibi kuvvetli rüzgârlardan yapıların korunması gereklidir. Bu yüzden Koreliler yapılarını dağların yamaçlarına yerleştirir. Rüzgârsız yaz havasına rağmen Kore geleneksel mimarisi, çeşitli tekniklerin uygulanması sonucu rüzgâr üretir. Kore stili avlu “madang” yapının ön cephesinde yer alır. Madang; beyaz kille sıkıştırılmış boş bir alandır. Burada ağaç bulunmaz, köşede küçük bir bahçe veya küçük bir gölet bulunur. Yapının arka kısmı dağlarla ilişkilidir. Sert gün ışığında arka bahçe ve ön avlu arasında sıcaklık farkı oluşur. Gün ışığına maruz kalmış ön avlunun sıcaklığı, ağaçlar ve çiçeklerle yeşillendirilmiş arka bahçeden daha yüksektir. Yapının önü ve arkası arasında sıcaklık farklılığı hava akımı ile sonuçlanır (Şekil 3.22). Bu ısı akımından doğal olaylar yoluyla yararlanılması yöntemidir [171].



Şekil 3.23 Yaz aylarında hava akımı oluşturularak havalandırma [171]

Geleneksel Kore evinde bir diğer doğal havalandırma unsuru dut ağacının kabuğundan el yapımı olarak üretilen “hanji” adı verilen bir tür kâğıttır. Hanji, lifli malzemeden yapılmıştır, hava sirkülasyonuna izin veren çok küçük boşlukları vardır. Bu nedenle pencereler ve kapılar kapalı durmasına rağmen iç hava sürekli olarak hanji aracılığıyla havalandırılır [171].

İran geleneksel mimarisinde rüzgar kulesi kullanımı ön plana çıkmaktadır. Bu kuleler etrafından geçen rüzgârı yakalar ve kanallardan aşağıya zemin ve bodrum kat hacimlerine iletir. Rüzgâr kuleleri dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığından düşük olduğunda, yaz sabahları ve yaz akşamlarında kullanıcıların serinlemesini sağlar. Ayrıca özellikle bodrum katlarda etkili bir havalandırma yaparak, havayı yeniler ve istenmeyen kokuları uzaklaştırır. Rüzgâr kulelerinin yönü oldukça önemlidir. Rüzgârın estiği yöne bakacak şekilde tek yönlü, farklı yönlerden esen rüzgârları da alabilecek şekilde çok yönlü olabilirler. Ek olarak, kuleler gece soğutması ve sıcak havanın otomatik olarak yükselmesini sağlamak amacıyla termal kütle olarak inşa edilir. Bazen, rüzgâr kulelerinden gelen hava kanalları, havuz veya çeşme bulunan avlulara yönlendirilir (Şekil 3.23). Böylelikle dağıtılan hava daha serin hale getirilir [172].



Şekil 3.24 Buharlaştırma etkili rüzgar kulesi [172]

Günümüzde çağdaş mimaride doğal havalandırma için alınan iklimle uyumlu önlemler, geleneksel sistemlerde uygulanan yöntemlerin, gelişen teknikler, malzemeler, teknolojiler ve güncel bilgilerle yeniden yorumlanmış halidir.

3.3.3 Doğal Havalandırmanın Olumlu Ve Olumsuz Yönleri

Doğal havalandırma, yapının bütününde ele alınması gereken bir kavramdır. İç mekânda sağlanacak doğal havalandırma dış çevre, yapı ve iç çevre arasında oluşan fiziksel ilişkinin bir sonucudur.

Doğal havalandırma bir binanın enerji performansını etkilemesi dışında, kullanıcılar için kabul edilebilir termal konfor koşulları ve yapı içi hava kalitesinin sağlanmasında önemli bir rol oynar. Karma havalandırma sistemi kullanılan (doğal havalandırılan ancak koşullar yeterli olmadığında HVAC sistem kullanılan) ve doğal yollarla havalandırılan binalarda yapılan birçok inceleme; yılda %3 ila %18 oranında değişen enerji verimliliği sağlandığını göstermektedir. Ayrıca, doğal havalandırma kullanımı potansiyel somut enerji, sermaye, bakım ve mekanik ekipman işletme maliyetlerini ve ekipmanlar için gerekli alanı azaltır. Yüksek bir yapıda, yapı yüksekliğine de bağlı olarak, kullanılan HVAC sistemin mekanik ekipmanları bir veya daha fazla kat alanı kadar yer kaplayabilir [128].

Doğal havalandırmanın birincil olumlu özelliğinin sürdürülebilir çevreye katkıda bulunmak olduğu söylenebilir. Yapılan araştırmalarda, kullanıcıların dış ortamdaki tamamen izole edilmiş yapılarda yaşamak yerine, yaşadıkları çevreyi kontrol etmek istediklerine dair bulgular vardır. Ve bu kontrolü sağlamak doğal havalandırma ile

olanaklıdır. Sıcak ve nemli iklimlerde ya da havalarda soğutma sağlayamıyor olması doğal havalandırmanın olumsuz yönleri arasındadır. Bu durumda bazı iklimlerde düşük enerjili soğutma sistemleri ile bir arada kullanılması gerebilir [16]. İlk yatırım ve bakım-onarım maliyetleri açısından mekanik sistemlerle karşılaştırıldıklarında genellikle daha ekonomiktir, mekanik sistemlere oranla minimum bakım gerektirirler. Ilıman iklimlerde yer alan yapı tiplerinin çoğu için uygundur. Fan veya sistem gürültüsü yoktur, işletme odası gibi fazladan bir mekana gereksinim duyulmaz. Yeterli açıklık olması halinde mekanın soğutulması ve kirli havanın atılması için yüksek hava akım hızı elde edilebilir [173]; ancak tasarım hatalarının sonradan giderilmesi/düzeltilmesinin zor olması açısından olumsuz sayılabilir [16]. Bunun yanı sıra kullanılan cephe tipine göre değişecek olmakla beraber gürültülü ve hava kirliliği olan yerlerde uygulamak elverişsiz olabilir, istenmeyen ısı kaybı ya da ısı kazancına neden olabilir, filtrasyon ve gelen havanın temizlenebilirliği genelde uygulanabilir değildir, hava akım hızı extra elemanlar yardımıyla kontrol edilmezse sabit değildir [173].

3.4 Doğal Havalandırma Tasarımında Etkili Olan İlkeler

Doğal havalandırma sağlanabilmesi; yalnızca yapıda uygulanacak ayrıntılarla değil, yapının iç ve dış çevresiyle ilişkisinin doğru bir şekilde kurulmasıyla daha verimli ve etkin bir hale getirilebilir.

Yapıların doğal yöntemlerle etkin düzeyde havalandırılabilmesi için, uygun nitelikte olan dış havanın yapıya ulaşması, bu havanın yapı cephesi aracılığıyla yapı içine alınması ve yapı içinde verimli bir şekilde dolaştırılarak, kirlenmiş havanın yapıdan uzaklaştırılması gerekmektedir [19]. Bu döngünün doğru bir şekilde çalışmasında, havanın devinim kuralları ve yapının iç ve dış çevresinin hava devinimi üzerindeki etkisinin incelenmesi önemlidir [174].

Doğal havalandırma sağlanırken yapı içine alınacak olan dış havanın niteliğinin yanı sıra, yapının bulunduğu yapma ve doğal çevrenin özelliği, yapının konumu, biçimi, planı/birimlerin yerleşimi, cephe/duvar boşluklarının düzeni, mekan içerisindeki bölücülerin yerleşimi, yapıda (varsa) kullanılan rüzgar kulesi/ havalandırma ya da güneş bacası/rüzgar kepçesi gibi yardımcı ürünlerin hava devinimi ile ilişkisi irdelenmeli,

doğru ve yeterli bir havalandırma için, alınan kararlar bu inceleme sonrasında tasarıma yansıtılmalıdır [19].

Doğal havalandırma sağlanmasında;

- Yapının konumu; uygun dış hava devinimi ve güneşin ısıtıcı etkisinden yararlanıldığı,
 - Yapının biçimi, cephesi ve üst örtünün eğimi; dış hava deviniminin yapı çevresinde oluşturduğu basınç bölgeleri ve düzeylerini etkilediği,
 - Yapının planı; her yapı biriminin etkin şekilde doğal havalandırmadan faydalanacak şekilde düzenlenmesi gerektiği,
 - Yapıda oluşturulan cephe/duvar boşlukları, kule/baca/rüzgar kepçelerinin düzenlenmesi ve mekan içerisindeki bölücülerin yerleşimi ise iç mekanda oluşturulacak hava devinimini/havanın yapı içindeki dolaşımını etkilediği
- için büyük önem taşımakta ve göz önüne alınması gerekmektedir [19].

3.4.1 Dış Fiziksel Çevre Ölçeği - Doğal Havalandırma İlişkisi

Doğal havalandırma tasarımına etki eden faktörler, dış fiziksel çevre özelliklerinden ve yapının kendi özelliklerinden kaynaklanabilir. Yapının bulunduğu dış fiziksel çevreyi doğal ve yapma çevre olarak ikiye ayırmak mümkündür.

3.4.1.1 Doğal Çevre- Doğal Havalandırma İlişkisi

Doğal çevreye ait; iklimsel veriler, topografya ve bitki örtüsü tasarıma ön veri oluşturacak ilkelere. Bu ilkeler yapının konumlandırılmasında, yönlendirilmesinde, plan organizasyonunda, yapı formunun ve kabuğunun (cephe ve çatı) oluşturulmasında etkili olmaktadır.

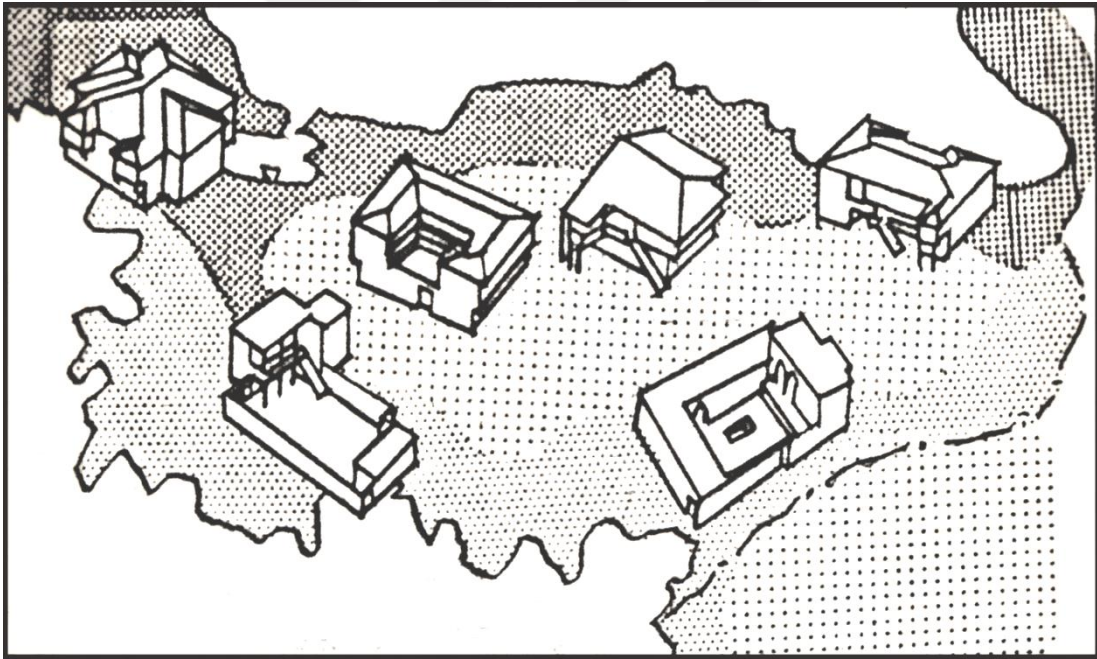
- **İklim**

İklimin sözlük anlamı, “Yeryüzünün herhangi bir yerinde, atmosfer olaylarının ortaklaşa gerçekleştirdikleri etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumu” olarak tanımlanmaktadır. Bölgedeki güneş ısınımı, hava sıcaklığı, hava basıncı, rüzgârlar, nem oranı, bulutluluk oranı, bulut tipleri, yağış tipi ve yağış düzeyi o bölgede ortaya çıkan iklimin öğelerini oluşturmaktadır [175].

Yüzyıllar boyunca iklim verileri, yapının tasarım ve uygulama süreçlerinde dikkate alınan önemli bir etken olmuştur. Bir yapının bulunduğu çevre ile uyum içinde olmasının/adaptasyonunun en temel ilkesinin, yerel iklim özelliklerine göre tasarlanması ile olacağı çok uzun zaman önce fark edilmiştir [167].

M.Ö. 470-399 yıllarında yaşayan Socrates, *“Güneye bakan evlerde kış güneşi içeri alınabilir ancak yazın güneş tepeden ve çatıların üstünden geçer. Böylece yapılar gölgede kalır. Bu durumda kış güneşini alabilmek için güney cephesinin yüksek, soğuk rüzgarlardan korunabilmek için de kuzey cephesinin alçak yapılması yoluna gidilebilir.”* şeklinde öneride bulunmuştur [176].

Tarihsel süreçte farklı bölgelerdeki geleneksel mimari, o bölgenin iklim koşullarına uygun bir şekilde gerçekleşmiştir. Şekil 3.25’de Türkiye’nin farklı bölgelerinde, değişen iklim koşullarına göre yapılmış geleneksel yapılar arasındaki fark görülebilir [177].



Şekil 3.25 Farklı İklimsel bölgelere göre “Eski Türk konut” tipleri [177]

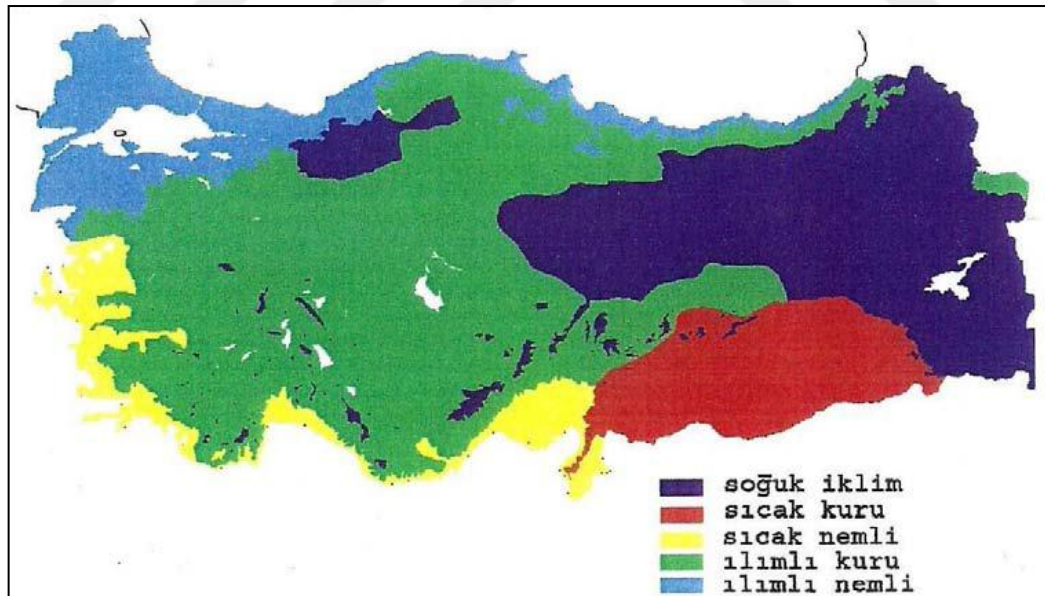
İklim koşulları doğal havalandırma tasarımında en önemli etkenlerden biridir. Farklı iklimlerin farklı tasarım gereksinimleri bulunur. İklim tipleri dört ana grup oluşturur, bunlar; sıcak-kuru iklim, sıcak-nemli iklim, ılıman iklim ve soğuk iklimdir. Doğal havalandırma ilkeleri iklim türüne göre belirlense de yapı özelinde, bölgesel iklim analizi de yapılmalıdır [119], [126].

- *Sıcak- kuru iklim;* yıllık en yüksek sıcaklık 45° C, ortalama sıcaklık en sıcak dönemde 22° C, en soğuk dönemde – 10° C dolaylarındadır. Ortalama bağıl nem oranı düşük, günlük ve yıllık sıcaklık farkları fazladır. Bu iklim tipinde hava akımları güçlüdür. Isı kazanımını azaltmak ana ilkelerden biridir. Neme gereksinim düzeyi diğer iklimlere göre daha fazladır. Bu nedenle rüzgâr, bitki dokusu içinden ya da su yüzeyi üzerinden geçirilerek nemlendirilebilir. Yapı ideal olarak doğu-batı aksında yönelmeli ve ana cephe açıklıkları kuzey-güney cephelerde konumlandırılmalıdır. Bu yöneliş özellikle yazın, sabahları ve öğleden sonraları oluşacak ısı kazanımlarını azaltmaktadır. İki alt iklim tipi bulunur: Step ve çöl iklimi [128], [178], [179].
- *Sıcak-nemli iklim;* ortalama sıcaklık en sıcak dönemde 40°C'nin üzerinde ve en soğuk dönemde 18° C ve altındadır, günlük - yıllık sıcaklık değişimi fazla değildir ve ortalama bağıl nem oranı %80'dir [178]. Bu iklimde buharlaştırıcı soğutma yöntemi ile baca etkisi oluşturarak, yapı içindeki havayı emmek ve gece serinletmesi ile doğal havalandırma etkili bir şekilde kullanılabilir [180]. Güneş ışınımından korunmak ve istenmeyen nemi önlemek amacıyla yüksek hava değişimi sağlamak da ana tasarım ilkelerindendir. Ek olarak, dar kat planları mekânlara yeterli karşılıklı havalandırma sağlanması için gereklidir. Ayrıca yüksek tavan yükseklikleri ısınan havanın mekânın üzerinde toplanmasını sağlayarak sıcak havayı kullanıcılardan uzak tutar ve baca etkisi ile doğal havalandırma verimliliğini artırır [128]. Özellikle yaz döneminde fazla olan nem düzeyini düşürmek için rüzgârdan en üst düzeyde yararlanılmalıdır [179]. Sıcak iklimin iki alt iklim tipi vardır; sıcak – tam nemli (yağmur ormanı), sıcak – değişken nemli (muson) [178].
- *Ilıman iklim;* en sıcak dönemde ortalama sıcaklık 25° C ve üstünde, en soğuk dönemde -15° C dolayında, bağıl nem oranı bazı dönemlerde %80'in üzerinde olabilmektedir [128]. Doğal havalandırma bu iklim tipinde etkili olarak kullanılabilir [17]. Türkiye'nin de içinde bulunduğu bu iklim soğuk mevsimlerde yüksek ısı yalıtımı ve pasif ısınma, sıcak mevsimlerde ise gölgelendirme ve yüksek havalandırma gerektirmektedir. Bu uyarlanabilirlik gereksinimi bölgesel iklime göre günlük, mevsimlik ve yıllık çeşitlilik

gösterebilecek şekilde tasarlanmalıdır [119]. İki alt iklim tipi bulunur: ılıman – nemli iklim ve ılıman – kuru iklim [178].

- *Soğuk iklim*; en soğuk dönemde ortalama sıcaklık – 15°C'nin altında, yıllık en düşük sıcaklık – 40° C, bağıl nem oranı soğuk dönemde yüksektir [178]. Hava hareketleri ise bu iklim tipinde soğuk ve hızlıdır. Bu nedenle havanın yapı içine alınmasında iç mekân hava sıcaklığının düşmemesine dikkat edilmelidir [180]. Bu iklim koşullarında çalışırken göz önünde bulundurulması gereken en önemli etken ısı korunumudur. Bu korunum yapı formuyla ve yapı cephesiyle sağlanabilir. Kompakt şekiller ısı kaybını ve kazanımını azaltan daha yoğun zemin/cephe alanına sahiptir. Soğuk iklimlerde doğal havalandırma ısı kaybı nedeniyle, ılıman aylarda nadir olarak kullanılmaktadır [128].
- Soğuk iklimin üç alt iklim tipi vardır: ılıman soğuk iklim, Tundra iklimi ve kutup iklimi [178].

Türkiye iklim bölgesi haritası Şekil 3.26'da görülmektedir. Buna göre Türkiye'de; soğuk, sıcak-kuru, sıcak nemli, ılımlı kuru ve ılımlı nemli olmak üzere beş farklı iklim türü yaşanmaktadır.



Şekil 3.26 Türkiye'nin iklim bölgeleri [181]

İklimsel verilere göre tasarlanan bir yapıda, havalandırma için üretilecek olan uygun çözümler ve farklı mevsimsel koşullara göre oluşturulacak senaryolarla, doğal havalandırma verimli bir şekilde sağlanabilir [17], [180]. Yapı içinde gerekli olan

havalandırmanın doğal yöntemlerle sağlanması, yapıya etki eden iklim koşulları ile doğrudan ilişkilidir. Bir yapıda, iç mekân havası belirli bir kalite düzeyinde tutulurken enerji korunumu sağlanması, iklim koşullarının iç çevreye ve kullanıcı konforuna uygun olacak şekilde aktarılması ile gerçekleştirilebilir [182]. Tasarım aşamasında bölgesel iklim koşulları veri olarak kullanılmalı, etkin bir doğal havalandırma için iklimin olumlu etkilerinden yararlanma, olumsuz etkilerinden korunmaya olanak sağlayacak uygun çözümler üretilmelidir [126].

Dış çevrenin iklimini oluşturan bileşenler; güneş ışıınımı, rüzgar ve hava hareketleri, sıcaklık ve nem olmak üzere sınıflandırılabilir.

○ Güneş Işıınımı

Bir yapıda güneş ışıınımı kimi zaman gerek duyulan, kimi zamansa (güneş ışıınlarının ısıtıcı etkisine karşı korunmak için) önlem alınması gereken bir durum olabilir [167]. Yeryüzüne güneş enerjisi azalarak gelmektedir. Yeryüzüne ulaşan güneş ışıınım şiddeti,

- Atmosfer koşulları,
- Bulunan yerin deniz seviyesinden yüksekliği,
- Güneşin yükseliş açısı (β),
- Güneşin azimut açısı (Σ),

gibi etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Güneş ışıınımı iklimsel konforu etkileyen en önemli iklimsel değişken olarak kabul edilebilir.

Yükseliş açısı (β): güneş ışıını ile güneş ışıının yatay düzlemi üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır. Güneşin yükseliş açısı, yörenin enlemine ve zamana göre değişim gösterir.

Azimut açısı (Σ): Güneş ışıının yatay düzlemdeki izdüşümünün güneyden veya kuzeyden yaptığı sapma açısıdır ve yatay düzlemde ölçülmektedir [183].

Güneş ışıınımı; havanın, toprağın ve çevredeki diğer cisimlerin ısınmalarına sebep olur ve sıcaklık yükselmeleri meydana gelir. Bölgeler arasındaki sıcaklık farkları atmosferik basınç farklarına ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına neden olmaktadır. Hava akımları farklı atmosferik basınçlar sonucunda meydana gelmektedir [167].

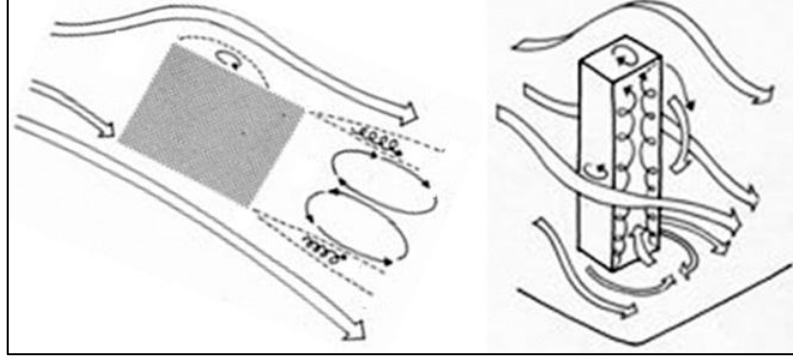
○ *Rüzgar / Hava Hareketleri*

Rüzgâr, alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımı olup, daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. Atmosferdeki hava akımı ya da rüzgarlar, karmaşık iklimsel faktörler tarafından meydana gelmiş basınç farklılıklarının bir sonucudur (Goulding vd). Rüzgâr hızı, akımın olduğu atmosfer katmanının yeryüzüne olan uzaklığına göre değişmekte, yükseklikle birlikte rüzgâr hızı da artmaktadır [184].

Rüzgar; hızı, yönü ve esme sıklığı (frekans) özellikleriyle tanımlanmaktadır. Rüzgarlar; sürekli rüzgarlar, mevsimlik rüzgarlar ve yerel rüzgarlar olmak üzere sınıflandırılabilir. Her iklim bölgesi için istenen ve istenmeyen rüzgarlar büyük oranda yerel koşullarla ilişkilidir. Örneğin, sıcak iklimlerde meltemler genelde yılın her dönemi için faydalı olduğu halde, soğuk iklimlerde yılın birçok zamanı için rüzgar kaçınılması gereken bir iklim verisi olmuştur [185].

Rüzgar, mimarlar için önemli bir tasarım parametresidir. Yapı içinde oluşacak hava hareketinin niteliği, yapı dışında etkili olan hava hareketinin özelliklerine göre değişmektedir [182]. Yapı içine dolacak hava miktarı; rüzgarın yapı yüzeyi ile oluşturduğu açı, rüzgarın hızı, yapı formuna göre oluşan basınç bölgelerinin dağılımı (+ veya -) ve kuvveti ile ilişkilidir [126].

Düzenli, birbirine paralel lifler halinde gelen hava akımları yapıların rüzgara açık yüzeylerinde pozitif ya da itme, yan ve rüzgar altı arka yüzeylerinde ise negatif yada emme kuvveti şeklinde basınç etkisi oluşturmaktadır. Yapıların yüzeyine çarpan hava molekülleri; yüzeye çarptığı anda duracak, yüzeyi yalayarak yönünü değiştirecek, sonunda bu yüzeyden kopma noktasında ayrılarak yan yüzeyleri takip ederek yapı arkasındaki iz bölgesini oluşturacaktır (Şekil 3.27) [186].



Şekil 3.27 Yapılar etrafında oluşan hava akımları [186]

Yapılı çevre içine eklenen her yeni yapı bulunduğu bölgedeki rüzgâr karakteristiğini etkileyerek hem etrafındaki hem de kendi çevresindeki hava akımı üzerinde değişikliklere neden olmaktadır. Farklı yüksekliklere sahip yapılar bir araya geldiklerinde rüzgâr hızı da benzer şekilde çeşitlenmektedir [187].

○ *Sıcaklık ve nem*

Yağış, rüzgar gibi hava olaylarını etkileyen sıcaklık; ısı enerjisinin çevreye yayılması ile ortaya çıkan kinetik enerjidir. Bu enerjinin yeryüzüne dağılışında bazı faktörler etkilidir. Bunlar; güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açısı, güneş ışınlarının atmosferde aldığı yol, güneşlenme süresi, yükselti, kara ve deniz dağılımı, nemlilik, okyanus akıntıları, rüzgarlar ve bitki örtüsü olarak sıralanabilir [185].

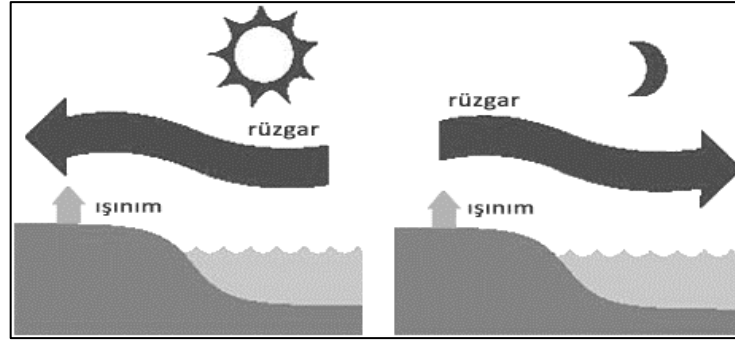
Dış hava sıcaklığında meydana gelen değişimler, iç ve dış hava sıcaklıkları arasındaki farkın değişimine de neden olur. Hacim içinde, iç ve dış hava sıcaklıkları farkı nedeniyle meydana gelecek hava akımı miktarı doğrudan bu fark ile orantılıdır. Havadaki yüksek nem oranı canlılar tarafından hissedilen sıcaklığın etkisini arttırmaktadır. Nemin kaynağı su buharıdır. Yeryüzündeki su birikintilerinin buharlaşması sonucunda, atmosferde sürekli olarak su buharı bulunmaktadır. Havadaki su buharının değişimi sıcaklık, rüzgar ve hava basıncı gibi faktörlere bağlıdır. Hava sıcaklığının artışı havanın nem tutuculuğunu da arttırmaktadır [167]. Örneğin, özellikle su kaynaklarına yakın yerleşimlerde sıcak yaz aylarında atmosferdeki su buharını dağıtacak, uzaklaştıracak şekilde hakim rüzgarlarla uyumlu bir tasarım oluşturulmamış ise hissedilen sıcaklıklar fizyolojik açıdan rahatsız edici boyutlara ulaşabilmektedir [188].

Nemin yüksek olduğu bölgelerde güneş ışıının hareketi azalır. Bunun nedeni; su buharı ve bulutlar tarafından emilmesi ve saçılmasından kaynaklanır. Diğer yandan çok kuru havalar, sıcak günlere ve soğuk gecelere neden olur [189].

- **Topoğrafya**

Topografyanın farklılaşması ile oluşmuş olan göl, deniz gibi su birikintileri, yamaçlar, vadi tepe ve düzlüklerinde iklim bileşenlerinin makro ve mikro düzeydeki etkisi değişkenlik göstermektedir. Deniz seviyesinden yükseklerle çıkıldıkça ışıının şiddetinde, atmosfer koşulları, atmosferde alınan yol, atmosferin temizliği bakımından bir artış olmaktadır. Deniz seviyesinden yükseldikçe rüzgar hızında da artış olmakta ve yüzeylerdeki farklı ters ışıının şiddeti nedeniyle hava akımları ile dağ ve vadi rüzgarları oluşmaktadır [190]. Arazinin topoğrafik düzendeki yüksekliğinin önemi; genel iklimsel karakteri etkileyebilen (dağ-vadi rüzgarı ve soğuk hava akımları gibi) lokal olayların, topoğrafik düzene bağlı olarak meydana gelmesinden kaynaklanır. Bunda en büyük etken güneş ışıınımlarıdır. Arazinin yüksek yerleri alçak yerlere oranla, gündüz saatleri süresince daha çok güneş ışıınımları alır ve güneş battıktan sonra da kazandıkları ısı enerjisini ters ışıınımla atmosfere verirler. Yükseklik farklılıklarına göre değişen bu ışıının alış veriş; arazi yüzeyi ile buna yakın hava katmanında farklı sıcaklıkları meydana getirir [191].

Göllerin olduğu bölgelerde kış mevsiminde göl yüzeyleri karaya göre daha ılıktır. Dolayısıyla hava akışı karadan suya doğru olur. Yazın ise kara yüzeyi su yüzeyine göre daha ılıktır ve hava hareketi ters yönde olur. Mevsimsel değişimlerle beraber gece ve gündüz farklılıklarında da akım yönü değişmektedir. Karalardan göllere olan akım Şekil 3.28’de gösterilmiştir. Göllerin, nehirlerin ve denizlerin aynı zamanda nemlilik üzerinde de etkisi vardır. Buharlaşma işleminin bir parçası olan ısı havadan alınır. Bu nedenle su yüzeyine yakın yerlerdeki hava sıcaklığı daha düşüktür [189].



Şekil 3.28 Karalardan göllere hava hareketinin gündüz/gece farklılaşması [183]

Yapıların topografyaya uygun konumlandırılmasında iklim özellikleri de dikkate alınmalıdır. Soğuk, sıcak kuru, sıcak nemli ve ılıman iklimlerin arazi üzerine yerleşimleri birbirinden farklıdır. Örneğin; sıcak-kuru iklim yerleşmeleri için soğuk hava akımlarının etkisinde olan vadi tabanları, sıcak-nemli iklimler için vadi sırtları (tepeler), ılıman iklimler için yamaçlar uygundur (Şekil 3.29) [191].

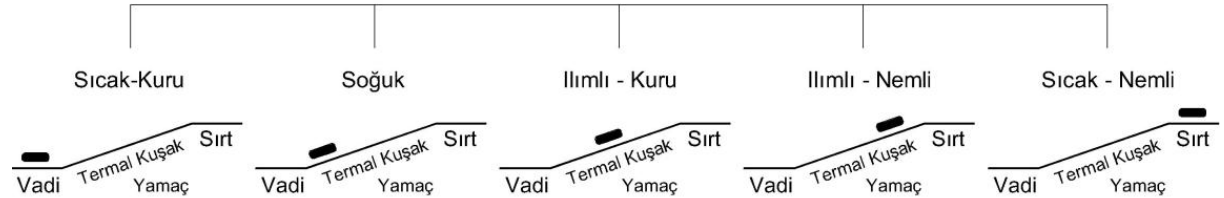
Sıcak kuru iklim bölgelerinde, nemlendirme istendiği için, yazın, rüzgarın konforu düzenleyici etkisi yoktur. Bu bölgelerde rüzgarın karakteri değiştirilerek (örneğin göl, orman gibi nemli alanlardan geçirilerek), nem sağlama amacıyla yararlanılabilir. Yapılar göllerin soğuk hava etkisiyle geceleri serinler ve gündüz boyunca da bu etki devam eder. Bu nedenlerle, göllerden de yararlanılabilmesi için vadi tabanı sıcak kuru iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (Şekil 3.29) [192].

Soğuk iklim bölgelerinde, gece saatlerinde hava sıcaklığının düşmesi sonucu, soğuk havanın yoğunluğu artar ve çukurlarda birikir. Bu nedenle, soğuk iklim bölgeleri için yamacın alt kısımları en uygun yerleşme noktalarıdır (Şekil 3.29). Bu noktalar rüzgar etkilerine fazla maruz kalmaz, eğimli olduğu için düz alana göre güneş ışıınımindan daha fazla faydalanılır [192].

Ilımlı kuru iklim bölgelerinde, rüzgar, güneş ışıınımi ve hava sıcaklığının etkisini azalttığından ısıtmaya ihtiyaç duyulan dönemde, rüzgardan korunulmalıdır. Termal kuşakta rüzgarın etkisi daha azdır. Bu nedenle, termal kuşağın orta noktaları ılımlı kuru iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (Şekil 3.29).

Ilımlı nemli iklim bölgelerinde, yaz aylarında nemliliğin yarattığı konforsuzluğu dağıtma açısından rüzgara ihtiyaç duyulur. Bu nedenle, termal kuşağın üst noktaları ılımlı nemli iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (Şekil 3.29) [192].

Sıcak nemli iklim bölgelerinde yerleşmeler için aşırı nemin oluşacağı vadilerden kaçınılmalı, rüzgardan en fazla ölçüde faydalanılmalıdır. Bu nedenle tepeler, rüzgar etkisinin fazla olması nedeni ile sıcak nemli iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır (Şekil 3.29). Bunun yanı sıra olabildiğince eğimli sokaklar oluşturulmalı ve sokaklar rüzgarı yerleşme içine alacak şekilde yönlendirilmelidir [167], [192].



Şekil 3.29 Türkiye’de iklim bölgelerine göre arazi yerleşimi [181]

Yerleşme ölçeğinde topografya analizleri dikkatlice yapılmalı ve yukarda belirtilen birçok faktör açısından öncelikli yerleşilebilecek alanlar tespit edilmelidir [183]. Arazi özellikleri yapının zemin veya bodrum katlarının biçimlendirilmesinde belirleyici ölçütlerden biri olarak kabul edilmelidir. Arazi eğimli bir yapıya sahipse yapı arazi eğimine uygun olarak tasarlanmalıdır. Yapının; iklim verileri, topografya, mevcut bitki örtüsü ve çevre yapılara uygun olarak konumlandırılması solar ve iklimsel avantaj sağlayacaktır [193].

- **Bitki Örtüsü/Yeşil Doku**

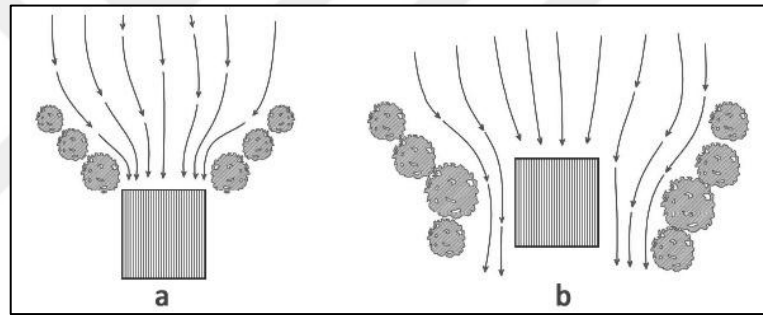
Yapı çevresinde tasarlanan yeşil dokunun doğal havalandırma için gerekli olan rüzgârın ve güneş ışınımının denetlenmesinde büyük etkisi vardır [126]. Bitki dokusunun olduğu yerleşmelerde iklimin olumsuz etkileri daha az hissedilir, dış hava sıcaklığı bitkilerin olmadığı bölgelere göre daha düşüktür. Bitkiler aynı zamanda tozu filtre eder ve gürültü kirliliğine karşı da etkilidirler [183]. Oluşturulan yeşil dokuya bağlı olarak rüzgârın engellenmesi, rüzgârın yönlendirilmesi ya da hızının değiştirilmesi olanaklıdır [157]. Bu nedenle yer seçimindeki etkisi göz ardı edilmemelidir.

Mimarlıkta yapının bulunduğu çevre ve oturduğu arazi yaşayan bir ekosistem olarak ele alınmalıdır. Tönük [194] bu konu hakkında; “Bilindiği üzere yeşil doku fotosentez sürecinde karbondioksit gazını emerek oksijene dönüştürmekte ve insan yaşamı için gerekli olan oksijen gazının üretilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca yeşil alanlar kent dokusu içinde rüzgarlara ve hava akımlarına geçit vererek kentin üzerinde

oluşan kirli hava yastıklarını dağıtır ve/veya bunların oluşmasını engeller. Buna göre yeşil alanlar gerçek anlamda bir “Kentsel Akciğer” işlevi görmektedir” şeklinde görüş bildirir.

Yeşil dokunun havayı temizlemenin yanı sıra nem ayarlama, ses yalıtımı, ısı ayarlama, rüzgardan ve istenmeyen güneş ışınlarından korunma gibi faydaları da vardır. Yapının çevresinde bulunan bitki ve ağaçlar yapının rüzgar ve güneş etkilerinden korunmasını veya faydalanmasını sağlar [167].

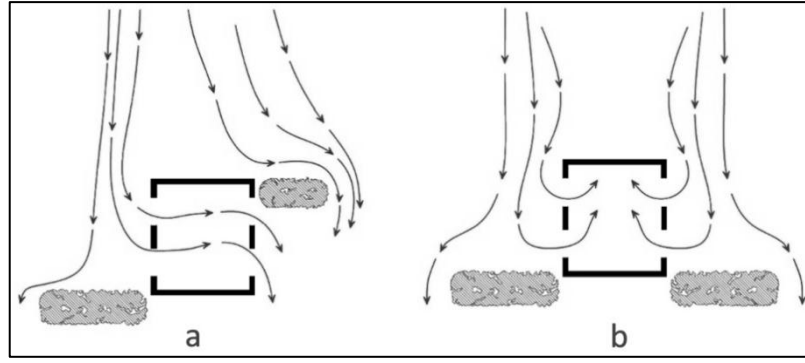
Yeşil öğelerin gruplandırılması ve yapı çevresindeki konumları ile hava akımı yapıya doğru yönlendirilebilir. Düzenlemede bitki dokusunun yapıya olan uzaklığı önemlidir. Veya yapıya yakın konumlandırılan ve yapı ile arasında bir koridor oluşturulan bitki dokusu ile hava akımının hızı artırılarak (Venturi etkisi) negatif basınç bölgeleri oluşturulabilir (Şekil 3.30) [195].



Şekil 3.30 Yeşil dokunun gruplandırılmasının doğal havalandırmaya etkisi [126]

(a) hava akımının yapıya yönlendirilmesi ve (b) hava akım hızının artırılması

Buna benzer düzenlemelerle, farklı ya da aynı etkiye sahip basınç alanları oluşturarak (örneğin iki yönde de pozitif basınç alanı oluşturmak gibi) yapı içine hava akımının daha fazla alınması sağlanabilir (Şekil 3.31).

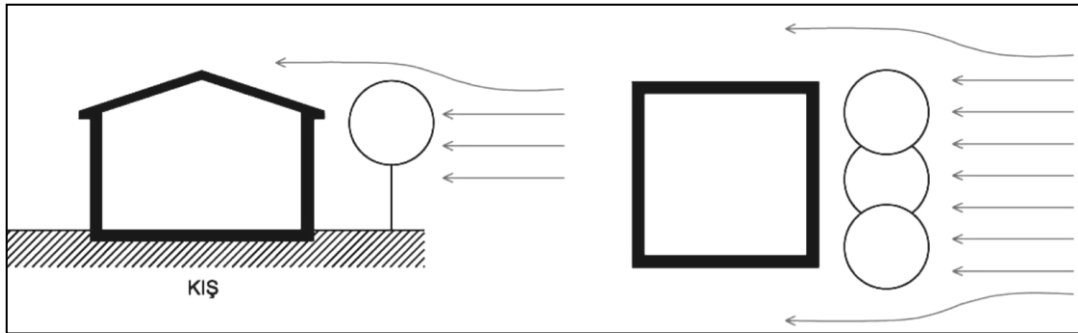


Şekil 3.31 Yeşil dokunun doğal havalandırmaya etkisi [126]

(a) hava akımının iç mekana yönlendirilmesi ve (b) karşılıklı pozitif basınç bölgesi oluşturulması

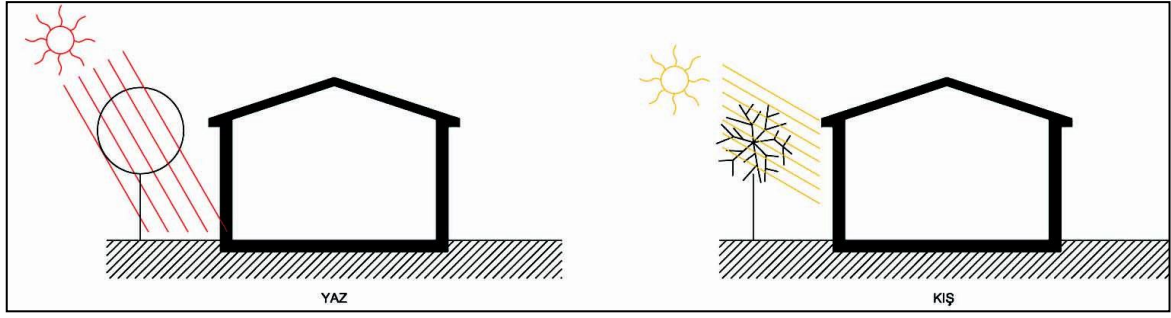
Bu düzenlemeler yapılırken bitkilerin karakteristik özellikleri (rüzgarı engelleme, rüzgarı yönlendirme, mevsime göre gölgeleme sağlama veya güneş ışınlamına izin verme, yaprak dökme-dökmeyen, ağaç, çalı vb.) düşünülerek yapıda oluşturulmak istenen etkiye ve yapının bulunduğu iklim bölgesine (soğuk iklim ise rüzgardan korumak, sıcak iklim ise rüzgarlar oluşturmak, mevsime göre nemlilik düzeyini ayarlayabilecek düzenlemeler yapmak, gölgeleme isteniyorsa ona uygun bitki ve konum seçmek vb.) göre tasarım/düzenleme yapılmalıdır.

Örneğin, yapının kuzey ve kuzeybatı yönlerine konumlandırılan yaprak dökmeyen/ iğne yapraklı ağaçlar soğuk rüzgarların yapıya ulaşmasına engel olarak ısı kayıplarını önler (Şekil 3.32) [167].



Şekil 3.32 Yaprak dökmeyen ağaçların kullanımı (görünüş ve plan) [167]

Batı, güneybatı ve güneydoğu yönlerine konumlandırılan yaprak dökme ağaçlar ise kış mevsiminde yapraklarını dökerek güneş ışınlamının yapıya ulaşmasını sağlarken yaz aylarında yaprakları sayesinde yapı yüzeyini güneş ışınlamından korur/ gölgeleme görevi görür (Şekil 3.33) [167].



Şekil 3.33 Yaprak döken ağaçların kullanımı [167]

Yaz aylarında ağaçların yaprakları ve çim kaplı alanlar güneş ışınlarını emer, bu yüzeylerde gerçekleşen buharlaşma sırasında havayı serinletir ve nemlendirirler. Yeşil dokudan faydalanmanın bir başka yolu da yapı cephelerinin yeşillendirilmesidir. Ancak yapı cephelerinin yeşillendirilmesinde yönlerin etkisi dikkate alınmalıdır [167].

Yeşil doku içinden geçen havada içindeki karbondioksit emilirken, bitkilerin ürettiği oksijen havaya karışmaktadır. Özellikle büyük ağaçların arasından geçen hava akımının sıcaklığı düşer ve nem oranı artar. Bunun temel nedeni bitkilerin ortaya çıkardığı nemin buharlaşması ile yüzeyin ısı kaybetmesidir. Böylece yapraklar arasından geçen hava akımı da ısı kaybederek serinler [196].

Doğal çevre etkisinde anlatılan tüm bu ilkeler doğrultusunda uygun yer ve yerleşim seçilmesi ve yapıların bulundukları iklim koşullarına göre faydalanılacak ve sakınılacak öğelerle tasarlanması; doğal havalandırma sağlanmasında ve enerji korunumunda büyük ölçüde verim sağlayacaktır.

3.4.1.2 Yapma Çevre/ Yerleşim - Doğal Havalandırma İlişkisi

Demirbilek ve Yılmaz [182]; “İç çevrede oluşan iklim koşulları, kullanıcıların iklimsel konfor koşullarıyla uyum içerisinde olduğu sürece, herhangi bir enerji sistemi ile yapının ısıtılmasına/ havalandırılmasına veya iklimlendirilmesine ihtiyaç yoktur. İç iklim koşullarının, konfor koşullarından sapma miktarı arttıkça bu sistemler tarafından harcanacak enerji miktarı da artacaktır. Bu nedenle, bir yapıda iklimsel konforu etkileyen **yapma çevre** değişkenleri aynı zamanda enerji tasarrufu ve çevre kirliliğinin azaltılması açılarından da göz önünde bulundurulması gereken önemli parametrelerdir.”

Yapının, bulunduğu ya da bulunacağı yapma çevreyi oluşturan çevresel faktörler göz önünde bulundurularak tasarlanması (iklim verileri, yöresel mikro-klimatik veriler ve diğer doğal - yapay mevcut fiziksel çevre verileri vb.); insanın ihtiyacı olan konfor koşullarını en az enerji ile sağlamasına büyük katkısı olacaktır [197].

