

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ATRİYUMLU YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Naide SEVİM

OCAK 2017
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ATRİYUMLU YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA

Mimar Naide SEVİM

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"YÜKSEK MİMAR"

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 / 01 / 2017

Tezin Savunma Tarihi : 26 / 01 / 2017

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nihan ENGİN

Trabzon 2017

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Mimarlık Anabilim Dalında
Naide SEVİM Tarafından Hazırlanan**

ATRİYUMLU YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 10 / 01 / 2017 gün ve 1684 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof.Dr.Demet IRKLI ERYILDIZ

Üye : Doç.Dr.Nihan ENGİN

Üye : Yrd.Doç.Dr.Nilhan VURAL

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

Atriyumlu yapılarda doğal havalandırmanın ele alınarak, farklı iklim bölgelerinin atriyum üzerindeki etkilerini göstermeyi amaçlayan bu çalışma; KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı'nda hazırlanmıştır.

Tez süreci boyunca göstermiş olduğu ilgi, yönlendirme ve destekten ötürü danışman hocam sayın Doç. Dr. Nihan ENGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

KTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'ndeki yüksek lisans eğitimim süresince büyük ilgi, destek ve yardımlarını gördüğüm tüm değerli hocalarıma teşekkür ederim.

Tez sürecinin her aşamasında göstermiş oldukları anlayış, sabır ve yardımlarından dolayı aileme sevgiler sunarım.

Tez çalışmamı, tez süreci içinde vefat eden sevgili dedem Mehmet SEVİM'e ithaf ederim.

Naide SEVİM
Trabzon 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Atriyumlu Yapılarda Doğal Havalandırma” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Nihan ENGİN’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri / örnekleri kendim topladığımı, deneyleri / analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı / yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 26 / 01 / 2017

Naide SEVİM

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç ve Kapsam	2
1.3. Enerji Etkin Mimarlık	3
1.3.1. Enerji Etkin Pasif Sistemler	3
1.3.1.1. Pasif İklimlendirme Sistemleri	4
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	5
2.1. Literatür Çalışması.....	5
2.1.1. Rüzgarın (Hava Hareketleri) Yapısı	5
2.1.2. Doğal Havalandırma Kavramı.....	8
2.1.2.1. Doğal Havalandırma Stratejileri.....	9
2.1.2.1.1. Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma Stratejisi	11
2.1.2.1.2. Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma Stratejisi	11
2.1.2.1.3. Baca Etkisi ile Havalandırma Stratejisi	12
2.1.2.1.4. Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma Stratejisi	13
2.1.2.1.5. Gece Havalandırma Stratejisi	14
2.1.2.1.6. Karma Kullanımlı (Hibrid) Havalandırma Stratejisi	15
2.1.2.2. Yapılarda Doğal Havalandırmayı Etkileyen Faktörler	17
2.1.2.2.1. Dış Çevre Özellikleri – Doğal Havalandırma İlişkisi.....	17
2.1.2.2.1.1. Doğal Dış Çevre	17

2.1.2.2.1.1.1.	İklim	18
2.1.2.2.1.1.2.	Topografya	20
2.1.2.2.1.2.	Yapma Dış Çevre	21
2.1.2.2.1.2.1.	Kent Planlaması	21
2.1.2.2.1.2.2.	Yakın Yapılı Çevre	23
2.1.2.2.1.2.3.	Yeşil Doku	25
2.1.2.2.2.	Yapı Özellikleri – Doğal Havalandırma İlişkisi	27
2.1.2.2.2.1.	Konum ve Yönlenme	27
2.1.2.2.2.2.	Yapı Formu	29
2.1.2.2.2.3.	Yapı Kabuğundaki Doğal Havalandırma Bileşenleri	31
2.1.2.2.2.3.1.	Tek Cephe (Pencereler ve Kapılar)	32
2.1.2.2.2.3.2.	Çift Cephe	34
2.1.2.2.2.3.3.	İklim Holleri	36
2.1.2.2.2.3.4.	Kanat Duvarlar (Wing Walls)	37
2.1.2.2.2.3.5.	Çatı Kanatları (Roof Wings)	38
2.1.2.2.2.3.6.	Rüzgar Bacası (Rüzgar Kulesi)	38
2.1.2.2.2.3.7.	Rüzgar Kepçesi (Rüzgar Şapkası)	40
2.1.2.2.2.3.8.	Güneş Bacası	41
2.1.2.2.2.3.9.	Gölgelendirme Elemanları	42
2.1.2.2.2.4.	Yapı İçindeki Doğal Havalandırma Bileşenleri	43
2.1.2.2.2.4.1.	Güneş Odaları	43
2.1.2.2.2.4.2.	Bölücü Duvarlar	44
2.1.2.2.2.4.3.	Bölücü Tavanlar	45
2.1.2.2.2.4.4.	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	46
2.1.2.2.2.4.5.	Servis Çekirdekleri	47
2.1.2.2.2.4.6.	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	48
2.1.2.2.2.4.7.	Atriyum	49
2.1.3.	Atriyumlarda Doğal Havalandırma	49
2.1.3.1.	Atriyumların Yapıdaki Konumları ve Tipleri	49
2.1.3.2.	Atriyum Çatı Geometrilere	51
2.1.3.3.	Atriyumlarda Çatı ve Yan Yüzeylerde Kullanılan Malzemeler	54
2.1.3.4.	Atriyum Enerji Performansı	56
2.1.3.5.	İklim Bölgelerine Göre Atriyum İhtiyaç Tipleri	57

2.1.3.6.	Kullanım Amacına Göre Atriyumlar	58
2.1.3.7.	Atriyumlarda Doğal Havalandırma Stratejileri	59
2.1.3.8.	Atriyumlarda Yangın ve Gürültü Sorunları	60
2.2.	Atriyumlu Yapı Analizleri	62
2.2.1.	Yapı Örneklerinin Seçilmesi ve İklim Bölgelerine Göre Gruplandırılması	62
2.2.2.	Yapı Analiz Tablosunun Oluşturulması.....	65
2.2.3.	Yapı Örneklerinin Analiz Tabloları	69
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER.....	118
3.1.	Yapı Bilgileri.....	118
3.2.	Havalandırma Şemaları.....	122
3.3.	Dış Çevre Özellikleri	125
3.4.	Yapı Özellikleri	127
3.5.	Atriyum Özellikleri.....	132
4.	SONUÇLAR.....	139
6.	KAYNAKLAR.....	142
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ATRİYUMLU YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA

Naide SEVİM

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Nihan ENGİN
2017, 154 Sayfa

Doğal havalandırma, mekanik bir araç kullanmadan kapalı ortam havasının taze hava ile değiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmayı ve yapılarda enerji korunumu yükseltmeyi amaçlayan doğal havalandırma, enerji etkin pasif sistemler içinde de önemli bir yer tutmaktadır. Yapılarda farklı yöntemlerle ve / veya farklı yapı bileşenleri ile gerçekleştirilebilen doğal havalandırma; bu tez çalışmasında, atriyumlu yapılar üzerinden ele alınmıştır. Bu çalışma ile, atriyumlu yapılarda doğal havalandırmaya etki eden çeşitli yapısal ve çevresel faktörleri ortaya koymak, bu faktörlerin iklim bölgelerine göre değişimlerini ve bu değişimlerin nedenlerini incelemek amaçlanmıştır.

“Genel Bilgiler” bölümünde; çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmış, konuya genel başlıklarla giriş sağlanmıştır. “Yapılan Çalışmalar” bölümünde, literatürde yer alan konu ile ilgili bilgiler açıklanmış, atriyumlarda doğal havalandırmaya etki eden faktörler belirlenerek tablo haline dönüştürülmüş ve seçilen örnek yapılar bu tablo ile analiz edilmiştir. “Bulgular ve İrdellemeler” bölümünde, atriyumlu yapı örneklerine ait bulgular değerlendirilmiş ve irdelenmiştir. “Sonuçlar” bölümünde; soğuk, ılıman, sıcak-kuru ve sıcak-nemli iklim bölgelerinden seçilmiş 16 atriyumlu yapı örneğinde, doğal havalandırmaya etki eden çeşitli yapısal ve çevresel faktörler ile bunların iklim bölgelerine göre benzerlik ve farklılıkları nedenleri ile birlikte verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkin mimarlık, havalandırma, doğal havalandırma, doğal havalandırma stratejileri, atriyum, baca etkili havalandırma, iklim

Master Thesis

SUMMARY

NATURAL VENTILATION IN ATRIAL BUILDINGS

Naide SEVİM

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Architecture Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Nihan ENGİN
2017, 154 Pages

Natural ventilation is defined as the replacement of indoor air with fresh air without the use of a mechanical device. Natural ventilation, which uses renewable energy resources to reduce the active climate load on the responsibility of mechanical systems and to increase energy conservation in buildings, is also an important part of energy-efficient passive systems. Natural ventilation, which can be carried out in the buildings by different methods and / or different building components, have been dealt in the atrial buildings in this thesis. With this study, it is aimed to reveal various structural and environmental factors affecting natural ventilation in atrial buildings and to investigate the changes of these factors according to climate regions and the reasons of these changes.

In "General Information" section; purpose and scope of the study were explained, the topic was introduced with general titles. In "Work Done " section, information about the subject in the literature was explained, the factors affecting the natural ventilation in the atrium were determined and transformed into a chart, and the selected samples were analyzed with this chart. In "Findings and Deposits" section, atrial structure samples were evaluated and examined. In "Conclusions" section; various structural and environmental factors affecting natural ventilation, their similarities and differences according to climatic reasons were given together with their causes in the case of 16 atrial structures selected from cold, temperate, hot-dry and hot-humid climate regions.

Key Words: Energy efficient architecture, ventilation, natural ventilation, natural ventilation strategies, atria, stack effect ventilation, climate

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Hava moleküllerinin davranışı	6
Şekil 2. Hava akımı biçimleri	6
Şekil 3. Kullanılan fiziksel mekanizmaya göre doğal havalandırma yöntemleri	10
Şekil 4. Rüzgar ve baca etkisi ile oluşan hava hareketi ve basınç dağılımı	10
Şekil 5. Doğal havalandırma stratejileri	16
Şekil 6. Doğal havalandırmayı etkileyen faktörler ve birbirleriyle ilişkisi	17
Şekil 7. Topografyanın rüzgar ve güneşlenme üzerindeki etkileri ve buna bağlı olarak farklı iklim bölgeleri için uygun yerleşimler	20
Şekil 8. Kırsal bölgedeki soğuk havanın kent bölgelerine hareketi ile oluşan hava akımları	22
Şekil 9. Yeryüzü sınır tabakasında rüzgar hızı değişim gradyanlarının yapma çevre özelliklerine bağlı farklılaşması	22
Şekil 10. Rüzgarın yapılı çevre içindeki yapı grupları içindeki davranışı	23
Şekil 11. Yeşil doku kullanımı ile doğal havalandırma ilişkisi	26
Şekil 12. İklim bölgelerine uygun yapı formları	30
Şekil 13. Yapının çatı biçimine göre oluşan basınç bölgeleri	31
Şekil 14. Pencere boşluğundaki hava akışının gösterimi	32
Şekil 15. Havanın denetimli ızgaralarla yapı içine alınması	33
Şekil 16. Çatı pencereleri ile havalandırmanın sağlanması	34
Şekil 17. Kapıda ızgara ya da vasistas pencere ile havalandırma	34
Şekil 18. Çift kabuk cam cephe çeşitleri	36
Şekil 19. Doğal havalandırma sağlayan iklim holü- Thompson Reklamcılık Şirketi Binası örneği	36
Şekil 20. Karşılıklı havalandırmada kanat duvar organizasyonları	37
Şekil 21. Çatı kanatlarının çalışma şeması- INES/French National Solar Energy Institute örneği	38
Şekil 22. Rüzgar bacalarının çalışma şeması	39
Şekil 23. Rüzgar kepçeleri-Beddington Zero Energy Development (BedZed) örneği	40
Şekil 24. Güneş bacasının çalışma şeması ve görünüşü	41

Şekil 25. Farklı panjur biçimlerinin oluşturdukları hava akımları	43
Şekil 26. Güneş odasında doğal havalandırma şeması	44
Şekil 27. İç bölücü duvarların doğal havalandırmadaki yönlendirme etkisi	45
Şekil 28. Bölücü tavanların çalışma şeması	46
Şekil 29. Topraktan havalandırmayı sağlayan kanallar	46
Şekil 30. Doğal havalandırma sağlayan servis çekirdekler	47
Şekil 31. Gök Bahçelerin ve Dikey Bahçelerin çalışma şeması ve görünüşü- 60 Richmond Housing Cooperative örneği.....	48
Şekil 32. Atriyum ve doğal havalandırma ilişkisi	49
Şekil 33. Yapı içerisindeki konumlarına göre atriyum tipleri	50
Şekil 34. Yapı içerisindeki adedine göre atriyum tipleri	51
Şekil 35. Atriyum kubbe çatı örnekleri	52
Şekil 36. Atriyum tonoz çatı örnekleri.....	52
Şekil 37. Atriyum piramit çatı örnekleri	53
Şekil 38. Atriyum katlanmış plak çatı örnekleri.....	53
Şekil 39. IVEG binası doğal havalandırma şemasına yönelik yangın güvenlik önlemi	61
Şekil 40. İncelenen yapı örneklerinin dünya haritası üzerinde toplu olarak gösterimi.....	64
Şekil 41. Atriyum formunun, yapı formu ve atriyum çatı formu ile ilişkisi	134

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. İklim bölgelerine göre korunulması ve sağlanması gereken ögeler.....	19
Tablo 2. İklim bölgelerine göre optimum yön, iyi ve geçerli yönelme aralıkları.....	28
Tablo 3. İklim bölgelerine göre atriyum ihtiyaç tipinin belirlenmesi.....	57
Tablo 4. Kullanım amacına uygun olarak atriyumda ihtiyaç duyulan ortam sıcaklığı.....	58
Tablo 5. Yapı örneklerinin incelendiği tablo modeli.....	67
Tablo 6. “60 Richmond Housing Cooperative” örneği.....	70
Tablo 7. “Algonquin Centre for Construction Excellence (ACCE)” örneği.....	73
Tablo 8. “European Investment Bank (EIB) Headquarters” örneği	76
Tablo 9. “Unilever Headquarters” örneği	79
Tablo 10. “Türkiye Mühendisler Birliği Binası” örneği.....	82
Tablo 11. “French National Solar Energy Institute (INES)” örneği.....	85
Tablo 12. “Plantation Place” örneği.....	88
Tablo 13. “The Atrium at 800 Yates” örneği	91
Tablo 14. “McCann FitzGerald Headquarters” örneği	94
Tablo 15. “Siemens Headquarters” örneği.....	97
Tablo 16. “VIA Corporativo” örneği.....	100
Tablo 17. “Telecommunications Regulatory Authority Headquarters” örneği.....	103
Tablo 18. “John and Frances Angelos Law Center” örneği.....	106
Tablo 19. “Genzyme Center” örneği	109
Tablo 20. “One Airport Square” örneği.....	112
Tablo 21. “Solaris” örneği.....	115
Tablo 22. Yapılara ait genel bilgilerin karşılaştırması.....	119
Tablo 23. Yapılarda kullanılan pasif enerji stratejilerinin karşılaştırması	121
Tablo 24. Yapılarda kullanılan havalandırma çeşitlerinin karşılaştırması.....	122
Tablo 25. Yapılarda kullanılan doğal havalandırma stratejilerinin karşılaştırması.....	124
Tablo 26. Yapıların dış çevre özelliklerinin karşılaştırması.....	125
Tablo 27. Yapı formlarının karşılaştırması	128

Tablo 28. Yapı kabuğundaki ve yapı içindeki doğal havalandırma bileşenlerinin karşılaştırması.....	130
Tablo 29. Yapılardaki atriyumların form, tip - konum verilerinin karşılaştırması.....	132
Tablo 30. Yapılardaki atriyumların çatı ve eğim tipi, yapı çatısı yükseklik ilişkisi ile hava akış yönü verilerinin karşılaştırması	135
Tablo 31. Yapılardaki atriyumların yan yüzey ve tavan malzemelerinin karşılaştırması.....	137



SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers / Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Derneği
B	: Batı
B.K.	: Bodrum Kat
BCA GreenMark	: Environmental Rating System of Singapore (It includes “Platinum, Gold Plus and Gold” ratings) / Singapore Çevre Değerlendirme Sistemi (“Platinum, Gold Plus ve Gold” derecelerini içerir)
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method / Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu
CIBSE	: The Chartered Institution of Building Services Engineers / Bina Hizmetleri Mühendisleri Kurumu
CO₂	: Carbon dioxide / Karbondioksit
Ç.K.	: Çatı Katı
D	: Doğu
Eco Label	: Environmental Rating System of European Union Country / Avrupa Birliği Ülkeleri Çevre Değerlendirme Sistemi
G	: Güney
GB	: Güneybatı
GD	: Güneydoğu
Green Star (SA)	: Environmental Rating System of South Africa (It includes “4-Star, 5 Star and 6-Star” ratings) / Güney Afrika Çevre Değerlendirme Sistemi (“4-Yıldız, 5-Yıldız ve 6-Yıldız” derecelerini içerir)
K	: Kuzey
KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design / Enerji Yönetimi ve Çevresel Tasarım
N.K.	: Normal Kat
Z.K.	: Zemin Kat

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

1970’li yıllarda yaşanan küresel ölçekli enerji krizi, ülkeleri tükenir nitelikteki enerji potansiyellerinin gelecekteki durumlarını öngörmeye ve alternatif enerjilerin üretimini, kullanım yollarını araştırıp geliştirmeye yöneltmiştir. Enerji verimliliğini ve çevresel kaynakların kullanımında sürdürülebilirliğin önemini öne çıkaran bu araştırmalar mimarlık alanında da yansıma bularak, kullanıcıya konforlu mekanlar yaratmaya çalışan tasarımcıları insan, çevre ve enerji kullanımı konularında daha akılcı davranmaya zorlamıştır (Ovalı, 2009). Bu gelişmeler ile ortaya çıkan “çevreye duyarlı-enerji etkin tasarım yaklaşımları”; yapıyı çevreye adapte etmeyi ve yenilenebilir enerjilerden yararlanarak kullanılan enerjiyi korumayı sağlayıp israfını önlemeye yönelik kararlar almayı hedefleyen, bir tasarım, üretim ve işletim yaklaşımı olarak tanımlanmıştır (Utkutuğ ve Çeviker, 2002).

Enerji etkin yapı tasarımında, tasarımı gerçekleştirmek amacıyla üç adımın takip edilmesi gerekir. Bunlardan ilki enerji korunumu amacıyla kışın ısıtma, yazın serinletme yükünü minimize edecek, doğal ve yapay aydınlatma etkinliğini arttıracak bir mimari tasarım oluşturmaktır. Bu adımda alınan her tasarım kararı, söz konusu yük miktarını belirleme özelliğinde olup, başarısız tasarım kararları mekanik sistem boyutlarını ve harcanacak enerji miktarını arttırmaktadır. İkinci adım; yapı tipi ve çevre verilerine en uygun pasif ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma tekniklerinin uygulanmasıdır ve bunu yaparken öncelikli olarak doğal enerji kaynaklarının kullanılmasının sağlanması amaçtır. Bu iki adımın ortak amacı ise, gereksinilen iç ortam konfor koşullarının kendiliğinden olduğu dönemi mümkün olduğunca uzatabilmektir. Üçüncü adım; iç konfor koşullarının işlevi gereği ve / veya yapı kullanıcılarının seçimi sonucu, yüksek düzeyde konfor beklentisi olan koşullarda mekanik sistemlerin kullanılmasıdır. Ancak, hiçbir zaman yapının konfor koşullarının sağlanması tek başına mekanik sistemlere bırakılmamalıdır (Utkutuğ, 1999; Çakmanus, 2004).

İç hava kalitesinin artırılması mekanik hava düzenleme sistemleri kullanılarak gerçekleştirilen yapılarda, havanın yapı içine alınması, dağıtılması ve kirlenen havanın atılması için tüketilen enerji, doğal ilkelerle havalandırılan yapılara göre yüksek

düzeydedir. Bu enerji tüketimini azaltmak için yapı işletmecilerinin dış ortamdan alınan hava miktarını azaltma yoluna gitmesi durumunda ise iç havada kirlilik oranı artmakta ve yapı içi hava kalitesi düşmektedir (Allard, 1998). Mekanik iklimlendirme sistemlerinin oluşturduğu bu gibi sorunlar; özellikle 1990'lı yılların sonlarına doğru, mimarların, doğal havalandırmayı yapılarda etkin olarak kullanabilme konusundaki kararlılıklarının ve bu alandaki çalışmaların yoğunlaşmasını sağlamıştır (Kılınç, 2015).

Mekanik araçlar kullanmadan hava hareketiyle kapalı mekanlara temiz hava sağlanması olarak tanımlanan doğal havalandırma, enerji etkin tasarımda ele alınan önemli bir pasif iklimlendirme sistemidir. İnsan yaşamını sürdürmesi için gerekli oksijenin karşılanması ve yapı içinde çeşitli nedenlerle oluşabilen hava kirliliğinin giderilmesi için yapının doğru ve yeterli bir şekilde havalandırılması önemlidir (Darçın ve Balanlı, 2012).

1.2. Amaç ve Kapsam

Doğal havalandırma, dış çevrede yapıyı etkileyen uygun nitelikteki hava deviniminden yararlanılarak ya da yapı çevresinde ve içinde ısı etkisi ile hava devinimi oluşturularak gerçekleştirilir. Doğal havalandırmanın niteliğinde ve yeterliliğinde yapının konumunun, biçiminin, planının (yapı birimlerinin yerleşimi) ve boşluklarının bu devinime uygun düzenlenmesi etkilidir (Darçın ve Balanlı, 2012). Yapıya ve dış çevresine ilişkin bu özellikler, doğal hava devinimine uygun olarak düzenlendiğinde; kullanıcı sağlığını bozmayan, fazla enerji tüketmeyen, enerji tüketiminin çevreyi kirlilemediği, yapının üretim ve kullanım maliyetini arttırmayan bir havalandırma sağlanmış olacaktır.

Doğal olarak havalandırılan yapıların tipik özelliği; atriyumlar, gökavlılar, açılabilen pencereler, havalandırma bacaları, hava giriş ve çıkış kanalları ile fanlar içermeleridir. Bu çalışmada ise, doğal havalandırma atriyumlu yapı örnekleri üzerinden ele alınarak anlatılmıştır. Atriyumun ele alınma nedenleri;

- Atriyumun bir mekan niteliğine sahip olması,
- Rüzgar olmadığı zamanlarda bile baca etkisi ile hava akışının sağlanmasına izin vermesi,
- Enerji tüketiminin minimum seviyede tutulmasına imkan verecek şekilde pasif ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatmanın bir arada sağlanabildiği bir mekan olması,

- Daha önce atriyumlarla ilgili yapılan çalışmaların doğal havalandırma dışında ağırlıkça ısı ve aydınlatma ile ilgili olmasıdır.

Çalışmanın amacı;

- Atriyumlu yapılarda doğal havalandırmaya etki eden çeşitli yapısal ve çevresel faktörleri ortaya koymak,
- Bu faktörlerin iklim bölgelerine göre değişimlerini ve bu değişimlerin nedenlerini incelemektir.

Çalışma kapsamında; soğuk, ılıman, sıcak - kuru ve sıcak - nemli iklime sahip bölgelerdeki toplam 16 örnek yapı incelenmiştir.

1.3. Enerji Etkin Mimarlık

Enerji, insanların günlük yaşamlarını sürdürebilmeleri için gereklidir. Tarih boyunca toplumların evrimi, geliştirdikleri ve kullandıkları enerji kaynaklarına bağlı olmuştur. Gelecekteki gelişme de aynı biçimde, enerji kaynaklarının yeterliliğine ve çeşitliliğine dayanacaktır. Enerjinin zaman içinde artan ihtiyaç miktarlarında bulunmayacağını, hatta uzun vadede tükenmeye yaklaştığının bilinmesi, enerjinin geleceği ile ilgili ciddi kaygılara neden olmaktadır (Topbaş vd., 1998). Tüm bu gelişmelerin desteklediği yeni bir tasarım anlayışı olarak “Enerji Etkin Yaklaşım ve Enerji Etkin Mimarlık” büyük önem kazanmaktadır.

Enerji etkin yaklaşım ve enerji etkin mimarlık; yapıyı oluşturan tüm malzeme ve bileşenlerin üretimi, yapının tasarımı, üretimi, kullanımı, bakımı, işletimi ve iklimlendirme sistemlerinin seçim ve yönetimine kadar geniş bir alan çerçevesinde, yapının standardını düşürmeden tüm enerji girdilerinin, bireysel ve toplumsal yarara yönelik olarak, miktar ve maliyetini en aza indirgenmesini amaçlamaktadır (Utkutuğ ve Çeviker, 2002).

1.3.1. Enerji Etkin Pasif Sistemler

Yapı, yapım sürecinde tükettiği enerjinin dışında kullanım süresi boyunca; ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve yapı işlevine bağlı etkinlikler için enerjiye gereksinim duymaktadır. Pasif sistemler, iç mekan için gerekli olan aydınlatma ve ısıtma ihtiyacını güneş enerjisinden sağlayan, doğal havalandırma ve soğutma işlevini rüzgar

enerjisinin kullanımına bağı tasarımı ilkeleriyle gerçekleştiren tasarımı yaklaşımıdır (Dikmen, 2011).

Enerji etkin pasif sistemler, güneş veya rüzgar enerjisinin toplanmasında ve iletilmesinde mekanik yolla çalışan sistemleri kullanmadan enerji kazancının sağlanmasına yönelik tasarımısal çözümlerle oluşturulan yapı bileşenleridir (Özbalta, 2011). Pasif sistemler kullanılarak, yapı içinde insan sağlığı ve çalışma verimi için gerekli olan konfor koşullarını enerji kullanımı gerektirmeden belli oranlarda sağlamak mümkündür (Yüksek ve Esin, 2011).

1.3.1.1. Pasif İklimlendirme Sistemleri

Yapılı çevrenin, çevresel faktörler göz önünde bulundurularak tasarlanması; yapma çevreyi oluşturan tasarımı parametrelerinin insanın iklimsel gereksinimlerini, iklim elemanları, yöresel mikro - iklimatik ve diğer doğal - yapay mevcut fiziksel çevre verilerinden yararlanıp, insanın ihtiyacı olan konfor koşullarından taviz vermeden en az enerji gerektirecek şekilde belirlenip tasarlanmasına pasif iklimlendirme denmektedir (Ok, 2008).

Pasif iklimlendirme sistemlerinde amaç, bölgenin iklimsel verileri ve insanların iklimsel gereksinimleri değerlendirilerek ısıtma, soğutma ve havalandırma yapılırken, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, yapılarda enerji korunumu yükseltmek, mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmaktır (Ok, 2007; Zarandi, 2006). Bu bağlamda, enerji verimliliğini arttırmak için yakın çevredeki sürdürülebilir enerjiler ve iklim özelliklerinden yararlanılması esas alınmalıdır.

Pasif iklimlendirme sistemleri; pasif ısıtma, pasif soğutma ve doğal havalandırma olarak sınıflandırılabilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Literatür Çalışması

Bu bölümde; konu ile ilgili yüksek lisans ve doktora tezleri, makale ve bildiriler, kitap ve dergiler ile internet kaynaklarından yararlanılarak genel bir araştırma yapılmıştır.

2.1.1. Rüzgarın (Hava Hareketleri) Yapısı

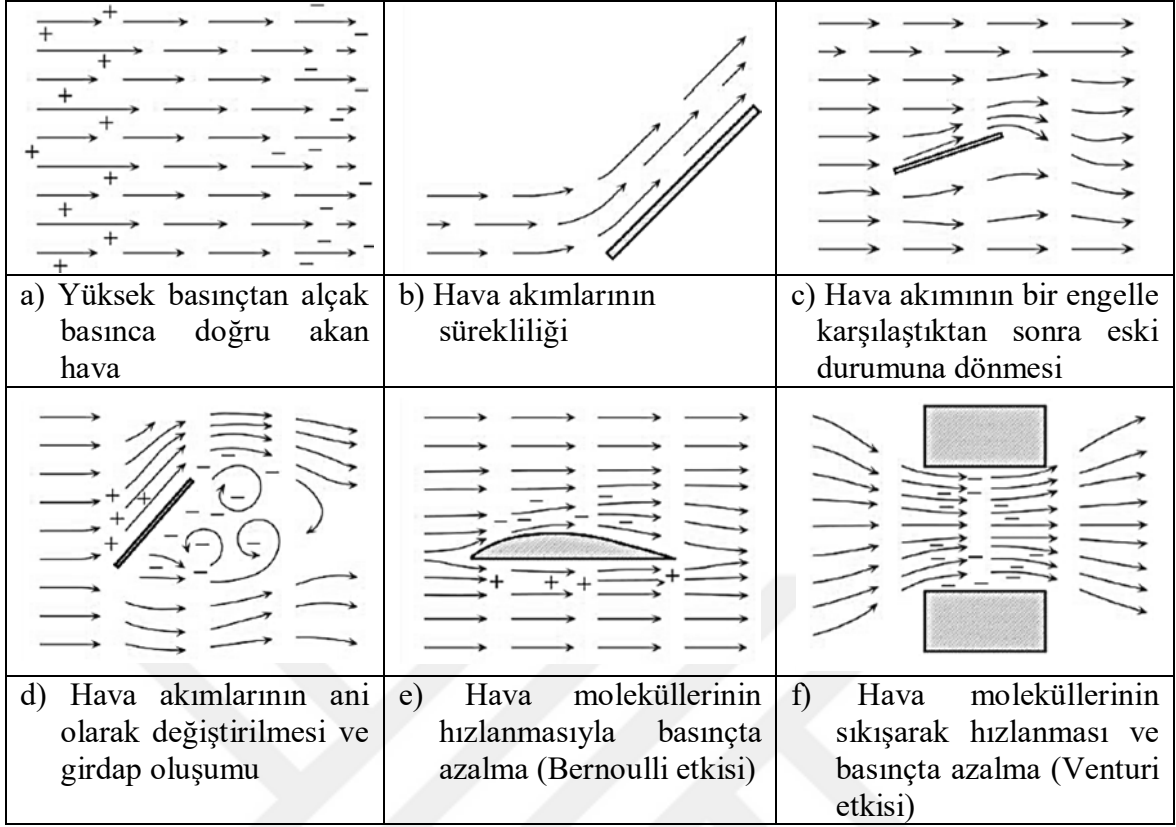
Doğal havalandırma sisteminde temel unsur rüzgardır. Rüzgarın etkisi ve şiddeti yapının bulunduğu iklime, çevresel özelliklere ve coğrafyaya göre değişiklik göstermektedir. Genel anlamda rüzgarın yapılar üzerindeki etkileri;

- esme yönüne ve karakterine (sıcak-soğuk, kuru-nemli),
- hızına (basınç farkı artıkça hız artar),
- esme süresine,
- yapının zeminle ilişkisine (zeminden yükseltilmiş, gömülmüş veya hem zemin),
- yapı biçimine (kompakt, avlulu veya serbest düzende boşaltılmış),
- çevre yapıların, topografyanın ve yeşil dokunun niteliğine,
- etkilediği yüzeyin dokusuna (pürüzlülük),

bağlı olarak değişmektedir (Ovalı, 2009).

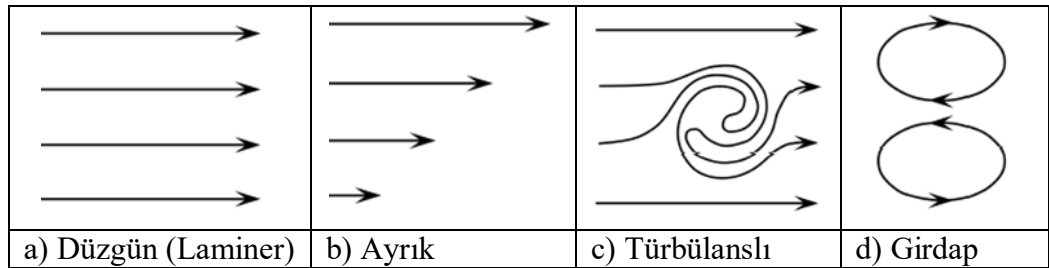
Rüzgar, bölgenin iklimsel yapısına bağlı olarak tasarımlarda kimi zaman istenen, kimi zaman da istenmeyen ve korunulan bir faktördür. Ayrıca, yaz ve kış farkı da düşünülerek, etkin kullanım için iki farklı gereksinime de cevap veren mekanlar tasarlanmalıdır (Yücel, 2010). Yaz aylarında rüzgar etkin bir havalandırma ve soğutma sağlarken, kış aylarında ise daha kontrollü rüzgar ve hava girişleri sağlanmalıdır (Aşıkoğlu, 2014).

Doğal havalandırma yöntemlerinin uygulanması için hava akımıyla ilgili temel bilgilerin de bilinmesi gerekmektedir (Şekil 1). Bu temel bilgileri; hava akımının nedenleri, hava akımının tipleri, atalet, hava korunumu, yüksek ve alçak basınç alanları, bernoulli etkisi, venturi etkisi ve baca etkisi olarak gruplandırabiliriz (Lechner, 1991; Yaşa, 2004).



Şekil 1. Hava moleküllerinin davranışı (Yaşa, 2004; Darçın ve Balanlı, 2010).

- Hava Akımının Nedenleri: Hava akımı, sıcaklıktaki ve basınçtaki farklılıklardan oluşan doğal taşınım yolu ile oluşur (Yücel, 2010).
- Hava Akımının Tipleri: Düzgün (laminer), ayrık, türbülanslı, girdap akımları olmak üzere dört hava akım tipi vardır (Şekil 2). Hava akımı yapı gibi sert bir engelle karşılaştığı zaman düzgün akım türbülanslı akım haline gelir. Girdap akımları ise bu düzgün ya da türbülanslı akımların dairesel düzende olanlarına verilen isimdir (Yücel, 2010).



Şekil 2. Hava akımı biçimleri (Lenchner, 2001; Yücel, 2010; Darçın, 2008).

- **Atalet:** Hava bir miktar kütleye sahip olduğundan, hareketli hava düz bir çizgide gitme eğilimindedir. Yönünü değiştirmeye zorlandığında hava akımları eğriyi takip eder ve asla dik açıda olmaz (Şekil 1.c) (Lechner, 1991).
- **Hava Korunumu:** Hava yapı alanında ne yaratılabilir ne de yok olabilir, bu nedenle bir yapıya yaklaşan hava ile ayrılan hava eşittir. Böylece hava akımını gösteren çizgiler süreklilik göstermelidir (Şekil 1.b) (Lechner, 1991).
- **Yüksek ve Alçak Basınç Alanları:** Güneş ışınlarının, yeryüzünün çeşitli bölgelerinde oluşturduğu atmosferik ışıının farklı olması nedeniyle bazı bölgelerde alçak, bazı bölgelerde yüksek basınç merkezleri belirir. Hava bir yapının rüzgar yönündeki cephesine vurduğunda, sıkışır ve pozitif basınç oluşturur. Aynı zamanda, rüzgar altı cephesinden emildiğinde, negatif basınç oluşturur (Lechner, 1991). Rüzgar yönü daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğrudur (Şekil 1.a) (Kılınç, 2015). Bir iç mekanda hava deviniminin sağlanabilmesi için havanın mekana girdiği nokta ile mekandan çıktığı nokta arasında bir basınç farkı yaratılması gerekir. Basınç farkı ne kadar yüksek olursa akacak hava miktarı o kadar artacaktır (Lencher, 2001).
- **Bernoulli Etkisi:** Bir hava akımının hızı bitişik hava akımının hızına oranla artarsa bu hava akımının basıncı azalır (Şekil 1.e) (Yaşa, 2004).
- **Venturi Etkisi:** Katmanlı hava akımı, bir açıklıktan geçmesi için sıkıştırıldığında hızı artar ve basıncı düşer (Şekil 1.f) (Yaşa, 2004).
- **Baca Etkisi:** Doğal konveksiyon hareketi nedeniyle havanın yapıdan çıkarılmasıdır (sıcaklık ve nem farklılıklarından dolayı havanın yoğunluğunun değişmesi ile meydana gelir). Baca etkisi; iki dikey açıklık arasındaki iç sıcaklık farkının, aynı açıklıkların seviyesindeki dış sıcaklık farkından daha büyük olması durumunda havayı dışarı atar. Baca etkisinin avantajı, bernoulli etkisi gibi rüzgara bağımlı olmamasıdır. Dezavantajı ise zayıf bir kuvvet olması ve havanın çok hızlı hareket edememesidir. Pek çok sıcak yaz günlerinde, özellikle iyi bir dikey havalandırma yaratmak için, yukarıda bahsedilen bernoulli ve venturi etkisi kombine edilebilir (Lechner, 1991).

Rüzgarın doğal havalandırma sisteminin işlevini yerine getirebilmesi için yapı dışı ve iç çevresinde ek olarak rüzgar kontrolü sistemi oluşturulur. Rüzgar kontrol sisteminin amacı; rüzgarın hızının azaltılması veya arttırılması doğrultusunun değiştirilmesi, hava kalitesinin istenen değerlere değiştirilmesi olarak sıralanabilir (Ok, 2008). Rüzgar

kontrolünün enerji tasarrufu açısından önemi, ısı kaybının, hava sızıntılarının (infiltrasyon, eksfiltrasyon) ve malzeme üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına yöneliktir (Givoni, 1998).

Hava akımları genel anlamda, atmosferik hava basınç farklılıkları nedeniyle meydana gelmektedir. Atmosferik basınç farklılıklarına yoğunluk farklılıkları, hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır. Hava akımlarının yönünü bölgelerin yeri, hızını da basınç farkı miktarları etkilemektedir (Berköz vd., 1995). Bu bağlamda, tasarıma başlamadan önce yapının bulunduğu çevredeki hâkim rüzgar yönleri belirlenip hava akış şemaları oluşturulmalıdır (Thomas, 1996).

2.1.2. Doğal Havalandırma Kavramı

Bir yapının pasif olarak soğutulmasında izlenecek en basit teknik, doğal havalandırmadır (Ovalı, 2009). Doğal havalandırma, mekanik bir araç kullanmadan kapalı bir ortam havasının taze hava ile değiştirilmesidir (Özdeniz, 1984). Doğal havalandırma genel olarak, kapalı bir mekandaki kullanılmış olan kirli havanın yerini temiz havanın almasını, yani düşük kalitede olan, içinde kirleticiler bulunan havanın yüksek kalitede, kirletici içermeyen hava ile değiştirilmesini sağlamaktadır (Balanlı, 2007).

Doğal havalandırma, yapının çevresel kontrolüne bir takım yararlar sağlamaktadır. Bunlar (Yaşa, 2004):

- Yapı içindeki insanlar için temiz hava gereksinimini sağlamak (sağlıklı havalandırma),
- Buharlaştırma oranını ve vücutta hissedilen ısı kaybını arttırmak (konforlu havalandırma),
- Daha serin dış hava için iç ılık hava değişikliği sağlayarak yapı iç mekanını serinletmek (yapısal havalandırma).

İnsanlar nefes alıp verirken havanın oksijenini kullanarak dışarıya CO₂ verirler. Normal bir insan yaptığı eyleme göre 0.5 - 5.0 m³/saat havayı içine çeker ve bunun %4.3'ünü CO₂'e çevirir. Bu nedenle kapalı bir ortamda havanın CO₂ oranı gittikçe artar. İnsanların labaratuvar koşullarında, hacimsel olarak %2-3 oranında CO₂ bulunan havada aşırı rahatsızlık duymadan yaşayabilecekleri saptanmıştır. Ancak, CO₂ oranının %1'e ulaştığı yerler kötü havalandırılmış kabul edilir. Sağlık koşulları yönünden bu kirli hava taze hava ile değiştirilmelidir (Özdeniz, 1984).

Havalandırmanın etkili sağlanmadığı yapılarda, olumsuz iç ortam koşullarına bağlı olarak insanlarda “hasta bina sendromu” gibi rahatsızlıklar görülmektedir. Hasta bina sendromunun en önemli nedenleri, ısı yalıtımının ön plana çıktığı yapılardaki yetersiz havalandırma koşulları ile kimyasal ve mikrobiyal kirliliktir. Hasta bina sendromu belirli bir iç ortamdayken ortaya çıkan ve o ortam terk edildikten sonra kaybolan ve binada yaşayan kişilerin çoğunluğunu etkileyen semptomlar dizisidir. Bu semptomların iç ortama girildikten sonra 15 - 30 dakika ile birkaç saat içinde başladığı ve binadan ayrıldıktan sonra 30 dakika ile birkaç saat içinde düzeldiği bildirilmiştir (Spellman, 2008; Maroni vd., 1995; Oanh ve Hung, 2005). Hasta bina sendromuna bağlı olarak görülen semptomları azaltabilmek için hem kirletici emisyonlarının azaltılması hem de uygun iklimlendirme şartlarının sağlanması gerekmektedir (Zeydan vd., 2009). Böylece oluşacak yüksek kaliteli iç hava ile kullanıcı sağlığı iyileşecek, dolayısıyla verimi de artacaktır (Darçın, 2008).

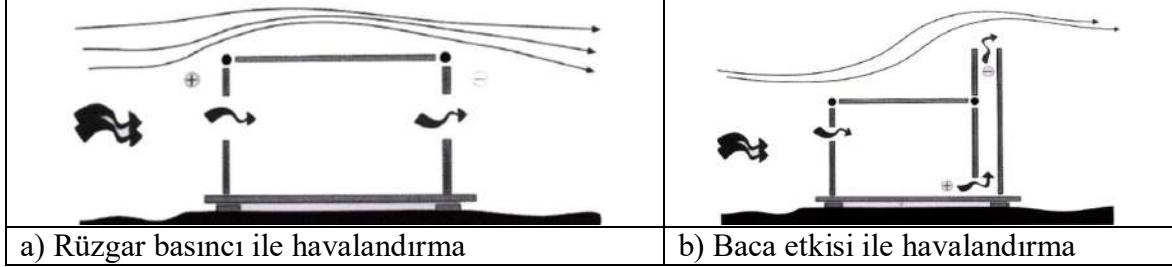
Bir yapının doğal havalandırma sistemi tasarlanırken, biri yaz, diğeri kış ayları için olmak üzere en az iki ayrı tasarım stratejisi dikkate alınmalıdır. Kış ayları boyunca az miktarda taze havanın içeri girmesine izin verilmeli, yaz aylarında ise etkin bir soğutma sağlamak için yeterli miktarda taze hava içeri alınmalıdır (Özteker, 2005; Elzaidabi, 2008).

Doğal havalandırma yöntemi, mekanik sistemlere göre çok daha az düzeyde enerji tüketir. Bu nedenle, mekanik sistemlere oranla kullanım maliyeti çok daha düşük düzeydedir. Ayrıca mekanik sistemde ortaya çıkabilecek sorunlar doğal havalandırmada söz konusu olmadığı için bakım - onarım maliyeti de ortadan kalkar (Kayhan, 2005; Eşsiz, 2005). Ancak, bazı iklim koşullarında doğal havalandırmanın tek başına kullanılması sistemi verimsiz yapar. Çalışma sistemi olarak çok karmaşık yapıda olmayan fanların ve pompaların kullanılmasıyla oluşturulan ve ‘Hibrid Sistemler’ olarak adlandırılan bu sistemler de doğal havalandırma kategorisi içine girmektedir (Lechner, 1991).

2.1.2.1. Doğal Havalandırma Stratejileri

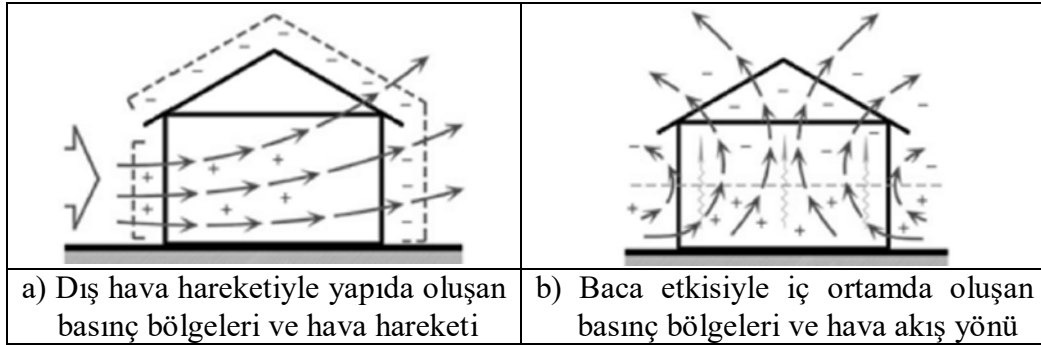
Doğal havalandırmanın fiziksel mekanizması yapı kabuğunda bulunan açıklıkların oluşturduğu basınç farklarına dayanmaktadır. Basınç farkları ise rüzgar etkisi, içerideki ve dışarıdaki hava arasındaki sıcaklık farkı (yoğunluk farkı sebebiyle havaya etkiyen yerçekimi kuvveti) ve bu iki etkenin kombinasyonu olmak üzere üç farklı biçimde üretilir. Bu noktadan hareketle, doğal havalandırma, kullanılan fiziksel mekanizmaya göre rüzgar destekli ve baca destekli olmak üzere iki farklı kategori altında incelenebilir

(Şekil 3) (Kılınç, 2015). Bu bağlamda bu iki etken, havalandırmayı oluşturan itici güçlerdir (Loncour vd., 2004).



Şekil 3. Kullanılan fiziksel mekanizmaya göre doğal havalandırma yöntemleri (Watson ve Labs, 1992).

Yapılacak tasarım ile rüzgar ve baca etkilerinin birbirine uyumlu olacak şekilde çalışması, birbirini engellememesi gerekir. Bu iki etki birleştirilerek birbirini tamamlayıcı şekilde değerlendirilmelidir. Her iki yöntemde de basınç dağılımını iyi bir doğal havalandırma için kullanmak, açıklıkları en uygun şekilde tasarlamak ile sağlanabilir (Şekil 4) (Liddament, 2000).



Şekil 4. Rüzgar ve baca etkisi ile oluşan hava hareketi ve basınç dağılımı (Liddament, 2000; Darçın, 2014).

Rüzgar ve baca etkilerine dayanan doğal havalandırma stratejileri havanın yapıya nasıl alınıp nasıl dışarı atıldığına ilişkindir (Kılınç, 2015). Bu stratejileri Kılınç (2015); tek taraflı (konfor), karşılıklı (çapraz), baca etkisiyle, gece ve karma kullanımlı (hibrid) havalandırma stratejileri olarak beş kategoride ele almıştır. Yüksek ve Esin (2011) ise; tek taraflı (konfor), karşılıklı (çapraz), baca etkisiyle, rüzgar kuleleriyle ve gece havalandırma stratejileri olarak beş bölümde incelemiştir.

2.1.2.1.1. Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma Stratejisi

Konfor havalandırması olarak da adlandırılan tek taraflı havalandırma, çok eski zamanlardan günümüze değin kullanılan en etkili ve en çok bilinen havalandırma stratejisidir (Ovalı, 2009). Yapı içi termal konforu arttırma yoluyla ve yapı kabuğundaki buharlaşmayı arttırarak gün boyu yapılan soğutmada etkilidir (Yaşa, 2004). Rüzgar hızının yüksek olduğu, dış hava sıcaklığının 28 - 32°C'yi ve gün içi sıcaklık farkının 10°C'yi geçmediği bölge ve mevsimlerde verimli olarak uygulanabilmektedir (Givoni, 1998).

