

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA DOĞAL VANTİLASYON SİSTEMİNİN
DEĞERLENDİRMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Sevgim ÇAKIR

Anabilim Dalı : MİMARLIK
Programı : FİZİKSEL ÇEVRE KONTROLÜ

MAYIS 2003

**BİNALARDA DOĞAL VANTİLAYON SİSTEMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Sevgim ÇAKIR
(502001506)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Mayıs 2003**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Gül KOÇLAR ORAL

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Vildan OK (İ.T.Ü.)

Yrd.Doç.Dr.Gülay ZORER GEDİK (Y.T.Ü.)

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, bina hacimlerinde doğal vantilasyon sisteminin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Doğal vantilasyon sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan hesap yöntemleri incelenmiş, Avrupa Enerji Komisyonu – Altener birimi tarafından oluşturulan ve ‘Network modeli’ hesap yöntemini esas alan AIOLOS yazılım programı ele alınarak, Ataşehir Manolya –2 yapı adasındaki bloklara uygulanmıştır.

Tezin yürütülmesi ve tamamlanması sürecinde katkı ve yardımlarından dolayı Tez Danışmanım Sayın Doç. Dr. Gül Koçlar Oral’a ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgilerine başvurduğum değerli hocam Prof. Dr. Vildan Ok’a teşekkür ederim.

Bilimsel düşünme ve araştırma öğretilerini bana aşıl原因an sevgili babam Prof. Dr. Sabri Çakır’a, sabrını ve neşesini örnek aldığım annem Hacer Çakır’a ve sevgili kardeşim Belgin’e de yanımda oldukları için teşekkür ederim.

Mayıs, 2003

Sevgim Çakır

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. VANTİLASYONUN TANIMI VE TÜRLERİ	4
2.1. Ventilasyonun Tanımı	4
2.2. Ventilasyonun Türleri	4
2.2.1. Doğal Ventilasyon	5
2.2.2. Mekanik Ventilasyon	5
3. BİNALARDA DOĞAL VANTİLASYON KULLANIMINI GEREKLİ KILAN FAKTÖRLER	7
3.1. İç Ortam Hava Kalitesinin Sağlanması	7
3.2. Termal Konfor	9
4. DOĞAL VANTİLASYONUN OLUŞUMUNDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	12
4.1. Rüzgar	12
4.1.1. Rüzgarın Oluşumuna Etki Eden Faktörler	13
4.1.2. Doğal Ventilasyonun Sağlanmasında Rüzgar Basıncı Etkisi	15
4.2. Sıcaklık Farkı	18
5. DOĞAL VANTİLASYON SİSTEMİNİN TASARIMINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	21
5.1. Yerleşme Ölçeği	21
5.1.1. Binaların Konumlandırılması ve Bina Aralıkları	22
5.1.2. Açık Alan Düzenlemesi	24
5.2. Bina Ölçeği	27
5.2.1. Bina Formu	28
5.2.1.1. Binanın Yüksekliği	28
5.2.1.2. Çatı Türü	28
5.2.1.3 Bina Boyutlarına İlişkin Oranlar	29
5.2.1.4. Bina Kabuğunda Yapılan Düzenlemeler	29

5.3. Hacim Ölçeği	32
5.3.1. Yatay Düzlemdeki Düzenlemeler	32
5.3.2. Düşey Düzlemdeki Düzenlemeler	33
5.4. Eleman Ölçeği	34
5.4.1. Açıklıkların Boyutlandırılması ve Konumlandırılması	34
5.4.2. Açıklık Tasarımı	36
5.4.2.1. Pencereler	36
5.4.2.2. Örtüler	40
5.4.2.3 Kapılar	40
5.4.2.4. Hava Menfezleri ve Vantilatörler	41
6. DOĞAL VANTİLYASYON HESAPLARINDA KULLANILAN YÖNTEMLER	42
6.1. Deneysel Model	43
6.1.1. Doğal Vantilasyonun Kullanıldığı Binalarda, İç Ortam Hava Akım Miktarlarının Tahmininde Kullanılan Basitleştirilmiş Metodlar	43
6.1.1.1. 'The British Standards' Metodu	43
6.1.1.2. Ashrae Metodu	45
6.1.1.3. Aynsley Metodu	46
6.1.1.4. De Gidds ve Phaff Metodu	47
6.1.2. Doğal Vantilasyonun Kullanıldığı Binalarda, İç Ortam Hava Akım Hızlarının Tahmininde Kullanılan Basitleştirilmiş Metodlar	48
6.1.2.1. Givonni Metodu	49
6.1.2.2. Melaragno Metodu	49
6.1.2.3. CSTB Metodu	50
6.1.2.4. Ernest Metodu	52
6.2. Network Modeli	53
6.2.1. Doğal Vantilasyonla İlgili Fiziksel Mekanizmalar	54
6.2.1.1. Rüzgar Etkisi	54
6.2.1.2. Sıcaklık Farkı Etkisi	57
6.2.1.3 Rüzgar ve Sıcaklık Farkı Etkilerinin Bir Arada Olduğu Durumlar	58
6.2.2. Geniş Açıklık ve Çatlaklardan Geçen Hava Akım Miktarı	59
6.2.2.1. Çatlaklardan Geçen Hava Akımı	60
6.2.2.2. Geniş Açıklıklardan Geçen Hava Akımı	60
6.2.2.3 Geniş Açıklıklarda Nötr Seviye	62
6.2.3. Network Modelinde Matematiksel Yaklaşım	62
6.2.4. Deneysel Verilerle Network Modeli Karşılaştırması	63
6.2.4.1. Tek Taraflı Doğal Vantilasyon Benzetişimleri	64
6.2.4.2. Çapraz Doğal Vantilasyon Benzetişimleri	65
6.3. Zonal ve CFD Modelleri	66