Yapı içinde oluşturulacak doğal havalandırma açısından önemli olan yapma çevre değişkenleri, yerleşmenin yeri/kent dokusu ve tasarlanacak yapının çevresindeki diğer yapıların birbirine göre konumları ve aralıkları olarak incelenmektedir.

- **Yerleşmenin Yeri/ Kent dokusu**

Yapının çevre ve doğa ile bağlantısı, üzerinde bulunduğu arazi/ yerey parçası ile sağlanır. Yapının arazi üzerine doğru şekilde konumlandırılması ve yönlendirilmesi arazi özelliklerinin incelenip analiz edilmesiyle olanaklıdır [167].

Yer, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Bu parametre,

- Yerey parçasının baktığı yön
- Yerey parçasının eğimi
- Yerey parçasının konumu ve
- Yerey parçasının örtüsü (veya güneş ışıınımı yansıtma özelliği)

gibi alt parametrelerin bütünüdür [192].

Dünya kuzey ve güney yarım küre olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.34). Ekvator çizgisindeki her hangi bir bölge ise Dünya ekseninin 36 derece eğik olması nedeniyle yılın 6 ayı kuzeyden 6 ayı ise güneyden güneşlenmektedir [198].



Şekil 3.34 Dünya Kuzey ve Güney Yarım Küresi [198]

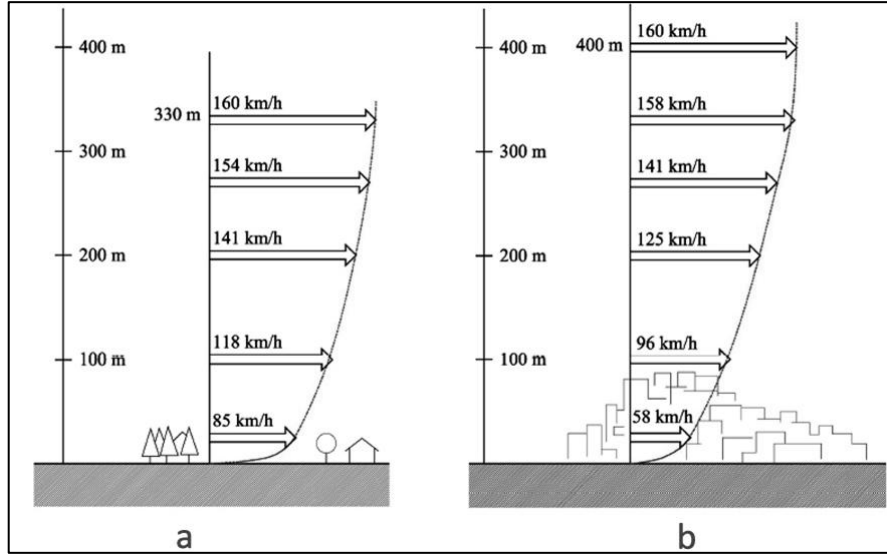
Bu bilgiye dayanarak güneş ışıınımından optimum fayda sağlamak için yapının yönlenmesi, kuzey yarım küre için güney yönü civarı; güney yarım küre için kuzey yönü

civarı olmasında fayda vardır. Ekvator çizgisinde ise yapının temel yönlenmesi kuzey ya da güney yönü civarı olmalıdır. Bu yönlenme açısı arsa durumu ve çevresel faktörler el verdiği sürece iklim kuşağı boyunca yerel bölgelere göre detaylandırılmalıdır (iklim kuşaklarına göre optimum yerleşme ilkeleri topoğrafya başlığında anlatılmıştır) [198]. Uygun yerleşme bölgeleri seçilirken aşağıdaki adımlar izlenir [199];

- Yörenin iklimsel analizleri yapılarak mikro ölçekteki iklimsel karakteristikleri belirlenir,
- Arazide eğim analizleri yapılarak, farklı eğimlere sahip yüzeylerin farklı yönlendiriliş durumuna bağlı olarak kazanılan günlük ortalama güneş ışıını miktarının belirlenir,
- İklim türüne bağlı olarak, termal kuşağa göre arazideki konum belirlenir.

Yer özelliğinin yanı sıra yapının bulunduğu yapı çevre ve kent ölçeği de doğal havalandırma ve hava kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yapı çevre içine eklenen her yeni yapı bulunduğu bölgedeki rüzgâr karakteristiğini etkileyerek hem etrafındaki hem de kendi çevresindeki hava akımı üzerinde değişikliklere neden olmaktadır [119]. Kent işlevleri; yerleştirilirken ve ilişkileri kurulurken doğal havalandırma ve hava devinimi açısından düşünülmelidir. Örneğin, sanayi alanları, atık ve çöp dökme bölgeleri, yoğun trafik olan ana yollar gibi kent işlevleri atmosfer havasına kirletici gazlar ve parçacıklar salması nedeniyle sürekli kirlilik kaynaklarıdır. Bu nedenle bu işlevler; sağlık yapıları, eğitim yapıları ve konut bölgeleri yakınlarında düzenlenmemeli, yerleşim alanının seçiminde topoğrafik özellikler göz önüne alınarak hakim rüzgârdan faydalanan yerler tercih edilmelidir [179].

Kent çevresindeki açık kırsal bölgede oluşan akım tipi ile kentte oluşan akım tipi arasında farklılıklar vardır. Rüzgâr hızı yükseklikle birlikte arttığı gibi kent ve kırsal bölgelerin yüzey özelliğine göre oluşan hız eğrisi de değişmektedir (Şekil 3.35).



Şekil 3.35 Kırsal bölgede (a) ve kent içinde rüzgar hızı değişimi [126]

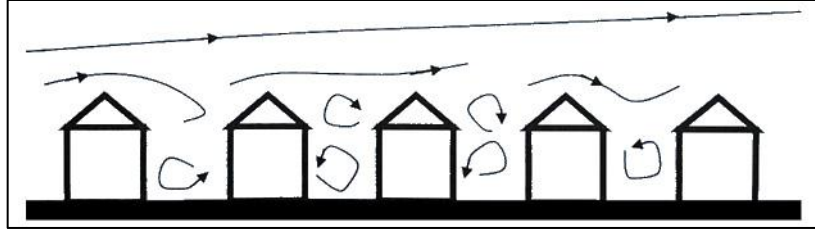
Ayrıca; hava akımları kentsel alanlarda açık kırsal alanlardaki gibi düzgün olmaktan çıkıp burgaçlı ve girdaplı duruma geçmektedir [200]. Yapılaşmanın olduğu kent bölgeleri, çevredeki kırsal bölgeye göre daha çok ısınır. Bu nedenle kent üzerinde ısınarak yükselen havanın yerini kırsal bölgeden gelen soğuk hava alır ve kırsaldan kente doğru hava akımları oluşur. Aynı şekilde kent içi yeşil doku bölgelerindeki soğuk hava tabakası yapıların yoğun olduğu bölgelere doğru akar [157], [178]. Bunların yanı sıra anayolların genişliği, yapı çevresinde bulunan diğer yapıların genişlik/yükseklik oranları, meydanlar ve ara yollar hakim rüzgarın yönüne hızına ve dolaşımına önemli ölçüde etki eder [126].

- **Yapı Aralıkları - Yapıların Birbirine Göre Konumları**

Bir yapı grubu söz konusu olduğunda, yapıların aralıkları, yükseklikleri ve birbirlerine göre konumlandırılış durumları gibi yapma çevre değişkenleri, yapı içi çevrede iklimsel konforu etkileyen değişkenler olarak göz önünde bulundurulmalıdır [182].

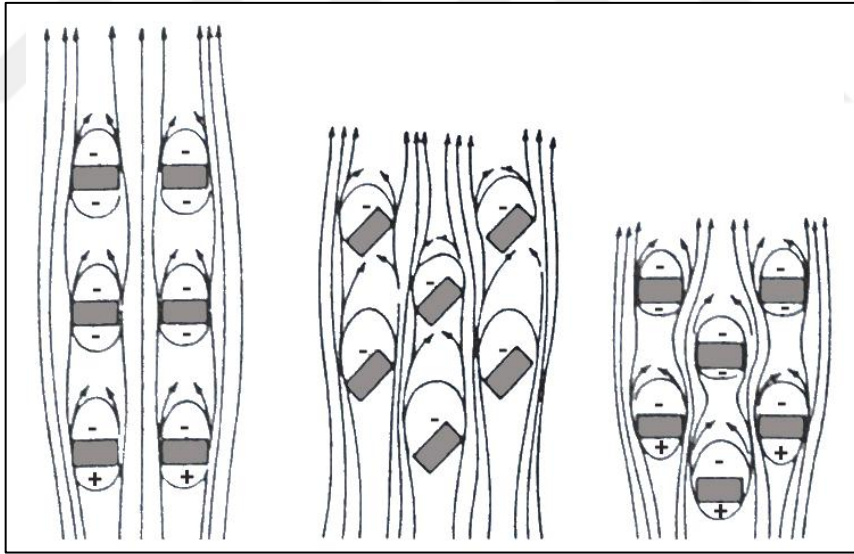
Yapının konumlandırılmasında çevre yapılar ve engeller ile arasındaki mesafe, yapıyı etkileyen güneş ışınlamı miktarını ve yapı etrafındaki hava akım hızını belirleyen en önemli tasarım parametrelerinden biridir. Bu nedenle, yapının yerel parçasındaki konumu, güneş ve rüzgardan faydalanmak veya korunmak amacıyla uygun olarak belirlenmelidir [198].

Yoğun konumlandırılmış yapılar ayırık akış (*skimming flow*) olarak adlandırılan bir akış türü sergiler (Şekil 3.36). Bu yapıların çevresindeki akış çok türbülanslı olup, akış çizgisi örüntüleri ile kolayca tanımlanamazlar [16].



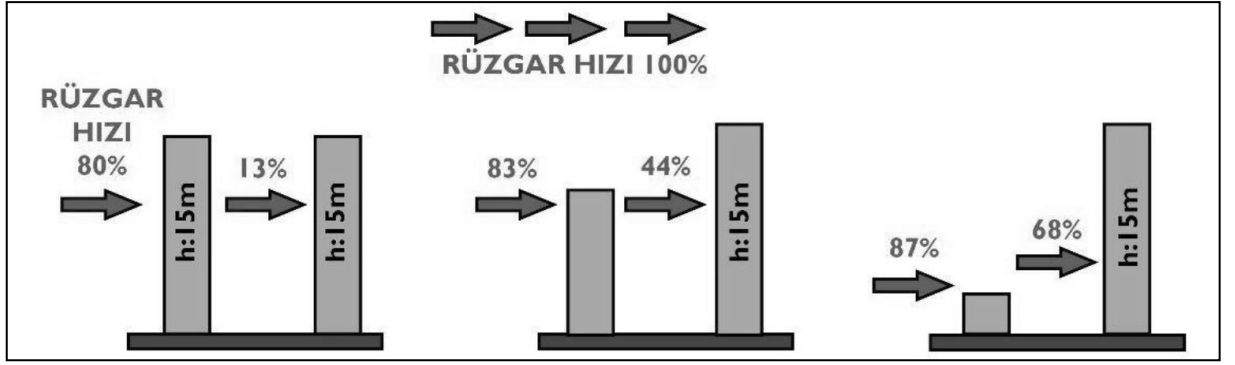
Şekil 3.36 Ayırık hava akış türü [119]

Yapılar rüzgâr yönü doğrultusunda sıralı olarak konumlandırılmışsa daha düzenli akış örüntüleri elde edilebilir [16]. Ancak, bu düzenli akış örüntüleri özellikle birden fazla yapının yoğun olarak konumlandırılacağı durumlarda istenmeyen “rüzgâr gölgeleri” meydana getirebilir. Yapılar tasarlanırken birbiri için rüzgâr gölgesi oluşturmayacak şekilde konumlandırılmalıdır [178]. Bu durumda izlenmesi gereken yol yapıları diyagonal ve/veya dağınık olarak konumlandırmaktır (Şekil 3.37).



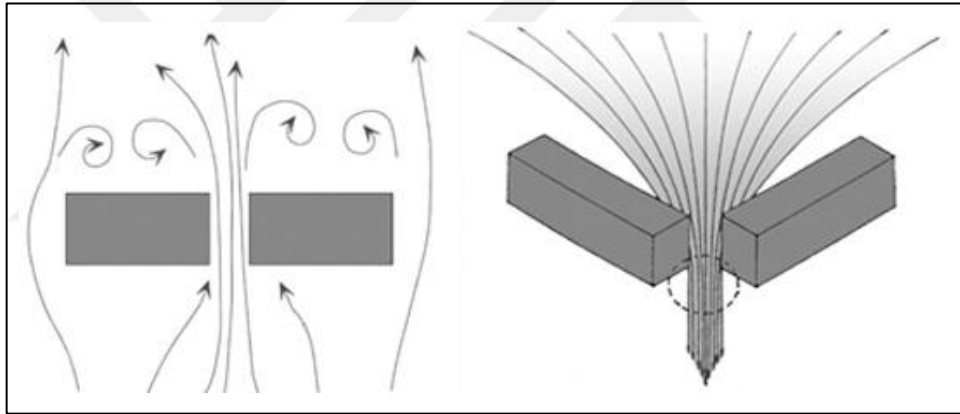
Şekil 3.37 Yapıların konumlandırılmasına göre farklı hava akış türleri [119]
(düzenli-diyagonal-dağınık)

Sadece yapıların plan düzlemindeki düzenlenişi değil, yükseklikleri de oluşturduğu rüzgâr gölgesi üzerinde etkilidir. Yapının yüksekliğinin artması oluşturduğu rüzgâr gölgesinin artmasına ve rüzgâr altı yönde hava akımının azalmasına sebep olur. Farklı yüksekliklere sahip yapılar bir araya geldiklerinde rüzgâr hızı da çeşitlenmektedir (Şekil 3.38) [187].



Şekil 3.38 Yapı yüksekliğine bağlı rüzgâr hızı değişimi [187]

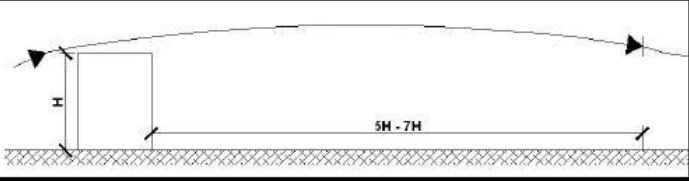
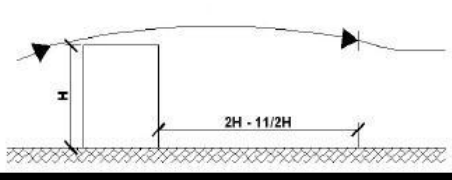
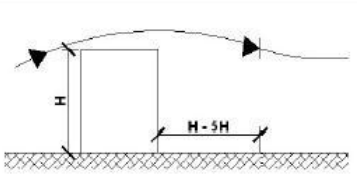
Yapı aralıklarının azalması ile bu aralıktan geçen rüzgâr hızı kazanır ve artan rüzgâr hızı nedeniyle yapının ara boşluğa bakan cephesinde emme kuvveti oluşur. Bu durumda yapı köşelerinin birbirlerine fazla yaklaşması durumunda da rüzgâr, kentsel çevrede yaya seviyesinde rahatsızlık oluşturabilecek güçlü hava akımları oluşturmaktadır (Şekil 3.39) [155].



Şekil 3.39 Yapı aralıklarının azalması ile oluşan venturi etkisi [155]

Bu bilgilere göre Orhon vd. [190], farklı iklim tiplerine göre yapılar arasında bırakılması gereken ideal boşluk oranlarını (hakim rüzgâr doğrultusunda ve rüzgara göre) Çizelge 3.2'deki gibi sınıflandırmıştır. Yapılar arasında bırakılan bu boşluk alanların peyzaj/yeşil doku düzenlemesi ise bitki örtüsü başlığında anlatılan değişkenlere ve iklim verilerinin bölgede oluşturacağı gereksinimlere göre şekillenmelidir.

Çizelge 3.2 Farklı iklim bölgelerine göre yapılar arası ideal boşluklar [190]

<u>Sıcak Nemli</u> <u>İklim Bölgesi</u> 5H – 7H	
<u>Sıcak Kuru</u> <u>İklim Bölgesi</u> 2H – 5.5H	
<u>Ilımlı Kuru /</u> <u>Ilımlı Nemli /</u> <u>Soğuk İklim</u> <u>Bölgesi</u> H – 5H	

Verilen bilgiler doğrultusunda yapının bulunduğu iklim bölgesine ve konumlandırılmayla elde edilmek istenen etkiye göre farklı şekillerde kent dokuları oluşturulmalıdır.

Sıcak kuru iklim bölgelerinde; güneş ışınımının istenmeyen, aşırı ısıtıcı etkisinden korunan ve hava akımının kuruluşunu gidermek için nemlendirebilen su öğelerine yer verilen, az katlı, sıkışık bir doku uygundur [179], [202].

Soğuk iklim bölgelerinde; güneşten faydalanılan, aynı zamanda rüzgârın istenmeyen etkilerinden korunmayı ve doğal havalandırma için gerekli hava akımlarının yapı içine alınmasını sağlayan yoğun bir doku uygundur [179], [202].

Ilımlı kuru iklim bölgelerinde; soğuk dönemde güneş ışınımından faydalanılan ve rüzgârın soğutucu etkisi önlenen; sıcak dönemde ise güneşin aşırı ısıtıcı etkisinden koruma sağlayan ve rüzgârdan faydalanılan sıkışık yerleşim dokusu uygundur [202]. Bununla beraber rüzgârın nemlenmesi yeşil doku ya da su yüzeyleri ile sağlanabilir [126].

Ilımlı nemli iklim bölgelerinde; sıcak dönemde hakim rüzgârdan olabildiğince faydalanılan, güneşin ısıtıcı etkisinden korunan; soğuk dönemde ise güneşten faydalanılarak rüzgârın soğuk etkisinden korunan yerleşme dokusu olmalıdır [179], [202].

Sıcak nemli iklim bölgelerinde; yerleşme dokusu rüzgârdan olabildiğince faydalanan ve güneşin olumsuz etkilerinden korunma sağlanan biçimde seyrek olarak tasarlanmalıdır [179], [202].

3.4.2 Yapı Ölçeği- Doğal Havalandırma İlişkisi

Yapılarda doğal havalandırma tasarım ilkeleri yapının dışında birçok etkene bağlıdır. Dış fiziksel çevreye bağlı olan etkenler doğal çevre ve yapma çevre başlıkları altında detaylı olarak incelenmiştir. Bunlara ek olarak yapı ölçeğinde doğal havalandırmayı etkileyen ilkeleri ise; yapının yönlenmesi, biçimi ve yüksekliği, hacimlerin organizasyonu/planlama, yapı kabuğu ve yardımcı elemanlar (güneş ve rüzgar bacaları, mahmuz duvarları vb.) olarak sıralamak olanaklıdır.

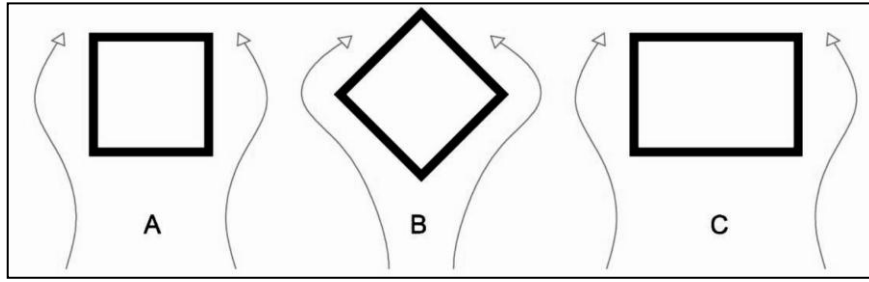
3.4.2.1 Yönlenme

Yapının yönlendirilmesindeki temel amaç; tasarımın dayandırıldığı koşullara (güneşten ve rüzgardan yararlanma/kaçınma) bağlı olarak enerji korunumu açısından en optimum olanı seçerek iklimin olumsuz etkilerini en aza indirmektir [183]. Güneş ışınım şiddeti, bölgesel rüzgarların hız, kalite, süreklilik gibi özellikleri yönle göre değişim göstermektedir. En uygun yönlendirme için güneş ve rüzgar etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapının yönlenmesi, iklimsel açıdan konforlu bir iç çevre oluşturmak amacıyla tasarımcı tarafından kontrol edilebilen parametrelerden birisi olarak ele alınabilmektedir. Kuzey yarımküre için, güneşlenme süresinin en fazla olduğu yön güneydir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu ekvatora yakın bölgelerde kış mevsiminde yapıların güney cephesi en fazla güneşlenme süresine sahipken, yaz aylarında güneşin daha dik gelmesi nedeniyle doğu ve batı cephelerine oranla daha az güneşlenme süresine sahiptir. Yani bu bölgelerde güneye bakan cepheler, doğu ve batıya bakan cephelerden, kış mevsiminde daha sıcakken, yaz mevsiminde daha soğuktur [188].

İklim özelliklerine göre rüzgarın serinletici etkisinden korunmak ya da faydalanmak olanaklıdır. Örneğin; soğuk iklim bölgelerinde rüzgardan korunmak için önlemler alınırken, sıcak ve nemli iklim bölgelerinde rüzgarın serinletici etkisinden fayda

sağlamak amaçlanmalıdır. Yapıların rüzgara karşı değişik açılarla yönlendirilmesi, yapı havalandırma ve soğutması açısından farklı sonuçlar vermektedir (Şekil 3.40) [167].



Şekil 3.40 Yapıların rüzgara karşı farklı açılarla yönlendirilmesi [203]

A. Kompakt form; rüzgara maruz kalmayı minimize eder, diğer formlara göre daha az rüzgar alırlar.

B. Kompakt form; A formu ile aynı konfigürasyona sahiptir. Fakat yönlenme ve rüzgarla olan havalandırma ilişkisi burada daha fazla önem kazanmaktadır. Kışın yapıya olan rüzgar akışı, emilim oranının artması yolu ile ısı kayıp oranını ve miktarını etkiler.

C. Kompakt form ise; A'ya göre daha fazla rüzgara maruz kalacak fakat B'ye göre daha az rüzgar alacaktır [203].

Yapı yönlenme kararlarında rüzgarın öncelikli öneme sahip olduğu iklim bölgelerinde, hakim rüzgar yönü, bu açıdan en uygun yöndür. Bu da genelde yapının, uzun cephesinin bu yöne bakacak şekilde konumlandırılmasını gerektirmektedir. Yönlenme kararlarının hakim rüzgar yönü ve güneş ışınımlarından faydalanma açısından çatıştığı durumlarda, o bölgenin dış çevre verilerine göre uygun yönlenme kararları verilir. Diğer faktörün olumsuz etkilerini azaltmak içinse mimari kontrol ürünlerine başvurulur (rüzgardan yaralanılırken, güneşe karşı önlem almak için güneş kontrol elemanlarına başvurmak gibi) [183]. Farklı iklim bölgelerine göre optimum yönlenme biçimleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 farklı iklim bölgelerine göre optimum yönelmeler [198]

Sıcak Kuru İklim Bölgesi Geniş yüzey, S→18° E, Açıklıklar avlu yönünde	
Soğuk İklim Bölgesi Geniş yüzey, S→22° E, Rüzgara kapalı	
Ilımlı Kuru İklim Bölgesi Geniş yüzey, S→27° E, Rüzgara geniş açıklık vermeyen	
Ilımlı Nemli İklim Bölgesi Geniş yüzey, S→10° E, Rüzgara geniş yüzey veren	
Sıcak Nemli İklim Bölgesi Geniş yüzey, S→3° E, Rüzgara açık	

3.4.2.2 Yapı Formu

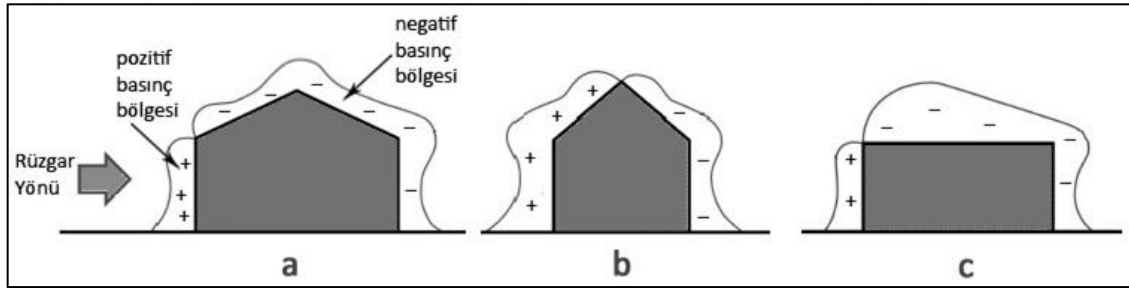
Yapı formu,

- Biçim faktörü (plandaki yapı uzunluğunun yapı derinliğine oranı)
- Yapı yüksekliği
- Çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı) ve eğimi
- Cephe eğimi

gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenlerle tanımlanabilir [179].

Bu değişkenlerin, yapının dış atmosfer ve iç mekan konfor koşullarının düzenlenmesinde büyük etkisi vardır. Doğal ısıtma ve soğutma sağlanması, doğal

havalandırma, ısınmanın önlenmesi ve yapının ısı kayıpları değişkenlere göre farklılık göstermektedir [199]. Yapı çevresinde etkili olan hava akımlarının hızı, oluşturduğu basınç bölgelerinin etki düzeyi ve dağılımı yapı formunu oluşturan özelliklerden etkilenmektedir [154]. Hava akımı yapıya çarptığı zaman yapı yüzeylerinde farklı basınç bölgeleri oluşturur. Pozitif basınç bölgesinde kabuktaki boşluklardan yapı içine giren hava akımı, negatif basınç bölgesinden yapı dışına doğru emilir. Yapının tüm dış yüzeylerinin özellikleri bu basınç bölgelerinin dağılımını ve etki düzeylerini belirler [201]. Yapılarda çatı türü, rüzgarın yapıyı terkettiği yönde oluşan türbülanslı ve girdaplı alan dağılımını etkilemektedir. Yapı çatısının eğimine bağlı olarak basınç bölgelerinin karakterleri de değişmektedir (Şekil 3.41) [154].



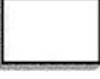
Şekil 3.41 Yapı biçimine göre oluşan basınç bölgeleri⁴ [126]

Yapının, uzunluğu ve genişliği sabit tutularak, yüksekliği değiştirildiğinde, yapı arkasında kalan rüzgaraltı bölgesi (rüzgar gölge bölgesi) derinliğinin değiştiği görülmektedir. Yapı yüksekliği arttıkça, yapı içindeki ve dışındaki hava akımlarının karakteri değişmektedir. Yüksek seviyelerde rüzgar hızı ve rüzgarın geliş yönüne bakan açıklıklardaki hava akım miktarları artmakta, yan cephelerdeki emiş kuvveti yüksek değerlere ulaşmakta, yapının yan cephelerinden geçen rüzgar miktarı; yapı üstünden geçen rüzgar miktarı ile oranlandığında artış gözlenmektedir [157].

Yapı formları tasarlanırken bulunulan iklim bölgesinin özellikleri göz önüne alınmalıdır. Genellikle yapılan hesaplar sonucu serin ya da soğuk bölgelerde gittikçe kompaktlaşan, sıcak kuru bölgelerdeyse kompakt ama birbiri üzerine bol gölge atabilecek, avlulu ve olabildiğince kendini rüzgardan koruyabilecek biçimler tavsiye edilir. Ilımlı bölgelerdeyse tasarımcılar diğer iklim bölgelerine göre oldukça serbesttir (Çizelge 3.4) [204].

⁴ a: çatı eğimi 30° den küçük, b: çatı eğimi 30° den büyük, c: teras çatı

Çizelge 3.4 Farklı iklim bölgelerine göre uygulanabilecek yapı formları [192]

<u>Sıcak Kuru İklim Bölgesi</u> Avlulu, kare tabanlı, iç mekana açık yüzeyli	
<u>Soğuk İklim Bölgesi</u> Rüzgara az yüzeyle bakan, dış yüzeyi minimize eden, kompakt, kare vb.tabanlı	
<u>Ilımlı Kuru İklim Bölgesi</u> Rüzgara kapalı, kareye yakın kompakt	
<u>Ilımlı Nemli İklim Bölgesi</u> Rüzgara geniş yüzeyli, dikdörtgen ya da serbest planlı	
<u>Sıcak Nemli İklim Bölgesi</u> Rüzgara açık yüzeyli, uzun dikdörtgene yakın, yeterli havalandırma için zeminden kaldırılmış döşeme ve yükseltilmiş çatı	

Yapı derinliği; özellikle yapının rüzgâr alan cephesi ve karşı cephesi arasında oluşacak çapraz havalandırma açısından ya da yapının yalnızca tek bir yüzü rüzgâr cephesine açıksa oluşacak tek yönlü havalandırmanın etki düzeyi bakımından önemlidir (verimli havalandırma için mekanın ideal derinlik/yükseklik oranı tek yönlü (en fazla 2,5h /1h) ve çapraz havalandırma (en fazla 5h /1h)). Yapının yüksekliği arttıkça yapı içindeki servis çekirdeği (merdiven kovası, asansör boşluğu) ya da shaftların yüksekliği de artmaktadır. Rüzgâr hızının az olduğu dönemlerde bu bölümler güçlü baca etkisi oluşturmak için kullanılabilir [157].

3.4.2.3 Planlama/ Mekan Organizasyonu

Bir yapıda iklimsel konfor ve iç mekan konforu açısından enerji tüketiminin azaltılabilmesi için hacim organizasyonu uygun bir şekilde yapılmalıdır (Olgay, 1992). Yapının iç mekân/hacim organizasyonu oluşturulurken yönlenmeye bağlı olarak hakim rüzgâr yönü ve güneşlenme göz önüne alınmalıdır [205].

Mekânların yapıdaki konumu bu bölgelerin dış çevre ile olan ilişkisini belirler. Örneğin; mekân yapının köşesinde ise iki dış cephesi, yapının ortasında yer alıyor ise tek dış cephesi olacaktır [182]. Bu nedenle tasarım aşamasında plan şeması oluşturulurken her bir mekânın işlevi ve gerek duyulan konfor koşulları ile ilişkili olarak konumlandırılması önemlidir [126].

Yapıda bulunan tüm mekânlar için en az bir hava giriş ve çıkış boşluğu oluşturulmalıdır. Bir iç mekânda hava giriş ve çıkış noktaları arasında doğrusal bir aks olmaması ve hava giriş noktasının etkin rüzgâr yönünde bulunmaması durumunda mekân içinde etkili bir havalandırma sağlanamamaktadır. Bu durumun tersine hava giriş ve çıkış noktaları karşılıklı ise ve giriş noktası etkin rüzgâr yönüyle $\pm 45^\circ$ arasında açı oluşturacak şekilde yerleştirilmiş ise mekân içinde etkili bir hava akımı oluşur [17].

Doğal havalandırmanın kullanılacağı iç mekanların düzenlemeleri yapılırken, çapraz havalandırma, göz önünde bulundurulması gereken başlıca konudur [201]. Hava akımı iç mekâna girdikten sonra farklı bir basınç ile karşılaşana kadar ilk yönünde devam eder [17]. Verimli bir çapraz havalandırma sağlanması için mekân olabildiğince bölüntüsüz olmalıdır [158]. Mekanların fazla sayıda bölücü duvarla birbirinden ayrıldığı yapılarda hava hareketi engellenmektedir [203]. Yapı içerisinde bulunan ve hava hareketini engelleyen bölmeler ve donanımlar, bu özellik göz önüne alınarak tasarlanmalıdır [201].

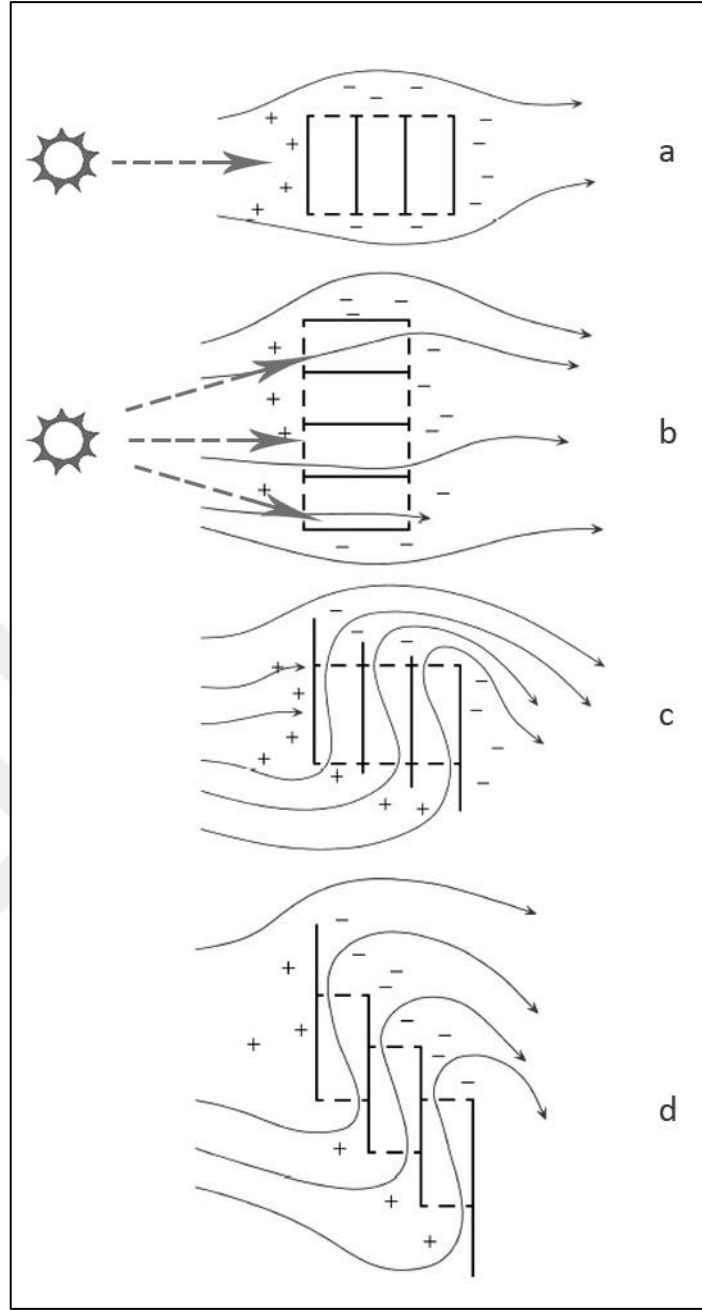
Yapıda çapraz havalandırma tasarımı yapılırken, kirletici yoğunluğu fazla olabilecek mekânlardaki havanın (mutfak, tuvalet, banyo vb) diğer mekânlara taşınmamasına dikkat edilmelidir. Bu açıdan, yapılarda, mutfak ve banyo düzenlemeleri baca yönünde oluşturulmalı, iç odalardan gelen hava akımlarını karşılayacak olan açıklıklar uygun ölçülerde tasarlanmalıdır. Böylece hava akımı, yapı içinde sağlıklı bir şekilde sirküle olurken, bu mekanlarda oluşan ve istenmeyen kokuların iç odalara dağılması da engellenmiş olur [201].

Yapı yerleşim alanındaki hakim rüzgâr yönü ve güneşlenme durumu aynı yönde olduğunda istenmeyen koşulları ortaya çıkabilir. Bu durumda, yapı cephesinde yer alan açıklıkların düzenlenmesi ve planlamadaki düzenlemelerle, doğal havalandırma için gerekli hava akımı sağlanabilir.

Şekl 3.42’de,

- a’da yapı, istenmeyen güneş ışınlarına karşı korunmakta fakat doğal havalandırma sağlanamamaktadır,
- b’de hakim rüzgar yönüne açılan açıklıklarla doğal havalandırma sağlanırken iç mekanlara giren güneş ışınları istenmeyen koşullar oluşturmaktadır,
- c ve d’deki planlara benzer düzenlemelerde zıt basınç bölgeleri oluşturularak doğal havalandırma sağlanabilirken, mekanlar istenmeyen güneş ışınlarına karşı da korunmaktadır.





Şekil 3.42 Güneş ve rüzgar etkileri açısından farklı planlama ([126]'dan uyarlama)

Ofis yapılarındaki doğal havalandırma düzenlemelerinde dikkat edilmesi gereken koşullardan başlıcaları; dış pencerelerin zıt duvarlarda bulunması, iç bölme duvarların, eğer mümkünse, tavandan kopuk ve de iç hava hareketine izin verecek yükseklikte planlanmasıdır [157].

Mekânların düzenlenmesi yatayda olduğu kadar düşeyde de önemlidir. Yapı üst kotlarında ısınarak yükselen kirli havanın birikebileceği yerlerde kullanım mekânları bulunmamalı, düşey bağlantıyı sağlayan merdiven kovası ya da galeri boşluğu gibi

alanlar baca etkisi göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Düşey sirkülasyon alanlarının yapının merkezinde tasarlandığı durumlarda baca etkisi ile havalandırma; çok katlı yapılarda merdiven boşlukları ve çeşitli şaftlar aracılığıyla, az katlı yapılarda ise koridora bakan açıklıklar yardımıyla sağlanmalıdır[201]. Çok katlı ofis yapılarında ve apartmanlarda, baca havalandırmasını sağlayan merdiven boşlukları ve şaftların, üst kattaki apartman veya ofis odaları ile kirli ve sıcak havanın geçebileceği bağlantılar oluşturmamasına dikkat edilmelidir. Şaftların çıkış açıklıkları yapının en yüksek bölgesinde ve baca yönünde, apartman veya ofis odalarının açıklıkları ise rüzgar yönünde yer almalıdır [157].

Sıcak nemli iklimlerde açık ve yarı açık mekanlarla yapıda serinletme sağlanmalıdır. Bu mekanlar hava akımlarını arttırmak için hakim rüzgar yönüne yerleştirilmelidir. Avlu gibi açık mekanlarda kullanılan su öğeleri ile geçen hava akımı serinletilerek diğer mekanlara dağıtılabilir. Batı, güneş ışınlarının en yatay ve en kuvvetli şekilde etki gösterdiği yöndür. Sıcak iklimlerde batı yönünde bulunan mekanlarda aşırı ısınma sorunu yaşanması söz konusudur. Dolayısıyla batı yönüne geniş pencereler yerleştirilmesinden kaçınılmalı, güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için ağaçlandırma yapılmalı ya da güneş kırıncılar kullanılmalıdır [167].

Özellikle sıcak nemli iklim bölgelerinde doğal havalandırmanın önemi büyüktür. Doğal havalandırma ile taze ve temiz hava sağlanırken mekanların serinletilmesi de mümkündür. Bu sırada oluşan hava akımı nem oranını da düşürerek küflenme gibi yan etkileri de ortadan kaldırmaktadır [169].

Büyük ölçekli ve çok fonksiyonlu yapılarda, doğal havalandırmanın yeterli olmadığı koşullar ortaya çıkmakta ve mekanik sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi durumlar hacim ölçeğinde ele alınmalı, iç mekanlardaki hava akımı çok yönlü olarak analiz edilmeli, gerekli simülasyon yöntemleri kullanılarak (Network Modeli veya CFD modeli gibi) mekanlara ait basınç dağılımları ortaya konmalıdır.

3.4.2.4 Yapı Kabuğu

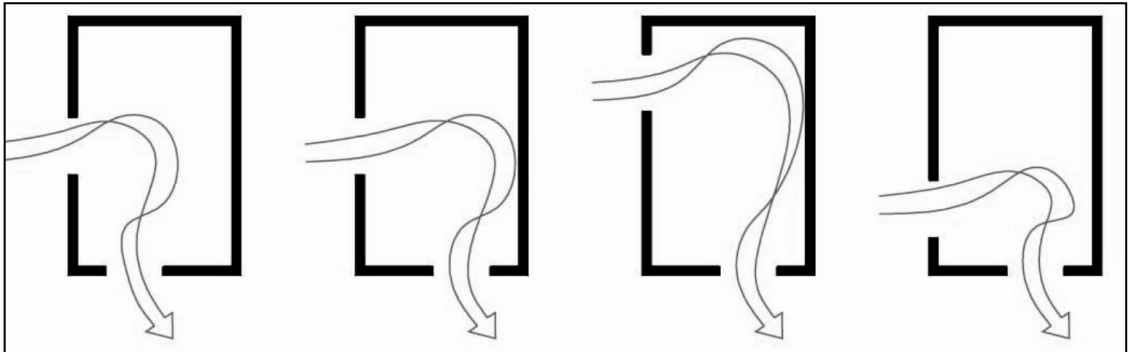
Yapı kabuğu; bir yaşam alanını örten ve onu dış çevreden ayıran tüm yapı bileşenlerinin oluşturduğu tasarım ögesidir. Enerji korunumu ve kullanıcı konforunun sağlanmasında tasarımcının kontrolü altında olan en önemli parametrelerden biridir. Yapı kabuğunun

çevresel fiziksel etmenler karşısında temel kullanıcı gereksinmelerini karşılamaya yönelik olan başlıca işlevleri kısaca;

- Dış ortam iklim elemanlarının etkilerini (güneş ışınlı, hava sıcaklığı, nem vb.) kontrol altına alarak ve iç mekanda kullanıcı konfor gereksinimini gerçekleştirmek,
- İç mekan ile dış mekan arasındaki görsel iletişimi sağlamak,
- Dış mekandaki gürültüden iç mekanı korumak ve iç mekanda işitsel konforu sağlamak,

olarak sıralanabilir [188].

Doğal havalandırma sağlayabilmek için yapı cepheleri, kapalı kutular olarak değil çevre ile uyumlu ve geçirgen bir filtre gibi tasarlanmalıdır [17], [180]. Yapı kabuğunda açılan kapı ve pencere boşluklarının oranı ve kabuk üzerindeki yerleşimi, yapının ısı kayıp ve kazançlarını, dolayısıyla iç mekandaki konfor şartlarını belirlemektedir. Pencere ve kapı boşluklarının yerleşimi ve cephe biçimlenişi yapıda güneşlenme ve doğal havalandırma sağlama açısından önemlidir. Bu boşluklarının karşılıklı olarak açılması iç mekanda hava akımı hızını yükseltecektir, ancak mekanın büyük bir bölümü havalandırılmamış olacaktır. Bu nedenle mekanın yan duvarlarına çapraz şekilde boşluklar açılarak iç mekan havalandırılmalıdır (Şekil 3.43) [167].

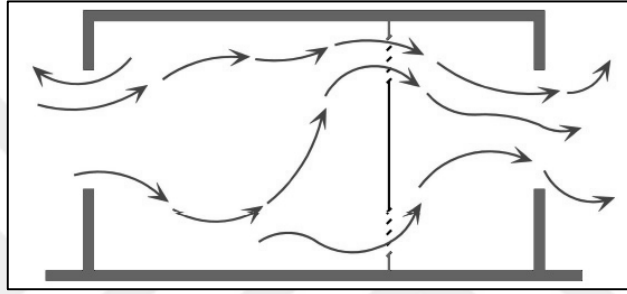


Şekil 3.43 Yan duvar boşlukları sayesinde oluşan hava akım hareketi [206]

Yapı kabuğunda havalandırma için açılan boşlukları pencereler ve kapılar olarak sınıflandırmak mümkündür. Yapı cephelerinde doğal havalandırma sağlanmasında; pencereler, yardımcı havalandırma ürünleri ve çift tabakalı cepheler bir sonraki başlıkta (3.5) detaylı olarak ele alınmaktadır. Bunların yanı sıra kapılar ve çatı örtüsünden bu bölümde kısaca bahsedilmektedir.

- *Kapılar*

Kapılar iç mekânda doğal havalandırmanın sağlanmasında, pencerelerden sonra, önemli bir diğer yapı bileşenidir. Yapı kabuğundan iç mekâna alınan havanın dış cephe bağlantısı olmayan mekânlara ulaşması kapılar aracılığı ile sağlanır. Kapılar kanadın açılmasıyla ortama hava girişi sağladığı gibi kanadın altında, üstünde ya da kenarlarında bulunan küçük boşluklar yardımıyla da hava akışı sağlar. Havalandırmanın yalnızca kapılarla sağlandığı ya da kapının kısa sürelerle açık tutulduğu mekânlarda (giriş holü gibi) kapı üzerinde ızgaralar ya da gereksinime göre vasistas pencereler kullanılabilir (Şekil 3.44) [126].



Şekil 3.44 Kapılar ve kapılardaki boşluklar aracılığı ile çapraz havalandırma [126]

Dış kapıların konumu rüzgar etkileri, ısı kazanç ve kayıpları göz önüne alınarak seçilmelidir. Soğuk iklim bölgelerinde rüzgarın ısı kayıplarını arttırıcı etkisinden korunmak amacıyla rüzgarlık ve rüzgara kapalı yüzeyler önerilmektedir. Sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgara açık; sıcak kuru ve ılımlı kuru iklim bölgelerinde ise rüzgarın konforu düzenleyici etkisi olmadığından rüzgara kapalı yüzeyler tercih edilebilir [192].

- *Çatı ve Çatı Örtüsü*

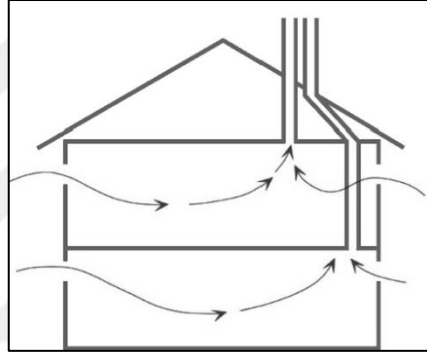
Çatı tipleri iklim karakteristiği göz önüne alınarak seçilmelidir. Çatıların ısı geçirme dirençleri, eğimi ve baktığı yön iklimsel karaktere uygun, dış yüzey rengi ve katmanlaşma düzeni ise ısı kazanç ve kaybı düşünülerek seçilmelidir. Farklı iklim bölgelerine uygun çatı biçimi önerileri şu şekilde olabilir; sıcak nemli iklim bölgesi için: son kat üzerinde yükseltilerek hava akımına izin veren, havalandırmalı çatı formları veya eğimli çatılar, sıcak kuru iklim bölgesi için: güneş ışınımının etkisini minimize eden düz çatılar (düz çatılar eğimli çatılara göre daha çabuk ısı kaybeder), ılımlı kuru ve ılımlı nemli iklim bölgesi için: izole edilmiş, eğimli çatılar, soğuk iklim bölgesi için: izole edilmiş, eğimli çatılar şeklinde sıralanabilir [192].