Tek taraflı havalandırma stratejisi, bir mekana giren havanın, girdiği açıklıktan dışarı çıkması ile gerçekleşir. Bu havalandırma stratejisinin verimli olarak kullanılabilmesi için mekanın derinliğinin mekanın yüksekliğinden en çok 2.5 kat fazla olması gerekir (Şekil 5.a) (Etheridge, 2012). Ayrıca havalandırma tek bir yüzeyden ama farklı açıklıklarla da gerçekleşebilir. Bu durumda iki açıklık arasında yaklaşık 1.5 m mesafe olması gerekir (Şekil 5.b) (Heiselberg, 2006).

Çalışma prensibine bakıldığında; serin hava açıklığın altından girer ve mekanda sıcaklığı arttıkça yükselir ve aynı açıklığın üstünden mekanı terk eder.

İç hava sıcaklığı ve neminin dış hava koşullarının üstünde olduğu durumlar konfor havalandırması için en uygun durumlardır. Bu durum güneşin ısıtma etkisi ve yapı içindeki ısı kaynakları nedeniyle sıklıkla söz konusu olmaktadır. Ancak dış ortam iç ortamdan sıcak olduğunda, dış hava sıcaklığı ile yapının ısınmasını önlemek için pencereler kapalı tutulmalıdır. Daha soğuk iç havayı dolaştırmak için tavan vantilatörleri kullanılabilir.

Konfor havalandırması nadiren tamamıyla pasiftir, çünkü rüzgar pek çok iklimde gerekli hava hızını oluşturmak için her zaman yeterli değildir. Gereken rüzgarı sağlamak için çoğu zaman tavan arasına fanlar gerekebilmektedir.

2.1.2.1.2. Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma Stratejisi

Yapılarda konfor havalandırmasının etkisinin artırılmasıyla gerçekleşen, rüzgar estiğinde ve dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığının altında olduğu durumlarda etkili olan havalandırma stratejisidir (Yüksek ve Esin, 2011).

Çapraz havalandırma, rüzgar basıncından yararlanarak gerçekleştirilmektedir (Ok, 2005). Akışkan hava moleküllerinin hızının artmasıyla moleküllerin basıncında azalma olur. Bu bağlamda; hızları artan hava moleküllerinin ortaya çıkardığı negatif basınç

bölgelerinde oluşturulacak kabuk boşlukları, doğal havalandırmanın sağlanmasında etkili olabilir (Çakır, 2003). Bu da çapraz havalandırmanın temel nedenini oluşturmaktadır.

Karşılıklı havalandırmada mekana hava girişi ve çıkışı için karşılıklı iki duvar yüzeyinde pencere veya açıklıkların (menfez) olması gerekmektedir. Eğer yapı aynı yönde birden fazla mekana sahipse veya hava birden fazla mekanı geçecekse, havanın bu mekanlarda en az dirençle geçebileceği açıklıkların bulunması gerekmektedir (Givoni, 1998). Verimli bir karşılıklı havalandırma için mekanın derinliği yüksekliğinin 5 katını geçmemelidir (Şekil 5.c) (Etheridge, 2012).

Çalışma prensibi olarak, mekanın her iki tarafındaki basınç farkı kullanılır. Rüzgar, geldiği cephede yüksek basınç bölgeleri oluştururken diğer cephede alçak basınç bölgeleri oluşturur. Yüksek basınç bölgesindeki alana hava girişleri ve alçak basınç bölgesine hava çıkışları yerleştirildiğinde en etkili çapraz havalandırma meydana gelir (Yüksek ve Esin, 2011).

Karşılıklı havalandırmanın yapılacağı mekanların en az bir duvarı hâkim rüzgar yönüne bakmalıdır. Mümkünse bu duvar rüzgara dik açı yapmamalı, hâkim rüzgar ile 30° veya 60° açı yapacak şekilde tasarlanmalıdır. Tek dış duvara sahip mekanlarda da karşılıklı havalandırma yapmak mümkündür. Ancak mekanların en az iki pencere yüzeyinin olması gerekmektedir (Givoni, 1998).

2.1.2.1.3. Baca Etkisi ile Havalandırma Stratejisi

Rüzgar esmediğinde ya da rüzgarın sakin olduğu iklimlerde, yerleşim yeri ve kentsel durumun rüzgarın yapıya gelişini engellediği durumlarda etkili bir havalandırma stratejisidir. Ayrıca, yapının etrafında bir hava hareketine gereksinim duymaması ve yönlendirmeden bağımsız olması gibi avantajı da vardır (Brown ve Dekay, 2001).

Çalışma sistemine bakıldığında; temiz hava yapı içine düşük kotlardaki açıklıklardan girer ve iç mekan ile dış mekan ya da yapı içindeki farklı bölgeler arasındaki sıcaklık, yoğunluk, basınç farkına bağlı olarak daha yüksek seviyelerdeki açıklıklardan dışarı atılır (Kılınç, 2015). Tek taraflı havalandırma ve çapraz havalandırma stratejileri ile desteklenmektedir.

Hacim 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 arasındaki farkın bir fonksiyonudur.

Baca etkisi, sıcaklığın yükselmesi ve buna bağlı olarak hava yoğunluğunun azalması sonucu oluşmaktadır. Bu doğal taşınım yerçekiminden bağımsız olduğundan, ısı akışının genel yönü her zaman yukarı doğrudur (Yaşa, 2004). Sıcaklık ve yükseklik farkları baca etkisi döngüsü için harekete geçirici ana etkenlerdir. Sıcak hava üst açıklıklardan kaçmak için yükseldiğinde onunla yer değiştirmek üzere, yapı çevresinde yerleştirilmiş alt açıklıklardan soğuk hava içeri alınır (Watson ve Labs, 1994).

Rüzgarın olmadığı durumlarda yapı içine hava akımını baca destekli olarak sağlamak için dış mekan sıcaklığının iç mekan sıcaklığından az olması gerekmektedir (Wood ve Salib, 2013). Eğer iç hava sıcaklığı, dış hava sıcaklığından düşükse akım ters yönde oluşmaktadır (Liddament, 2000; Yeang, 2001).

Baca etkili havalandırma genellikle atriyumu, bacası veya yükseltilmiş kısmı olan yapılarda kullanılmaktadır (Şekil 5.d, Şekil 5.e) (Kılınç, 2015).

2.1.2.1.4. Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma Stratejisi

Alçak kotlu ve yüksek yoğunluklu yerleşim düzeninde, her yapı için iyi bir rüzgar geçişi elde etmek zordur. Çünkü rüzgara karşı olan yapı, esintilerin diğer tarafa geçmesini engellemektedir. Böyle durumlarda, nispeten daha serin, daha temiz havanın olduğu ve doğrudan aşağıdaki odaya inilebilecek yerlerde; rüzgar kuleleri ile havalandırma etkili bir havalandırma sağlamaktadır (Brown ve Dekay, 2001).

Çalışma sistemine bakıldığında; temiz ve serin hava, hakim rüzgara yönelmiş iklimsel ihtiyaca göre belirlenen sayıdaki şaftlardan içeri alınıp, yapı içindeki sıcak ve kirli hava da diğer şaftlar yardımıyla tekrar kuleden dışarıya atılmaktadır (Şekil 5.h).

Yapıların yönlendirilmesinde güneş veya gölge için yönelme ile rüzgar için yönelme arasında bazen çatışma olur. Rüzgar kulelerinin bir başka yararı; öncelikli yapı formu, kışın güneş toplamak gibi diğer kuvvetlere cevap verirken, onların rüzgarı yakalamak için herhangi bir doğrultuya yönelebilir olmasıdır (Brown ve Dekay, 2001).

Yerden yukarı doğru yükseklik arttıkça, rüzgar hızı artar, bu yüzden rüzgar kuleleri önemli derecede yüksek hızlardaki rüzgarları alabilirler. Ayrıca, daha az engel olduğundan dolayı rüzgar kuleleri potansiyel olarak her yönden rüzgar alabilirler.

2.1.2.1.5. Gece Havalandırma Stratejisi

Bütün iklimlerde çoğunlukla da nemli iklimlerde gece hava sıcaklığı, gündüz hava sıcaklığına göre daha düşüktür. Gecenin bu soğuk havası, yapının kütesinden ısının uzaklaştırılmasında kullanılır. Önceden soğutulmuş kütle ertesi gün boyunca ısıyı emerek bir soğutucu olarak hareket edebilir. Havalandırma, ısıyı yapının kütesinden gece boyunca uzaklaştırdığından dolayı sistem, gece havalandırması olarak adlandırılmıştır (Lechner, 1991). Gece havalandırması gece ve gündüz arasındaki günlük sıcaklık farklarının 15°C 'den büyük olduğu, en sıcak devrede gündüz sıcaklığının $32 - 36^{\circ}\text{C}$ arasında ve gece sıcaklığının gündüz sıcaklığından 20°C daha düşük olduğu iklimler için çok uygundur (Givoni, 1998).

Gece soğutması iki aşamada çalışır: geceleyin doğal havalandırma ile veya fanlar ile. Geceleyin doğal havalandırma ile gelen soğuk hava, iç kütle ile temas eder ve böylece kütleyle soğutur (Şekil 5.f). Ertesi sabah pencereler sıcak dış hava ile yapının ısınmasını önlemek amacı ile kapatılır (Şekil 5.g). Kütle bir soğutucu gibi davranır ve böylece hızla ısınmanın aksine iç hava sıcaklığını korur. Ancak iç hava sıcaklığı konfor seviyesinin üstüne ulaştığında, konfor şartlarını devam ettirmek için soğutmada ikinci aşama olan iç sirkülasyonda kullanılacak fanlara ihtiyaç duyulur (Lechner, 1991).

Sistemin etkinliğinin artırılabilmesi için dış sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu gündüz saatlerinde yapının ısınmasını engellemek için pencere ve diğer açıklıkların kapalı olması gerekmektedir. Bu yöntem yapı dışarıdan çok iyi yalıtılmışsa veya zaman geciktirmesi uygun opak malzemeler ve uygun kalınlıklar içinde kullanılmışsa (taş, beton, kerpiç vb.) doğal havalandırma yoluyla etkili olarak bir soğutma yapabilir (Ovalı, 2009). Döşeme alanının her metrekaresi için 36 kg üzerinde bir kütle olması, bu kütlenin alanı döşeme alanının 2 katı kadar olması, pencere alanı toplamının döşeme alanı toplamının yüzde 10 ila 15'i arasında olması, sistemin verimliliğini sağlayan diğer kısıtlardır (Lechner, 1991).

Bu strateji, sadece gündüz kullanılarak geceleri fazla kullanıcısı olmayan uygun iklimlerdeki ofis yapıları için daha uygundur. Geceleri soğuyan strüktür gündüzleri yapının en sıcak zamanlarının daha serin geçmesini sağlar. Böylece, yapay iklimlendirme gereçleri daha verimli kullanılır ve yapı içindeki ısı dalgalanmaları engellenir. Bu stratejinin bir başka getirisi gece havalandırılan yapıdan istenmeyen kirli gazların da atılmasıdır (Wood ve Salib, 2013).

2.1.2.1.6. Karma Kullanımlı (Hibrid) Havalandırma Stratejisi

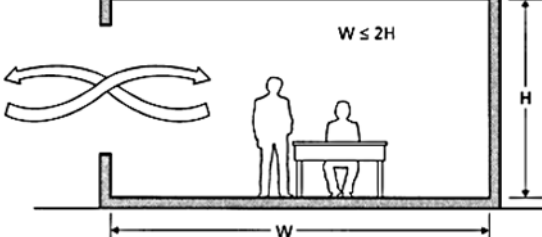
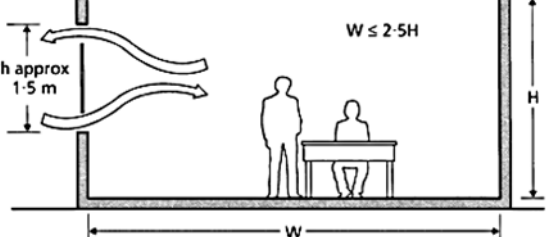
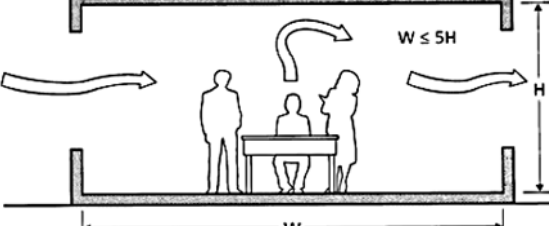
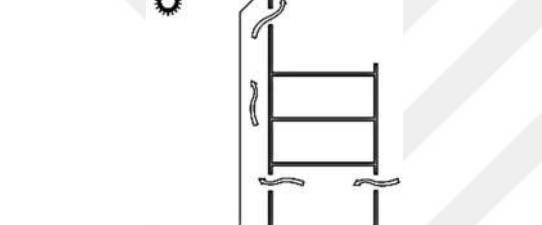
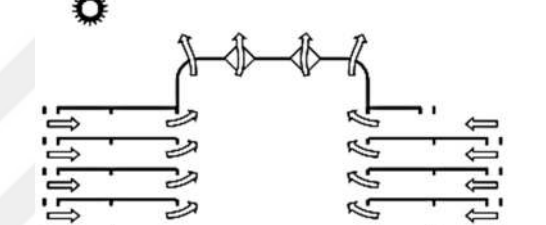
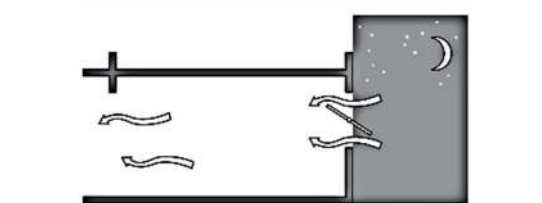
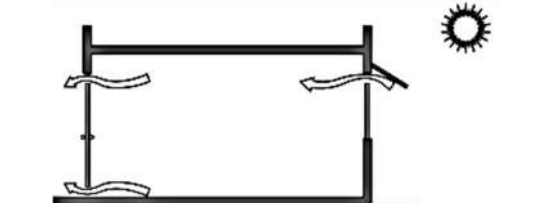
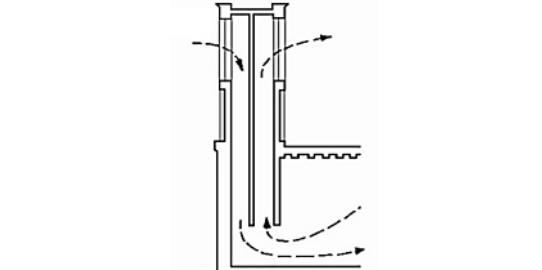
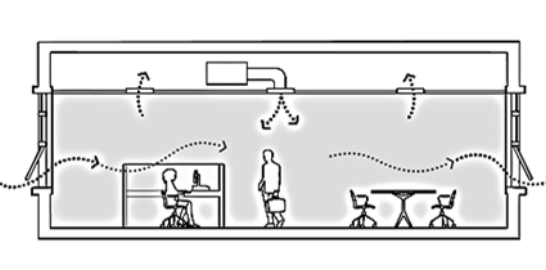
Pasif iklimlendirme sistemlerinde mümkün olduğu kadar basit fiziksel olaylar, yenilebilir enerji ve ısı toplayıcıları kullanılır. Ancak, bazı iklim koşullarında doğal havalandırmanın tek başına kullanılması sistemi verimsiz yapar. Bu durumda, çalışma sistemi olarak çok karmaşık yapıda olmayan fanların ve pompaların kullanılmasıyla oluşturulan sistem hibrid olarak adlandırılır (Şekil 5.1). Hibrid sistemler sadece küçük ve düşük enerji ile çalışan sistemlerdir, bu tür kullanımlar da pasif sistem kategorisi içine girer (Lechner, 1991).

Bu sistemleri operasyon stratejilerine göre durumsal (contingency), bölgesel (zoned) ve tamamlayıcı (complementary) olmak üzere üç isim altında incelemek mümkündür (Kılınç, 2015).

Durumsal (contingency) stratejilerde, bir yapının sadece mekanik havalandırma ekseninde tasarlanarak istenilen durumda yapay iklimlendirme sistemini kapayıp doğal havalandırma sistemine geçmesi ya da sadece doğal havalandırma amacıyla hazırlanıp istenilen durumda mekanik havalandırma için yer bırakılmasıyla gerçekleştirilir (Kılınç, 2015).

Bölgesel (zoned) stratejiler, mekanik ve doğal havalandırmanın aynı yapı içinde birbirinden yalıtılmış bölgelerde kullanılması ile elde edilir (Kılınç, 2015).

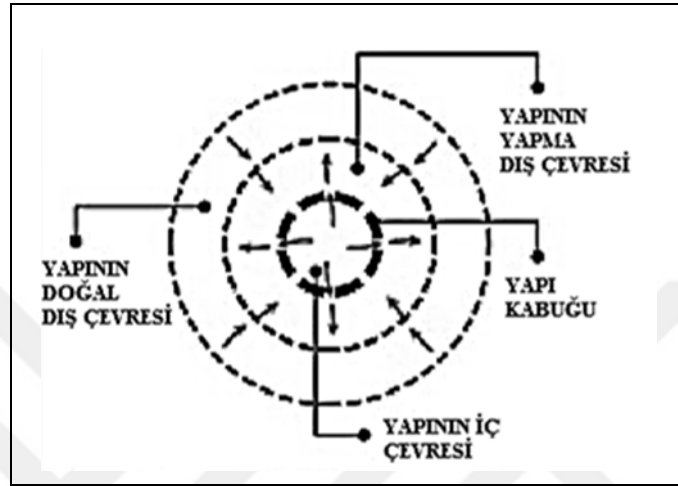
Tamamlayıcı (complementary) stratejiler ise bir yapının aynı anda hem doğal hem de mekanik havalandırma sağlayabileceği şekilde tasarlanırlar. Bu kategoriyi de benzer şekilde ardıl (alternate), aktarımlı (changeover) ve eş zamanlı (concurrent) olarak üç ana başlık altında incelemek mümkündür. Ardıl stratejilerde, 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 mekanda iki sistem bir arada çalışabilir (Wood ve Salib, 2013).

	
a) Tek bir yüzey ve açıklıkla gerçekleşen tek taraflı (konfor) havalandırma stratejisi	b) Tek bir yüzey ve farklı açıklıklarla gerçekleşen tek taraflı (konfor) havalandırma stratejisi
	
c) Karşılıklı (çapraz) havalandırma stratejisi	
	
d) Güneş bacasında gerçekleşen baca etkisi ile havalandırma stratejisi	e) Atriyumda gerçekleşen baca etkisi ile havalandırma
	
f) Gece havalandırma stratejisinde gece havalandırıldığı durum	g) Gece havalandırma stratejisinde ertesi gün sıcaklık artışının sınırlandırıldığı durum
	
h) Rüzgar kuleleri ile havalandırma stratejisi (URL-1).	i) Karma kullanımlı (hibrid) havalandırma stratejisi (URL-2, 2015).
W: Oda derinliği H: Oda yüksekliği	

Şekil 5. Doğal havalandırma stratejileri (CIBSE, 1998'den uyarlama).

2.1.2.2. Yapılarda Doğal Havalandırmayı Etkileyen Faktörler

Doğal havalandırma dış çevre, yapı kabuğu ve iç çevre arasındaki fiziksel ilişki sonucunda oluşmaktadır (Şekil 6) (Darçın, 2010).



Şekil 6. Doğal havalandırmayı etkileyen faktörler ve birbirleriyle ilişkisi (Darçın, 2014).

2.1.2.2.1. Dış Çevre Özellikleri – Doğal Havalandırma İlişkisi

Dış çevre, doğal dış çevre ve yapma dış çevre olarak iki ana başlıkta ele alınarak incelenmektedir.

2.1.2.2.1.1. Doğal Dış Çevre

Doğal havalandırmanın sağlanmasında etkili olan doğal çevre etmenleri; güneş ışıınımı, dış hava sıcaklığı, hava hareketleri, arazi eğimidir (Asımgil, 2006; Akşit, 2005). İklim ve topografya tabanlı bu etmenler, tasarımcının kontrolü dışındadır.

Doğal iklimlendirme sistemi olarak yapılacak tasarımın doğal çevresel elemanlardan gerektiğinde yararlanmak ya da korunmak için geliştirilmiş stratejilere sahip olması gerekmektedir (Ok, 2008).

2.1.2.2.1.1.1. İklim

Yapı iç çevresinde gereksinim duyulan havalandırmanın doğal yollarla sağlanması, yapıyı etkileyen dış iklim koşulları ile doğrudan ilişkilidir (Sev ve Özgen, 2003; Yeang, 2001). Yapı içi iklimsel konforun enerji tüketimini artırmaksızın istenilen düzeyde tutulabilmesi, dış iklim koşullarını belirleyen; ısınım, sıcaklık, nem ve rüzgarın (hava hareketi) kontrolüne bağlıdır (Ovalı, 2009). 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 (Darçın, 2008).

İklim tipleri; bu konuda çalışma yapan kişiler için zaman zaman farklılık gösterebilmektedir. Martonne (1935)'e göre; Sıcak, Muson, Çöl, Subtropikal, Orta kuşak ve Soğuk olmak üzere altı; Köppen (1918)'a göre; Soğuk, Ilıman, Sıcak-nemli, Sıcak-kurak olmak üzere dört; Supan (1879)'a göre; Sıcak, Orta, Soğuk kuşak olmak üzere üç iklim çeşidi bulunmaktadır (Ovalı, 2009; URL-3, 2016). Zeren (1987)' göre; Soğuk, Ilıman-nemli, Ilıman-kurak, Sıcak-nemli, Sıcak-kurak olmak üzere beş; Zorer (1992) ve Oral (2007)'a göre de; Soğuk, Ilıman, Sıcak-nemli, Sıcak-kuru olmak üzere dört iklim çeşidi bulunmaktadır. Bu çalışmada ise; Köppen (1918), Zorer (1992) ve Oral (2007)'ın kullandığı sınıflandırma esas alınmıştır:

- Soğuk iklim bölgelerinde; özellikle gece saatlerinde hava sıcaklığının azalması ile havanın yoğunluğu artmakta ve çukur bölgeler, vadi tabanları gibi çevreye göre alçakta kalan yerlere çökmektedir (Oral, 2007). Hava hareketleri ise soğuk ve hızlıdır (Akşit, 2005). Bu nedenle havanın yapı içine alınmasında iç mekan hava sıcaklığının düşmemesine dikkat edilmelidir (Yeang, 2001). Isıl kazanç önemli olduğu için doğal havalandırma ile birlikte ek sistemlerden yararlanarak hava koşullandırılabilir (Sev ve Özgen, 2003). Soğuk iklimin üç alt iklim tipi vardır: ılıman soğuk iklim, tundra iklimi ve kutup iklimi (Zorer, 1992).
- Ilıman iklim bölgelerinde; doğal havalandırma etkili olarak kullanılabilir (Sev ve Özgen, 2003). İki alt iklim tipi bulunur: ılıman – nemli iklim ve ılıman – kuru iklim (Zorer, 1992). Ilıman – kuru iklimde kış dönemi boyunca rüzgar, güneş ısınımının etkisini azaltır ve hava sıcaklığını düşürür. Ilıman – nemli iklim tipinde ise, özellikle yaz döneminde havada oluşan fazla nemi dağıtmak için rüzgara gereksinim vardır (Oral, 2007).

- Sıcak – kuru iklim bölgelerinde; hava akımları güçlüdür ve çok fazla kum ve toz taşıma özelliği vardır (Zorer, 1992). Sıcak dönem, soğuk döneme oranla yıl boyunca daha uzun süre etkili olur (Oral ve Manioğlu, 2005). Neme gereksinim düzeyi diğer iklimlere göre daha fazladır (Akşit, 2005). Bu nedenle rüzgar, bitki dokusu içinden ya da su yüzeyi üzerinden geçirilerek nemlendirilebilir. Gece döneminde hava sıcaklığının düşmesi, havanın yoğunlaşarak alçak bölgelere çökmesine neden olur (Oral, 2007). İki alt iklim tipi bulunur: step ve çöl iklimi (Zorer, 1992).
- Sıcak – nemli iklim bölgelerinde; buharlaştırıcı soğutma yöntemi ile baca etkisi oluşturarak yapı içindeki havayı emmek ve gece serinletmesi ile doğal havalandırma etkili bir şekilde kullanılabilir (Yeang, 2001). Özellikle yaz döneminde fazla olan nem düzeyini düşürmek için rüzgardan en üst düzeyde yararlanılmalıdır (Oral, 2007; Akşit, 2005). Sıcak iklimin iki alt iklim tipi vardır; sıcak – tam nemli (yağmur ormanı), sıcak – değişken nemli (muson) (Zorer, 1992).

İklim bölgeleri, sahip oldukları bir takım özelliklerden dolayı korunulması ve sağlanması gereken öğelere sahiptir (Tablo 1). Bu özelliklerin sağlanması, iklimsel konfor koşullarının iyileştirmenin yanında sürdürülebilirlik de sağlamaktadır.

Tablo 1. İklim bölgelerine göre korunulması ve sağlanması gereken öğeler (Gedik, 2015'ten uyarlama).

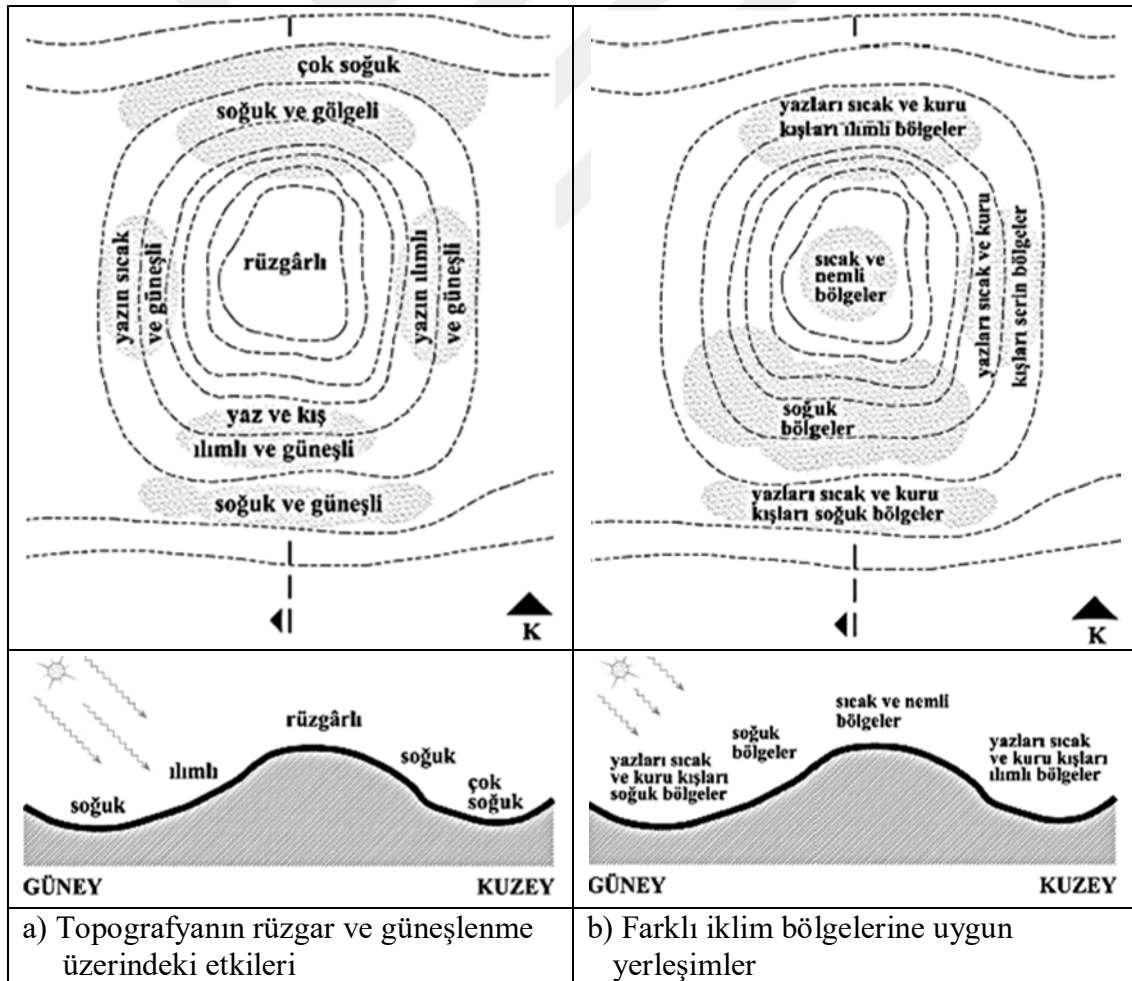
İKLİM BÖLGESİ	KORUNULMASI GEREKEN ÖGELER	SAĞLANILMASI GEREKEN ÖGELER
Soğuk İklim	• Rüzgar • Soğuk • Kar yığıntısı • Kar yükü	• Min. ısı kaybı
Ilıman İklim	• Yağmur, kar • Soğuk rüzgarlar • Yaz sıcağı • Kış soğuğu • Nem	• Min. ısı kaybı • Kışın güneş ışınlımlarından yararlanma • Yazın gölgeleme ve havalandırma
Sıcak – Kuru İklim	• Kum, toz • Rüzgar • Fazla güneş ışınlımları • Kuruluk	• Yararlı yağmur etkisi

Tablo 1'in devamı

İKLİM BÖLGESİ	KORUNULMASI GEREKEN ÖGELER	SAĞLANILMASI GEREKEN ÖGELER
Sıcak – Nemli İklim	• Yağmur-Nem • Sıcaklık • Fazla güneş ışıınımları	• Havalandırma • Gölgeleme

2.1.2.2.1.1.2. Topografya

Topografik yapıya bağlı özellikler, iklim öğelerinin etkilerinin ve sürelerinin değişmesine, dolayısıyla iklimin yapılar üzerindeki etkinlik derecesinin farklılaşmasına neden olmaktadır (Şekil 7) (Ovalı, 2009).



Şekil 7. Topografyanın rüzgar ve güneşlenme üzerindeki etkileri ve buna bağlı olarak farklı iklim bölgeleri için uygun yerleşimler (Lencher, 2001; Darçın, 2008).

- Soğuk iklim bölgesi için; yamaçların alt kısımlarını oluşturan eğimli yerey parçaları, uygun yerleşim alanlarıdır. Gece boyunca soğuyan hava taban bölgesine doğru hareketlenerek burada birikir. Tabanlarda soğuk hava gölleri oluşur. Buna karşın eğimli yüzey gün boyunca taban bölgesine oranla daha fazla gün ışığı alır (Oral, 2007; Akşit, 2005).
- Ilıman iklim bölgesi için, gerektiğinde rüzgardan gerektiğinde ise güneşten maksimum seviyede yararlanılan eğimli araziler uygundur.
- Sıcak – kuru iklim bölgelerinde; gece döneminde soğuk hava göllerinin olduğu vadi tabanlarına yerleşmek, bu soğuk havadan yararlanmak açısından uygundur. Bu bölgeler de yamaçlara oranla daha az ısınım alır (Oral, 2007; Akşit, 2005).
- Sıcak – nemli iklim bölgesinde; egemen rüzgardan yararlanmak için tepeler, uygun alanlardır. Bu bölgeler yamaç yüzeyine göre düz olduğu için güneş ışığının aşırı ısıtıcı etkisi de önlenmiş olur (Oral, 2007; Akşit, 2005).

2.1.2.2.1.2. Yapma Dış Çevre

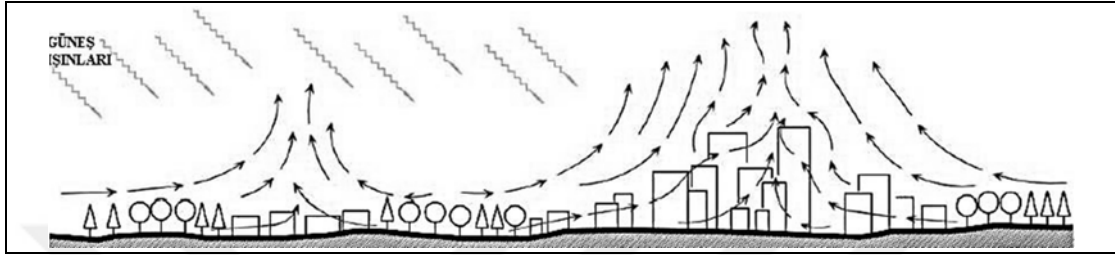
Yapılı çevre, kullanıcıların mekan içinde gerçekleştirdikleri eylemler sırasında gereksinim duydukları konfor koşullarını etkileyen ve enerji korunumu açısından ek enerjilere duyulan gereksinimin azaltılması için tasarım aşamasında değerlendirilmesi gereken yapı bileşenlerini tanımlamaktadır (Ovalı, 2009).

Yapma çevrenin doğal iklimlendirme sistemi olarak tasarlanması; yapma çevreyi oluşturan tasarım parametrelerinin insanın iklimsel gereksinimlerini, iklim elemanları, yöresel mikro-klimatik ve diğer doğal-yapay mevcut fiziksel çevre verilerinden yararlanarak en az enerji gerektirecek şekilde belirlenmesidir (Ok, 2008).

2.1.2.2.1.2.1. Kent Planlaması

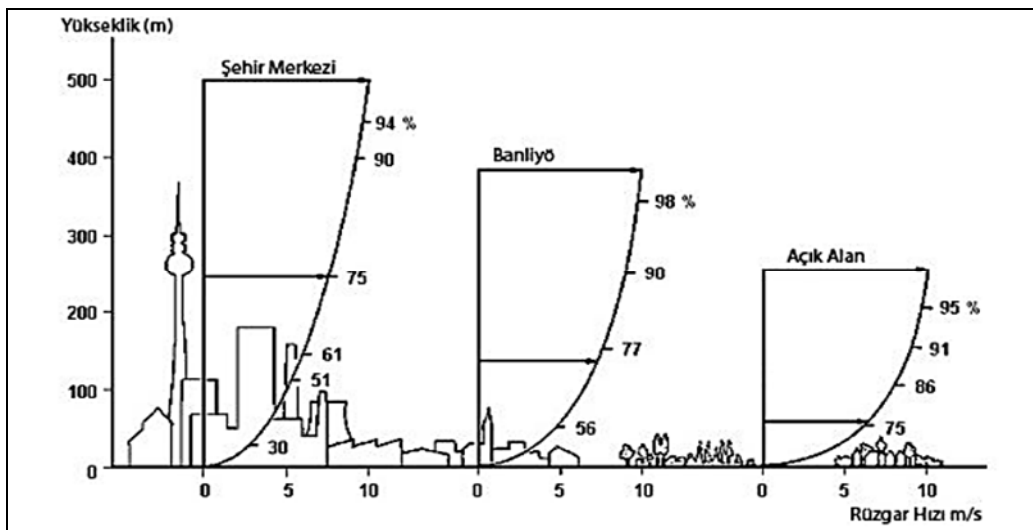
Kentsel alanlarda çok sayıda engelin varlığı yüzey pürüzlülüğünü ve buna bağlı olarak hava akımı üzerindeki sürtünme etkisini kırsal alanlara oranla artırmaktadır (Darçın, 2008). Bu bağlamda, kent içerisindeki yapılaşma, rüzgarın hızını düşürmektedir. Ancak farklı yapı gruplarının etkisi nedeniyle kısmi değişimler de oluşmaktadır.

Kent ve yakın çevresi arasındaki doku farklılığı, bu bölgelerin üzerindeki hava tabakalarının farklı şekilde ısınmasına neden olur. Yapılaşmanın olduğu kent bölgeleri, çevredeki kırsal bölgeye göre daha çok ısınır. Bu nedenle kent üzerinde ısınarak yükselen havanın yerini kırsal bölgedeki soğuk hava alır, kırsal kesimden kente doğru hava akımları doğar (Şekil 8) (Çakır, 2003; Zorer, 1992).



Şekil 8. Kırsal bölgedeki soğuk havanın kent bölgelerine hareketi ile oluşan hava akımları (Darçın ve Balanlı, 2010).

Kentsel açık alanı oluşturan yapılar aynen açık kırsal alandaki topografyanın etkisini yapmaktadır (Yücel, 2010). Kent çevresindeki açık kırsal bölgede oluşan akım tipi ile kentte oluşan akım tipi arasında farklılıklar vardır. Rüzgar hızı yükseklikle birlikte arttığı gibi kent ve kırsal bölgelerin yüzey özelliğine göre oluşan hız eğrisi değişmektedir (Şekil 9). Ayrıca; hava akımları kentsel alanlarda açık kırsal alanlardaki gibi düzgün olmaktan çıkıp burgaçlı ve girdaplı duruma geçmektedir (Ok, 2005).

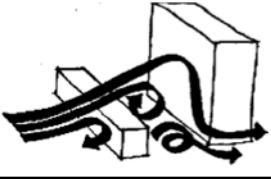
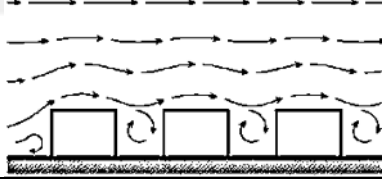
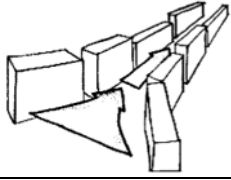
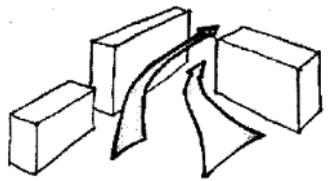
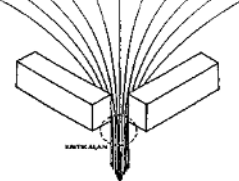
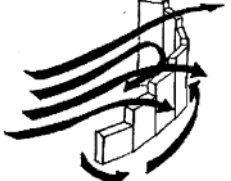
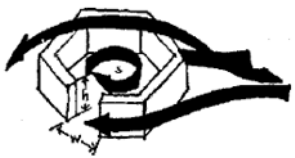
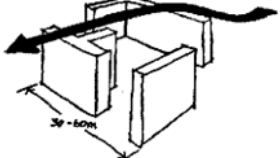


Şekil 9. Yeryüzü sınır tabakasında rüzgar hızı değişim gradyanlarının yapma çevre özelliklerine bağlı farklılaşması (URL-4, 2015; Yücel, 2010).

Orta ve yüksek hızdaki rüzgarlar göz önünde bulundurulduğunda kırsal alanlardan kentsel alanlara gidildikçe zeminden 20 m yükseklikte ortalama rüzgar hızı %20-30 azalmakta, tersine türbülans yoğunluğu %50-100 artmaktadır. Kentsel dokunun orta hızdaki rüzgarlar üzerindeki bir başka etkisi yukarıya doğru hava hareketine sebep olmasıdır (Kılınç,2015). Zayıf rüzgarlar ise şehirde kırsal alanlara oranla %5-20 oranında daha sık görülmektedir (Allard, 1998).

2.1.2.2.1.2.2. Yakın Yapılı Çevre

Yapıyı etkileyen iklim öğelerinden güneş ve rüzgar, çevre yapıların veya diğer engellerin yapıdan uzaklığına, yüksekliğine ve konumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Aynı zamanda yapılar, aralarındaki uzaklıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak birbirleri için güneş ışıınımı ve rüzgarı engelleyici özellik göstermektedirler (Ovalı, 2009). Bu bağlamda; rüzgar, yapıli çevrede bulunan yapı grupları içerisinde farklı şekilde davranış gösterebilmektedir (Şekil 10).

		
a) Düşük - yüksek yapılar	b) Yoğun konumlandırılmış yapılar	c) Kanal etkisi
		
d) Baca-Huni etkisi	e) Venturi etkisi	f) Basamaklandırma etkisi
		
g) Avlu etkisi	h) Açıklıkların yönünün rüzgar almayan yönde ve alan/yükseklik oranı 30'dan daha az olduğu zaman oluşan korunaklı avlu	

Şekil 10. Rüzgarın yapıli çevre içindeki yapı grupları içindeki davranışı (Yaşa, 2004 ve Kılınç, 2015'ten uyarlama).

- Düşük-Yüksek Yapılar: Düşük yapıların olduğu yerlerde akış yukarıya doğru olurken yüksek yapıların olduğu yerlerde akış aşağıya doğru olmaktadır (Şekil 10.a). Yüksek yapılar, 5 kat ve üzerine çıktığı zaman zemin kat seviyesinde rüzgar hızının fazla artması; dolayısıyla da konforsuzluk seviyesinin artması gibi büyük problemlerin olma olasılığını da arttırır (Gandemer ve Guyot, 1976).
- Yoğun Konumlandırılmış Yapılar: Yoğun bir şekilde konumlandırılmış yapılar, ayrık akış (skimming flow) adı verilen bir akış türü sergilemektedirler (Şekil 10.b). Bu yapıların çevresindeki akış çok türbülanslı olup, akış çizgisi örüntüleri ile kolayca tanımlanamazlar. Yapılar rüzgar yönü doğrultusunda sıralı olarak konumlandırılmışsa daha düzenli akış örüntüleri elde edilebilir (Etheridge, 2012).
- Kanal Etkisi (Rüzgar Koridoru): Birbirleriyle paralel olarak kanal biçiminde sıralanmış yapılar veya koridor şeklinde gökyüzüne açık alanları olan paralel yapılar, kendi kendine konforsuzluk oluşturmazken bazı ters rüzgar koşulları ile karşılaştıklarında ve bu koridordan geçtiklerinde konforsuzluğa neden olmaktadır. Bu olumsuz etkiyi olumlu duruma dönüştürmek için, sıra yapılar arasındaki koridor, yapılar arası açıklıkları ve yükseklikleri ile çok iyi biçimde tasarlanması gerekmektedir (Şekil 10.c). Bu oranda, sıra yapılar arası genişlik, yapı yüksekliğinin 3 katından daha az olabilmektedir (Gandemer ve Guyot, 1976).
- Baca-Huni Etkisi: Baca etkisi (şişe boğazı) olgusu, aralarında hava açıklığı bulunan iki yapı tarafından yaratılır. Bu iki yapı arasındaki aks sağa açılı ya da keskin açılı olabilir (Şekil 10.d). Burada konfor açısından kritik bölge, boğaz kısmıdır (Yaşa, 2004). Bu etkiyi azaltmak için yapıların boşluğa dönük yan duvarlarında ısı yalıtımı yapılmalıdır (Gedik, 2015).
- Venturi Etkisi: Yapı köşelerinin birbirlerine çok yaklaşması sonucunda rüzgar ivmelenerek kentsel çevrelerde yaya seviyesinde rahatsızlık yaratabilecek bu etkiyle güçlü hava akımları oluşturmaktadır (Şekil 10.e) (Allard, 1998).
- Basamaklandırma Etkisi: Yüksekliği sürekli artış göstererek artan ve bu artış, özellikle rüzgar alan cephede olan yapı grupları, rüzgarlı tarafta çeşitli basınç bölgeleri oluştururlar (Şekil 10.f). Alçak basınç bölgelerindeki farklılaşma, farklı yapıların arka kısımlarında meydana gelir. Artan rüzgar akımı, hakim rüzgara doğru keskin açı ile formlanmış bölgedeki alçak basınç alanları arasında toplanacaktır (Yaşa, 2004).
- Avlu Etkisi: Yapılar, açık avlu şeklinde formlaşarak birbirlerine bağlandıkları

zaman rüzgar, ya avlunun üzerinden akıp geçer ya da avlu içerisinde dolaşır (Şekil 10.g). Bu etkiyi belirleyen faktörler; avlu yüzeyinin alanı (s), avlu şeklinde formlaşmış yapının ortalama yüksekliği (h), rüzgar yönüne doğru olan avlu açıklıklarının boyutları ve pozisyonu, açıklıkların genişliği (w) ya da açıklıkların toplam genişliğidir. Açıklıklar, toplam avlu yapısı çevresinin %25'i ya da azı olmalıdır (Yaşa, 2004).

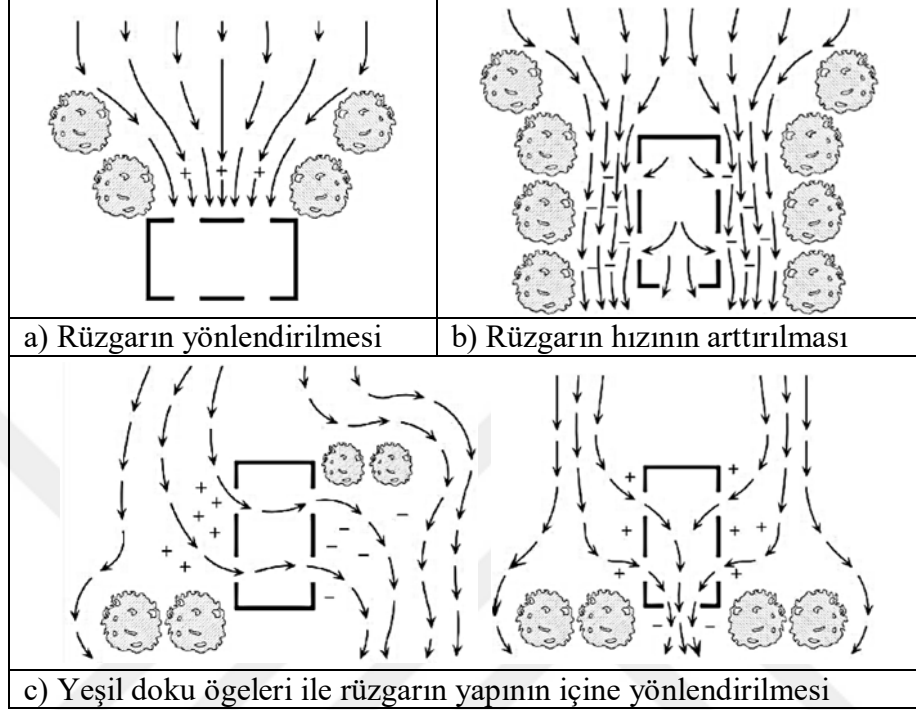
Yapının yakın çevresi, farklı iklim bölgelerindeki iklimsel gerekliliklere göre şekillenmelidir:

- Soğuk iklim bölgelerinde güneşten yararlanmayı engellemeyecek, buna karşın rüzgarın istenmeyen etkilerinden korunmayı ve doğal havalandırma için gerekli hava akımlarını yapı içine almayı sağlayacak yoğun bir doku uygundur (Oral, 2007; Akşit, 2005).
- Ilıman iklim bölgelerinde soğuk dönemde güneş ışıınımlarından yararlanacak, rüzgarın soğutucu etkisini önleyecek; sıcak dönemde güneşin aşırı ısıtıcılığını engelleyecek ve rüzgardan yararlanacak sıkışık yerleşim dokusu uygundur (Akşit, 2005). Güneşin aşırı ısısından korunacak; soğuk dönemde ise güneşten yararlanarak rüzgarın soğuk etkisinden korunacak yerleşme dokusu olmalıdır (Oral, 2007; Akşit, 2005).
- Sıcak – kuru iklim bölgesinde güneş ışıınımlarının olumsuz etkisinden korunacak ve rüzgarın toz taşıma özelliği göz önüne alınarak nemlendirilebilecek su öğeleri olan az katlı, sıkışık bir doku uygundur (Akşit, 2005; Oral, 2007).
- Sıcak – nemli iklim bölgesinde yerleşme dokusu rüzgarın olabildiğince alınmasını ve güneşin olumsuz etkilerinden korunmayı sağlayacak biçimde seyrek olarak tasarlanmalıdır (Akşit, 2005; Oral, 2007).