3.4.2.5 Yardımcı Elemanlar

- Bacalar

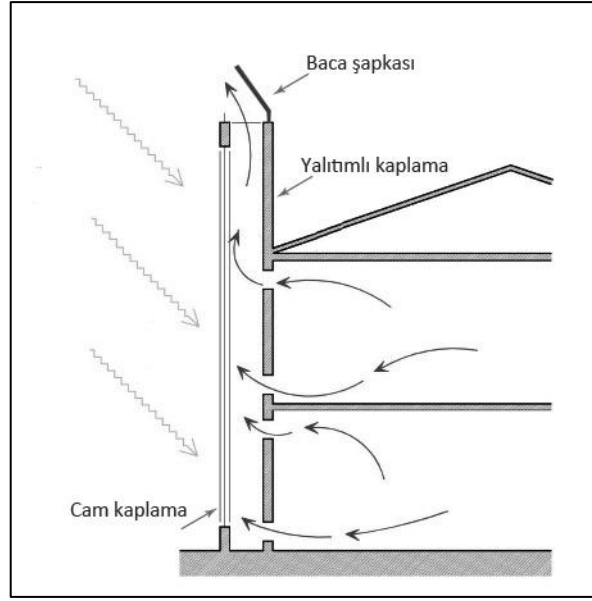
Yapı yükseldikçe yapının baca etkisiyle kendini havalandırma potansiyeli artar. İçerideki havanın, basınç farklılığı yaratan hareket ettirici güçlerle yapıdan dışarı atılmasına izin veren düşey kanalların/baca borularının kullanıldığı bir doğal havalandırma şeklidir [207].

- Havalandırma Bacası: Bir iç mekâna tavan düzeyinde bağlanarak çatı düzeyine kadar yükselen düşey kanallardır (Şekil 3.45). Bu kanalın amacı sıcaklık farkından yararlanarak baca etkisi ile mekân içindeki havanın emilmesini sağlamaktır [158].



Şekil 3.45 Havalandırma bacası [126]

- Güneş Bacası: Güneş bacası, yapı içinden dışarı doğru ısı etkisiyle (ısınan hava yükselir) hava akımları yaratmak için kullanılan sistemlerdir (Şekil 3.46). Dışarıya açılan biri sıcak, diğeri soğuk iki adet havalandırma bacası yapı içinde hava akımları oluşmasına yardımcı olmaktadır. Güneş bacaları dar bir formda (gerçek bir baca gibi)tasarlanabilir. Bacanın dış yüzü cam, diğer yüzeyi güneş enerjisini iyi emen bir ürün ile kaplanır ve baca içerisinde yüksek sıcaklık elde edilir. Güneş bacası yapının en yüksek kotundan daha da yukarıya çıkmalı ve sıcak havanın rüzgar durumunda çıkışını kolaylaştırmak için metal bir şapkaya sahip olmalı ve şapkanın açık kısmı rüzgarın zıt yönüne gelecek şekilde yerleşimi sağlanmalıdır. Bu sistemde oluşan sıcaklık farkları yapı içinde hava sirkülasyonu sağlayarak yazın havalandırma ve soğutma etkisi yapar [160], [208], [209].



Şekil 3.46 Güneş bacası [126]

- Rüzgar bacası/ kulesi: Özellikle sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde yer alan yerleşmelerde, mekanların doğal iklimlendirmeye konforunu (soğutma ve havalandırmasını) sağlamaya yardımcı olurlar. Bu amaçla rüzgar bacaları, geleneksel ve çağdaş yöntemlerle farklı biçimlerde ve farklı tekniklerle kullanılmaktadır [160]. Çağdaş yöntemlerle oluşturulan rüzgar bacaları iki alt başlıkta incelenebilir.

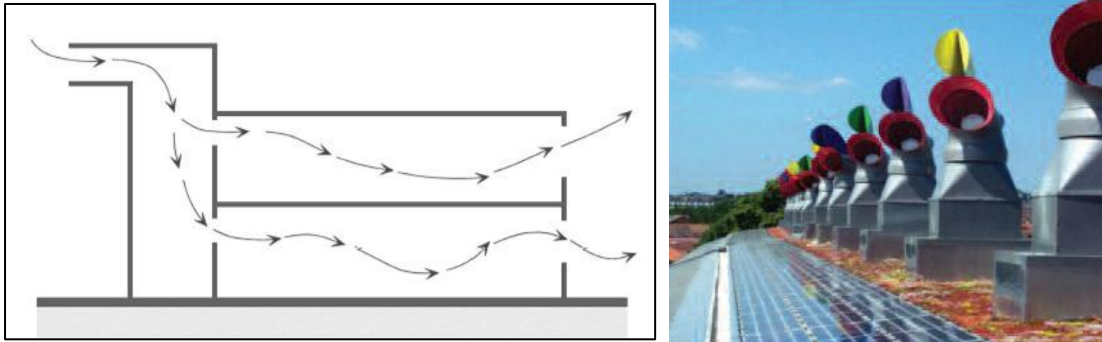
1- Buharlaşma ile Soğutulup Havalandırılan Rüzgar Bacası

Bu yöntemde dış hava, yapıya girmeden rüzgar bacasının içinde bir su ögesi ile temas ettirilir ve hava serinletilerek iç mekana dağıtılır. Geleneksel yöntemlerde bu sisteme benzer şekilde kilden yapılmış delikli bir çömlek rüzgar bacasının içinde konumlandırılmıştır [160].

2- Rüzgar Şapka veya Kepçeleri

Rüzgârın üst kottan yapı içine alınarak kullanım mekânlarında dolaştırılması ve yapı cephesinden dışarı atılması ilkesine dayanır. Rüzgâr kepçesi hakim rüzgâr yönü göz önüne alınarak tasarlanmalı, kepçe üzerinde bırakılacak açıklıklar ile diğer yönlerden gelen hava akımları da yakalanabilmelidir [210]. Yapılarda kullanılan rüzgar kepçeleri ile elektrikli fan motorları kullanmaksızın ısı dönüşümü sağlanarak taze havanın alınması ve kullanılmış havanın dışarı atılması sağlanmaktadır (Şekil 3.47). Bu sistem pasif baca etkisi prensipleriyle çalışmakta dış rüzgar hızının az olduğu zamanlarda da işlevini

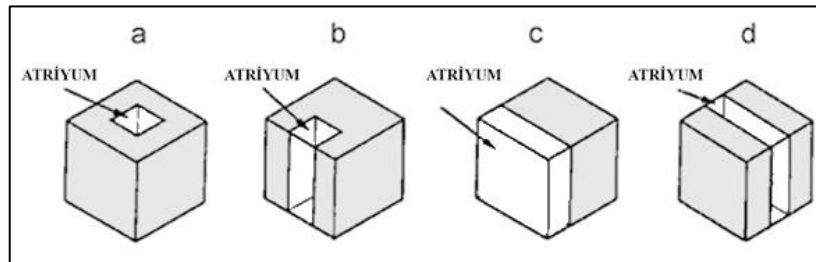
sağlamaktadır. Sistem elektrik kontrolü ve fanları kullanmayarak yenilenebilir bir enerji kullanımını olanaklı kılmıştır [211], [212].



Şekil 3.47 Rüzgar şapka veya kepçesi [126], [160]

- **Galeri ve Atriumlar**

Atriumların doğal havalandırma stratejilerine yaptığı temel katkı, yapı içinde hava hareketini yönlendirmek ve ivmelendirmek olduğu söylenebilir. Atriumların form ve konumlarına ve yapının bulunduğu çevresel koşullara bağlı olarak, doğal havalandırmaya katkıları açısından çeşitli çevresel avantajları bulunmaktadır. Örneğin, ılıman iklimlerde kış aylarında güneş ışığından daha fazla yararlanmak için yapıların cam cephesi ile ilişkilendirildiği (Şekil 3.48-c), sıcak ve kuru iklimlerde ise ısı dalgalanmalarını azaltmak amacıyla merkezi (Şekil 3.48-a) veya doğrusal (Şekil 3.48-d) olarak konumlandırıldığı görülmektedir [213].



Şekil 3.48 Yapı içindeki farklı atrium konumları [119]

Bazı yapılarda ise galeri ve /veya atrium mekanının çatısı güneşten yararlanılarak ısıtılır, ısınan hava yükselir ve yapı içine pencerelerden alınan temiz hava girer [12], [194].

- **Mahmuz duvarları**

Rüzgarı, yapının iç kısımlarına yönlendirmek için cephede bir “yüzgeç” yardımıyla yönlendirmek/içeri almak üzere tasarlanan yardımcı elemanlardır [207]. Doğal

havalandırma yöntemi benimsenecek bir yapı, çevresel ve/veya yasal kısıtlamalardan nedeniyle hakim rüzgar yönünden faydalanacak şekilde konumlandırılmayabilir. Bu gibi durumlarda yapı çevresindeki rüzgârı yönlendirerek ve ivmelendirerek, yapı içinde etkin ve verimli bir doğal havalandırmanın oluşması için bazı eklentiler yapılabilir. Bu eklentilerin düşey düzlemde duvar biçiminde devam edenleri “kanat duvarı” (*wing wall*) olarak isimlendirilirken yatay düzlemde çatı örtüsü biçiminde konumlandırılanları “çatı kanadı” (*roof wing*) olarak isimlendirilmektedir [119].

Verimli bir havalandırma sağlanabilmesi için anlatılan doğal havalandırma ilkeleri yapıya uygun olarak tasarlanmalı ve uygulanmalıdır. Bazı kısıtlamalar doğrultusunda, doğal havalandırmaya uygun yönlene/meme/konumlanamama vb. olumsuz durumlar söz konusu olduğunda ise; diğer tasarım parametrelerine yönelmek, yardımcı öğelerden faydalanmak gerekmektedir.

3.5 Yüksek Yapılarda Cepheler Aracılığıyla Sağlanan Doğal Havalandırma Yöntemleri

Doğal havalandırma yoluyla iç ortamlarda gün boyu sağlanan hava hareketinin amacı, kirleticileri dışarı taşıyarak iç hava kalitesini iyileştirirken, aynı zamanda dış hava sıcaklığının iç hava sıcaklığından düşük olduğu durumlarda da iç havanın soğumasını sağlamaktadır. Tasarım ilkeleri ve mekanların kullanım şekillerine göre hava akışının iyi bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir [12].

Yüksek yapılarda doğal havalandırma ile ilgili olarak tasarım sürecinden başlayarak dikkate alınması gereken konular ana hatları ile şu şekilde sıralanabilir;

- *Doğal çevreye ilişkin verilerin belirlenmesi*; İklim, hakim rüzgar yönü ve hızı, dış hava ortalama sıcaklık ve bağıl nem oranı, topoğrafya, bitki dokusu vb.
- *Yapma çevreye ilişkin verilerin belirlenmesi*; yakın yapma çevredeki yapıların işlevleri-biçimsel ve boyutsal özellikleri, yakın çevredeki boşlukların biçimsel ve boyutsal özellikleri [126],
- *Yapı tasarımı ve yapı ile ilgili havalandırma elemanları*;
 - Yapının biçimi, boyutu, yüksekliği, konumu ve yönlene/mesi,
 - Yapının yatay ve düşey düzlemde planlaması,

- Yatayda; iç mekan işlevlerine göre yapıda odaların yerleşimi ve mekan bağlantılarının tasarlanması ve organizasyonu, mekan bölüntüleri (havalandırma elemanlarının giriş- çıkış açıklıklarının konumlarına göre iç mekan ayrımları ve engeller havanın iç mekandaki dolaşımını ve hareketini etkiler)

- Düşeyde; doğal havalandırmanın etkinliğini artırmak amacıyla kullanılan havalandırma bacaları, ısı etkisiyle çalışan (ısıyan hava yükselir) güneş bacaları, dış hava akımının üst kotlardan yapı içine alınması ve mekanlarda dolaştırılarak havalandırma sağlayan rüzgar kepçeleri ve rüzgar kuleleri

- Yapı üst örtüsü; üst örtünün şekli ve eğimi (hava akımının yapı çevresinde oluşturduğu basınç bölgelerini ve düzeylerini etkiler), çatıya özel havalandırma elemanları ve yöntemlerinin kullanılması
- Yapı cepheleri aracılığıyla doğal havalandırma; pencereler, çift kabuk cepheler, cephede kullanılan kontrollü ve kontrolsüz (infiltrasyon) havalandırma kapakçıkları vb. yöntemlerle sağlanmaktadır [18], [19], [122], [126].

Arslan Kılınç [119], yüksek yapılarda kullanılan doğal havalandırma bileşenlerini üç ana başlık altında toplamıştır.

1- Yapı içindeki doğal havalandırma tasarım bileşenleri

- Atriyumlar
- Gök bahçeler
- Servis çekirdekleri
- Rüzgar kuleleri

2- Yapı dışındaki doğal havalandırma tasarım bileşenleri; Hakim rüzgar yönünden ideal şekilde faydalanabilecek şekilde konumlandırıl(a)mayan yapılarda, yapı çevresindeki rüzgarı ivmelendirme ve yönlendirme amaçlı yapılan eklentilerdir.

- Kanat duvarı(wing wall); düşey düzlemde duvar biçiminde devam edenler
- Çatı kanadı (roof wing); yatay düzlemde, aerodinamik çatı örtüsü biçiminde konumlandırılanlar

3- Yapı cephesindeki doğal havalandırma tasarım bileşenleri

- Tek kabuklu cepheler
- Çift kabuklu cepheler

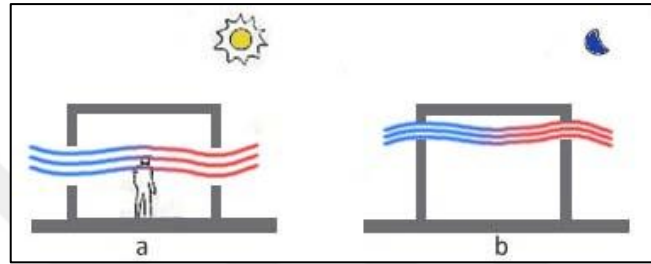
Ancak çalışmada yüksek yapı yapı cepheleri aracılığıyla doğal havalandırma yöntem ve bileşenleri detaylı olarak incelenecektir.

Yapılarda doğal havalandırmanın sağlanabilmesi; kullanıcı sağlığını koruma, kullanıcı memnuniyeti, konfor koşulları ve ayrıca mekanik havalandırmanın azaltılmasıyla sağlanan enerji tasarrufu açısından önemlidir [17]. Doğal havalandırma sağlayabilmek için yapı cepheleri, kapalı kutular olarak değil çevre ile uyumlu ve geçirgen bir filtre gibi tasarlanmalıdır.

Günümüz mimarisi ve teknolojisinde yüksek yapılarda dahi doğal havalandırma sağlanabilmesi için cephe tasarımları ve cephede kullanılabilecek havalandırma elemanları geliştirilmiştir. İklimin ve koşulların izin verdiği durumlarda, dış ortamdan iç mekana taze hava girişinin doğal yollarla sağlanabilmesi için özel çözümler ve yapı bileşenlerinden faydalanılmaktadır [122].

Doğal havalandırmaya uygun tasarım yapılırken dikkate alınması gereken önemli bir konu cephede konumlandırılacak açıklıkların tasarımıdır [157]. Cephedeki açıklıklar rüzgarın odaya giriş hızını sınırlandırabilir/kontrol edebilir nitelikte tasarlanmalıdır. Konvansiyonel, tek başına eğilip-dönen donatılar, yıl boyunca farklı mevsim koşullarında, gerekli olan doğal havalandırmayı sağlamada genelde yeterli olmamaktadır. Yapının konumuna ve tüm dış koşullarda hava değişimine olanak sağlayacak farklı havalandırma elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Havalandırma boşlukları düzenli havalandırma sağlanmasının yanı sıra, sürekliliğe ihtiyaç duyan sızdırma yollu havalandırmaya da olanak tanımalıdır [102]. Etkili bir havalandırma sağlayabilmek için cephe; tasarlanan denetimli boşluklar dışında geçirimsiz olmalıdır. Böylece yapı içine hava girişi ve çıkışı yalnızca tasarlanmış boşluklarla sağlanıp, istenmeyen hava girişleri ve sızıntıları engellenmiş olacaktır. Doğal havalandırmayla sağlanan havalandırma miktarı değişken dış çevre koşullarına bağlı olduğundan, boşluklar değişken koşullara ve gereksinime göre kullanıcı tarafından denetlenebilir olmalıdır [158]. Yapı cepheleri ve boşluklar aracılığıyla iyi bir havalandırma

sağlayabilmek için boşlukların konumu, düzeni ve boyutları hava akımının sağlanabilmesi açısından önemlidir. Hava çıkış açıklıklarının giriş açıklıkları ile eşit büyüklükte ya da daha büyük olmalarına dikkat edilmelidir [126]. Boşlukların konumu belirlenirken kullanıcılar üzerinde serinletici etkinin oluşturulabilmesi için hava akımının, kullanıcıların bulunduğu kottan geçmesine dikkat edilmelidir (Şekil 3.49-a). Yapılarda termal davranış gösteren elemanlar (duvar, tavan ve döşeme), açıklıklarla ilişkilendirilmeli, yapının doğal olarak soğutulmasına katkıları sağlanmalıdır (gece soğutması) (Şekil 3.49-b) [201].

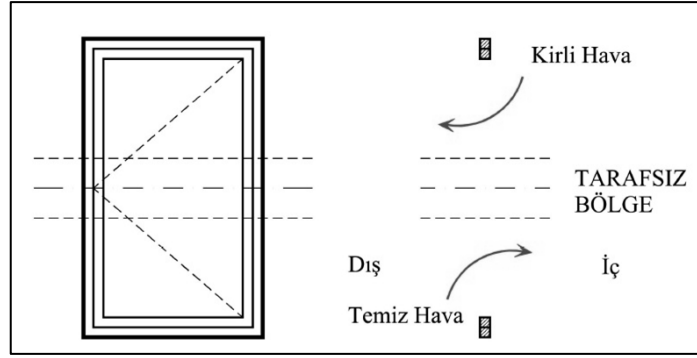


Şekil 3.49 Açıklıkların havalandırma için farklı konumlandırılmaları [214]

Kullanıcıların bulunduğu kota göre (a) ve (b) yapı strüktürünün soğutulmasına göre farklı açıklık konumlandırılmaları

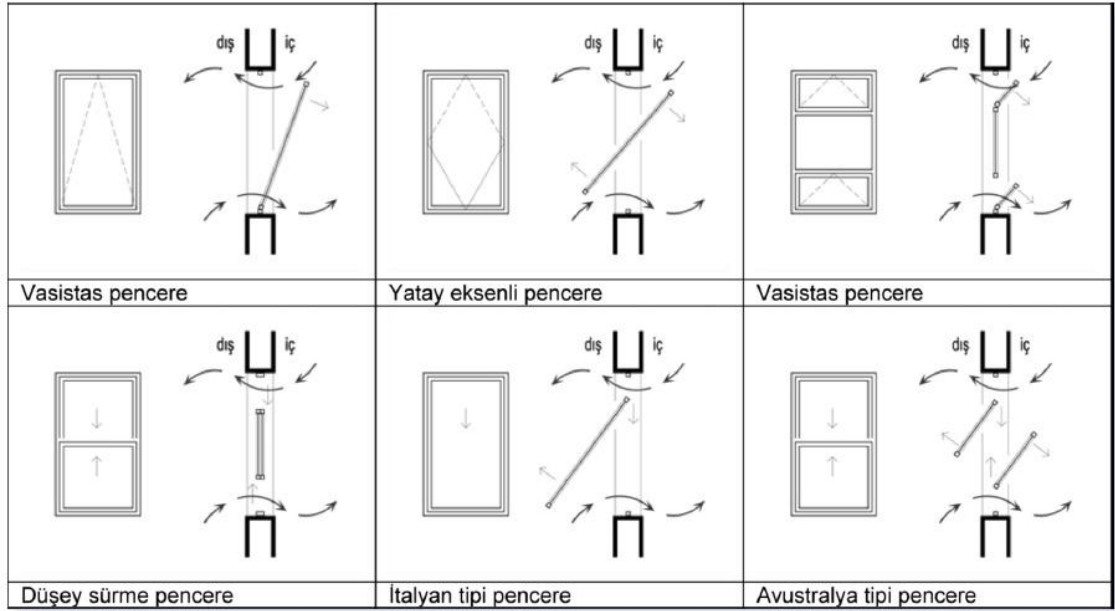
3.5.1 Pencereler

Dış çevrenin izlenmesi, gün ışığından ve güneş ışınlamından faydalanma ve doğal havalandırmanın sağlanması gibi birçok işleve hizmet eden pencerelerin, hava akımına etkisi incelendiğinde açılış miktarının ve açılış biçiminin doğrudan ilgili olduğu görülmüştür [157]. Duvar boşluğunun/pencerenin üst kısmında sıcak ve kirlenmiş hava, alt kısmında ise serin ve temiz hava, orta kısımda ise hava devriminin olmadığı tarafsız bölge yer alır (Şekil 3.50). Kanat düzenlemeleri ve kanat açılış biçimlerinde bu ilkeye dikkat edilmesi verimli hava devrimi sağlanabilmesi için önemlidir [19], [126]. Etkin bir doğal havalandırma sağlamak için (yaklaşık olarak saatte otuz kez hava değişimine karşılık gelmekte) pencerelerin hakim rüzgar yönünde ve buna dik doğrultuda tasarlanması uygun çözüm olmaktadır [17].



Şekil 3.50 Pencere boşluğundaki hava hareketi [126]

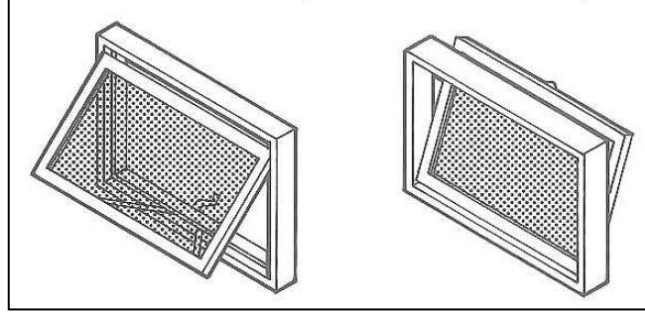
Balanlı ve Darçın [19] havalandırma açısından uygun pencere açılışlarını aşağıdaki gibi örneklemiştir (Şekil 3.51).



Şekil 3.51 Doğal havalandırmaya uygun pencere açılışları [19], [126]

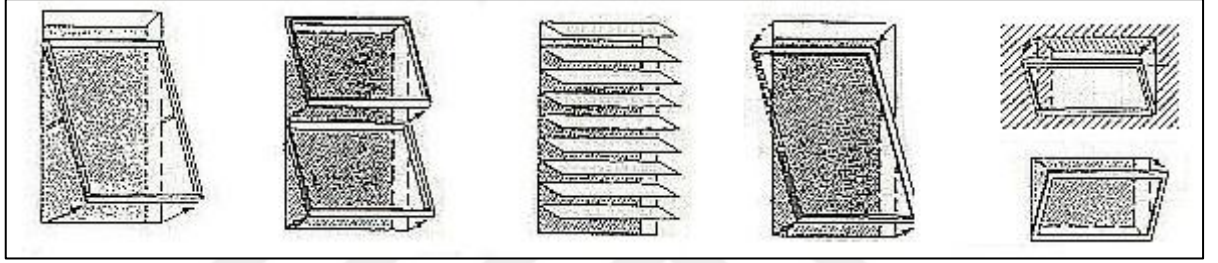
Kullanılan cephe sistemi (basit, tek ve çift tabakalı giydirme), elde edilmek istenen hava miktarı ve yapı yüksekliğine göre pencerenin güvenli açılabilmesi gibi ölçütlere göre, cephelerde farklı pencere tipleri kullanılmaktadır. Genel anlamda, pencere tiplerini aşağıdaki gibi incelemek olanaklıdır.

- *Yatay Eksenli ve Vasistas (alttan-üstten menteşeli) Pencere*ler; yatayda bulunan eksenler etrafında hareket eden kanatların, içeri veya dışarı açılmasıyla işlev görürler (Şekil 3.52).



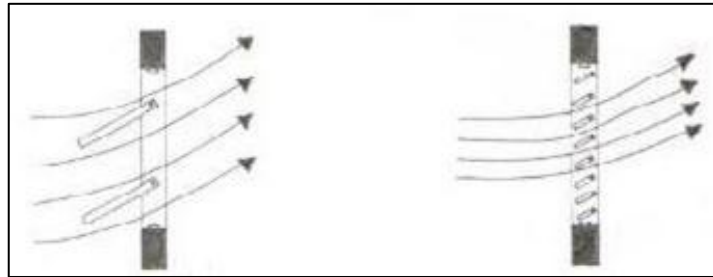
Şekil 3.52 Üstten menteşeli ve alttan menteşeli pencere tipleri [215]

Üstten, alttan ya da ortadan menteşeli olabilecekleri gibi doğramanın bir kısmı sabit bir kısmı vasistas ya da birbirine paralel iki ayrı vasistas şeklinde de çalışabilirler (Şekil 3.53).



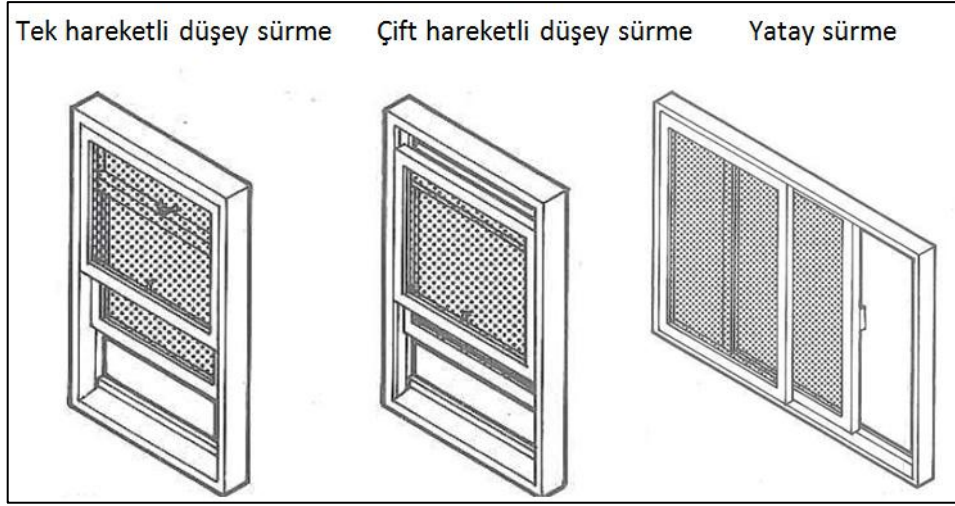
Şekil 3.53 Yatay eksenli pencere tipleri [216]

Yatay eksenli ve vasistas pencereler ve jaluziler, yağmur sularının içeri girmesine engel olma ve yağış olduğu zamanlarda açık tutulabilme özellikleriyle, hava akımının içeri girmesini sağlamaktadırlar (Şekil 3.54). Bu özellikleri ile sıcak-nemli iklim bölgelerinde oldukça tercih edilmektedirler.



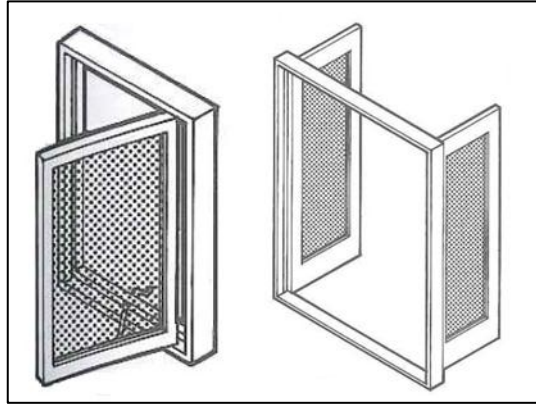
Şekil 3.54 Yatay eksenli pencere (solda) ve jaluziden (sağda) hava geçişi [201]

- *Sürme pencereler:* Pencere tipine göre yatay veya düşey olarak yerleştirilen raylar üzerinde hareket ederek açık-kapalı konumlara getirilen sürme pencereler (Şekil 3.55), dış ortamdan gelen hava akımının yönünü değiştirmezler ancak; %50 veya üzerinde engel durumu oluştururlar [157], [216].



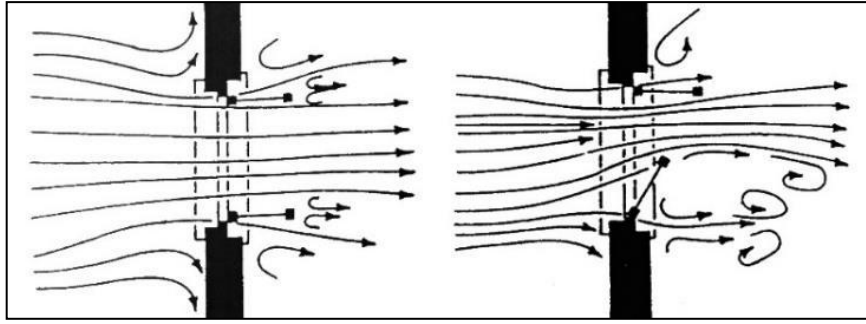
Şekil 3.55 Sürme pencere tipleri [215]

- *Normal Açılır Penceler*; düşeyde bulunan menteşelerle kasaya tespit edilen kanatların, içeri veya dışarı açılmasıyla işlev görürler (Şekil 3.56). Kanatların hareketine bağlı olarak, içeri giren hava akımının yönü ve hızı üzerinde etkileri vardır [119]. Dışarı açılabilen kanatlar, dış hava akımının yakalanıp içeri alınmasında etkili olmaktadır [157]. Ancak yukarıda anlatılan tarafsız bölge oluşumu ve havayı kontrolsüz olarak direk iç mekana alması nedeniyle özellikle yüksek yapılarda çok tercih edilen bir pencere tipi değildir.



Şekil 3.56 Normal açılır pencere tipleri [215]

Normal açılır bir pencerenin kanat açılış açısının hava akımı hareketi üzerindeki etkisi Şekil 3.57’de görülebilir. Bu tip pencerelerde yatay düzlemde görülen bu etki, alttan-üstten menteşeli ve yatay eksenli pencerelerde düşey düzlemde görülmektedir [119].



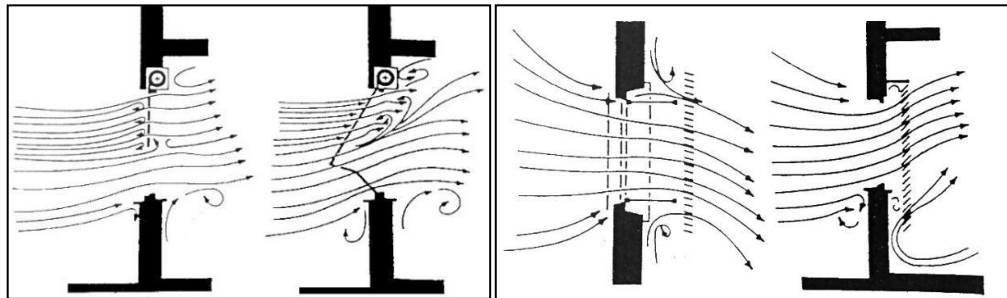
Tam açık (plan)

Kısmen açık (plan)

Şekil 3.57 Açıklık durumuna göre, normal açılır pencerede hava akış biçimleri [155]

Bu pencere tiplerine ek olarak günümüz teknolojisiyle gelişen cephe sistemlerinde, özellikle giydirme cephelerde paralel pencereler de sıkça kullanılmaktadır. Makas sistemiyle dört tarafından doğramaya/cepheye sabitlenen bu pencereler, farklı mesafelerde (pencere ebatları, ağırlığı, elde edilmek istenen havalandırma miktarı vs. özelliklere göre) paralel olarak açılabilirler. Elle ve yukarıda anlatılan pencere tiplerine de uygulanabilen motorize sistemlerle kontrol edilebilirler.

Pencerelere dışarıdan eklenen panjurlar sabit ya da açılabilir olabilmektedir. Sabit panjurlar pencere yüzeyine gelen hava akımını, yönünü değiştirmeden dengeli olarak yavaşlatırlar (Şekil 3.58-a). Perdeler ve pencerenin içinden kullanılan sistemler (jaluzi, perde vb.) hafiflik ve yüzey dokularına bağlı olarak dış sistemlere oranla daha az hava yönlendirme potansiyeline, buna karşılık daha fazla enerji yutma gücüne sahiptir. Düşey yönde hareket eden güneş koruyucuları hava akımını yavaşlatma eğilimindeyken, yatay yönde hareket eden güneş koruyucuları akışın yönünü değiştirme eğilimindedir. Jalûziler ve panjurlar hava hareketini kontrol etmede daha etkindir. Diğer iç ekranlarla karşılaştırıldıklarında daha az hava akımı yutarlar, ancak daha dengeli ve etkin olarak yönlendirirler (Şekil 3.58 -b).

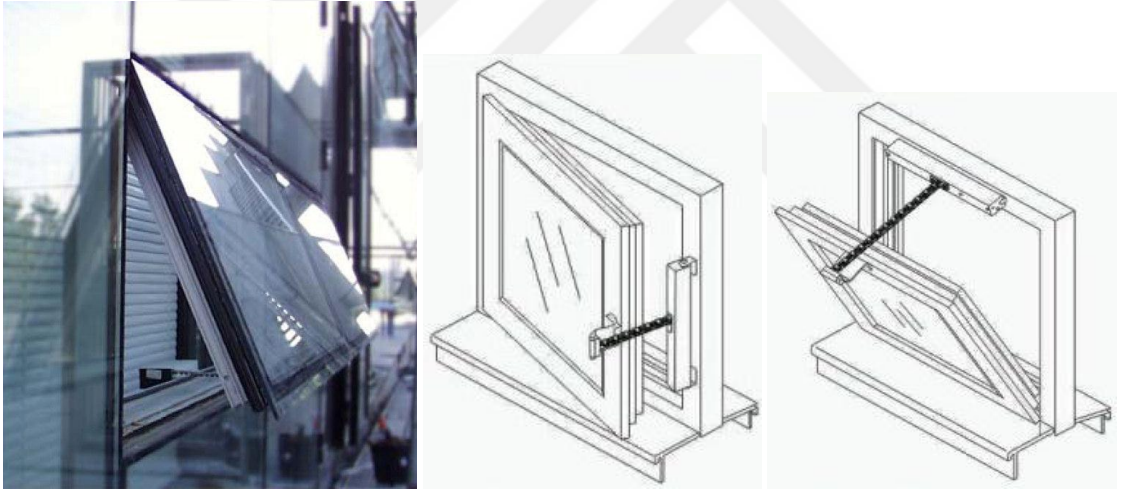


(a)(kesit-kesit)

(b) (plan-kesit)

Şekil 3.58 Çift kanatlı tamamen açık pencerede panjur ve jalûzi etkisi [119]

Pencere kanatlarının açılıp/kapatılması elle kontrol edilebildiği gibi otomatik olarak motorize sistemlerle de sağlanabilmektedir. Bu tip sistemlerle pencereler otomasyon sistemlerine bağlanabilmekte, hava koşullarına ve iç hava kalitesine göre pencerelerin otomatik açılıp kapanabilmeleri sağlanabilmektedir (Şekil 3.59). Örneğin, yapıya etkiyen rüzgar basıncının yüksekliğe bağlı olarak artmasıyla üst kotlara çıkıldıkça pencerelerin açılması ya da yüksek rüzgar basıncı altında açık bırakılması güvenlik açısından sakıncalı olabilmektedir. Bu durumlarda yapının belirli kat aralıklarına yerleştirilen rüzgar sensörleriyle, rüzgarın belirli basıncın üzerine çıkması durumunda pencerelerin otomatik olarak kapatılması sağlanabilmektedir. Aynı şekilde pencerelerin motorize sistemleriyle haberleşerek çalışan yağmur sensörleri gibi sensörlerde bu sistemlerle bütünleştirilerek yüksek katlı yapılarda ve üst kotlarda pencerelerin güvenli bir şekilde açılıp kapatılması sağlanabilir.



Şekil 3.59 Cephede motorize açılan kanat örneği [120] ve farklı açılış tipleri [217]

3.5.2 Denetimli Havalandırma Ürünleri

Özellikle yüksek yapılarda etkili olan rüzgar basıncı bazı zamanlarda pencerelerin güvenli bir şekilde açılıp-kapatılmasını ve doğal havalandırma sağlanmasını engelleyebilmektedir. Pencere vantilatörleri olarak da adlandırılabilen bu elemanlar, pencerelerin açılmasının elverişli olmadığı durumlarda yapının havalandırılmasını sağlayabilecek havalandırma elemanları olarak kullanılabilir. Yüksek rüzgar hızlarında dahi hava giriş çıkışına izin veren bu elemanlar boyut olarak pencerelerden daha küçük olması, dış hava koşullarına bağlı olarak istenilen düzeyde havalandırma

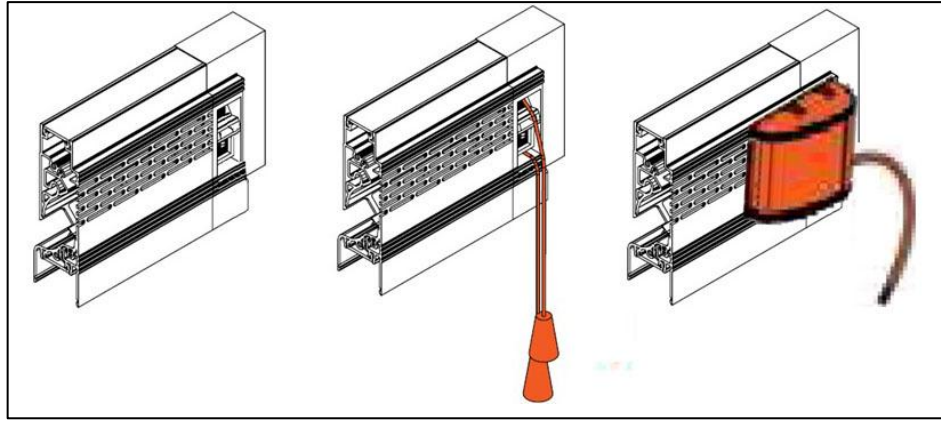
sağlanabilmesi için farklı açılarda ve kademeli olarak açılma ve belli miktarda hava geçişine izin verme özelliği ile yüksek yapılarda havalandırma için çözüm olabilmektedir. Pencere ile havalandırma sistemine ilave çözüm olabilecekleri gibi, açılır kanat olmayan cephe kısımlarında da doğramanın alt- üst ya da dikey kısmına entegre edilebilirler (Şekil 3.60).



Şekil 3.60 Yatay ve düşeye yerleştirilebilen, denetimli havalandırma ürünleri [218]

Yağmur ve rüzgar girişini kontrol edebilecek kapakçıklar ile de tasarlanabilen bu elemanlar rüzgar hızı yüksek ve yağmurlu havalarda da kullanılabilmekte ve (yapılıyorsa) gece havalandırması sırasında da güvenle açık bırakılabilmektedir (Şekil 3.60).

Kullanıcı kontrolüne bağlı olarak kullanılabileceği gibi, motorize veya hibrid havalandırma sistemleri ile entegre olarak kullanılması halinde yapı içi ideal hava koşullarını sağlayabilmek için (dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığından fazla olduğu yaz dönemlerinde, nem kontrolü yapılmak istendiği durumlarda vb) otomatik olarak açılıp kapatılmaları da sağlanabilir (Şekil 3.61).



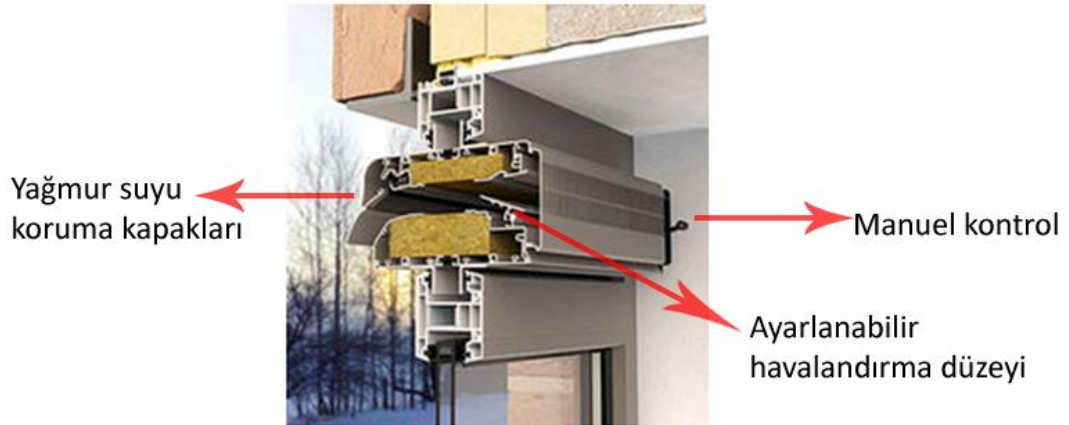
(elle)

(ipli)

(motorlu)

Şekil 3.61 Denetimli havalandırma ürünlerinin kontrol biçimleri [219]

Gürültü düzeyi yüksek olan bölgelerde kullanılmak istenmesi halinde ses kontrolü sağlayabilmesi için ses yalıtımı sağlayan tip havalandırma elemanları geleneksel pencereler için faydalı bir çözüm yoludur (Şekil 3.62). Çift kabuk cephelere de alternatif olarak düşünülebilecek bu sistemlerin geleneksel pencereler ile beraber kullanıldığında bir diğer avantajı ses yalıtımı sağlarken, kullanıcının görüşünü engellememesi olarak sayılabilir [122], [173], [220].



Şekil 3.62 Ses yalıtımlı ve yağmura karşı korumalı havalandırma ürünü [221]
(içeriden ayarlanabilir kademeli açılma özelliği)

Denetimli havalandırma sistemleri iç ve dış hava koşullarına göre (nem, sıcaklık, rüzgar basıncı, yağış vb.) pencereler gibi otomatik olarak da açılıp kapanmaları kontrol edilebilmektedir.

3.5.3 Havalandırma Menfezleri (Louvers)

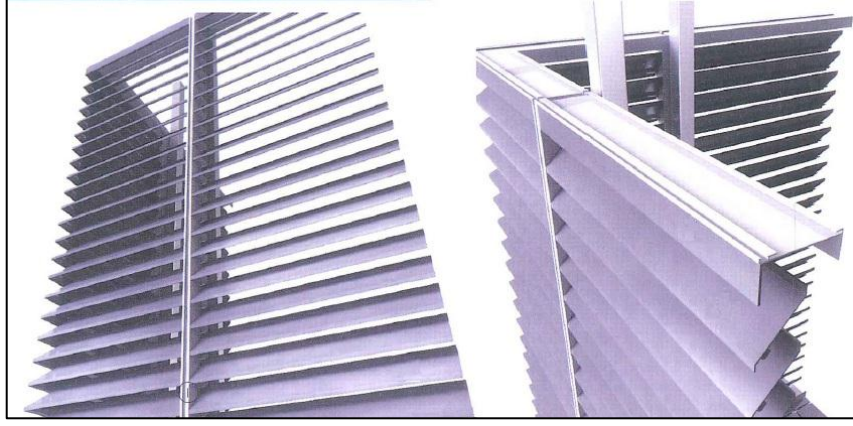
Louverlar; metal ve cam yapraklı olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Metal louverlar genelde iki amaç için kullanılırlar. Doğal havalandırma yapılan bölgelerde, hava geçişine izin verirken hava koşullarına karşı koruma sağlamak ve cam duvar veya pencere önlerinde gölgeleme sağlamak amacıyla kullanılırlar. Metal louverlar kullanıldığı bölge ve yüksekliğe bağlı olarak gerekli hava direnci miktarına göre iki ya da üç katman olarak da kullanılabilirler [222]. Yağmura karşı koruma sağlayan ve akustik olarak ses yalıtım sağlayabilen tipleri olabilmektedir.

Bu sistemler çift kabuk cephelerde hava girişi sağlanmak istenen açıklık kısımlarında, tek kabuk giydirme cephe sistemlerinde dışarıdan rüzgar kontrolü gerektiren açıklık kısımlarında, görüş gerektirmeyen ve pencere açıl(a)mayan kısımlarda yalıtım için alınacak önlemlerle (elemanların iç mekana bakan kısmına havalandırma yapılmak istenmediği durumlar için yalıtımlı kapak vb.) (Şekil 3.63) cephede, ya da gece havalandırması için soğutmak istenen strüktür kısımlarına yerleştirilebilir. Menfezlerin kontrol sistemleri elle ve otomatik olabilir.



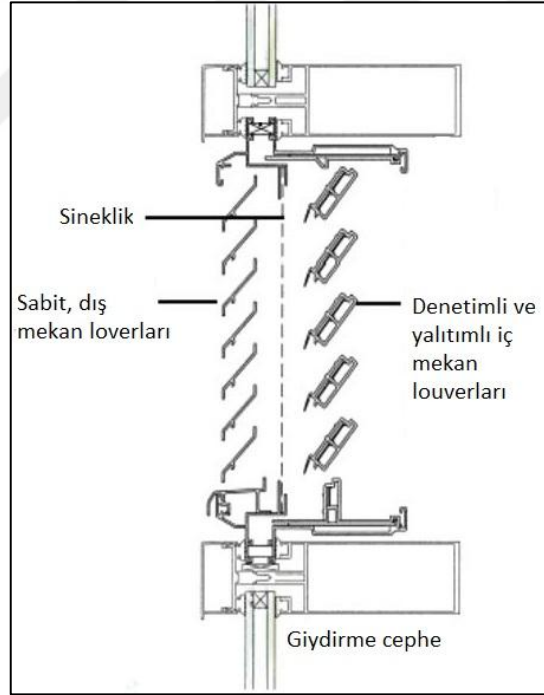
Şekil 3.63 Koruma kapağı ile uygulanmış havalandırma menfezleri [221]
(gece havalandırmasında da kullanılabilme özelliği)

Louverlar cephelerde yatay ya da dikey konumlarda kullanılabilirler. Metal louverlar (Şekil 3.64) görüş alanını büyük oranda kapatabilir ve monte edildikleri boşluğun yaklaşık %50 si oranında hava geçişi sağlayacak yüzeye müsaade edebilirler.



Şekil 3.64 Çerçevesiz metal louverlar [222]

Havalandırma yapılacak boşluğun ya da pencerenin önüne gelebilecekleri gibi, cepheyle hem yüz olarak uygulanıp arkasına yalıtım sağlayacak ikinci bir yüzey ile (kapak ya da yalıtımlı ve hareketli louver gibi) cephe elemanı olarak da kullanılabilirler (Şekil 3.65). Sabit ve hareketli yapraklardan oluşabilir, elle ya da otomatik olarak kontrol edilebilirler.

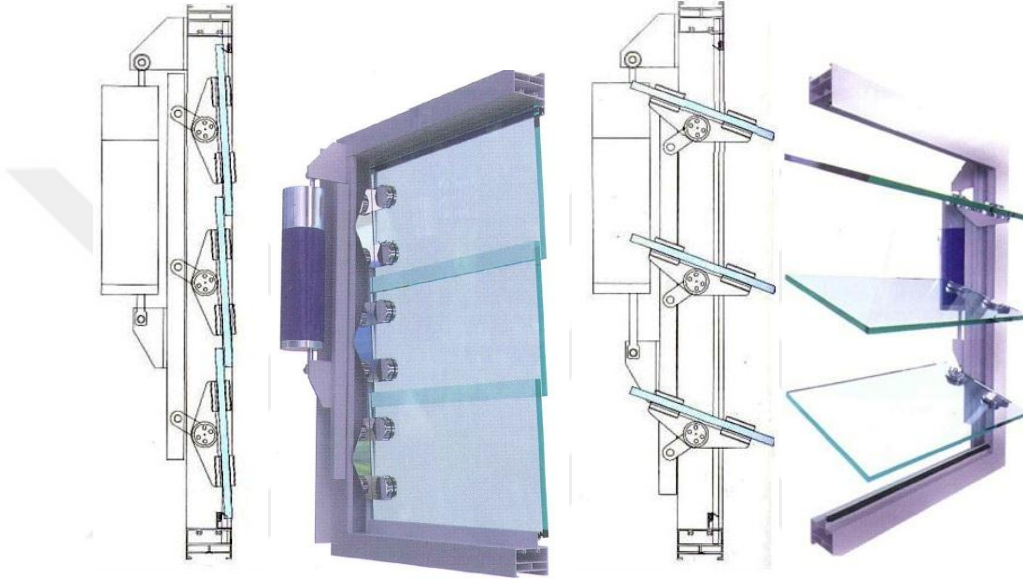


Şekil 3.65 Cephe yüzeyi olarak kullanılan çift katmanlı louver örneği [173]

Rofail [173], louverların avantajlarını şu şekilde sıralamıştır; elle ya da otomatik olarak kolayca kontrol edilebilirler, ısının ve kirli havanın tahliye edilmesi için büyük açıklıklarda kullanılabilirler ve aynı şekilde büyük açıklıklardan fazla hava girişini sağlayabilirler. Pencere açıkken girebilecek kirleticilere karşı pencerelere göre daha

güvenlidir ancak; kapatıldığında tamamen bir yalıtım sağlamayacağından ısı ve ses yalıtımı açısından önlem gerektirir.

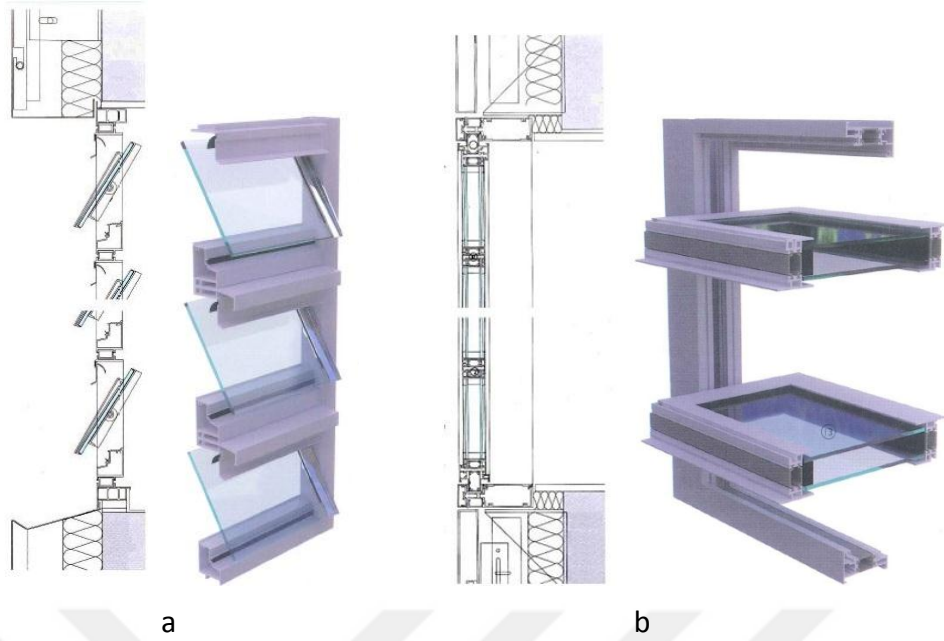
Cam yapraklı louverlar (Şekil 3.66) metal louverlara göre görüşe engel olma açısından daha avantajlıdır. Alüminyum çerçeveli ya da çerçevesiz olarak kullanılabilen cam louverlar güneş kontrol camları ile kullanılması halinde cephede güneş kırıcı, üzerlerine yerleştirilebilecek ilave sistemler ile güneş enerjisinden faydalanma panelleri haline de getirilebilmektedir.



Şekil 3.66 Çerçevesiz hareketli cam louverlar [222]

(açık-kapalı kesit ve üç boyutlu görsel)

Çerçevesiz olarak kullanılan cam louverlar çift tabakalı cephelerde dışa açılan ikinci cephe olarak görev yapabilirler. Louver cepheler ya da louver pencereler olarak da isimlendirilen bu sistemler, tek tabakalı cephelerde ya da çift tabakalı cephelerin iç mekan cephelerinde tercih edilmeleri halinde kapalı konumdayken yeterli yalıtımı sağlamakta yeterli olamayacakları için ısı camlı ve/veya yalıtımlı olarak kullanılmaları gerekebilir (Şekil 3.67). Ya da metal louverlarda olduğu gibi arka yüzeylerine ikinci bir yüzey/ yalıtım kapağı gibi eleman gerektireceklerdir.



Şekil 3.67 Cephede kullanılan louver pencere örnekler [222]
(a: yalıtımlı sistem, çerçevesiz tek cam, b: ısı camlı çerçeveli sistem)

3.5.4 Çift Tabakalı Giydirme Cepheler

Doğal havalandırma sağlamanın yüksek yapılarda da en temel yolu, yapıda bulunan pencerelerin açılabilir olarak tasarlanması ve kullanılmasıdır. Yapı iç mekanlarına taze hava sağlanması ve mekanın fiziksel koşullarına müdahale edebiliyor olmaları kullanıcılara konfor sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Yapıdaki pencerelerin, hakim rüzgar yönü düşünülerek ve hava akımı hareketi düzgün sağlanabilecek şekilde tasarlanması halinde elle ya da otomatik açılabilir pencereler ile yapının verimli olarak havalandırılması sağlanabilecektir. Ancak belirli bir yükseklikten sonra rüzgarın basınç etkisinin artması ve güvenlik nedeniyle pencere açmak bazen olanaksız hale gelebilmektedir [12]. Günümüzde hayatımızın her alanında bir çok yapının ve hatta yaşam mekanlarımız olan konutlarında yüksek yapılar olarak yapıldığı düşünülürse; doğal havalandırmanın sağlanamıyor olması kullanıcı konforu, sağlığı ve psikolojisi açısından büyük problem teşkil etmektedir. Bu nedenle yapı yüzeyinden daha geriye çekilmiş ve rüzgara karşı koruma sağlanan bir pencere sistemi düşünülmüş ve çift tabakalı cepheler günümüzde sıklıkla kullanılmaya başlamıştır.

Havanın soğutulması için harcanan enerji, ısıtmak için harcanandan yaklaşık dört kat daha yüksektir. Çift tabakalı cepheler, doğal havalandırma açısından doğru bir şekilde

tasarlanıp verimli olarak çalışabildiğinde kayda değer bir enerji tasarrufu sağladığı görülür [223]. Daha az enerji tüketerek iç mekanda optimum koşulların sağlanması fikrinden yola çıkılarak geliştirilen çift tabakalı cephelerin performansını etkileyen parametreleri Arslan Kılınç [119];

- Cephe yapısı,
- Cephenin sahip olduğu açıklıklar,
- Boşluğun derinliği ve yüksekliği,
- Kullanılan güneş denetleme ürününün türü,
- Cephe tabakalarının özellikleri

şeklinde sıralamıştır.

Çift tabakalı cephelerin rüzgarlı ve gürültülü bölgelerdeki avantajları bilinmektedir. Ancak ikinci cephe tabakası bazen kullanılan malzeme ya da sistemler gereği dış görüşe engel olabilmektedir. Bununla birlikte ikinci cephe, kullanıcıları gürültü ve yüksek kottlarda dahi rüzgarın rahatsız edici etkisinden korumaktadır [220].

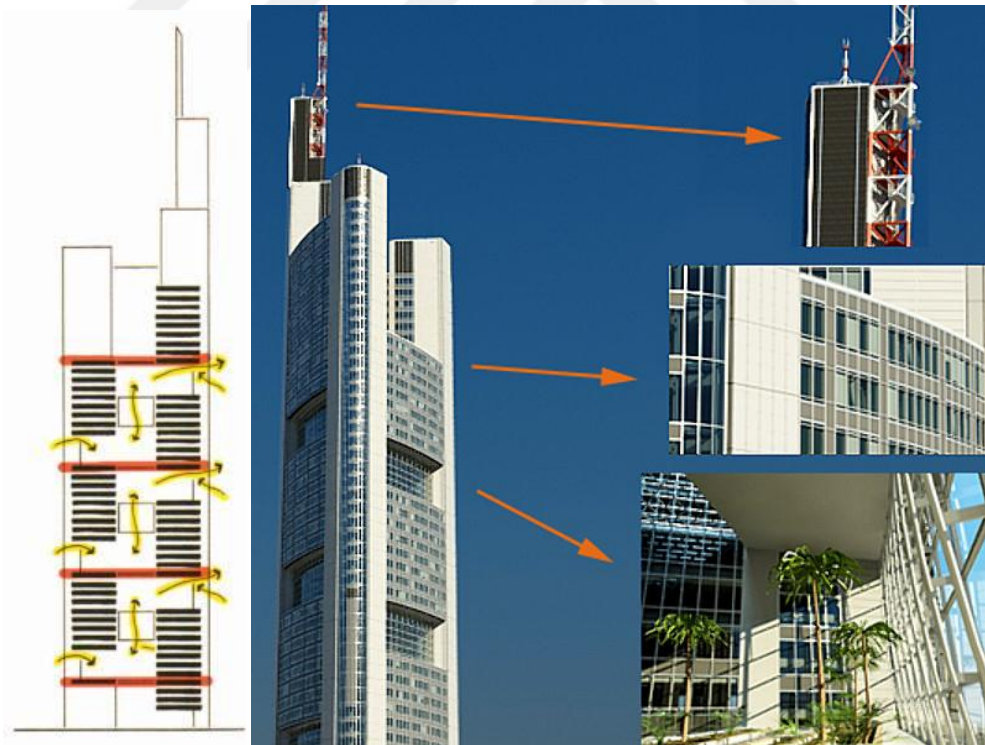
Çift tabakalı cephelerde kabuklar arasındaki boşluğun genişliği; kullanım alanı, beklenen havalandırma verimi, iklimsel veriler gibi koşullara bağlı olarak belirlenmelidir [224]. Çift tabakalı cepheler tasarlanırken en çok çalışılan parametrelerden biride boşluk derinliğidir. Barbosa ve Ip [225] bu derinliğin, kullanılacak gölgelendirme elemanının cinsi, bakım, temizlik gibi nedenlerle 10 cm ile 2 metre arasında değişebileceğini söylemektedir. Rahmani vd. [226], Torres vd. [227] ve Radhi vd. [228] farklı değerlerdeki cephe boşluk derinliklerini incelediğinde, daha dar boşlukların daha güçlü hava hareketi ve baca etkisi yarattıklarını öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte, bir metreden daha derin cephe boşluklarında baca etkisinin azaldığı ve iç mekâna ısı geçişinin arttığı gözlemlenmiştir. Radhi vd. [228] bu noktadan hareketle 70-120 cm aralığındaki cephe tabakaları arası boşluğun havanın tahliyesi ve ısı transferi arasında denge sağladığını öne sürmektedir [119].

Jirua vd. [229], yaptığı incelemelerde cephe boşluğunun ortasına yerleştirilen güneş kırıcı storların iki tarafında oluşan hava akımı nedeniyle ısısal döngünün daha sağlıklı kurulduğunu ve storların sadece gölgeleme sağlamayıp aynı zamanda doğal

havalandırmayı desteklediğini ve havanın boşluk üstündeki açıklıktan atımını kolaylaştırdığını öne sürmektedir.

Bunun yanı sıra çift tabakalı cephelerde boşluktaki havanın hareketi ısı etkisi/artışı ile olduğundan cephe tabakalarında kullanılan camların özellikleri de önem taşımaktadır. Isı iletkenliği daha fazla olan cam dış tabakada kullanılarak, boşluktaki ısısal kaldırma kuvveti etkisini artırılabilir. Isı iletimi düşük olan cam ve cephe malzemelerinin ise iç tabakada kullanılmasıyla da iç mekana ve iç mekandan ısı geçişi önlenmiş olacaktır [225].

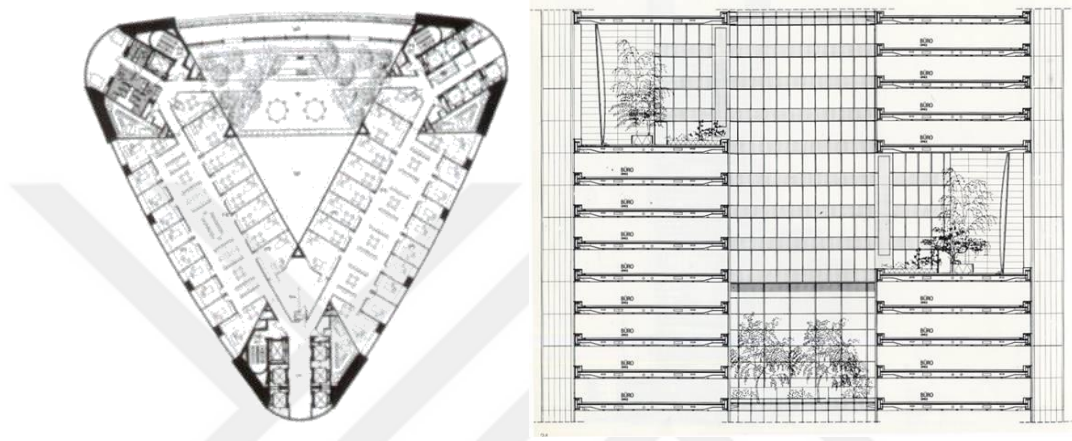
Frankfurt, Commerz Bank yapısı doğal havalandırmaya iyi bir örnektir. 1997 yılında Frankfurt'ta inşa edilen Commerzbank Genel Merkezi (Şekil 3.68), enerji etkinliği ile birlikte kullanıcıların konforunu sağlamak amacıyla uygulanan teknolojiler açısından yüzyılın önde gelen yapılarındandır. Norman Foster tarafından yürütülen projenin başlıca tasarım hedefi, o güne kadar görülmüş örneklerinden farklı olarak, doğal yolla havalandırılan ilk enerji etkin gökdeleni ortaya koymaktadır.



Şekil 3.68 Commerzbank Genel Merkezi, Frankfurt [230]

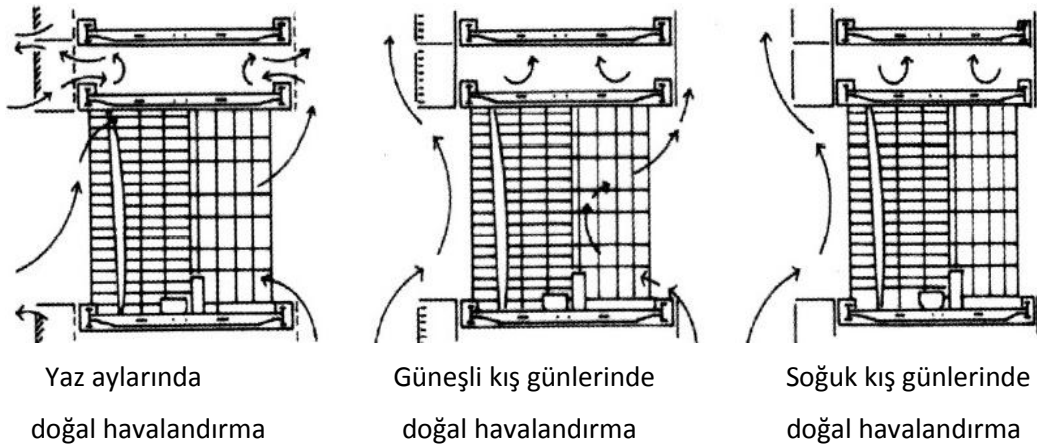
120.000 m² inşaat alanına sahip, üçgen planlı yapının ortasında yer alan atrium ve çift tabakalı cephe sistemi, çalışma mekânlarında ve ortak mekânlarda doğal havalandırma

ve aydınlatma sağlaması açısından önemli bir görev üstlenmektedir (Şekil 3.69). Yapıda doğal havalandırma etkisini artırmak için üçgen planın kenarlarında yer alan sekizer katlı ofis gruplarının arasına dört kat yüksekliğinde gök bahçeler yerleştirilmiştir. Ofis katları için tasarlanan çift tabakalı cephenin dış tabakasında, altta ve üstte bırakılan boşluklardan giren hava açılabilir pencerelerden iç mekânlara alınmaktadır. Ayrıca ara boşlukta istenmeyen gün ışığı ve parlamaya karşı storlar düzenlenmiştir. Atriumda 12 katta bir düzenlenen yatay cam bölmeler sıcak havanın dışarı atılmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.69 Commerzbank Genel Merkezi kesit ve planı [230]

Hava koşulları uygun olmadığında dış tabakadaki boşluklar yapı otomasyonu tarafından tamamen kapatılmaktadır. Yapı otomasyon sistemi cephedeki açıklıkları kontrol ederek, yılın farklı mevsimlerinde farklı hava akımı sağlamaktadır (Şekil 3.70).



Şekil 3.70 Mevsimlere göre cephe doğal havalandırma prensibi [12]

Tasarımın başta %25 olarak hedeflenen doğal havalandırma oranı, yapının tamamlanmasından sonra beklenmedik bir şekilde %75'e ulaşmıştır. Gerekli

durumlarda mekanik ısıtma-soğutma-havalandırma sistemleri devreye sokularak, kullanıcı konforu en üst düzeye taşınmaktadır [12], [220].

Çift tabakalı giydirme cephe sistemleri; üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır.

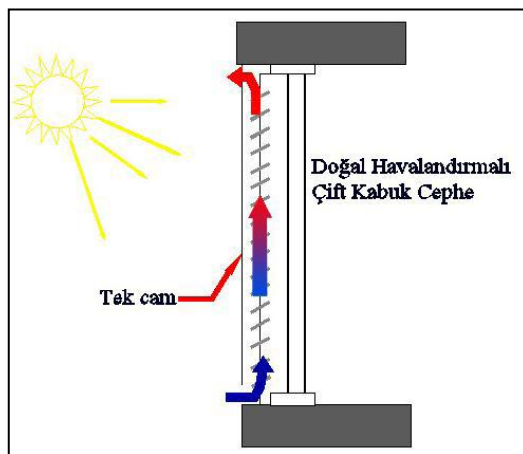
1.Hava Koridorunun (tabakalar arası boşluğun) Havalandırma Şekline Göre Çift Tabakalı Giydirme Cepheler

Çift tabakalı cephelerde, tabakalar arasındaki boşlukta yer alan havanın dolaşımı, **doğal havalandırma**, **mekanik havalandırma** veya **hibrid havalandırma** şekillerinde olabilir.

- Doğal havalandırmalı Çift Tabakalı Cepheler

Dış ortamdaki havanın yapıya kapı ve pencere gibi açıklıklardan girmesi ve iç mekandaki havanın basınç farklılıkları nedeniyle yine benzer açıklıklardan dışarıya çıkmasıyla oluşan havalandırma şekli doğal havalandırma olarak tanımlanmaktadır [231].

Çift tabakalı cephenin ara boşluğundaki hava hareketlerini iki önemli faktör etkilemektedir. Bunlar rüzgar ve yoğunluk farklılıkları (baca etkisi)'dir. Yapı içindeki sıcaklığın dış ortamdan daha fazla olduğu durumlarda, basınç farklılıkları yapının alt kotunda içeride, üst kotunda ise dışarıda etki alanı oluşturmaktadır. Bu iki seviyede pencere açıklıkları olduğunda yapı içindeki ılık hava, düşük yoğunluğu nedeniyle yükselerek üst kotlardan dışarı çıkmakta, çıkan ılık havanın yerine daha serin ve taze hava alt kotlardan içeri girmektedir (Şekil 3.71). Yoğunluk farklılığının neden olduğu bu hareket “baca etkisi” olarak tanımlanmaktadır [231].

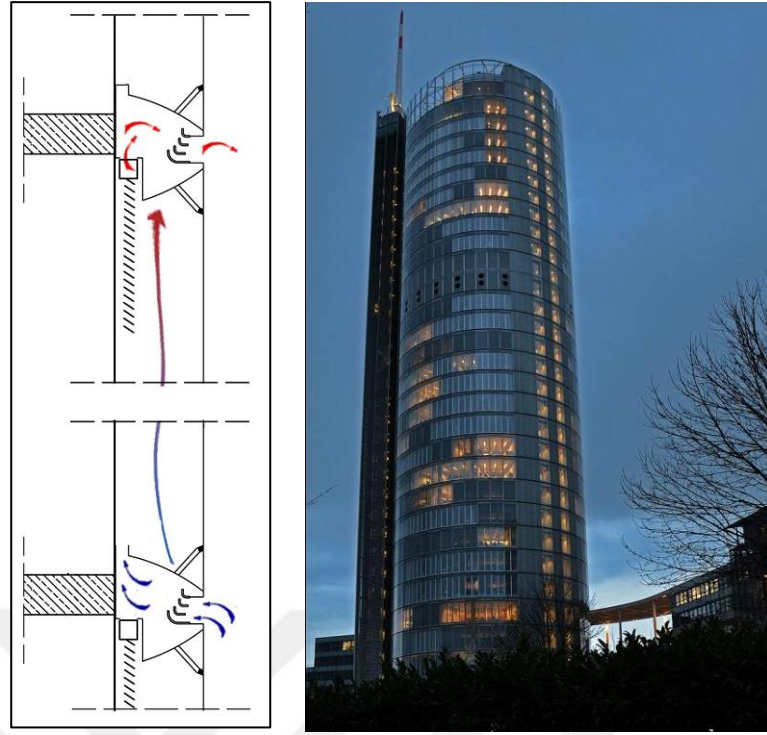


Şekil 3.71 Doğal havalandırmalı cephe sistemlerinin çalışma ilkeleri [232]

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

Doğal havalandırmayı oluşturan etkilerin tamamını kontrol edemediğimiz için, iç mekânların yüzde yüz kontrolü sağlanamayabilir. Bu nedenle uygun doğal havalandırma yapabilmek için yapı dış ve iç kabuğundaki açıklıklar veya pencereler dış ve iç ortam hava koşullarına göre otomatik olarak açılıp kapanabilmelidir [233].

1997 yılında Essen’de yapımı tamamlanan 31 katlı RWE yönetim binası doğal havalandırmalı çift tabakalı cephe kuruluşuna sahiptir. RWE binasında dışta kat yüksekliğinde 10 mm kalınlığında tek tabaka cam, içte ise ısı korunumlu çift cam kullanılmıştır. İki cam yüzeyin havalandırılması doğal olarak havalandırma kanalları ile gerçekleşmektedir. “Balık ağzı” olarak anılan kanallar hâkim rüzgâr yönüne yerleştirilmiştir. Özel tasarım sayesinde, dışarıda rüzgâr hızı çok yüksek olduğu zamanlarda bile hava, cephe boşluğu içine alınırken yavaşlatılır ve aynı zamanda yağmurun içeri girmesi de engellenir. Boşlukta ısınan hava yükselerek üstteki balık ağzından dışarı atılır. Binada, balık ağızlarının alt kaplaması, düşük açılardaki güneşten gelen ışığın içeri aktarılabilmesi için yansıtmalı bir yüzeyle kaplanmış olup, yaz aylarında dik açılarla gelen güneşi gölgeleyebilmektedir. Şekil 3.72’de RWE binası cephesindeki hava giriş-çıkış detayı görülmektedir [234].



Şekil 3.72 RWE yönetim binası cephe görünüş ve kesiti [235]

- *Mekanik havalandırmalı Çift Tabakalı Cepheler*

Mekanik havalandırma kısaca “kuvvetli hava akımı ile havalandırma” olarak tanımlanabilir. Çoğunlukla “aktif cephe” olarak anılan mekanik havalandırmalı cepheler, içteki havanın boşluk içinde sirküle edilerek yeniden iç mekana verilmesiyle oluşur [236].

Mekanik havalandırma doğal havalandırma için ihtiyaç duyulan hava akımının yetersiz kaldığı durumlarda, yapı içine alınacak havanın filtre edilmesi ya da nemlendirilmesi, ısıtılması, soğutulması gibi işlemler gerektiğinde, yapı dışında kabul edilemez düzeyde kirlilik kaynağı olduğunda tercih edilen bir yöntemdir [233]. Bu yöntemin doğal havalandırmalı yöntemle göre en olumlu yanı, havalandırma hızının kontrol edilmesi ve mekan içinde havanın daha homojen bir şekilde dağıtılmasıdır [231]. Mekanik destekli havalandırma sistemleri; boşluk havasını besleyerek ya da dışarı atarak yapılır.

Mekandan dışarı atılan havanın ısını geri kazanmak için ısı dönüştürücüleri kullanılabilir [237]. Hava dışarıdan doğrudan pompalanmadığı için boşluğun içinde çığırma ve kirlilik riski azdır [238].

Kragh'a [239] göre, bu cephe sistemleri, kendi içinde güneş enerjisini tutabildiği için, soğuk dönemlerde kullanıcı konforunu arttıracığından, genellikle soğuk iklim bölgelerinde kullanılması tavsiye edilmektedir.

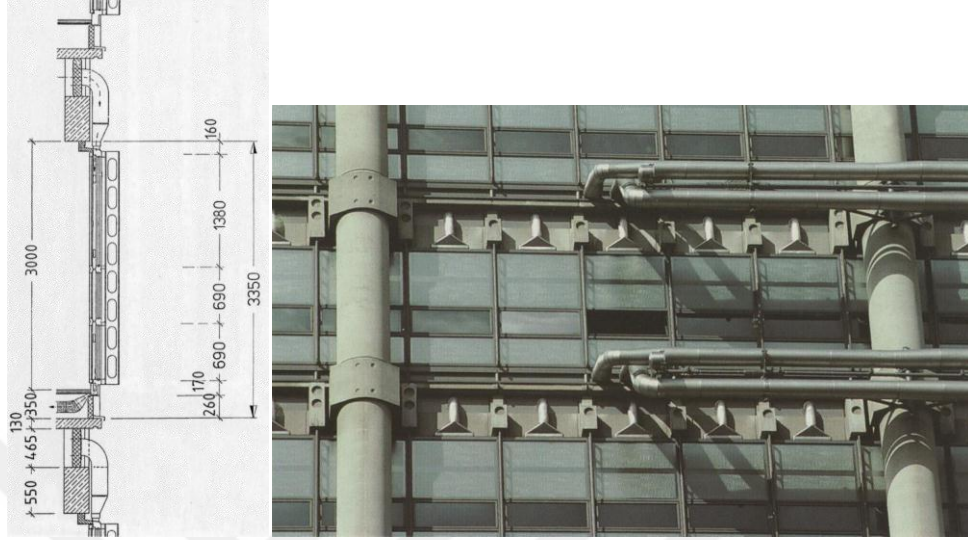
Richard Rogers'ın 1978-1986'da Londra'da yaptığı Lloyds Binası, mekanik havalandırmalı çift kabuk cepheler için önemli bir örnektir (Şekil 3.73). Büro seviyelerindeki cephede mekanik havalandırmalı pencereler vardır. Odalardaki sıcak hava, aydınlatma elemanlarına doğru yükselir, böylece hava ek ısıyı da içeri almış olur. Daha sonra bu hava, kat yüksekliğindeki havalandırılan pencere boşluklarına verilir. Burada hava tekrar camın ısıyla ısıtılarak, pencerenin altından alınır ve binanın havalandırma sistemine verilir. Aydınlatma ve boşlukların alt ve üstünden ısının çekilmesinin amacı, soğuk aylarda olabildiğince sıcak havanın sağlanabilmesidir.



Şekil 3.73 Llyod binası görünüşü [240]

Llyod binasında mekanın içine temiz havayı veren ve içerideki kirli havayı dışarı atan borular dışarıdan algılanmaktadır. Asma tavan içinden kirli hava emici boruların çıkışları buradaki lambaların bulunduğu bölüme yerleştirilmiştir. Buradan kirli hava emilir ve yapının dışına aktarılır. Yapının dışarıdan algılanan kirli hava emici boruları, üçgen çelik kafes kirişlerin köşeleriyle birleştirilmiş çelik kelepçelerle taşınmaktadır. Temiz hava ise yine dışarıdan algılanan borular vasıtasıyla, yükseltilmiş döşeme altından pencere kenarlarındaki ızgaralardan iç mekana verilmektedir (Şekil 3.74) [241].

Mekanik havalandırmalı cephede hava akımı aşağı doğrudur. Egzoz hava, havalandırma boşluğunda yer alan vasistasın en üst seviyesinde bulunan özel olarak şekillendirilmiş bir kanal ile beslenir ve alttan dışarı atılır (Şekil 3.74) [117].

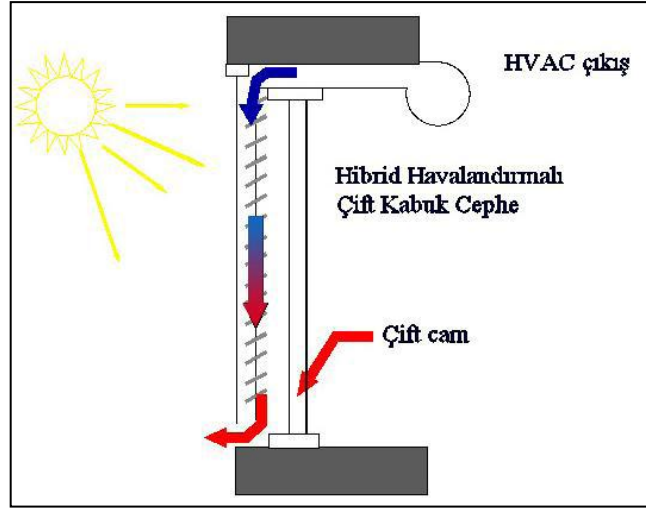


Şekil 3.74 Lloyd's Binası cephe kesit ve görünüşü [117]

- *Karma (Hibrit) Havalandırmalı Çift Kabuk Cepheler*

Bu tür havalandırma sistemleri doğal ve mekanik havalandırmanın birlikte kullanıldığı sistemlerdir. Bu sistemde doğal havalandırma olabildiğince çok kullanılır. Mekanik havalandırma ise doğal havalandırmanın yetersiz kaldığı durumlarda ya da istenen performansların gerçekleştirilemediği durumlarda kullanılmaktadır. İç ortam konfor koşullarını sağlamak için kullanılan karma havalandırma yaklaşımı, yapı 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 devreye sokmayı amaçlamaktadır [236].

Hibrid havalandırmada uygulanan doğal havalandırma, hem iç ortam konfor koşullarını yükseltmekte hem de mekanik havalandırmanın yarattığı ilk yatırım, işletme ve enerji tüketim maliyetlerinden tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca bu sistem yüksek yapılarda mekanik havalandırmanın yanında, doğal havalandırma sağlayan pencerelerin kullanımını da olanaklı kılmaktadır.

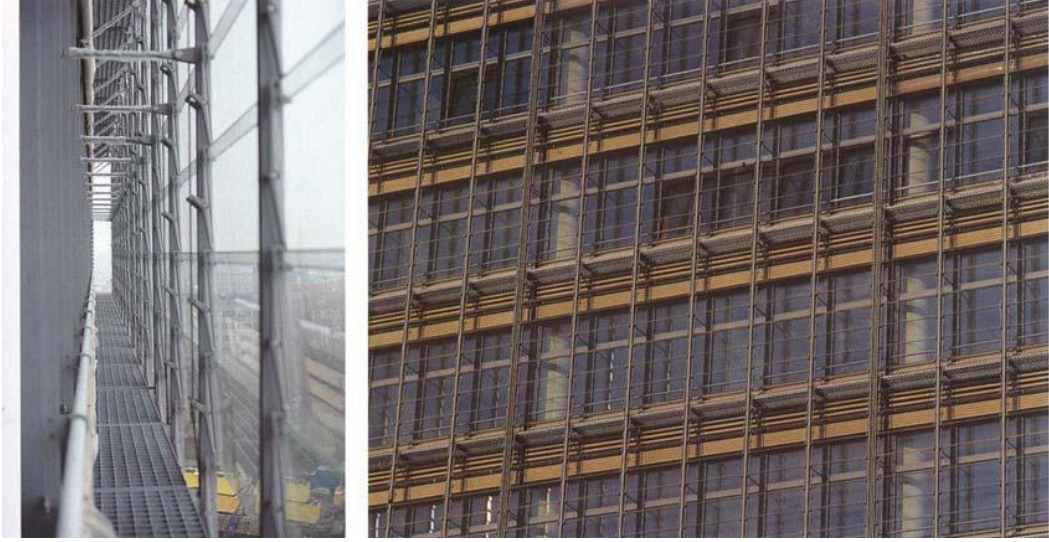


Şekil 3.75 Hibrid havalandırmalı cephe sistemlerinin çalışma ilkeleri [232]

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 olanaklı değildir. Çünkü doğal havalandırmanın performansı meteorolojik koşulların (rüzgar ve ısı farkları) durumu gibi zaman içinde değişiklik gösterebilmektedir [236].

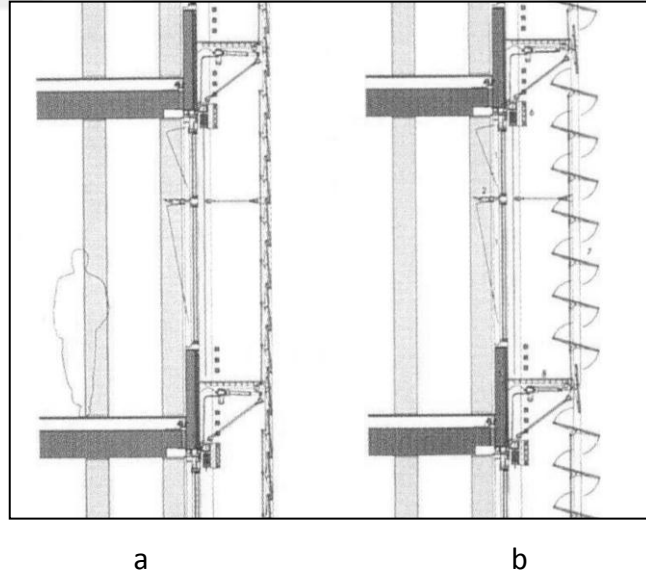
Hibrid havalandırmalı çift tabakalı cephe sistemleri, kutu tipi, koridor tipi ve yapı yüksekliğinde çift tabakalı cephe (bir sonraki sınıflamada incelenecektir) tiplerinde uygulanmaktadır.

Berlin'deki Debis Merkez Ofis Binası'nda (Şekil 3.76) konfor soğutması; soğutulmuş tavan, konfor ısıtması ise uzaktan ısıtma sistemi ile sağlanmaktadır. Sıcaklık 30° C'nin üzerine çıkmadığı sürece, doğal havalandırma mekanik havalandırmadan daha iyi koşullar üretmek için yılın % 40-45'inde yeterli olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu durumun binanın enerji yükünü %40 oranında azalttığı düşünülmektedir. Binaya gün ışığı girişi yeterli miktardadır [121].



Şekil 3.76 Debiş Binası, dış kabuğu oluşturan hareketli cam lameller [237]
(louver pencere olarak ta adlandırılan cam lamellerin ara boşluktan ve dıştan görünüşü)

Binanın çift tabakalı cephesinde dış tabaka, çerçevesiz ve aksenel olarak dönebilen cam lamellerden meydana gelmiştir (louver pencere gibi). Kış aylarında ısıl tampon bölge yaratan dış tabaka (Şekil 3.77-a), yaz aylarında güneş kontrolü sağlama fonksiyonunu üstlenmektedir (Şekil 3.77-b) [237].



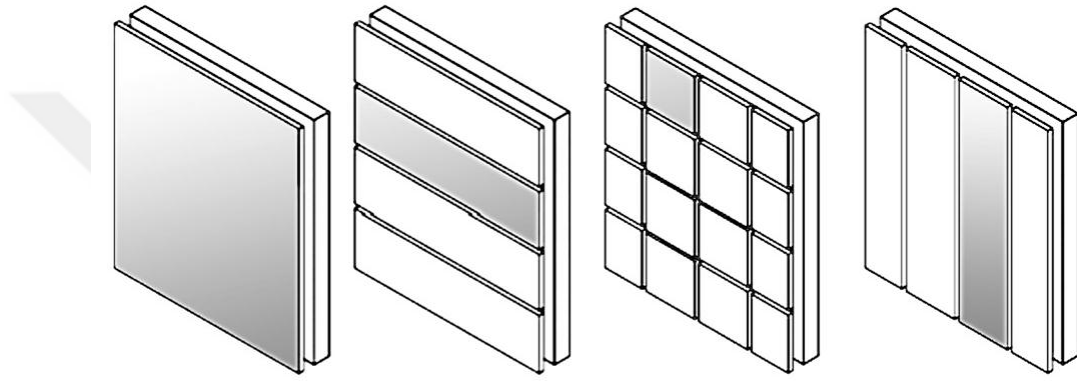
Şekil 3.77 Cam lamellerin farklı konumlarda farklı işlev görmesi ⁵ [237]

⁵ (a) Dış tabakayı oluşturan cam lamellerin kışın kapanarak ısıl tampon bölge yaratması (b) yazın açık durumda doğal havalandırma görevi yapması

2.Hava Boşluğunun Bölümlendirilmesine Göre Çift tabakalı Giydirme Cepheler

Çift tabakalı cepheler için bir diğer sınıflandırma, havalandırma boşluğunun bölünmesine göre yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre ise cepheler dörde ayrılmaktadır (Şekil 3.78).

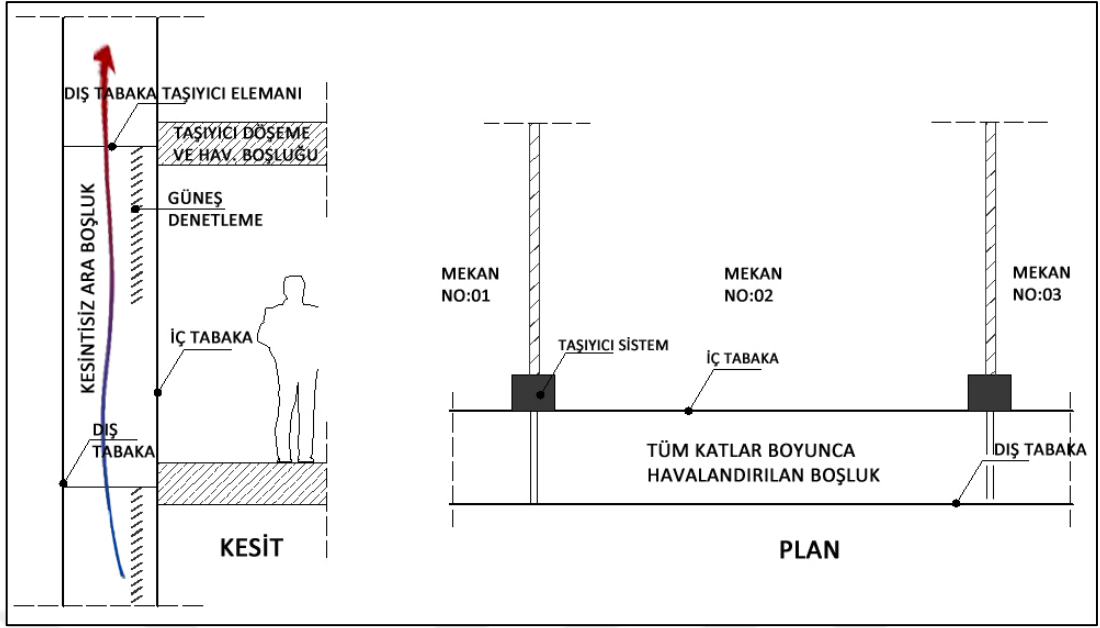
1. Çok katlı / yapı yüksekliğinde çift tabakalı cepheler
2. Kat yüksekliğinde çift tabakalı cepheler
3. Kutu pencere tipi çift tabakalı cepheler
4. Şaft tipi çift tabakalı cepheler



Şekil 3.78 Hava boşluğunun bölünmesine göre çift tabakalı cepheler [119]

- Çok Katlı (multi storey)/Yapı Yüksekliğinde Çift Tabakalı Cepheler

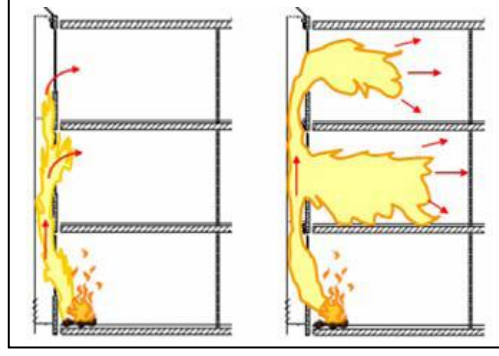
Literatürde parçalara ayrılmamış çift tabakalı cepheler olarak da adlandırılmakta olan çok katlı çift cephelerde tabakalar arasındaki boşluk yatayda ve düşeyde sınırlandırılmamaktadır. Boşluk cephe boyunca kesintisiz olarak devam eder ya da boşluk çok katlı bölümlere ayrılarak havalandırılır. Kat hizasında temizlik ve bakım amaçlı, hava akımına engel olmayan yürüme yolları mevcuttur. Yürüme yolları, ana taşıyıcı iskelete monte edilmiş çelik taşıyıcılar üzerine oturtulabilmektedir (Şekil 3.79) [102].



Şekil 3.79 Çok katlı çift tabakalı cephe, şematik çizimi ([120]'den uyarlama)

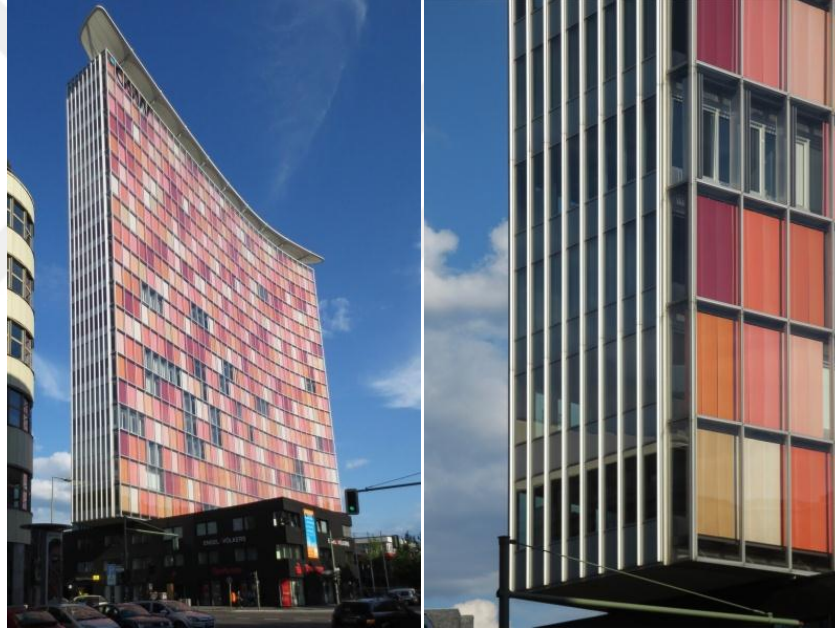
Çok katlı çift tabakalı cephelerde menfezler havalandırma bölümlerinin ya da yapının en alt seviyesine ve en üst seviyesine yerleştirilmiştir. Alt seviyedeki menfezlerden iki tabakanın arasına alınan hava, tabakalar arasında ısındıkça yükselir. Yükselen havanın yerini dış ortamdan cephe tabakaları arasına giren yeni soğuk hava alır. Isınarak yükselen hava, üst noktadaki menfezlerden dışarıya atılır. Çok katlı yapılarda; üst kat seviyelerine ulaşan havanın sahip olduğu yüksek sıcaklık değerleri sorun olabilmektedir. Üst katlara ulaştığında aşırı ısınmış olan havanın iç mekanı yaz aylarında etkilememesi için ek önlemler alınması gerekebilir [106]. Yapı yüksekliği boyunca hiç bölünmemiş bir havalandırma boşluğunda yaşanabilecek ters baca etkisi problemi, boşluğun belirli kat aralıklarında bölünmesiyle yani; çok katlı havalandırma boşluğu haline getirilmesiyle de çözülebilir. Yapının ısıtılma ihtiyacında alt ve üst kısımda yer alan menfezler kapatılır ve böylece sera etkisi sağlanarak yapı, güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanmış olur [242].

Bu tür cepheler, etkili bir akustik performans ve termal izolasyon sağlar ancak yangın güvenliği açısından cephe boşluğu, alevleri yukarı katlara taşıması bakımından problem yaratabilir (Şekil 3.80) [243].

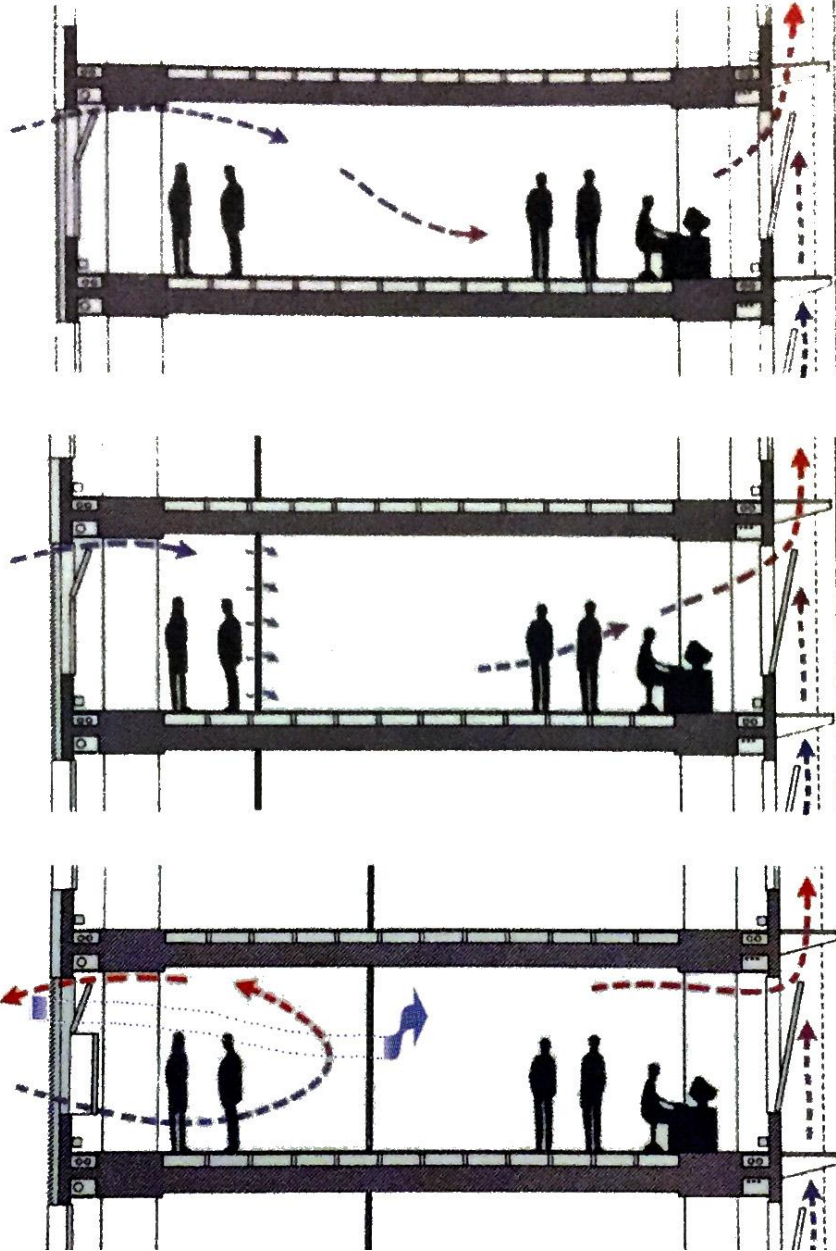


Şekil 3.80 Yapı yüksekliğindeki cephelerde yangın yayılımı [243]

Berlin'deki GSW binasında uygulanmış olan cephe sistemi yapı yüksekliğinde bölüntüsüz ara boşluklu çift kabuklu cephe sınıfına girmektedir. Batı cephesi ara boşluğunda baca etkisi ile yükselen sıcak hava alçak basınç yaratarak doğu cephesinden temiz havanın iç ortama çekilmesini sağlamaktadır (Şekil 3.81- 3.82).