2.1.2.2.1.2.3. Yeşil Doku

Yeşil dokunun oksijen üretimi gibi hayati rolünün yanında; yerleşme alanları üzerinde rüzgar ve hava akımlarına yön vererek iklimi dengeleme, nem oranı ve ısıyı ayarlama, rüzgar korunumu sağlama, gölgelik serin alanlar yaratma, ses yalıtımı yapma gibi faydaları da bulunmaktadır (Ovalı, 2009).

Yapının yakın çevresinde oluşturulan yeşil doku ile rüzgarın engellenmesi, yönlendirilmesi veya hızının değiştirilmesi mümkündür (Şekil 11) (Çakır, 2003).



Şekil 11. Yeşil doku kullanımı ile doğal havalandırma ilişkisi (Bainbridge and Haggard, 2011; Darçın ve Balanlı, 2010'dan uyarlama).

Yeşil dokunun doğal havalandırma etkisi incelenirken her iklim bölgesi için stratejilerin farklılaştığı da görülmektedir (Özdemir, 2005):

- Soğuk iklimlerde; kuzey cephelerinde kısmen yükseltilmiş toprak, istinat gibi uygulamalar yapılırken doğu ve batı cephelerinde sürekli yeşil olan geniş gövdeli ağaçlar tasarlanıp güney cephelerinde ise çim ve alçak çalılar kullanılmaktadır (etkili rüzgar kırıcı görevi).
- Ilıman iklimlerde; kuzey cephelerinde soğuk rüzgarlardan korunmak için sürekli yeşil ve geniş gövdeli sık dokulu ağaçlar kullanılırken güney cephelerinde alçak çalılar kullanılıp doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyip havalandırmaya olanak sağlayan yüksek gövdeli yaprak döken ağaçlar kullanılmaktadır.
- Sıcak – kuru iklimlerde; kuzey ve güney cephelerinde ağaçlandırmadan kaçınılırken doğu ve batı cephelerinde ise çalılar ve nemlenme sağlayabilecek sarmaşıklar kullanılmalıdır.

- Sıcak – nemli iklimlerde; kuzey cephelerinde ağaçlamadan kaçınılırken güney cephelerinde ise yazın gölge etkisi sağlayan ağaçlandırma yapıpı doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyip doğal havalandırmaya olanak sağlayan yaprak döken ağaçlandırma yapılmalıdır.

2.1.2.2.2. Yapı Özellikleri – Doğal Havalandırma İlişkisi

Yapılar, sahip oldukları birtakım özellikleri ile doğal havalandırmanın oluşmasını sağlayan hava hareketlerini ve güneş ışımasını etkilemektedirler. Yapının doğru konum ve yönelmesi, yapı formunun iyi belirlenmesi, planlamada mekanları ve bölücü duvarların doğru tasarlanmasıyla doğal havalandırma daha etkili bir duruma getirilebilmektedir. Bunu yaparken aynı zamanda yapının işlevine ve kullanıcı gereksinimlerine de dikkat etmek gerekmektedir.

Ayrıca, yapıların güneş ışımasını soğurma özelliğine göre kent yapıları arasında da hava akımları oluşmaktadır (Ok, 2005). Bu bağlamda, yapının cephesindeki malzemenin soğurma özelliği de küçük çaplı olsa dahi önem kazanmaktadır. Tüm bu veriler, doğal havalandırmanın yapının bütününde ele alınmasını gerektirmektedir.

Yapının yüzeyini etkileyecek dinamik ve statik basıncın şiddeti yüzeyin rüzgarı alışı açısıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle yapının biçimlenişi, dış yüzeyin eğimi, yönelişi, hacim organizasyonu ve dış yüzeyin pürüzlülüğü ile rüzgar kontrolü gerçekleştirilebilecektir (Ok, 2008).

2.1.2.2.2.1. Konum ve Yönlenme

Yapının yönlendirilmesinde temel amaç, konfor koşullarının sağlanmasında iklim etkilerinin optimize edilmesi aracılığıyla enerji etkinliğinin artırılmasıdır. Bu bağlamda; ısıtmanın istenmediği en sıcak yaz döneminde, güneş ışımasının ısıtıcı etkisinden korunurken (gölgeleme) rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmak; ısıtmanın istendiği soğuk kış döneminde, güneş ışımasının ısıtıcı etkisinden yararlanırken, rüzgarın serinletici etkisinden korunmak (rüzgar kırıcı) gerekmektedir (Ovalı, 2009).

Yön seçimi rüzgarın istenip istenmemesi açısından önemlidir. Örneğin; sıcak – nemli bölgelerde enerji sarfiyatının azaltılması açısından doğal havalandırma ağırlık

kazanacağından, yön seçiminde belirleyici olan faktör güneş ışınlamından yararlanmadan çok hakim rüzgar etkisini kazanmak olacaktır (Zeren, 1977). Bu bağlamda, sıcak – nemli iklim bölgelerinde hakim yapı yönlenmesinin güney cephede yer alması bir çelişki gibi gözükse de bunun asıl nedeni yapı içerisinde ve çevresinde vantilasyon oluşturma çabasıdır. Gün boyunca güneş ışınlamına maruz kalan güney cephesi ve önündeki termal kuşak alanı, doğrudan güneş ışınlamına maruz kalmayan kuzey cephesine göre daha çok ısınır ve bu ısı alçak basınç alanları oluşturur. Güneş ışınlamından az etkilenen kuzey bölgesi ise yüksek basınç alanları oluşturmaktadır. Bu nedenle; yüksek basınçtan (kuzey cephesi) alçak basınca doğru (güney cephesi) rüzgar akımları meydana gelmektedir. Sıcak – nemli iklim bölgesindeki hakim yönlenmenin de tam olarak güney-kuzey istikametine yerleşmesinin sebebi de budur. Kuru ve soğuk iklim bölgelerinde ise optimum yönün güneyden sapma açılarındaki artışın sebebi ise soğuk yada sıcak hava kütlelerinden kaynaklanan vantilasyondan sakınma çabasıdır (Doğan, 2012).

Bölgesel iklim özelliklerine göre hakim rüzgar yönü yaz ve kış dönemlerinde farklı olabilmektedir Yapının uzun ve yapı kabuğu boşlukları fazla olan cephesi etkin rüzgar doğrultusu göz önüne alınarak tasarlandığı durumda, doğal havalandırma daha etkili bir şekilde sağlanmaktadır (Sev ve Özgen, 2003). Ancak, bu durumda iklim bölgesine ve mevsime göre ısı kayıp oranlarına da dikkat edilmelidir.

Bu veriler ışığında Tablo 2’de güneşe ve rüzgara göre yönlenme kriterleri ele alınarak optimum ve iyi yönlenme aralıkları belirtilmiştir. Bu tabloda tez çalışması kapsamında ele alınan iklim tiplerinden farklı olarak ılıman iklim, farklılaşmanın fazla olması nedeniyle ılıman – nemli ve ılıman – kuru iklim olarak ayrı şekilde incelenmiştir.

Tablo 2. İklim bölgelerine göre optimum yön, iyi ve geçerli yönlenme aralıkları (Zeren, 1987; Orhon vd., 1988).

İklim Bölgesi	Yapı Yönlenmesi				
	Optimum Güneş Yönlenmesi	İyi Yönlenme Aralıkları	Geçerli Yönlenme Aralıkları	Güneşe göre Yerleşim Doğrultusu	Rüzgardan Korunma / Yararlanma
Soğuk	Geniş yüzey G'den 22° GD	20° GB ile 45° GD	31° GB ile 86° GD	D-B aksı	Rüzgara kapalı, KD-GB aksında
Ilıman-nemli	Geniş yüzey, G'den 10° GD	13° GB ile 35° GD	23° GB ile 49° GD	D-B aksı	Rüzgara geniş yüzey veren

Tablo 2'nin devamı

İklim Bölgesi	Yapı Yönlenmesi				
	Optimum Güneş Yönlenmesi	İyi Yönlenme Aralıkları	Geçerli Yönlenme Aralıkları	Güneşe göre Yerleşim Doğrultusu	Rüzgardan Korunma / Yararlanma
Ilıman-kuru	Geniş yüzey, G'den 27° GD	10° GB ile 56° GD	14° GB ile 83° GD	D-B aksı	Rüzgara geniş açıklık vermeyen
Sıcak-kuru	Geniş yüzey, G'den 18° GD	0° G ile 40° GD	8° GB ile 50° GD	GB-KD aksı	Açıklıklar avlu; avlu da K yönde
Sıcak-nemli	Geniş yüzey, G'den 3° GD veya K	10° GB ile 19° GD	19° GB ile 30° GD	D-B aksı	Rüzgara açık, zeminden yükseltilmiş
B= Batı D= Doğu G= Güney GB= Güneybatı GD= Güneydoğu K= Kuzey KD= Kuzeydoğu					

2.1.2.2.2.2. Yapı Formu

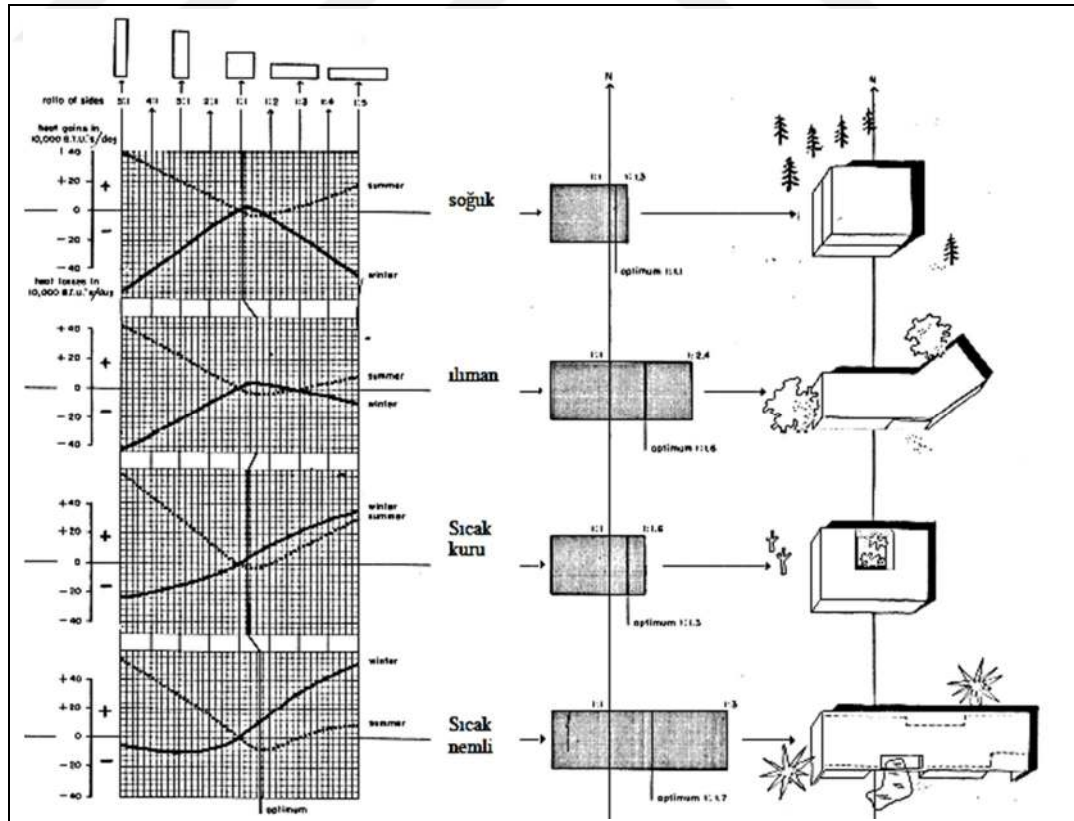
Yapı biçimi plandaki yapı uzunluğunun yapı derinliğine oranı, yapı yüksekliği, üst örtü türü, üst örtünün eğimi, cephelerin eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik özelliklerle tanımlanabilir (Berköz, 1973; Oral, 2007). Yapı formunu belirleyen bu etkenler, aynı zamanda yapının doğal havalandırılmasında da önemli roller üstlenmektedirler.

Yapının biçimi, içinde bulunduğu iklim bölgesinin özelliklerine de uygun olmalıdır (Şekil 12):

- Soğuk iklim bölgelerinde, enerji kaybeden yüzeylerin alanını minimize etmek uygun bir çözümdür. Bu sebeple soğuk iklim bölgelerinde mimari formların kompakt formlardan oluşması uygun bir yaklaşımdır (Oral, 2007). Yüzey / hacim oranını düşürmek için kare form olması, doğu - batı doğrultusunda uzanmış olması ve yapı oranlarının 1:1:3 olması etkili çözümdür (Uzun, 1997).
- Ilıman iklim bölgelerinde mümkün olduğunca kompakt ama soğuk iklim bölgesine göre daha esnek yapı formları enerji etkin tasarımda uygun bir

yaklaşımdır (Oral, 2007). Uzun dikdörtgen form, biraz da doğuya yöneltilmiş olması ve yapı oranlarının 1:2:4 olması etkili çözümdür (Uzun, 1997).

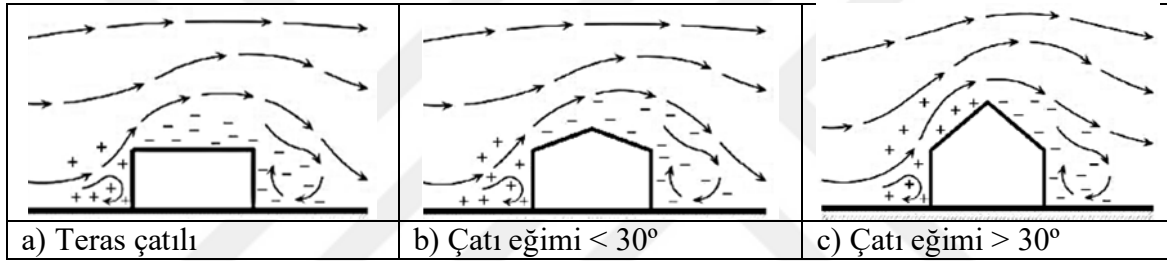
- Sıcak – kuru iklim bölgelerinde yapının ısı kazanımı istenmeyen bir unsurdur. Bu sebeple sıcak – kuru iklim bölgelerinde ısı kazançlarını minimize etmek, gölgeli ve serin mekanlar elde etmek için kompakt ve avlulu formlar oluşturmak uygun bir çözümdür (Oral, 2007). Kışın soğuk olduğundan yine yapıların şekli dikdörtgen ve basıncına göre dikdörtgene yakın bir form olması, gölge oluşturacak form boşluklarının yapılması, yakın çevrenin bitkilendirilmesi, yapı oranlarının 1:1:6 olması etkili çözümdür (Uzun, 1997).
- Sıcak – nemli iklim bölgelerinde, yapıdan nemi dağıtmak amacıyla karşılıklı havalandırmaya maksimum olanak sağlamak için yapının hakim rüzgar doğrultusunda uzun cephesinin yönlendirilmiş olması ve formun ince uzun tasarlanması önerilir (Oral, 2007). Dikdörtgen form, yapının cephesinde yapının hava sirkülasyonuna yardımcı olacak doluluk-boşluklar ve girinti – çıkıntıların olması ve yapı oranlarının 1:1:3 olması uygun görülen çözümlerdir (Uzun, 1997).



Şekil 12. İklim bölgelerine uygun yapı formları (Olgyay, 1963; Olgyay, 1992).

Yapının çatı formu da rüzgarın yapı etrafındaki basınç bölgelerini etkileyerek doğal havalandırmanın etkisini değiştirebilmektedir. Yapıların rüzgar arkası bölgesinde negatif basınç alanları oluşurken rüzgar önü bölgesindeki basınç alanları çatı eğimine bağlı olarak değişmektedir (Şekil 13) (Yücel, 2010). Çatı tipleri iklim karakteristiği göz önüne alınarak seçilmelidir. Farklı iklim bölgelerine göre uygun çatı biçimi önerisi;

- Soğuk ve ılıman iklim bölgeleri için, izole edilmiş ve eğimli çatılar,
- Sıcak - kuru iklim bölgesi için, güneş ışıının etkisini minimize eden düz çatılar,
- Sıcak – nemli iklim bölgesi için, son kat üzerinde yükseltilecek hava akımına izin veren çatı formları veya eğimli çatılar, şeklinde sıralanabilir (Özdemir, 2005).



Şekil 13. Yapının çatı biçimine göre oluşan basınç bölgeleri (Özteker, 2005; Lencher, 2001; Darçın, 2008; Darçın ve Balanlı, 2010).

2.1.2.2.3. Yapı Kabuğundaki Doğal Havalandırma Bileşenleri

Yapı kabuğu; yapı iç çevresini dış çevreden ayıran yatay, düşey ve eğimli yapı bileşenlerinden oluşan bir yapı ögesidir (Asımgil, 2006; Özbalt, 2005). Yapı kabuğu, enerji korunumu ve iklimsel konforun sağlanmasında tasarımcının kontrolünde olan en önemli değişkendir.

Tasarımcı oluşturduğu yapı kabuğu ile doğal çevrenin bir parçasını ayırır, sınırlar; böylece bu kabuğun içinde, dışarıda kalan uygun olmayan koşullardan farklı, istediği koşulları gerçekleştirmeye çalışır (Balanlı ve Öztürk, 2006). Yapı kabuğunun dış çevresel etkenler altında oluşturduğu yapma çevrenin temel kullanıcı gereksinimlerini karşılayabilmesi için üstlendiği görev; iklimsel, görsel ve işitsel konfor koşullarına uygun iç ortam koşullarını oluşturmaktır (Göçer, 2006).

Yapı kabuğundaki doğal havalandırma bileşenleri, tez kapsamında tek cephe, çift cephe, iklim holleri, kanat duvarlar (wing walls), çatı kanatları (roof wings), rüzgar bacası

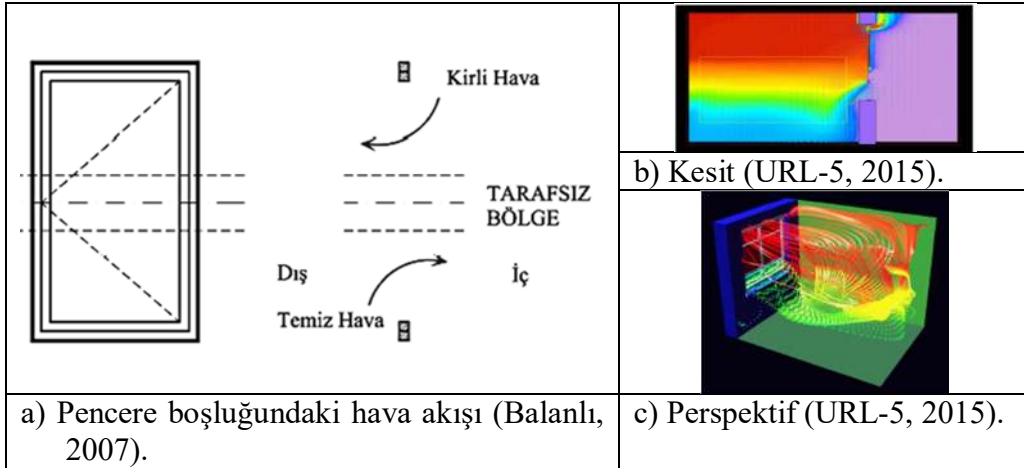
(rüzgar kulesi), rüzgar kepçesi (rüzgar şapkası), güneş bacası ve gölgelendirme elemanları olarak ele alınmıştır.

2.1.2.2.3.1. Tek Cephe (Pencereler ve Kapılar)

Doğal havalandırma, en basit yöntemle yapı kabuğunda yer alan boşluklar ile sağlanır. Yapının tasarım aşamasında havalandırma için gereken açıklıkların biçimlerine, ölçülerine ve konumlarına ilişkin alınan kararlar; mekan içinde oluşacak hava akımının hızını, dağılımını ve mekana alınacak temiz hava miktarını belirlemektedir (Ok, 2005). Yapı kabuğundaki boşlukları; pencereler ve kapılar olarak inceleyebiliriz.

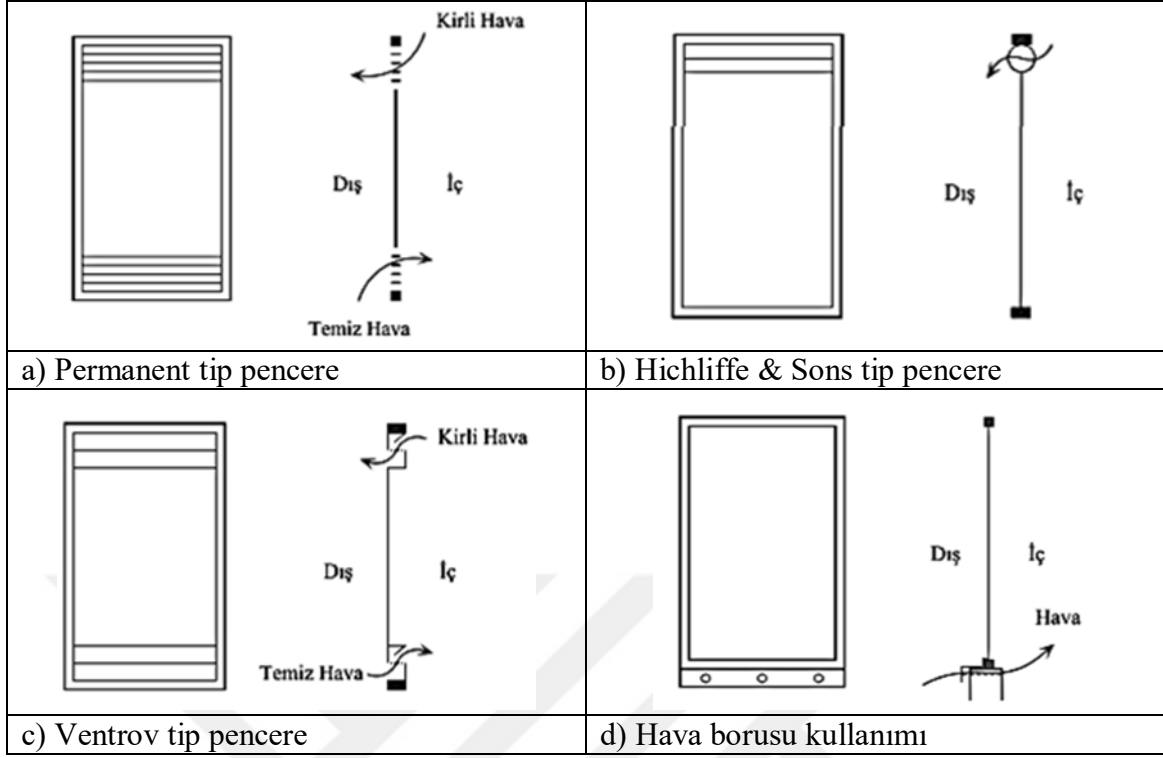
Hava akış oranı, giriş ve çıkışlar arasındaki basınç farkına bağlıdır. Giriş ve çıkış alanları büyük ve pencere açıklıkları rüzgarı nispeten dik aldığı anda havalandırma en üst düzeyde oluşur (Brown ve Dekay, 2001).

Duvar üzerinde oluşturulan pencere açıklığının üst kısmında kirli ve sıcak hava, alt kısmında ise daha soğuk olan temiz hava bulunur. Boşluğun orta kısmında ise hava deviniminin olmadığı tarafsız bir bölge vardır (Şekil 14) (Balanlı, 2007). Bu nedenle pencere açılışı ve kanat düzenlemesi bu ilkeye uygun olarak yapılmalıdır (Darçın, 2008).



Şekil 14. Pencere boşluğundaki hava akışının gösterimi

Duvar ya da doğrama üzerindeki denetimli ızgara ve boşluklar havanın giriş çıkış hızını ve sürekliliğini belirlemeye olanak vermektedir (Şekil 15) (Balanlı, 2007). Izgara kullanımı aynı zamanda yağış sırasında yağmurun yapı içine girmesini engellerken rüzgarın iç mekana alınmasını da sağlamaktadır (Santamouris, 1998).

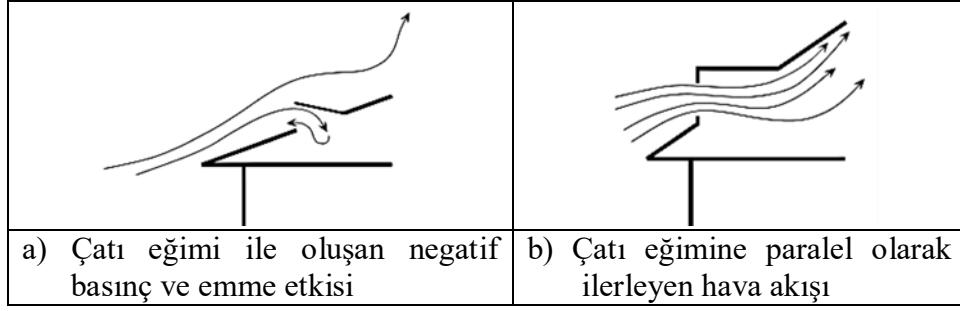


Şekil 15. Havanın denetimli ızgaralarla yapı içine alınması (Balanlı, 2007; Darçın, 2008).

İklim bölgelerinin farklılaşması ile pencere açıklıkları da farklılık göstermektedir. Farklı iklim bölgelerine göre pencere açıklıkları önerileri (Doğan, 2012):

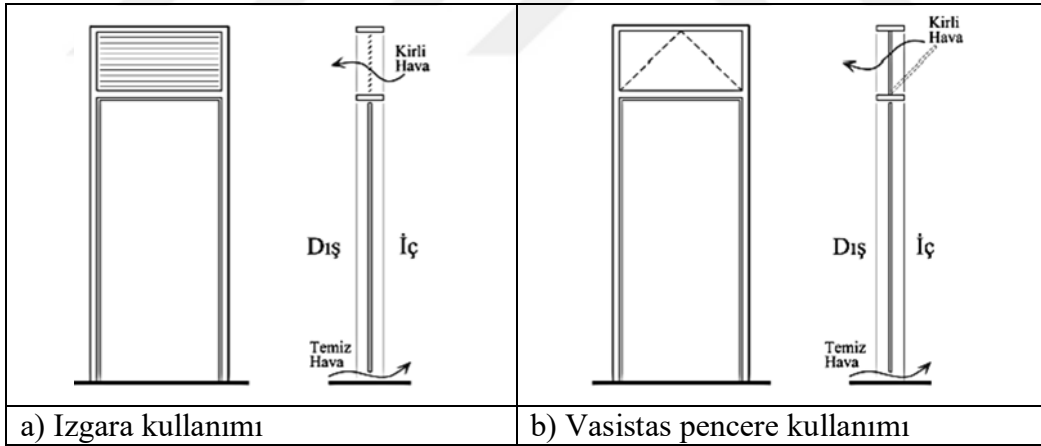
- Soğuk iklim bölgesi için; ısı korunumlu küçük açıklıklar,
- Ilıman iklim bölgesi için; ısı kontrolü ve gerektiğinde vantilasyon sağlanacak büyüklükte açıklıklar,
- Sıcak - kuru iklim bölgesi için; dış duvarlarda küçük açıklıklar, avlu yönünde gölgelendirilmiş büyük açıklıklar,
- Sıcak - nemli iklim bölgesi için; güneş kontrolü sağlayan geniş açıklıklar, şeklinde özetlenebilir.

Çatı pencere sistemleri de doğal havalandırmada etkili olmaktadır. Bu pencereler ile sağlanacak havalandırmada çatının eğimi önem kazanır. Rüzgar, eğimin 30°nin altında olduğu tasarımlarda çatı üzerinde negatif basınç oluşturur. Bu durum çatı eğimine paralel pencereden hava emilmesine neden olur. Çatıda oluşturulacak düşey pencereden içeri giren hava çatının eğimine paralel olarak yükselmek ister (Şekil 16) (Santamouris, 1998).



Şekil 16. Çatı pencereleri ile havalandırmanın sağlanması (Santamouris, 1998; Darçın, 2008).

Kapılar, yapı kabuğu üzerinde doğal havalandırmayı sağlayan diğer bir yapı elemanıdır. Kapılar kanadın açılmasıyla ortama hava girişi sağladığı gibi kanadın altında, üstünde, kenarlarında bulunan küçük boşluklar yardımıyla da hava akışı sağlamaktadır. Havalandırmanın yalnızca kapılarla sağlandığı ya da kapının kısa sürelerle açık tutulduğu mekanlarda (giriş holü gibi) kapı üzerinde ızgaralar ya da gereksinime göre vasistas pencereler kullanılabilir (Şekil 17) (Balanlı, 2007).



Şekil 17. Kapıda ızgara ya da vasistas pencere ile havalandırma (Balanlı, 2007; Darçın, 2008).

2.1.2.2.3.2. Çift Cephe

Çift cepheler, birbirine paralel, cephe boyunca uzanan, aralarında bir boşluk olan iki cepheden oluşmaktadır. Arada kalan boşluk alan, iç mekan ile dış mekan arasında tampon oluşturmaktadır. Bu sayede ısı kayıplarının ve enerji harcamalarının büyük bir kısmının önüne geçilmesini sağlamaktadır (Aşıkoğlu, 2014).

Çift cephenin görevi; bir bakıma yapı cephesinde estetik bir etki yaratırken asıl görevi, akustik ve güvenlik için gerekli kısıtlamaları ortadan kaldırarak iyi kalitede hava ile doğal havalandırma sağlamaktır (Sev ve Özgen, 2003). Özellikle rüzgarlı ve gürültülü bölgelerde bulunan yapılarda, iç cephenin önüne yerleştirilen ikinci bir cephe katmanı, gürültünün çalışma alanlarına girmesi önemli düzeyde engellenmekte ve pencereler vasıtasıyla daha kontrollü doğal havalandırmaya imkân tanımaktadır. Ayrıca aşırı ısınma ve aydınlatma açısından kamaşmayı önlemek için güneş kontrol elemanlarıyla donatılabilmektedir.

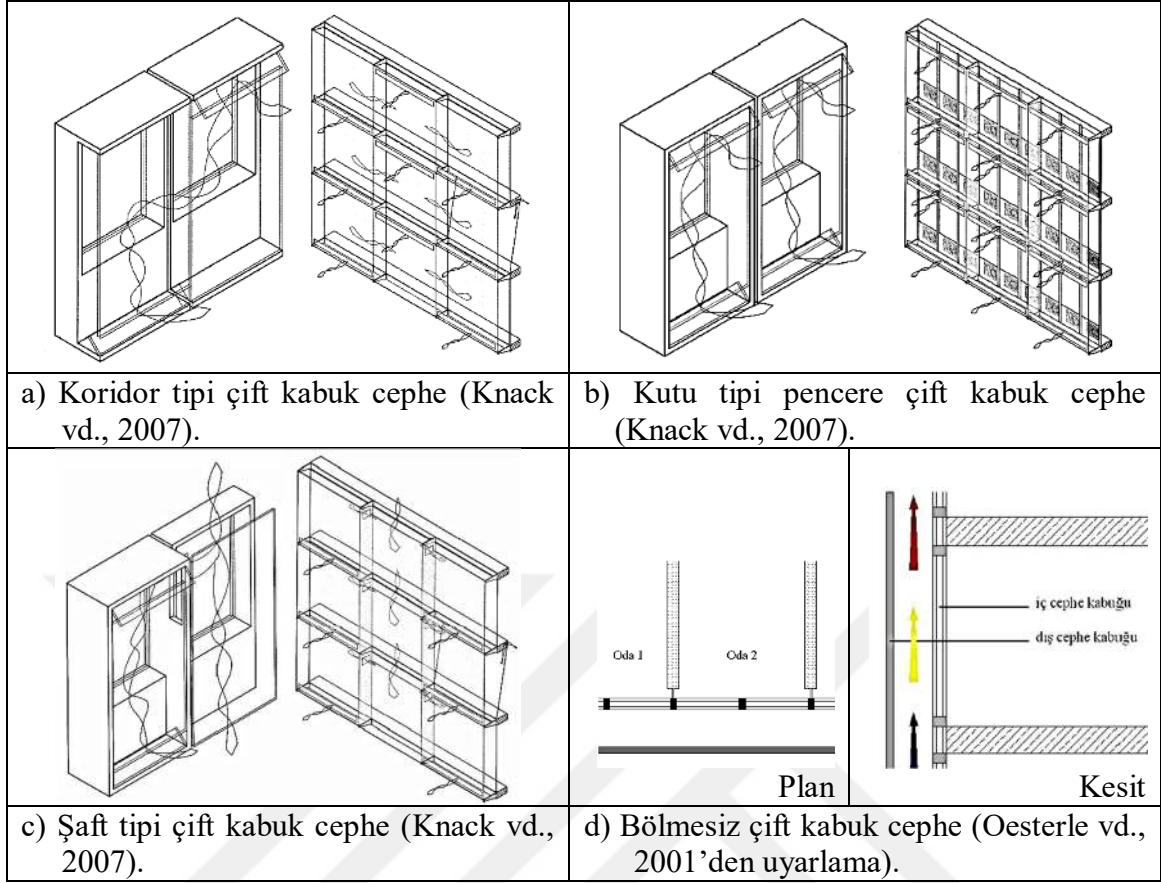
Çalışma prensibi olarak, güneşin ısıtıcı etkisine maruz kalan cephede, iki yüzey arasında kalan havanın ısınıp yükselmesidir. Dış katmanda alt ve üst kısımlarda bulunan menfezler yardımıyla hava içeri alınmakta, daha sonra iç katmandaki cephede açılan pencereler ile iç mekana kontrollü hava girişi sağlanmaktadır. Bu durum; sıcak hava sirkülasyonunu, yapı içinde taze hava ile kirlenmiş havanın yer değiştirmesini, iki yüzey arasında kalan hava tabakası sayesinde de yapı kabuğunun ısı yalıtımına katkıda bulunmasını sağlamaktadır (Yılmaz, 2006). Bununla birlikte, iç kabuktaki pencerelerin açılması ile gece havalandırmasını da sağlamaktadır (Karataş, 2004).

Çift kabuk cam cepheyi oluşturan bileşenler; saydam ve taşıyıcı bileşenler, havalandırma boşluğu, güneş kontrol elemanları ve yürüme yolu olarak sayılabilir (Özbalta, 2005).

Çift cephede performansını belirleyen tasarım parametreler; cephe yapısı, cephedeki açıklıklar, cephe boşluğu derinliği ve yüksekliği, gölgelendirme elemanının türü ve kabukların tabaka özellikleridir (Kılınç, 2015).

Açıklıklar, boşluk içindeki havanın sıcaklığını, baca etkisi kuvvetini ve hava akış hızını etkilemektedir (Kılınç, 2015). Ayrıca, camların konumu ve türü de doğal havalandırma hızında etkili olmaktadır. Isı iletkenliği daha yüksek camın dış kabukta kullanılması boşluk içindeki ısısal kaldırma etkisinin artmasına sebep olmaktadır. Öte yandan iç kabukta ısı iletimi düşük kabuk malzemelerinin kullanılması ile iç mekandan ısı geçişi önlenabilir. Cam tiplerinin uygun olduğu şekilde bir araya getirilmesi boşluktaki baca etkisi ve ısı transferinin dengelenmesi açısından önem taşımaktadır (Barbosa, 2014).

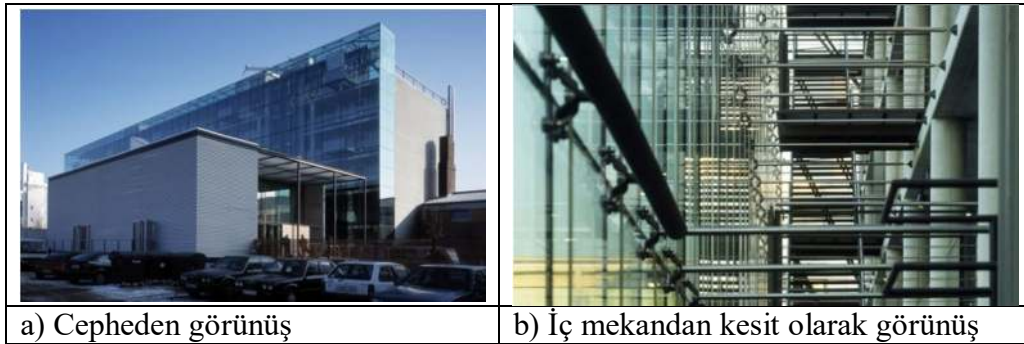
Çift kabuk cam cephelerde yer alan cephe boşluğu yapısal biçimlerine göre; yatay bölmeli (koridor tipi cephe), yatay - düşey bölmeli (kutu tipi pencere), düşey bölmeli (şaft tipi cephe) veya bölmesiz olabilmektedir (Şekil 18) (Hausladen vd., 2006).



Şekil 18. Çift kabuk cam cephe çeşitleri

2.1.2.2.2.3.3. İklim Holleri

İklim holleri; cephe boşluğunun genişliği yönünden, çift cephe genişliklerdeki boşluktan daha geniş olmasına rağmen atriyumlardaki genişlikten daha dar hacimlerdir (Şekil 19) (Alakavuk, 2010).



Şekil 19. Doğal havalandırma sağlayan iklim holü-Thompson Reklamcılık Şirketi Binası örneği (URL-6, 2015).

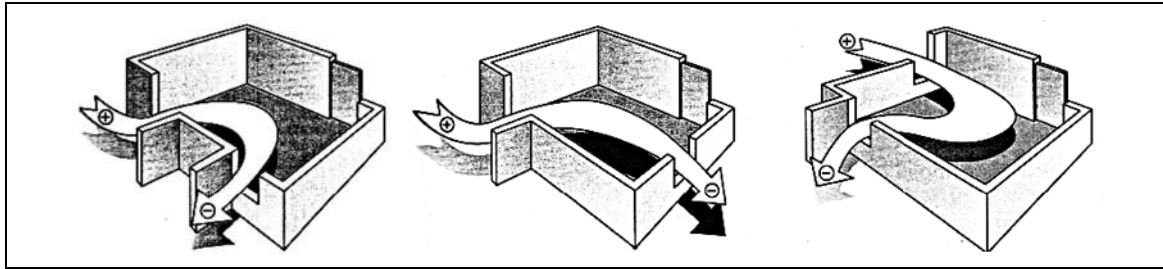
İklim holleri, cephe kabuğu arasındaki boşluğun genişletilmiş hali olarak yorumlanabilir. Yapı içinde konumlandırılmış bu yapı elemanı; bir tampon bölge gibi davranış göstererek ısı kayıplarının azaltılmasında, güneş radyasyonundan pasif ısı kazanımını sağlamasında, yapının doğal yoldan havalandırılmasında etkin olabilmektedir (Compagno, 2002).

2.1.2.2.3.4. Kanat Duvarlar (Wing Walls)

Yapının alan kısıtlamaları sebebiyle hâkim rüzgar yönüne yönlendirilememesi durumunda, yapı cephesinde oluşturulacak kanat duvarlar ile basınç bölgeleri kullanılarak rüzgar yapı içine alınabilir (Arens ve Watanabe, 1986).

Açıklıklar hâkim rüzgar yönüne yönelik olmadığı zaman, tek bir duvarda pencerelerin olduğu odalar için kanat duvarları ile yapının etrafında negatif ve pozitif basınç bölgeleri oluşturulabilir ve hâkim rüzgar yönüne paralel pencerelere rüzgar akımı sağlanabilir. Eğer yerleşim doğru olursa, dikey çıkıntılı kanatlar bir pencerede pozitif basınç oluştururken, diğer pencerede negatif basınç oluşturur. Kanatları dışa doğru açılan pencerelerde de benzer bir etki yaratabilir. Ancak, kanatlı pencerelerin etkileri rüzgar alan pencerelerle sınırlıdır, rüzgara ters yöndeki cephede bulunan açıklıklarda etkisi yoktur (Brown ve Dekay, 2001).

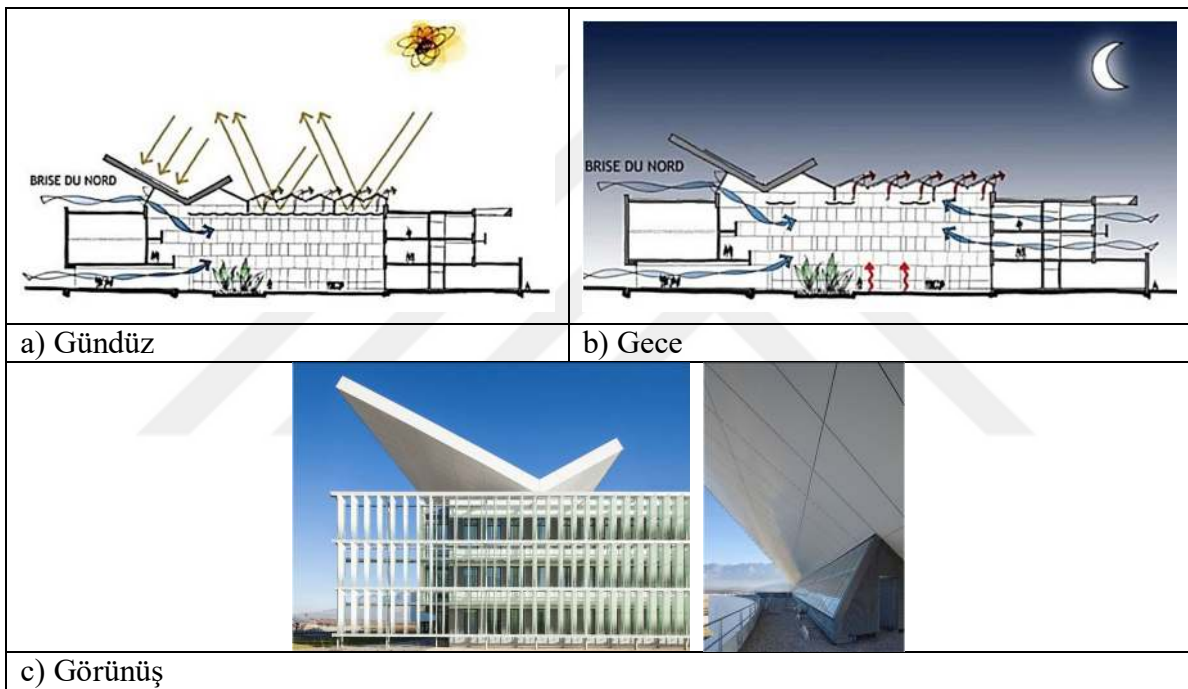
Çapraz (karşılıklı) havalandırmanın etkinliğinin artması için kullanılan kanat duvarlar, pencerelerin yanında duvara dik çıkıntılar şeklinde tasarlanmaktadır (Şekil 20) (Givoni, 1998). Çapraz havalandırma mümkün olmadığında, pencerelere bitişik olan duvar kanatlarının, özellikle tek dış duvarlı odalarda olmak üzere, havalandırmayı arttırmada etkili oldukları görülmektedir (Yaşa, 2004).



Şekil 20. Karşılıklı havalandırmada kanat duvar organizasyonları (Watson ve Labs, 1992).

2.1.2.2.3.5. Çatı Kanatları (Roof Wings)

Kanat duvarlarının kullanım mantığıyla çatıda oluşturulan çatı kanatları, rüzgarın yapı içine yönlendirilmesi aşamasında doğal havalandırmada etkili bir yapı elemanı olarak kullanılabilir. Sadece yapı içine giren rüzgârı ivmelendirerek pozitif basınç bölgeleri oluşturmak için değil, aynı zamanda yapı çevresinde negatif basınç bölgeleri oluşturarak yapı içinde kullanılan havanın emme etkisi ile atılmasına da yardımcı olmaktadır (Şekil 21) (Kılınç, 2015).



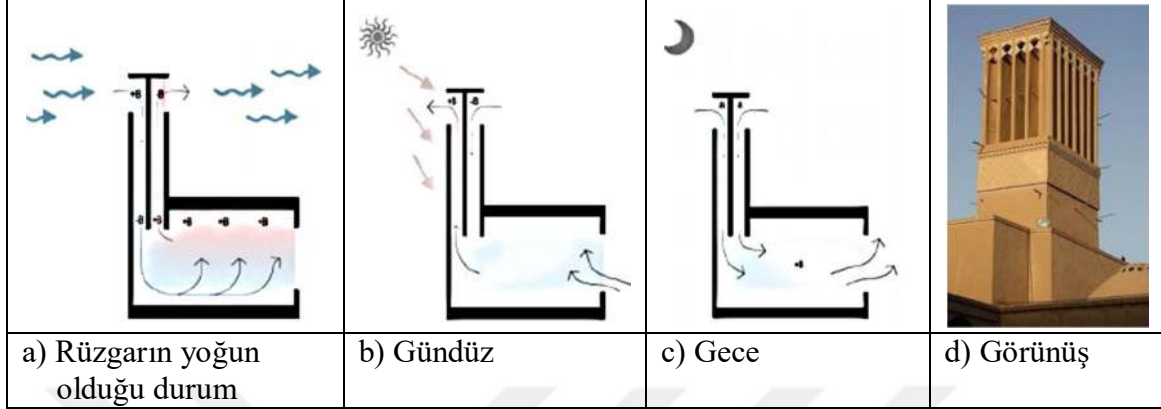
Şekil 21. Çatı kanatlarının çalışma şeması – INES / French National Solar Energy Institute örneği (URL-7, 2015).

2.1.2.2.3.6. Rüzgar Bacası (Rüzgar Kulesi)

Rüzgar bacalarının yapısal görevi; kentte esen rüzgarı, formu sayesinde iç mekana almak ve iç mekandaki ısınan havayı dış ortama atarak doğal iklimlendirmeyi (soğutma ve havalandırmasını) sağlamaktır.

Rüzgar bacası, dış mekanda rüzgar olduğunda, iç ve dış mekan arasındaki basınç farkından yararlanarak, iç mekana doğru hava hareketi oluşturma prensibiyle çalışmaktadır. Dış mekanda hava hareketi olmadığı durumlarda ise; kulenin içindeki

havanın ısınısını farklılaştırarak hava yoğunluğu farkı yaratılmaktadır (Şekil 22) (Boutet, 1987).



Şekil 22. Rüzgar bacalarının çalışma şeması (Ali ve Özer, 2011; Ghalib, 2014; Motiee, 2006'dan uyarlama).

Rüzgar bacaları, üç fiziksel mekanizmanın birleşimi sayesinde havalandırma gerçekleştirir (Tokuç ve Yıldızber, 2009):

- Aşağı çökme: Rüzgarın olmadığı zamanlarda, gündüz sıcak hava kuleye girer ve kule duvarlarıyla temas edince soğur (Şekil 22.b). Kule duvarlarının gündüz emdikleri ısıyı gece dışarı verecek kadar ısıtması vardır. Soğuyan hava içerdeki sıcak havadan daha yoğundur ve bacadan aşağı çöker.
- Rüzgar etkisi: Rüzgar havayı daha etkili soğutur ve havanın bacada daha hızlı hareket etmesini sağlar (Şekil 22.a). Kapaklar açık olduğunda bacadaki soğuk hava, rüzgar yardımıyla bacadan mekanlara dolar; açık pencere ve diğer kapılardan oda havasını da beraberine alarak çıkar. Çıkış açıklıkları rüzgar almayan yönde olursa havalandırma ve soğutma daha etkili olur. Rüzgar bacasının duvarları gece içinde bulunan havayı ısıtır ve rüzgarın etkisi geceleri gündüzden daha az hissedilir.
- Baca etkisi: Geceleri rüzgar olmadığında baca duvarlarından açığa çıkan ısı, havayı ısıtarak hava yoğunluğu farkı oluşturur. bacanın tepesinde alçak basınç alanı oluşur dolayısıyla yukarı doğru hava hareketi meydana gelir (Şekil 22.c) (Allard, 1998).