Şekil 3.81 GSW binası [244]

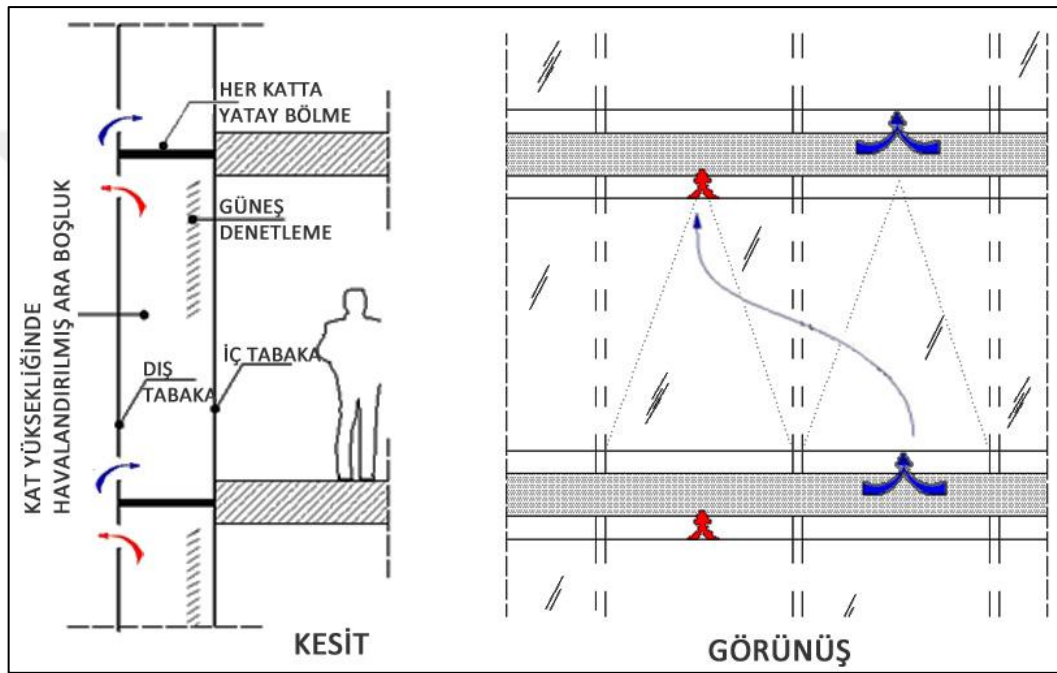


Şekil 3.82 GSW binası havalandırma ilkeleri-kesitleri

- *Kat Yüksekliğinde (Koridor tipi) Çift Tabakalı Cepheler*

Bu cephe sistemi, tüm kat boyunca yapı çevresini dolaşan bir ara bölge ve bu bölgeyi meydana getiren iç ve dış yüzeylerden oluşur [245]. Çift tabakalı cephelerin en çok kullanılan çeşitlerin biridir. Cephe tabakaları arasındaki hava boşluğu 20–150 cm. arasında değişmektedir. Hava boşluğunun 100-150 cm'i 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 (Şekil 3.83) [115].

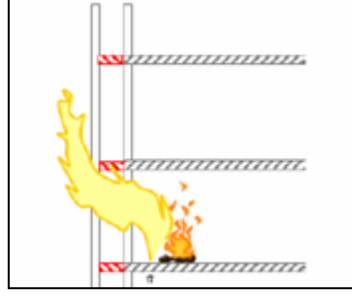
Her kata taze hava alma ve kirli havayı verme kanalları yerleştirilir. Hava giriş ve çıkış kanalları döşeme ve tavanın hemen bitişiğine açılarak tüm katların ayrı ayrı havalanması sağlanabilmektedir. Açıklıkların yerleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken nokta, bir kattan çıkan yoğun havanın diğer kata ait açıklıktan içeri girebileceği düzenlemeye izin verilmemesidir. 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 indireyecek şekilde tasarlanmasıdır [245].



Şekil 3.83 Koridor tipi çift tabakalı cephe, şematik çizimi [93]

Boşluk içine alınan havanın boşluktaki hareket süresi kat yüksekliği ile sınırlı kalması ve boşluk içinde kalma süresinin az olması nedeniyle, havanın boşluğa girdiği ilk andaki sıcaklığı ile boşluğu terk ettiği sırasındaki son sıcaklığı arasında fazla ısı farkları oluşmaz, etkin bir doğal havalandırma elde edilir.

Her katın havalandırması ayrı ayrı gerçekleştiği için, dumana, sese ve yangına karşı yalıtım geliştirilmiştir (Şekil 3.84). Ek olarak yangın önlemine gerek yoktur [106].



Şekil 3.84 Yangın sırasında cephe sisteminin çalışma prensibi [243]

Kat yüksekliğindeki cephelerde farklı şekillerde havalandırma sağlanabilir. Bunlar;

- İç cephe pencereleri kapalıyken, kat seviyelerindeki havalandırma delikleri açıldığında dış hava perdesi biçiminde,
- İç cephe pencereleri ve havalandırma delikleri eş zamanlı açıldığında, hava sağlama ve hava boşaltma sistemi biçiminde,
- İç cephe pencereleri ve havalandırma delikleri eş zamanlı kapatıldığında, tampon bölge yaratma

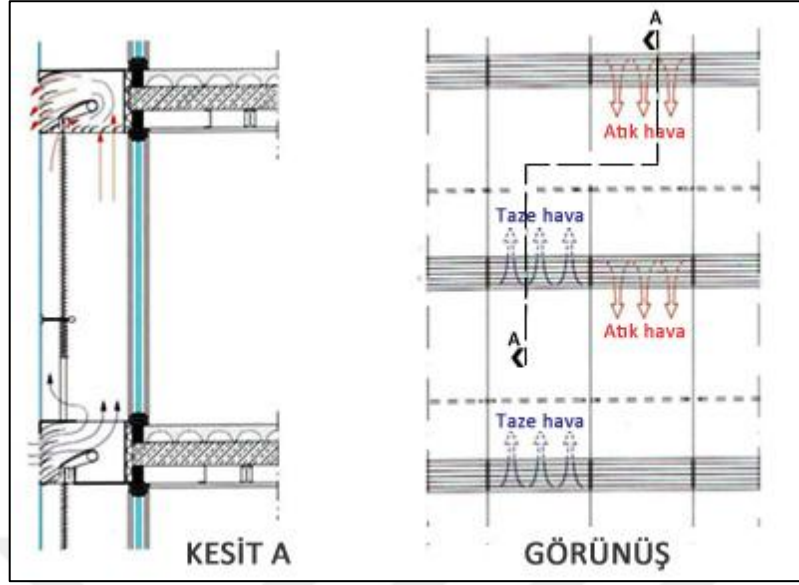
olarak sıralanabilir [243].

Havalandırma boşluklarının kat yüksekliğinde uygulandığı bir örnek Düsseldorf'ta bulunan Düsseldorfer Stadttor binasıdır. 70m yüksekliğindeki yapıda giydirme cephelerin temizliği ve bakımı sırasında güvenliğin sağlanabilmesi için, iki cephe arasındaki boşluğa parmaklıklar yerleştirilmiştir. Mekanik olarak kontrol edilen, açılıp kapanabilir havalandırma menfezleri ile doğal havalandırma sağlanmaktadır. Yılın %60'ında doğal havalandırılmanın kullanıldığı yapıda, dış hava sıcaklığı en üst ve en alt değerlere geldiğinde mekanik havalandırma sistemi kullanılır (Şekil 3.85- 3.86) [117].



Şekil 3.85 Kat yüksekliğinde çift tabakalı cephe sisteminin yakın görünüşü [246]

(Düsseldorfer Stadttor)

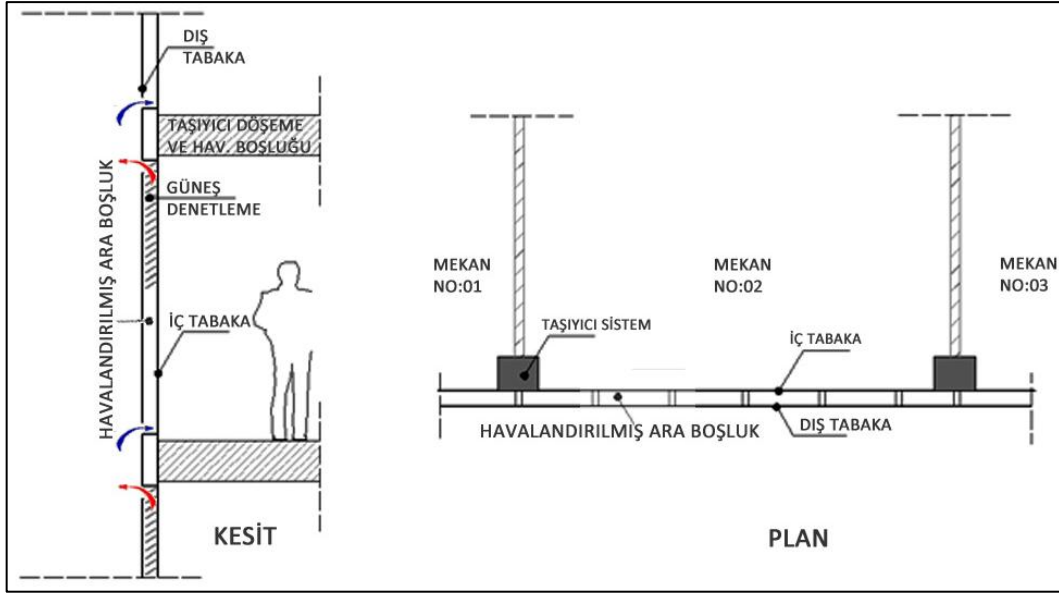


Şekil 3.86 Düsseldorfer Stadttor⁶ [237]

- *Kutu Pencere Tipi Çift Tabakalı Cepheler*

Kutu pencere tipi çift tabakalı cepheler; çift tabakalı cephelerin uygulanmış ilk örneklerinden sayılabilir. Bu cepheler geleneksel pencerenin önüne yerleştirilen ikincil bir pencere ile birleştirilmesi sonucu oluşmaktadır. Genelde dış tabaka güçlendirilmiş tek camdan oluşmakta, iç tabakada ise yalıtımlı çift cam kullanılmaktadır [236]. Kutu pencere tipi çift tabakalı cepheler aslında çift pencere prensibine dayanmaktadır, fakat kat yüksekliğinde cephe elemanlarından oluşmaktadırlar. Bu sistemde tabakalar arasındaki boşluk dikeyde kat yüksekliği ile sınırlandırılmış, yatayda ise; tekil pencereler hizasında bölünmüştür (Şekil 3.87).

⁶ Doğal havalandırmanın mekanik yolla kapanabilen özellikteki kapakçıklar tarafından sağlanması ve havalandırma şemasını gösteren şekil.



Şekil 3.87 Kutu tipi çift tabakalı cephe, şematik çizimi ([120]'den uyarlama)

Kutu tip çift tabakalı cephenin her birimi kendi hava giriş ve çıkış açıklıklarına sahiptir, yatayda ve düşeyde diğer katlardaki pencerelerle bağlantıları yoktur. Pencere ya da oda düzeyinde yapılan bu ayırım; mekanlar arasındaki ses, koku ve hava transferinin engellenmesini sağlar. Kutu tipi çift tabakalı cepheler dış gürültünün fazla olduğu ve odadan odaya ses yalıtımı konusunda özel uygulamalar gerektiğinde tercih edilebilir. Ayrıca bu sistemle yangının diğer katlara ve hatta yan odalara yayılımının da önüne geçilmiş olunur [106], [242].

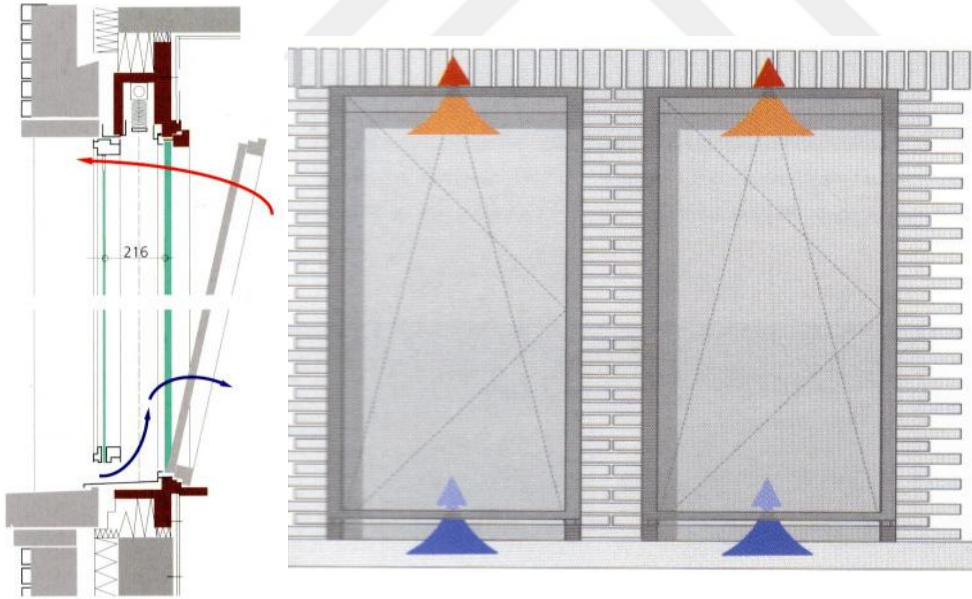
Uygulamada, genellikle dış tabakanın alt ve üst bölgelerinde sürekli/kapanmayan yarıklar yapılır. Koridor tipi cephelerde olduğu gibi kutu tipi cephelerde de dikkat edilmesi gereken nokta havalandırma yarıklarının üst üste gelmemesidir. Alt kattan çıkan kirli hava, bir üst katta temiz hava alma boşluğundan girmeyecek şekilde şaşırtmalı olarak yerleştirilmelidir [15], [247].

Kutu pencere tipi çift tabakalı cephelere; Berlin'de mimar Hans Kollhoff tarafından tasarlanmış 90 metre yüksekliğindeki Potsdamer Platz binası örnek verilebilir (Şekil 3.88) [248]. İç cephe tabakasındaki pencereler vasistas ve normal açılabilir olarak tasarlanmıştır. Dış yüzeyi alüminyum malzemeye kaplı olan ahşap çerçevede Low-E kaplamalı cam kullanılmıştır. 220 mm genişliğindeki iki cephe tabakası arasına, gölgeleme elemanı olarak bu yapı için özel olarak tasarlanmış olan jaluzi sistemi yerleştirilmiştir. Dış kabukta, cephenin altında ve üstünde hava giriş çıkışı için bırakılmış

olan boşluklar kullanıcı tarafından kısmen veya tamamen kapatılabilir. Kış aylarında bu boşlukların kapatılmasıyla cephe tabakaları arasındaki havanın ısıtılması iç mekanın ısıtılmasına katkıda bulunur (Şekil 2.89) [236].



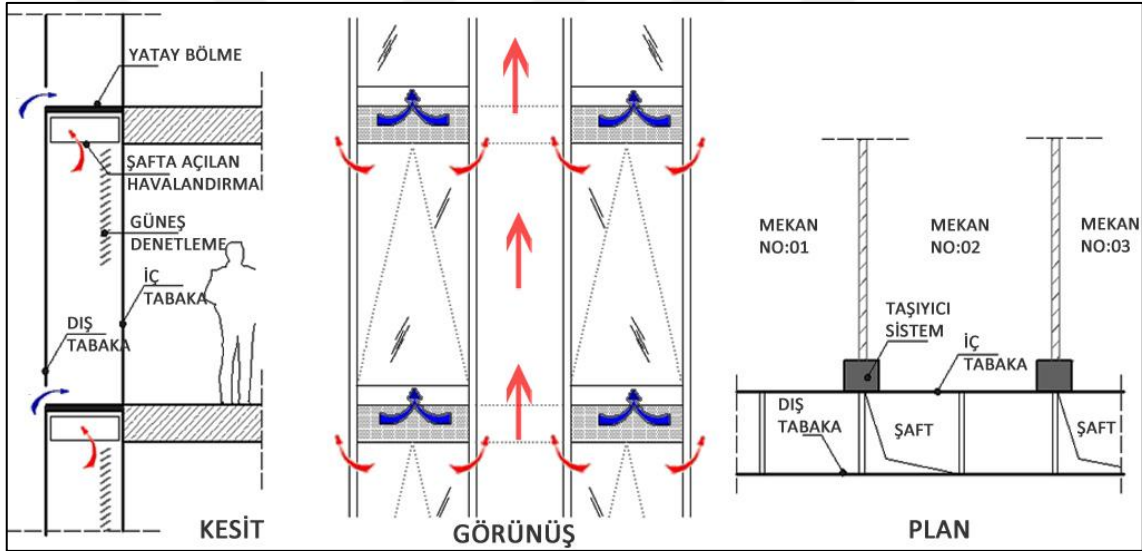
Şekil 3.88 Potsdamer Platz kulesi iki farklı cepheden görünüş [249]



Şekil 3.89 Potsdamer Platz, cephe-pencere kesiti ve havalandırma prensibi [248]

- Şaft Tipi Çift Tabakalı Cepheler

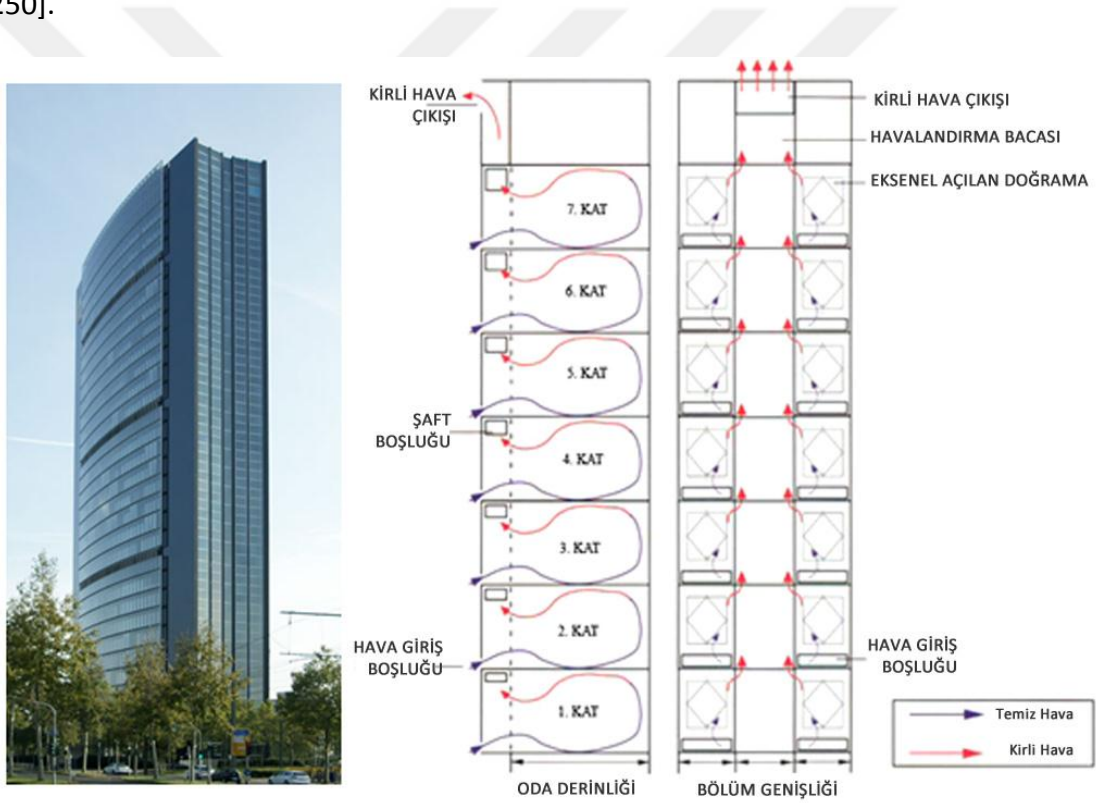
Şaft tipi çift tabakalı cepheler kutu pencerelerin özelleştirilmiş bir şekli sayılabilir. Çok katlı/yapı yüksekliğinde çift tabakalı cephelerle, kat yüksekliğinde çift tabakalı cephelerin bir kombinasyonudur. Şaft cephelerde kutu pencerelere ek olarak baca sistemleri geliştirilmiştir. Baca sistemleri cephe boyunca devam eder ve her kat seviyesinde kutu pencerelere bağlanır [117]. Dış cephede açılan boşluklar dışarıdan kontrollü temiz hava girişi sağlayarak iki kabuk arasındaki boşluğun taze hava ile dolmasını ve istendiğinde temiz havanın iç mekâna alımı sağlanarak kontrollü bir şekilde doğal olarak havalandırılmasına olanak vermektedir [247]. Kirli hava ise iç pencerenin üstündeki bölümden dışarı atılır ve pencere ile şaft arasındaki bölücünün üst bölümündeki boşluktan şafta verilir (Şekil 3.90) [233].



Şekil 3.90 Şaft tipi çift tabakalı cephe, şematik çizimi [93]

Şaftın içinde ısınmış yükselen havanın, belli bir yüksekliğe geldiğinde basınç farkının değişmesi ile boşluğa geri dönerek diğer katlardan yapı içine alınması söz konusu olabilir. Bu nedenle şaft tipi cephelerin uygulama kararı verilirken çevre faktörleri, bölgenin hakim rüzgar tipi ve yönünün doğru belirlenmesi gerekmektedir. Kat yüksekliğinin fazla olduğu yapılarda şaftın içindeki hava akımının kontrolü zor olduğundan az katlı yapılarda uygulanması daha uygun bir sistem olmaktadır. Diğer çift tabakalı cephelerle karşılaştırıldığında şaft tipi cephelerin yangın korunumu, gürültü, temiz ve kirli havanın karışması gibi olumsuz yanları vardır. Bu yüzden çift tabakalı cephe kuruluşlarında kullanımına az rastlanan bir cephe sistemidir [247].

Rhode Kellerman Wawrowsky & Norman Foster tarafından tasarlanan Düsseldorf'daki 120 metre yüksekliğinde ve düşeyde sekizer katlı dört bölüme ayrılmış olan ARAG binasında şaft-kutu tipi çift tabakalı cephe sistemi uygulanmıştır. İç kabukta geleneksel düşey pivot açılır alüminyum pencereler kullanılmış olup, her kutu pencerenin üzerinde 15 cm yüksekliğinde açılıp kapanabilir hava çıkış açıklıkları vardır ve kirli hava bu açıklıklar yardımıyla dışarı atılır (Şekil 3.91). Şaftın havalandırılabilmesi için kullanılan menfezlerin oynar kapak açısı 10°'ye kadar düşürülebilir ya da rüzgar hızı 8m/s'yi geçmeye başladığında tamamen kapatılabilir olarak ayarlanmıştır. Binada yılın % 50-60'ında doğal havalandırma yapılabilir. Yapılamadığı durumlarda ise ısıl konforun sağlanabilmesi için mekanik havalandırmadan da yararlanılabilmektedir [250].



Şekil 3.91 Arag Tower [251] ve havalandırma prensibi [250]

3. Hava Akımının Katmanlar Arası Geçişine Göre Çift Tabakalı Giydirme Cepheler

Havalandırma biçimi, boşluk içindeki hava sirkülasyonunun başlangıç noktası ve gidiş yönü ile ilgilidir. Buna göre beş farklı türde havalandırma biçimi vardır (Şekil 3.92) [93].

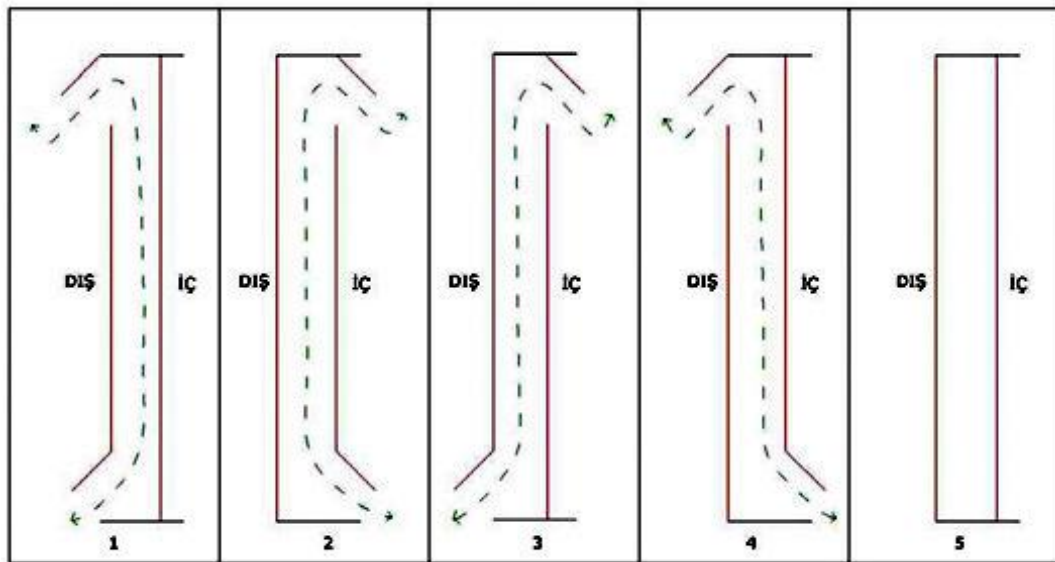
1-Dış (harici) hava perdesi: Bu havalandırma biçiminde boşluk içindeki hava dışarıdan içeriye alınır ve tekrar dışarıya verilir. Boşluktaki havalandırma, dış cepheyi saran bir hava perdesi ile sağlanır.

2- İç (dahili) hava perdesi: Boşluktaki hava, oda içinden gelir ve tekrar oda içine gönderilir. Bu akış kendiliğinden ya da havalandırma sistemlerinin yardımıyla olabilir. Boşluğun havalandırılması ise iç cepheyi saran bir hava perdesi ile sağlanır.

3- Hava sağlama sistemi: Bu havalandırma biçiminde, cephenin havalandırılması dışarıdaki hava ile sağlanır. Dışarıdan alınan hava, kendiliğinden ya da havalandırma sistemleri aracılığı ile oda içine alınır. Böylece cephenin havalandırılması yoluyla yapının içi de havalandırılmış olur.

4- Hava boşaltma sistemi: Bu havalandırma biçiminde hava, oda içinden gelir ve dışarıya doğru boşaltılır. Böylece cephenin havalandırılması ile yapı içindeki kirli hava dışarıya atılmış olur.

5- Tampon bölge yaratma: Bu havalandırma biçiminde ise çift cephe katmanlarının her biri hava geçirmezdir yani boşluk havalandırılmaz. Böylece iç ve dış mekân arasında tampon bölge oluşturulur.



Şekil 3.92 Havalandırma biçimleri [236]

YÜKSEK KONUT YAPILARINDA KULLANILAN CEPHE SİSTEMLERİNDE DOĞAL HAVALANDIRMANIN İNCELENMESİ

4.1 Doğal Havalandırma Sağlanan Yapı Örnekleri

Tezin bu bölümünde Dünya’den ve Türkiye’den, doğal havalandırma sağlayan bazı konut yapıları incelenmiştir. Dış çevre koşulları farklılaştığında, verimli bir havalandırma sağlanabilmesi için yapı tasarımının da bu koşullara yanıt verecek şekilde farklılaşması gerekmektedir. Örnekler;

- Farklı iklim bölgelerinde yer alan,
- Farklı çevresel etkileri ve tasarım ölçütleri olan,
- Çevresel etmenlere göre cephe düzenlemeleri değişen

yapılardan seçilmiştir. Farklı ülkelerden ve şehirlerden seçilen sekiz adet yapı;

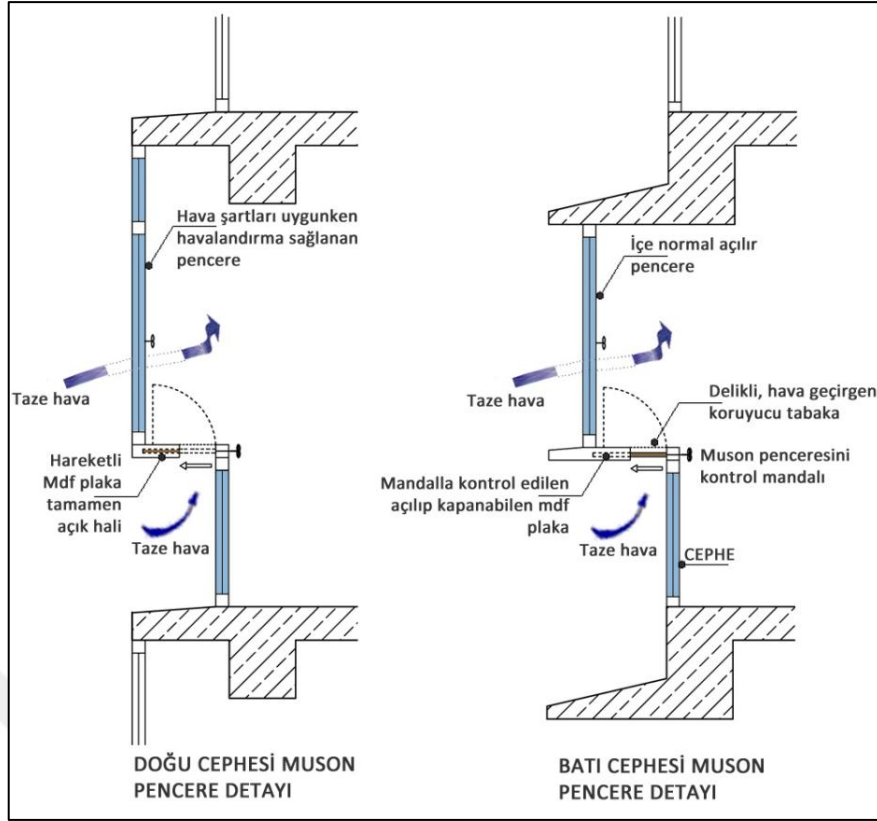
- No 1 Moulmein Rise,
- The Met Tower,
- The Hyde Tower,
- Kanchanjunga Apartmanı,
- Panorama City Apartmanları,
- Neuer Henninger Turm (New Henninger Tower),
- İstanbul Sapphire,
- Çiftçi Tower kuleleridir.

Tezin daha önceki bölümlerinde anlatılan yüksek yapılarda kullanılan cephe özellikleri, doğal havalandırma ve cepheler aracılığıyla doğal havalandırma sağlama yöntemleri; yapıların seçiminde ve tabloların oluşturulmasında etkili olmuştur. İncelenen örnekler tablolarda üç ana başlık altında toplanmıştır. Öncelikle yapının özellikleri ve bulunduğu iklimin özellikleri “**Genel Özellikler**” kısmında tanıtılmıştır. Yapılarda kullanılan cephelerin özellikleri ve detayları “**Cephe Özellikleri**” kısmında anlatıldıktan sonra “**Doğal Havalandırma İlkeleri**” bölümünde, kullanılan havalandırma sistemleri ve doğal havalandırma ile ilgili detaylara değinilmiştir. Her örnek için oluşturulan bu künye kısmı dışında genel anlamda doğal havalandırma için yapılan uygulamalar ve tasarım ilkelerinden bahsedilmiş, ilgili görsellerle desteklenerek yapılar anlatılmaya çalışılmıştır.

4.1.1 No1 Moulmein Rise

Singapur’da tasarlanan **Moulmein Rise** için işverenin istediği daha az katlı ancak planda daha geniş bir yapı iken, WOHA mimarları tasarım aşamasında bölge ve iklim verilerini göz önünde bulundurarak, tropik iklimlerde yerden yükseldikçe havanın serinlemesi prensibiyle, yapının daha küçük bir taban alanında, öngörülenden daha fazla kat yüksekliğine sahip olacak şekilde tasarlanmasına işvereni ikna etmişlerdir. Yapı ince dikdörtgen formda tasarlanmış, bu sayede hem daha küçük taban alanı kaplayarak daha fazla yeşil alan sağlamış, hem de daha ince üç boyutlu bir görünüme sahip olmuştur (Şekil 4.3).

Dairelerin üç tarafı açık, katta iki daire olarak planlanmış olması ve ince bir kule şeklinde tasarlanması; plan derinliği/kat yüksekliği oranının önemli olduğu çapraz ve özellikle tek yönlü havalandırmaya büyük ölçüde katkı sağlamaktadır. Hakim rüzgar yönünden faydalanacak şekilde geniş cephesi doğu-batı doğrultusunda konumlandırılmış yapıda (Şekil 4.1), mekanlarda tek yönlü havalandırmayla da verimli bir havalandırma elde edilebilmektedir. Direk güneş ışığından ve güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için yapının cephelerinde ışık geçiren, delikli gölgeleme ürünleri kullanılmıştır.

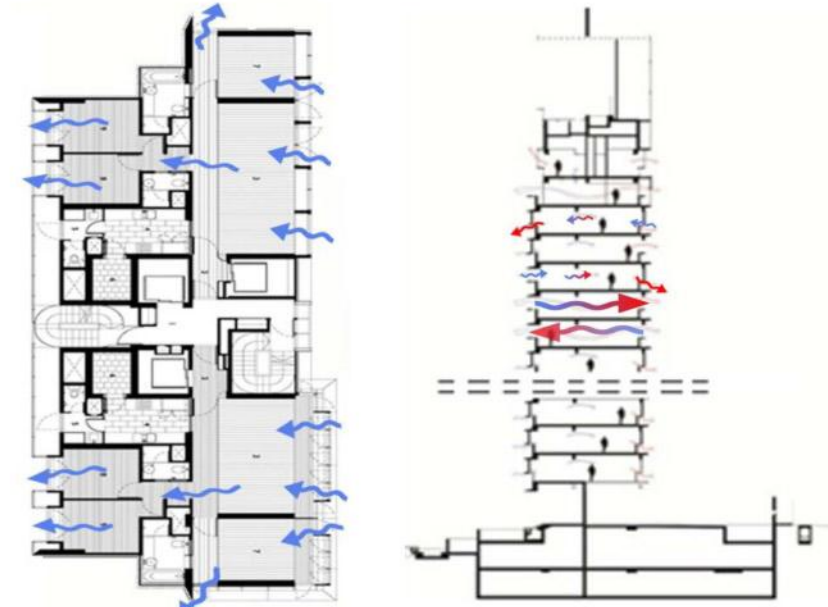


Şekil 4.2 Moulmein Rise cephe - doğal havalandırma ilişkisi

NO 1 MOULMEIN RİSE			
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Singapur
		Tamamlanma yılı	2003
		Mimarı	WOHA Architects
		İşveren	UOL Development Pte Ltd
		Yapı Yüksekliği	102 m
		Kat adedi	28
		Toplam inşaat alanı	2340 m ²
		Strüktür	Betonarme çerçeve sistem
		Yapı formu	İnce dikdörtgen prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Tropikal iklim
		Yıllık ortalama sıcaklık	26,8 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	84%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	2 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	Kuzey (%17), Güney (%12) ve Güneydoğu (%10)
		İklim verilerinin tasarıma etkisi	Sürekli muson yağmurlarının etkisinde olan bölgede yağış varken sert rüzgarlar hakim
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı		Tek tabakalı
	Cephe tabaka malzemesi		Temperli cam, alüminyum, ahşap ve çelik
	Güneş denetleme ürünü		Var
	Pencere biçimi		İçe normal açılır pencere ve yatayda bulunan muson pencereleri
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı		Muson pencereler
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma Sistemi		Doğal havalandırma
	Havalandırma sistemi kontrolü		Manuel
	Doğal havalandırma yöntemi		Çapraz havalandırma Gece havalandırması
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri		Bilinmiyor
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar		Hakim rüzgar yönü ve iklim özellikleri (rüzgarla beraber gelen yağışlar)
	Plan düzeyinde alınan önlemler		Katta sadece 2 daire olacak şekilde planlanarak yapıda çapraz ve tek yönlü havalandırmayı desteklemek
	Hakim rüzgar yönüne göre uzun cephesi doğu-batı doğrultusunda konumlandırılan yapıda, yağmur ve rüzgar durumunda da doğal havalandırma sağlayabilmek için muson pencereleri kullanılmış, havalandırma sağlayabilmek ve havalandırmayı desteklemek için üç tarafı açık, katta iki daire planlanmıştır.		



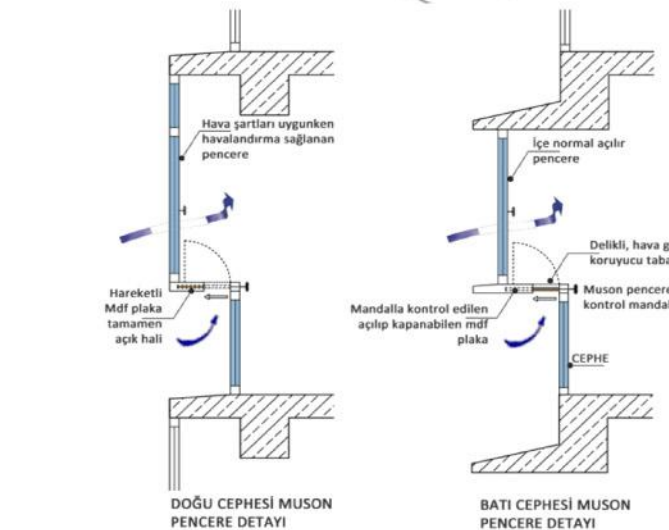
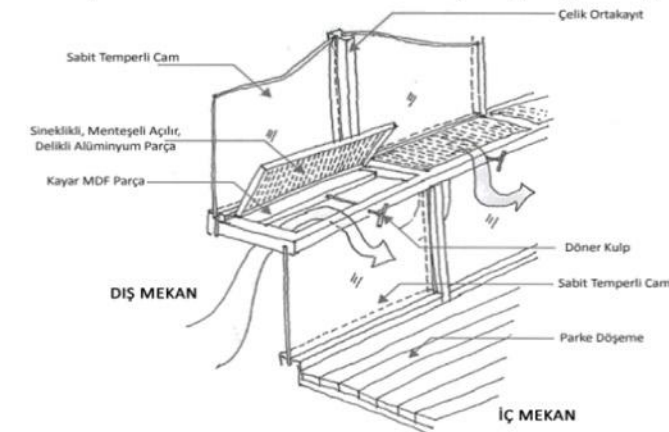
Moulmein Rise [253]



Tek yönlü ve çapraz havalandırmaya büyük oranda katkı sağlayan dar kat planı ve ince uzun kesit formu (plan[252], kesit[256])



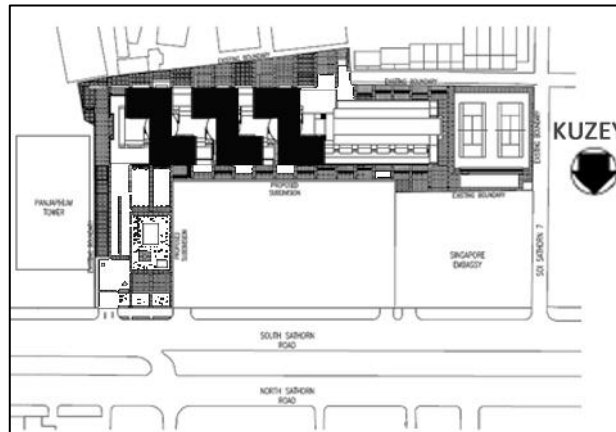
Muson pencereleri açılma detayı ve genel görünüş [252]



Şekil 4.3 Molulmein Rise inceleme künyesi

4.1.2 The Met Tower

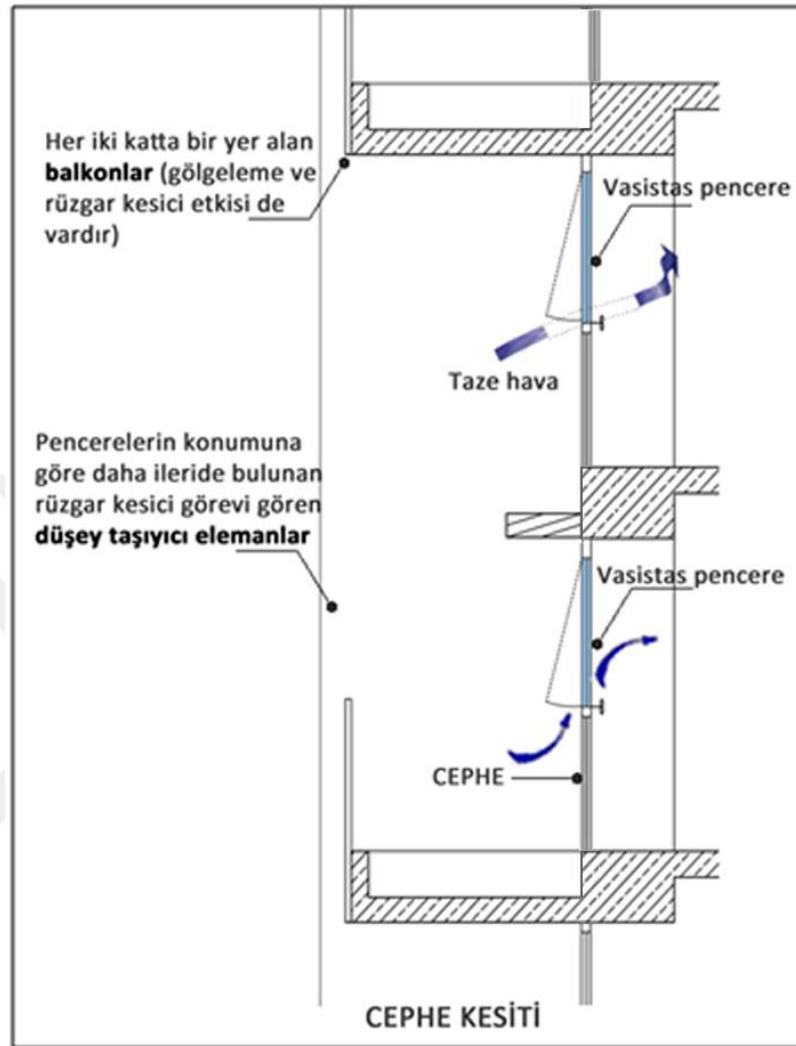
Met Tower; Tayland'ın ikinci en yüksek konut kulesi ve beşinci en yüksek yapısıdır. Bölge iklimiyle kurduğu ilişki bakımından tropik iklim bölgelerinde yapılacak yüksek yapılar için yeni bir tipoloji önermesi olup, Tayland ve Güneydoğu Asya ülkelerinde yüksek katlı konut gelişiminde belirgin bir örnek olarak yerini almıştır. Tropik iklimlerde çok katlı ve yüksek yoğunluklu konutlarda yaşama sorunu üzerinden yola çıkmış ve verimli bir sonuç alınmıştır. Tropik iklimlerde yükselmek daha serin esintiler, daha az gürültü ve daha az kirlilik anlamına gelmektedir ve bu durum dış mekan kullanımlarına olanak verir. The Met, bu olumlu yönleri kullanarak yükselen bir tasarımıdır. Çapraz havalandırmayı olanaklı kılan kademeli blok planlaması ve bloklar arasındaki boşlukların havalandırma bacası görevi görmesi doğal havalandırmayı destekleyen özellikleridir. Dört cephesinde açılır pencereler bulunan konut birimlerinden oluşan, konutların soğutulması için doğanın gücünü kullanan, Z şekilli bloklardan oluşan boşluklu bir yapıdır. Konutların plan düzleminde şaşırtmalı olarak organize edilmesi her birine dört tarafı açık cephe olanağı sağlarken birbirlerinin havalandırmalarına engel olmamalarını da sağlamaktadır. Aynı zamanda bu kademeli planlama (Şekil 4.6), hava bacası etkisi oluşturularak arttırılmak istenen hava akımının, bloklar arasından direk geçen şiddetli rüzgara dönüşmesini ve dolayısıyla pencere açmaya engel teşkil edecek düzeye gelmesini de engellemektedir. Hakim rüzgar yönüne göre yapının uzun cephesi doğu batı doğrultusunda yönlendirilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Met Tower vaziyet planı [257]

Plan düzleminde dışarı doğru çıkma yapan düşey taşıyıcı sistem elemanları gölgeleme ve ses izolasyonu sağlayıp içeride kalan pencereleri iklim koşullarından (yağmur, rüzgar

vb.) korumaktadır. Pencereleler bu elemanlara göre içeride kaldığı için rüzgar etkisinden korunarak havalandırma sağlanabilmektedir (Şekil 4.5) [258].