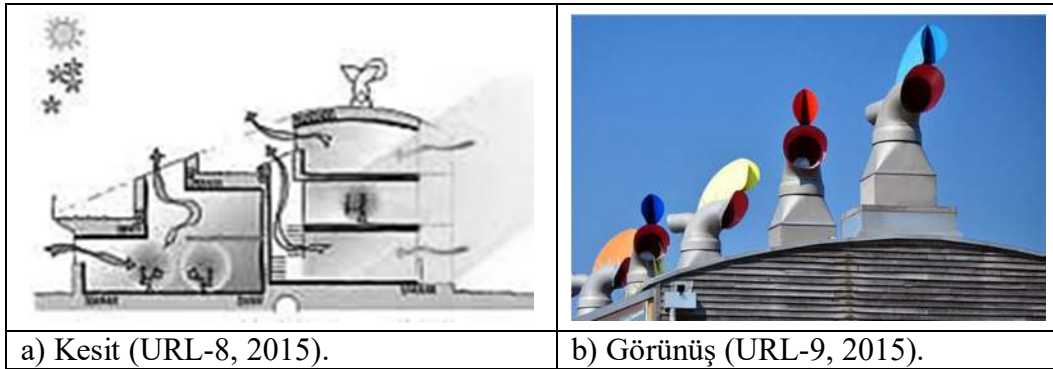
Rüzgar bacaları tek yönlü, iki yönlü, dört yönlü, altı yönlü ve sekiz yönlü olarak tasarlanabilir. Kulelerin birden fazla şaft barındırması ve çok yönlü olması kulenin hâkim

rüzgar yönünden bağımsız olarak verimli çalışabilmesine olanak tanımaktadır (Hughes vd., 2012). Çok şaftlı kulelerde bir şaft temiz havanın yapı içine alınmasını sağlarken diğer şaftlar kullanılan havanın yapıdan atılmasına yardımcı olmaktadır (Kılınç, 2015). Mekan içinde açılabilen kapaklar yardımıyla hava hareketi istenilen zamanda elde edilebilir veya engellenebilir (Lechner, 2001).

Rüzgar kulelerinin açıklıkları zemin seviyesindeki pencerelere göre daha küçük olabilir. Çıkış için kullanılan pencereler giriş açıklığının yaklaşık iki katı kadar olurken, tek doğrultulu tasarımlarda giriş açıklığı kulenin kesit alanından daha büyük olmamalıdır (Brown ve Dekay, 2001).

2.1.2.2.3.7. Rüzgar Kepçesi (Rüzgar Şapkası)

Yapılarda kullanılan rüzgar kepçeleri ile elektrikli fan motorları kullanmaksızın ısı dönüşümü sağlanarak taze havanın alınması ve kullanılmış havanın dışarı atılması sağlanmaktadır. Bu sistem pasif baca etkisi prensipleriyle çalışmakta ve dış rüzgar hızının az olduğu zamanlarda da işlevini sağlamaktadır (Elzaidabi, 2008).



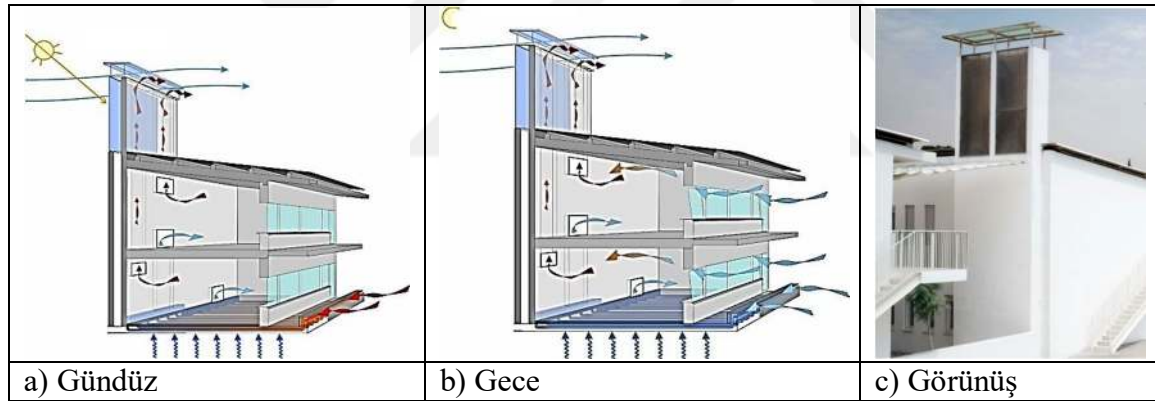
Şekil 23. Rüzgar kepçeleri-Beddington Zero Energy Development (BedZed) örneği

Çalışma prensibine bakıldığında; esen rüzgar, ağzı daraltılmış, huni benzeri bir düzeneden geçerken hızlanmaktadır. Bu esintinin, düşey yöndeki kanal ile iç mekana temiz ve serin hava olarak girmesi sağlanmaktadır. İç mekanda ısınıp yükselen kirli havanın ise, venturi bacası denilen, yine ağzı daraltılmış bir düzeneden, rüzgarın bu kez yatay geçiş yaparken yarattığı vakum aracılığı ile dışarı atılması sağlanmaktadır (Şekil 23) (Aykal vd., 2009).

2.1.2.2.3.8. Güneş Bacası

Güneş bacaları, iç mekan sıcaklığından bağımsız olarak, baca içindeki havanın güneş ışınlarıyla ısıtılması ve ısınan havanın yükselmesiyle doğal taşınımaya dayalı ortam havalandırması sağlayan bir yapı bileşenidir (Awbi, 1998). Yapı bileşenindeki sistemin en büyük avantajı ise; kendi kendine dengelenebilmesi, yani daha sıcak günlerde daha çok ısınarak hava akımını daha çok hızlandırmasıdır (Wright, 1984).

Çalışma sistemi olarak; siyah-metal bacaların içerisindeki hava gün boyunca ısınmakta, genişmekte ve yükselmektedir (Şekil 24). Böylece iç mekandaki havayı çekmekte ve dışarı çıkmasını sağlayarak hava akımının oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Tokuç ve Yıldızber, 2009). Sistemin etkin olarak çalışabilmesi için bacanın güneş ışınlarını alacağı güney veya güneybatıya bakan cephelerde konumlandırılması gerekmektedir (Wright, 1984).



Şekil 24. Güneş bacasının çalışma şeması ve görünüşü (URL-10, 2015'ten uyarlama).

Güneş bacaları, gerçek bir baca gibi tasarlanabilirler. Bacanın bir yüzü cam, diğer yüzü güneş ışınlarını emen siyah metal ile kaplanmakta ve yapı ile temas eden yüzeyleri yalıtılarak bacanın içinde yüksek sıcaklık elde edilmektedir (Tokuç, 2005). Camın arkasındaki yüzey gün boyunca ısıyı depolamakta, güneş battıktan sonra da ısıyı yaymakta ve böylece akşam saatlerinde de havalandırmayı sağlamaktadır (Wright, 1984).

Baca içindeki hava akımının dengeli olabilmesi için güneş bacasının yapının en üst kotundan yukarıda olması gerekmektedir. En az sıcak devrede rüzgar kontrolü, yalıtımlı yapı kabuğu ve iç mekanda hava akımı kontrolü (yönlendirme ve hız faktörü) gerekmektedir. Rüzgar kontrolü için baca şapkasının açık kısmı hakim rüzgar yönüne ters

olmalıdır. Baca içindeki hava akımını desteklemek amacıyla sisteme emici veya üfleyici fan eklenerek sisteme karma özellik kazandırılabilir. Güneş bacası sistemleri soğuk iklim bölgesi dışındaki tüm iklim bölgelerinde kullanılabilir niteliktedir (Ovalı, 2009).

Güneş bacalarında; biçim, alan ve baca yüksekliği farklılaştırılarak hava akımında değişimler sağlanabilmektedir (Wright, 1984). Ancak, bir güneş bacası tasarımında en çok baca kesitine (derinlik) dikkat edilmelidir. Çünkü boşluk azaldıkça hava akış oranı artmakta, boşluğun sınır değeri aşırsa hava akış oranı yavaşça azalmaya başlamaktadır. Bu bağlamda yapılan deneysel çalışmalar ise optimum baca derinliğinin 20 cm olduğunu göstermektedir (Awbi, 1998).

2.1.2.2.3.9. Gölgeleme Elemanları

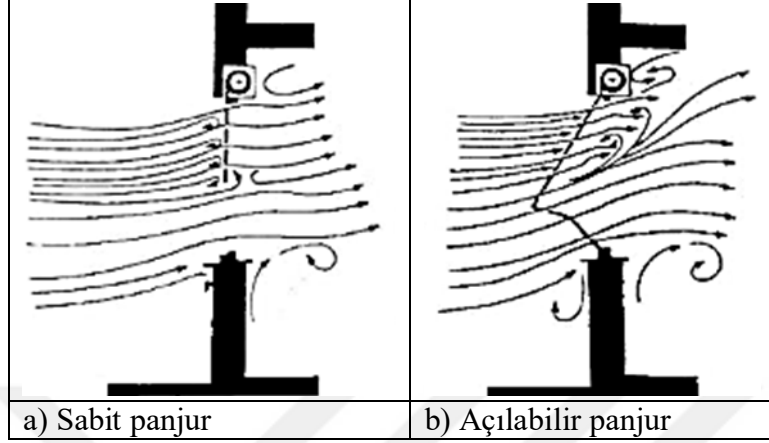
Gölgeleme elemanları, yapı kabuğunun dış yüzeyinde, saydam yüzeyin katmanları arasında veya kabuk iç yüzeyinde, sabit veya hareketli biçimde düzenlenebilmektedir (Ovalı, 2009). Gölgeleme elemanları, güneşi kontrol etmek görevinin yanında rüzgarı da kontrol ederek yapıya alınırken hızının ayarlanması ve yönlendirmesi anlamında etkilidir (Ok, 2008).

Tasarımın temel hedefine göre gölgeleme aracının hareketli veya sabit olması kararının verilmesi önemlidir. Amaç, en sıcak devrede dahi pasif ısıtma olanaklarından ödün vermeksizin gölgeleme sağlamaksa hareketli gölgeleme araçları optimum sonuçlar sunacaktır. Ancak, belirlenen zamanlar için gölgeleme sağlayarak, en sıcak devrede iklimle uyum esasında sağlanacak ısı kazanımı yeterli görülüyorsa hareketsiz gölgeleme araçları optimum sonuçlar için yeterli olacaktır (Ovalı, 2009). Özellikle çatı yüzeylerinin yaz boyunca dik gelen güneş ışınımını geçirmesini önlemek üzere sabit veya hareketli gölgeleme elemanları kullanılması, soğutma stratejisi açısından da oldukça önemlidir (Göçer, 2006).

Gölgeleme araçları temelde, yatay ve düşey olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu iki türün birlikte kullanıldığı gölgeleme araçları örnekleri de bulunmaktadır. Ayrıca, düşey yönde hareket eden güneş koruyucuları hava akımını yavaşlatma eğilimindeyken, yatay yönde hareket eden güneş koruyucuları akışın yönünü değiştirme eğilimindedir (Kılınç, 2015).

Gölgeleme elemanlarından olan panjurlar da doğal havalandırmada etkili olmaktadır. Sabit panjurlar pencere yüzeyine gelen hava akımını, yönünü değiştirmeden dengeli olarak

yavaşlatırlar (Şekil 25.a) (Kılınç, 2015). Açılabilir panjurlarda ise açılma açısına göre hava akımının yönünün değiştirilmesi söz konusu olabilmektedir (Şekil 25.b).



Şekil 25. Farklı panjur biçimlerinin oluşturdukları hava akımları (Kılınç, 2015).

2.1.2.2.2.4. Yapı İçindeki Doğal Havalandırma Bileşenleri

Doğal havalandırmada, yapı kabuğundaki doğal havalandırma bileşenleri kadar yapı içindeki bileşenler de önem içermektedir.

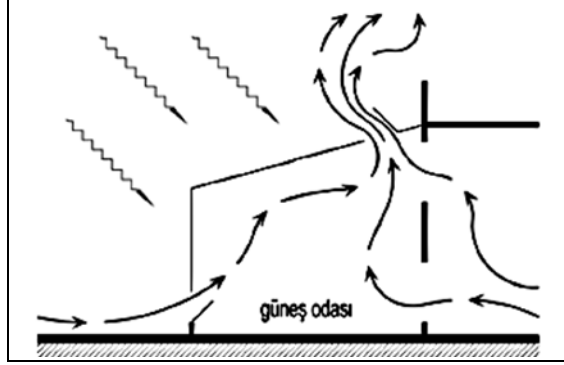
Yapı içindeki doğal havalandırma bileşenleri, tez kapsamında güneş odaları, bölücü duvarlar, bölücü tavanlar, topraktan havalandırmayı sağlayan kanallar, servis çekirdekleri, gök bahçeler ve dikey bahçeler, atriyum olarak ele alınmıştır.

2.1.2.2.2.4.1. Güneş Odaları

Güneş odaları (seralar), güneş görececek şekilde konumlandırılarak bağlı oldukları diğer mekanların doğal havalandırılmasını sağlamaktadır. Dış ile iç mekanlar arasında bir sıcaklıktadır ve harici bir iklimlendirme gerektirmemektedir.

Güneş odaları ve bitişindeki diğer mekanlar arasında alt kotta ve üst kotta konumlandırılan havalandırma pencereleri ya da menfezler düzenlenir. Sıcak ve güneşli bir günde bu menfezler açıldığında güneş odası içinde bulunan temiz hava ısınarak yükselir ve üst menfezlerden yandaki kullanım mekanına geçer. Mekan içindeki kullanılmış hava ise alt kottaki menfezlerden güneş odası içine emilir (Çakmanus ve Böke, 2001). Aynı

zamanda, güneş odasının çatısında oluşturulan çatı pencereleri de çapraz havalandırma yöntemiyle doğal havalandırmayı sağlamaktadır (Şekil 26).



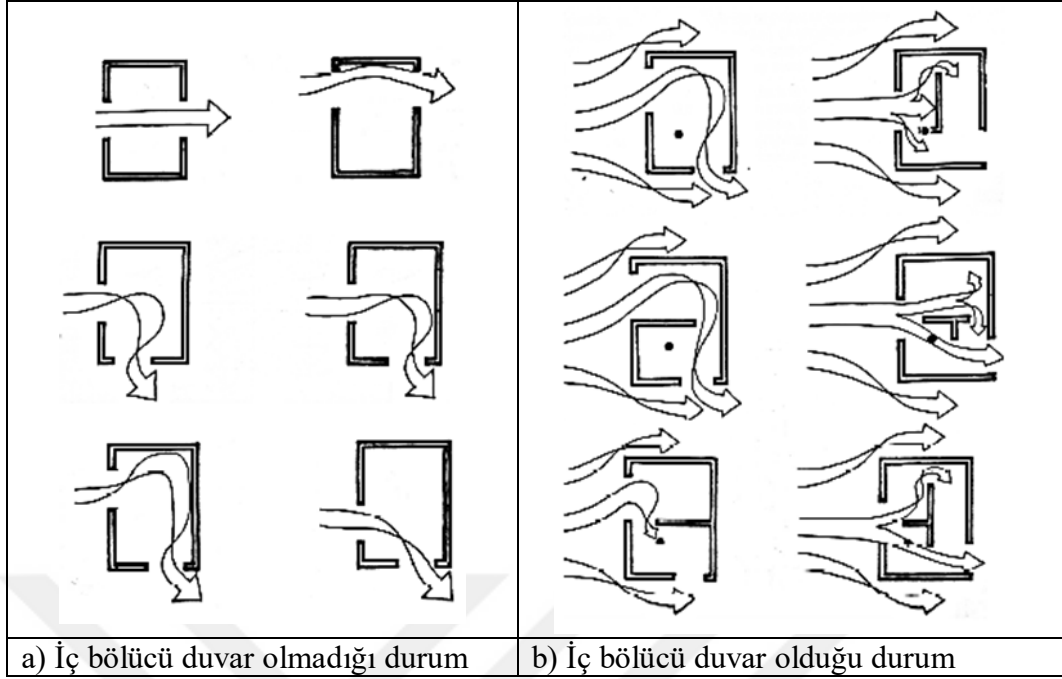
Şekil 26. Güneş odasında doğal havalandırma şeması (Santamouris, 1998; Darçın ve Balanlı, 2012).

Güneş odasının ve iç mekanı ayıran duvar yüzeyindeki deliklerin uygun boyut ve konumlandırılmasıyla, yazın güneş bacası gibi çalışarak soğutmaya katkıda bulunmaktadır (Eryıldız, 2007).

2.1.2.2.4.2. Bölücü Duvarlar

Hava akımı iç mekana girdikten sonra farklı bir basınç ile karşılaşınca kadar ilk yönünde devam etme eğilimindedir (Sev ve Özgen, 2003). İyi bir çapraz havalandırma sağlanması için mekan bölüntüsüz olmalıdır (Liddament, 2000). Bu nedenle hava hareketini engelleyecek bölmeler ve donanımlar hava yolu göz önüne alınarak yerleştirilmelidir (Santamouris, 1998). Ancak, rüzgarın yapının içine alındıktan sonra doğal olarak havalandırılması gereken yerlere yönlendirilmesi açısından da bölücü duvarlar etkin rol üstlenmektedir (Şekil 27).

İç bölücü duvarların yerleşimi ve yönlendirilmesi, bir yapı içindeki hava akımının yönünü ve hızını etkileyebilir. Genelde bölücü duvarlar paralel olarak yerleştirildiklerinde en az miktarda havalandırma sağlanmaktadır (Yaşa, 2004).



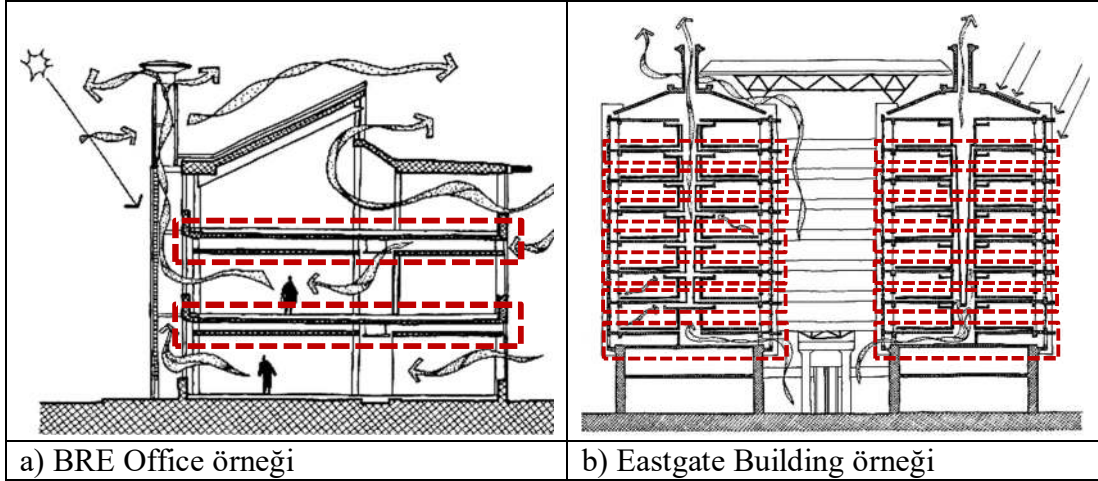
Şekil 27. İç bölücü duvarların doğal havalandırmadaki yönlendirme etkisi (Watson ve Labs, 1992).

Havanın yapı içindeki bölücülere ya da yapı donanımlarına sürtünmesi ve hava akış yolu üzerinde bulunan engellerden ötürü yön değiştirmek zorunda kalması hava basınç yitimlerini oluşturduğundan dezavantaj oluşturmaktadır (Santamouris, 1998). Ancak, havanın kontrollü bir şekilde yapının içine alınıp iç bölücü duvarlarla yönlendirilmesiyle de istenilen doğal havalandırma düşük seviyede de olsa sağlanabilmektedir.

2.1.2.2.4.3. Bölücü Tavanlar

İç bölücü duvarlar, plan şemasında rüzgarın içeriye alındıktan sonra iç mekanda yönlendirilmesini sağlarken bölücü tavanlar da kesit şemasında aynı işlevi gerçekleştirmektedir.

Bölücü tavan hızasında açılan pencere boşlukları ile iç bölücüler ile sınırlandırılan mekan içerisinde çapraz havalandırma sağlanabilmektedir. Ayrıca güneş bacası veya rüzgar bacası gibi baca etkili yapı elemanlarına doğal havalandırma açısından da yardımcı olmaktadır (Şekil 28). Bu bağlamda, mekan içerisine temiz havanın alınmasını veya mekan içerisindeki değiştirilmesi gereken kullanılmış havanın kademeli bir biçimde insan konforunu olumsuz etkilemeden uzaklaştırılmasını ve bacaya iletilmesini sağlamaktadır.

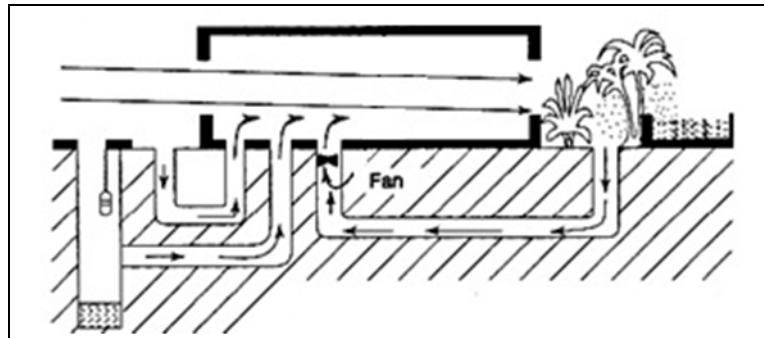


Şekil 28. Bölücü tavanların çalışma şeması (Brown and Dekay, 2001'den uyarlama).

2.1.2.2.4.4. Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar

Hava akımı, yapı içine toprak altından geçen kanallar aracılığıyla da alınabilmektedir. Burada yapının iyi yalıtılmış olması önemlidir. İç havanın toprağa gömülü kanallarda dolaştırılmasıyla iç sıcaklık, dış hava sıcaklığından 10°C daha düşük hale getirilebilmektedir. Bu sayede, çok yüksek dış hava sıcaklıklarına sahip bölgelerde soğutma amaçlı kullanımlarda verimli olurken; soğuk iklim bölgelerinde yapı içine alınacak havanın ön ısıtması içinde kullanılabilir (Givoni, 1998).

Hava akımı bir kuyu içinden geçirilebileceği gibi, buharlaşma etkisiyle havanın soğutulduğu bitki kümesi içinden veya dış mekanda tasarlanacak bir havuz üzerinden geçirilerek yapı içine alınabilir (Şekil 29) (Ovalı, 2009). Belirli ısısal konfor koşulları sağladıktan sonra fanlar yardımıyla yapı içine aktarılır. Buradaki asıl amaç, yapı içine alınacak temiz havanın ısısal kontrolünü toprak yardımıyla sağlamaktır.

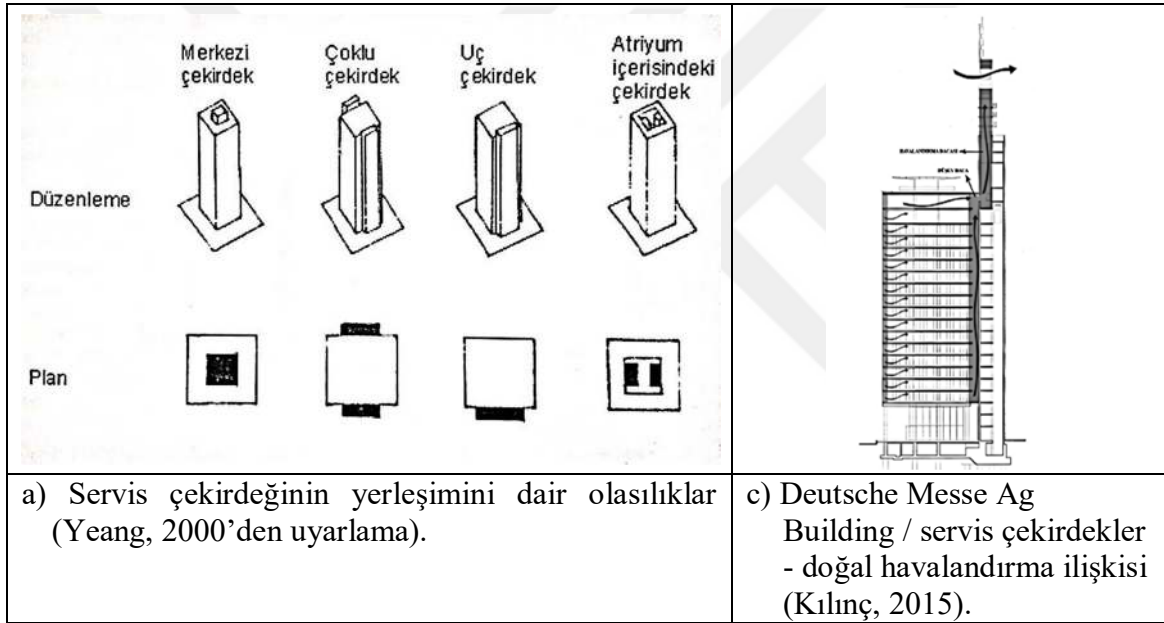


Şekil 29. Topraktan havalandırmayı sağlayan kanallar (Roaf, 2003).

2.1.2.2.4.5. Servis Çekirdekleri

Servis çekirdekleri, yüksek yapılarda çekirdekler, asansör, merdiven gibi düşey ulaşım elemanları ile mekanik gereçler, havalandırma için gerekli şaftlar ve elektrik kablolarının yer aldığı hacimlerdir (Tanaçan ve Coşkun, 1989). Düşey sirkülasyon araçlarından olan merdivenler doğal havalandırmada etkili yapı elemanlarıdır.

Trabucco (2010), çalışmasında servis çekirdeklerinin günümüzde sürdürülebilirlik yönünden üstlendiği görevleri üç başlık altında ele almıştır. Bu görevler; gölgelendirme, ısı eylemsizliği (thermalinertia) ve doğal havalandırma.



Şekil 30. Doğal havalandırma sağlayan servis çekirdekler

Çalışma konumuz bakımından irdelediğimiz doğal havalandırma görevinde, yapı içinde toplanan kirli hava servis çekirdeklerinde bulunan şaftlar ile hava bacasına aktararak yapı dışına aktarılmaktadır. Bunun dışında gölgelendirme görevinde de doğal havalandırma sağlanmaktadır. Servis çekirdekler yapının dış kısmında konumlandırıldığından dolayı aynı zamanda servis çekirdeklerin yapı dışında doğal havalandırma ile havalandırılmasını da sağlamaktadır. Isı eylemsizliğinde ise; servis çekirdeğinin çeperlere yerleştirilmesiyle, özellikle sıcak ve nemli bölgelerde tampon bölge oluşturarak yapının ısıtma ve soğutma giderlerini azaltmakta ve enerji korunumunu sağlamaktadır (Sev, 2009).

Yüksek yapılarda servis çekirdekleri ‘güneş tamponu’ veya ‘rüzgar tamponu’ olarak hizmet edecek şekilde yerleştirilebilir. Ana çekirdek güneş tamponu olarak, güneşi gören doğu veya batı yönünde ya da her iki yönde konumlandırılabilir. Araştırmalar, doğu-batı yönünde her iki cephede çekirdekler oluşturup; kuzey-güney doğrultusunda pencere boşluklarının bırakılması durumunda, havalandırma yüklerinin %20’ye varan bir tasarruf sağladığını göstermektedir (Yeang, 2001).

Servis çekirdeklerinin atriyum içinde uygulandığı da görülmektedir (Şekil 30.a). Bu kullanım ile yüksek yapılarda doğal havalandırma etkili bir biçimde sağlanmaktadır. Bu tip yapılarda dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, atriyumların yangın esnasında baca gibi çalışmalarını nedeniyle yangının çok daha kolay yayılmasına neden olmalarıdır (Demirtaş, 2007).

2.1.2.2.2.4.6. Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler

Gök bahçeler, yüksek yapılarda alternatif birer doğal havalandırma tasarım bileşeni olarak kullanılmaktadır. Düşeyde birbirinden yalıtılmış iki kat kümesi arasında gök bahçelerin konumlandırılması, bir yandan Venturi etkisine bağlı olarak emme gücünü artırırken öte yandan kullanıcılar arasında görsel sosyal ve fiziksel iletişime olanak sağlamak ve yapının içinde bir geçiş bölgesi oluşturmaktadır (Şekil 31) (Kılınç, 2015).



Şekil 31. Gök Bahçelerin ve Dikey Bahçelerin çalışma şeması ve görünüşü-60 Richmond Housing Cooperative örneği (URL-11, 2015).

Gök bahçeler yapının dışında konumlandırıldıklarında, mekanların hacmi ve düzenlenişi ne kadar farklı olursa olsun, genellikle ısı-ses yalıtımı, rüzgar hızını azaltmak ve hava koşullarını kesmek gibi çift kabuk cephelerin sağladıkları yararların benzerlerini

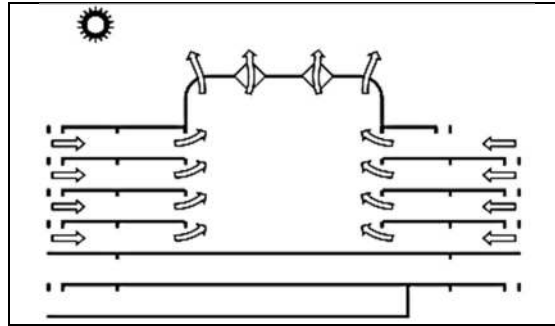
sağlarlar. Ayrıca, iç mekan ile dış mekan arasındaki ısıyı dengeleyen tampon bölgeler olarak kullanılmaktadırlar (Kılınç, 2015).

Bitkilendirme, cephede dikey bahçe olarak da doğal havalandırmaya yardımcı olmak açısından ekolojik değer taşımakta ve yapıda gölgelendirme, serinletme, filtreleme amaçlı kullanılmaktadır (Balfour, 1994). Ayrıca, bazı iklim ve bölgelerdeki yapıya ulaşan kuru rüzgarlara nem kazandırılarak yapı içine iletilmesi yönünden de yarar sağlamaktadır.

2.1.2.2.4.7. Atriyum

Atriyum, sözlük anlamı ve geleneksel kullanımı itibarıyla üç veya daha fazla kenarı galerilerle çevrili, üstü açık avlu veya üstten aydınlatılan, alt katlardan veya diğer katlardan odalara açılan mekan olarak tanımlanmaktadır (Saxon, 1993).

Atriyumlar; yapılarda insanların toplanıp beklediği sosyal bir merkez olmakla birlikte, iklimsel ve coğrafi veriler doğrultusunda tasarlandıklarında pasif sistemin önemli bir yapı bileşeni haline gelmektedir (Göçer, 2006). Atriyumlar bir yandan iç mekan konfor koşulları ile yapı etrafındaki mikro iklimsel düzeni iyileştirirken öte yandan, yapı içindeki hava akımını güçlendirerek geçiş bölgeleri oluştururlar (Şekil 32).

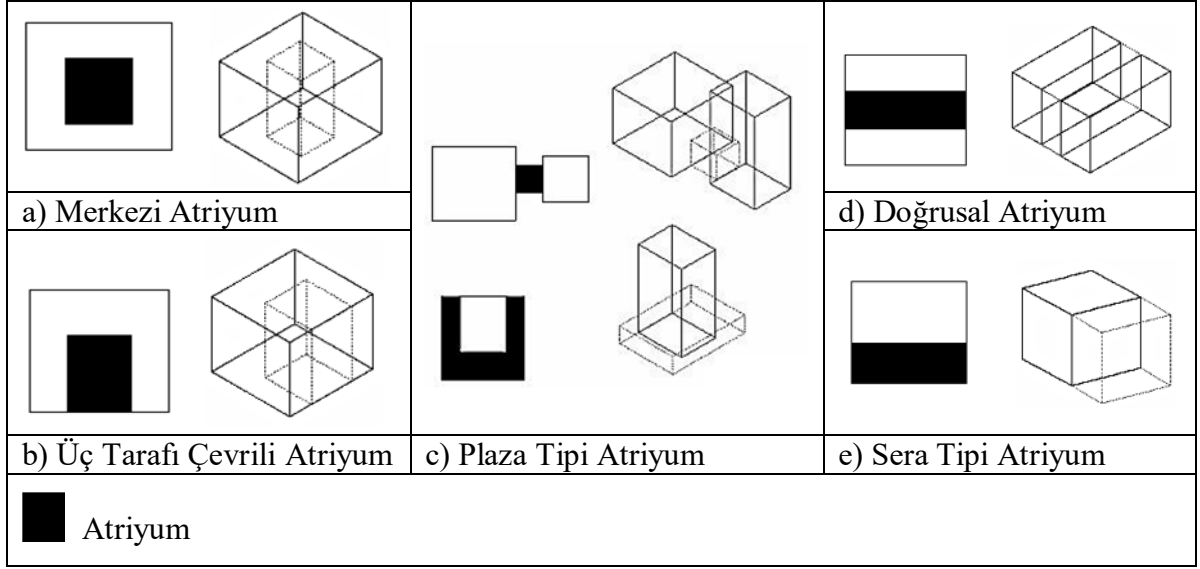


Şekil 32. Atriyum ve doğal havalandırma ilişkisi (Özbalta, 2005).

2.1.3. Atriyumlarda Doğal Havalandırma

2.1.3.1. Atriyumların Yapıdaki Konumları ve Tipleri

Atriyumlar yapı içerisindeki konumlarına göre; merkezi, üç tarafı çevrili, doğrusal, plaza tipi ve sera tipi olmak üzere beş bölümde incelenebilirler (Şekil 33) (Göçer, 2006).



Şekil 33. Yapı içerisindeki konumlarına göre atriyum tipleri (Göçer, 2006'dan uyarlama).

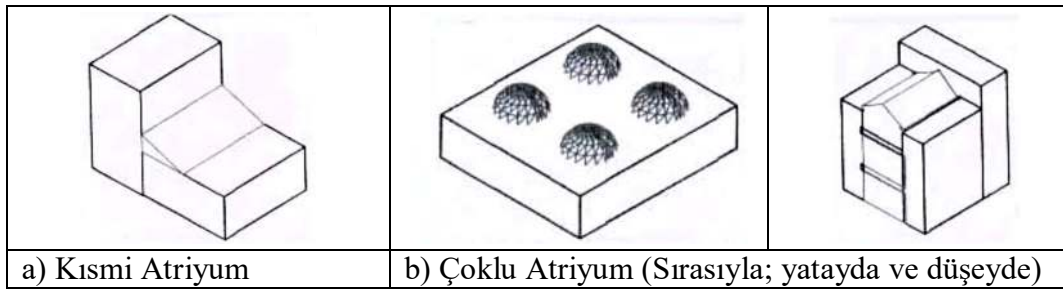
- Merkezi Atriyum; yapının merkezinde yer alan, çatısı saydam bir örtüyle kaplı klasik atriyum tipidir. Atriyumun dış kabuğu çatı yüzey alanıyla sınırlandırılmıştır (Şekil 33.a).
- Üç Tarafı Çevrili Atriyum; atriyumun bir kenarını tanımlayan yüzey, aynı zamanda ana yapının dış yüzeyini oluştururken, atriyumun diğer üç tarafı ana yapı ile çevrilmiştir (Şekil 33.b).
- Plaza Tipi Atriyum; çok katlı plazaların genellikle girişini veya farklı kütleleri arasındaki bağlantıyı sağlamak üzere geliştirilmiş plan tipidir (Şekil 33.c).
- Doğrusal Atriyum; birbirine paralel iki ana mekan arasında yer alan atriyum tipidir (Şekil 33.d).
- Sera Tipi Atriyum; ana yapının herhangi bir yöne bakan dış yüzeyini oluşturacak şekilde üstü camla da örtülü olabilen atriyum tipidir (Şekil 33.e). 2-3 kat yüksekliğinde rüzgarlık veya sera olarak kullanılan atriyum tiplerine ilişkin örneklerle de rastlamak mümkündür.

Atriyumların bulundukları çevresel koşulları, formu ve konumlarına göre pasif iklimlendirme performansları da değişim göstermektedir. Örneğin; ılıman iklimlerde kış aylarında güneş ışığından daha fazla yararlanmak için yapıların cam cephesi ile ilişkilendirildiği (Sera Tipi Atriyum), sıcak - kuru iklimlerde ise ısı dalgalanmalarını azaltmak amacıyla merkezi (Merkezi Atriyum) veya doğrusal (Doğrusal Atriyum) olarak konumlandırıldığı görülmektedir (Moosavi vd., 2014).

Ayrıca bu sınıflandırma dışında atriyumlar, yapı içindeki sayısı yönünden yatayda ve / veya düşeyde olmak üzere kısmi ya da çoklu atriyum olarak da sınıflandırılabilir (Şekil 34). Bu bağlamda, düşeyde de sürekli, sürekli olmayan, kırıklı ve şaşırtmalı biçim kazanmaktadır.

Kısmi atriyum, bir yapının sadece bir bölümü ile ilişkili olan atriyum türüdür. Belirli bir işlevi karşılayan mekanları bir araya getirmek ve özellik – kamusalık açısından farklı derecelere sahip mekanları birbirinden ayırmak için kullanılır (Tokabaş, 2005).

Çoklu atriyum, aynı yapı içinde birbirinden ayrılmış ve her biri yapının bir bölümüyle ilişkilendirilmiş birden fazla atriyumun bulunduğu plan şemasıdır (Tokabaş, 2005). Yatayda çoklu atriyum, geniş bir alana yayılmış çok sayıda birimden oluşan yapılarda, atriyumun aydınlatma, havalandırma vb. avantajlarından yararlanması veya farklı atriyumlar aracılığıyla farklı işlevlerin birbirinden ayrılması amacıyla plan düzleminde birden fazla atriyumun kullanıldığı şemadır (Uzun, 2001). Düşeyde çoklu atriyum ise, kesitte farklılaşmış ve birbirinden ayrılmış birden fazla atriyumun yer aldığı çoklu atriyum türüdür. Bu atriyumlar, farklı işlevlerin bir arada bulunduğu çok katlı yapılarda işlev ve mekanların hem gruplanması hem de her grubun atriyumun avantajlarından yararlanmasını sağlamakta, işlev farklılaşmasının gerekli olmadığı yüksek yapılar içinse her bir atriyumun iç yüksekliğini azaltarak ölçeklendirme aracı olmaktadır (Uzun, 2001).



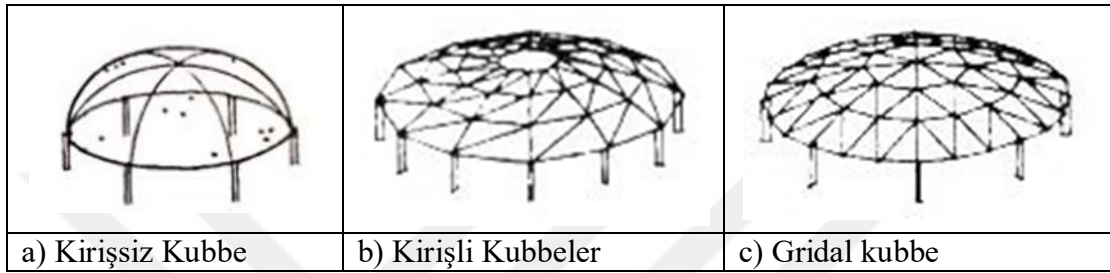
Şekil 34. Yapı içerisindeki adedine göre atriyum tipleri (Tokabaş, 2005'ten uyarlama).

2.1.3.2. Atriyum Çatı Geometrileri

Atriyumlar değişik çatı geometrilerinde tasarlanabilir. Çatı geometrilerinin biçimlenmesinde etkili olan ana etken atriyumun plan geometrisidir. Bunun dışında, kendi içinde taşıyıcı sistemlerine göre de farklılıklar göstermektedirler. Genel anlamda; kubbe,

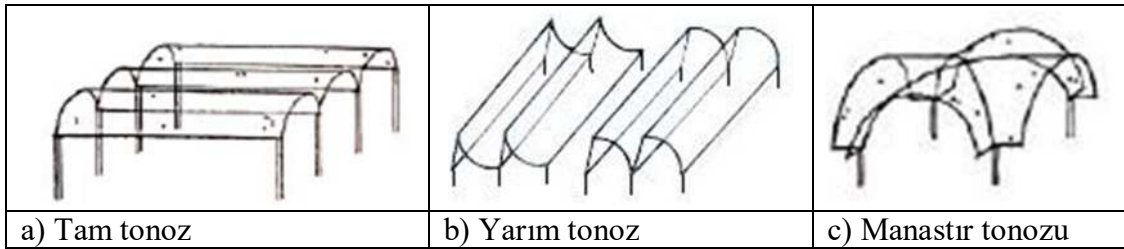
tonoz, piramit, eliptik paraboloid ve tor yüzeyleri, katlanmış plaklar ve serbest formlar olarak sınıflandırılmaktadır (Tokabaş, 2005).

Kubbeler; kirişli, kirişsiz ve gridal kubbeler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Kirişsiz kubbelerde tepe noktasına gelen basınç kuvvetleri basınç çemberi yardımıyla dairesel planlı atriyumu çevreleyen duvar ve kolonlara aktarılmaktadır (Tokabaş, 2005). Şekil 35'te çeşitli atriyum kubbe çatı örnekleri yer almaktadır.



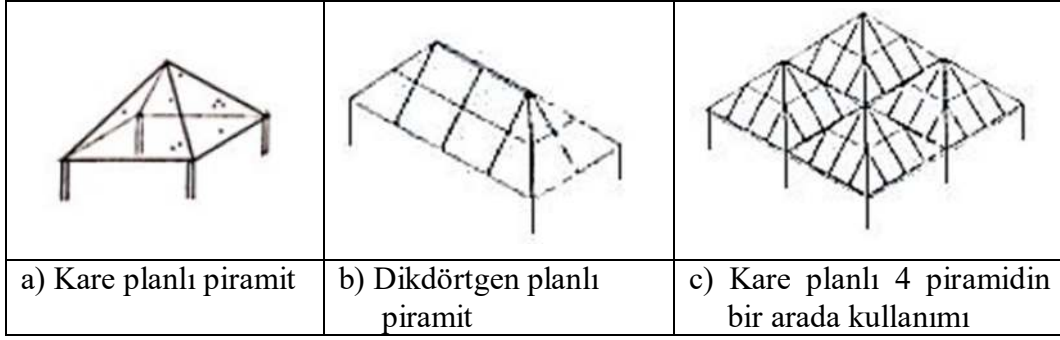
Şekil 35. Atriyum kubbe çatı örnekleri (Engel, 2004 ve Tokabaş, 2005'ten uyarlama).

Tonozlar, tek ve çift tabakalı, takviyeli çubuk ağı tonozlarından oluşturulabilir. 20 - 25 m gibi orta açıklıklardan sonra iki tabakalı yapılmaları daha doğru olur (Tokabaş, 2005). Şekil 36'da yarım tonoz, tam tonoz ve manastır tonozu gibi atriyum çatı örnekleri görülmektedir.



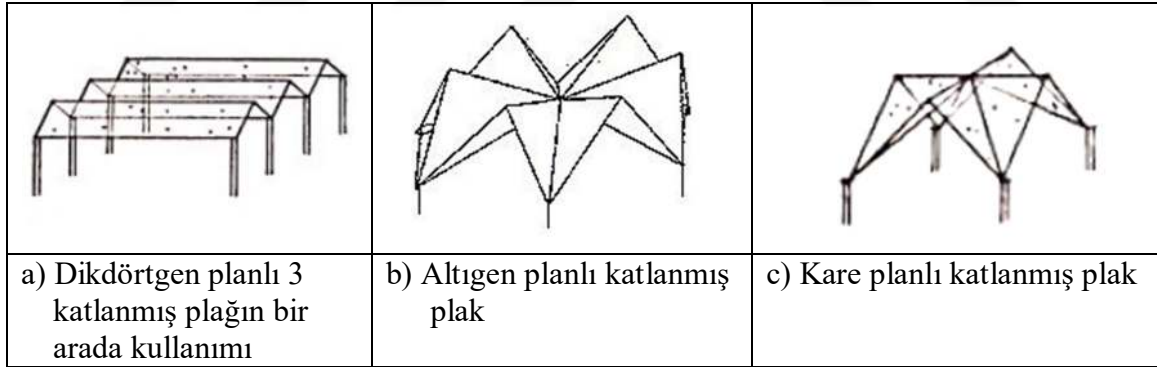
Şekil 36. Atriyum tonoz çatı örnekleri (Engel, 2004 ve Tokabaş, 2005'ten uyarlama).

Piramitler; genelde dikdörtgen ve kare planlı atriyumlar üzerine uygulanmaktadırlar. Tek piramit, birkaç modülün bir arada kullanılmasıyla oluşan yatayda çoklu piramit ve ters çevrilmiş piramit şeklinde uygulama örnekleri vardır (Tokabaş, 2005). Şekil 37'de çeşitli atriyum piramit çatı örnekleri verilmiştir.



Şekil 37. Atriyum piramit çatı örnekleri (Engel, 2004 ve Tokabaş, 2005'ten uyarlama).

Katlanmış plaklar; genelde dikdörtgen planlı atriyumlara uygulanabilecek çatı formudur. Dikdörtgen planlı atriyumun iki uzun kenarı yönüne eğim verilmektedir. Piramitte olduğu gibi tek modül olarak yada birkaç modülün yan yana dizilmesiyle kare planlı atriyumların da üzerinin örtülmesinde kullanılabilirler. Katlanmış plaklar kendi arasında; prizmatik, piramidal, üçgensel ve çerçeve / kemer biçimli olarak alt gruplara ayrılabilirler (Tokabaş, 2005). Şekil 38'de çeşitli atriyum katlanmış plak çatı örnekleri yer almıştır.



Şekil 38. Atriyum katlanmış plak çatı örnekleri (Engel, 2004 ve Tokabaş, 2005'ten uyarlama).

Eliptik paraboloid ve tor yüzeyleri; tonoz ve kubbe çatı formlarının birleştirilmesiyle oluşturulan ve tor yüzeyine benzeyen bir çatı formudur. Oluşumu, x-z koordinat düzlemindeki bir parabolün y – z koordinat düzlemi üzerindeki diğer parabol üzerinde ötelenmesiyle eliptik paraboloid elde edilmesiyle sağlanır (Tokabaş, 2005).

Serbest formlar ise, bu beş grubun dışında kalan değişik planlı atriyumlar üzerine çeşitli geometrilerin birleştirilmesiyle oluşturulan çatı geometrileridir (Tokabaş, 2005).

2.1.3.3. Atriyumlarda Çatı ve Yan Yüzeylerde Kullanılan Malzemeler

Atriyumların çatı ve yan yüzeylerinde genellikle güneş ışığını geçirmek amaçlı; cam, akrilik, polikarbonat ve membran malzemeler kullanıldığı, bunun yanında atriyum yan yüzeylerinde masif duvarların veya farklı malzemelerde (cam, alüminyum vb.) korkulukların da kullanıldığı söylenebilir.