Şekil 4.5 Met Tower cephe - doğal havalandırma ilişkisi

Yapı kentin iklimini çok iyi dikkate aldığı ve hakim rüzgar yönüne göre yerleşim yapıldığı için, yılın büyük çoğunluğunda, pencereler ve kuleler arasında yer alan havalandırma boşlukları sayesinde sağlanan çapraz havalandırma ile i mekanlar verimli bir şekilde serinletilebilmekte, klima kullanımına gerek kalmadığı için büyük oranda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bütün pencerelerde bulunan güneş denetleme ürünleri ile de direkt güneş ısısı kazanımının önüne geçilmektedir. Farklı kotlarda yer alan havuzlar da mikro-iklim düzeyinde serinlik sağlamaktadır [253], [254], [257], [259], [260], [261], [262]

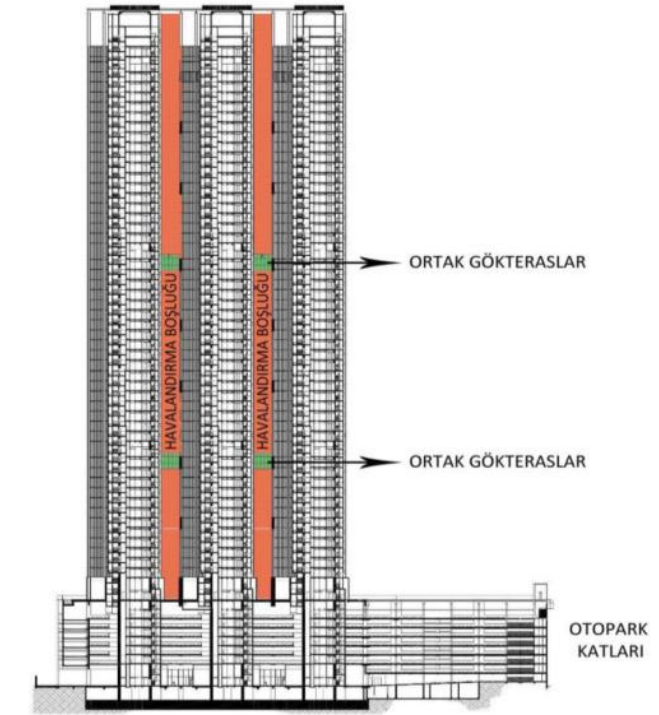
THE MET TOWER			
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Bangkok, Tayland
		Tamamlanma yılı	2009
		Mimarı	WOHA Architects
		İşveren	PEBBLE BAY THAILAND CO. LTD.
		Yapı Yüksekliği	231 m
		Kat adedi	66 +3 servis katı
		Toplam inşaat alanı	124,885 m ²
		Strüktür	Betonarme çerçeve sistem
		Yapı formu	Ortogonal(ince-uzun) dikdörtgen prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Muson iklim
		Yıllık ortalama sıcaklık	29 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	Sıcak mevsimlerde 73% Soğuk mevsimlerde 65%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	2,9 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	Güney
		İklim verilerinin tasarıma etkisi	Hakim rüzgar yönü ve rüzgar etkisinden faydalanma
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı		Tek tabakalı
	Cephe tabaka malzemesi		Alüminyum ve kompozit panel giydirmeye cephe
	Güneş denetleme ürünü		Var
	Pencere biçimi		Üstten menteşeli manuel açılır (vasistas) pencere
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı		Yok
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma sistemi		Doğal havalandırma
	Havalandırma sistemi kontrolü		Manuel
	Doğal havalandırma yöntemi		Çapraz havalandırma Gece havalandırması
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri		Rüzgar tünel testleri
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar		Hakim rüzgar yönü ve iklim özellikleri (rüzgarla beraber gelen yağışlar)
	Plan düzeyinde alınan önlemler		Kuleleri Z formu ve kademeli olarak planlayarak çapraz havalandırmayı desteklemek
	Hakim rüzgar yönüne göre uzun cephe doğu batı doğrultusunda konumlandırılan yapı, Z formu ve zikzaklı kuleler kümesi olarak tasarlanmıştır. Bu planlama kuleler arasında havalandırma bacaları oluşturularak ilave rüzgar akımı oluşturulmasına ve çapraz havalandırmanın desteklenmesine yardımcı olmaktadır.		



The Met tower, görünüş [253]



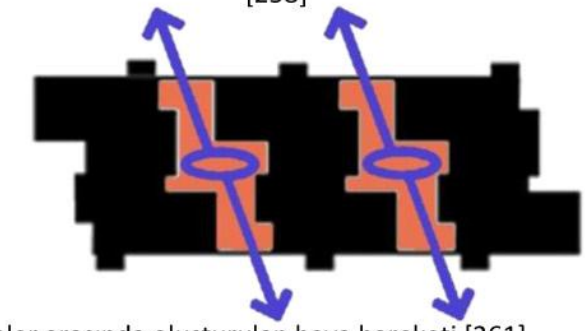
Kuleler arasındaki havalandırma boşlukları [257]



Kesitte havalandırma bacaları ve gök teraslar [257]



Çapraz havalandırmaya imkan veren dört tarafı açık planlama [258]



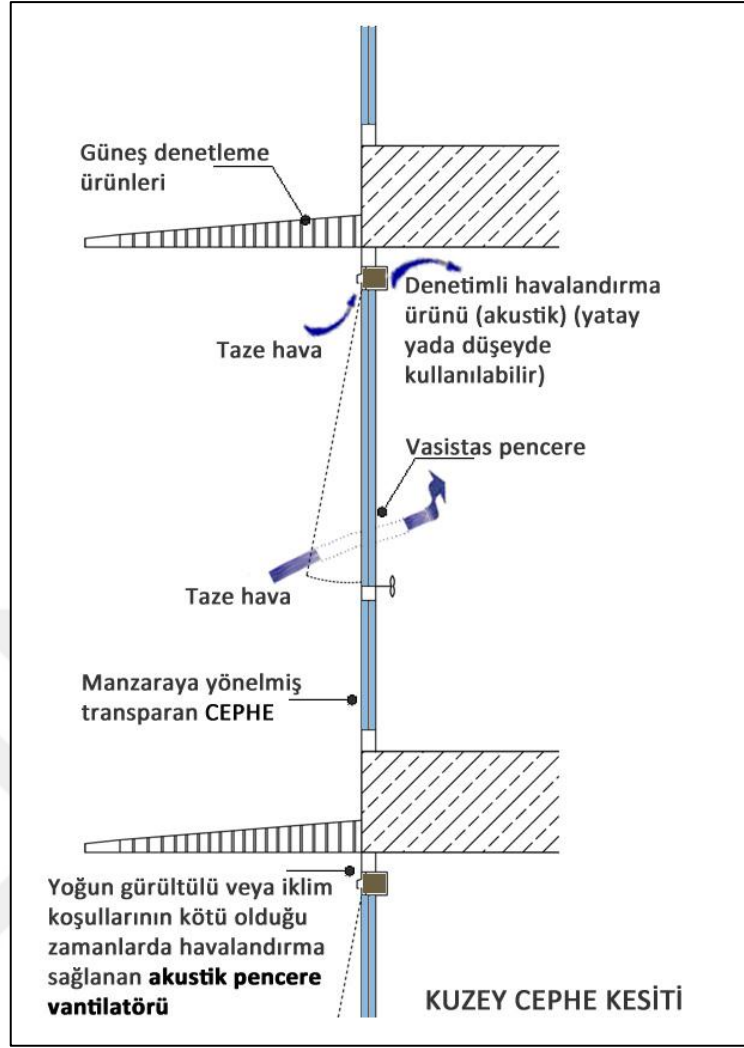
Kuleler arasında oluşturulan hava hareketi [261]

Şekil 4.6 The Met Tower inceleme künyesi

4.1.3 Hyde Tower

Hyde Tower Sidney'in sıkışık kent merkezi ve yoğun iş bölgesinde inşa edilmiş bir yapıdır. Tasarım yapılırken dairelerin tamamı şehrin önemli yeşil alanlarından olan Hyde park, Sidney limanı ve opera binasını görecektir şekilde kuzey cepheye bakacak şekilde tasarlanmıştır. Şehir manzarasına yönelmek birincil parametre olarak görülmüş ve bütün daireler kuzey güney aksında yerleştirilmiştir. Bu planlama her daire için çapraz havalandırmayı güçlendirici etkide bulunmuştur. Tüm dairelerde doğal havalandırma sağlayabilmek için açılabilir pencereler kullanılmıştır (Şekil 4.8).

Kent merkezinde yer alması nedeniyle fazla gürültü olabilecek zamanlarda da havalandırma sağlayabilmek için cephe profilleri akustik yalıtım özellikli pencere vantilöterleri (denetimli havalandırma ürünleri) ile beraber tasarlanmıştır. Kullanıcılar tarafından kontrol edilebilen ve profillerin içine yerleştirilebilen bu vantilatörler, dış mekandan gelen sesi yalıtarak doğal havalandırma yapılmasına izin verirler (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Hyatt Tower cephe - doğal havalandırma ilişkisi

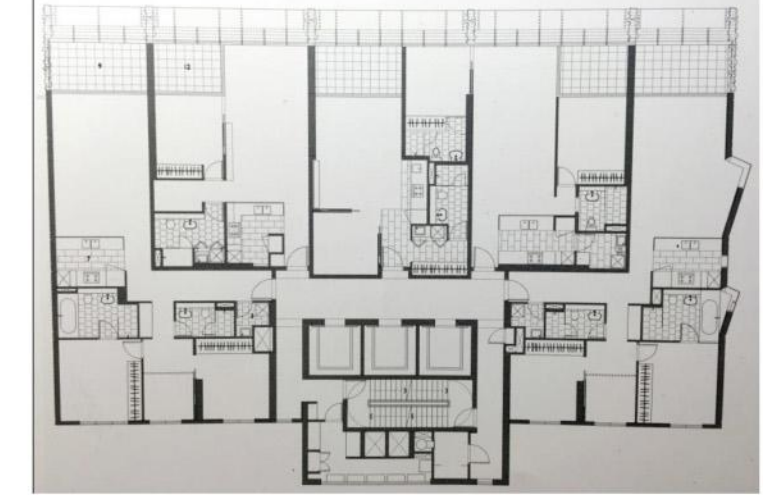
Yapının kuzey cephesi kesintisiz manzara için cam ve ince alüminyum kayıtlar kullanılarak transparan cam giydirme cephe olarak tasarlanmış ve konutların açık alanları bu yönde yerleştirilmiştir. Manzaraya açılan transparan kuzey cephede güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için her kat hizasında güneş kırıcılar kullanılmıştır ve bu sayede güneşin ısıtıcı etkisine karşı koruma sağlanır. Ayrıca her dairede bulunan açılıp kapanabilen ön balkonların, uygun hava koşullarında tamamen açılıp havalandırmayı destekleyeceği düşünülmüştür.

Kullanılan ses yalıtım özellikli pencere vantilatörü, yatayda düşeyde ve profillerin içine adapte edilerek kullanılabilir. Açılıp kapatılması, kullanıcı denetimine bırakılmıştır. Bu ürünler doğal havalandırma sağlarken ses yalıtımı dışında, toz ve böceklerle karşıda koruma sağlar [263], [264], [265], [266]

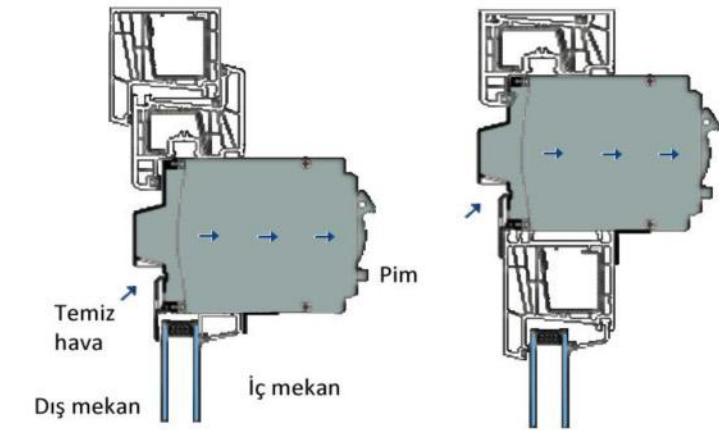
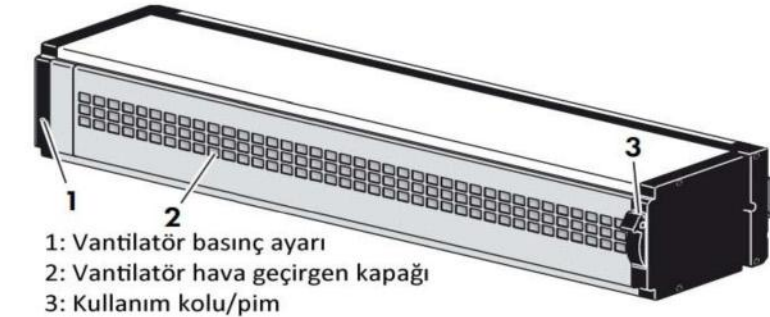
THE HYDE TOWER			
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Sidney, Avustralya
		Tamamlanma yılı	2010
		Mimarı	WOHA Architects
		İşveren	Stockland Development
		Yapı Yüksekliği	120 m
		Kat adedi	34
		Toplam inşaat alanı	31,840 m ²
		Strüktür	Betonarme çerçeve sistem
		Yapı formu	Dikdörtgen prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Ilıman Okyanus iklimi
		Yıllık ortalama sıcaklık	18 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	Sıcak aylarda 66%, Soğuk aylarda 53%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	3,8 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	Kuzeydoğu (ancak yılın %40 kuzeybatı ve güneybatı)
		İklim verilerinin tasarıma etkisi	Bilinmiyor
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı		Tek tabakalı
	Cephe tabaka malzemesi		Alüminyum giydirme cephe
	Güneş denetleme ürünü		Var
	Pencere biçimi		Üstten menteşeli manuel açılır (vasistas) pencere
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı		Denetimli havalandırma ürünleri (akustik özellikli)
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma sistemi		Karma havalandırma
	Havalandırma sistemi kontrolü		Manuel
	Doğal havalandırma yöntemi		Çapraz havalandırma
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri		Bilinmiyor
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar		Yoğun kent gürültüsü
	Plan düzeyinde alınan önlemler		Yerleşim genel olarak manzaraya göre yapılmıştır
	Yapı; kuzey cephesi şehrin manzarasına bakacak şekilde yönelmiş ve bu yerleşim her dairenin ön ve arka cephe aksında uzanmasına sebep olarak çapraz havalandırmayı güçlendirmiştir. Yoğun kent gürültüsü olan bir bölgede yer aldığı için, açılır pencereler dışında ses yalıtımlı pencere vantilatörleri ile doğal havalandırma sağlanabilmektedir.		



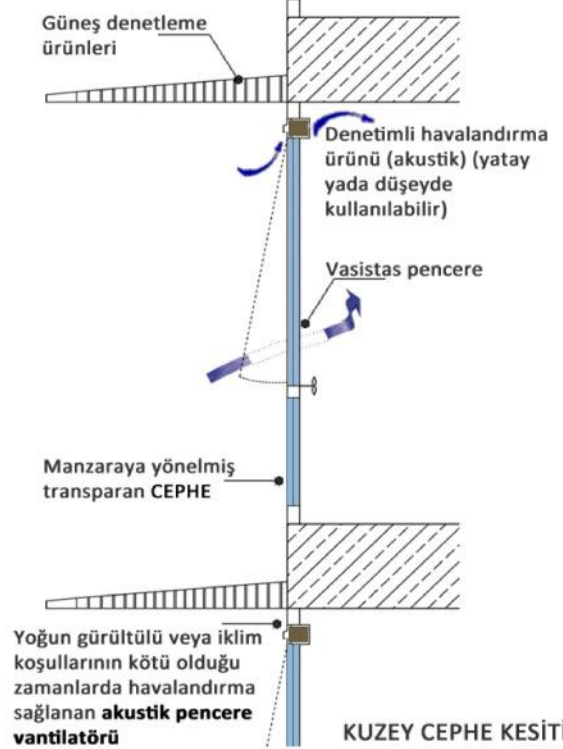
The HydeTower [266]



Kuzey/ön cephe şehrin manzarasına bakacak şekilde konumlandırılmış, havalandırmayı destekleyen plan [263]

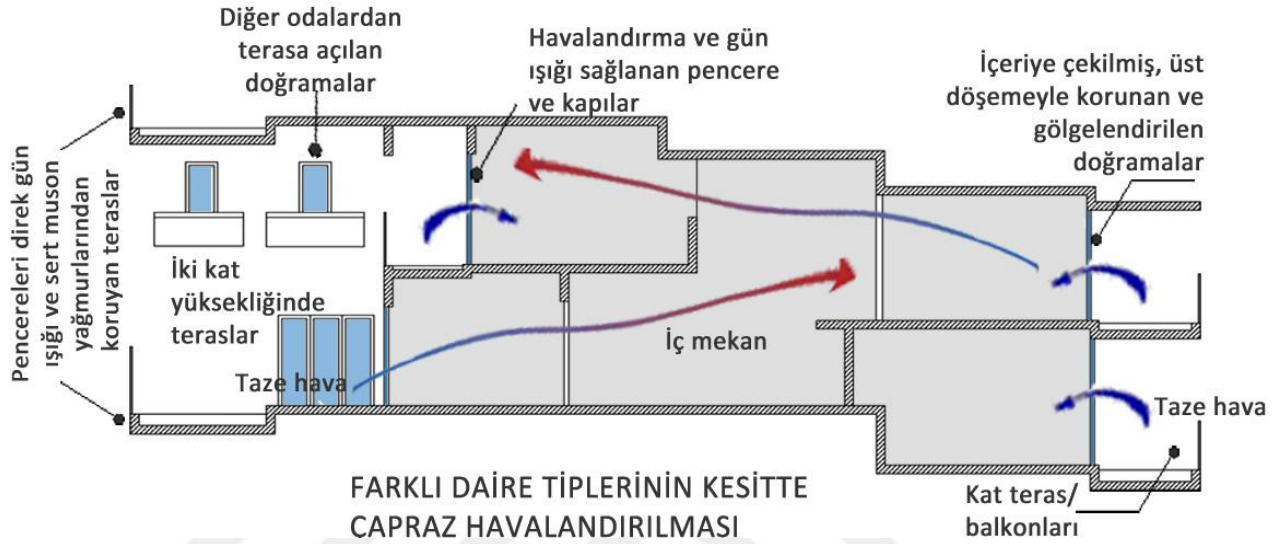


Vantilatör- doğrama yerleşimi kesitleri [267]



Şekil 4.8 Hyde Tower inceleme künyesi

İki kat yüksekliğinde teraslar ve oturma odaları sayesinde doğal havalandırma için gerekli hava sağlanmakta, oda ve dairelerin farklı tipolojik yerleşimleri sayesinde tüm daireler etkili ve verimli bir şekilde çapraz havalandırmadan faydalanabilmektedir. Yapıda güneş denetleme ürünleri kullanılsa da balkon ve teraslar sayesinde, pencerelere gölgeleme sağlanmıştır [268], [269], [270], [271], [272].



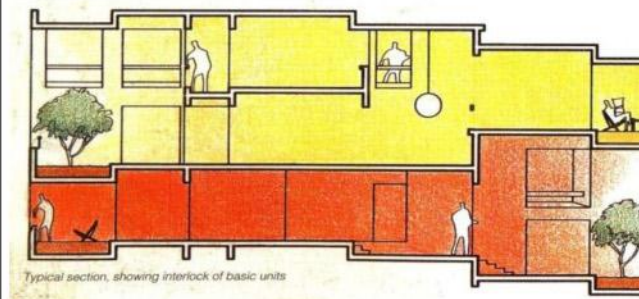
Şekil 4.10 Kanchanjunga apartmanı cephe - doğal havalandırma ilişkisi

KANCHANJUNGA APARTMANI

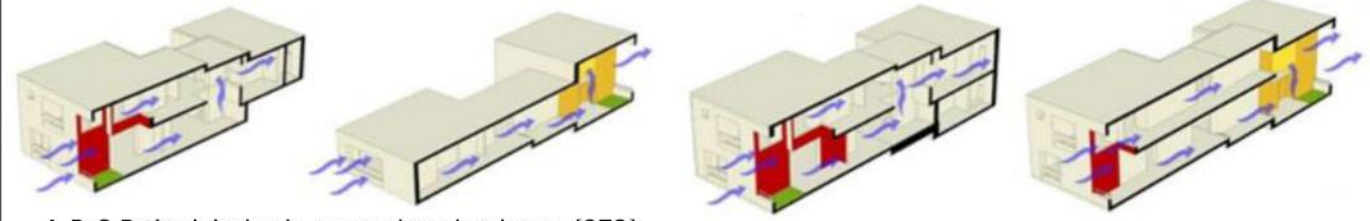
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Mumbai (Bombay),Hindistan
		Tamamlanma yılı	1983
		Mimarı	Charles Correa Associates
		İşveren	Bilinmiyor
		Yapı Yüksekliği	83,8 m
		Kat adedi	27 kat
		Toplam inşaat alanı	12.000 m²
		Strüktür	Betonarme çerçeve sistem
		Yapı formu	Boşluklu kare prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Tropikal savan iklimi
		Yıllık ortalama sıcaklık	27 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	75%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	~2,2 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	Kuzeybatı-Güneybatı
		İklim verilerinin tasarıma etkisi	Rüzgardan faydalanırken sert muson yağmurlarından korunmak
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı	Tek tabakalı	
	Cephe tabaka malzemesi	Basit cephe (betonarme ve tuğla)	
	Güneş denetleme ürünü	Yok- Verandalar ile sağlanmış	
	Pencere biçimi	İçe normal açılır pencere	
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı	Yok	
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma Sistemi	Doğal havalandırma	
	Havalandırma sistemi kontrolü	Manuel	
	Doğal havalandırma yöntemi	Çapraz havalandırma Gece havalandırması	
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri	Yok	
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar	Hakim rüzgar yönü ve iklim özellikleri	
	Plan düzeyinde alınan önlemler	1,5 ve 2,5 kat yüksekliğinde daire planlamasıyla konutların havalandırmadan en verimli şekilde faydalanması	
	Hakim rüzgar yönü ve deniz meltemlerine göre doğu-batı doğrultusunda konumlandırılan yapı, bu konumlanmayla aynı zamanda direk güneş ışığı ve sert muson yağmurlarının da geliş yönüne açık olmaktadır.Bu olumsuz etkilerden korunmak için bir ve iki kat yüksekliğinde teraslar yapılmış teraslar sayesinde havalandırılan mekanlar güneş ve yağmur etkisinden korunmuştur (veranda prensibi).		



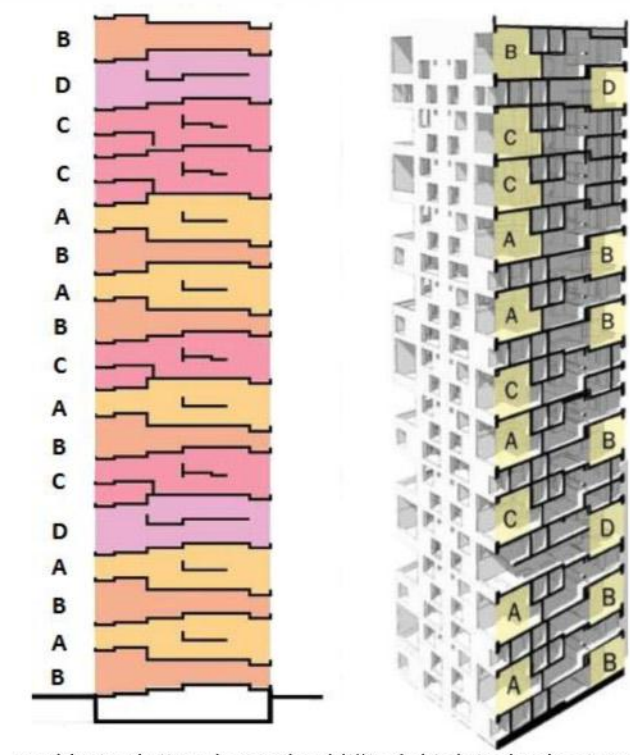
Kancahnajunga apartmanı görünüş [272]



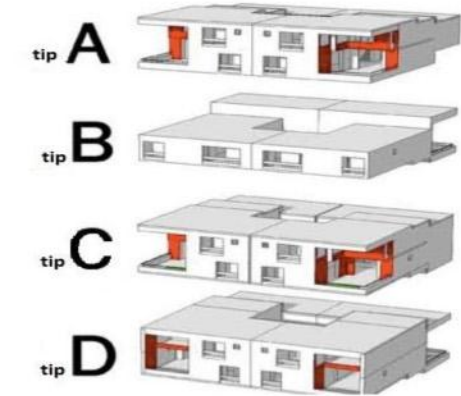
Kancahnajunga apartmanı 1.5 ve 2,5 kat yüksekliğinde konutlar ve havalandırmaya olabildiğince açılım sağlayan 1-2 kat yüksekliğinde teraslar [269]



A-B-C-D tip dairelerde çapraz havalandırma [273]



Farklı tipoloji ve kat yüksekliğindeki daireler kesit yerleşimi ve perspektif [273]



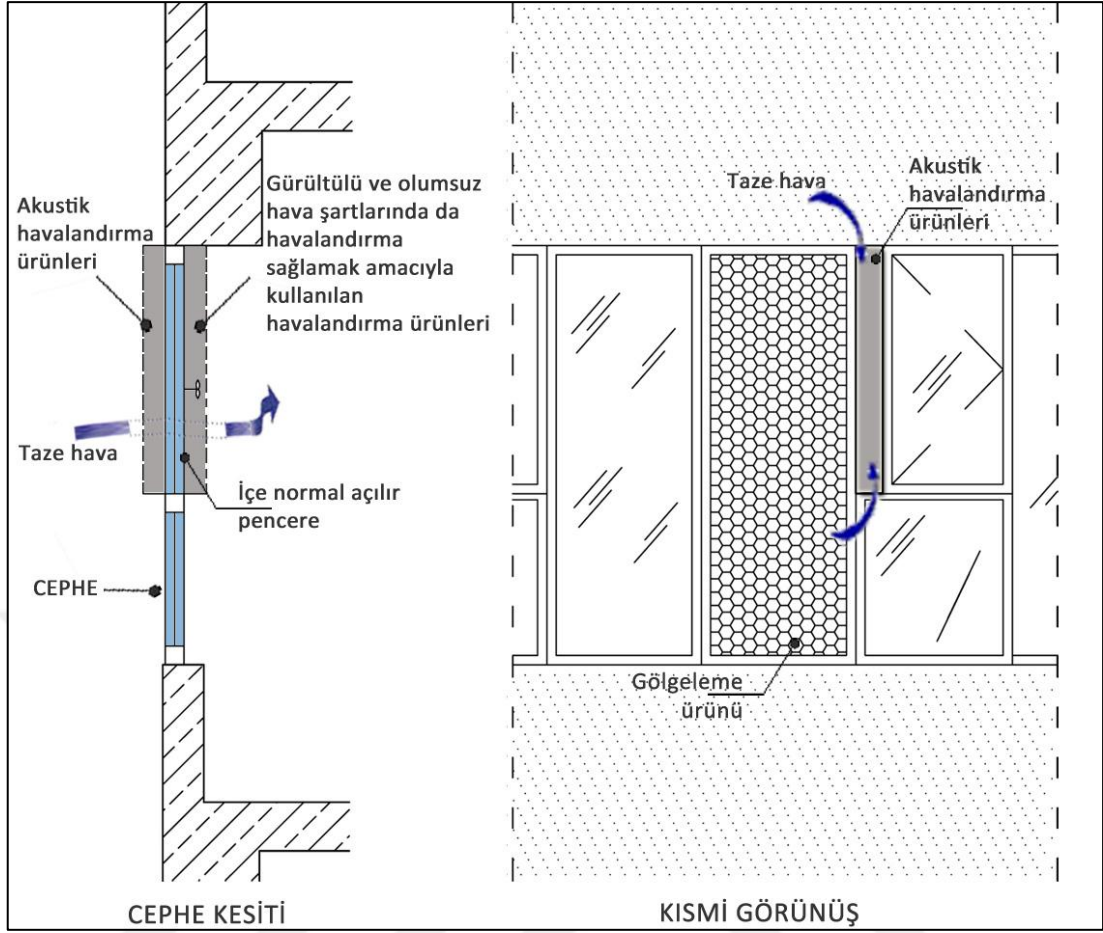
Dört farklı tipteki daireler [273]

Şekil 4.11 Kanchanjunga Apartmanı inceleme künyesi

4.1.5 Panorama City Apartmanları

Bratislava’da yapılmakta olan ve şehrin en yüksek yapılarından olan 33 katlı **Panorama City Apartments**, ılıman karasal iklimin hakim olduğu bir bölgede yer alır. Soğuk ve nemli kış mevsimlerinin aksine yaz mevsimi sıcak geçer ve genelde rüzgarlıdır. Yılın büyük çoğunluğunda yağış görülür.

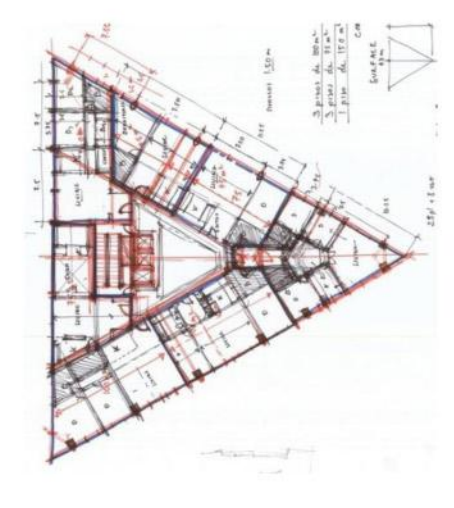
Panorama City, iki adet 108 metre yüksekliğinde üçgen formda tasarlanan konut kulesi, ofis-alışveriş merkezi-sosyal alanlar ve yeşil alanlarla beraber bir kompleks olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.13). Panorama City Apartmanları’nda, rüzgarlı ve yağışlı bir iklimde olması nedeniyle pencerelerin açıl(a)mayacağı durumlarda da iç mekana taze hava sağlanabilmesi amacıyla, pencereler ve doğramalarda denetimli havalandırma ürünleri kullanılmıştır (Şekil 4.12). Yapıda tüm mekanlarda bulunan, yatay ve düşeye yerleştirilen bu ürünler, gürültüye karşı korunaklı, akustik özellikli olup elle kontrol edilmektedir. Dairelerde bireysel olarak kullanıcı kontrolünde olan (her daire için ayrı) mekanik soğutma sistemi de kullanılmaktadır [274], [275], [276].



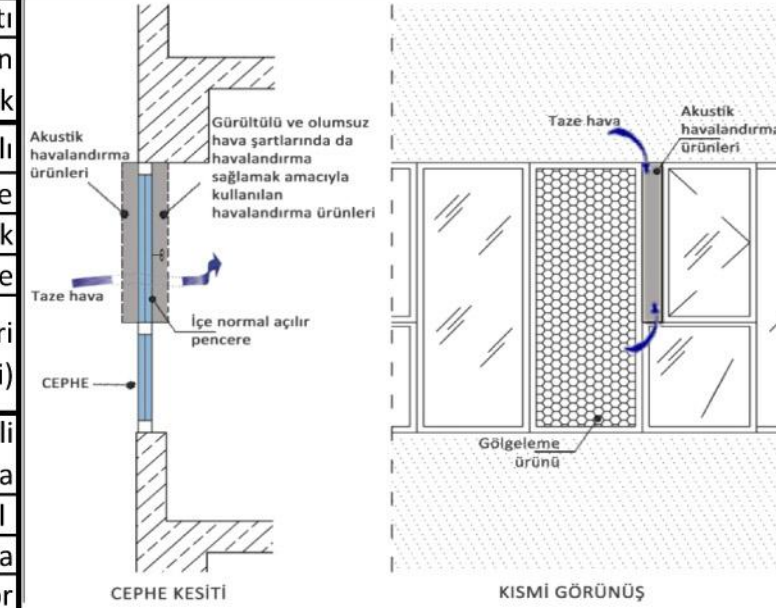
Şekil 4.12 Panorama City Apartments cephe - doğal havalandırma ilişkisi

PANORAMA CITY APATMANLARI

GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Bratislava ,Slovakya
		Tamamlanma yılı	Yapım aşamasında
		Mimarı	Ricardo Bofill, Juraj Hermann
		İşveren	Bilinmiyor
		Yapı Yüksekliği	108 m
		Kat adedi	33 kat
		Toplam inşaat alanı	51.675 m²
		Strüktür	Betonarme çerçeve sistem
		Yapı formu	Triangular (üçgen formlu) prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Ilıman Karasal iklim
		Yıllık ortalama sıcaklık	10,8 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	73%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	3,7 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	KuzeyBatı
İklim verilerinin tasarıma etkisi		Rüzgarlı ve yağışlı iklim etkilerinden korunmak	
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı	Tek tabakalı	
	Cephe tabaka malzemesi	Kompozit- cam giydirmce cephe	
	Güneş denetleme ürünü	Yok	
	Pencere biçimi	İçe normal açılır pencere	
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı	Denetimli havalandırma ürünleri (akustik özellikli)	
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma Sistemi	Doğal havalandırma destekli Mekanik havalandırma	
	Havalandırma sistemi kontrolü	Manuel	
	Doğal havalandırma yöntemi	Tek yönlü havalandırma	
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri	Bilinmiyor	
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar	İklim özellikleri	
	Plan düzeyinde alınan önlemler	Bulunmuyor	
	Yılın genelinde yağışlı, soğuk kışların aksine sıcak ve rüzgarlı yaz mevsimi yaşanan bölgede yılın her zamanında konutlara taze hava sağlayabilmek amacıyla açılabilir pencerelerin yanı sıra akustik özellikli pencere vantilatörleri (yatayda ve düşeyde) de kullanılmıştır.Manuel olarak kullanıcılar tarafından kontrol edilecektir.		



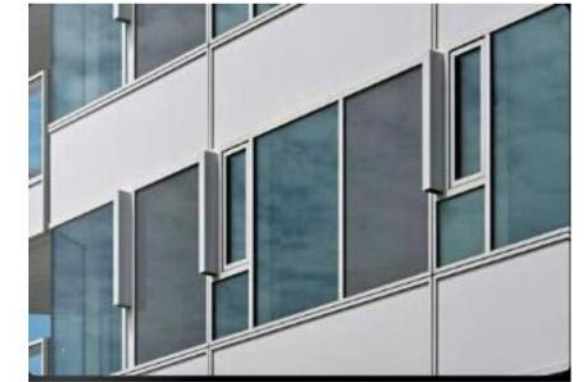
Panorama City Apartments, genel görünüş [274] ve üçgen formda plan [275]



Vantilatörlerin görünümü düşey kullanım



Vantilatörlerin yatayda kullanımı iç mekan [276]

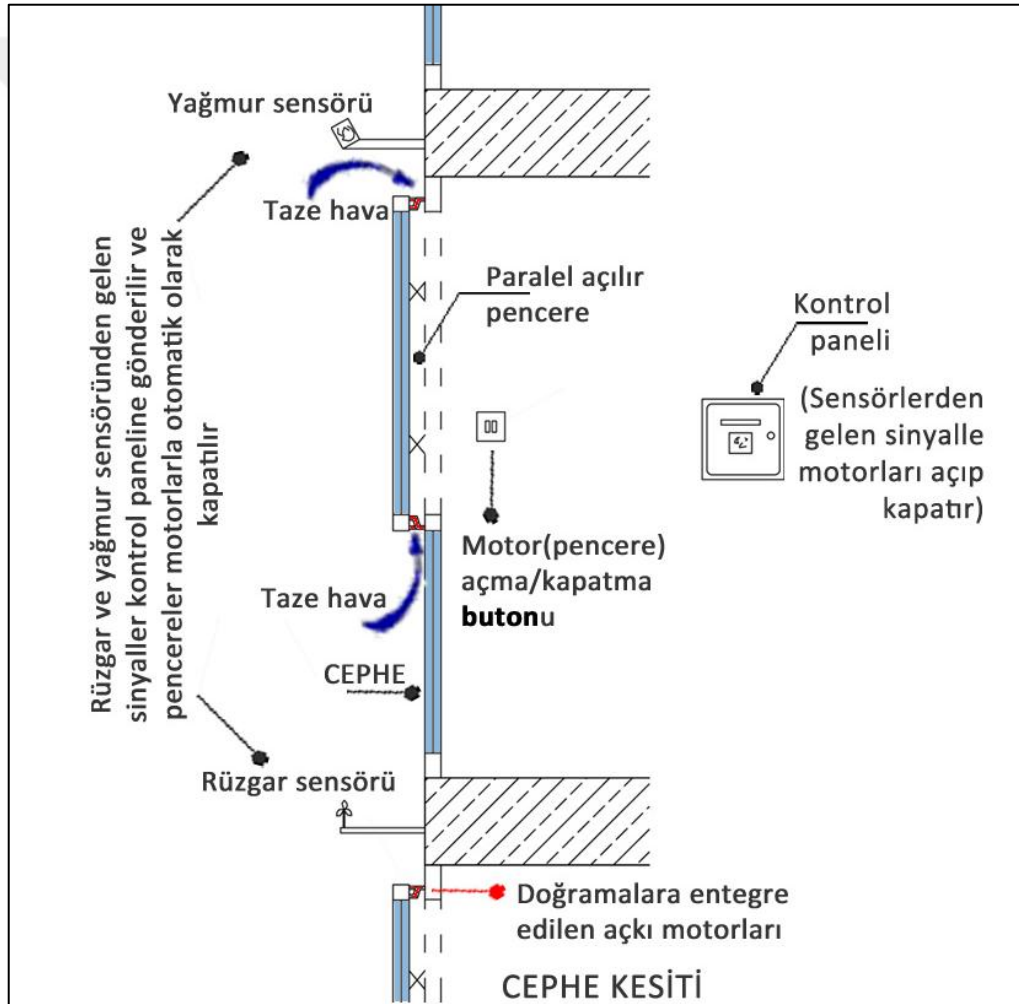


Vantilatörlerin cephede görünüşü [276]

Şekil 4.13 Panorama City Apartments inceleme künyesi

4.1.6 Henninger Tower

Meixner Schlüter Wendt mimarlık tarafından tasarlanan **New Henninger** konut kulesi; Avrupa'daki en yüksek gökdelenlere sahip olan şehir olarak bilinen Frankfurt'ta, dünyanın en yüksek silosu olan 119.5 metre yüksekliğindeki eski Henninger kulesinin yerine, 37 kat ve 140 metre yüksekliğinde yapılmaktadır (Şekil 4.15). Yapının ses yalıtımlı paralel pencerelerinde, taze havanın verimli olarak iç mekana alınmasını sağlayacak motorize bir sistem kullanılacaktır. Pencerelerde bulunacak olan pencere açkı ve kilit sistemleri (pencere motorları) otomatik olarak kontrol edilecek olup gerektiğinde kullanıcı kontrollü bir butonla da müdahale edilebilecektir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 New Henninger Tower cephe - doğal havalandırma ilişkisi⁷

⁷ Yağmur/ rüzgar sensörlerinin yerleşimi temsili olarak gösterilmiştir. Yapı yüksekliğine göre (iklim şartlarının farklı yüksekliklerde farklı olması sebebiyle) değişen adetlerde ve belirli kat aralıklarına yerleştirilirler.

Kullandığı teknoloji sayesinde doğrama profillerinin içine gömülerek dışarıdan görülmeyecek olan motorlar estetik olarak da tercih edilebilir bir sistemdir. Taze dış hava ile iç mekan havasının ve sıcaklığının değişimi sağlanarak, düşük maliyetli ve kaliteli iç mekan havası elde edilmiş olacaktır. Paralel pencereler ve kış bahçelerinde bulunan tavan/çatı pencereleri kontrol paneliyle otomatik olarak kontrol edilecektir. Yapının dışına farklı kat yüksekliklerine yerleştirilen sensörler sayesinde havalandırmanın verimli ve güvenli olmadığı hava koşullarında (aşırı rüzgar hızı, yağmur, fırtına gibi) yapı otomasyon sistemiyle haberleşerek senkronize bir şekilde açık olan pencerelerin kapatılması ve kilitlenmesi sağlanacaktır. Bunun dışında kullanıcı, tercihinine bağlı herhangi bir durumda butona basarak da pencerelerin kapatılmasını sağlayabilecektir [277], [278], [279].

NEUER HENNINGER TURM (NEW HENNINGER TOWER)

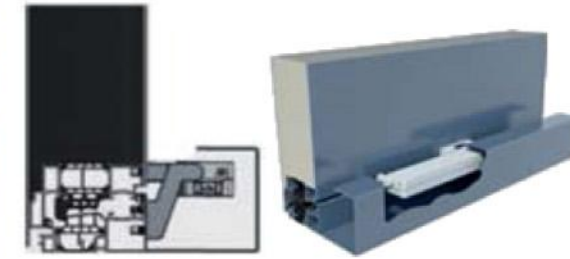
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Frankfurt Am Main, Almanya
		Tamamlanma yılı	Yapım aşamasında
		Mimarı	Meixner Schlüter Wendt Architekten
		İşveren	Henninger GmbH & Co. KG
		Yapı Yüksekliği	140 m
		Kat adedi	37 kat
		Toplam inşaat alanı	~16.300 m²
		Strüktür	Betonarme çerçeve sistem
		Yapı formu	Kare prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Karasal iklim
Yıllık ortalama sıcaklık		10 °C	
Yıllık ortalama nem oranı		Sıcak aylarda 53% Soğuk aylarda 76%	
Yıllık ort. rüzgar hızı		4 m/sn	
Hakim rüzgar yönü		Güney- Güneybatı	
İklim verilerinin tasarıma etkisi		Bulunmuyor	
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı	Tek tabakalı	
	Cephe tabaka malzemesi	Alüminyum giydirme cephe	
	Güneş denetleme ürünü	Bilinmiyor	
	Pencere biçimi	Paralel pencere ve çatı pencereleri	
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı	Havalandırmaya yardımcı pencere motorları	
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma Sistemi	Doğal havalandırma	
	Havalandırma sistemi kontrolü	Manuel/ Otomatik	
	Doğal havalandırma yöntemi	Çapraz ve tek yönlü havalandırma	
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri	Bilinmiyor	
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar	İklim özellikleri ve yüksek katlarda dahi pencerelerin açılabilmesi	
	Plan düzeyinde alınan önlemler	Bulunmuyor	
	Eski kule yıkılarak yerine yenisi yapılmakta olan kule, yapı yüksekliği arttıkça artan rüzgar hızlarına maruz kalacak ve belirli bir yükseklikten sonra manuel olarak pencere açmak hem zorlaşacak olup hemde yönetmeliklere göre mümkün olmayacaktır. Bunlara çözüm olarak kullanılan paralel ve vasistas pencerelere yerleştirilecek motorlu açma sistemleriyle güvenli açılım ve havalandırma sağlanabilecektir.Güvenli rüzgar düzeyinin üzerine çıkılması veya yağmur başlaması durumunda sensörlerin otomasyona gönderdiği sinyalle kanatlar otomatik olarak kapatılacaktır.		



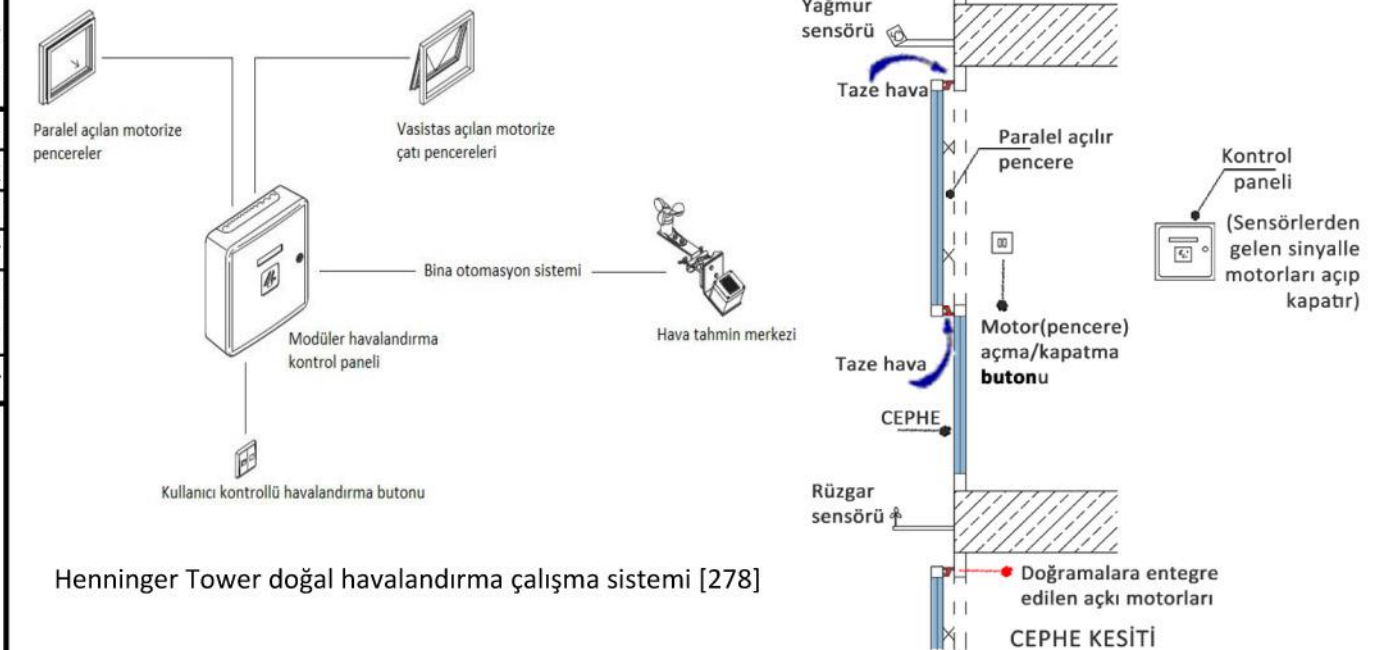
Eski ve yeni Heninger kulesi genel görünüş [277]



Paralel pencere doğrama içine motor yerleşimi ve kesit(üstte) [277]



Vasistas çatı penceresi motor yerleşimi ve kesiti [277]

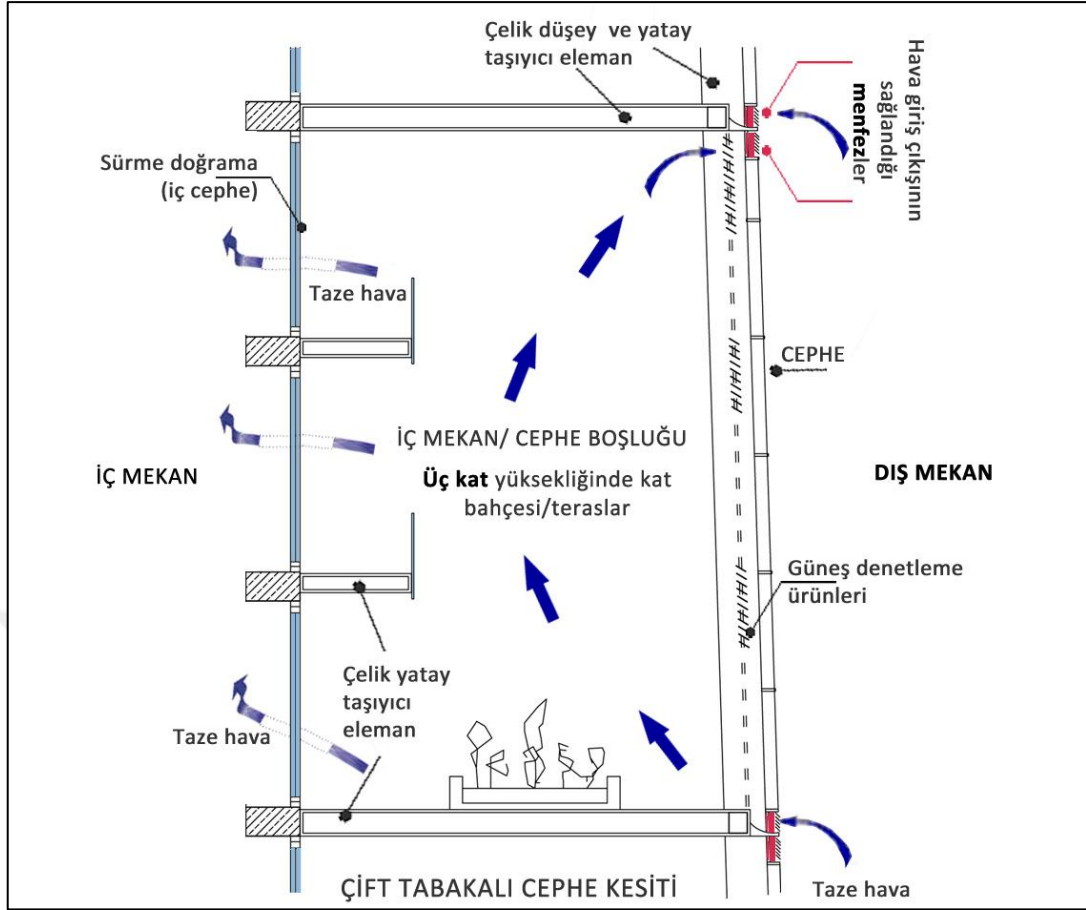


Şekil 4.15 New Henninger Tower inceleme künyesi

4.1.7 Sapphire İstanbul

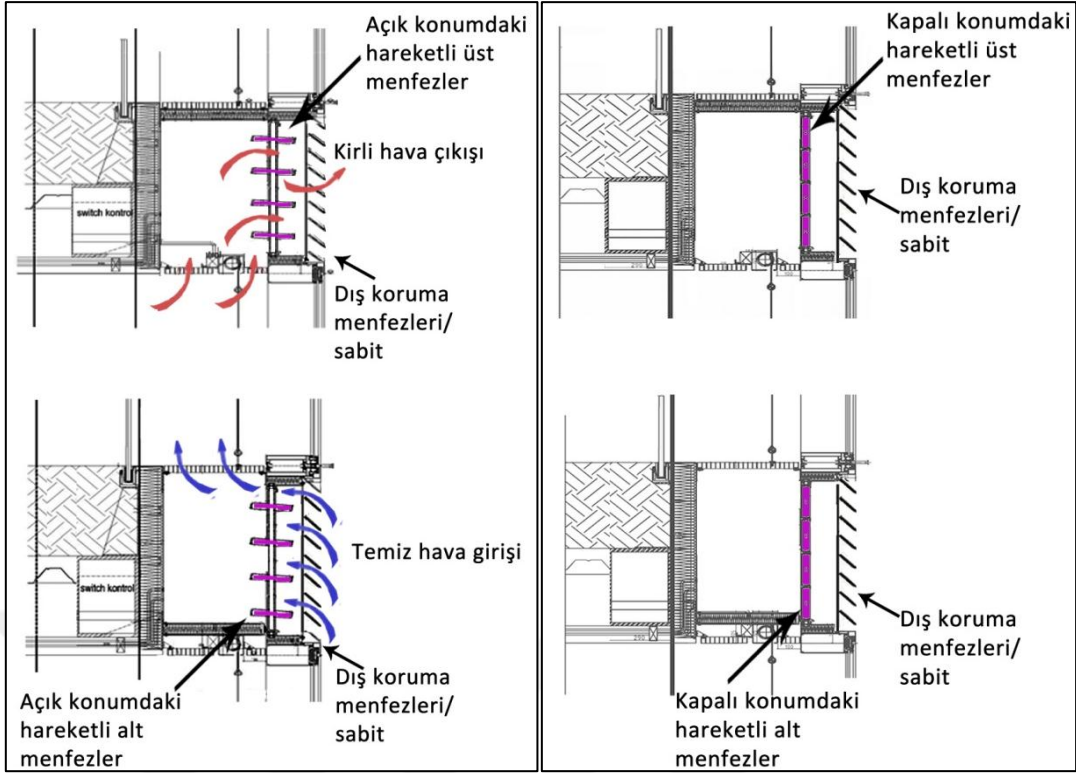
Sapphire, İstanbul'un en önemli iş merkezi akslarından biri olan Levent-Maslak aksı üzerinde yer almaktadır. Türkiye'nin en yüksek binası olma özelliğinin yanı sıra ilk çift tabakalı yüksek yapısı olma özelliğini de taşır. Sapphire çift tabakalı cephenin farklı bir uygulamasıdır. Uygulanan çift tabakalı cephelerde katmanlar arası boşluk genişliği genelde bir metreyi geçmezken, bu yapıda metrelerce boşluk bırakılmış hatta bu alanlar iç bahçe olarak kullanılmıştır (Şekil 4.18).

Kule dört konut kuşağına ayrılmış ve bu dört konut kuşağı kendi içerisinde üç katta bir, kat bahçeleri oluşturacak şekilde bölünmüştür. Alt kottan başlayarak birinci, ikinci ve üçüncü konut kuşaklarında üç katta bir, dördüncü kuşakta ise her katta bölünmüştür. Cepheler arası boşluğun havalandırılması doğal havalandırma yöntemiyle sağlanmaktadır. Taze hava, cephe ve kirişlerin birleşim alanlarına yerleştirilen havalandırma menfezleri aracılığıyla alınıp üç kat boyunca dağıtılmakta ve ısınan havanın yükselmesi prensibiyle (baca etkisi) üst kısımda yer alan menfezlerden dışarı atılmaktadır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Sapphire çift tabakalı cephe- doğal havalandırma ilişkisi

Doğal havalandırma menfezleri hava koşullarına göre otomatik olarak açılıp kapanmaktadır. Cepheler arasındaki boşluğun sıcaklığı otomasyon ünitesi tarafından belirlenen sıcaklığın üzerine çıktığında menfezler açılır ve sıcak hava tahliye edilir. Cephe boşluğuna yerleştirilen sensörler sıcaklık verilerini toplayarak menfeze sinyal gönderirler. Menfezdeki konvektör sinyali alınca, havalandırma menfezi yapraklarının kendi eksenlerinde dönerek açılmasını sağlar, alt menfezlerden taze hava girerken üst menfezlerden de kirli hava tahliye edilmiş olur. Ancak, rüzgar hızının 45 km/h in üzerine çıkması durumunda, kullanıcı sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde, cephe boşluğunda oluşacak hava akımını önlemek için kapalı konuma geçerler ve sadece yangın alarmıyla açılırlar. Bunun yanı sıra, rüzgar etkilerini azaltmak ve yağmurun nüfuz etmesini önlemek için, hareketli menfezlerin dışında 45°'lik bir açıyla sabit duran menfezler bulunmaktadır. Açık-kapalı konumdaki havalandırma menfezlerinin ve dışındaki koruma ürünlerinin detayları Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17 Sapphire, açık ve kapalı konumdaki alt ve üst menfez detayları [280]

Uzunluğu ve formu sebebiyle narin bir yapıya sahip olan kulede kullanılan çift tabakalı cephe, dış tabaka rüzgar, yağmur gibi olumsuz hava koşullarından ve gürültüden kullanıcıları korurken, doğal havalandırmalı ara boşluğa açılan balkon ve pencerelerle iç mekanlara taze hava alımı sağlanmış, aynı zamanda oluşturulan bahçelerle yüksek katlarda dahi üç katlı bahçeli bir evde yaşama ölçeğini ve hissini vermektedir. Yapıda çift tabakalı cephe kullanılmasıyla sağlanan enerji tasarrufu % 25-30 civarındadır [280], [281], [282], [283], [284].

İSTANBUL SAPPHİRE			
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	İstanbul, Türkiye
		Tamamlanma yılı	2011
		Mimari	Tabanlıoğlu Architects
		İşveren	Kiler GYO
		Yapı Yüksekliği	231m+30m (anten):261 m
		Kat adedi	61 kat (10 katı zemin altında)
		Toplam inşaat alanı	165.140 m ²
		Strüktür	Betonarme ve çelik kompozit sistem
		Yapı formu	İnce dikdörtgen prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Ilıman iklim (Karadeniz ve Akdeniz iklimi arasında geçiş bölgesi)
		Yıllık ortalama sıcaklık	14 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	79%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	3,2 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	Kuzeydoğu
		İklim verilerinin tasarıma etkisi	Rüzgar hızı ve sıcak-soğuk iklim şartlarından 2. tabaka ile korunmak
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı		Çift tabakalı
	Cephe boşluk genişliği		Değişken
	Cephe tabaka malzemesi		İç cephe kompozit, Dış cephe panel sistem cam giydirme cephe
	Yapısal cephe türü		Koridor tipi ve çok katlı çift tabakalı cephe
	Güneş denetleme ürünü		Var
	Pencere biçimi		Sürme doğrama
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı		Çift tabakalı cephe- dış kabukta kullanılan doğal havalandırma menfezleri
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma Sistemi		Doğal havalandırma destekli Karma havalandırma
	Havalandırma sistemi kontrolü		Otomatik
	Doğal havalandırma yöntemi		Baca etkisi ve tek yönlü havalandırma
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri		Rüzgar tüneli testi
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar		İklim koşulları, rüzgar etkisi ve kent gürültüsü
	Plan düzeyinde alınan önlemler		Bulunmuyor
	Yoğun iş merkezi aksında yer alan, sıcak soğuk farkları fazla olan ve rüzgarlı bir iklimde yer alan kulede çift tabakalı cephe kullanılmıştır. Cepheler arası boşluk doğal havalandırma yöntemiyle havalandırılmaktadır. Boşluğa açılan iç cephe doğramalarının açılması ile en yüksek katlarda bile iç mekanlara taze hava alınabilmektedir. Dış cephede yer alan menfezler sayesinde yağmur rüzgar vs durumlarda da taze hava sağlanır.		

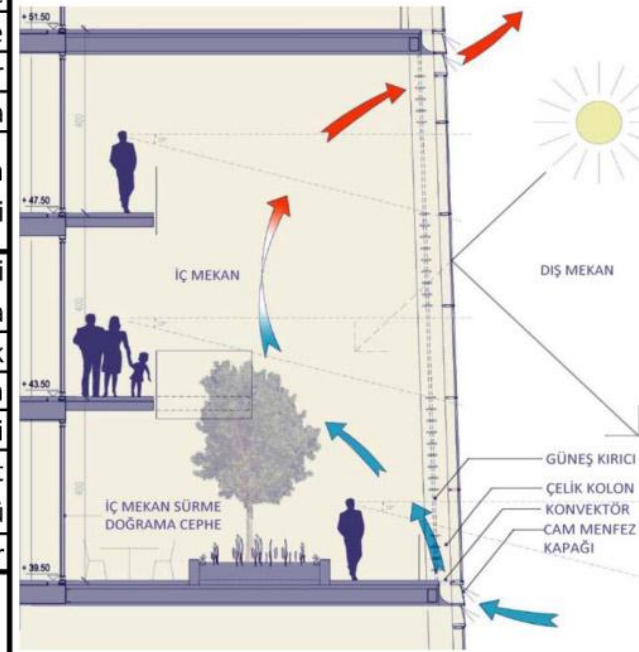


İstanbul Sapphire kulesi genel görünüş [282]

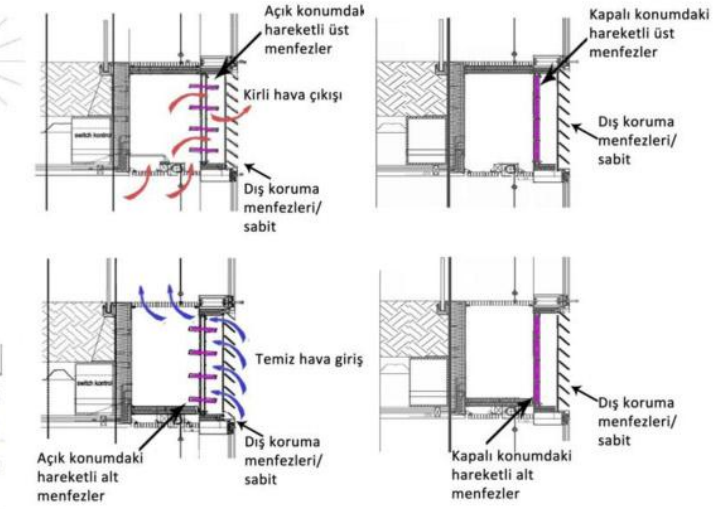


Konut kuşaklarını gösteren kesit [280]

Üç kat yüksekliğinde kat bahçeleri kesit perspektif [280]



Üç katlı cephe boşluğunun havalandırma prensibi [283]



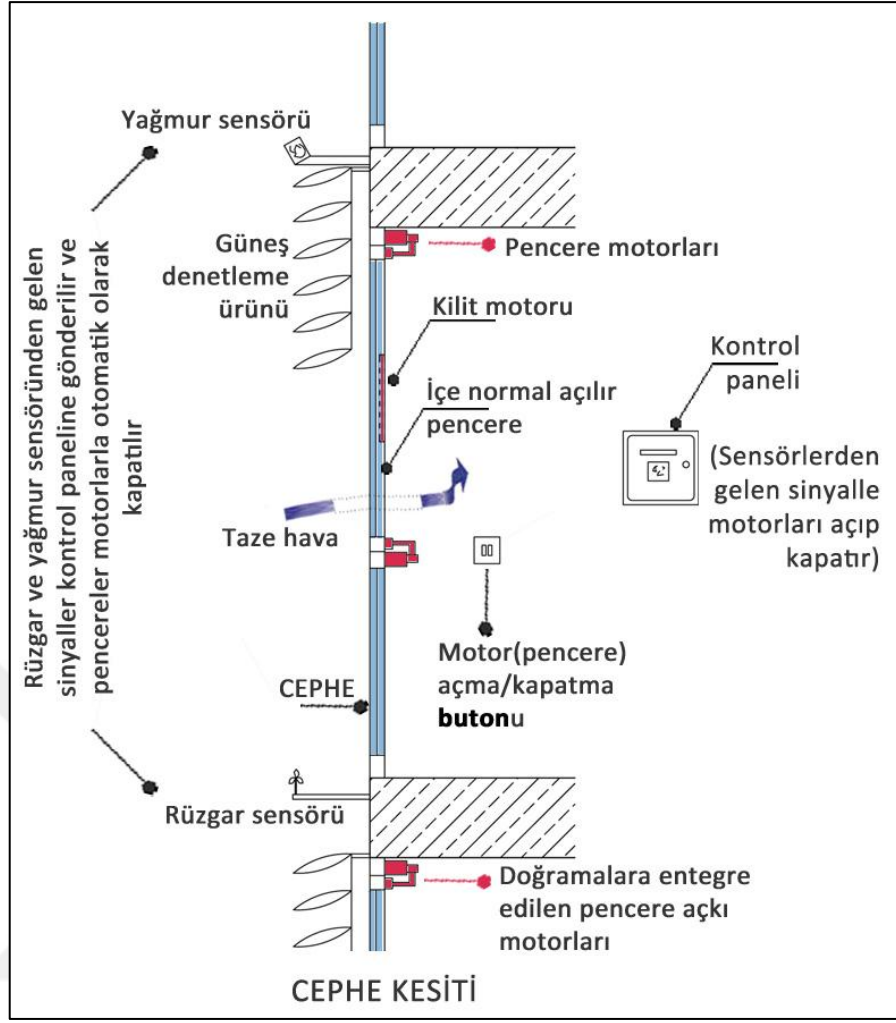
Açık ve kapalı konumdaki alt/üst menfez detayları [280], [281]

Şekil 4.18 İstanbul Sapphire inceleme künyesi

4.1.8 Çiftçi Towers

Çiftçi Towers ikiz konut kuleleri, İstanbul'da Beşiktaş, Mecidiyeköy ve Maslak üçgeninin ortasında yer almaktadır. Zemin üzerinden 45'er katlı ve 180 metre olarak inşasına devam edilen yapı, taze havanın yapı içine alınabilmesi için açılabilir pencere kanatları bulundurmaktadır. Cephede bulunan güneş kırıcılar sayesinde güneşin ısıtıcı etkisinden korunarak güneş ışığından kontrollü olarak faydalanmak ve bu yollarla enerji verimliliği sağlamak amaçlanmıştır (Şekil 4.20).

Kademeli formu sayesinde boğaz ve haliç manzarasına hakim olmakla beraber bu planlama havalandırmayı desteklemekte ve dairelerin havalandırılmasında birbirine engel olmalarını önlemektedir. Yapıda kullanılan içe normal açılır pencere kanatları, doğramalara entegre edilen kontrollü motorize pencere açkı sistemleri ile otomatik olarak açılıp kapatılabilecektir (Şekil 4.19). Kumanda/buton ile kontrol edilecek olan pencereler, dış mekana yerleştirilen hava durumu algılayıcı sensörler sayesinde rüzgar, basınç, yağmur vb. olumsuz hava koşulları olması halinde motorlara sinyal göndererek kapanmalarını sağlamaktadır. Pencerelerde kullanılacak olan motorların detayları Şekil 4.20'de verilmiştir. Pencerelerde kullanılacak olan bir adet kanat açma-kapama motoru, bir adette kapalı kalmasını sağlayacak olan kilit motoru birbiriyle haberleşerek senkronize çalışacaktır [285], [286].



Şekil 4.19 Çiftçi Towers cephe- doğal havalandırma ilişkisi⁸

⁸ Yağmur/ rüzgar sensörlerinin yerleşimi temsili olarak gösterilmiştir. Yapı yüksekliğine göre (iklim şartlarının farklı yüksekliklerde farklı olması sebebiyle) değişen adetlerde ve belirli kat aralıklarına yerleştirilirler.

ÇİFTÇİ TOWERS

GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	İstanbul, Türkiye
		Tamamlanma yılı	Yapım aşamasında
		Mimarı	John McAslan & Partners
		İşveren	Çiftçiler Gayrimenkul ve Türkerler Holding
		Yapı Yüksekliği	180 m
		Kat adedi	45 kat
		Toplam inşaat alanı	292.000 m ²
		Strüktür	Betonarme ve çelik kompozit sistem
		Yapı formu	Dikdörtgen prizma
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	İklim türü	Ilıman iklim (Karadeniz ve Akdeniz iklimi arasında geçiş bölgesi)
		Yıllık ortalama sıcaklık	14 °C
		Yıllık ortalama nem oranı	79%
		Yıllık ort. rüzgar hızı	3,2 m/sn
		Hakim rüzgar yönü	Kuzeydoğu
		İklim verilerinin tasarıma etkisi	Rüzgar hızı
CEPHE ÖZELLİKLERİ	Cephe tabaka sayısı		Tek tabakalı
	Cephe tabaka malzemesi		Alüminyum giydirme cephe ve porselen seramik kaplama
	Güneş denetleme ürünü		Var
	Pencere biçimi		İçe normal açılır pencere
	Cephede pencere dışında kullanılan havalandırma elemanı		Yok
DOĞAL HAVALANDIRMA İLKELERİ	Havalandırma sistemi		Doğal havalandırma destekli Karma havalandırma
	Havalandırma sistemi kontrolü		Manuel/Otomatik
	Doğal havalandırma yöntemi		Çapraz ve tek yönlü havalandırma
	Doğal havalandırma tasarım gereçleri		Var (uygulanacak cephe doğrama sistemi ve pencere açkı sistemleri gerekli rüzgar, yağmur, basınç vs. dayanım testlerinden geçirilmiştir)
	Yapı tasarlanırken, doğal havalandırma için göz önünde bulundurulmuş unsurlar		İklim koşulları ve yüksek katlarda pencere açılabilmesi
	Plan düzeyinde alınan önlemler		Kademeli planlama yapılarak havalandırmayı destekleme
	Her dairede bulunan açılabilir pencereler sayesinde doğal havalandırma yapılabilecek olup konutların manzaraya yönelmesi sebebiyle kademeli olarak planlanması çapraz havalandırmayı destekleyecektir. Kanatlara yerleştirilen otomatik açkı sistemleri ile otomatik olarak açılacak olan kanatlar, güvenli rüzgar hızının üzerine çıkılması ve yağış durumunda sensörler sayesinde otomatik olarak kapanacaktır.		

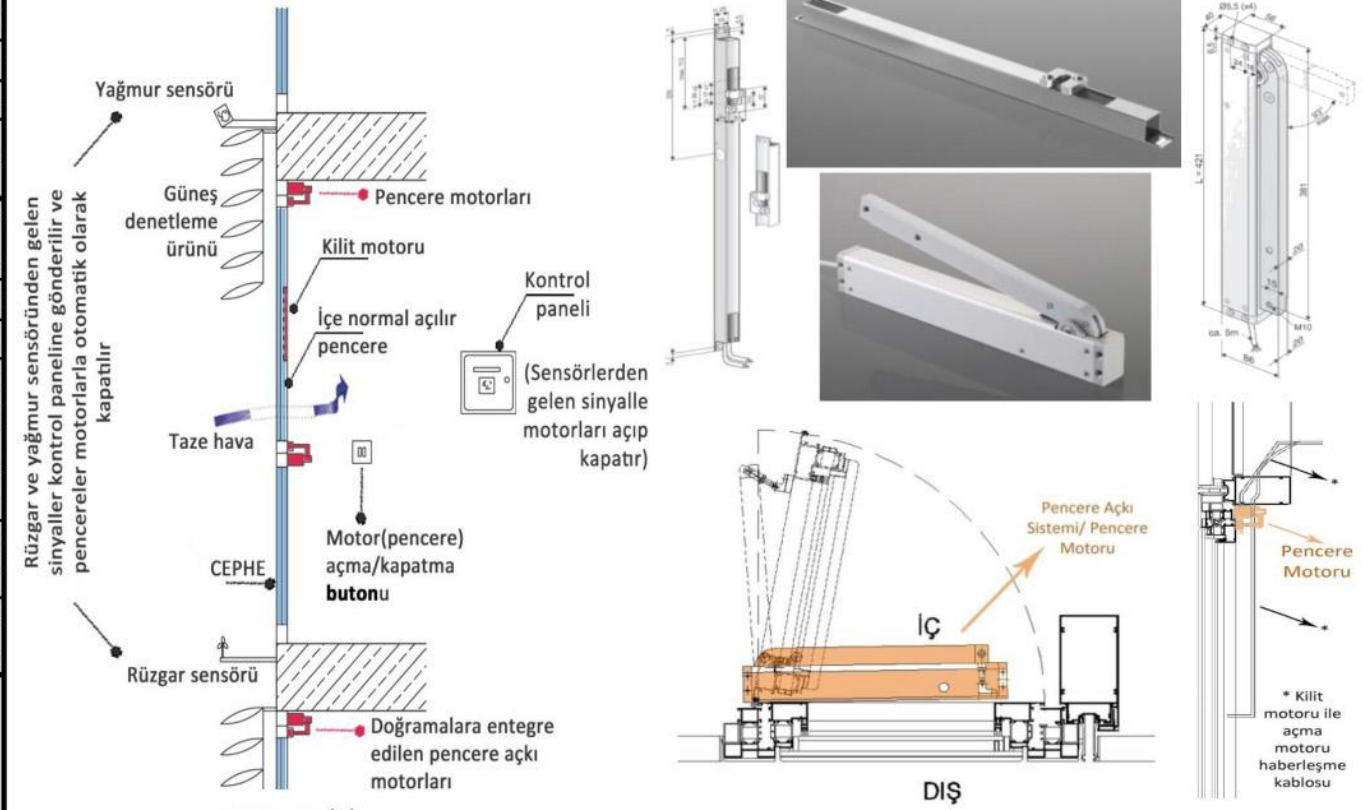


Çiftçi towers ikiz kuleleri [285]



Çiftçi towers kademeli cephesi ve kat planları modelleme [286]

Kullanılan pencere motorları [287], altta



Kullanılan pencere motorları kesit ve plan detayı

Şekil 4.20 Çiftçi Towers inceleme künyesi

4.2 İncelenen Yapıların Değerlendirmesi

Tez kapsamında 8 adet yüksek katlı konut yapısı; ortak bir künye bazında değerlendirilmiş, genel özellikler, cephe özellikleri ve doğal havalandırma ikeleriyle özetlenmiştir. Tezde yer almayan, araştırmalar sırasında karşılaşılan doğal havalandırmalı cepheye sahip yüksek yapıların büyük çoğunluğunun ofis yapısı olduğu görülmüştür.

Yüksek yapıların geçmişine bakıldığında daha çok ofis yapıları, şirketlerin yönetim ve genel merkezlerinin yani ticari amaçlı kullanılan yapıların yükselmeye başladığı görülür. Zamanla kullanıcının gününün bir bölümü ya da büyük çoğunluğunu geçirdiği mekanlar haline gelen ofis yapılarının iklimlendirme sistemlerine harcanan enerjinin giderek artması, yapı kaynaklı/bağılantılı hastalıkların çoğalması ve çevresel sorumluluklar doğrultusunda yüksek yapılarda doğal havalandırma olmayışı bir sorun olarak görülmeye başlamış ve tasarımlarda buna yönelik çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Ancak konut yapılarının yükselmesinin ofislere göre daha geç tarihlere denk gelmesi ve belki de ofis yapıları kadar prestij gerektirmediği düşünülmesi nedeniyle, literatürde yüksek konut yapılarında doğal havalandırmalı örneklerle de çok fazla rastlanmamıştır.

- **Genel Özellikler**

Yapılar genel özelliklerine göre Çizelge 4.1'de bir arada incelenebilir. Ele alınan yapılarda yükseklik 83,8 metre ile 231 metre arasında değişmektedir. Farklı yüksekliklerde verimli doğal havalandırma sağlanan yapı uygulamalarına rastlanmıştır. 231 metre yüksekliğinde kulelerden biri olan Met Tower yılın tamamında sadece doğal havalandırma kullanarak mekanik soğutma giderlerini sıfırlayan yapılardan biridir. Bu bağlamda yapı yüksekliği ve kat adedi doğal havalandırma sağlanmasının önünde bir engel teşkil etmemektedir.

Sekiz yapının altısında taşıyıcı sistem betonarme çerçeve⁹ olarak çözülmüş, iki tanesinde betonarme ve çelik kompozit sistem¹⁰ kullanılmıştır. Betonarme sistemin uygun maliyetli olması ve geniş ısı kütlesi (döşeme-tavan, duvar gibi) sağlayarak gece

⁹ Çizelge 4.9'da B.Ç.S. olarak gösterilmektedir.

¹⁰ Çizelge 4.9'da B.V.Ç.S. olarak gösterilmektedir.

havalandırmasını desteklediği için tercih edildiği düşünülmektedir. Konut yapılarında kullanılan yapı formları daha çok dörtgen olarak tasarlanmış yalnızca bir tanesi üçgen formda yapılmıştır. Ofis yapılarında olduğu gibi aerodinamik, ikonik ve göze çarpan formlar yerine, plan olarak daha fonksiyonel mekan çözümlerine izin verecek formların tercih edildiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.1 İncelen yapıların genel özellikleri¹¹

		YURT DIŞINDAN ÖRNEKLER						TÜRKİYE'DEN ÖRNEKLER	
		Moulmein Rise	The Met Tower	The Hyde Tower	Kanchanjunga Apartmanı	Panorama City Apartmanları	New Henninger Tower	Sapphire	Çiftçi Towers
GENEL ÖZELLİKLER	YAPI ÖZELLİKLERİ	Yer	Singapur	Bangkok	Sidney	Mumbai	Bratislava	Frankfurt	İstanbul
		Yapım yılı	2003	2009	2010	1983	Y.A.	Y.A.	2011
		Yükseklik	102 m	231 m	120 m	83,8 m	108 m	140 m	231 m
		Kat adedi	28	69	34	27	33	37	61
		Strüktür	B.Ç.S.	B.Ç.S.	B.Ç.S.	B.Ç.S.	B.Ç.S.	B.Ç.S.	B.V.Ç.S.
	İKLİM ÖZELLİKLERİ	Form	Dikdörtgen prizma	Ortogonal dikdörtgen	Dikdörtgen prizma	Kare prizma	Triangular (üçgen)	Kare prizma	Dikdörtgen prizma
		İklim Türü	Tropikal	Muson	Ilıman okyanus	Tropikal savan	Ilıman karasal	Karasal	Ilıman
		Ort. Sic.	26,8 °C	29 °C	18 °C	27 °C	10,8 °C	10 °C	14 °C
		Ort. Nem	%84	73% ve 65%	66% ve 53%	%75	%73	53% ve 76%	%79
		Ort. Rüzgar hızı	2 m/sn	2,9 m/sn	3,8 m/sn	2,2 m/sn	3,7 m/sn	4 m/sn	3,2 m/sn
		Hakim rüzgar	Kuzey	Güney	Kuzeydoğu	Kuzeybatı Güneybatı	Kuzeybatı	Güney Güneybatı	Kuzeydoğu

Yıllık ortalama sıcaklık 10°C ile 29°C arasında değişen farklı bölgelerde ve farklı iklimlerde yer alan yapı örnekleri, sıcaklık ve iklim koşullarına göre yılın tamamı ya da belirli zamanlarında da olsa doğal havalandırma sağlayabilmektedir. Değişken rüzgar hızlarına sahip bölgelerdeki yapılar da; rüzgar hızının fazla olduğu ve pencere açmaya elverişli olmadığı durumlarda doğal havalandırma sağlayabilmek için, denetimli havalandırma ürünleri (pencere vantilatörleri) veya otomatik kanat açkı sistemleri kullanarak doğal havalandırmayı olanaklı kılmaktadır. Hakim rüzgar yönü; rüzgarı yakalama ve serin esintiler elde ederek konutların havalandırılmasında önemli bir etkindir. Yapıların çoğunda hakim rüzgar yönüne göre yerleşildiği görülmektedir. Yıllık ortalama nem oranı %53 ve %84 arasında değişmekte olup doğal havalandırmaya bir engel oluşturmamaktadır.

¹¹ Y.A.: Yapım aşamasında anlamına gelmektedir.

- **Cephe Özellikleri**

Yapılar cephe özelliklerine göre Çizelge 4.2’de incelenebilir.

Çizelge 4.2 İncelenen yapıların cephe özellikleri

		YURT DIŞINDAN ÖRNEKLER						TÜRKİYE'DEN ÖRNEKLER	
		Moulmein Rise	The Met Tower	The Hyde Tower	Kanchanjunga Apartmanı	Panorama City Apartmanları	New Henninger Tower	Sapphire	Çiftçi Towers
CEPHE ÖZELLİKLERİ	<i>Cephe tipi</i>	Tek tabakalı giydirme	Tek tabakalı giydirme	Tek tabakalı giydirme	Basit cephe	Tek tabakalı giydirme	Tek tabakalı giydirme	Çift tabakalı giydirme	Tek tabakalı giydirme
	<i>Güneş denetleme ürünü</i>	Var	Var	Var	Yok*	Yok	Bilinmiyor	Var	Var
	<i>Pencere tipi</i>	Normal açılır Muson	Vasistas	Vasistas	Normal açılır	Normal açılır	Paralel ve çatı	Sürme	Normal açılır
	<i>Pencere dışında kullanılan yardımcı ürün</i>	Muson pencere sistemi	Yok	Denetimli hav. ürünleri	Yok	Denetimli hav. ürünleri	Pencere motoru	Çift tabakalı cephe+ menfezler	Pencere motoru

Örnek yapılardaki cephelerin neredeyse tamamı tek tabakalı cephe olup, İstanbul Sapphire’de çift tabakalı cephe ve Kanchanjunga apartmanında basit cephe kullanılmıştır. Bu da piyasada ilk yatırım maliyetinden kaçınılarak çift tabakalı cepheye çok yanaşılmamasına karşın, tek tabakalı cephelerle de iklim, bölge ve yapı koşulları göz önünde bulundurularak yapılan tasarımlar ve kullanılan yardımcı ya da destekleyici havalandırma ürünleri ile verimli doğal havalandırma sağlanabileceğini göstermektedir.

Yapıların çoğunda güneşin direk ısıtıcı etkisinden korunarak, soğutma giderlerini en aza indirmek ve fazla ısınmaya engel olmak adına ya güneş denetleme ürünleri ve güneş ışığının etkisini azaltan camlar kullanılmış ya da yapı tasarlanırken iç dış mekan yerleşimleri-geri çekilmeleri¹² ile güneşten korunmaya çalışılmıştır.

Kullanılan pencere tipleri paralel, vasistas, üstten menteşeli, alttan menteşeli veya normal açılır kanatlı farklı tipte pencerelerdir. Güvenlik koşulları sağlandığı ve iklim koşullarına göre önlem alındığı takdirde pencere tipinin yüksek yapılarda doğal havalandırma sağlamak için bir engel oluşturmadığı söylenebilir.

¹² Çizelge 4.10 da * ile gösterilen yapıda uygulanan yöntemdir.

- **Doğal Havalandırma Özellikleri**

Yapılar incelendiğinde, bazısında bulunan doğal havalandırma yöntemlerinin mekanik havalandırma ya da soğutmaya gerek kalmadan çapraz havalandırma ve gece havalandırması ile yeterli havalandırma sağladığı, bazı yapılarda ise doğal havalandırma destekli karma havalandırma/soğutma sistemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Sekiz örneğin altısında çapraz havalandırma yapılırken, Sapphire’de baca etkisi ile havalandırma, Panorama City’de ise tek yönlü havalandırma görülmektedir. Uygulanan doğal havalandırma yöntemlerinde kontrol sistemlerinin, otomatik olanlarda bile, gerektiğinde kullanıcı kontrolüne mutlaka izin verdiği görülmüştür. Otomatik motor sistemleri kullanılan ve otomasyona bağlanan yapılarda da¹³ buton, kumanda gibi yardımcı aygıtlarla kullanıcı kontrolü sağlanmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 İncelenen yapıların doğal havalandırma özellikleri

		YURT DIŞINDAN ÖRNEKLER						TÜRKİYE'DEN ÖRNEKLER	
		Moulmein Rise	The Met Tower	The Hyde Tower	Kanchanjunga Apartmanı	Panorama City Apartmanları	New Henninger Tower	Sapphire	Çiftçi Towers
DOĞAL HAVALANDIRMA	Hav. Sistemi	Doğal	Doğal	Karma	Doğal	Doğal + Mekanik soğutma	Doğal	Karma	Karma
	Hav. Sistem kontrolü	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel	Otomatik/ Manuel*	Otomatik	Otomatik/ Manuel*
	Doğal hav. yöntemi	Çapraz, tek yönlü ve gece hav.	Çapraz, tek yönlü ve gece hav.	Çapraz ve tek yönlü	Çapraz, tek yönlü ve gece hav.	Tek yönlü	Çapraz ve tek yönlü	Baca ve tek yönlü	Çapraz ve tek yönlü
	Tasarım gereçleri	Bilinmiyor	Var	Bilinmiyor	Yok	Bilinmiyor	Bilinmiyor	Var	Var
	Sorun	Muson yağmurları Rüzgar	Hava akımını destekleme	Gürültü	Muson yağmurları Güneş	İklim	Yükseklik Rüzgar	Yükseklik Rüzgar-İklim Gürültü	Yükseklik Rüzgar

Kent merkezlerinde yer alan ve yoğun kent gürültüsüne maruz kalabilecek yapılarda çift tabakalı cephe, akustik özellikli pencere vantilatörü kullanımı gibi önlemler alınmıştır. Yapıların bir kısmında plan düzeyinde bazı önlemler alındığı görülmüştür. Çoğunda çapraz havalandırma sisteminin benimsendiği yapıların, bir kısmında (örneğin Met Tower, Çiftçi Towers) kademeli planlama yapılarak birden çok cepheden hava sağlanırken, konutların havalandırmalarının birbirine engel olmaları önlenmiş, bir

¹³ Çizelge 4.11’de havalandırma sistem kontrolünde * ile gösterilen yapılardır.

kısımında ise (örneğin Moulmein Rise, Hyde Tower) tüm konutlar ön-arka cephe doğrultusunda dikdörtgen planda yerleştirilerek çapraz havalandırma sağlanmaya/desteklenmeye çalışılmıştır.

- **Kullanıcı yorumları**

Literatür araştırmaları sonucunda seçilen ve incelenen 8 adet yapının beşi şu an kullanımda olup Panorama City, New Henninger Tower ve Çiftçi Tower yapım aşamasındadır. Kullanımda olan beş yapının üçüyle ilgili, yapılan görüşmelere bağlı olarak, kullanıcı yorumlarına ulaşılabilmektedir. Bunlar ise aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Moulmein Rise kullanıcıları ile yapılan görüşmeler, birçok kullanıcının yapının en çok havalandırmasından ve iç mekanda sürekli sağlanabilen taze havadan memnun olduklarını, birçoğunun geceleri uyurken hiç klima kullanmadıklarını ve muson pencereleri açık bıraktıklarını, çocuklarındaki bir rahatsızlık nedeniyle hiç klima kullanamayan bir ailenin de sürekli açık muson pencereler ve karşılıklı havalandırma ile mekanik soğutmaya hiç ihtiyaç duymadıklarını ortaya çıkarmıştır [252].

Met Tower kullanıcıları, iç mekanlarda sürekli hakim olan esinti/hava deviniminden memnun olduklarını, yapının pencerelerinin açılmasıyla konforlu havalandırma sağlanabildiğini ve yaz mevsiminde hava sıcaklığının çok yüksek olduğu zamanlar dışında klima kullanımına ihtiyaç duymadıklarını ve kullanmadıklarını dile getirmişlerdir [257].

Kanchanjunga Apartmanı'na yapılan bir teknik gezi deneyimlerini anlatanlar; burada hissedilen ve sağlanan doğal havalandırmanın, batıda çağdaş yapım sistemleri ve ileri teknoloji ile yapılan birçok yüksek yapıdan çok daha iyi olduğunu dile getirmişlerdir [288].

SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanın yapma çevresini doğa ile uyumlu olarak oluşturan ve geliştiren anlayış; sanayi devriminin ortaya çıkardığı hızlı gelişim sürecine zıt bir şekilde, doğa ile uyumunu yitiren ve kaynakları hesapsızca tüketen bir anlayışa evrilmiştir. Sanayi devriminden sonra mekanik ve elektrikli sistemlerin gelişmesi ve yaygın kullanımı; iklimsel ve bölgesel verilerin değerlendirilmesine dayalı tasarım anlayışını neredeyse ortadan kaldırmış, birçoğu standartlaşmış giydirmeye cam cepheler ile tasarlanmış ve bütünüyle yapma havalandırma sistemleriyle konfor koşulları sağlamaya çalışılan yapılar üretilmiştir. Bu yapıların enerji tüketimleri ve çevreye olumsuz etkileri oldukça fazladır.

Yapıların enerji tüketimini azaltarak çevresel etkilerini en aza indirmek, enerji etkin tasarım ilkelerinin uygulanmasıyla sağlanabilir. Enerji etkin tasarımda enerji verimliliğini etkileyen başlıca etkenlerden biri yapı cepheleridir. Yapı cepheleri aktif ya da pasif sistemler kullanarak enerji korunumlu ve/veya enerji etkin olarak tasarlanabilmektedir ve yapılarda **doğal havalandırma sağlanması**, yapı cepheleri aracılığıyla enerji etkinliği sağlanmasında başlıca yöntemlerdendir.

Dünya’da tüketilen toplam enerjinin yarısından fazlası yapının yaşam süreçlerinde (tasarım, yapım, kullanım, söküm ve yıkım) tüketilmekte ve iklim değişikliklerine neden olan zararlı gazların çoğu yapılar tarafından üretilmektedir. Yapıların tükettiği bu enerjinin yarısına yakını tüketen yapı grubu ise **konutlardır**.

Yüksek yapıların bulunduğu çevrede neden olduğu olumlu veya olumsuz etkiler (kaynak tüketimi, CO₂ salınımı vb.); barındırdığı nüfus ve kaynak tüketimi bakımından, normal

katlı yapılara göre daha fazla olmaktadır. Yüksek konut yapılarında enerji gereksinimini ve kullanımını en alt düzeye çekerek enerji korunumu sağlamak ve konutlardan kaynaklı olumsuz çevre etkilerini azaltmak açısından uygulanabilecek ve uygulanması gereken yöntemlerden birisi de **doğal havalandırma**dır.

Bu nedenlerle çok katlı konut yapıları tasarlanırken kaynak tüketimi ve yapı işletim performansı en uygun koşullara getirilmeli, çevre ve insan sağlığını tehdit eden riskler en aza indirgenmelidir. Yapı tasarımında belirli ilkelere dikkat edilerek, yapılarda uygun düzenlenmiş bir doğal havalandırma sistemi sağlanabilmesi;

- Mekanik sistemlerin kullanımını ve dolayısıyla fosil kaynak tüketimini azaltmasıyla kaynak korunumuna katkıda bulunması,
- Enerji tüketimini azaltarak küresel düzeyde enerji tasarrufu sağlanması,
- İlk yatırım maliyetinin düşük olması,
- Herhangi mekanik tesisat alanı gerektirmemesi ve bu sayede kullanılabilir alan kaybına sebep olmaması,
- Mekanik sistemler gibi sürekli bakım-onarım, yedek parça vs. gerektirmemeleri sebebiyle işletim maliyetlerinin olmaması veya düşük olması,
- Fan veya sistem gürültüsü olmaması,
- Kullanıcılara dış mekandan yalıtılmamış ve kontrol edilebilir iç çevre sağlamaı,
- İç hava kalitesinin iyileştirilmesi ve ısıl konfor koşullarının sağlanmasına katkıda bulunması,
- Kullanıcı sağlığı ve psikolojisini olumlu yönde etkilemesi

açısından önemlidir.

Tez kapsamında yüksek konut yapılarında cepheler aracılığı ile sağlanan doğal havalandırma konusu üzerinde durulmuş, doğal havalandırma sağlayan bazı konut yapıları incelenmiştir. Araştırma ve örnek incelemeleri sonucunda; sayıları giderek artan yüksek konut yapıları tasarlanırken çevresel etmenler doğru analiz edilip, sorunların doğru belirlenmesi ve doğru cephe sistemleri seçilmesi halinde; yükseklik, şiddetli rüzgar ve yağmur, iklim koşulları, kent merkezinde konumlanmanın neden

olduğu gürültü, güneşin ısıtıcı etkisi gibi çevre etkilerine karşın, cepheler ve cephedeki havalandırma ürünleri ile verimli doğal havalandırma sağlanabileceği görülmüştür.

Dış çevre koşulları farklılaştığında, verimli bir havalandırma sağlanabilmesi için yapı tasarımının da bu koşullara yanıt verecek şekilde farklılaşması gerekmektedir. Bu sebeple; doğal havalandırma sağlamak amacıyla yapılacak tasarımlarda, doğal havalandırma konusu yapının bütününde ve çevresiyle ele alınması gereken bir konu olup, projenin ön araştırma aşamasında devreye girmeli, ön tasardan itibaren disiplinler arası ortak bir çalışma olarak yürütülmelidir.

Tasarımda ve uygulamada izlenecek adımlar ana hatlarıyla aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Tasarımın başlangıcında ayrıntılı bir çevresel etmen analizi yapılmalıdır;
 - Bölgenin iklim özellikleri,
 - Hakim rüzgar yönü ve ortalama rüzgar hızı,
 - Aylık- yıllık ortalama güneşlenme süresi,
 - Güneş ışınlarının geliş açıları,
 - Ortalama sıcaklık ve nem değeri,
 - Dış havanın niteliği
 - Bölgedeki/yakın çevrede bulunan hava kirleticilerinin belirlenmesi/analizi
- Yapılan çevresel analiz; yapı-doğal havalandırma ilişkisi bakımından değerlendirilmelidir,
- Güneş ve iklim verileri, doğal havalandırmanın oluşması için temel etken olan hava devinim ilkeleri bağlamında değerlendirilmelidir,
- Yapılar hakim rüzgar yönünden olabildiğinde faydalanacak, güneş ve iklimin olumsuz etkilerinden olabildiğince korunacak şekilde konumlandırılmalıdır,
- Yapının;
 - Planı,
 - Birimlerin yerleşimi,
 - Birimlerin birbiriyle ve çevreyle olan ilişkisi,
 - Yapıdaki boşluklar ve cephe tasarımı, doğal havalandırmayı/ hava devinimini destekleyecek nitelikte olmalıdır,

- Boşlukların konumu belirlenirken, kullanıcılar üzerinde serinletici etki oluşturacak şekilde ve uygun kotta olmasına dikkat edilmelidir,
- Yapılarda ısı davranış gösteren (sıcaklığa bağlı olarak ısınıp soğuyan) elemanlar (duvar, tavan-döşeme), gece soğutması ile yapının doğal yollarla soğutulmasına katkı sağlayacak şekilde, açıklıklarla ilişkilendirilmelidir,
- Cepheler ve cephelerde kullanılan yardımcı havalandırma ürünleri, çevresel etmenler ve bunlara bağlı olarak ortaya çıkan kullanıcı gereksinimleri ve konforu göz önüne alınarak tasarlanmalı, özellikleri belirlenmeli ve seçilmelidir,
- Cephede kullanılacak; hareketli ya da sabit olan, otomatik ya da elle kontrol edilebilen güneş denetleme ürünleri ile güneşin geliş açısı kontrol edilmeli, güneşin doğrudan ısıtıcı etkisinden kaçınılmalıdır.

Bu ilkelerin yanı sıra yapılarda etkili ve yeterli düzeyde doğal havalandırma sağlanabilmesi ve/veya öngörülen yöntemlerin çevresel etmenler karşısında uygunluğunun değerlendirilmesi için rüzgar tünel testleri, simülasyonlar ve üç boyutlu bilgisayar programlarından faydalanılmalıdır.

Dünya'nın milyarlarca yıl boyunca oluşturduğu doğal kaynakların hızla tüketilmesi ekosisteme vereceği zarar düzeyinde tüm insanlığı etkilemektedir. Çağdaş yapıım sistemlerine sahip yüksek yapılarda, tamamen mekanik sistemlerle sağlanmaya çalışılan kullanıcı gereksinimleri ve konforu, ekolojik döngüyü hiçe sayarak, ekosistem üzerinde olumsuz izler bırakmaktadır. Bu bağlamda, havalandırmanın mekanik sistemler yerine doğal yöntemlerle sağlanması ekonomik ve çevresel faydalar sağlamaktadır. Ancak doğal havalandırma, yapılarda her zaman tek başına yeterli çözüm olmayabilir. Bu gibi durumlarda doğal ve mekanik havalandırma sistemlerinin bir arada kullanıldığı karma havalandırma sistemleri kullanılmaktadır. Koşullar uygun olduğu sürece, insan sağlığı ve psikolojisi üzerindeki olumlu etkisi yapılan araştırmalarla ortaya konulmuş olan, doğal havalandırma sağlanması; yapılarda iklimlendirme sistemlerine harcanan enerjiyi büyük oranda azaltmaktadır.