Atriyumlarda çatı ve yan yüzeylerde, atriyuma ve atriyumun çevresindeki mekanlara ışığın yansımalarını sağlamak için çoğunlukla cam malzeme kullanılmaktadır. Yapının bulunduğu iklim bölgesine göre, bu yüzeylerde kullanılacak cam malzeme türü de farklılaşmaktadır (Akyürek ve Pekışık, 2003). Atriyumlarda kullanılan cam çeşitleri; solar Low-E kaplamalı cam, harmandan renkli düzcamlar, hat üstü kaplamalı reflektif güneş kontrol camı ve hat üstü pirolitik kaplamalı reflektif güneş kontrol camı olarak örneklendirilebilir (URL-12).

- Solar Low-E kaplamalı cam, düzcam üzerine hat dışı kaplama teknolojisiyle ince bir metal / metaloksit tabakanın uygulanmasıyla elde edilir. Tek bir kaplama ile güneş kontrolü ve ısı yalıtımını birlikte sağlar (URL-12).
- Harmandan renkli düzcamlar, float prosesi sırasında cam hamuruna renk verici maddelerin ilave edilmesi ile elde edilir. Yeşil, füme, bronz ve mavi renkleri mevcuttur (URL-12). Atriyumların genellikle yan yüzeylerinde, optimum görüşün ön planda olduğu ve göz kamaştıran ışığın problem olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Akyürek ve Pekışık, 2003).
- Hat üstü kaplamalı reflektif güneş kontrol camı, float hattında renksiz camın bir yüzüne buhar fazda kaplama yöntemiyle gümüş renkli reflektif bir kaplamanın uygulanması ile elde edilir. Reflektif özelliği nedeniyle ışığın kuvvetli olduğu taraftan bakıldığında ayna etkisi oluşturur. Malzemenin uzun süre kullanımı için ısıcam bünyesinde kaplamalı yüzeyin içe gelecek şekilde kullanılması gerekmektedir (URL-12).
- Hat üstü pirolitik kaplamalı reflektif güneş kontrol camı, float hattındaki üretim sürecinde renksiz veya harmandan renkli camların üzerine çeşitli metal oksitlerin kaplanması ile elde edilir. Gümüş, yeşil, füme, bronz ve mavi renkleri mevcuttur. Isıcam bünyesinde kaplamalı yüzey içe veya dışa gelecek şekilde kullanılabilir. Kaplama dışta ise yansıma, içte ise renk ön plana çıkmaktadır. Reflektif özelliği

nedeniyle ışığın kuvvetli olduğu taraftan bakıldığında ayna etkisi oluşturur (URL-12).

Akrilik malzemeler, Yüzeyleri kolay bir şekilde çizilebilmektedir ve bu çiziklerinin giderilmesi son derece güçtür. İşlenebilmesi güç ve ağır olduğundan tasarım ve uygulamada sınırlandırmalar getirmektedir. Ayrıca kolay tamir edilememesi, yanabilmesi uzun ömürlü olmasını engellemektedir (URL-13). PMMA, bu malzemelere örnek olarak verilebilir.

- PMMA (polimetilmetilakrilat), farklı yüzeyleri katılaştırmada, aynı zamanda bitimlerde ve boyalarda katkı malzemesi olarak da kullanılan son derece sert bir malzemedir. Akrilik olarak da bilinen bu malzeme, hem iç hem de dış koşullarda cam yerine de kullanılır (Farrelly, 2012).

Polikarbonat malzemeler, yapılarda çoğunlukla camın kullanılmadığı yerlerde yaygın olarak kullanılır. Hafif olması sayesinde cama göre çok daha az yapısal destek gerektirir (Farrelly, 2012). Hafif olması ayrıca malzemenin kolayca kabarcık (balon), piramit ve eğri formlara dönüştürülebilmesini de sağlamaktadır. Genellikle şeffaf ya da yarı şeffaf yalıtımlı iki katmanlı plastik malzemenin oluşmaktadır. Değişik tonlarda yarı şeffaf paneller şeklinde düzenlenebilir olması sayesinde daha büyük açıklık geçme kapasitesine ve yalıtım değerine sahiptirler (Montella, 1992). Dezavantaj olarak, polikarbonat malzemelerin yüzeyi çizilebilir ve bu durum zamanla malzemenin saydamlığını azaltır. Bu nedenle, polikarbonat malzemeler ancak yüksek çizilmeye maruz kalmayacakları koşullarda camın yerine kullanılabilir (Farrelly, 2012).

Polikarbonatların karakteristikleri akrilik malzemelerle oldukça benzer olmasına rağmen, polikarbonatlar daha güçlü ve oldukça şeffaf ve ışığı geçiren bir yapıdadır (URL-14).

Membran malzemeler; genellikle atriyum çatı örtü malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bundan dolayı, yağmur, kar, rüzgar, güneş radyasyonu ve UV (morötesi / ultraviyole) ışınlarına karşı konulması, gerekli durumlarda ısı ve ses yalıtımına katkıda bulunması, ışığın mümkün olduğunca iç mekana alınması (transparanlık), yangına karşı dayanıklılık gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Tokabaş, 2005). PVC membranlar, ETFE ve PTFE bu malzemelere örnek gösterilebilir.

- PVC (polivinilklorür), petrokimya endüstrisinin yan ürünlerinden biri olan termoplastiktir ve beyaz bir toz olarak üretilerek daha sonra çeşitli sentetik ürünler oluşturacak şekilde diğer bileşenlerle karıştırılır. Membran dokumaları PVC

kaplamalı polyesterden yapılmıştır. Bu dokumaların, çekme ve kesme mukavemeti yüksektir. Hafif ve alev almaz olup, maksimum kalınlıkları 1,2 mm civarındadır (Silver ve McLean, 2014).

- ETFE (etilentetrafloretilen), florokarbon esaslı bir polimerdir. Geniş bir sıcaklık aralığında, yüksek korozyon dayanımlı ve mukavemetli bir malzeme olarak tasarlanmıştır. İnce ve hafif olan malzeme yarı şeffaftır (Silver ve McLean, 2014). Genellikle iki ya da üç tabakalı, şişme hava yastıkları şeklinde ya da bazen tek cidar şeklinde uygulanmakta olan bir malzemedir. Yaklaşık olarak camın %1 ağırlığında olup, daha fazla ışık geçirgenliği, kendini temizleme ile görselliği ve uygulama kolaylığı özellikleriyle daha ön plandadır (URL-15). Aynı zamanda akustik açıdan ele alındığında, şeffaf yapı malzemesi olarak cam yüzeylerin oluşturduğu yüksek yansıtıcı ortamın aksine uygun akustik ortam sağlamaktadır (Robinson-Gayle vd., 2001; Sert, 2016).
- PTFE (politetrafloretilen), bilinen katı malzemeler arasında en düşük sürtünme katsayısına sahip olan malzemedir (Silver ve McLean, 2014). Aşınmaya son derece dayanıklıdır ve yaygın olarak güçlendirmek veya korumak amacıyla öteki malzemelerin yüzeylerini kaplamada kullanılır. PTFE kir tutmaz çünkü sahip olduğu özellikler başka partiküllerin yüzeyine yapışmasını önler, dolayısıyla bir yapının bakımı veya temizlenmesinde engellerin olabileceği durumlarda tercih edilir (Farrelly, 2012).

2.1.3.4. Atriyum Enerji Performansı

Atriyum; konfor koşullarının sağlanmasında ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi gereksinimlerin karşılanmasına katkıda bulunurken bu sayede enerji tüketiminin azalmasına da olanak sağlamaktadır.

Atriyumdaki enerji tüketiminin minimum seviyede tutulmasını sağlamaya yönelik atriyumun pasif enerji stratejilerini oluşturan faktörler üzerinde belirli görevleri bulunmaktadır (Göçer, 2006):

- Pasif Isıtma: direkt kazanım ve ısıнын depolanması,
- Pasif Soğutma: atriyum ve çevresindeki mekanların atriyuma komşu yüzeylerinin direkt gün ışığına karşı gölgeleme önlemlerinin alınması,

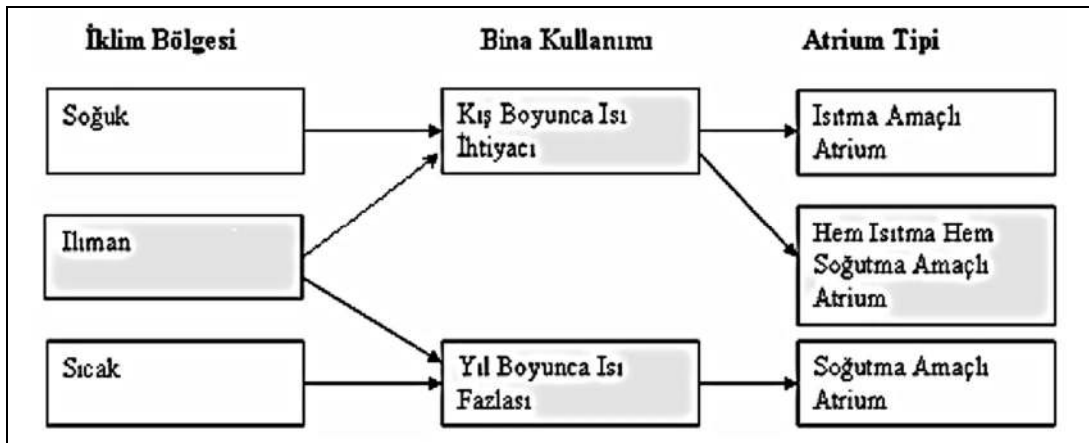
- Doğal Havalandırma: doğal havalandırma sağlayarak ısıtma istenen dönemde ısının ana mekanlara aktarılması, ısıtmanın istenmediği dönemde direkt güneş ışınımı etkisiyle oluşan aşırı ısının dışarıya atılması,
- Doğal Aydınlatma: doğal ışığın etkin bir biçimde geçirilmesi ve atriyumu çevreleyen mekanlara dağıtılması.

2.1.3.5. İklim Bölgelerine Göre Atriyum İhtiyaç Tipleri

Atriyum tasarımında en, boy ve yükseklik boyutlarının birbirleriyle oranları enerji verimliliği açısından önem kazanmaktadır. Bu oran doğal aydınlatmayı, pasif ısıtmayı, soğutmayı ve dolayısıyla da doğal havalandırmayı da etkilemektedir. Yüksek ve ensiz bir atriyum, güneş ışınımının alt kotlardaki iç yüzeylere ulaşmasını zorlaştırırken, buna karşıt olarak üst kotlarda ısıl taşınım akımları oluşturarak yoğunlaşmış güneş ışınımının tepe noktalarda kalmasını sağlayarak pasif soğutmaya katkıda bulunmaktadır. Ancak yükseklik fazla miktarda hava tabakalaşmasına neden olacaktır. Bu nedenle her iklim bölgesine yönelik ölçütler göz önüne alınmalıdır (Göçer, 2006).

İklim bölgesi verileri, yapının iklimlendirme enerjisi tüketiminin ağırlığına göre atriyum ihtiyaç tipinin seçimini etkilemektedir (Tablo 3).

Tablo 3. İklim bölgelerine göre atriyum ihtiyaç tipinin belirlenmesi (Saxon, 1986).



Isıtma amaçlı atriyum soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü, genellikle kapalı gökyüzü koşullarının geçerli olduğu bölgelerde uygulanmaktadır. Bu tür atriyumlarda, atriyum iç duvarının ve döşemesinin ısı depolama kapasitesinin yüksek olmasıyla,

güneşlenme saatlerinde ısıнын depolanması, atriyum hava sıcaklığının gün boyu dengeli olmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca çatı yüzeylerinde ısınım yoluyla ısı kayıplarının engellenmesi, ısı korunumu açısından önemlidir. Bu durumda atriyumu yapının ısıtma sisteminin bir parçası olarak düşünmek, enerji sakınımı açısından iyi sonuçlar vermektedir (Göçer, 2006).

Hem ısıtma hem soğutma amaçlı atriyum ılıman iklim bölgelerinde uygulanmaktadır. Bu tip atriyumlarda soğutma enerjisi tüketiminin toplam maliyeti daha fazla etkilediği göz önüne alınarak, daha çok soğutma stratejileri açısından yapının tasarlanması uygun görülmektedir (Göçer, 2006).

Soğutma amaçlı atriyum sıcak iklim bölgelerinde uygulanmaktadır. Yüksek hava sıcaklığı, nem ve direkt güneş ışınlımına karşı alınacak önlemler enerji tüketiminin azaltılması açısından önem kazanmaktadır. Bu tür atriyumlarda alınacak önlemler ısıtma amaçlı atriyumlarda alınan önlemlerin tam tersidir. Güneşin etkisinden olabildiğince korunmak amaçlanmaktadır (Göçer, 2006).

2.1.3.6. Kullanım Amacına Göre Atriyumlar

Atriyumlar; alışveriş merkezlerinde, büro yapılarında, kamu yönetim yapılarında, otel yapılarında, kültür ve eğitim yapılarında (müzeler, kütüphaneler, ilköğretim ve üniversite yapıları), sağlık yapılarında ve çok işlevli yapılarda kullanılmaktadır (Tokabaş, 2005). Farklı işlevlerdeki yapılardaki atriyumlarda gerçekleştirilecek eyleme göre atriyumun belirli bir ortam sıcaklığında olması gerekmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Kullanım amacına uygun olarak atriyumda ihtiyaç duyulan ortam sıcaklığı (Bryn, 1995; IEA, 1995).

Kullanım Amacı	Tanım	Minimum Sıcaklık (°C)
Sirkülasyon	Kullanıcılar atriyumda uzun süreli vakit geçirmezler, ulaşım için kullanırlar.	10-14
Aktif Kullanım	Lobby, Spor salonu, Sergi Alanı	12-18
Dinlenme Mekanı	Uzun süreli kullanımlar içindir. Restoran, Ofis vb.	20
Bitki Yetiştirme	Sera veya bahçe	5

Uzun süreli kullanımlar için tasarlanan atriyumlarda ihtiyaç duyulan sıcaklık, kısa süreli kullanıma göre oldukça fazladır. Bu da istenilen sıcaklıkların sağlanabilmesi için atriyum hacminin ısıtılıp soğutulması anlamına gelmektedir.

Genellikle saydam bir kabuğa sahip bu mekanlarda hem ısıtma, hem de soğutma ihtiyacı için sarf edilen enerji, yapının ana mekanları için sarf edilen enerjiden daha fazla olabilmektedir (Landsberg vd., 1986). Kışın camlama sisteminde görülen ısı kayıpları nedeniyle oluşacak ısıtma enerjisi ihtiyacının yanı sıra, yazın aşırı sıcaklıkların düşürülmesi için harcanacak soğutma enerjisi miktarı, yapının toplam enerji tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir (Göçer, 2006).

2.1.3.7. Atriyumlarda Doğal Havalandırma Stratejileri

Yapı ana mekanlarına komşu yüzeylerden ısı kayıpları ve direkt güneş ışıını nedeniyle sıcak hava kütesine sahip atriyumların, yaz ve kış dönemlerinde uygun bir strateji geliştirilerek havalandırılması, enerji tüketiminin kontrolü ve kullanıcı konfor koşullarının sağlanabilmesi açısından önemlidir (Holford ve Hunt, 2003).

İhtiyaç duyulan havalandırma oranını ve kapasitesini karşılamak için gerekli geometrik düzenlemeler ve açıklık boyutu doğru bir biçimde tasarlandığında, atriyumların doğal havalandırması ısı farklılıklar ve rüzgarla sağlanabilmektedir. Atriyumun havalandırma sisteminin amacı; yaz döneminde mümkün olduğunca düşük iç ortam sıcaklığı elde etmek, kış döneminde ise atriyumun üst seviyelerinde biriken sıcak havayı mekanlara iletmek, en az enerji harcayarak nemi ve hava kirliliğini uzaklaştırmak olmalıdır (Andersen, 1995). Bu iki yöntem ısıtma ve soğutmada enerji sakınımına da yardımcı olmaktadır (Jones ve Luther, 1993; Simmonds, 1994). Böylelikle atriyumda belirli bir sıcaklığa sahip hava kütesinin, istenilen sistem sıcaklığına getirilmesi için harcanan enerji de azaltılabilmektedir.

Atriyumlarda oluşan aşırı sıcaklığın baca etkisiyle beraber dışarıya atılması mümkündür. Soğuk havaya göre yoğunluğu daha az olan sıcak hava yükselir ve atriyumda hava tabakalaşmasına neden olur. Yapı üzerinde farklı kotlardaki açıklıklar vasıtasıyla, hava yoğunlukları arasındaki bu farklar nedeniyle hava hareketleri oluşur. Sıcaklık farkı nedeniyle oluşan hava akımı etkisi (baca etkisi – stack effect) sayesinde atriyumdan doğal havalandırılarak uzaklaştırılmasıyla yazın aşırı ısınma önlenmektedir (Markus ve Morris,

1980). Ayrıca, kullanım mekanlarının dış cephe açıklıkları ve atriyum çatısındaki açıklıklar kullanılarak çapraz havalandırma da sağlanabilmektedir.

Çalışma prensibi ve sistemi olarak güneş odalarına benzese de, fark olarak güneş odalarında güneşin etkin rol almasına rağmen; atriyumlarda güneş faktörünün zorunluluğu olmamasıdır. Buna bağlı olarak da; plan tipolojileri ve yapıdaki konumları farklılaşabilmektedir. Güneş odalarında genelde sera tipi atriyum görülmesine rağmen; atriyumlarda daha geniş bir biçim sergileyerek diğer plan tipolojilerinde ve yapıdaki konumlarıyla görülebilmektedir.

Atriyumların yapı içindeki görevlerini beş ana başlıkta ele almak mümkündür. Bunlar (Moosavi vd., 2014):

- Baca tipi havalandırma,
- Taze hava desteği,
- Isınan havanın atılması,
- Ön ısıtma,
- Taze hava desteği ve kirli havanın atılmasıdır.

Atriyumun enerji etkinliğini belirleyen diğer bir faktör ise hava sızdırmazlıktır. İç ortamla dış ortam arasındaki hava basınç farklılıkları, camlama sistemindeki birleşim noktalarından veya derzlerden hava akışı meydana getirebilmektedir. Yapı çevresinde oluşan mikroklimaya ve yapının bulunduğu yerin iklimsel özelliklerine de bağlı olan hava sızdırmazlığında camın sabit ya da açılabilir olması da etkilidir. Sabit camlama sistemlerinde hava sızdırmazlığını kontrol altına almak daha kolay iken, açılır kanatlarda sızdırmazlık önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Carmody vd., 2004). Dışarıdan alınan havanın soğutulması veya ısıtılması gerektiğinde yapının iklimlendirilmesindeki bu yükleri etkileyeceğinden dolayı bu faktör önemli görev üstlenmektedir.

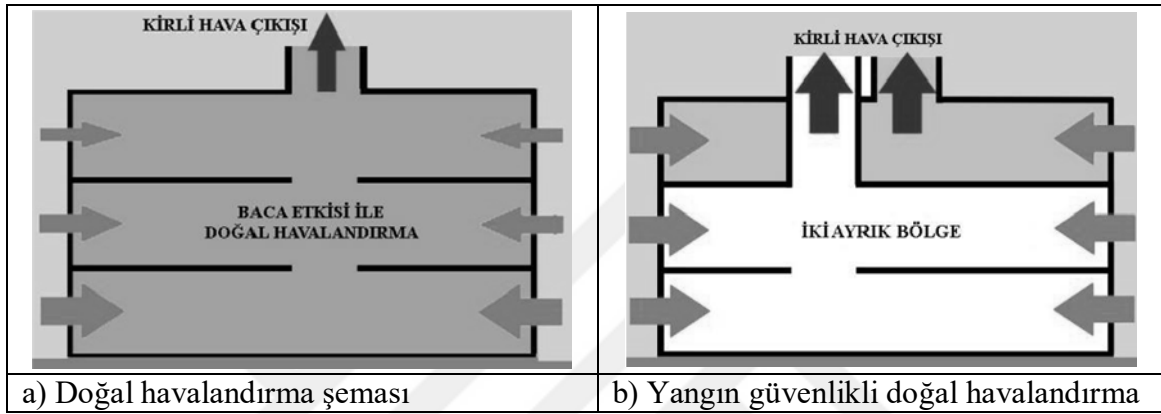
2.1.3.8. Atriyumlarda Yangın ve Gürültü Sorunları

Atriyumlar; sağladıkları birçok yararın yanı sıra, yangında davranışı ve ses kontrolü gibi bir takım problemleri de barındırmaktadır.

Atriyumlar yapı içindeki geniş hacimli boşluklar olduklarından; yangın etkisinin yapı içinde hızlı bir şekilde büyümesine, yangının mekanlar arası atlamasına ve hızla

yayılmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, yapının tasarım aşamasında bu etki gözözetilmelidir.

Yangın anında yapı içinde yangının yayılmasını sınırlandırmak için oluşturulan yangın düzenlemeleri temelde bölgelere ayırma kavramı üzerinden şekillenmektedir (Şekil 39). Bu kavram yapı içinde belirli bölgeleri belirli bir süre yangından koruyarak güvenli bir tahliye ve daha az zarar fikri üzerinden şekillenir (Allard, 1998).



Şekil 39. IVEG binası doğal havalandırma şemasına yönelik yangın güvenlik önlemi (Wouters, 1999; Kılınç, 2015).

Yangının atriyum ve dolayısıyla atriyumdan diğer katlara yayılmasına engel olmak için ayrıca şu yöntemler de kullanılmaktadır (Tokabaş, 2005):

- Yangın durumunda atriyumun etrafına yanmayan perde duvarlar indirilir.
- Atriyumun etrafındaki düşey örtüyü oluşturan cam duvarlar içerisine yerleştirilen ıslatma sistemleri ile yangının yayılması bir saat süre ile geciktirilir.
- Yüksek yapılarda ofis mekanlarında çıkan yangının atriyuma geçmesini önlemek için ofislerin tavanına sprinkler sistem (yağmur yağdırma) yerleştirilir. Bu sistem yangın durumunda otomatik olarak çalışmaya başlamaktadır. Ayrıca duman kontrol sistemleri ile de dumanın çıkışı kontrol altına alınarak dumanın atriyuma ulaşması önlenir.
- Atriyuma bakan cam cephelerde iki cam tabakası arasına yangına karşı yalıtımlı katman yerleştirilerek de yangının atriyum boşluğuna ulaşması önlenir.

Doğal havalandırma sistemleri mekanik sistemlerle karşılaştırıldıklarında daha az gürültü üretirler. Ancak, atriyumlar; yapı içindeki geniş hacimli boşluklar olması nedeniyle, kullanıcı kaynaklı seslerin bu hacimde kontrolünü zorlaştırabilmektedir.

Atriyum içindeki ses sorununa bir çözüm olarak, yapıda ses akışı saptırıcılarına sahip özel açıklıklar geliştirilmelidir. Ancak, ses iletimini azaltan bu elemanlar aynı zamanda hava akımının da azalmasını sonuçlandırdığından dolayı, bu iki ters etkiyi bir arada bulunduracak dikkatli bir dengenin yapılarda kurulması gerekmektedir (Allard, 1998).

2.2. Atriyumlu Yapı Analizleri

Bu tez çalışması ile enerji etkin pasif sistemlerin çeşitlerinden biri olan doğal havalandırma, atriyumlu yapılar üzerinden ele alınarak anlatılmıştır. Atriyumlu yapılarda doğal havalandırmaya etki eden yapısal ve çevresel faktörler, farklı iklim bölgeleri üzerinden analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın yürütülmesinde sırasıyla;

- Yapı örneklerinin seçilmesi ve iklim bölgelerine göre gruplandırılması,
- Yapı analiz tablosunun oluşturulması
- Yapı örneklerinin analiz tabloları,

aşamaları izlenmiştir.

2.2.1. Yapı Örneklerinin Seçilmesi ve İklim Bölgelerine Göre Gruplandırılması

Yapı örneklerinin seçiminde iklim bölgeleri belirleyici etken olmuştur. Köppen (1918), Zorer (1992) ve Oral (2007)'ın kullandığı iklim sınıflandırması esas alınarak yapı örnekleri; soğuk, ılıman, sıcak-nemli ve sıcak-kuru iklim bölgeleri olmak üzere dört iklim bölgesi başlıkları altında gruplandırılmıştır. Çalışmada; atriyumlu, 2000 yılı ve sonrasına ait, farklı işlevler içeren ve öncelikle sürdürülebilirlik sertifikasına sahip yapı örnekleri seçilmiştir.

Çalışma kapsamında tüm iklim türünden aynı sayıda yapı örneklerine ulaşmak hedef alınmasına rağmen, belirtilen şartları sağlayan yapı örnekleri dağılımında; en az sayıda soğuk iklim, en fazla sayıda ise ılıman iklim olmak üzere dört iklim tipinden toplam 16 örnek ele alınmıştır.

Dikkat edilen veriler ışığında iklim bölgeleri ve bu iklim bölgelerine ait yapı örnekleri aşağıda verilmiştir:

- Soğuk İklim
 - 60 Richmond Housing Cooperative, 2010
 - Algonquin Centre for Construction Excellence (ACCE), 2011
- Ilıman İklim
 - European Investment Bank (EIB) Headquarters, 2002
 - Unilever Headquarters, 2005
 - Türkiye Mütcahhitler Birliğı Binası, 2013
 - French National Solar Energy Institute (INES), 2013
 - Plantation Place, 2010
 - The Atrium at 800 Yates, 2010
 - McCann FitzGerald Headquarters, 2003
- Sıcak-Kuru İklim
 - Siemens Headquarters, 2013
 - VIA Corporativo, 2010
 - Telecommunications Regulatory Authority Headquarters, 2007
- Sıcak-Nemli İklim
 - John and Frances Angelos Law Center, 2008
 - Genzyme Center, 2000
 - One Airport Square, 2015
 - Solaris, 2010

Çalışmada yer alan bu yapı örnekleri dünya haritası üzerindeki konumları ve fotoğrafları ile birlikte Şekil 40'da gösterilmiştir.



Şekil 40. İncelenen yapı örneklerinin dünya haritası üzerinde toplu olarak gösterimi

2.2.2. Yapı Analiz Tablosunun Oluşturulması

Analiz tabloları, literatür çalışmasından yararlanılarak, yapıyı ve yapıdaki atriyumlarda doğal havalandırmaya etki eden yapısal ve çevresel parametreleri ile bunların iklim bölgelerine göre benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır.

Analiz tablosunda sırasıyla;

- Yapı Bilgileri,
- Havalandırma Şeması,
- Dış Çevre Özellikleri,
- Yapı Özellikleri,
- Atriyum Özellikleri,
- Açıklama,

başlıkları yer almaktadır.

- “Yapı Bilgileri” başlığında; “Genel Bilgiler, Fotoğraflar, Konum Planı, Kat Planları, Kesitler ve Pasif Enerji Stratejileri” gibi alt başlıklar ile yapının tanıtımı yapılmaktadır.

Genel Bilgiler’de; “Yapı Adı, Konum, Proje Yılı, İşlev, Kat Sayısı, İklim, Sürdürülebilirlik Sertifikası, Mimari Tasarım” bilgileri bulunmaktadır.

Fotoğraflar, Konum Planı, Kat Planları ve Kesitler; mimari projeye ait görselleri ve çizimleri içermektedir.

Pasif Enerji Stratejileri’nde; bu örnek yapılarda doğal havalandırma ile birlikte hangi pasif enerji stratejilerinin ele alındığı gösterilmektedir.

- “Havalandırma Şeması” başlığında; doğal havalandırmanın yapı kesit düzlemi üzerinden okunabileceği şema yer almaktadır.

Havalandırma Sistem Türü ve Stratejileri’nde; örnek yapılarda hangi doğal havalandırma stratejilerinin kullanıldığı ve doğal havalandırmanın yanında mekanik havalandırmanın kullanılıp kullanılmadığı da belirtilmektedir.

- “Dış Çevre Özellikleri” başlığında; yapının doğal ve yapma dış çevre özelliklerine ait bilgiler vaziyet planı ve silüet üzerinden gösterilmektedir. Doğal havalandırma ile ilişkili olan ve etki eden “hakim rüzgar yönü, yapı yönlenmesi, yapı-sokak ilişkisi, yapıya giriş yönü” gibi bilgileri içermektedir.

- “Yapı Özellikleri” başlığında; doğal havalandırmanın yapı üzerindeki etkilerini belirleyen faktörler incelenmiştir. Bu başlık altında; “Yapı Formu, Yapı

Kabuğundaki Doğal Havalandırma Bileşenleri ve Yapı İçindeki Doğal Havalandırma Bileşenleri” alt başlıkları yer almaktadır:

Yapı Formu; plandaki yapı uzunluğunun yapı derinliğine oranı, yapı yüksekliği, üst örtü türü, üst örtünün eğimi, cephelerin eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik özelliklerdir.

Yapı Kabuğundaki Doğal Havalandırma Bileşenleri; yapı kabuğunda (cephe ve çatı) yer alan ve doğal havalandırmaya yardımcı olan yapı bileşenleridir. Bunlar; cephede tek cephe, çift cephe, iklim holleri, kanat duvarlar, gölgelendirme elemanları; çatıda ise çatı kanatları, rüzgar bacası, rüzgar kepçesi, güneş bacası, gölgelendirme elemanları olarak çeşitlendirilmektedir. Cephede yer alan yapı kabuğu boşlukları ile ilgili açılış yönleri ve boyutları gibi özelliklere, örnek yapılarda yeterli bilgiye ulaşılabilmesinden dolayı incelenememiştir. Bundan dolayı yapılar, tek cephe ya da çift cephe şeklinde ele alınmıştır.

Yapı İçindeki Doğal Havalandırma Bileşenleri; yapının içinde yer alan ve doğal havalandırmaya yardımcı olan yapı bileşenleridir. Bunlar; güneş odaları, bölücü duvarlar, bölücü tavanlar, topraktan havalandırmayı sağlayan kanallar, servis çekirdekleri, gök bahçeler ve dikey bahçeler ile atriyum olarak çeşitlendirilmektedir.

- “Atriyum Özellikleri” başlığında; yapıda yer alan atriyum, hem plan hem de kesit düzleminde ele alınarak doğal havalandırma şeması gösterilmekte ve “Form (atriyum formu, atriyum çatı formu), Tip-Konum (atriyumun yapıdaki konumu, atriyumun yatay ve düşey tipi, atriyumun çatı ve eğim tipi, atriyum-yapı çatısı yükseklik ilişkisi), Malzeme (atriyum yan yüzey malzemesi, atriyum tavan malzemesi), Hava Akış Yönü” ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Atriyum Formu; atriyumun biçimini,

Atriyum Çatı Formu; atriyum çatı biçimini,

Atriyumun Yapıdaki Konumu; atriyumun yapının neresinde yer aldığını,

Atriyum Tipi (Yatay / Düşey); atriyumun sayısı, sürekli olup olmaması gibi plan ve kesit düzlemindeki özelliklerini,

Atriyum Çatı ve Eğim Tipi; atriyum çatısının kapalı veya açık olması ve eğiminin nasıl olduğu ile ilgili özelliklerini,

Atriyum-Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi; atriyum çatısı ile yapı çatısı arasındaki düşeydeki kot seviyesi ilişkisini,

Atriyum Yan Yüzey Malzemesi; atriyumu yatay düzlemde sınırlandıran duvar yüzeylerinin malzemesini,

Atriyum Tavan Malzemesi; atriyumu düşey düzlemde sınırlandıran tavan yüzeyinin malzemesini,

Hava Akış Yönü; atriyum çatısından havanın hangi yönde dışarıya atıldığını göstermektedir.

- “Açıklama” başlığında; yapıdaki doğal havalandırma çalışma sistemi ve atriyumun doğal havalandırma sistem özellikleri sözel olarak anlatılmıştır.

Yapı örneklerini incelediğimiz bu tablo başlık ve içerikler model olarak Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Yapı örneklerinin incelendiği tablo modeli

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI		GENEL BİLGİLER		
			Yapı Adı: Konum: Proje Yılı: İşlev: Kat Sayısı: İklim: Sürdürülebilirlik Sertifikası: Mimari Tasarım:		
	FOTOĞRAFLAR		KAT PLANLARI		
			KESİTLER		
	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ				
	Isıtma			Havalandırma	
	Soğutma			Aydınlatma	

Tablo 5'in devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ				
	Doğal Havalandırma				
	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma				
	• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma				
	• Baca Etkisi ile Havalandırma				
	• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma				
	• Gece Havalandırması				
	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma				
	Kesit	Mekanik Havalandırma			
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı		Siluet		
	—	Hakim Rüzgar Yönü			
	—	Yapı Yönlenmesi			
	—	Yapı – Sokak İlişkisi			
	—	Yapıya Giriş Yönü			
	YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU			
YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ			
CEPHE		Tek Cephe		Güneş Odaları	
		Çift Cephe		Bölücü Duvarlar	
		İklim Holleri		Bölücü Tavanlar	
		Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
		Gölgelendirme Elemanları			
ÇATI		Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri	
		Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	
		Rüzgar Kepçesi		Atriyum	
		Güneş Bacası			
		Gölgelendirme Elemanları			

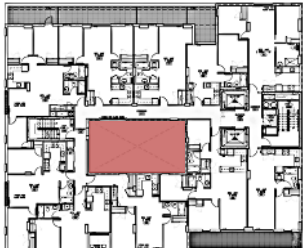
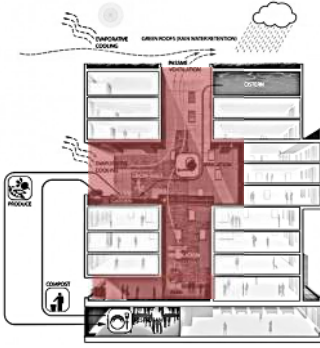
Tablo 5'in devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ				
			Plan	Kesit
	FORM	Atriyum Formu		
		Atriyum Çatı Formu		
	TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu		
		Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)		
		Atriyum Çatı ve Eğim Tipi		
		Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi		
	MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi		
		Atriyum Tavan Malzemesi		
AÇIKLAMA	Hava Akış Yönü (Çatı)			

2.2.3. Yapı Örneklerinin Analiz Tabloları

Çalışma kapsamında ele alınan 16 yapıdaki atriyumların doğal havalandırma analizleri, oluşturulan analiz tablosu ile yapılmış ve Tablo 6 ile Tablo 21 arasında verilmiştir.

Tablo 6. “60 Richmond Housing Cooperative” örneği

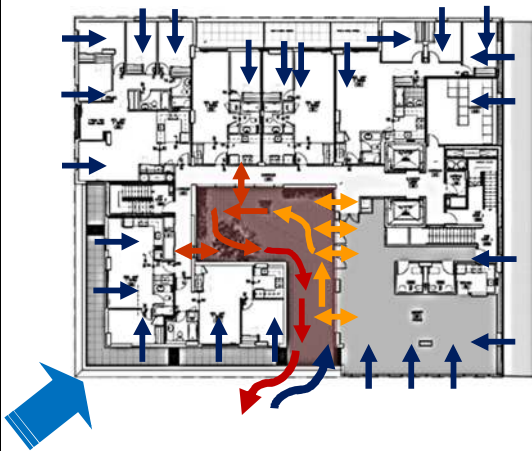
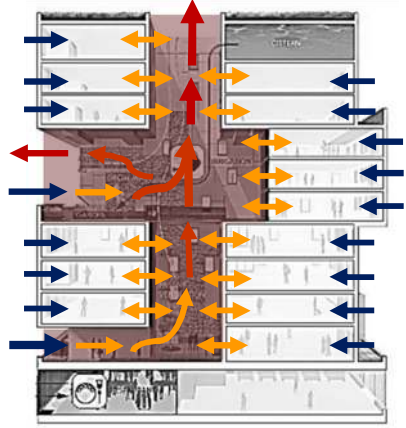
KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: 60 Richmond Housing Cooperative Konum: Toronto, Kanada Proje Yılı: 2010 İşlev: Konut Kat Sayısı: Zemin Kat + 10 Normal Kat İklim: Soğuk İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Gold Mimari Tasarım: Teeple Architects		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
	 Zemin Kat Planı  2.Kat Planı		
	 6. ve 8. Kat Planı  9. ve 10. Kat Planı		
	KESİTLER		
	 Kesit		
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma	●	Havalandırma	●
Soğutma		Aydınlatma	●

YAPI BİLGİLERİ

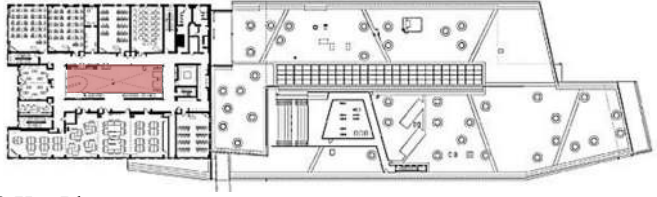
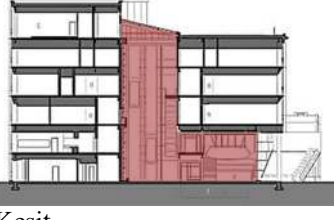
Tablo 6'nın devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI

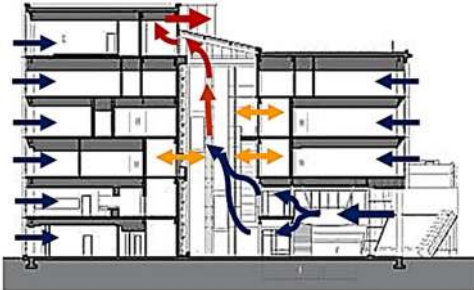
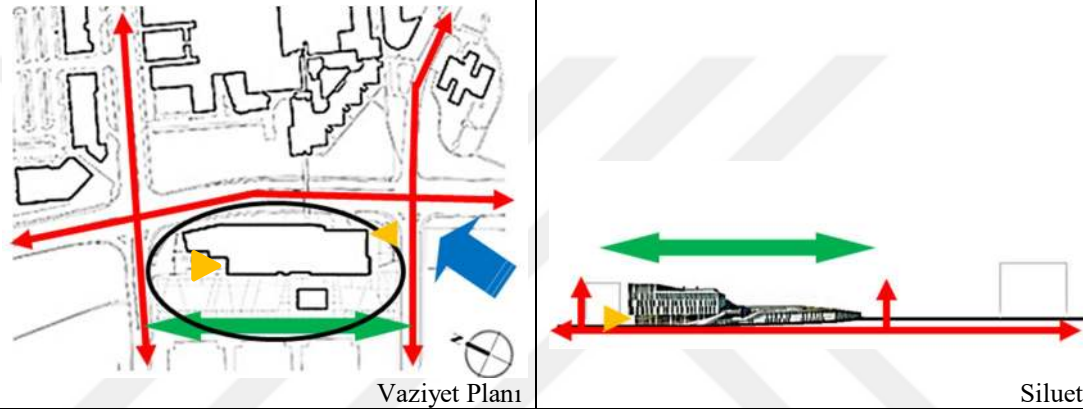
Tablo 6'nın devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ			Plan
			Kesit
	FORM	Atriyum Formu	Dikdörtgen
		Atriyum Çatı Formu	–
	TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
		Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Kademeli
		Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Açık / –
		Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğiyle aynı kotta
	MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Masif duvar ve küçük boyutta pencereler
		Atriyum Tavan Malzemesi	–
	Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst
AÇIKLAMA	Yapının tüm alanlarında doğal havalandırmaya imkan tanınmaktadır. Yapı cephesinde hakim rüzgar doğrultusunda kapalı yüzeylerin olması ve atriyumun iç avlu olarak tasarlanması; atriyumu soğuk rüzgardan koruyarak insanların ısıl konforunu sağlamaktadır. Cephede 5., 6. ve 7. katlarda, atriyumun güney cephe sınırına kadar genişlediği kısımdan temiz hava girişi sağlanılmaktadır. Bu durum, atriyuma bakan cephelerden temiz havanın daha kontrollü bir şekilde yapı içine alınmasını sağlamaktadır. Cephede sınırlı sayıda ve büyüklükteki (40x60 cm) pencereler; etkin doğal havalandırma ile birlikte özellikle soğuk iklim için gerekli olan ısı enerjisi korunumunu da sağlamaktadır (URL-16, 2016). Ayrıca yapıda bulunan yeşil çatılar ve dikey bahçeler; hem havanın temizlenmesi hem de şehirdeki ısı adası etkisinin azaltılmasında etkili olmaktadır (URL-17, 2016).		

Tablo 7. “Algonquin Centre for Construction Excellence (ACCE)” örneği

KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: Algonquin Centre for Construction Excellence (ACCE) Konum: Ottawa, Kanada Proje Yılı: 2011 İşlev: Eğitim + Ticari Kat Sayısı: Zemin Kat + 5 Normal Kat İklim: Soğuk İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Platinum Mimari Tasarım: Diamond Schmitt Architects & Edward J. Cuhaci and Associates Architects Inc.		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
			
	Zemin Kat Planı		
			
	3.Kat Planı		
			
	4.Kat Planı	5.Kat Planı	
KESİTLER			
			
Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma	●	Havalandırma	●
Soğutma		Aydınlatma	●

Tablo 7'nin devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI		HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ		
 Kesit		Doğal Havalandırma	●	
		• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●	
		• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●	
		• Baca Etkisi ile Havalandırma	●	
		• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma		
		• Gece Havalandırması		
		• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma		
		Mekanik Havalandırma	●	
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ		 Vaziyet Planı Siluet		
—	Hakim Rüzgar Yönü			Güney
—	Yapı Yönlenmesi			Kuzeybatı – Güneydoğu doğrultusu
—	Yapı – Sokak İlişkisi			Sokağa paralel ve Hemzemin
—	Yapıya Giriş Yönü			Güneydoğu, Kuzeybatı
YAPI FORMU				
		Dikdörtgen form planlı ve yükseldikçe 3 kademede daralan prizma		
YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		
CEPHE	Tek Cephe	●	Güneş Odaları	
	Çift Cephe		Bölücü Duvarlar	
	İklim Holleri		Bölücü Tavanlar	
	Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
	Gölgelendirme Elemanları	●		
ÇATI	Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri	
	Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	●
	Rüzgar Kepçesi		Atriyum	●
	Güneş Bacası			
	Gölgelendirme Elemanları			

Tablo 7'nin devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

AÇIKLAMA

Plan

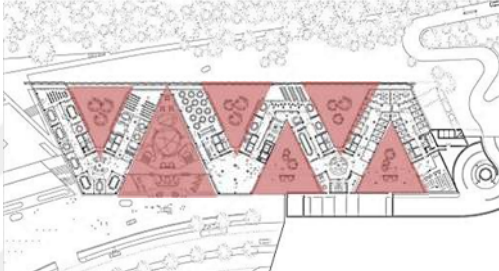
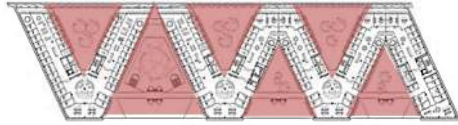
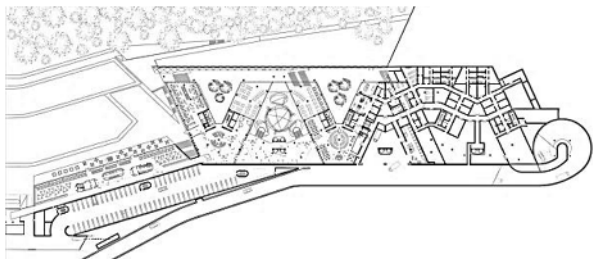
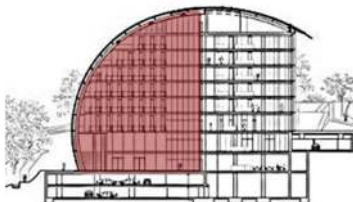
Kesit

FORM	Atriyum Formu	Dikdörtgen
	Atriyum Çatı Formu	Dikdörtgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Tek yöne
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğiyle aynı kotta
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Masif duvar ve küçük boyutta pencereler
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
	Hava Akış Yönü (Çatı)	Üst yan

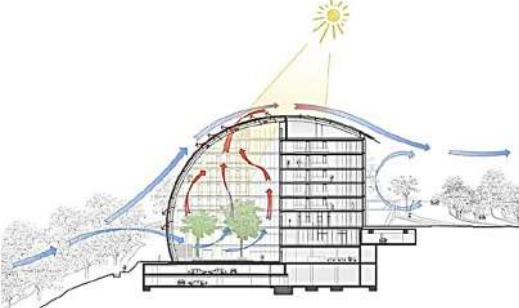
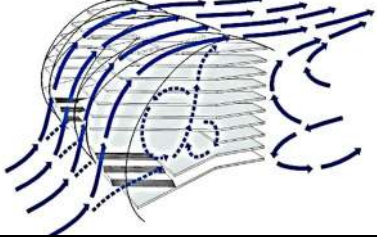
Yapıdaki merkezi atriyumun yan yüzeyinin kapalı masif yüzeylerden oluşması ve yer yer pencere boşluklarının bırakılması ile hem etkili doğal havalandırma sağlanmak istenmiş hem de ısıtma açısından oluşacak olumsuzluklar engellenmeye çalışılmıştır (URL-18, 2016). Doğal havalandırmanın etkili bir şekilde sağlandığı bu yapı örneğinde; beş katlı 22 m yüksekliğindeki “biowall”, atriyumun odak noktasını oluşturmaktadır. Bu duvarda yer alan tropik bitkiler, hem nem kontrolünü sağlamakta hem de havayı filtre ederek havanın temizlenmesini sağlamaktadır (URL-19, 2016). Biyofiltre görevindeki duvar; mevcut havanın yapı içinde geri dönüşümünden ziyade dış mekandan alınan havanın içindeki kirleticilerin doğal işlenip havanın temizlenmesiyle, mevsime bağlı olarak ısıtılıp ya da soğutulmasıyla doğal havalandırmaya yardımcı olmaktadır (URL-20, 2016).

Yapı cephelerinde yer alan pencerelerin alt seviyelerine yakın kottan, küçük boyutta, yatay bant şeklindeki pencere kanatları sayesinde; dış mekandan iç mekanlara kontrollü bir şekilde temiz hava girişi sağlanmaktadır.