Bahsedilen sorun ve sorumluluklar bağlamında, küresel anlamda kaynakların giderek azaldığı ve sürdürülebilirliğin önem kazandığı bir ortamda, yapılarda doğal havalandırma sağlanarak; iklimlendirme için harcanan enerjiden tasarruf edilecek,

doğaya salınan zararlı gaz emisyonları azalacak, kullanıcı sağlığı ve konforuna katkıda bulunulacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] Begeç, H. ve Savaşır, K., (2004). “Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi”, 5. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 5-16 Nisan 2004, İstanbul.
- [2] Button, D. and Pye, B., (1993). Glass in Building, 1st edition (1.baskı), Butterworth Architecture Publishing, Oxford.
- [3] Şenkal Sezer, F., (2003). “Giydirme Cephe Kavramı”, Mimarlık Dergisi, 311: 46-49.
- [4] Utkutuğ, G.S., (2001). “Yeni Yüzyıla Girerken Bina Tasarımı Ekoloji /Enerji Etkin/ Akıllı Bina”, TTMD Dergisi, 14: 12-19.
- [5] Güllü, G., (2013). “Türkiye’de İç Ortam Hava Kirliliği Çalışmaları”, Derleme Makalesi, Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi 2: 146 – 158.
- [6] Balanlı, A. ve Öztürk, A., (2006). Yapı Biyolojisi-Yaklaşımlar, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [7] Yeang, K., (2012). Ekotasarım, Ekolojik Tasarım Rehberi, çev.: Eryıldız S., Eryıldız, D., YEM yayın, 1. Baskı, İstanbul.
- [8] Roaf, S., Fuentes, M. ve Thomas, S., (2003). Ecohouse 2: A Design Guide, Elsevier, Architectural Press, Italy.
- [9] Mendler, S. ve Odell, W., (2000). The HOK Guidebook to Sustainable Design, John Wiley & Sons, USA.
- [10] Koçlar Oral, G. ve Manioğlu, G., (2010). “Bina Cephelerinde Enerji Etkinliği ve Isı Yalıtımı”, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 15 -16 Nisan 2010, İzmir.
- [11] CTBUH Kurumsal sayfası, <http://www.ctbuh.org/> , 15 Şubat 2015.
- [12] Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık, YEM Yayınevi, İstanbul.
- [13] Özgen, A. ve Sev, A., (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- [14] Arslanoğlu, N., (2008). Günümüz Çok Katlı Konut Binaları Üzerindeki Bio-İklimsel Yaklaşımların İstanbul Örneği Üzerinden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [15] Poirazis, H., (2004). Double Skin Facades for Office Buildings, Literature Reviews (Report), Division of Energy and Building Design Department of Construction and Architecture Lund Institute of Technology, Lund University, Lund, Sweden.
- [16] Etheridge, D., (2012). Natural Ventilation of Buildings: Theory, Measurement and Design, Wiley Publishing.
- [17] Sev, A. ve Özgen, A., (2003). "Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik Ve Doğal Havalandırma", Yapı Dergisi, 262: 92-100.
- [18] Kleiven, T., (2003). Natural Ventilation in Buildings, Architectural Concepts, Consequences and Possibilities, Doktora Tezi, Norwegian University of Science and Technology Faculty of Architecture and Fine Art Department of Architectural Design, History and Technology, Norway.
- [19] Balanlı, A. ve Darçın, P., (2012). "Yapılarda Doğal Havalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 128: 33-42.
- [20] CTBUH Kurumsal sayfası, Height & Statistics, Height Criteria, <http://www.ctbuh.org/TallBuildings/HeightStatistics/Criteria/tabid/446/language/en-US/Default.aspx>, 13 Haziran 2015.
- [21] Öke, A., (1989). "Dünyada Ve Türkiye’de Yüksek Binaların Gelişmesi", Yapı Dergisi, 89: 35-43.
- [22] Aytış, S., (1991). "Yüksek Yapıların Gelişimine Toplu Bir Bakış", Yapı Dergisi, 7: 46-54.
- [23] Sezen, F., (1989). "Yüksek Yapı Üretimi, Yönetim Yöntemleri", Yüksek Binalar 1. Ulusal Sempozyumu, 1-3 Kasım, İstanbul.
- [24] Beedle, L. S. And Falconer D, W., (1984). Earthquake Resistance Of High-Rise Systems, Classification Of Tall Building Systems, Fritz Laboratory Reports, Lehigh University, ABD.
- [25] İstanbul İmar Yönetmeliği, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, Meclis Kararı Tarihi ve Sayısı: 15.06.2007-1512, Yürürlük Tarihi: 23.06.2007.
- [26] Öke, A., 'Yüksek Binalar ve Problemleri', http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b6dd7db9af49e67_ek.pdf?dergi=144, 13 Ağustos 2015.
- [27] Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, (1986). Gelişim Yayınları, İstanbul.
- [28] The Oxford English Dictionary, (1961). Oxford University Press, 9, Great Britain.
- [29] Beedle, L.S. and Rice, D.B., (1995). Structural Systems for Tall Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) Committee 3, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [30] Meydan Larousse, (1971). Cilt 5, Meydan Yayınevi, İstanbul.
- [31] World Architecture, (1999). Tall Buildings, Issue 79, London.
- [32] Sev, A., (1997). Türkiye’de Gerçekleştirilen Yüksek Konut Binalarında Perdeli Sistem Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, MSÜ, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [33] Rudofsky, B., (1964). Architecture Without Architects: An Introduction to Non-Pedigreed Architecture, Doubleday & Company Inc., New York.
- [34] Yamantürk, E.F. ve Özşen, E.G., (1993). Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri (Çeviri Kitabı- Schueller, W., High- Rise Building Structures), YTÜ Yayınları, 271, İstanbul.
- [35] Özgen, A., (1989). "Çok Katlı Yüksek Yapıların Tarihsel Gelişimi ve Son Aşama Tübüler Sistemler", Yapı Dergisi, 89: 47-53.
- [36] Sev, A., (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi, Doktora Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [37] Pfammatter, U., (2008). Building the Future: Building Technology and Cultural History from the Industrial Revolution Until Today, Prestel, New York.
- [38] Grohmann, M. and Kloft. H., (2003). "Load-bearing Structures", Ed: Eisele, J, Kloft, E., High Rise Manual: Typology and Design, Construction and Technology, Birkhauser, Basel.
- [39] Eşsiz Ö. ve Sev A., (1999). "Tarihsel Süreç İçinde Yüksek Yapılarda Cephe Stillerinin Uygulama Örnekleri ile İncelenmesi", Mimari Biçimlendirmede Yüzey Sempozyumu, 7-9 Ekim 1999, Ankara.
- [40] The Skyscraper Center, <http://skyscrapercenter.com/>, 24 Ekim 2015.
- [41] Aytaş, S., (1989). Yüksek Yapılarda Yapı Teknolojisi ve Malzeme Seçimi, MSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Programı, "Gelişmiş Teknikli Yapı Malzemeleri" Dersi Araştırma Çalışması (Yön. Prof. Dr. Murat Eriç).
- [42] The Skyscraper Center, Burj Khalifa, <http://www.skyscrapercenter.com/building/burj-khalifa/3>, 24 Ekim 2015.
- [43] Tekeli, İ., (1996). Türkiye'de Yaşamda ve Yazında Konut Sorununun Gelişimi, T.C. Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Konut Araştırmaları Dizisi-2, ODTÜ Basım İşliği, Ankara.
- [44] Sey, Y., (1996). Tarihten Günümüze Anadolu'da Konut ve Yerleşme, Tarih Vakfı-Habitat II Yayınevi, İstanbul.
- [45] Rapoport, A., (2004). Kültür Mimarlık Tasarım, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- [46] Yörükan, T., (2012). Şehir Konut ve Mahremiyet: Sosyolojik ve Sosyal Psikolojik Görüş Açısıyla, Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara.
- [47] Özerdim, B., (1991). Konutlar ve Konut Tasarımına Giriş, D.E.Ü. Müh. Mim. Fak. Yayınları, İzmir.
- [48] Gökten, M., (1991). Toplu konutlarda İnsan Mekan İlişkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [49] Mutlu, B., (2001). Mimarlık Tarihi Ders Notları 1, Mimarlık Vakfı Enstitü Yayınları, İstanbul.
- [50] Ostia'da Bir İnsula, <https://web.archive.org/web/20060825033844/http://classics.furman.edu/~rprior/imgs/RCU5/5-059.jpg>, 12 Mayıs 2016.

- [51] Mortada, H., (2003). Traditional Islamic Principles Of Built Environment, Routledge, London.
- [52] Damluji, S. S., (1992). The Valley of Mud Brick Architecture, Garnet Publishing Limited, UK.
- [53] The Historic City of Shibam, <https://en.wikipedia.org/wiki/Shibam#/media/File:Shibam2.JPG> , 15 Ağustos 2016.
- [54] Hasol, D., (1967). "Yapının Endüstrileşmesi", Mimarlık Dergisi, 40: 9-14.
- [55] French, H., (2006). New Urban Housing, Yale University Press, USA.
- [56] Başdoğan, S., (2011). "Konutun Modernleşmesi ve Modern Dünyada Mimarın Meşruiyet Sorunu", Güney Mimarlık Dergisi, 5: 17-23.
- [57] Talu, N., (2012). "Bir Arzu Nesnesi Olarak Ev", Sanat Tarihi (E-Dergi), 2: 1-19.
- [58] Bilgin, İ., (2008). Viyana-Chicago, Metropol ve Mimarlık, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
- [59] Edgü, E., (2003). Konut Tercihlerinin Mekansal Dizin ve Mekansal Davranış Parametreleri ile İlişkisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [60] The Millenium Development Goals Report, (2007). United Nations, New York. <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/mdg2007.pdf> , 10 Ekim 2016.
- [61] Mutdoğan, S., (2014). "Türkiye’de Çok Katlı Konut Oluşum Sürecinin İstanbul Örneği Üzerinden İncelenmesi", Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-dergisi, 1-27.
- [62] Tekeli, İ., (1993). "1839-1980 Arasında İstanbul’un Planlama Deneyimleri İcabında Plan", İstanbul Dergisi, 4: 26-37.
- [63] Arı, H., (1994). Ekonomik ve Toplumsal Gelişmelerin Apartmanlaşma Sürecinde Konut Birimlerine Etkileri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [64] Öncel, A.D., (2010). Apartman: Galata’da Yeni Bir Konut Tipi, Kitap Yayınevi, İstanbul.
- [65] Özsoy, A., (2011). "Toplu Konut Uygulamalarının Gelişimi", Ekoyapı e-Dergisi. <http://www.ekoyapidergisi.org/82-toplu-konut-uygulamalarinin-gelisimi.html>, 6 Haziran 2016.
- [66] Ünal, M., (1979). "Türkiye’de Apartman Olgusunun Gelişimi: İstanbul Örneği", Çevre Dergisi, 4: 71-77.
- [67] Tekeli, İ., (1998). "Atatürk Türkiye’sinde Kentsel Gelişme ve Kent Planlaması", Arredamento Mimarlık, 107: 61-63.
- [68] Sözen, M., (1984). Cumhuriyet Dönemi Türk Mimarlığı, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Ankara.
- [69] Aslanoğlu, İ., (2010). Erken Cumhuriyet Dönemi Mimarlığı (1923-1938), Bilge Kültür Sanat Yayınevi, İstanbul.
- [70] Bilgin, İ., (1992). Konut Üretiminin Karşılaştırmalı Analizi, YTÜ Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Derneği Yayınları, İstanbul.

- [71] Bilgin, İ., (1996). "Anadolu'da Modernleşme Sürecinde Konut ve Yerleşme", Ed.: Sey, Y., Tarihten Günümüze Anadolu'da Konut ve Yerleşme, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 472-490.
- [72] Sey, Y., (1998). "Cumhuriyet Dönemi'nde Konut", Ed. Sey, Y., 75 Yılda Değişen Kent ve Mimarlık, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [73] Şenyapılı, T., (1996) "Yeni Sorunlar Eski Çözümler: Kentsel Mekanda Bir Gecekondu Yolculuğu", Ed.: Sey, Y., Tarihten Günümüze Anadolu'da Konut ve Yerleşme, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 345-354.
- [74] Tekeli, İ., (2012). Türkiye'de Yaşamda ve Yazında Konutun Öyküsü, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.
- [75] Arkiv, Projeler, 4.Levent Mahallesi, <http://v2.arkiv.com.tr/p6755-4-levent-mahalle.html> , 18 Mayıs 2016.
- [76] Danielson, M., (ed. Keleş, R.), (1985). The Politics of Rapid Urbanization: Government and Growth in Turkey, Holmes and Meier, New York.
- [77] Yılmaz, M., (2008). Sustainable Housing Design Considerations For Turkey, Hacettepe University Publications, Ankara.
- [78] Şenyapılı, T., (1998). "Cumhuriyet'in 75. Yılı, Gecekondunun 50. Yılı", Ed. Sey, Y., 75 Yılda Değişen Kent ve Mimarlık, Tarih Vakfı Yayınları, İstanbul, 301-316,
- [79] Herzog, T., Krippner, R. and Lang., W., (2004). Facade Construction Manual, Walter de Gruyter, Basel.
- [80] Öztürk K., (1978). Mimarlıkta-Tasarım Sürecinde-Cephelerin Estetik Ağırlıklı Sayısal/Nesnel Değerlendirmesi İçin Bir Yöntem Önerisi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [81] Hasol, D., (2002). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, YEM Yayınları, İstanbul.
- [82] Güvenli, Ö., (2006). Tarihsel Süreç İçinde Malzeme Cephe İlişkisi ve Giydirme Cepheler, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [83] Subaşı Direk, Y., (2003). Giydirme Cephe Tasarım Sürecinde Karar Vermek İçin Bir Yöntem Önerisi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [84] Venturi, R., (1991). Mimarlıkta Karmaşıklık ve Çelişki, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul (çev. S.M. Özaloğlu).
- [85] Schweitzer, R., (2004). "Wood as a Building Material – from the beginnings to the 19th Century", Eds. Herzog, T. Natterer, J., Schweitzer, R., Volz, M., Timber Construction, Almanya, 24-29.
- [86] Ramcke, R., (2001). "Masonry in Architecture", Achtziger, P. R., Masonry Construction Manual, Birkhauser, Basel, Boston, Berlin, 9-29.
- [87] Antik Yunanistan, Partenon tapınağı <http://www.hafelegateway.com/wp-content/uploads/2015/10/DTPkyvDjKhMt26vyv1xmNyp.jpeg> , 1 Aralık 2016.

- [88] Pevsner, N., (1970). Avrupa Mimarisinin Ana Hatları, İTÜ Matbaası, İstanbul (çev. Batur, S.).
- [89] Roma Colosseum, <http://rome.ticketbar.eu/en/home/> , 1 Aralık 2016.
- [90] Staib, G., (1999). "From the Origins to Classical Modernism", Ed. Schittich, C., Glass Construction, Birkhauser, Almanya, 9-33,.
- [91] İlhan, Y., (2004). Taşıyıcı Izgara-Cam Pano Arası Bağlantı Mekanizması Özelindeki Giydirme Cephe Sistemlerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [92] The Crystal Palace, Rebuilding the Crystal Palace, <http://www.building.co.uk/rebuilding-the-crystal-palace/5059036.article> , 1 Aralık 2016.
- [93] Oesterle, E., Lieb, R.D., Lutz, M., and Heusler., W., (2001). Double Skin Facades, Integrated Planing Prestel, Munich.
- [94] TALSAD, (1995). İnşaat Endüstrisinde Alüminyum, Türkiye Alüminyum Sanayiciler Derneği, İstanbul.
- [95] Empire State Building, https://en.wikipedia.org/wiki/Empire_State_Building#/media/File:Looking_Up_at_Empire_State_Building.JPG , 6 Aralık 2015.
- [96] 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, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [97] Altın, M. ve Orhon, A.V., (2014). "Akıllı Yapı Cepheleri Ve Sürdürülebilirlik", 7. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 3 - 4 Nisan 2014, İstanbul.
- [98] Sürmeli, A.N., (2004). "Enerji Tasarrufu İçin Yapı Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi", Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Denetimi-Yalıtım Kongresi ve Sergisi, 11-12 Ekin 2004, İstanbul.
- [99] Çetiner, İ., (2002). Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [100] Güleç, D., (2007). Bina Enerji Performans Simülasyonunun Mimari Tasarım Stüdyosuna Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [101] Karamanlıoğlu, Ş., (2011). Enerji Etkin Bina Cephe Sistemlerine Yönelik Yaklaşımların İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [102] Hausladen, G., Saldanha, M. and Liedl, P., (2006). Climate Skin, Birkhauser, Basel, Boston, Berlin.
- [103] Erkekel, A., (2006). Yüksek Bina Strüktürel ve Kabuk Alt Sistemlerinin İlişkisi ve Gelişimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- [104] Iron And Steel Supports For Mason Work- Skeleton Construction, Part 5, İnşaat Binası cephe kesitleri, <http://chestofbooks.com/architecture/Construction-Superintendence/Iron-And-Steel-Supports-For-Mason-Work-Skeleton-Construction-Part-5.html>, 10 Eylül 2016.
- [105] Harmankaya, Z.Y. ve Soyluk, A., (2010). “Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem Ve Cephe Etkileşimi”, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 15 -16 Nisan 2010, İzmir.
- [106] 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.
- [107] Hasol, D., (2005). Mimarlık Sözlüğü, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.
- [108] Işık, Z.S., (2014). Yüksek Yapılarda Havalandırma Ve İklimlendirme Sistemleri İle Cephe Sistemlerinin İlişkilendirilmesi Ve Uygulama Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [109] Drawings, Framed Wall with heavy cladding, Heavy Cladding System, Perspektif, http://www.civil.uwaterloo.ca/beg/drawings/Wall_files/Heavy.gif , 22 Aralık 2015.
- [110] Kalmaz, A., (2001). Metal Çerçevesiz Giydirmeye Cephelerde Granit ve Uygulama Sistemleri, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [111] Gür, N. V., (2001). Hafif Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Analiz ve Değerlendirilmesi İçin Bir Model, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [112] Allen E., (1985). Fundamentals of Building Construction Materials and Methods, John Wiley & Sons Ltd., ABD.
- [113] Ademci, K.T., (2000). Alüminyum Giydirmeye Cephelerde Su ve Nem Problemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [114] Çatıkkaş, F.E., (1996). Alüminyum Giydirmeye Cephe Sistemlerinin Yeniden Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [115] Uygun, V., (2012). Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin İncelenmesi (Yurt İçi Ve Yurt Dışı Örneklerle), Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [116] Altınkaya, T. ve Özgen, A., (2004). “Camın Yapısal Kullanımının Tarihsel Gelişimi, Güncel Olanaklar ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi”, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Sergisi ve Kongresi, 6-8 Ekim 2004, İstanbul.
- [117] Compagno, A., (2002). Intelligent Glass Facades: Material, Practice Design, Birkhäuser, Basel.
- [118] Uuttu, S., (2001). Study Of Current Structure Of Double-Skin Façade, Msc Thesis Dissertation, Department Of Civil And Environmental Engineering, Helsinki University Of Technology, Helsinki, Finland.
- [119] Arslan Kılınç, G., (2015). Doğal Havalandırma Tasarım Stratejilerinin Yüksek Yapı Örnekleri Üzerinden İncelenmesi ve Türkiye İçin Tasarım Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [120] Ünal, M., (2006). Çift Kabuk Cephelerin Sistematiik Analizi ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [121] Yellamraju, V., (2004). Evaluation And Design Of Double-Skin Facades For Office Buildings In Hot Climates, Msc Thesis, Texas A&M University, Texas, U.S.A.
- [122] Gür, N.V., (2014). “Nefes Alan Yapı Kabukları”, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3– 4 Nisan 2014, İstanbul.
- [123] Yüksek, İ. ve Esin, T., (2011). “Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 125: 63-77.
- [124] Aynsley, R., (2007). “Natural Ventilation in Passive Design”, BEDP Environment Design Guide, May, Tec 2.Summary.
- [125] Kayhan, S., (2005). “İç Ortam Havalandırma Kalitesi ve Havalandırma Kontrolü”, TTMD Dergisi, 37: 19-24.
- [126] Darçın, P., (2008). Yapı İçi Hava Kirliliğinin Giderilmesinde Doğal Havalandırma İlkeleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [127] Küçükçalı, R., (2001). Isısan Çalışmaları No:305, Klima Tesisatları, Isısan yayınları, İstanbul.
- [128] Wood, A. and Salib R. (2012). Natural Ventilation in High-Rise Office Buildings, CTBUH Technical Guides, Taylor & Francis LTD, London.
- [129] ISO 7730, (2005). Ergonomics Of The Thermal Environment, Assessment Of The Influence Of The Thermal Environment Using Subjective Judgement Scale, Switzerland.
- [130] Yeang, K., (2006). Ecodesign, A Manual For Ecological Design, Wiley, Chichester.
- [131] Zeydan, Z.E., Zeydan, Ö. ve Yıldırım, Y., (2009). “Hasta Bina Sendromu”, 9. Ulusal Tesisat Mühendisleri Kongresi, 6-9 Mayıs 2009, İzmir.
- [132] ASHRAE, (2001). “Standard 62- 2001- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.
- [133] Ağca, B., İç Hava Kalitesi ve Hasta Bina Sendromu, TC. Dışişleri Bakanlığı Yayınları, <http://www.mfa.gov.tr/ic-hava-kalitesi-ve-hasta-bina-sendromu.tr.mfa>, 24 Mayıs 2016.
- [134] Goncalves, J.C. and Umakoshi, E.M., (2010). The environmental performance of tall buildings, DC: Earthscan, Washington.
- [135] Balanlı, A. ve Tuna Taygun, G., (2005). “Yapı Biyolojisi ve Asbest”, Mimarist Dergisi, 16: 107- 110.
- [136] Yalçınkaya, A., (1995). Yapı Malzemesi ve Çevre Etkileşimi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [137] Balanlı, A., Vural, M. ve Tuna Taygun, G., (2004). “Yapı Ürünlerindeki Radonun Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Kongre Bildirileri, TMMOB İstanbul Büyükşehir Şubesi Yayınları, İstanbul.
- [138] TSE (1995). Hava Kalitesi-Asbeste Maruz Kalınan İş Yerlerinde Alınacak Güvenlik ve Sağlık Tedbirleri (TS 11597), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- [139] Bower, J., (2000). Healthy House Building for New Millennium, A Design & Construction Guide, The Healthy House Institute, India.
- [140] Yu, M., (2001). Environmental Toxicology Impacts of Environmental Toxicants on Living Systems, Lewis Publishers, USA.
- [141] Stadtner, A., Sick Building Syndrome and Building Related Illness, Healty Building Science, <http://healthybuildingscience.com/2015/10/02/sick-building-syndrome-and-building-related-illness/>, 24 Mayıs 2016.
- [142] Çilingiroğlu, S., (2010). "İç Hava Kalitesi", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 115: 23-42.
- [143] Vural, S. M. ve Balanlı, A., (2011). "Sick Building Syndrome from an Architectural Perspective", 371-392, Ed. Abdul-Wahab, S.A., Sick Building Syndrome Springer, Berlin.
- [144] Spellman, F.R., (2008). The Science Of Air, Concepts And Applications, 2nd edition, CRC Press, London.
- [145] Oanh, N.T.K. and Hung, Y.T., (2005). "Indoor Air Pollution Control", Eds: Wang, L.K., Pereira, N.C. and Hung, Y.T., Advanced Air and Noise Pollution Control, 2nd edition, Humana Press, India.
- [146] Karadağ, İ., (2013). Evaluation Of Natural Ventilation Systems In Tall Buildings Considering Altitude Based Environmental Variations, Msc Thesis, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [147] Etheridge, D., (2008). "Natural Ventilation of Tall Buildings- options and limitations", CTBUH, 8th World Congress, March 3-5 2008, Dubai.
- [148] Etheridge, D., (2007). "Natural Ventilation Design", COE International Advance School "Wind Effects on Buildings and Urban Environment", Tokyo Conference Centre March 5-9, Tokyo Polytechnic University, Tokyo.
- [149] Günay, E., (1994). Yapay Hava Düzenleme Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [150] Heiselberg, P., (2002). Principles Of Hybrid Ventilation, IEA Energy Conservation In Buildings And Community Systems Programme, Annex 35, Hybrid Ventilation And New And Retrofitted Office Buildings, ECBCS, Paris.
- [151] Santamouris, M., (2006). "Ventilation for Comfort and Cooling: The State of the Art", Ed: Santamouris, M. and Wouters, P., Building Ventilation : The State Of The Art, Earthscan Ltd, London UK.
- [152] Olsen E.L. and Chen Q. Y., (2003). "Energy Consumption And Comfort Analysis For Different Low-Energy Cooling Systems İn A Mild Climate", Energy And Buildings, 35: 561-571.
- [153] Berköz, E., Aygün, Z.Y., Kocaaslan, G., Yıldız, E., Ak. F., Küçükdoğu, M., Enarun, D., Ünver, R., Yener, K. A. ve Yıldız, D., (1997). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK Araştırma Projesi, İstanbul.
- [154] Lechner N., (1990). Heating, Cooling, Lighting, Sustainable Design Methods For Architects, Wiley, Canada.

- [155] Allard, F., (1998). Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook, James & James Ltd., London.
- [156] Tsai, C.H., (2002). Natural Ventilation in The High Rise Buildings in Taipei, Phd. Thesis, Faculty of The School of Architecture University of Southern California, California.
- [157] Çakır, S., (2003). Binalarda Doğal Vantilasyon Sisteminin Değerlendirmesine Yönelik Bir Çalışma, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [158] Liddament, M., (2000). "Ventilation Strategies", Chapter13, Indoor Air Quality Handbook, Ed: J.D. Spengler, J.M. Samet and J.F. McCarthy, McGraw – Hill, New York.
- [159] Wouters, P., Vandaele, L. and Ducarme, D., (1996). "What do we mean with natural ventilation?", AIOLOS Workshop, Lyons.
- [160] Engin, N., (2012). "Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal Havalandırma", Tesisat Mühendisliği dergisi, 129: 62-70.
- [161] Hughes, B. R., Calautit, J. K. and Ghani S. A., (2012). "The Development Of Commercial Wind Towers For Natural Ventilation: A Review", Applied Energy, 92: 606-627.
- [162] Dekay, M. and Brown, G.Z., (2001). Sun, Wind, Light-Architectural Design Strategies-, John Wiley & Sons.
- [163] Rüzgar Kulesi, <http://archive.unu.edu/unupress/unupbooks/80a01e/80A01E0z.gif>, 17 Aralık 2016.
- [164] Halacy, D., (1986). Understanding Passive Cooling Systems, VITA Pubns, USA.
- [165] Okutan, M., (2001). "Tarihte Anadolu Yapılarının İklim İle Kurdukları İlişkiler", Mimarlık Dergisi, 7: 98-103.
- [166] Kuban, D., (1995). The Turkish Hayat House, Eren Yayıncılık, İstanbul.
- [167] Aktuna, M., (2007). Geleneksel Mimaride Binaların Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri Bağlamında Değerlendirilmesi Antalya Kaleiçi Evleri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [168] Gut, P., and Ackerknecht, D., (1993). Climate Responsive Building: Appropriate Building Construction in Tropical and Subtropical Regions, Skat, Switzerland.
- [169] Burberry, P., (1983). Practical Thermal Design in Buildings, Batsford Company, New York.
- [170] Khor, M. and Li Lin, L., (2001). Good Practices and Innovative Experiences in the South, 2nd edition, Zed books, UNDP, USA.
- [171] Kim, D., (2006). "The Natural Environment Control System Of Korean Traditional Architecture: Comparison With Korean Contemporary Architecture", Building and Environment, Volume 41, Issue 12: 1905-1912.
- [172] Naciri, N., (2007). "Sustainable Features Of The Vernacular Architecture: A Case Study of Climatic Controls in the Hot-Arid regions of the Middle Eastern and North African Regions", <http://www.solaripedia.com/files/488.pdf>, 18 Aralık 2016.
- [173] Rofail, T., (2013). IDES-EDU, Natural ventilation, Sunum, http://www.ides-edu.eu/wp-content/uploads/2013/04/Ventilation_lecture-2_PH-Alleen-lezen.pdf, 07 Haziran 2015.

- [174] Darçın, P., (2014). "Yenileyici (Rejeneratif) Tasarım Kapsamında Doğal Havalandırmaya Yönelik Bir Yaklaşım", Mimarlık Dergisi, 379: 69-72.
- [175] Atalay, İ., (2005). Genel Fizikî Coğrafya, Genişletilmiş 6. Baskı, Meta Basım, İzmir.
- [176] Anderson, B.,(1977).Solar Energy:Fundamentals of Solar Design,McGraw-Hill,New York.
- [177] Hacaloğlu, A., (2007). "Sürdürülebilir Apartman Tasarımı", Yapı Dergisi, 305: 104-107.
- [178] Zorer, G., (1992). Yapılarda Isısal Tasarım İlkeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 264, Fakülte Yayın No: MF-MİM 92.045, İstanbul.
- [179] Oral, G., (2007). "Ekolojik Yaklaşımda İklimle Dengeli Yapı Tasarımı", Tasarım Dergisi, 170: 110 -114.
- [180] Yeang, K., (2001). "1000 Yıllık Dönem için Tasarım", TTMD Dergisi, 14: 20-30.
- [181] Zeren, L., (1977). "Türkiye’de İklimle Dengeli Mimari Uygulama", Tübitak 6. Bilim Kongresi, İstanbul.
- [182] Demirbilek,F. ve Yılmaz,Z., (1996). "İklimle İlgili Mimarlık", Mimarlık Dergisi, 269: 36-38.
- [183] Koca, Ö., (2006). Sıcak Kuru Ve Sıcak Nemli İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [184] Taranath, B. S., (1997). Wind and Earthquake Resistant Buildings, Structural Analysis and Design, CRC Press Taylor & Francis Group, USA.
- [185] Günel, Ö., (2004). Sürdürülebilir Bina Tasarımında İklim Verilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [186] Ok, V., (2007). "Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği", 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- [187] Aldeberky, A. A., (2004). The influence of high-rise buildings on the Environment, http://www.cpas-egypt.com/ENG/about_eng.htm, 19 Aralık 2016.
- [188] Filik, A. O., (2004). Ekolojik Tasarım ve Türkiye’deki Ekolojik Tasarım ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., İstanbul.
- [189] Goulding, J. R., Lewis, O.J. and Steemers, T.C., (1992). Energy Conscious Design, A Primer For Architects, Batsford LTD.
- [190] Orhon, İ., Küçükdoğu, M. Ş. ve Ok, V., (1988). Toplu Konut İşletmesi 1: Proje Planlama- Tasarım El Kitabı, Tübitak YAE Yayınevi, Ankara.
- [191] Zeren, L., (1978). Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu, 12-14 Eylül 1978, İstanbul.
- [192] Özdemir, B.B., (2005). Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [193] Crowther, R.L., (1992). Ecological Architecture: Ecological Perspective for Design, Butterworth, 1st Edition, Boston.
- [194] Tönük, S., (2001). Bina Tasarımında Ekoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi, İstanbul.

- [195] Ürgenç, S. İ., (2000). Kırsal Peyzaj (Koruma – Onarım – Düzenleme), Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- [196] Özkan, S., (1999). “Kent ve İklimin Çağdaş Mimarı Ken Yeang ve Biyoklimatik Yaklaşım”, Arredamento Mimarlık, 1999/ 9: 49-62.
- [197] Oğultekin, G., (2007). Yüksek Teknoloji Yapılarda Biçim / Sentez İlişkisi, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [198] Doğan, Z., (2012). Sürdürülebilir Konutlar İçin Bir Değerlendirme Sistemi Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [199] Berköz, E., Yılmaz, Z., Küçükdoğu, M. ve diğerleri, (1995). Enerji Etkin Konut Ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK Araştırma Raporu, Proje No: İNTAG 201, İstanbul.
- [200] Ok, V., (2005), “Yapma Çevre Tasarımında Rüzgâr Etkileri”, Tasarım Dergisi, 157: 70-74.
- [201] Santamouris, M., (1998). Natural Ventilation in Buildings, Chapter 6, James & James, London.
- [202] Akşit, F., (2005). “Türkiye’nin Farklı İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Bina ve Yerleşme Birimi Tasarımı”, Tasarım Dergisi, 157: 124-126.
- [203] Watson, D. and Kenneth Labs., (1992), “Climatic Building Design Energy Efficient Building Principles and Practice”, McGraw-Hill Book Company.
- [204] Karaaslan, S., (2011). Sürdürülebilir Mimari Tasarım Sürecinde Ön Tasarım Kararlarını İçeren Bir Model Önerisi, Yüksek Lisans tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [205] Yılmaz, Z., (2005), “Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji”, Tasarım Dergisi, 157: 100-104.
- [206] Yaşa, E., (2004). Avlulu Binalarda Doğal Havalandırma ve Soğutma Açısından Rüzgar Etkisi İle Oluşacak Hava Akımlarına ve Yüzey Açıklıklarının Etkisinin DeneySEL İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [207] Yeang, K., (2008). Ekotasarım, Ekolojik tasarım rehberi, Çev.: Eryıldız, S., Eryıldız, D., Yem Yayın, İstanbul.
- [208] Erengözgin, Ç., (2001). “Enerji Mimarlığı”, Yapı Dergisi, 234: 82-89.
- [209] Sustainability Viktoia, www.sustainability.vic.gov.au , 19 Aralık 2016.
- [210] CIBSE (The Chartered Institution Of Building Services Engineers), (1997). Natural Ventilation In Non-Domestic Buildings, Applications Manual AM10, London.
- [211] Elzaidabi, A., (2008). Low Energy, Wind Catcher Assisted Indirect-Evaporative Cooling System For Building Applications, Phd Thesis, University Of Nottingham, Nottingham.
- [212] Saranti, K., (2006). Air Moving in and Through Building: Historical Prototypes And Contemporary Applications, International Workshop on Energy Performance And Environmental Quality Of Buildings, Greece.
- [213] Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ghafar, N.A. and Ismail, M.A., (2014). “Thermal Performance of Atria: An Overview of Natural Ventilation Effective Designs”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34: 654-670.

- [214] Priolo, C., (1998). "Design Guidelines and Technical Solutions for Natural Ventilation", Chapter 6, Ed: Francis Allard, Natural Ventilation in Buildings A Design Handbook, London, James & James Science Publishers.
- [215] Allen, E. and Iano, J., (2008). Fundamentals Of Building Construction, Materials And Methods, Wiley, 5th Edition, USA.
- [216] Boutet, T.S., (1987). Controlling Air Movement: A Manual for Architects and Builders, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [217] Motorized Window and Skylight Openers, <http://rollertrol.com/actuator-for-vent-control-or-window-opener> , 17 Haziran 2016.
- [218] Poliform (1), Renson Havalandırma Menfezleri, <http://www.poliform.com.tr/urun/thl100.html> , 15 Haziran 2016.
- [219] Poliform (2), Havalandırma Menfezleri, Ürün kataloğu, <http://www.poliform.com.tr/teknik/Renson-HavalandirmaMenfezleri-2.pdf> 15 Haziran 2016.
- [220] Erturan, B., (2010). Akıllı Cephe Tasarım İlkeleri Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [221] Healthy Building Concept, Renson, http://dam.renson.eu/Sites/A/Public_Publications/28?encoding=UTF-8, 1 Temmuz 2016.
- [222] Watts, A., (2010). Modern Construction Envelopes, Springer, Vienna, New York.
- [223] Arslantatar, A. H., (2006). Metal Çerçeveleli Giydirmeye Cephelerin Enerji Etkinliği Açısından İncelenmesi, Yüksek lisans tezi, GYTE, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- [224] Özbalta, T., (2005). "Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım", TTMD Dergisi, 36: 27-34.
- [225] Barbosa S. and Ip, K., (2014). "Perspectives Of Double Skin Façades For Naturally Ventilated Buildings: A Review", Ed.: Kazmerski, L., Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier Ltd., 40: 1019-1029.
- [226] Rahmani, B., Kandar, M.Z. and Rahmani, P., (2012). "How Double Skin Façade's Airgap Sizes Effect On Lowering Solar Heat Gain In Tropical Climate?", World Applied Sciences, 18: 774–778.
- [227] Torres, M., Alavedra, P., Guzmán, A., Cuerva, E., Planas, C. And Clemente, R., (2007). "Double Skin Facades-Cavity And Exterior Openings Dimensions For Saving Energy On Mediterranean Climate", Building Simulation, 10: 714–738
- [228] Radhi, H, Sharples, S. and Fikiry, F., (2013). "Will Multi-Facade Systems Reduce Cooling Energy In Fully Glazed Buildings? A Scoping Study Of Uae Buildings", Energy And Buildings, 56: 179–188.
- [229] Jirua, T. E., Yong, X. T. and Haghighat, F., (2011). "Airflow And Heat Transfer In Double Skin Facades", Energy And Buildings, 43: 2760-2766.

- [230] Esarq Septimo, Commerzbank Tower - Norman Foster /Joshua, <https://esarq7.wordpress.com/2011/09/09/commerzbank-tower-norman-fosterjoshua/>, 3 Aralık 2015.
- [231] Kayhan, S., (2004). Sürdürülebilir Mimarlık / Enerji Etkin Bina Tasarımı Bağlamında İç Ortam Hava Kalitesi ve Havalandırma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [232] Straube, J.F. and Straaten, R., (2001). The Technical Merit Of Double Facades For Office Buildings In Cool Humid Climates, University of Waterloo, <http://www.civil.uwaterloo.ca/beg/Downloads/DoubleFacadesPaper.pdf>, 02 Kasım 2015.
- [233] Eşsiz, Ö. ve Özgen, A., (2004). "Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri", Yapı Dergisi, 276: 97-104.
- [234] Göksal Özbalta, T., (2005). "Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları Ve Enerji Etkin Tasarım", TTMD, 36: 13-21.
- [235] Behling, S., (1996). Sol Power-Die Evolution Der Solaren Architektur, Prestel, Verlag.
- [236] Loncour, X., Deneyer A., Blasco, M., Flamant, G. and Wouters, P., (2004). Ventilated Double Facades, Classification, Illustration Of Facade Concepts, BBRI Contributed Report.
- [237] Gür, N. V., (2007). Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [238] Barreneche, R.A., (1995). "High Heat, High Tech", Architecture Dergisi, 84: 107-113.
- [239] Kragh, M., (2000). Building Envelopes And Environmental Systems, Paper Presented At Modern Facades Of Office Buildings Delft Technical University, The Netherlands.
- [240] Llyod Binası, Görsel, wikimedia, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Lloyds_building_taken_2011.jpg, 27 Aralık 2015.
- [241] Eşsiz, Ö., (2001). İleri Teknoloji (High Tech) Yapılarında Alt Sistemlerinin Bütünleştirilmesi, Doktora Tezi, M.S.G.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [242] Ertan Tatlı, G., (2006). Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [243] BBRI, (2002). Vantilated Double Facades, Department Of Building Physics, Indoor Climate & Building Service, Belgian Building Research Institute, Belgium.
- [244] GSW Headquarters, Görsel, [https://en.wikiarquitectura.com/index.php/File:GSW_Headquarters_WikiArquitectura_\(4\).jpg](https://en.wikiarquitectura.com/index.php/File:GSW_Headquarters_WikiArquitectura_(4).jpg), 3 Nisan 2016.
- [245] Bilgiç, S., (2003). "Akıllı Cephe Sistemleri", Ege Mimarlık, 44: 21-25.
- [246] Facadeworld, Stadttor Dusseldorf, <https://facadeworld.com/2015/01/17/stadttor-dusseldorf/>, 29 Aralık 2015.

- [247] Ayçam, İ., (2011). "Enerji Etkin Ofis Binalarında Gelişmiş Cephe Sistemlerinin İncelenmesi", 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan 2011, İzmir.
- [248] Eisele, J. and Kloft, E., (2003). High Rise Manual, Typology and Design, Birkhauser, Basel.
- [249] Wikimedia, Berlin- Potsdamer Platz, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Berlin - Potsdamer Platz -Kollhoff-Tower - R%C3%BCckseite.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Berlin_-_Potsdamer_Platz_-_Kollhoff-Tower_-_R%C3%BCckseite.jpg) , 10 Eylül 2016
- [250] Double Facade Information, Types of Construction, <http://iris.nyu.edu/~maltwick/DESIGN%20/ALTWICKER/double%20facade%20information.pdf> , 24 Ocak 2016.
- [251] Hochhauser in Düsseldorf, ARAG Tower, <http://tommr.net/hochhaeuser-in-duesseldorf/> , 04 Eylül 2016.
- [252] Ali, Z. F., (2007). On Site Review Report, Singapur. <http://www.akdn.org/sites/akdn/files/media/documents/AKAA%20press%20kits/2007%20AKAA/Moulmein%20Rise%20-%20Singapore.pdf> , 28 Ağustos 2016.
- [253] WOHA E-Brochure, http://woha.net/pdf/WOHA_eBrochure.pdf, 10 Temmuz 2016.
- [254] Wong, M.S. and Hassell, R. (2009). "Tall Buildings in Southeast Asia - A Humanist Approach To Tropical High-Rise", CTBUH Research Paper.
- [255] Issuu, Mohapatra, D., Natural Ventilation for High-Rise Residential Buildings in Tropics, https://issuu.com/archistar/docs/natural_ventilation_for_tall_building, 31 Ağustos 2016.
- [256] WOHA Architects, www.woha-architects.com , 28 Ağustos 2016.
- [257] Ali, Z. F., (2013). On Site Review Report, Bangkok, Thailand. <http://archnet.org/system/publications/contents/8737/original/DTP101236.pdf?1391602922> , 28 Ağustos 2016.
- [258] CTBUH, The Met- Bangkok, <http://www.ctbuh.org/TallBuildings/FeaturedTallBuildings/TheMetBangkok/tabid/1838/language/en-US/Default.aspx>, 1 Eylül 2016.
- [259] The Skyscraper Center, The Met, <http://skyscrapercenter.com/building/the-met/1134>, 23 Temmuz 2016.
- [260] Welch, A., (2014). The Met Building in Bangkok, <http://www.e-architect.co.uk/thailand/the-met-building-bangkok> , 28 Ağustos 2016.
- [261] Socrates, N., High-Rise Iconic Buildings, Slideshare, Research Document, <http://www.slideshare.net/nicksocrates/high-rise-building-research-document>, 27 Ağustos 2016.
- [262] Parker D. and Wood. A., (2013). The Tall Buildings Reference Book, Routledge, New York.
- [263] Uffelen, C.V., (2012). Skyscrapers, Architecture in Focus, Braun Publish, Salenstein, Switzerland.
- [264] Cundall, The Hyde, <http://www.cundall.com/Projects/The-Hyde.aspx#>, 17 Temmuz 2016.

- [265] The Skyscraper Center, The Hyde, <http://skyscrapercenter.com/building/the-hyde/12428>, 17 Temmuz 2016.
- [266] G-James, Project focus: The Hyde Apartments, Sydney, <http://blog.gjames.com/2012/07/05/project-focus-the-hyde-apartments-sydney/>, 15 Temmuz 2016.
- [267] Siegenia, Aeromat 100, <http://www.windowtec-fenster.de/lueftungsfenster4.php>, 15 Temmuz 2016.
- [268] Sreekanth, P.S., (2011). The Archi Blog, Charles Correa – Kanchanjunga Apartments, <https://thearchiblog.wordpress.com/2011/01/09/charles-correa-kanchanjunga-apartments/>, 22 Ağustos 2016.
- [269] Srivastava, P., (2015). Mumbai High Rise Buildings Case Studies Of Kohinoor Square, Aquaria Grande, Kanchanjunga, Linked Hybrid, Taipei 101 With Comparative, http://www.slideshare.net/popprat/mumbai-high-rise-case-studies-of-kohinoor-square-aquaria-grande-kanchanjunga-linked-hybrid-taipei-101-with-comparative?qid=69d54151-a1ba-4eac-bd33-d1b1af2ddf0e&v=&b=&from_search=1, 18 Eylül 2016.
- [270] Pagnotta, B., (2011). AD Classics: Kanchanjunga Apartments / Charles Correa, <http://www.archdaily.com/151844/ad-classics-kanchanjunga-apartments-charles-correa>, 22 Ağustos 2016.
- [271] Mohanty, P.O., Ford, B. and Lau, B., (2013). “Effectiveness of Natural Ventilation in Tall Residential Building in Tropical Climate”, 29th Conference, Sustainable Architecture for a Renewable Future, 10-12 September 2013, Munich, Germany.
- [272] Dome, MIT Libraries, <http://dome.mit.edu/handle/1721.3/58248?show=full>, 18 Eylül 2016.
- [273] Özkan, H.C., (2009). Charles Correa – Kanchanjunga Apartments, Cumballa Hill, Mumbai, 1970-1983, <https://identityhousing.wordpress.com/2009/12/03/charles-correa-kanchanjunga-apartments-cumballa-hill-mumbai-1970-1983/>, 22 Ağustos 2016.
- [274] Panorama City, <http://www.panoramacity.sk/en/project/welcome-to-panorama-city>, 27 Ağustos 2016.
- [275] Projekt Team, Panorama City – Stage 1 Bratislava, <http://www.projektteam.sk/--20-116-panorama-city---stage-i-bratislava>, 4 Eylül 2016.
- [276] Renson, Referencebook 2015, <http://export.renson.eu/referencebook-2015.html>, 5 Eylül 2016.
- [277] D+H, Air Solutions, <http://www.dh-partner.com/fileadmin/contents/Flipping-Book/AIRSOLUTIONS/index.html#22-23/z>, 22 Ağustos 2016.
- [278] Driven, Fresh Ideas For The Frankfurt Keg, <http://www.dh-partner.com/fileadmin/contents/Flipping-Book/DRIVEN/files/assets/common/downloads/page0010.pdf>, 4 Eylül 2016.
- [279] Atlas Obscura, Henninger Turm, <http://www.atlasobscura.com/places/henninger-turm>, 5 Eylül 2016.

- [280] Danık, S., (2014). Natural Ventilation Through Double-Skin Facades In Tall Buildings, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [281] Demir, N., (2011). Yüksek Yapılar ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [282] Tabanlıoğlu Architects, İstanbul Sapphire, <http://www.tabanlıoglu.com/project/sapphire/>, 5 Eylül 2016.
- [283] Arkiv buluşmaları- 3, İstanbul Sapphire, <http://v3.arkitera.com/h50234-arkiv-bulusmalari-3-istanbul-sapphire.html>, 6 Eylül 2016.
- [284] The Skyscrapercenter, Sapphire Tower, <http://skyscrapercenter.com/building/sapphire-tower/748>, 5 Eylül 2016.
- [285] Çiftçi Towers, <http://www.ciftcitowers.com.tr/tr-tr/rezidans/teknik-ozellikler.aspx>, 6 Eylül 2016.
- [286] John McAslan+Partners, Projects, Çiftçi Towers İstanbul, <http://www.mcaslan.co.uk/projects/ciftci-towers-istanbul>, 7 Eylül 2016.
- [287] Aumüller, Product, <https://www.aumueller-gmbh.de/en/aumueller-product/> 19 Eylül 2016.
- [288] CTBUH, Events, Conferences, Mumbai 2010, Technical Tours, Kachanjunga Apartment Tower, <http://ctbuh.org/Events/Conferences/Mumbai2010/TechnicalTours/Mumbai2010Kachanjunga/tabid/1497/language/en-US/Default.aspx>, 22 Ağustos 2016.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve DİKMEN
Doğum Tarihi ve Yeri : 25.06.1990/ Isparta
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mervedikmen9@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Mimarlık/ Yapı	YTÜ	2016
Lisans	Mimarlık	MSGSÜ	2013
Lise	Sayısal	Mürşide Ermumcu A.Ö.L.	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2014-2016	ESBAU YAPI SİSTEMLERİ A.Ş.	Proje uygulama ve projeli satışlar sorumlusu/Mimar
2013	ART İNŞAAT	Proje uygulama sorumlusu

YAYINLARI

Makale

1. Dikmen, M. ve Limoncu, S.,(2016). “Yüksek Konut Yapılarında Cepheler Aracılığıyla Sağlanan Doğal Havalandırmanın Örnekler Üzerinden İncelenmesi”, YTÜ, Mimarlık Fakültesi e-dergisi, (baskıda).