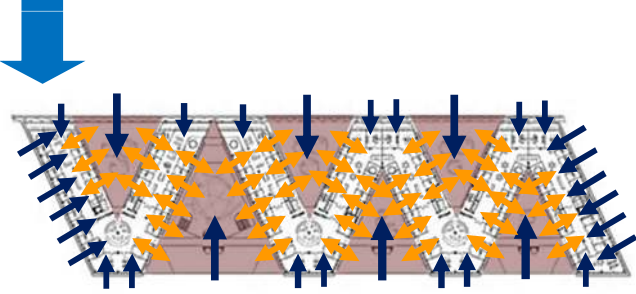
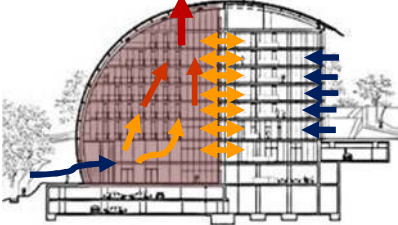
Tablo 8. “European Investment Bank (EIB) Headquarters” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: European Investment Bank (EIB) Headquarters Konum: Luxembourg, Luxembourg Proje Yılı: 2002 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 4 Bodrum Kat + Zemin Kat + 5 Normal Kat İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: BREEAM Mimari Tasarım: Christoph Ingenhoven		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
				
		Zemin Kat Planı		
				
		Normal Kat Planı		
				
		1. Bodrum Kat Planı		
		KESİTLER		
				
Kesit				
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ				
Isıtma		●	Havalandırma	●
Soğutma		●	Aydınlatma	●

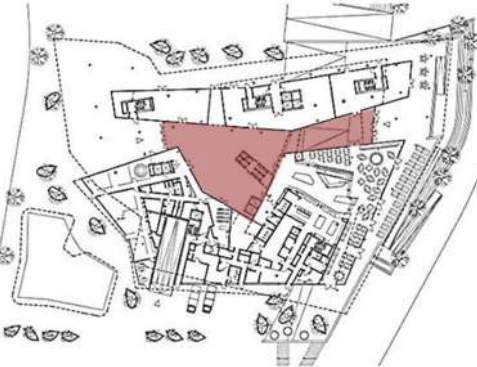
Tablo 8'in devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Doğal Havalandırma	
 Kesit	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●
	• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●
	• Baca Etkisi ile Havalandırma	●
	• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
	• Gece Havalandırması	●
	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Mekanik Havalandırma	●
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı	
	Siluet	
	— Hakim Rüzgar Yönü	Kuzeybatı
	— Yapı Yönlenmesi	Kuzeydoğu – Güneybatı doğrultusu
	— Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel ve Hemzemin
	— Yapıya Giriş Yönü	Güneydoğu
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU	
	 Paralelkenar planlı ve çeyrek daire kesitli prizma	
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	CEPHE	
	Tek Cephe	●
	Çift Cephe	
	İklim Holleri	
	Kanat Duvarlar	
	Gölgelendirme Elemanları	●
	ÇATI	
	Çatı Kanatları	
	Rüzgar Bacası	
	Rüzgar Kepçesi	
	Güneş Bacası	
	Gölgelendirme Elemanları	
	YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	Güneş Odaları	
	Bölücü Duvarlar	
	Bölücü Tavanlar	
	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
	Servis Çekirdekleri	
	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	●
	Atriyum	●

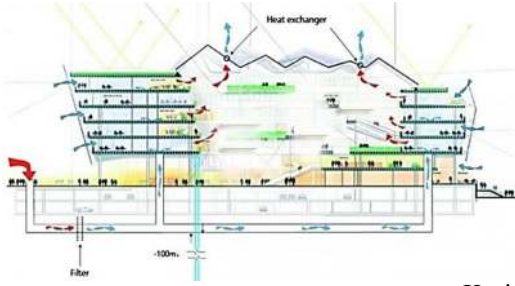
Tablo 8'in devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ			
	Plan		Kesit
	FORM	Atriyum Formu	Üçgen
		Atriyum Çatı Formu	Yarım tonoz
	TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Üç tarafı çevrili
		Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Çoklu / Sürekli
		Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Tek yöne eğimli
		Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliği ile aynı kotta
	MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Korkuluk ve gerisinde saydam cam
		Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
AÇIKLAMA	Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst
	170 metre uzunluğunda 50 metre genişliğindeki yapıdaki zikzak planlama ve saydam cam kabuk arasında oluşan atriyumların, gerek havalandırma gerekse aydınlatma açısından yapıdaki en önemli yapı elemanı olduğu söylenebilir. V-form planlı atriyumlar, vadi ve bulvar tarafında olmak üzere iki yönlü ayrı ayrı konumlandırılmıştır. Vadi tarafında (kuzeybatı) düzenlenmiş kış bahçeleri, ısıtılmayan ve iklim tamponlar gibi hareket ederler. Buna karşılık bulvar tarafındaki (güneydoğu) avlular, sirkülasyon alanları gibi hizmet eder; dolayısıyla sıcaklıkların rahat bir seviyede tutulması gerekir. Her iki yönde konumlandırılan atriyumlarda, yapıya temiz doğal hava çekmek için ve özellikle yaz aylarında ısı kazancını azaltmak amacıyla havalandırmak için cephe kabuğu üzerinde açılıp kapanabilen pencereler tasarlanmıştır (URL-21, 2016). Tasarımdaki ana fikir, iç cepheler ile yapının dış kabuğunun ayrılmasıdır. Ekolojik konsept açısından, bu fikir iki önemli avantaj sunmaktadır. Birincisi, doğal havalandırma sağlamak için ofis pencerelerinin kışın bile atriyuma açılabilmesi; ikincisi ise cephelerde ahşabın kullanılması ve geniş büyüklükte pencerelerin tasarlanabilmesidir (URL-22, 2016).		

Tablo 9. “Unilever Headquarters” örneği

KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: Unilever Headquarters Konum: Hamburg, Almanya Proje Yılı: 2005 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 2 Bodrum Kat + Zemin Kat + 5 Normal Kat İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: EcoLabel Gold Mimari Tasarım: Behnisch Architekten		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
    	 Zemin Kat Planı  3. Kat Planı		
KESİTLER			
 Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma	●	Havalandırma	●
Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 9'un devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Doğal Havalandırma	
	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	
	• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	
	• Baca Etkisi ile Havalandırma	
	• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
	• Gece Havalandırması	
	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Mekanik Havalandırma	
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı	
	Siluet	
	Hakim Rüzgar Yönü	Güneybatı
	Yapı Yönlenmesi	Kuzeydoğu – Güneybatı doğrultusu
	Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel ve Hemzemin
	Yapıya Giriş Yönü	Kuzey, Güney, Doğu
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU	
		
	Çokgen form planlı prizma (cephe yüzeyleri eğimli olarak kırıklı)	
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	CEPHE	
	Tek Cephe	Güneş Odaları
	Çift Cephe	Bölücü Duvarlar
	İklim Holleri	Bölücü Tavanlar
	Kanat Duvarlar	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar
	Gölgeleme Elemanları	
	ÇATI	
	Çatı Kanatları	Servis Çekirdekleri
	Rüzgar Bacası	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler
	Rüzgar Kepçesi	Atriyum
	Güneş Bacası	
	Gölgeleme Elemanları	

Tablo 9'un devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

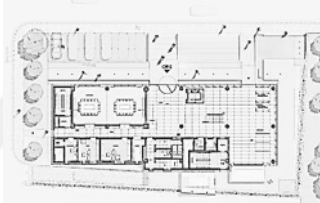
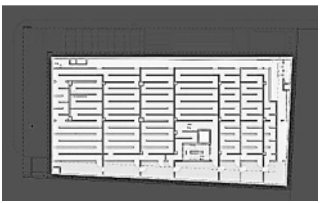
FORM	Atriyum Formu	Çokgen
	Atriyum Çatı Formu	Katlanmış prizmatik plak
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Kademeli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Katlanmış iki yöne kırıklı
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Masif korkuluk ve saydam cam / Korkuluk
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam ve metal kaplama
	Hava Akış Yönü (Çatı)	Üst

AÇIKLAMA

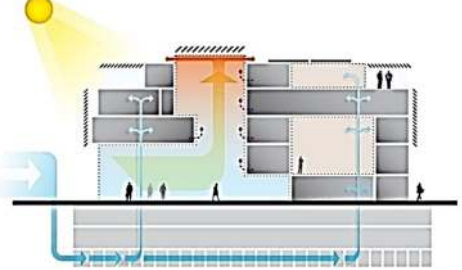
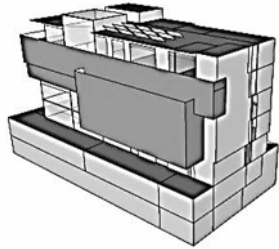
Yapı, hibrid havalandırma stratejisi ile sadece doğal olarak havalandırılmaktadır. Baca etkisi ile yükselen havanın, çatının üst kısmından uzaklaştırılmasıyla merkezi atriyumun havalandırılması sağlanmaktadır.

Yapının deniz kıyısında yer alması ve bu nedenden dolayı oluşacak olumsuz hava koşullarından korunması için, yapı cephesi tamamen şeffaf tek tabakalı bir plastik kaplama (ETFE) ile kaplanmıştır. Bu ikincil cephe, sert hava koşullarında bir yelkenli gibi hava ile şişmekte ve kabuklar arasındaki boşluğun havalandırılmasını sağlamaktadır. Böylece açık pencereler aracılığıyla yapı içinde temiz hava cereyanı oluşmaktadır (URL-23, 2016). Çift cephenin yanında aynı zamanda topraktan havalandırmayı sağlayan kanalların da atriyuma yardımcı diğer bir yapı elemanı olarak görev yaptığını söyleyebiliriz. Dış mekandan alınan taze hava, sıcaklık kontrolü ve temizlenmesi için filtre edilmesini sağlayan bir takım işlemlerden (hibrid) geçerek kontrollü olarak döşemelerden ofis mekanlarına iletilmektedir.

Tablo 10. “Türkiye Mühendisler Birliği Binası” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: Türkiye Mühendisler Birliği Binası Konum: Ankara, Türkiye Proje Yılı: 2013 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 3 Bodrum Kat + Zemin Kat + 4 Normal Kat İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Platin Mimari Tasarım: AVCI Architects		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
		 		
		 		
		 		
		KESİTLER		
		  		
	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
	Isıtma	●	Havalandırma	●
	Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 10'un devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Doğal Havalandırma	
	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	
	• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	
	• Baca Etkisi ile Havalandırma	
	• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
	• Gece Havalandırması	
	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Mekanik Havalandırma	
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı	
	Siluet	
	Hakim Rüzgar Yönü	Kuzeydoğu
	Yapı Yönlenmesi	Kuzeybatı – Güneydoğu doğrultusu
	Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel ve Hemzemin
	Yapıya Giriş Yönü	Kuzeydoğu, Kuzeybatı
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU	
		
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	CEPHE	
	Tek Cephe	
	Çift Cephe	
	İklim Holleri	
	Kanat Duvarlar	
	Gölgelendirme Elemanları	
	ÇATI	
	Çatı Kanatları	
	Rüzgar Bacası	
	Rüzgar Kepçesi	
	Güneş Bacası	
	Gölgelendirme Elemanları	

Tablo 10'un devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

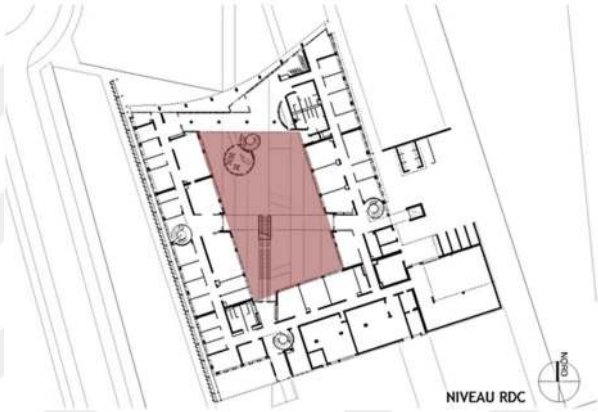
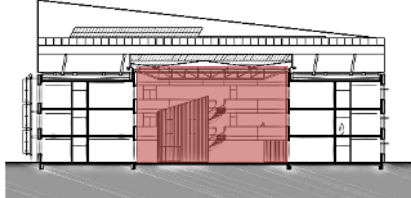
FORM	Atriyum Formu	Dikdörtgen
	Atriyum Çatı Formu	Dikdörtgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Üç tarafı çevrili
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Tek yöne az eğimli
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam korkuluk
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst yan

Merkezi atriyum, ısınan havanın yükselmesi prensibiyle baca etkisi yaratmakta ve cam çatıda yer alan otomatik kontrollü damperler ile birlikte doğal havalandırmayı sağlamaktadır. Atriyumdan yükselen bu sıcak hava yazın çatıdan dışarı atılmakta, kışın ise pasif ısıtmada kullanılmaktadır (URL-24, 2016).

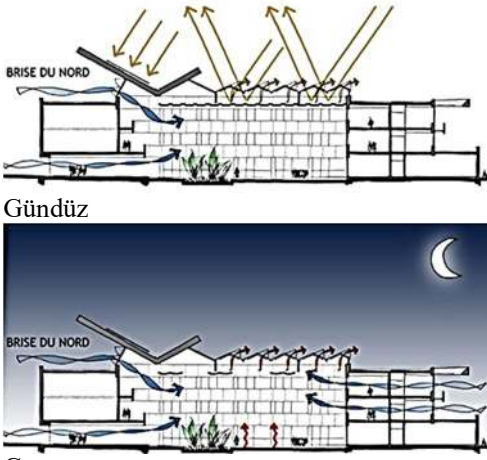
3. Bodrum katta yer alan yeraltı betonarme labirent sistemi ile termal kütle kullanılarak sistemin enerji talebinin azaltılması sağlanmaktadır. Geceleyin dışarıdan alınan soğuk hava, hızlı soğutma elde etmek için bütün labirent boyunca geçirilir. Ertesi gün için depolanır ve doğal olarak mekanlara dağıtılır (URL-25, 2016). Bodrum kattaki taze hava girişlerinden alınan hava, klima santrallerine bu labirent içerisinden geçirilip şartlandırıldıktan sonra iletilmektedir. Bu durum, mekanik sistemde daha az enerji harcamayı sağlamaktadır. Şartlandırılmış hava, her kata dikey shaftlarla beraber iletilerek aktif soğuk kireşler yardımıyla mekanlara iletilmektedir (URL-24, 2016). Buradaki labirent sistem, topraktan havalandırmanın daha gelişmiş, ancak daha çok soğutma ve ısıtma amaçlı bir sistem olarak düşünülebilir. Aktif soğuk kireşler ise, yapıdaki mekanik iklimlendirme sistemlerindendir. Ayrıca, 1. ve 2. Bodrum katlarında yer alan otopark katlarından da doğal havalandırma girişi sağlanmaktadır.

AÇIKLAMA

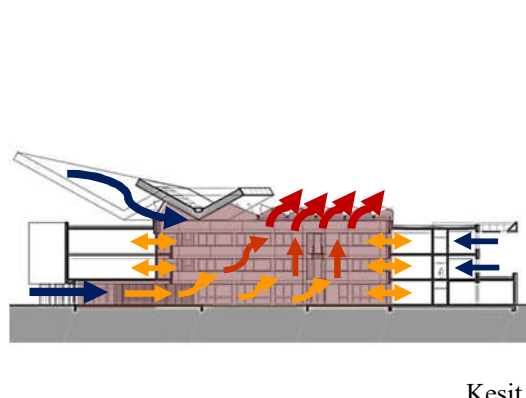
Tablo 11. “French National Solar Energy Institute (INES)” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: French National Solar Energy Institute (INES) Konum: 73370 Le Bourget-du-Lac, Fransa Proje Yılı: 2013 İşlev: Ofis Kat Sayısı: Zemin Kat + 2 Normal Kat İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: – Mimari Tasarım: Atelier Michel Rémon, Agence Frédéric Nicolas		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
	  	 Zemin Kat Planı		
	  	KESİTLER  Kesit 1  Kesit 2		
	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
	Isıtma	●	Havalandırma	●
	Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 11'in devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI			HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ			
	Kesit		Doğal Havalandırma			
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma			
			• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma			
			• Baca Etkisi ile Havalandırma			
			• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma			
			• Gece Havalandırması			
			• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma			
			Mekanik Havalandırma			
			Siluet			
			Hakim Rüzgar Yönü		Kuzeydoğu	
			Yapı Yönlenmesi		Kuzeybatı – Güneydoğu doğrultusu	
Yapı – Sokak İlişkisi		Sokağa paralel ve Hemzemin				
Yapıya Giriş Yönü		Kuzeybatı				
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU					
			L-form planlı prizma			
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ			
	CEPHE	Tek Cephe	●	Güneş Odaları		
		Çift Cephe	●	Bölücü Duvarlar		
		İklim Holleri		Bölücü Tavanlar		
		Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar		
		Gölgelendirme Elemanları	●			
	ÇATI	Çatı Kanatları	●	Servis Çekirdekleri		
		Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	●	
		Rüzgar Kepçesi		Atriyum	●	
		Güneş Bacası				
		Gölgelendirme Elemanları	●			

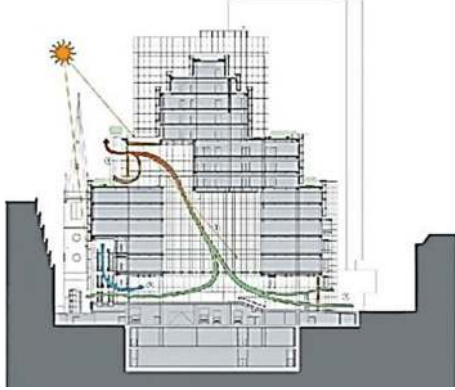
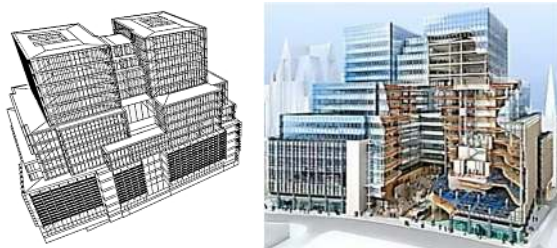
Tablo 11'in devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ			
	FORM	Atriyum Formu	Dörtgen
		Atriyum Çatı Formu	Katlanmış prizmatik plak
	TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
		Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
		Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Katlanmış iki yöne kırıklı
		Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
	MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Masif duvar ile orta ve büyük boyutta pencereler
		Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
	Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst ve Üst yan
AÇIKLAMA	Merkezi atriyumun oluşturulması, hem ısı kaybını azaltmakta hem de doğal havalandırmayı teşvik etmektedir (URL-26, 2016). Diğer cephelerine kıyasla daha kapalı olan kuzeybatı cephesinden hem zemin seviyesindeki girişten hem de çatı kanadının büyük olduğu 30° eğimli kanat tarafından atriyuma temiz hava girişi sağlanmaktadır. Çatı kanadından 10° az farkla olan atriyumun katlanmış prizmatik plak çatısı, çatı kanadı gibi; güneş ve rüzgardan maksimum yarar elde etmeye yönelik bir konumda tasarlanmıştır (URL-27, 2016). Yapının konumu ve arazi verileri; güneş ve rüzgardan yararlanma yönünden elverişlidir (URL-28, 2016). Ancak, yapı içinde bulunan laboratuvarlardaki bir takım çalışmalarda gerekli olması nedeniyle doğal havalandırma yanında mekanik havalandırma da kullanılmıştır (URL-27, 2016).		

Tablo 12. “Plantation Place” örneği

KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: Plantation Place Konum: Londra, İngiltere Proje Yılı: 2010 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 3 Bodrum Kat + Zemin Kat + 14 Normal Kat (Büyük Blok) İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Platinum, LEED Gold, BREEAM Mimari Tasarım: Arup Associates		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
  	 Zemin Kat Planı (Büyük-Küçük Blok)		
KESİTLER			
 Kesit (Büyük Blok)			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma	●	Havalandırma	●
Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 12'nin devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI			HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ		
	Kesit		Doğal Havalandırma	●	
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma		●
			• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma		●
			• Baca Etkisi ile Havalandırma		●
	Vaziyet Planı		• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma		
			• Gece Havalandırması		
			• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma		
	Siluet		Mekanik Havalandırma	●	
	— Hakim Rüzgar Yönü		Güneybatı		
	— Yapı Yönlenmesi		Doğu – Batı – Güney doğrultusu		
— Yapı – Sokak İlişkisi		Sokağa paralel / dik ve Hemzemin			
— Yapıya Giriş Yönü		Kuzey, Güney			
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU				
			Bir kenarı içbükey dikdörtgen form planlı ve yükseldikçe kademeli olarak daralan prizma (Büyük Blok)		
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		
	CEPHE	Tek Cephe		Güneş Odaları	
		Çift Cephe	●	Bölücü Duvarlar	
		İklim Holleri		Bölücü Tavanlar	
		Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
	ÇATI	Gölgelendirme Elemanları	●		
		Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri	
		Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	●
		Rüzgar Kepçesi		Atriyum	●
Güneş Bacası					
Gölgelendirme Elemanları					

Tablo 12'nin devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

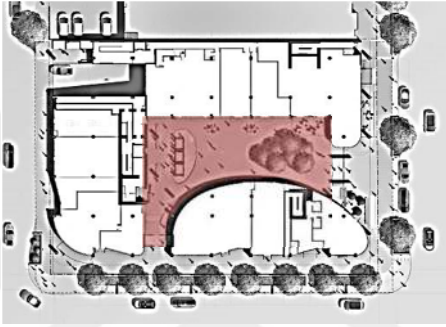
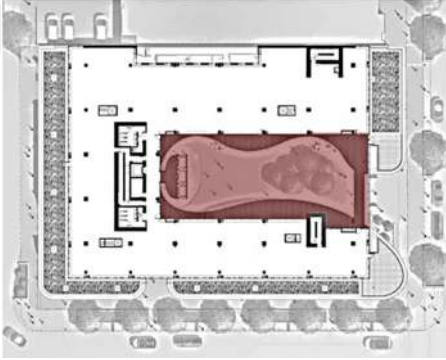
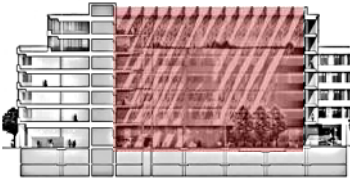
FORM	Atriyum Formu	Dikdörtgen
	Atriyum Çatı Formu	Dikdörtgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Kademeli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Düz
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst ve alt kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst yan

68 m yüksekliğindeki Plantation, iki bloktan oluşmaktadır. Plantation Place, diğerinden daha büyük ve Fenchurch Caddesi boyunca 15 kat ve 3 bodrum seviyesinden oluşmaktadır. İkinci blok olan Plantation Place South, 10 kat yüksekliğindedir. Bu örnek içeriğinde, atriyum içermesi yönünden büyük blok olan 'Plantation Place' yapısı incelenmiştir.

Yapının alt seviyeleri dar şehir sokaklarında içinde derin plan ofis alanı sağlamaktadır. Burada doğal havalandırma uygun olmamakla birlikte zorlaşmaktadır (URL-29, 2016). Bu nedenle; yapının derin plan şemasını daraltarak doğal havalandırmanın daha etkin sağlamak amacıyla, merkezi atriyumun seçildiği düşünülmektedir. Yapıdaki atriyumun doğal havalandırma çalışma prensibi, biyomimetrik anlayışa göre havanın hareketi yönünden insan akciğerlerine benzetilmektedir. Havayı besleyen merkezi atriyum ve havanın dışarıya çekilmesini sağlayan gök bahçe doğal havalandırma çalışma sistemini oluşturmaktadır (URL-30, 2016).

AÇIKLAMA

Tablo 13. “The Atrium at 800 Yates” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI		GENEL BİLGİLER	
			Yapı Adı: The Atrium at 800 Yates Konum: Victoria, BC, Kanada Proje Yılı: 2010 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 2 Bodrum Kat + Zemin Kat + 6 Normal Kat İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Gold Mimari Tasarım: D'Ambrosio Architecture & Urbanism	
	FOTOĞRAFLAR		KAT PLANLARI	
				
				
				
				
	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ		KESİTLER	
	Isıtma			Havalandırma
	Soğutma			Aydınlatma

Tablo 13'ün devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Doğal Havalandırma	
 Kesit	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●
	• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●
	• Baca Etkisi ile Havalandırma	●
	• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
	• Gece Havalandırması	
	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Mekanik Havalandırma	●
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı	
	Siluet	
	Hakim Rüzgar Yönü	Batı
	Yapı Yönlenmesi	Kuzeydoğu – Güneybatı doğrultusu
	Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel ve Hemzemin
	Yapıya Giriş Yönü	Güneybatı, Kuzeybatı
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU	
		
	Dikdörtgen form planlı prizma (kütlesel parçalı)	
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	CEPHE	YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ
	Tek Cephe	Güneş Odaları
	Çift Cephe	Bölücü Duvarlar
	İklim Holleri	Bölücü Tavanlar
	Kanat Duvarlar	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar
	Gölgeleme Elemanları	
	ÇATI	
	Çatı Kanatları	Servis Çekirdekleri
	Rüzgar Bacası	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler
	Rüzgar Kepçesi	Atriyum
	Güneş Bacası	
	Gölgeleme Elemanları	

Tablo 13'ün devamı

ATRİYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

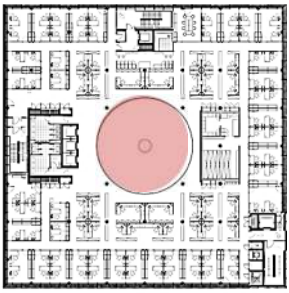
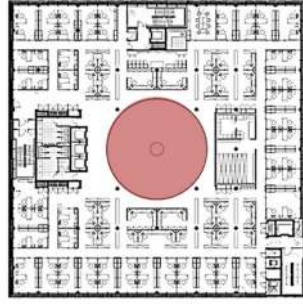
Kesit

FORM	Atriyum Formu	Dikdörtgen
	Atriyum Çatı Formu	Dikdörtgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Üç tarafı çevrili
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / İki yöne
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Masif korkuluk ve saydam cam / Saydam cam / Masif korkuluk
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst

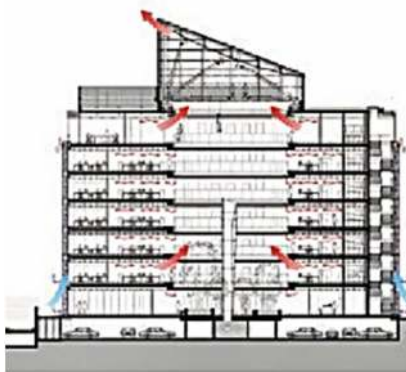
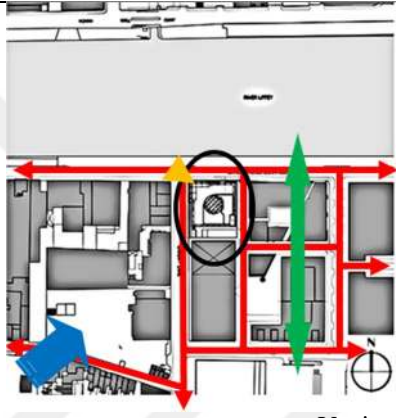
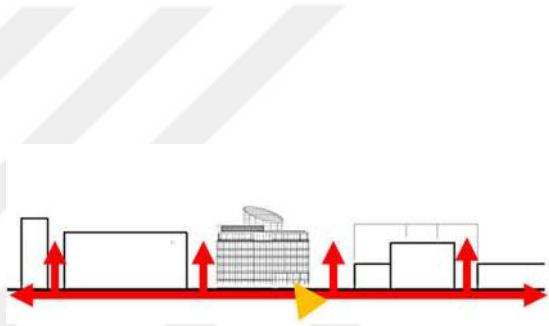
Yapıda, hava girişi her ne kadar ağırlıklı olarak mekanik sistem ile sağlansa da, hava çıkışı atriyumdan baca etkisiyle beraber sağlanmaktadır. Ofis odalarının içine klimadan gelen hava zemine yakın teslim edilir, böylece hava daha az soğutma enerjisi gerektirir. Oda içinde ısınarak yükselen hava, bölücü tavanlar yardımıyla atriyum hacmine yönlendirilir (URL-31, 2016). Atriyumda baca etkisi ile ısınarak yükselen hava, atriyum çatısının üst kısmından dışarıya atılarak doğal havalandırma sağlanır.

AÇIKLAMA

Tablo 14. “McCann FitzGerald Headquarters” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: McCann FitzGerald Headquarters Konum: Dublin, İrlanda Proje Yılı: 2003 İşlev: Ofis Kat Sayısı: Bodrum Kat + Zemin Kat + 6 Normal Kat İklim: Ilıman İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: – Mimari Tasarım: Scott Tallon Walker, David Cahill		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
				
		Zemin Kat Planı		
				
		Normal Kat Planı		
				
		6.Kat Planı		
	KESİTLER			
				
	Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ				
Isıtma	●	Havalandırma	●	
Soğutma	●	Aydınlatma	●	

Tablo 14'ün devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI		HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ			
	Kesit	Doğal Havalandırma	●		
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ		Vaziyet Planı	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●	
			• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●	
			• Baca Etkisi ile Havalandırma	●	
			• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma		
			• Gece Havalandırması	●	
		Siluet	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma		
			Mekanik Havalandırma	●	
			■ Hakim Rüzgar Yönü	Güneybatı	
			■ Yapı Yönlenmesi	Kuzey – Güney doğrultusu	
			■ Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel ve Hemzemin	
■ Yapıya Giriş Yönü	Kuzeybatı				
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU				
			Kareye yakın dikdörtgen planlı dikdörtgenler prizması		
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		
	CEPHE	Tek Cephe		Güneş Odaları	
		Çift Cephe	●	Bölücü Duvarlar	
		İklim Holleri		Bölücü Tavanlar	●
		Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
		Gölgelendirme Elemanları	●		
	ÇATI	Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri	●
		Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	●
Rüzgar Kepçesi			Atriyum	●	
Güneş Bacası					
Gölgelendirme Elemanları					

Tablo 14'ün devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

FORM	Atriyum Formu	Daire
	Atriyum Çatı Formu	Daire
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Tek yöne
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam korkuluk
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst yan

Açık plan şeklinde tasarlanmış ofis katlarından ısınarak atriya iletilen kirlili hava, burada baca etkisi ile yükselerek atriya en üst seviyesinden dışarıya atılmasıyla doğal havalandırma sağlanmaktadır. Kuzeybatıya doğru eğimli olan atriya çatısının eğiminin fazla olma nedeni; atriya'daki baca etkisini arttırmak ve maksimum doğal aydınlatmayı sağlarken parlamayı da engellemektedir (URL-32, 2016).

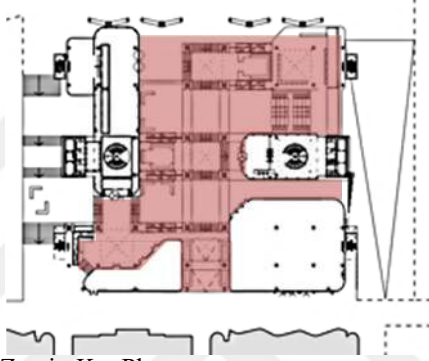
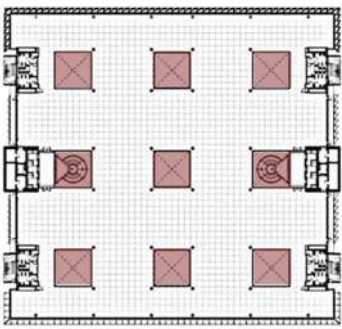
Bodrum katta yer alan merkezi ısıtma biriminden atriya'nın içine bir baca ile serbest bırakılan sıcak hava, açık plan şeklinde tasarlanmış katların ısıtılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, atriya'nın zemininde yer alan yeşil bahçe sayesinde hacim içindeki havanın nemlenmesi de sağlanmaktadır (URL-32, 2016).

Temiz ve serin hava, ofis katlarına cephe üzerinde zemin kat tavan seviyesinde bulunan havalandırma kapakları sayesinde çift cephe boşluğuna alınmaktadır. Daha sonra cephe boşluğundan her katta yer alan bölücü tavanlar sayesinde ofis katlarına iletilmektedir. Çift cephe, sıcak dönemlerde istenmeyen ısıyı taşıırken; soğuk dönemlerde de tampon bölge biçiminde işlev görmektedir (URL-32, 2016).

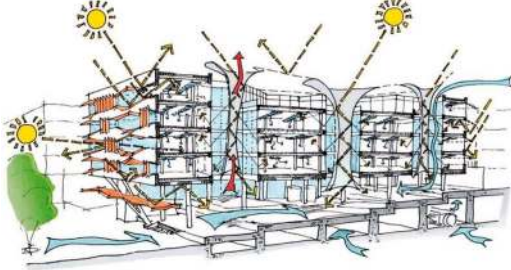
Yapıda üç yerde yer alan servis çekirdekleri de en üst seviyesinden açılan havalandırma penceresi ile doğal olarak havalandırılmaktadır. Bu alanın temiz hava girişi de ofis alanlarındaki gibi çift cephe üzerinden sağlanmaktadır.

AÇIKLAMA

Tablo 15. “Siemens Headquarters” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: Siemens Headquarters Konum: Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri Proje Yılı: 2013 İşlev: Ofis Kat Sayısı: Zemin Kat + 4 Normal Kat İklim: Sıcak – Kuru İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Platinum Mimari Tasarım: Sheppard Robson		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
	    	 Zemin Kat Planı  Normal Kat Planı		
	KESİTLER			
	 Kesit			
	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
	Isıtma		Havalandırma	●
	Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 15'in devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Doğal Havalandırma	
 Kesit	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●
	• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●
	• Baca Etkisi ile Havalandırma	●
	• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
	• Gece Havalandırması	●
	• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Mekanik Havalandırma	●
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı	
	Siluet	
	— Hakim Rüzgar Yönü	Kuzeybatı
	— Yapı Yönlenmesi	Kuzeydoğu – Güneybatı / Kuzeybatı – Güneydoğu doğrultusu
	— Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel ve Bir kısmı zeminden yüksekte
	— Yapıya Giriş Yönü	Kuzeydoğu, Güneybatı, Güneydoğu
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU	
	 Kare form planlı dikdörtgenler prizması	
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	CEPHE	YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ
	Tek Cephe	Güneş Odaları
	Çift Cephe	Bölücü Duvarlar
	İklim Holleri	Bölücü Tavanlar
	Kanat Duvarlar	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar
	Gölgelendirme Elemanları	
	ÇATI	Servis Çekirdekleri
	Rüzgar Bacası	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler
	Rüzgar Kepçesi	Atriyum
	Güneş Bacası	
	Gölgelendirme Elemanları	

Tablo 15'in devamı

Plan

Kesit

FORM	Atriyum Formu	Kare
	Atriyum Çatı Formu	—
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Çoklu / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Açık veya Kapalı / (–) veya Düz
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin alt kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam
	Atriyum Tavan Malzemesi	(–) veya Saydam cam veya Membran
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst

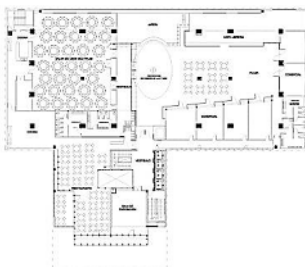
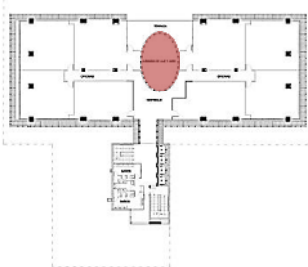
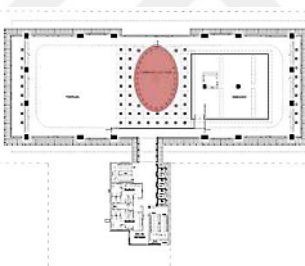
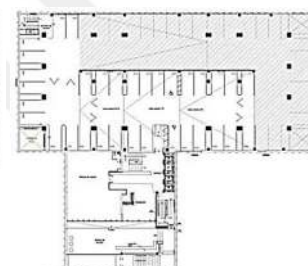
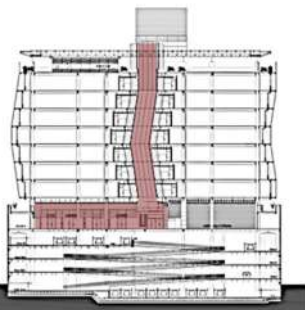
Yapı formunu oluşturan kare formun içinde 9 adet kare formlu çoklu atriyum bulunmaktadır. Bu atriyumlar, ısı kazancını azaltmak için nitelikli cam ile kapalı dikey kutu biçimindedirler (URL-33, 2016). Bu özelliğinin yanında bazı özellikleri de farklılık göstermektedir. Tabloda “Atriyum” başlığında yer alan plan şemasına göre düşeyde ikinci sırada yer alan 3 atriyumun yan yüzeyleri çift cam ile, çatısı ise membran çatı örtüsü ile kaplıdır. Yatayda ikinci sırada yer alan diğer 2 atriyum ise düşey sirkülasyonu sağlayan merdiven içermektedir ve çatı örtüsü yoktur. Yapının her köşesinde yer alan 4 atriyum ise cam çatıya sahiptir (URL-34, 2016).

Yapıda mikroklima oluşturmak ve hakim rüzgar etkisini daha etkin kullanmak için yapının bir kısmı zemin seviyesinden bir kat yükseltilmiştir (URL-35, 2016). Zemin kattaki giriş açıklıkları, huni şeklinde hava akımlarını oluşturarak yapının doğal havalandırmasına yardımcı olmaktadır (URL-34, 2016).

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

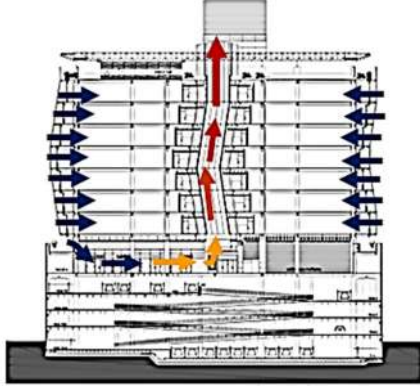
AÇIKLAMA

Tablo 16. “VIA Corporativo” örneği

KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: VIA Corporativo Konum: Tijuana, Baja California, Meksika Proje Yılı: 2010 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 4 Bodrum Kat + Zemin Kat + 7 Normal Kat + Çatı Katı İklim: Sıcak – Kuru İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Gold Mimari Tasarım: Guillot Arquitectos		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
    	 Zemin Kat Planı  Normal Kat Planı  Çatı Katı Planı  2.Bodrum Kat Planı		
KESİTLER			
 Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma		Havalandırma	●
Soğutma	●	Aydınlatma	●

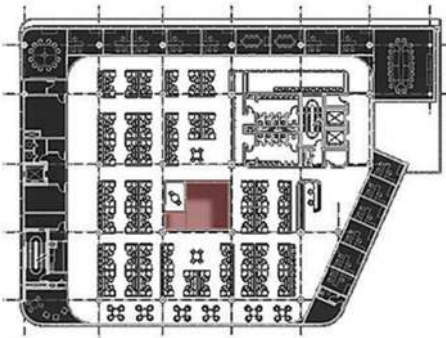
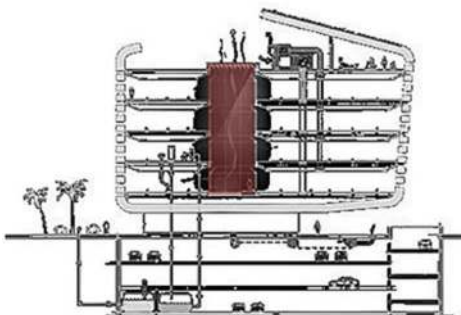
YAPI BİLGİLERİ

Tablo 16'nın devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI			HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ		
	Kesit		Doğal Havalandırma		
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma		
			• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma		
			• Baca Etkisi ile Havalandırma		
			• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma		
			• Gece Havalandırması		
	Vaziyet Planı		• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma		
			Mekanik Havalandırma		
			Siluet		
			Kuzeybatı (Kış) / Güneybatı (Yaz)		
			Kuzeybatı – Güneydoğu doğrultusu		
Yapı – Sokak İlişkisi		Sokağa paralel ve Podyum üzerinde yükseltilmiş			
Yapıya Giriş Yönü		Güneybatı			
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU				
			T-form planlı prizma		
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		
	CEPHE	Tek Cephe	•	Güneş Odaları	
		Çift Cephe	•	Bölücü Duvarlar	
		İklim Holleri		Bölücü Tavanlar	
		Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
		Gölgelendirme Elemanları	•		
	ÇATI	Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri	•
		Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	
Rüzgar Kepçesi			Atriyum	•	
Güneş Bacası					
Gölgelendirme Elemanları					

Tablo 17. “Telecommunications Regulatory Authority Headquarters” örneği

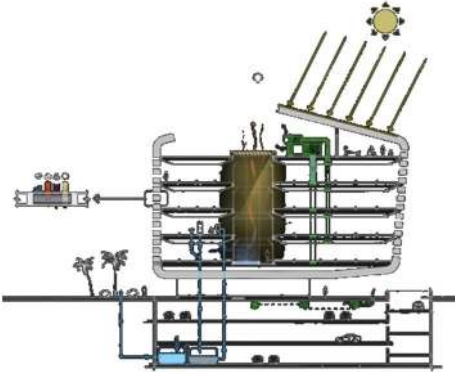
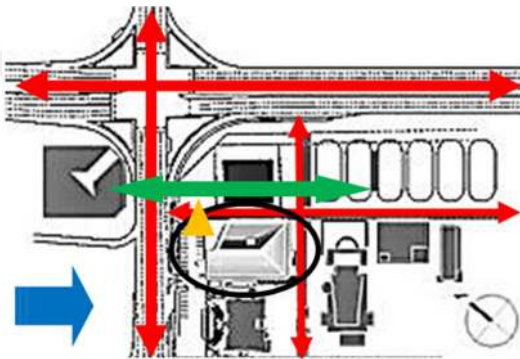
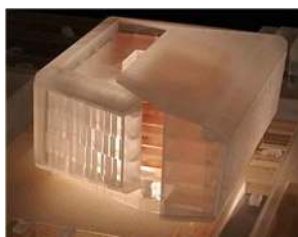
KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER
	Yapı Adı: Telecommunications Regulatory Authority Headquarters Konum: Al Mamzar, Dubai Proje Yılı: 2007 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 3 Bodrum Kat + Zemin Kat + 4 Normal Kat + Çatı Katı İklim: Sıcak – Kuru İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Gold Mimari Tasarım: HDR

FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI
   	 Normal Kat Planı
KESİTLER	
	 Kesit

PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma		Havalandırma	●
Soğutma	●	Aydınlatma	●

YAPI BİLGİLERİ

Tablo 17'nin devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI			HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Kesit		Doğal Havalandırma	
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	
			• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	
			• Baca Etkisi ile Havalandırma	
			• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
			• Gece Havalandırması	
	Vaziyet Planı		• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
			Mekanik Havalandırma	
			Siluet	
			Kuzeybatı	
			Kuzeybatı – Güneydoğu doğrultusu	
	Yapı – Sokak İlişkisi		Sokağa paralel ve Hemzemin	
	Yapıya Giriş Yönü		Kuzey	
	YAPI FORMU			
		Bir kenarı kısmi açılı dikdörtgen planlı prizma		
YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		
ÇEPHE	Tek Cephe	•	Güneş Odaları	
	Çift Cephe		Bölücü Duvarlar	
	İklim Holleri		Bölücü Tavanlar	
	Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
	Gölgeleme Elemanları	•		
ÇATI	Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri	
	Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	
	Rüzgar Kepçesi		Atriyum	•
	Güneş Bacası			
	Gölgeleme Elemanları			

Tablo 17'nin devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

FORM	Atriyum Formu	L-form
	Atriyum Çatı Formu	L-form
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Düz
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst

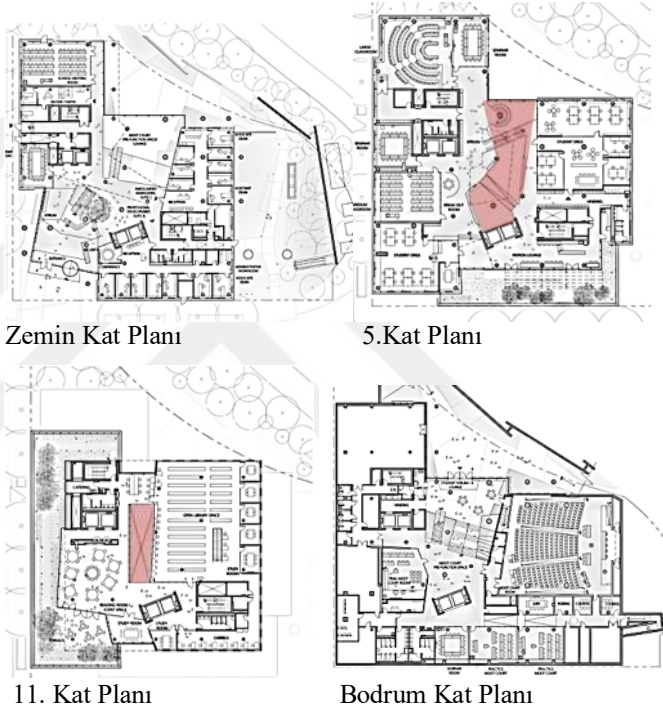
Atriyumu saran saydam camlar üzerinde her katın üst kot seviyesinde yer alan yatay bant pencereler, açık plan biçimindeki ofis alanlarının etkin bir biçimde doğal havalandırmasını sağlamaktadır (URL-37, 2016). Ofis alanlarına gelen taze hava ise iklim şartları elvermediği için genellikle mekanik havalandırma ile sağlanılmaktadır.

Kuzeydoğu cephesi hariç tüm cephelerde; iç mekana doğru dar ve koridor biçimde saydam yüzeylerle bölünen birimler, daha içte yer alan atriyumun etrafındaki açık ofisin iklimsel konfor koşullarını olumlu bir biçimde etkilemektedir.

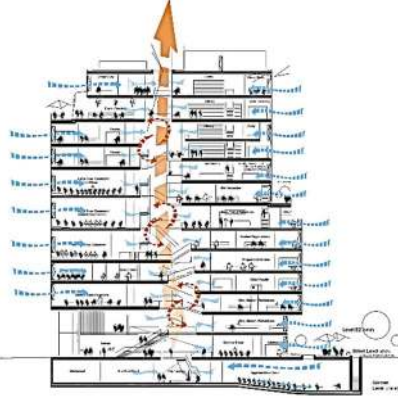
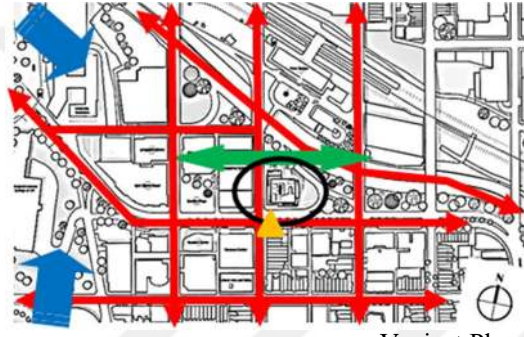
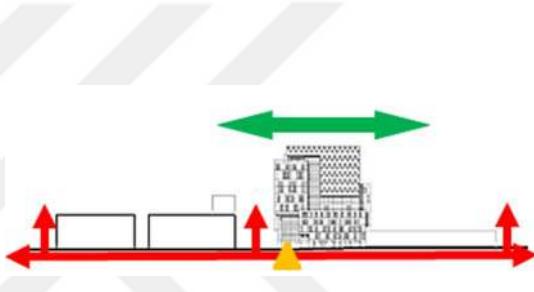
Yapıya giriş kısmında rüzgarlığın yapılma nedeni, hakim rüzgar yönünün kuzeybatı yönünde olmasına rağmen girişin kuzey yönünde yapılmasından kaynaklanmaktadır. İklim özelliklerini taşıyan sıcak ve kuru rüzgarın yapıya girişinin engellenmesi istenmektedir.

AÇIKLAMA

Tablo 18. “John and Frances Angelos Law Center” örneği

KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: John and Frances Angelos Law Center Konum: Baltimore, USA Proje Yılı: 2008 İşlev: Eğitim Kat Sayısı: Bodrum Kat + Zemin Kat + 11 Normal Kat İklim: Sıcak – Nemli İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Platinum Mimari Tasarım: Behnisch Architekten, Ayers Saint Gross		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
			
	Zemin Kat Planı 5.Kat Planı 11. Kat Planı Bodrum Kat Planı		
	KESİTLER		
			
Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma		Havalandırma	●
Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 18'in devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI			HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Kesit		Doğal Havalandırma	●
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●
			• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●
			• Baca Etkisi ile Havalandırma	●
			• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
			• Gece Havalandırması	
YAPI ÖZELLİKLERİ			• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Siluet		Mekanik Havalandırma	●
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı		Kuzeybatı (Kış) / Güney (Yaz)	
	Hakim Rüzgar Yönü		Doğu – Batı doğrultusu	
	Yapı Yönlenmesi		Sokağa paralel ve Hemzemin	
	Yapı – Sokak İlişkisi		Güney	
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU		Kareye yakın dikdörtgen form planlı dikdörtgenler prizması (kütleli parçaları)	
				
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	ÇEPHE	Tek Cephe	●	Güneş Odaları
		Çift Cephe	●	Bölücü Duvarlar
		İklim Holleri		Bölücü Tavanlar
		Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar
		Gölgelendirme Elemanları	●	
	ÇATI	Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri
		Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler
		Rüzgar Kepçesi		Atriyum
		Güneş Bacası		
		Gölgelendirme Elemanları	●	

Tablo 18'in devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

AÇIKLAMA

Plan

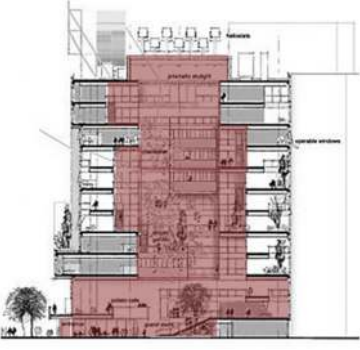
Kesit

FORM	Atriyum Formu	Kimi katlarda farklılaşan çokgen
	Atriyum Çatı Formu	Dörtgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Kademeli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Düz
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Demir korkuluk
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst

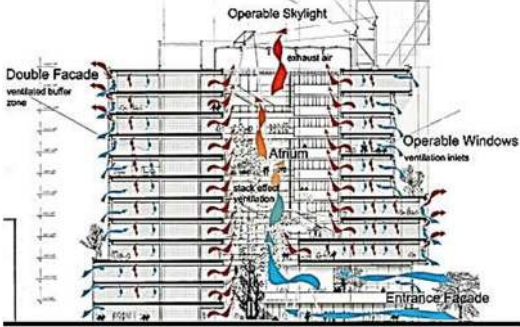
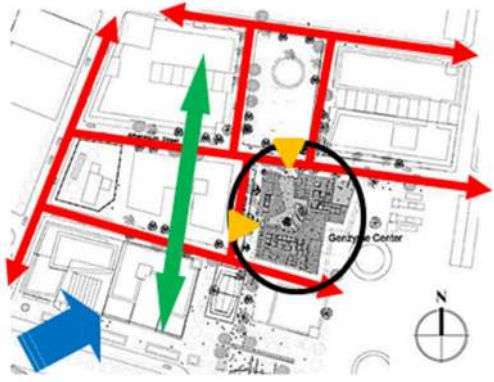
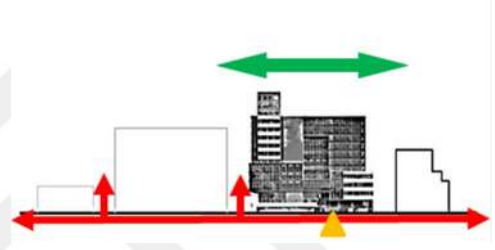
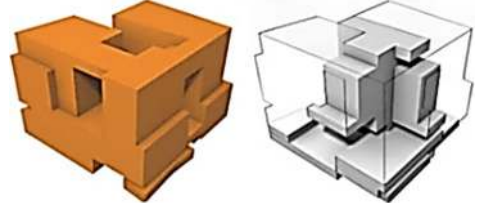
Zemin kattan hakim rüzgar yönünden, üst katlarda da çapraz havalandırma ile yapının içine alınan taze hava; atriyum sayesinde baca etkili havalandırma ile desteklenmektedir (URL-38). Ayrıca, tablodaki “Atriyum” bölümündeki kesit şemasından da görüldüğü gibi bodrum kat tavanından da yapının içine doğal havalandırma sağlanmaktadır.

Sokak doğrultularının ve yapıya giriş yönünün hakim rüzgar yönünde olma nedeninin; sıcak ve nemli havanın olumsuz etkilerini azaltmak amaçlı rüzgarın etkin bir şekilde kullanılma gerekliliği olduğu düşünülmektedir.

Tablo 19. “Genzyme Center” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: Genzyme Center Konum: Cambridge, MA, USA Proje Yılı: 2000 İşlev: Ofis Kat Sayısı: Zemin Kat + 11 Normal Kat İklim: Sıcak – Nemli İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: LEED Platinum Mimari Tasarım: Behnisch Architekten		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
	      	 Zemin Kat Planı  Kat Planı		
	KESİTLER			
	 Kesit			
	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
	Isıtma		Havalandırma	●
	Soğutma	●	Aydınlatma	●

Tablo 19'un devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI		HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
		Doğal Havalandırma	
Kesit		• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	
		• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	
		• Baca Etkisi ile Havalandırma	
		• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
		• Gece Havalandırması	
		• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
Mekanik Havalandırma			
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			
Vaziyet Planı			
Siluet			
	Hakim Rüzgar Yönü	Güneybatı	
	Yapı Yönlenmesi	Kuzey – Güney doğrultusu	
	Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel / dik ve Hemzemin	
	Yapıya Giriş Yönü	Kuzey, Batı	
YAPI FORMU			
		Düzgün olmayan L-form planlı prizma (kütlesel parçalı)	
YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
CEPHE	Tek Cephe		Güneş Odaları
	Çift Cephe		Bölücü Duvarlar
	İklim Holleri		Bölücü Tavanlar
	Kanat Duvarlar		Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar
	Gölgelendirme Elemanları		
ÇATI	Çatı Kanatları		Servis Çekirdekleri
	Rüzgar Bacası		Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler
	Rüzgar Kepçesi		Atriyum
	Güneş Bacası		
	Gölgelendirme Elemanları		

Tablo 19'un devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

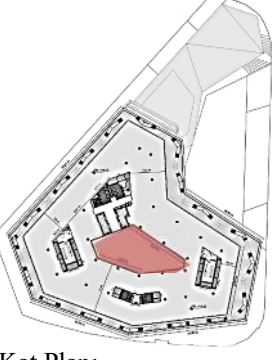
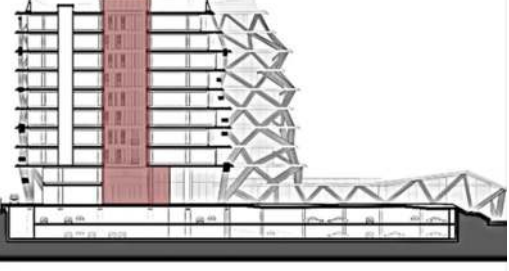
FORM	Atriyum Formu	T-form
	Atriyum Çatı Formu	Katlanmış prizmatik plak
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Kademeli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Katlanmış iki yöne kırıklı
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam ve yansıtıcı cam / Saydam cam korkuluk
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst

Zemin kat ve üst kat seviyelerinden çapraz havalandırma ile yapının içine alınan taze hava; atriyum hacmindeki baca etkili havalandırma ile desteklenmektedir. Atriyumun iç yüzey elemanı olarak saydam ve yansıtıcı cam ile cam korkuluk farklılaşması; doğal havalandırma ile ilişkili olmayıp, doğal aydınlatma açısından önemli olan yansıtıcı paneller ve yansıtıcı ışık duvarı kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapı cephesindeki çıkma şeklindeki sundurmalar ve havalandırma kapakları yapı için ılıman tampon bölge oluşturmak yanında ofis katlarına doğal havalandırmayı sağlamaktadır. Ayrıca çift cephenin kullanılması da bu anlamda havalandırma sistemine yardımcı olmaktadır (URL-39, 2016).

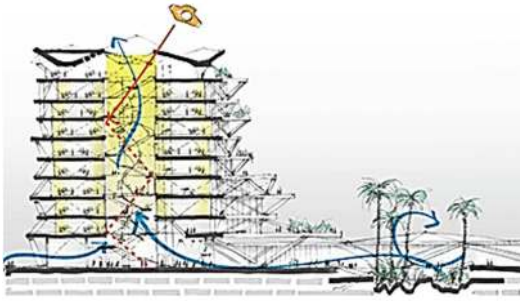
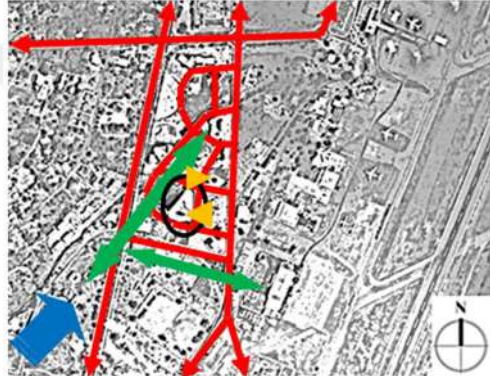
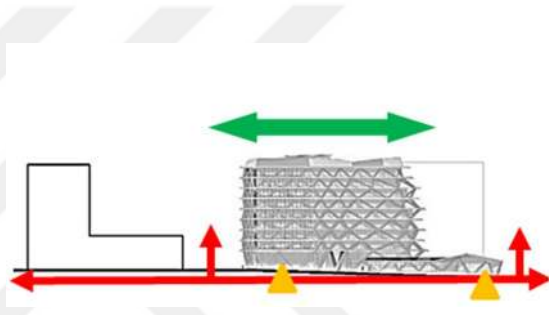
AÇIKLAMA

Tablo 20. "One Airport Square" örneği

KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
	Yapı Adı: One Airport Square Konum: Accra, Ghana Proje Yılı: 2015 İşlev: Ofis + Ticari Kat Sayısı: 2 Bodrum Kat + Zemin Kat + 9 Normal Kat İklim: Sıcak – Nemli İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: – Mimari Tasarım: Mario Cucinella Architects, Deweger Gruter Brown and Partners		
FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
	 Zemin Kat Planı  Kat Planı		
KESİTLER			
 Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
Isıtma		Havalandırma	●
Soğutma	●	Aydınlatma	●

YAPI BİLGİLERİ

Tablo 20'nin devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ		
	 Kesit	Doğal Havalandırma	●
		• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma	●
		• Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma	●
		• Baca Etkisi ile Havalandırma	●
		• Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma	
		• Gece Havalandırması	●
		• Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	
	Mekanik Havalandırma		
DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	 Vaziyet Planı	 Siluet	
	— Hakim Rüzgar Yönü	Güneybatı	
	— Yapı Yönlenmesi	Kuzeydoğu–Güneybatı–Güneydoğu doğrultusu	
	— Yapı – Sokak İlişkisi	Sokağa paralel / dik ve Hemzemin	
	— Yapıya Giriş Yönü	Kuzeydoğu, Doğu	
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI FORMU		
	 	Düzgün olmayan kırıklı L-form planlı ve çıkmalı prizma	
	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ		
	CEPHE	Tek Cephe	●
		Çift Cephe	
		İklim Holleri	
		Kanat Duvarlar	
		Gölgelendirme Elemanları	●
	ÇATI	Çatı Kanatları	
		Rüzgar Bacası	
		Rüzgar Kepçesi	
Güneş Bacası			
Gölgelendirme Elemanları			
YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ			
	Güneş Odaları		
	Bölücü Duvarlar		
	Bölücü Tavanlar		
	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar		
	Servis Çekirdekleri		
	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler		
	Atriyum	●	

Tablo 20'nin devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

AÇIKLAMA

Plan

Kesit

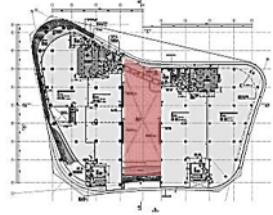
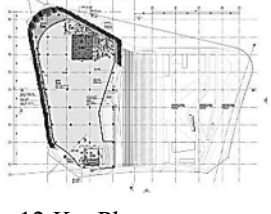
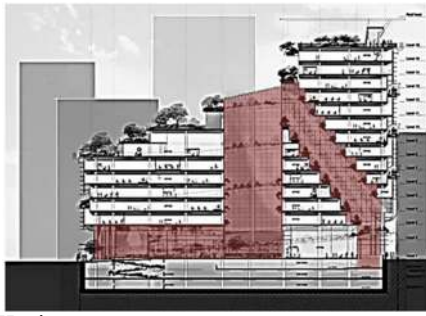
FORM	Atriyum Formu	Çokgen
	Atriyum Çatı Formu	Çokgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Merkezi
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Kısmi / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Düz
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
	Hava Akış Yönü (Çatı)	Üst yan

Yapı, henüz sürdürülebilirlik sertifikasına sahip olmamasına rağmen Green Star (SA) 4 yıldızlı sertifika alabilecek düzeyde tasarlanmıştır (URL-40, 2016).

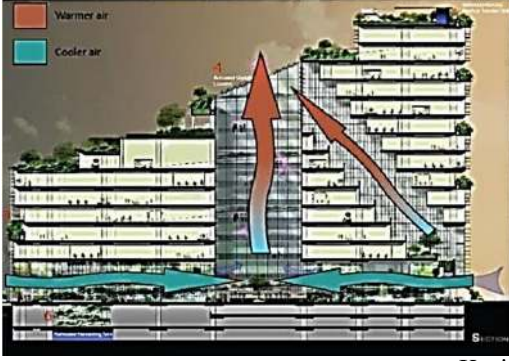
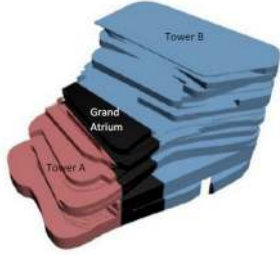
Katlardaki ısınan ve kirlenen hava merkezi atriyuma atılmaktadır. İç yüzeyi saydam cam ile yalıtılmış atriyumda biriken bu kirli hava, baca etkisiyle ısınarak yükselip atriyum çatısında bulunan boşluklardan uzaklaştırılmaktadır. Atriyumun iç yüzeyinin cam ile kapalı olması ile, atriyumda oluşabilecek aşırı ısınmadan ofis katlarının korunması amaçlanmıştır.

Yapı cephesinde yer alan çıkmalar soğutma enerji gereksinimini azaltmaktadır (URL-41, 2016). Ağır beton kütle gündüz güneş ısısını bünyesine alarak yapı içinin soğuk olmasını sağlamaktadır. Geceleyin ise gece havalandırması yoluyla yapı havalandırılarak yapı kütlesi soğutulmaktadır.

Tablo 21. “Solaris” örneği

YAPI BİLGİLERİ	KONUM PLANI	GENEL BİLGİLER		
		Yapı Adı: Solaris Konum: Singapur, Singapur Proje Yılı: 2010 İşlev: Ofis Kat Sayısı: 3 Bodrum Kat + Zemin Kat + 13 Normal Kat İklim: Sıcak – Nemli İklim Sürdürülebilirlik Sertifikası: BCA GreenMark Platinum Mimari Tasarım: T. R. Hamzah & Yeang Sdn Bhd		
	FOTOĞRAFLAR	KAT PLANLARI		
				
				
				
				
				
				
	KESİTLER			
				
	Kesit			
PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ				
Isıtma			Havalandırma	●
Soğutma		●	Aydınlatma	●

Tablo 21'in devamı

HAVALANDIRMA ŞEMASI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ VE STRATEJİLERİ	
	Doğal Havalandırma	
 Kesit	• Tek Taraflı (Konfor) Havalandırma • Karşılıklı (Çapraz) Havalandırma • Baca Etkisi ile Havalandırma • Rüzgar Kuleleri ile Havalandırma • Gece Havalandırması • Karma Kullanımlı (Hybrid) Havalandırma	• • • • • •
	Mekanik Havalandırma	
DİŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	Vaziyet Planı	
	Silüet	
	— Hakim Rüzgar Yönü — Yapı Yönlenmesi — Yapı – Sokak İlişkisi — Yapıya Giriş Yönü	- Kuzeydoğu - Kuzeydoğu – Güneybatı doğrultusu - Sokağa paralel / dik ve Hemzemin - Kuzeybatı, Güneydoğu, Kuzeydoğu
	YAPI FORMU	
		Organik hatlı düzgün olmayan dörtgen form planlı ve yükseldikçe kademeli olarak daralan prizma
YAPI ÖZELLİKLERİ	YAPI KABUĞUNDAKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	CEPHE	
	Tek Cephe	•
	Çift Cephe	
	İklim Holleri	
	Kanat Duvarlar	
	Gölgelendirme Elemanları	•
	ÇATI	
	Çatı Kanatları	
	Rüzgar Bacası	•
	Rüzgar Kepçesi	•
	Güneş Bacası	
	Gölgelendirme Elemanları	•
	YAPI İÇİNDEKİ DOĞAL HAVALANDIRMA BİLEŞENLERİ	
	Güneş Odaları	
	Bölücü Duvarlar	
	Bölücü Tavanlar	
	Topraktan Havalandırmayı Sağlayan Kanallar	
	Servis Çekirdekleri	
	Gök Bahçeler ve Dikey Bahçeler	•
	Atriyum	•

Tablo 21'in devamı

ATRIYUM ÖZELLİKLERİ

Plan

Kesit

FORM	Atriyum Formu	Eğrisel dörtgen
	Atriyum Çatı Formu	Eğrisel dörtgen
TİP-KONUM	Atriyumun Yapıdaki Konumu	Doğrusal
	Atriyum Tipi (Yatay / Düşey)	Çoklu / Sürekli
	Atriyum Çatı ve Eğim Tipi	Kapalı / Tek yöne eğimli
	Atriyum – Yapı Çatısı Yükseklik İlişkisi	Yapı yüksekliğinin üst ve alt kotunda
MALZEME	Atriyum Yan Yüzey Malzemesi	Saydam cam
	Atriyum Tavan Malzemesi	Saydam cam
Hava Akış Yönü (Çatı)		Üst

Biri 8, diğeri 13 katlı iki kule birleşiminden oluşan yapıda, iki atriyum yer almaktadır. Çapraz ve dikey şaft biçimlerinde tasarlanan atriyumlar; gün ışığının ve doğal havanın yapının derinliklerine ulaşmasını sağlamaktadır (URL-42, 2016). Kesit düzleminde dikey olarak tasarlanan atriyum duvarlarının dış cepheye bakan her iki cephesi (kuzeybatı ve güneydoğu), cephe kesit düzlemindeki zikzaklı yapısı sayesinde rüzgarın içeri girmesine izin verirken yağmuru engelleyebilmektedir (rain-check glazing wall) (URL-43, 2016).

Yapı cephesini spiral rampa biçiminde saran ve 3 m genişlik, 1.5 km uzunluğundaki bahçeler; hem havayı filtre ederek yapı hacmine verilen havanın hava kalitesini arttırmakta, hem de alt kat için gölgelendirme sağlayarak pasif soğutmaya yardımcı olmaktadır (URL-43, 2016).

AÇIKLAMA

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

Atriyumlu yapı örneklerinin incelenmesi ile elde edilen bilgiler veriye dönüştürülmüş, analiz tablolarından elde edilen bulgular irdelenmiştir.

Elde edilen bulgular ve irdemeler, yapı örneklerinin analiz tabloları düzeni doğrultusunda aşağıdaki başlıklarda sınıflandırılmıştır:

- Yapı Bilgileri
- Havalandırma Şemaları
- Dış Çevre Özellikleri
- Yapı Özellikleri
- Atriyum Özellikleri

Atriyumlu yapılardan elde edilen bulgular, bu beş başlık altında tekil ve iklim bölgelerine göre karşılaştırmalı olarak tablo şeklinde verilmiş ve değerlendirilerek irdelenmiştir.

3.1. Yapı Bilgileri

Araştırma kapsamında seçilen yapılarla ilgili hazırlanan analiz tablolarında yapı bilgileri başlığında, yapı ile ilgili genel bilgiler ve uygulanan pasif enerji stratejileri yer almıştır.

Genel Bilgiler

Yapıların bulundukları iklim, proje yılları, işlevleri, kat sayıları ve varsa sürdürülebilirlik sertifikalarına ait genel bilgiler; Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Yapılara ait genel bilgilerin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	GENEL BİLGİLER			
		PROJE YILI	İŞLEV	KAT SAYISI	SERTİFİKA
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative/ Toronto, Kanada	2010	Konut	Z.K.+10 N.K.	LEED Gold
	Algonquin Centre for Construction Excellence/ Ottawa, Kanada	2011	Eğitim + Ticaret	Z.K.+5 N.K.	LEED Platinum
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters/ Luxembourg, Luxembourg	2002	Ofis	4 B.K.+Z.K.+ 5 N.K.	BREEAM
	Unilever Headquarters/ Hamburg, Almanya	2005	Ofis	2 B.K.+Z.K.+ 5 N.K.	EcoLabel Gold
	Türkiye Müteahhitler Birliği Binası/ Ankara, Türkiye	2013	Ofis	3 B.K.+Z.K.+ 4 N.K.	LEED Platin
	French National Solar Energy Institute/ 73370 Le Bourget-du-Lac, Fransa	2013	Ofis	Z.K.+2 N.K.	–
	Plantation Place/ Londra, İngiltere	2010	Ofis	3 B.K.+Z.K.+ 14 N.K.	LEED Platinum, LEED Gold, BREEAM
	The Atrium at 800 Yates/ Victoria, BC, Kanada	2010	Ofis	2 B.K.+Z.K.+ 6 N.K.	LEED Gold
	McCann FitzGerald Headquarters/ Dublin, İrlanda	2003	Ofis	B.K.+Z.K.+ 6 N. K.	–
SICAK-KURU	Siemens Headquarters/ Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri	2013	Ofis	Z.K.+4 N.K.	LEED Platinum
	VIA Corporativo/ Tijuana, Baja California, Meksika	2010	Ofis	4 B.K.+Z.K.+ 7 N.K.+Ç.K.	LEED Gold
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters/ Al Mamzar, Dubai	2007	Ofis	3 B.K.+Z.K.+ 4 N.K.+Ç.K.	LEED Gold
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center/ Baltimore, USA	2008	Eğitim	B.K.+Z.K.+ 11 N.K.	LEED Platinum
	Genzyme Center/ Cambridge, MA, USA	2000	Ofis	Z.K.+11 N.K.	LEED Platinum
	One Airport Square/ Accra, Ghana	2015	Ofis + Ticaret	2 B.K.+Z.K.+ 9 N.K.	–
	Solaris/ Singapur, Singapur	2010	Ofis	3 B.K.+Z.K.+ 13 N.K.	BCA Green Mark Platinum

- Seçilen 16 yapı örneğinden 2'si soğuk; 7'si ılıman; 3'ü sıcak - kuru; 4'ü sıcak - nemli iklim bölgesinde yer almaktadır. Yapı örnek sayısının iklim bölgelerine göre dağılımına bakıldığında, ılıman ve sıcak - nemli iklim bölgelerindeki atriyumlu yapı örnekleri soğuk ve sıcak - kuru iklim bölgelerinkinden daha fazla bulunmakta ve bu bilgi literatürde “İklim” başlığında yer alan Tablo 1 (Sayfa 19)'deki verileri de desteklemektedir.
- Seçilen örneklerin güncel olması amacıyla, 2000 yılı ve sonrasında yapılan atriyumlu yapılar ele alınmıştır.
- 16 yapı örneğinden 12'si ofis; 1'i ofis ve ticaret; 1'i eğitim; 1'i eğitim ve ticaret; 1'i de konut işlevlerine sahiptir. Atriyumlu yapıların ağırlıklı olarak ofis işlevine sahip yapılarda tercih edildiği görülmektedir. Ofis yapılarında işleve bağlı olarak mekansal kurgu, atriyumlu çözümlere daha fazla imkan tanımaktadır.
- Seçilen 16 yapı örneği, farklı yüksekliklere yani kat sayısına sahip yapılardır. Dolayısıyla yapı yüksekliği, uygun stratejiler benimsendiğinde doğal havalandırmanın önünde bir engel oluşturmamaktadır. Seçilen örneklerdeki atriyumlarda aşırı baca etkisinin görülmesinin istenmemesi nedeniyle yapı kat sayısı; ortalama 4 ila 10 kat yüksekliği arasında değişmektedir.
- Yapı örneklerinin sürdürülebilirlik sertifikasına sahip yapılardan seçilmesine dikkat edilmiştir. Sürdürülebilirlik sertifikası almış yapıları seçmekteki amaç, tezin amaç ve kapsamına uygun olacak şekilde bu sertifikalara sahip yapıların yapılacakları yerin iklimi ile iklim bölgesine uygun pasif enerji stratejileri düşünülmüş olmalarıdır.

Pasif Enerji Stratejileri

Pasif enerji stratejileri alt başlığı içerisinde; “ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma” dan hangilerinin bu çalışmada yer alan örnek yapılarda bulunup bulunmadığı Tablo 23'te görülmektedir.

Tablo 23. Yapılarda kullanılan pasif enerji stratejilerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	PASİF ENERJİ STRATEJİLERİ			
		ISITMA	SOĞUTMA	HAVALANDIRMA	AYDINLATMA
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	●		●	●
	Algonquin Centre for Construction Excellence	●		●	●
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	●	●	●	●
	Unilever Headquarters	●	●	●	●
	Türkiye Mühendisler Birliği Binası	●	●	●	●
	French National Solar Energy Institute	●	●	●	●
	Plantation Place	●	●	●	●
	The Atrium at 800 Yates	●	●	●	●
	McCann FitzGerald Headquarters	●	●	●	●
SICAK-KURU	Siemens Headquarters		●	●	●
	VIA Corporativo		●	●	●
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters		●	●	●
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center		●	●	●
	Genzyme Center		●	●	●
	One Airport Square		●	●	●
	Solaris		●	●	●

- Yapı örneklerinden; soğuk ve ılıman iklimlerdeki tüm örneklerde pasif ısıtmanın sağlandığı görülmektedir. Sıcak – kuru ve sıcak – nemli iklim bölgelerindeki yapı örneklerinde ise pasif ısıtma stratejisine rastlanılmamaktadır. Bu durum, soğuk ve ılıman iklim bölgelerindeki pasif ısıtma gereksiniminin daha fazla olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu bulgu; literatürde “İklim Bölgelerine Göre Atriyum Kullanımları” başlığında yer alan Tablo 3 (Sayfa 57)’teki verileri de desteklemektedir.

- Yapı örneklerinden; ılıman, sıcak – kuru ve sıcak – nemli iklimlerdeki tüm örneklerde pasif soğutmanın sağlandığı görülmektedir. Soğuk iklim bölgelerindeki yapı örneklerinde ise pasif soğutma stratejisine rastlanılmamaktadır. Bu durum; ılıman, sıcak – kuru ve sıcak – nemli iklim bölgelerindeki pasif soğutma gereksiniminin daha fazla olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu bulgu; literatürde “İklim Bölgelerine Göre Atriyum Kullanımları” başlığında yer alan Tablo 3 (Sayfa 57)’teki verileri de desteklemektedir.
- Yapı örneklerinin tümü ‘doğal havalandırma içermesi’ özelliği esas alınarak seçildiğinden dolayı tüm yapılarda doğal havalandırmanın sağlandığı görülmektedir.
- Yapı örneklerinin tümü ‘atriyum içermesi’ özelliği esas alınarak seçildiğinden dolayı bunun doğal sonucu olarak tüm yapılarda atriyum kullanılmasından kaynaklı atriyum çatı ve / veya cephelerinde doğal aydınlatmanın sağlandığı görülmektedir.

3.2. Havalandırma Şemaları

Havalandırma şemaları başlığı altında; yapılarda kullanılan havalandırma sistem türü ve doğal havalandırmada kullanılan stratejiler yer almıştır. Tablo 24’te doğal havalandırmanın yanı sıra mekanik havalandırma sisteminin kullanılıp kullanılmadığı belirlenmiştir.

Tablo 24. Yapılarda kullanılan havalandırma çeşitlerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ	
		DOĞAL HAVALANDIRMA	MEKANİK HAVALANDIRMA
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	●	●
	Algonquin Centre for Construction Excellence	●	●
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	●	●
	Unilever Headquarters	●	
	Türkiye Mühendisler Birliği Binası	●	●

Tablo 24'ün devamı

İKLİM	YAPI ADI	HAVALANDIRMA SİSTEM TÜRÜ	
		DOĞAL HAVALANDIRMA	MEKANİK HAVALANDIRMA
ILIMAN	French National Solar Energy Institute	●	●
	Plantation Place	●	●
	The Atrium at 800 Yates	●	●
	McCann FitzGerald Headquarters	●	●
SICAK-KURU	Siemens Headquarters	●	●
	VIA Corporativo	●	●
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	●	●
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	●	●
	Genzyme Center	●	●
	One Airport Square	●	
	Solaris	●	

- Farklı iklim bölgelerindeki yapı örneklerinin neredeyse tümünde mekanik ve doğal havalandırma birlikte kullanılmıştır. Soğuk iklimlerde, aşırı rüzgar hızı ve baca etkisi nedeni ile; sıcak – kuru iklimlerde ise, güneşin ısıtıcı etkisini azaltmak amacı ile mekanik havalandırma desteği alınmaktadır. Genel olarak, rüzgarın düşük hızda ve az sayıda estiği ılıman ve nemli iklimlerdeki yapılarda konfor ve sağlık amacıyla doğal havalandırma sıkça mekanik havalandırma ile desteklenmektedir.

Doğal Havalandırmada Kullanılan Stratejiler

Atriyumlu yapılarda kullanılan doğal havalandırma stratejileri Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Yapılarda kullanılan doğal havalandırma stratejilerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	DOĞAL HAVALANDIRMA STRATEJİLERİ					
		TEK TARAFLI (KONFOR) HAVALANDIRMA	KARŞILIKLI (ÇAPRAZ) HAVALANDIRMA	BACA ETKİSİ İLE HAVALANDIRMA	RÜZGAR KULELERİ İLE HAVALANDIRMA	GECE HAVALANDIRMASI	KARMA KULLANIMLI (HİBRİD) HAVALANDIRMA
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	●	●	●			
	Algonquin Centre for Construction Excellence	●	●	●			
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	●	●	●		●	
	Unilever Headquarters	●	●	●			●
	Türkiye Mühendisler Birliği Binası	●	●	●		●	
	French National Solar Energy Institute	●	●	●		●	
	Plantation Place	●	●	●			
	The Atrium at 800 Yates	●	●	●			
	McCann FitzGerald Headquarters	●	●	●		●	
SICAK-KURU	Siemens Headquarters	●	●	●		●	
	VIA Corporativo	●	●	●		●	
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	●	●	●		●	
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	●	●	●			
	Genzyme Center	●	●	●		●	
	One Airport Square	●	●	●		●	
	Solaris	●	●	●		●	●

- Tek taraflı (konfor), karşılıklı (çapraz) ve baca etkisi ile havalandırma stratejilerinin, seçilen tüm yapı örneklerinde birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu durum; baca etkili havalandırma stratejisi ile çalışan atriyumlardaki havalandırma sisteminin, tek taraflı ve karşılıklı havalandırma stratejileri ile desteklendiğini göstermektedir.

- Rüzgar kuleleri ile havalandırmaya; seçilen hiçbir yapı örneğinde rastlanılmamıştır.
- Sıcak – kuru iklim bölgesinde havalandırma yolu ile soğutma sağlayan gece havalandırması, tüm örneklerde uygulanırken; soğuk iklimde bu doğal havalandırma stratejisine gerek duyulmamıştır.
- Karma kullanımlı (hibrid) havalandırma; ılıman ve sıcak – nemli iklim bölgelerinde 1'er yapı örneğinde bulunmaktadır.

3.3. Dış Çevre Özellikleri

Atriumlara etki eden dış çevre özellikleri ve iklim ile ilişkileri karşılaştırmalı olarak Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Yapıların dış çevre özelliklerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			
		HAKİM RÜZGAR YÖNÜ	YAPI YÖNLENMESİ	YAPI-SOKAK İLİŞKİSİ	YAPIYA GİRİŞ YÖNÜ
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	GB	D-B doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	G, B
	Algonquin Centre for Construction Excellence	G	KB-GD doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	GD, KB
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	KB	KD-GB doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	GD
	Unilever Headquarters	GB	KD-GB doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	K, G, D
	Türkiye Müteahhitler Birliği Binası	KD	KB-GD doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	KD, KB
	French National Solar Energy Institute	KD	KB-GD doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	KB
	Plantation Place	GB	D-B-G doğrultusu	Sokağa paralel/dik ve Hemzemin	K, G
	The Atrium at 800 Yates	B	KD-GB doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	GB, KB
	McCann FitzGerald Headquarters	GB	K-G doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	KB

Tablo 26'nın devamı

İKLİM	YAPI ADI	DIŞ ÇEVRE ÖZELLİKLERİ			
		HAKİM RÜZGAR YÖNÜ	YAPI YÖNLENMESİ	YAPI-SOKAK İLİŞKİSİ	YAPIYA GİRİŞ YÖNÜ
SICAK-KURU	Siemens Headquarters	KB	KD-GB / KB-GD doğrultusu	Sokağa paralel ve Bir kısmı zeminden yüksekte	KD, GB, GD
	VIA Corporativo	KB (Kış) GB (Yaz)	KB-GD doğrultusu	Sokağa paralel ve Podyum üzerinde yükseltilmiş	GB
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	KB	KB-GD doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	K
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	KB (Kış) G (Yaz)	D-B doğrultusu	Sokağa paralel ve Hemzemin	G
	Genzyme Center	GB	K-G doğrultusu	Sokağa paralel/ dik ve Hemzemin	K, B
	One Airport Square	GB	KD-GB-GD doğrultusu	Sokağa paralel/dik ve Hemzemin	KD, D
	Solaris	KD	KD-GB doğrultusu	Sokağa paralel/dik ve Hemzemin	KB, GD, KD

- Yapılar konumlanırken, etkin bir doğal havalandırma amacıyla, bölgedeki hakim rüzgarı alacak şekilde yönlendirilmektedir. Bu anlamda, yapı örneklerine bakıldığında sıcak – kuru iklim dışındaki tüm iklim bölgelerinde, çoğunlukla hakim rüzgar yönü doğrultusunun yapının uzun cephesine yaklaşık olarak 45°'lik bir açıyla geldiği görülmektedir. Pencerele bu açıyla gelen rüzgar, mekanın tümünde daha iyi doğal havalandırma sağlamaktadır. Sıcak - kuru iklim bölgesi örneklerinde ise; yapı, sıcak ve kuru özellikteki hakim rüzgara yönlendirilmeyerek bu rüzgardan korunulmuştur. Ayrıca, seçilen 16 örnekten 4'ünün (oran olarak ılıman iklim bölgesinde daha fazla) ise, uzun cephesinin hakim rüzgar yönü doğrultusuna dik yerleştirildiği görülmektedir. Bunun nedeni ise, ısıtma ve soğutma yükünü olumsuz etkilemeden gerektiği durumda yapı içine alınacak rüzgarın yönlendirilmesiyle daha kontrollü bir havalandırma sağlanmasıdır. Sıcak – nemli iklim bölgesindeki örneklerde, yapının uzun cephesinin 2'sinde hakim rüzgar yönüne dik; 2'sinde de yaklaşık olarak 45°'lik bir açıyla yerleştirilmesi, bu

iklim bölgesi için de etkili doğal havalandırmanın sağlanması gerekliliğini desteklemektedir.

- Yapı – sokak ilişkisi; yapının sokağa paralel veya dik olması, sokakla hemzemin veya zeminden yükseltilmiş olması yönünden değişiklik göstermektedir. İncelenen yapılarda sıcak – kuru iklim örneklerinde, yapının bir kısmının zeminden yükseltildiği veya yapının podyum üzerinde yükseltildiği görülmektedir. Böylece sıcak ve kuru olan rüzgar etkisi, zeminden ve cephe üzerinden hız kazandırılıp yönlendirilerek yapıdan uzaklaştırılmaktadır. Diğer iklim bölgelerinde, yapı – sokak ilişkisinde rüzgarın yönlendirilmesine yönelik bir çözüm görülmemektedir.
- Yapıya giriş yönü; hakim rüzgar yönü ile aynı veya farklı olabilmektedir. İncelenen yapılara bakıldığında, seçilen 16 örnekten sadece 4'ünün (oran olarak sıcak - nemli iklim bölgesinde daha fazla) hakim rüzgar yönü ile yapının giriş yönünün aynı olduğu görülmektedir. Özellikle sıcak –nemli ve ılıman iklim için, zemin seviyesindeki rüzgarın yapı içine alınması konusunda önem arz eden bu faktör, yapının konumlandığı dış çevre koşulları nedeniyle kimi zaman sağlanılamamaktadır. Rüzgar etkisinin fazla olduğu yerlerde, hakim rüzgar yönü ile yapının giriş yönünün aynı yönde olması durumunda ise, istenmeyen olumsuz etkileri azaltmak için 'Türkiye Müteahhitler Birliği Binası' örneğinde olduğu gibi yapı girişlerine rüzgarlık yapılması gibi önlemler de alınabilmektedir.

3.4. Yapı Özellikleri

Yapı özellikleri başlığı altında; yapı formu ile yapı kabuğundaki ve yapı içindeki yapı doğal havalandırma bileşenleri alt başlıkları analiz edilmiştir.

Yapı Formu

Yapı çevresinde etkili olan rüzgar, yapı formundan etkilenecek yönlenecek, hızlanmakta veya yavaşlamaktadır. Tablo 27'de örnek yapıların sahip oldukları yapı formları görülmektedir.

Tablo 27. Yapı formlarının karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	YAPI FORMU
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	Kareye yakın dikdörtgen planlı dikdörtgenler prizması (kütlesel parçalı)
	Algonquin Centre for Construction Excellence	Dikdörtgen form planlı ve yükseldikçe 3 kademede daralan prizma
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	Paralelkenar planlı ve çeyrek daire kesitli prizma
	Unilever Headquarters	Çokgen form planlı prizma (cephe yüzeyleri eğimli olarak kırıklı)
	Türkiye Mühendisler Birliği Binası	Dikdörtgen form planlı dikdörtgenler prizması (kütlesel parçalı)
	French National Solar Energy Institute	L-form planlı prizma
	Plantation Place	Bir kenarı içbükey dikdörtgen form planlı ve yükseldikçe kademeli olarak daralan prizma (Büyük Blok)
	The Atrium at 800 Yates	Dikdörtgen form planlı prizma (kütlesel parçalı)
	McCann FitzGerald Headquarters	Kareye yakın dikdörtgen planlı dikdörtgenler prizması
SICAK-KURU	Siemens Headquarters	Kare form planlı dikdörtgenler prizması
	VIA Corporativo	T-form planlı prizma
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	Bir kenarı kısmi açılı dikdörtgen planlı prizma

Tablo 27'nin devamı

İKLİM	YAPI ADI	YAPI FORMU
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	Kareye yakın dikdörtgen form planlı dikdörtgenler prizması (kütlesel parçalı)
	Genzyme Center	Düzgün olmayan L-form planlı prizma (kütlesel parçalı)
	One Airport Square	Düzgün olmayan kırıklı L-form planlı ve çıkmalı prizma
	Solaris	Organik hatlı düzgün olmayan dörtgen form planlı ve yükseldikçe kademeli olarak daralan prizma

- Soğuk iklim bölgesindeki yapı formları, rüzgardan korunmak ve ısı kaybını engellemek amacıyla en - boy oranı birbirine yakın kompakt formlardan oluşmaktadır.
- Ilıman iklim bölgesindeki yapılarda, en - boy oranı birbirinden farklı, dikdörtgen veya çokgen formlar olduğu görülmektedir. Bu iklim bölgesinde, nem etkisini azaltmak için kütlesel parçalı form yaklaşımlarının da yer aldığı söylenebilir.
- Sıcak – kuru iklim bölgesindeki yapılarda, daha çok gölgelendirmenin sağlanabileceği ve bunun yanında ısı kazancının önlenerek temiz havanın yapı içine alınabileceği formların kullanıldığı görülmektedir.
- Sıcak – nemli iklimlerde ise, diğer tüm iklimlere kıyasla daha serbest formların kullanıldığı yapı örnekleri görülmektedir. Yüzey alanını arttırıcı bu yöntemlerle özellikle rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmak ve doğal havalandırma ile sıcak havanın dışarı atılmasını sağlamak esas alınmaktadır.

Yapı Kabuğundaki ve Yapı İçindeki Doğal Havalandırma Bileşenleri

Yapıda, havanın iç mekana alınmasına ve / veya iç mekandan uzaklaştırılmasına yardımcı olacak çeşitli yapı bileşenleri kullanılmaktadır. Tablo 28'de yapı kabuğundaki ve yapı içindeki doğal havalandırmaya etki eden atriyumla yardımcı yapı bileşenlerinin örnek yapılarıdaki kullanımı görülmektedir.

Tablo 28. Yapı kabuğundaki ve yapı içindeki doğal havalandırma bileşenlerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	YAPI KABUĞUNDAKİ VE YAPI İÇİNDEKİ YAPI BİLEŞENLERİ														
		YAPI KABUĞU									YAPI İÇİ					
		CEPHE					ÇATI									
		TEK CİDAR	ÇİFT CİDAR	İKLİM HOLLERİ	KANAT DUVARLARI	GÖLGELENDİRME ELEMANLARI	ÇATI KANATLARI	RÜZGAR BACASI	RÜZGAR KEPÇESİ	GÜNEŞ BACASI	GÖLGELENDİRME ELEMANLARI	GÜNEŞ ODALARI	BÖLÜCÜ DUVARLAR	BÖLÜCÜ TAVANLAR	TOPRAKTAN HAVALANDIRMAYI SAĞLAYAN KANALLAR	SERVİS ÇEKİRDEKLERİ
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	●														●
	Algonquin Centre for Construction Excellence	●				●										●
ILIMAN	EIB HQ	●				●										●
	Unilever HQ		●			●								●		
	Türkiye Müteahhitler Birliği Binası	●	●			●							●			
	INES	●	●			●	●			●						●
	Plantation Place		●			●										●
	The Atrium at 800 Yates	●											●			●
	McCann FitzGerald HQ		●			●							●		●	●
	SICAK-KURU	Siemens HQ	●				●				●					●
VIA Corporativo		●	●			●									●	
Telecommunications Regulatory Authority HQ		●				●										
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	●	●			●				●			●			●
	Genzyme Center	●	●			●				●			●			●
	OneAirport Square	●				●										
	Solaris	●				●				●						●

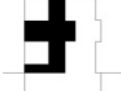
- Cephede yer alan yapı kabuğu boşlukları ile ilgili açılış yönleri ve boyutları gibi özellikler, örnek yapılarda yeterli bilgiye ulaşamamasından dolayı incelenememiştir. Bundan dolayı, tek cephe ya da çift cephe şeklinde ele alınmıştır.
- Cephede yer alan gölgelendirme elemanları, soğuk ve ılıman iklim bölgelerindeki 1'er yapı örneği dışında seçilen yapı örneklerinin tümünde uygulanmıştır. Çatıda yer alan gölgelendirme elemanları ise; soğuk iklim bölgesinde hiç kullanılmamış, sıcak – nemli iklim bölgesinde ağırlıklı olarak kullanılmış, diğer iklim bölgelerinde ise nadiren kullanılmıştır. Ancak bu yapılarda gerek cephede gerekse çatıda kullanılan gölgelendirme elemanlarının, havanın yönlendirilmesine yardımcı olmaktan çok güneş kontrolü sağlamak görevinde kullanıldığı görülmüştür.
- Çatı kanatları, hızı ve yönü çevresel verilere bağlı olarak değişen rüzgarın niteliğinde değişimler gerçekleştirilmesine olanak tanıyarak doğal havalandırma stratejilerini daha verimli hale getirmektedir. Bunda çevre yapıların yüksek olması, yapının konumlandığı topografik özellikler veya hakim rüzgar yönüne zıt şekilde havalandırma boşluklarının yer alması etkili olabilmektedir. Yapı örnekleri arasından sadece ılıman iklim bölgesindeki 1 yapı örneğinde uygulandığı görülmektedir. Kapalı dağların arasında çukur biçimde yer alan ovada konumlanan 'French National Solar Energy Institute' örneğinde yapının konumlandığı topografik özelliklerden kaynaklı çatı kanadının kullanıldığı görülmektedir. Bu yapı elemanı, ovaya düşen ve hızı azalan rüzgarın hızını arttırarak yapının içinde yer alan atriyauma yönlendirilmesini sağlamaktadır.
- Mekan içerisindeki ısıran kirli havayı yönlendirici etkisi ile doğal havalandırmaya iklimden bağımsız bir şekilde yardım eden bölücü tavanların ılıman ve sıcak – nemli iklimdeki bazı örneklerde kullanıldığı görülmüştür.
- Topraktan havalandırmayı sağlayan kanallar, seçilen örneklerden sadece ılıman iklim bölgesinde görülmektedir. Günümüzde 'Unilever Headquarters' yapı örneğindeki gibi genellikle karma (hibrid) sistemlerde kullanıldığı görülen topraktan havalandırma sağlayan kanalların 'Türkiye Mühendisler Birliği Binası' yapı örneğindeki gibi mekanik sistemler ile birlikte kullanıldığı örneklere de rastlanabilmektedir.

- Servis çekirdeklerinin, seçilen örneklerden ılıman ve sıcak - kuru iklim bölgelerindeki yapı örneklerinde uygulandığı görülmektedir. ‘McCann FitzGerald Headquarters’ ve ‘Siemens Headquarters’ örneklerinde doğal havalandırma görevinde; ‘VIA Corporativo’ örneğinde ise gölgelendirme ve doğal havalandırma görevinde kullanılmıştır. Servis çekirdekleri daha çok yüksek yapılarda kullanıldığından, orta yüksekliğe sahip olan seçilen örnek yapılarda bu yapı bileşenine çok rastlanılmamıştır.
- Gök bahçeler ve dikey bahçeler, seçilen örneklerden sıcak-kuru iklim bölgesi dışındaki tüm iklimlerde uygulanmıştır. Sıcak-kuru iklim özelliklerinin bitki yetiştirme için yeterli olanağı vermemesi, gök bahçe ve dikey bahçelerin bu iklimde kullanılmamasına neden olmuştur.
- Seçilen yapı örneklerinin karşılaştırmasında; “iklim holleri, kanat duvarlar, rüzgar bacası, rüzgar kepçesi, güneş bacası, güneş odaları, bölücü duvarlar” gibi yapı bileşenlerinin kullanılmadığı görülmektedir.
- Doğal havalandırmanın atriyumlarla beraber sağlandığı örnek yapılara bakıldığında, bu işlev için yardımcı yapı bileşeni olarak daha çok tek ve çift cephe (yapı kabuğu boşlukları), gök bahçeler ve dikey bahçeler tercih edildiği görülmektedir.

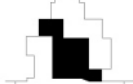
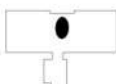
3.5. Atriyum Özellikleri

Atriyum ve atriyum çatı formları, yapıdaki konumları ve atriyum tipleri (yatay / düşey) Tablo 29’da; atriyum çatı ve eğim tipi, yapı çatısı yükseklik ilişkisi ve hava akış yönü Tablo 30’da; malzeme özellikleri ise Tablo 31’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

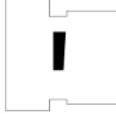
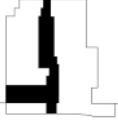
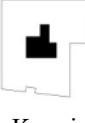
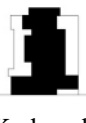
Tablo 29. Yapılardaki atriyumların form, tip - konum verilerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	ATRİYUM			
		ATRİYUM FORMU / ATRİYUM ÇATI FORMU	YAPIDAKİ KONUMU	ATRİYUM TİPİ	
				YATAY	DÜŞEY
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	Dikdörtgen / –	Merkezi	 Kısmi	 Kademeli

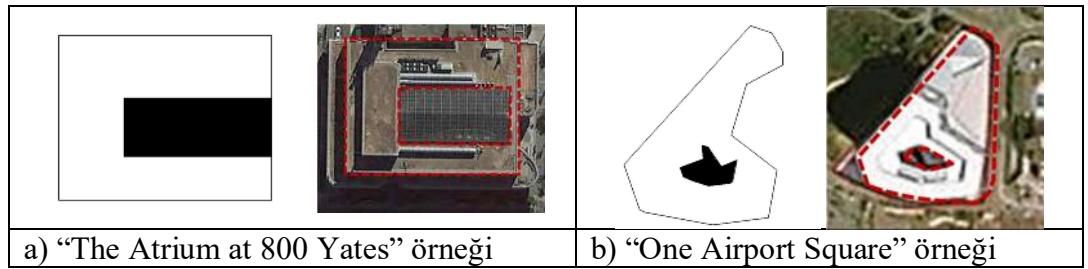
Tablo 29'un devamı

İKLİM	YAPI ADI	ATRİYUM			
		ATRİYUM FORMU / ATRİYUM ÇATI FORMU	YAPIDAKİ KONUMU	ATRİYUM TİPİ	
				YATAY	DÜŞEY
SOĞUK	Algonquin Centre for Construction Excellence	Dikdörtgen / Dikdörtgen	Merkezi	 Kısmi	 Sürekli
	European Investment Bank Headquarters	Üçgen / Yarım tonoz	Üç tarafı çevrili	 Çoklu	 Sürekli
	Unilever Headquarters	Çokgen / Katlanmış prizmatik plak	Merkezi	 Kısmi	 Kademeli
	Türkiye Müteahhitler Birliği Binası	Dikdörtgen / Dikdörtgen	Üç tarafı çevrili	 Kısmi	 Sürekli
	French National Solar Energy Institute	Dörtgen / Katlanmış prizmatik plak	Merkezi	 Kısmi	 Sürekli
	Plantation Place	Dikdörtgen / Dikdörtgen	Merkezi	 Kısmi	 Kademeli
	The Atrium at 800 Yates	Dikdörtgen / Dikdörtgen	Üç tarafı çevrili	 Kısmi	 Sürekli
ILIMAN	McCann FitzGerald Headquarters	Daire / Daire	Merkezi	 Kısmi	 Sürekli
	Siemens Headquarters	Kare /—	Merkezi	 Çoklu	 Sürekli
	VIA Corporativo	Elips /Tonoz	Merkezi	 Kısmi	 Kırıklı
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	L-form / L-form	Merkezi	 Kısmi	 Sürekli
SICAK-KURU					

Tablo 29'un devamı

İKLİM	YAPI ADI	ATRİYUM			
		ATRİYUM FORMU / ATRİYUM ÇATI FORMU	YAPIDAKİ KONUMU	ATRİYUM TİPİ	
				YATAY	DÜŞEY
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	Kimi katlarda farklılaşan çokgen / Dörtgen	Merkezi	 Kısmi	 Kademeli
	Genzyme Center	T-form / Katlanmış prizmatik plak	Merkezi	 Kısmi	 Kademeli
	One Airport Square	Çokgen / Çokgen	Merkezi	 Kısmi	 Sürekli
	Solaris	Eğrisel dörtgen / Eğrisel dörtgen	Doğrusal	 Çoklu	 Sürekli

- Atriyum formunun, karşılaştırmalı analizler sonucunda ağırlıklı olarak yapı formlarıyla; atriyum çatı formunun ise yapının atriyum formuyla eşdeğer formlarda olduğu görülmektedir. Şekil 41'de örnek yapılardan ikisine ait yapı formu – çatı formu ilişkisi verilmiştir.



Şekil 41. Atriyum formunun, yapı formu ve atriyum çatı formu ile ilişkisi (URL-44 ve URL-45'ten uyarlama).

- Atriyumun yapıdaki konumunun, seçilen 16 yapı örneğinden 12'sinde plan düzleminin merkezinde olduğu görülmektedir. Merkezi atriyum, planda hava

akımının kat etmesi gereken plan genişliğinin kısılmasını sağlamaktadır. Böylece, katlarda biriken kirli havanın merkezi atriyumda toplanması sağlanarak atriyum düşey düzlemde de bir havalandırma bacası gibi çalıştırılmaktadır. Merkezi atriyum formu, ılıman ve sıcak – nemli iklim bölgelerindeki bazı yapı örneklerinde daha serbest form olan üç taraflı veya doğrusal atriyumda da dönüşebilmektedir.

- Atriyum tipinin (yatay-plan düzlemi), soğuk iklim bölgesi dışındaki diğer iklim bölgelerinin tümünde kısmi atriyumun yanında çoklu atriyum olarak çeşitlendiği görülmektedir. Soğuk iklim bölgesinde sadece kısmi atriyumun seçilme nedeni, ısı kaybını önlemek amaçlıdır.

Atriyumların düşeydeki (kesit düzlemi) biçimleri karşılaştırıldığında ise, iklimden bağımsız bir biçimde; kat yüksekliği ve baca etkisinin düzeyinin kontrol edilebilirliğini kolaylaştırmak amaçlı şekillendiği görülmektedir. Atriyumun kesit düzleminde bölümlere ayrılmış olduğu örneklerdeki amacın, hem iç hava sıcaklığının dış hava sıcaklığından düşük olduğunda oluşacak ters yöndeki istenmeyen baca etkisinin önüne geçmek hem de yangın durumunda atriyumların yüksek basınç farkı etkisiyle yaratacağı baca etkisini sınırlandırmak olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 30. Yapılardaki atriyumların çatı ve eğim tipi, yapı çatısı yükseklik ilişkisi ile hava akış yönü verilerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	ATRİYUM	
		ATRİYUM ÇATI TİPİ, EĞİM TİPİ VE YAPI ÇATISI YÜKSEKLİK İLİŞKİSİ	HAVA AKIŞ YÖNÜ (ÇATI)
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	Açık / – / Yapı yüksekliğiyle aynı kot	Üst
	Algonquin Centre for Construction Excellence	Kapalı / Tek yöne / Yapı yüksekliğiyle aynı kot	Üst yan
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	Kapalı / Tek yöne / Yapı yüksekliğiyle aynı kot	Üst
	Unilever Headquarters	Kapalı / Katlanmış iki yöne kırıklı / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst
	Türkiye Mühendisler Birliği Binası	Kapalı / Tek yöne az eğimli / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst yan

Tablo 30'un devamı

İKLİM	YAPI ADI	ATRİYUM	
		ATRİYUM ÇATI TİPİ, EĞİM TİPİ VE YAPI ÇATISI YÜKSEKLİK İLİŞKİSİ	HAVA AKIŞ YÖNÜ (ÇATI)
ILIMAN	French National Solar Energy Institute	Kapalı / Katlanmış iki yöne kırıklı / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst ve Üst yan
	Plantation Place	Kapalı / Düz / Yapı yüksekliğinin üst ve alt kotu	Üst yan
	The Atrium at 800 Yates	Kapalı / İki yöne / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst
	McCann FitzGerald Headquarters	Kapalı / Tek yöne / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst yan
SICAK-KURU	Siemens Headquarters	Açık veya Kapalı / (–) veya Düz / Yapı yüksekliğinin alt kotu	Üst
	VIA Corporativo	Kapalı / Tek yöne az eğimli / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst iki yan
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	Kapalı / Düz / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	Kapalı / Düz / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst
	Genzyme Center	Kapalı / Katlanmış iki yöne kırıklı / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst
	One Airport Square	Kapalı / Düz / Yapı yüksekliğinin üst kotu	Üst yan
	Solaris	Kapalı / Tek yöne eğimli / Yapı yüksekliğinin üst ve alt kotu	Üst

- Atriyum çatı tipinin, soğuk ve sıcak – kuru iklim bölgesindeki 1'er örnek dışındaki tüm yapı örneklerinde kapalı olduğu görülmektedir. Ilıman ve sıcak – nemli iklim bölgelerindeki atriyumlarda baca etkisini daha kontrollü sağlama amacı ile atriyumlar kapalı tasarlanmıştır. Atriyum çatı eğiminin ise, doğal havalandırmadan daha çok doğal aydınlatmada önemli olduğu belirlenmiştir. Atriyum – yapı çatısı yükseklik ilişkisine bakıldığında, seçilen 16 yapı örneğinden 10'unun atriyum çatısının yapı çatısından üst kotta olduğu tespit edilmiştir. Atriyum çatısı, kirli havanın yapı içindeki mekanlara zarar vermeden yapıdan uzaklaştırılmasını sağlayacak şekilde yapı çatısından daha üst kotta olduğu tespit edilmiştir.

- Hava akış yönlerine bakıldığında, iklim bölgesi farkı olmaksızın kirli havanın genellikle atriyum çatısının üst kısmından atıldığı görülmektedir.

Tablo 31. Yapılardaki atriyumların yan yüzey ve tavan malzemelerinin karşılaştırması

İKLİM	YAPI ADI	ATRİYUM	
		ATRİYUM YAN YÜZEYİ	ATRİYUM TAVAN YÜZEYİ
SOĞUK	60 Richmond Housing Cooperative	Masif duvar ve küçük boyutta pencereler	—
	Algonquin Centre for Construction Excellence	Masif duvar ve küçük boyutta pencereler	Saydam cam
ILIMAN	European Investment Bank Headquarters	Korkuluk ve gerisinde saydam cam	Saydam cam
	Unilever Headquarters	Masif korkuluk ve saydam cam / Korkuluk	Saydam cam ve metal kaplama
	Türkiye Müteahhitler Birliği Binası	Saydam cam korkuluk	Saydam cam
	French National Solar Energy Institute	Masif duvar ile orta ve büyük boyutta pencereler	Saydam cam
	Plantation Place	Saydam cam	Saydam cam
	The Atrium at 800 Yates	Masif korkuluk ve saydam cam / Saydam cam / Masif korkuluk	Saydam cam
	McCann FitzGerald Headquarters	Saydam cam korkuluk	Saydam cam
SICAK-KURU	Siemens Headquarters	Saydam cam	(-) veya Saydam cam veya Membran
	VIA Corporativo	Yarısaydam polikarbonat plastik malzeme ve saydam renkli cam	Saydam cam
	Telecommunications Regulatory Authority Headquarters	Saydam cam	Saydam cam
SICAK-NEMLİ	John and Frances Angelos Law Center	Demir korkuluk	Saydam cam
	Genzyme Center	Saydam ve yansıtıcı cam / Saydam cam korkuluk	Saydam cam
	One Airport Square	Saydam cam	Saydam cam
	Solaris	Saydam cam	Saydam cam

- Atriyum yan yüzeylerine bakıldığında; soğuk iklim örneklerinde ısı kaybını engellemek amaçlı kapalı masif duvar üzerinde küçük boyutta pencerelerin yer aldığı görülmektedir. Sıcak – kuru iklim örneklerinde bu yüzeyler; aşırı ısınmayı engellemek, fakat güneş ışığından maksimum yararlanmak amaçlı saydam malzemeler ile kapatılmıştır. Ilıman ve sıcak - nemli iklim bölgelerinde ise; “korkuluk, korkuluk ve saydam cam, saydam cam, masif duvar ve pencereler” gibi hava akışına daha fazla izin veren yüzeyler yapılmıştır.
- İncelenen yapıların tümünde atriyum tavan malzemelerinin saydam cam olduğu görülmektedir. Saydam cam malzeme, güneş ışınlarıyla ısınan yüzeyine atriyum içerisindeki kirli havayı çekerek baca etkisini arttırmaktadır. Ilıman iklimdeki ‘Unilever Headquarters’ örneği ile sıcak - kuru iklim bölgesindeki ‘Siemens Headquarters’ örneğinde güneş kontrolü sağlamak amacıyla camın yanı sıra metal ve membran gibi malzemelerle gölgelendirme yapıldığı görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanmak, yapılardaki enerji korunumunu yükseltmek, mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmak, tüketilen fosil kaynaklı enerji miktarını minimize etmek, doğal çevreye duyarlı ve sürdürülebilir olmak günümüz yapı sektörünün dikkatle ele alması gereken konulardandır.

Enerji etkin mimarlık anlayışı doğrultusunda gelişen pasif iklimlendirme sistemleri, yapılardaki mekanik enerji tüketim gereksinimini azaltmaktadır. Pasif iklimlendirme sistemlerinden olan doğal havalandırma; yapılarda havalandırmanın doğal yollarla sağlanması, enerji korunumu, ekonomi ve sağlık açısından mekanik sistemlere göre daha olumludur.

Atriyumlar, bir mekan niteliğine sahip olması, rüzgar olmadığı zamanlarda bile baca etkisi ile hava akışının sağlanmasına izin vermesi, enerji tüketiminin minimum seviyede tutulmasına imkan verecek şekilde pasif ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatmanın bir arada sağlanabildiği bir mekan olması gibi özellikleri ile yapılarda doğal havalandırma sağlayan önemli bir yapı bileşenidir.

Doğal havalandırmanın atriyumlu yapılar üzerinden incelendiği bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlar, aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir:

- Sonuçlar
- Genel Sonuçlar

Sonuçlar

Yapı örneklerine dair elde edilen sonuçlar; yapı bilgilerine, havalandırma şemalarına, dış çevre özelliklerine, yapı özelliklerine ve atriyum özelliklerine göre aşağıda verilmiştir:

- Atriyumlu yapı örnekleri en fazla ılıman iklim bölgesinde, sonrasında sıcak – nemli iklim bölgesinde görülmüştür. Soğuk iklim bölgesinde ise çok az yapı örneğine rastlanılmıştır.
- Ofis işlevinde olan örnekler sayıca daha fazladır.
- Tüm örneklerde, doğal havalandırmanın yanında diğer pasif enerji stratejileri de yer almaktadır.

- Kat sayısı açısından, genellikle orta yükseklikte olan örnekler daha fazla görülmüştür.
- Doğal havalandırma veriminin arttırılması amacıyla, özellikle soğuk ve sıcak – kuru iklim yapı örneklerinde mekanik havalandırma sistemleri de kullanılmıştır.
- Doğal dış çevrede yer alan hakim rüzgar yönü etkeninin; yapma dış çevrede yer alan ‘yapı yönlenmesi, yapı - sokak ilişkisi ve yapıya giriş yönü’ verilerini etkilediği görülmüştür. Yapı örnekleri, genellikle rüzgarın serinletici etkisinden yararlanılacak şekilde hakim rüzgara yaklaşık 45°’lik açı ile yönlendirilerek konumlandırılmıştır.
- Yapı örnekleri, genellikle sokağa paralel şekilde konumlandırılarak rüzgarın sokak boyunca kazanacağı kanal etkisinin yapı cephesi üzerindeki olumsuz etkisi engellenmeye çalışılmıştır. Sıcak – kuru iklimdeki örneklerde, yapı ya zeminden yüksekte ya da podyum üzerinde yükseltilerek rüzgarın istenmeyen kuru etkisi engellenmeye çalışılmıştır. Diğer iklim bölgelerindeki yapılar ise, sokakla hemzemin olacak şekilde konumlandırılmıştır.
- Yapı formları, her iklim bölgesinde rüzgar etkisi dikkate alınarak biçimlendirilmiştir.
- Yapı kabuğunda ve / veya yapı içindeki doğal havalandırma bileşenleri ile doğal havalandırmanın etkinliği arttırılmıştır. Bu yapı bileşenlerinden atriyum ile birlikte en fazla kullanılan yapı bileşenlerinin; tek ve çift cephe uygulamalarında yer alan pencereler, gök bahçeler ve dikey bahçeler olduğu görülmüştür.
- Atriyumlarda, rüzgar etkisi olmadan da baca etkisi ile birlikte “sıcaklık ve yükseklik farkı”ndan yararlanılarak doğal havalandırma gerçekleştirilmektedir.
- Yapı örneklerinin çoğunda; yapının formu ile atriyum formu, atriyum formu ile de atriyumun çatı formu benzer biçimde oluşturulmuştur.
- Yapılarda genellikle merkezi atriyum tercih edilmiştir.
- Atriyum çatıları genellikle kapalı olmakla birlikte, soğuk ve sıcak – kuru iklimdeki yapı örneklerinde açık çatı biçimlerine de rastlanılmıştır.
- Atriyum çatısından hava akışı genellikle atriyum çatısının en üst seviyesinden dışarıya doğru sağlanmıştır.
- Atriyum yan yüzeyleri, soğuk iklimlerde masif duvardan veya masif duvarla birlikte küçük boyuttaki pencerelerden oluşmuştur. Diğer iklim bölgelerindeki

yapıların bu yüzeyleri ise daha serbest malzemeler olan saydam cam veya korkuluklardan oluşmuştur. Bununla birlikte soğuk ve sıcak – kuru iklimdeki örneklerde, atriyum yan yüzeylerinde korkuluk kullanılmadığı görülmüş, bu örneklerde saydam cam veya masif duvar gibi yüzeylerle kapalı bir atriyum oluşturulmuştur.

- Atriyum çatı örtüsünün kapalı olduğu tüm yapı örneklerinde çatı örtü malzemesi olarak cam kullanılmıştır.

Genel Sonuçlar

Literatür çalışması ve yapı analizleri sonucu elde edilen genel sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Farklı iklim özelliği gösteren bölgelerde, o bölgenin iklim özelliklerini yansıtan tasarım çözümleri ile yapı ve çevre bir bütün halinde ele alınmalıdır.
- Yapılar, enerji etkin pasif sistemlerde etkili parametreler dikkate alınacak şekilde tasarlanıp uygulanmalı, mimar ve mühendisler ile kullanıcıların bu konuda bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.
- İnsan sağlığı ve ekolojik değerler açısından doğal havalandırma, yapılarda önemli bir tasarım kararı olarak ele alınmalıdır. Yapının tasarım aşamasında; yapının konumlanacağı yerdeki iklimsel veriler, dış çevre özellikleri ve yapı özellikleri verileri analiz edilerek en uygun değerdeki sonuçlara göre uygulanacak doğal havalandırma kararları belirlenmelidir.
- Rüzgar hızının yeterli olmadığı durumlarda, çeşitli yapısal ve çevresel önlemler alınarak yapılarda doğal havalandırma sisteminin daha etkin kullanılması sağlanmalıdır.
- Yapılarda pasif iklimlendirme sistemlerini teşvik edecek yasa ve düzenlemeler getirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Akşit, F. Ş., 2005. Türkiye'nin Farklı İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Bina ve Yerleşme Birimi Tasarımı, Tasarım Dergisi, 157, 12, 124-130.
- Akyürek, Y. ve Pekışık, G., 2003. "Güneş, Uygarlık ve Cam", Yapı Dergisi, 258.
- Alakavuk, E., 2010. Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ali, C. ve Özer, Y., Ö., 2011. Sıcak İklimlerde Bina İçi İklimlendirme İçin Geleneksel Bir Sistem: Rüzgar Bacaları, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan, İzmir.
- Allard, F., 1998. Natural Ventilation in Buildings A Design Handbook, Introduction, Chapter 1, Ed: Francis Allard, James & James Science Publishers, London.
- Andersen, K., 1995. Natural Ventilation in Atria, Ashrae Transactions, 101, Part 2, 866-874.
- Arens, E. ve Watanabe, N., 1986. Natural Ventilative Cooling of Buildings, Department of the Navy Design Manual 11.02, Naval Facilities Engineering Command, Alexandria, VA.
- ASHRAE, 1989. "Air Flow Around Buildings, Hand book of Fundamentals", CH14, Ashrae SI End.
- ASHRAE Fundamentals (Temel El Kitabı), 1997. Binalar Etrafında Hava Akışı, Çeviren: Osman Genceli, Tesisat Mühendisleri Derneği, Yayın No: 2, İstanbul.
- Asımgil, B., 2006. Enerji Mimarlığı ve Bina Kabuğu, İnşaat Dünyası, 278, 96-102.
- Awbi, H. B., 1998. Ventilation, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2.
- Aykal, F., D., Gümüş, B. ve Akça, Y., B., Ö., 2009. Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Haziran, Diyarbakır, Bildiriler Kitabı, 78-83.
- Aynsley, R., M., Melbourne, W. ve Vickery, J., 1997. Architectural Aerodynamics, London.
- Aynsley, R., 2007. Natural Ventilation in Passive Design, BEDP Environment Design Guide, May.

- Aşıkoğlu, A., 2014. Sürdürülebilir Konut Yapılarında Pasif Sistemlerin Kullanılan Teknikler Açısından İrdelenmesi: İzmir İli İçin Bir Uygulama Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bainbridge, D., A. and Haggard, K., 2011. "Passive Solar Architecture: Heating, Cooling, Ventilation, Daylighting, and More Using Natural Flows", Chelsea Green Publishing Company, USA.
- Balanlı, A., 2007. Yapı Elemanları III: Doğramalar, YTÜ Mimarlık Bölümü Yayınlanmamış Ders Notu, İstanbul.
- Balanlı, A. ve Öztürk, A., 2006. Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: YTÜ.MF.YK – 06.0759, Fakülte Yayın No: MF.MİM – 06.002, İstanbul.
- Balfour, A., 1994. Ken Yeang: Bioclimatic Skyscrapers, Artemis, London.
- Barbosa, S. and Ip., K., 2014. Perspectives of Double Skin Facades for Naturally Ventilated Buildings: A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 40, 1019-1029.
- Bayraktar, N., T. ve Ok, V., 2010. Gölgeleme Araçlarının Mekanın Toplam Soğutma Yükleri Açısından Etkinliklerinin Belirlenmesi, İTÜ dergisi – mimarlık, planlama, tasarım, 1, 9, 115-128.
- Bednar, J., M., 1986. The New Atrium, McGrawhill Book Company, USA.
- Berköz, E., 1973. Güneş Radyasyonu Etkisinin Optimizasyonu Açısından Binaların Yönlendiriliş Durumlarının Belirlenmesi, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul, 2-5.
- Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., ve diğerleri, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK-İNTAG 201, Araştırma Raporu, İstanbul.
- Boutet, T., S., 1987. Controlling Air Movement: A Manual for Architects and Builders, McGraw-Hill Book Company.
- Brown, G., Z. and Dekay, M., 2001. "Sun, Wind, Light", Architectural Design Strategies, John Wiley&Sons Ltd., Hoboken, New Jersey.
- Bryn, I., 1995. "Atrium Buildings From the Perspective of Function, Indoor Air Quality, and Energy Use", Ashrae Transactions, 101, Part 2, 829-840.
- Burberry, P., 1983. Mitchell's Practical Thermal Design in Buildings, Batsford Ltd. Publisher, London, 41-45.
- Carmody, J., Selkowitz, S., Lee, E., Arastesh D. and Willmert T., 2004. Window Systems For High Performance Buildings, W.W.Norton & Company, New York.

- CIBSE, 1997. Natural Ventilation in Non – Domestic Buildings, Applications Manual AM10, London.
- CIBSE Guide, 1998. Energy Efficiency in Buildings, The Chartered Institution of Building Services Engineers, London.
- Compagno, A., 2002. Intelligente Glasfassaden: Material, Anwendung, Gestaltung, Birkhäuser Verlag, Basel.
- Çakır, S., 2003. Binalarda Doğal Ventilasyon Sisteminin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakmanus, İ., 2001. Binalarda Pasif Soğutma Sistemlerinin Tasarım Kriterleri, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 66, 21-31.
- Çakmanus, İ. ve Böke, A., 2001. Binaların Güneş Enerjisi ile Pasif Isıtılması ve Soğutulması, Yapı Dergisi, 235, 83-88.
- Çakmanus, İ., 2004. Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 84, 20-27.
- Darçın, P., 2008. Yapı İçi Hava Kirliliğinin Giderilmesinde Doğal Havalandırma İlkeleri, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Darçın, P., 2010. Yapılarda Doğal Havalandırma İlkeleri ve Sürdürülebilirlik, Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, Mart, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 165-172.
- Darçın, P. ve Balanlı, A., 2010. An Examination of Building Ventilation Methods in Terms of Environment and Natural Ventilation, Ecological Agenda International Conference on New Perspectives In Eco-Technologies and Eco-Economy, May, İstanbul, 118-131.
- Darçın, P. ve Balanlı, A., 2012. Yapılarda Doğal Hvalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 128, 33-42.
- Darçın, P., 2014. Yenileyici (Rejeneratif) Tasarım Kapsamında Doğal Havalandırmaya Yönelik Bir Yaklaşım, Mimarlık Dergisi, 379, 69-72.
- Demirbilek, F. ve Yılmaz, Z., 1996. İklimle İlgili Mimarlık, Mimarlık Dergisi, 269, 36-38.
- Demirtaş, B., 2007. Yüksek Binalarda Servis Çekirdekleri ve Düşey Sirkülasyon Sistemleri Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dikmen, Ç., 2011. Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi, Politeknik Dergisi, 2, 121-134.
- Doğan, Z., 2012. Sürdürülebilir Konutlar İçin Bir Değerlendirme Sistemi Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, M.S.G.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- El-Shorbagy, A., 2010. Design with Nature: Windcatcher as a Paradigm of Natural Ventilation Device in Buildings, *International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS* 10, 3, 26-31.
- Elzaidabi, A., 2008. "Low Energy, Wind Catcher Assisted Indirect-Evaporative Cooling System For Building Applications", Phdthesis, University Of Nottingham, Nottingham.
- Engel, H., 2014. Structure System (Çevirmen: Tasarım Yayın Grubu), Tasarım Yayın Grubu, İstanbul.
- Engin, N., 2012. Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal havalandırma, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 129, 62-70.
- Engin, N., Vural, N., Keskin, K. ve Ahmadvourhosseinizad, S., F., 2013. Atriumlarda Doğal Havalandırma, Akıllı ve Yeşil Binalar Kongresi ve Sergisi, Mayıs, Ankara, Bildiriler Kitabı: 201-208.
- Erturan, B., 2010. Akıllı Cephe Tasarım İlkeleri ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, M.S.G.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eryıldız, D., 2007. Güneşle Tasarım İlkeleri, Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji: Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki, 59-61.
- Eşsiz, Ö., 2005. "Cam, Isı ve Güç Kaynağı", İnşaat Dünyası Dergisi, 271, 86-92.
- Etheridge, D., 2012. "Natural Ventilation of Buildings: Theory, Measurement and Design", John Wiley & Sons Ltd., Nottingham.
- Fanger, P., O., 2005. Enerjiden Tasarruf Sağlarken İç Hava Kalitesi Nasıl Yüz Kere Daha İyi Hale Getirilebilir?, TTMD Dergisi, 37, 13-18.
- Farrelly, L., 2012. Yapım + Malzeme, Çeviren: Derya Nüket Özer, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Gandemer, J. and Guyot, A., 1976. Integration du Phenomene Vent Dans La Conception du Millieu Bati, Premier Ministre Groupe Central des Villes Nouvelles Secretariat General, Paris, France.
- Gedik, G., Z., 2009. Yapıda Soğutma Sistemleri, YTÜ Mimarlık Bölümü Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınlanmamış Ders Notları, İstanbul.
- Gedik, G., Z., 2015. İklim, YTÜ Mimarlık Bölümü Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınlanmış Ders Notları, İstanbul.
- Gedik, G., Z., 2015. Rüzgar ve Doğal Havalandırma, YTÜ Mimarlık Bölümü Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınlanmış Ders Notları, İstanbul.

- Ghalib, J., A., A., 2014. Sıcak İklimlerde Geleneksel Mimari Çözüm: Bina İçi İklimlendirme Elemanı-Rüzgar Bacaları, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Givoni, B., 1998. Climate Considerations in Building and Urban Design, John Wiley and Sons Inc., New York, 87-211.
- Göçer, Ö., 2006. Atrium Tipi Binalarda Enerji Tüketiminin Azaltılması ve Kullanıcı Konforunun Sağlanması için Uygun Camlama ve Denetim Sistemi Modeli, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hausladen, G., Saldanha, M. and Liedl, P., 2006. Climate Skin, Birkhauser, Basel, Boston, Berlin.
- Heiselberg, P., K., 2006. Design of Natural and Hybrid Ventilation, Aalborg: Department of Civil Engineering, Aalborg University, DCE Lecture Notes, No: 5.
- Holford, J., M. and Hunt, G., R., 2003. Fundamental Atrium Design For Natural Ventilation, Building and Environment, 38, 409-426.
- 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.
- IEA, 1995. Passive Solar Commercial and Institutional Buildings A Sourcebook Of Examples and Design Insights, International Energy Agency, John Wiley & Sons Ltd., England.
- Ismail, M. ve Abdul Rahman, A., M., 2012. Stack Ventilation Strategies In architectural Context: A Brief Review of Historical Development, Current Trends and Future Possibilities, School of Housing, Building & Planning, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.
- Jones, J., R. and Luther, M., B., 1993. A Summary of Analytical Methods and Case Study Monitoring of Atria, Ashrae Transactions, Part 1, 99, 1070-1080.
- Karataş, B., 2004. Sürdürülebilir Mimarlık Kavramında Çok Katlı Ofis Binalarında Ekolojik Tasarım İlkelerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kayhan, S., 2005. İç Ortam Havalandırma Kalitesi ve Havalandırma Kontrolü, TTMD Dergisi, 37, 19-24.
- Kılınç, G., A., 2015. Doğal Havalandırma Tasarım Stratejilerinin Yüksek Yapı Örnekleri Üzerinden İncelenmesi ve Türkiye İçin Tasarım Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, M.S.G.S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Keliven, T., 2003. Natural Ventilation in Buildings: Architectural Concepts, Consequences and Possibilities, Phd Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.

- Knack, U., Klein, T., Bilow, M. and Auer, T., 2007. *Facades*, Birkhauser, Basel, Boston, Berlin.
- Köppen, W., 1918. "Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle)", *Petermanns Geogr. Mitt.*, 64, 193-203 (map 1), 243-248 (map 2).
- Kwok, A., G. and Grondzik, W., T., 2011. *The Green Studio Handbook: Environmental Strategies for Schematic Design*, Elsevier Inc., USA.
- Landsberg, D., R., Misuriello, H., P. and Moreno, S., 1986. *Design Strategies for Energy Efficient Atrium Spaces*, *Ashrae Transactions*, 92, 310-328.
- Lawson, T., V., 1980. *Wind Effects on Buildings, Vol. 1, Design Applications*, Applied Science Publishers, London.
- Lechner, N., 1991. "Heating, Cooling, Lighting Design Sustainable Methods for Architects", John Wiley & Sons, Canada.
- Lechner, N., 2001. "Heating, Cooling, Lightining; Design Methods for Architects", Second Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Liddament, M., 2000. *Ventilation Strategies, Chapter 13, Indoor Air Quality Handbook*, Mc Graw – Hill, New York.
- Loncour, X., Deneyer, A., Blasco, M., Flamant, G. and Wouters, P., 2004. *Ventilated Double Facades, Classification & Illustration of Facade Concepts*, Department of Building Physics, Indoor Climate & Building Services, Belgian Building Research Institute, Belgium.
- Macdonald, A., J., 1975. *Wind Loading on Building*, Applied Science Pub., London, 33-41.
- Mahmoudi, M., 2009. *Analysis on Iranian Wind Catcher and Its Effect on Natural Ventilation as a Solution Towards Sustainable Architecture*, *World Academy of Science Engineering and Technology*, 54, 574-579.
- Markus, T., A. and Morris, E., N., 1980. "Buildings, Climate and Energy", Pitman Publishing Limited, London.
- Maroni, M., Seifert, B., Lindwall, T., 1995. *Indoor Air Quality A Comprehensive Reference Book*, Elsevier.
- Mills, F., A., 1994. *Energy Efficient Commercial Atrium Buildings*, *Ashrae Transactions*, 100, Part 1, 665-675.
- Montella, R., 1992. *Plastics in Architecture*, New York: Umi Books on Demand.

- 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.
- Motiee, H., Al., 2006. Assessment of the Contributions of Traditional Qanats in Sustainable Water Resources Management, International Journal of Water Resources Development, 22, 4.
- Oesterle, E., Lieb, R., D., Lutz, M. and Heusler, W., 2001. Double-Skin Facades, Prestel, Munich, London, Newyork.
- Oanh, N., T., K. and Hung, Y., T., 2005. "Indoor Air Pollution Control, in Advanced Air and Noise Pollution Control", Humana Press.
- Ok, V., 2005. Yapma Çevre Tasarımında Rüzgar Etkileri, Tasarım Dergisi, 157, 70-74.
- Ok, V., 2007. Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Temmuz, İzmir, Bildiriler Kitabı: 213-227.
- Ok, V., 2008. Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 103, 4, 33-44.
- Ok, V., Yaşa, E. ve Özgünler, M., 2009. Avlu İçi Hava Akımlarına Bina Cephesi Açıklıklarının Etkisi, İTÜ dergisi – mimarlık, planlama, tasarım, 1, 8, 15-27.
- Olgyay, V., 1963. Design with Climate-Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press, New Jersey, 6-175.
- Olgyay, V., 1992. Bioclimatic Design with Climate, Approach to Architectural Regionalism, New York.
- Oral, G., 2007. Ekolojik Yaklaşımda İklimle Dengeli Yapı Tasarımı, Tasarım Dergisi, 170, 110-114.
- Oral, G. ve Manioğlu, G., 2005. "İklimle Dengeli Tasarım: Mardin, Antakya Örnekleri", Tasarım Dergisi, 157, 136-142.
- Orhon, İ., Küçükdoğu, M., Ş. ve Ok, V., 1988. Doğal İklimlendirme, Toplu Konut İşletmesi Proje Planlama Tasarım El Kitabı, TUBİTAK YAE, Yayın No: U.9, Ankara, 1-22.
- Ovalı, P., K., 2009. Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematiğinin Oluşturulması "Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi", Doktora Tezi, T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Özbalta, T., 2005. Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım, TTMD Dergisi, 36, 27-34.

- Özbalta, T., G., 2011. Enerji Etkin Tasarımda Yeni Yaklaşımlar, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan, İzmir, Bildiriler Kitabı: 1487-1496.
- Özdemir, B., B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdeniz, M., B., 1984. Yapı Tasarımı İçin Türkiye İklim Verileri, Trabzon.
- Özteker, S., S., 2005. Ekolojik Tasarımda Mimari Tesisat İlişkileri, TTMD Dergisi, 36, 13-14.
- Roaf, S., 1988. Wind Tower of Yazd, Ph.D Thesis, Oxford University, Oxford.
- Robinson-Gayle, S., Kolokotroni, M., Cripps, A. and Tanno, S., 2001. ETFE Foil Cushions in Roofs and Atria, Construction and Building Materials, 323-327.
- Roaf, S., 2003. Ecohouse 2: A Design Guide, Architectural Press, London.
- Santamouris, M., 1998. Natural Ventilation in Buildings A Design Handbook, Design Guidelines and Technical Solutions for Natural Ventilation, Chapter 6, James & James Science Publishers, London.
- Saxon, R., 1986. Atrium Buildings, 2nd Edition, Bas Printers Limited Over Wallop, Hampshire.
- Saxon, R., 1993. The Atrium Comes of Age, Longman, Harlow.
- Sert, F., Y., 2016. Çatı ve Cephe Sistemlerinde ETFE Kaplamalarının Kullanımı, 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Haziran, İstanbul.
- Serteser, N. ve Ok, V., 2009. The Effects of Building Parameters on Wind Velocity and Air-Flow Type in The Urban Settlements, VII. International Conference on Urban Climate, June-July, Yokohama, Japan.
- Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Sev, A. ve Özgen A., 2003. Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma, Yapı Dergisi, 262, 92-99.
- Silver, P. ve McLean, W., 2014. Mimarlık Teknolojisine Giriş, Çeviren: Tuğçe Selin Tağmat, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Simmonds, P., 1994. Experiences With Naturally Ventilated Atria, Ashrae Transactions, 100, Part 1, 683-695.
- Spellman, F., R., 2008. "The Science of Air, Concepts and Applications", CRC Press, Boca Raton, FL.

- Tanaçan, L. ve Coşkun, E., 1989. Yüksek Yapıların Tasarım Sorunları, Yüksek Yapılar 1. Ulusal Sempozyumu, İstanbul, 292-289.
- Taranath, B., S. , 1997. Wind and Earthquake Resistant Buildings, Structural Analysis and Design, CRC Press Taylor & Francis Group, USA.
- Thomas, R. (Ed.), 1996. Environmental Design, An Introduction for Architects and Engineers, E & FN Spon, Oxford.
- Tokabaş, P., 2005. Kapalı Atrium Tasarımı ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tokuç, A., 2005. İzmir’de Enerji Etkin Konut Yapıları İçin Tasarım Kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tokuç, A. ve Yıldızber, Z., E., 2009. Enerji Etkin Konut Tasarımında Tesisat Bileşenleri ile Birlikte Kullanılabilecek Yapı Elemanlarının Araştırılması, DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5, 3, 31-42.
- Topbaş, M., T., Brohi, A., R. ve Karaman, M., R., 1998. Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Trabucco, D., 2010. Historical Evolution of the Service Core, CTBUH Journal, 41-47.
- URL-1,<http://www.intechopen.com/books/chemistry-emission-control-radioactive-pollution-and-indoor-air-quality/wind-driven-ventilation-for-enhanced-indoor-air-quality> Wind Driven Ventilation for Enhanced Indoor Air Quality. 23 Mart 2015.
- URL-2, <http://www.cbe.berkeley.edu/mixedmode/aboutmm.html> About Mixed-Mode. 23 Mart 2015.
- URL-3,https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf İklim Sınıflandırmaları. 8 Ocak 2015.
- URL-4, www.stadtentwicklung.berlin.de Senatsverwaltung für-Stadtentwicklung und Umwelt. 18 Haziran 2015.
- URL-5,<http://www.flomerics.com/flovent/applications/hga/hgapdf1.pdf> FloTHERM Products. 28 Temmuz 2015.
- URL-6,<https://www.competitionline.com/de/projekte/28809> J.Walter Thomson Projektbeschreibung. 21 Temmuz 2015.
- URL-7,<http://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas> INES - French National Solar Energy Institute / Atelier Michel Rémon + Agence Frédéric Nicolas. 10 Ağustos 2015.

- URL-8, <http://www.ttmd.org.tr/userfiles/dergi/dergi36.pdf> Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Mimarlık: Ekolojik Mimarlığın Ulaştığı Son Nokta, Bedzed. 18 Ağustos 2015.
- URL-9, <https://www.flickr.com/photos/rogersg/7661373692/> Flickr. 18 Ağustos 2015.
- URL-10, <https://facadeworld.com/2013/10/29/lycee-charles-de-gaulle-damascus-syria/> Lycée Charles de Gaulle Damascus, Syria. 24 Ağustos 2015.
- URL-11, <http://abacuseditions.tumblr.com/> Bridging the Affordability Gap: 60 Richmond East. 2 Eylül 2015.
- URL-12, <http://www.trakyaotocam.com.tr/Content/Pdf/Upload/Mimari-CamlarKatalogu.pdf> Mimari Camlar. 20 Ekim 2015.
- URL-13, https://tr.wikipedia.org/wiki/Akrilik_Akrilik. 20 Ekim 2015.
- URL-14, https://tr.wikipedia.org/wiki/Polikarbonat_Polikarbonat. 20 Ekim 2015.
- URL-15, <http://www.fabricart.com.tr/home/etfe-sistemler/> ETFE Sistemler. 20 Ekim 2015.
- URL-16, <http://spacing.ca/toronto/2010/08/24/tour-60-richmond-by-teeple-architects/>. 4 Ocak 2016.
- URL-17, https://issuu.com/teeplearch/docs/60_richmond_booklet. 4 Ocak 2016.
- URL-18, <http://www.sabmagazine.com/blog/2013/06/10/algonquin-centre-for-construction-excellence-ottawa-on/>. 8 Nisan 2016.
- URL-19, <http://www.cuhaci.com/index.php/projects/higher-education/116-algonquin-centre-for-construction-excellence>. 8 Nisan 2016.
- URL-20, <http://www.archdaily.com/191835/algonquin-centre-for-construction-excellence-acce-diamond-schmitt-architects>. 8 Nisan 2016.
- URL-21, <https://www.architonic.com/en/project/ingenhoven-architects-european-investment-bank-eib/5100002>. 3 Mart 2016.
- URL-22, <http://www.detail-online.com/article/european-investment-bank-luxembourg-13796/>. 3 Mart 2016.
- URL-23, <http://www.architects24.com/products/produkte-facade-systems/1172-interpane-facade/index.html>. 8 Mart 2016.
- URL-24, http://www.tmb.org.tr/doc/file/tmb_ygm_tr.pdf. 3 Haziran 2016.
- URL-25, <http://www.archdaily.com/503937/turkish-contractor-s-associaton-hq-avci-architects>. 3 Haziran 2016.

- URL-26,<http://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>. 12 Haziran 2016.
- URL-27,<http://www.icmimarlikdergisi.com/en/2015/03/09/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas/>. 12 Haziran 2016.
- URL-28,<http://aasarchitecture.com/2015/03/helios-french-national-solar-energy-institute-ines-by-atelier-michel-remon-architecte.html>. 12 Haziran 2016.
- URL-29, <http://www.betteraccess.org/PlantationPlace.pdf>. 25 Şubat 2016.
- URL-30, www.iftf.org. 25 Şubat 2016.
- URL-31,<http://www.archdaily.com/226201/the-atrium-dambrosio-architecture-urbanism>. 25 Mart 2016.
- URL-32,<http://openbuildings.com/buildings/mccann-fitzgerald-solicitors-corporate-headquarters-profile-3793>. 8 Nisan 2016.
- URL-33,<http://www.thefuturebuild.com/case-study/lighting-solution-for-siemens-hq-in-masdar-city-a-case-study>. 2 Mart 2016.
- URL-34,<http://urban-energetics.com/post/116902612113/siemens-middle-east-headquarters>. 2 Mart 2016.
- URL-35,<http://inhabitat.com/photos-fin-like-shading-system-cools-siemens-uber-green-headquarters-at-masdar-city/siemens-leed-platinum-headquarters-masdar-city-2/>. 2 Mart 2016.
- URL-36, <http://www.archdaily.com/461211/via-corporativo-guillot-arquitectos>. 22 Mayıs 2016.
- URL-37,<http://openbuildings.com/buildings/telecommunications-regulatory-authority-headquarters-profile-40450/media#>. 12 Mayıs 2016.
- URL-38, <http://www.aiatopten.org/node/379>. 14 Mart 2016.
- URL-39, <https://vr3qz.wordpress.com/2011/10/23/>. 3 Şubat 2016.
- URL-40,<http://www.chapmanbdsp.com/our-work/commercial/one-airport-square.html#.V9hPUmi LTIU>. 16 Ocak 2016.
- URL-41, <http://www.oneairportsquare.com/building.html>. 16 Ocak 2016.
- URL-42, <http://www.e-architect.co.uk/singapore/solaris-singapore>. 20 Nisan 2016.
- URL-43,<http://tr.scribd.com/doc/234383166/SOLARIS-PART2-pdf#scribd>. 20 Nisan 2016.

URL-44,<http://www.archdaily.com/226201/the-atrium-dambrosio-architecture-urbanism>
The Atrium / D'Ambrosio Architecture & Urbanism. 25 Mart 2016.

URL-45,<http://www.archdaily.com/777642/one-airport-square-mario-cucinella-architects>
One Airport Square / Mario Cucinella Architects. 16 Ocak 2016.

Uslusoy, S., 2012. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Utkutuğ, G., 1999. Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi: Mimar-Tesisat Mühendisi İş Birliği, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Kasım, İzmir, Bildiriler Kitabı: 21-36.

Utkutuğ, G. ve Çeviker, A., 2002. Yeşil Mimarlık, Bilim ve Teknik Dergisi Mimarlık Eki, Kasım, 6-7.

Uzun, T., 1997. Mimari Tasarıma Ekolojik Yaklaşım, Adana'da Bir Tasarım Denemesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Uzun, I., 2001. Mimarlıkta Ortak Mekan Kavramı Kapsamında Atriumlar Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ünal, B., 1995. Bina Biçimlenmesinde Boşlukların Yakın Çevredeki Hava Hareketi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Watson, D. and Labs, K., 1992. Climatic Design: Energy-Efficient Building Principles and Practices, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 3-81.

Watson, D. and Labs, K., 1994. Climatic Building Design: Energy- Efficient Building Principles and Practice, McGraw Hill, New York.

Watt, F. ve Wilson, F., 2007. Hava ve İklim, Çeviren: Gökhan Barış Bağcı, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Popüler Bilim Kitapları, Ankara.

Wood, A. and Salib, R., 2013. Natural Ventilation in High-Rise Office Buildings, Routledge, London.

Wouters, N., H., 1999. Classification of Hybrid Ventilation Concepts, IEA Annex., IEA.

Wright, D., 1984. Natural Solar Architecture: The Passive Solar Primer, Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Xie, X., Huang, Z. and Wang, J., 2005. Impact of Building Configuration on Air Quality in Street Canyon, School of Mechanical Engineering, Shanghai Jaio University, China.

- Yaşar, E., 2004. Avlulu Binalarda Doğal Havalandırma ve Soğutma Açısından Rüzgar Etkisi İle Oluşacak Hava Akımlarına Yüzey Açıklıklarının Etkisinin Deneysel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yeang, K., 2000. Service Cores, John Wiley & Sons Inc., New York, 1-79.
- Yeang, K., 2001. 1000 Yıllık Dönem için Tasarım, TTMD Dergisi, 14, 20-30.
- Yeang, K., 2006. Ecodesign: A Manual for Ecological Design, John Wiley & Sons Inc., London, 211-233.
- Yeang, K., 2012. Ekotasarım: Ekolojik Tasarım Rehberi, Çeviren: Semih Eryıldız ve Demet Eryıldız, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz, Z., 2005. Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Kasım, İzmir, Bildiriler Kitabı: 387-398.
- Yılmaz, Z., 2006. Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 91.
- Yücel, M., 2010. Yüksek Binaların Yakın Çevre Bina Yüzeylerindeki Hava Akışına Etkileri - Four Winds Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksek, İ. ve Esin, T., 2011. Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan, İzmir.
- Yoshio, H., Ito, K. and Aozasa, K., 1995. Trends in Thermal Environmental Design of Atrium Buildings in Japan, *Ashrae Transactions*, 101, 858-865.
- Zarandi, M., M., 2006. Natural Ventilation As A Solution Towards Sustainability in Architecture, International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July, Milos Island, Greece.
- Zeren, L., 1977. Türkiye’de İklimle Dengeli Mimari Uygulama, Tübitak VI. Bilim Kongresi, Ekim, İstanbul.
- Zeren, L. ve diğerleri, 1987. Türkiye’de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli’ne İlişkin Çalışma, Araştırma Projesi, İTÜ Uyg-Ar Merkezi, İstanbul.
- Zeydan, Z., E., Zeydan, Ö. ve Yıldırım, Y., 2009. Hasta Bina Sendromu, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Mayıs, İzmir, Bildiriler Kitabı: 587-595.
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

Naide SEVİM 04.01.1991 tarihinde Trabzon'da doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamlamıştır. Lise eğitimini Tevfik Serdar Anadolu Lisesi'nde bitirmiştir. 2008 yılında başladığı Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü'nden 2012 yılında mezun olmuştur.

2014 – 2015 döneminde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başlamıştır. 2014 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde öğrenimine devam etmektedir. Orta seviyede İngilizce bilmektedir.