6.4. Yöntemlerin Değerlendirilmesi	67
7. BİNA HACİMLERİNDE DOĞAL VANTİLYASYON SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK YAPILAN ÖRNEK ÇALIŞMA	69
7.1. Uygulama Çalışmasının Amacı	69
7.2. Uygulama Çalışması	69
7.3. Uygulama Çalışmasının Sonuçları	74
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	81
EK A	84
EK B	96
EK C	112
ÖZGEÇMİŞ	129

KISALTMALAR

DOE	: United States Department of Energy
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
HVAC	: Heating, Ventilating and Air Conditioning
CFC	: Kloroflorokarbon
EC	: European Committee
CFD	: Computational Fluid Dynamics
ACH	: Air Change Rates per Hour

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 6.1. Tek yönlü doğal vantilasyona ilişkin formüller.....	44
Tablo 6.2. Çapraz doğal vantilasyona ilişkin formüller.....	45
Tablo 6.3. Çeşitli bina yükseklikleri ve engel durumuna göre b katsayısı değerleri	46
Tablo 6.4. Doğal vantilasyonun sağlandığı hacimlerde iç ortam hava akımının rüzgar yönlerine, açıklık tiplerine ve yerleşimlerine bağlı değerleri.....	50
Tablo 6.5. Bölge tipine ilişkin parametre değerleri	56
Tablo 6.6. Deneysel sonuçlara dayalı basınç katsayısı (Cp) değerleri	56
Tablo 6.7. Pencereilerin etrafında yer alan çatlaklara ait akım katsayısı (K) değerleri.....	60
Tablo 6.8. Tek taraflı havalandırılan hacimlerin, network modeli benzetişim sonuçları	64
Tablo 6.9. Çapraz havalandırılan örnek hacimde, ölçümlerle ve COMIS Network modeline göre elde edilen hava akım miktarlarının karşılaştırılması.....	66
Tablo 7.1. 1992-2001 yılları İstanbul Göztepe'ye ait 21 Temmuz iklimsel verileri.....	71
Tablo 7.2. DIN 1976 T.22'ye göre tavsiye edilen saatlik hava değişimi.....	74

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 : İç hava kalitesi için gerekli olan hava akım oranının kirliliğe bağlı grafiği.....	8
Şekil 3.2 : Gece vantilasyonu ile sağlanan sıcaklık farkı.....	11
Şekil 4.1 : Hava akım tipleri.....	12
Şekil 4.2 : Gece ve gündüz oluşan dağ-vadi rüzgarları	14
Şekil 4.3 : Rüzgarın oluşumunda kent dokusunun etkisi.....	15
Şekil 4.4 : Rüzgar etkisiyle bina çevresinde oluşan basınç bölgeleri.....	16
Şekil 4.5 : Rüzgar etkisiyle bina çevresinde oluşan türbülanslı ve girdaplı bölgeler.....	16
Şekil 4.6 : Venturi tüpünde Bernoulli etkisi.....	17
Şekil 4.7 : Çatı açıklıklarında Bernoulli etkisiyle sağlanan doğal vantilasyon.....	17
Şekil 4.8 : Yüksekliğin rüzgar hızına etkisi.....	18
Şekil 4.9 : Doğal vantilasyonun sağlanmasında baca etkisi.....	19
Şekil 4.10 : Güneş bacası.....	20
Şekil 5.1 : Eğimli bölgelerde yer alan binalarda rüzgar etkisi.....	22
Şekil 5.2 : Su birikintilerine yakın konumlandırılan binalarda rüzgar etkisi..	23
Şekil 5.3 : Binaların hakim rüzgara bağlı konumlandırılması.....	23
Şekil 5.4 : Bina konumlandırmalarında Venturi etkisi.....	24
Şekil 5.5 : Rüzgarın, yerleşim planlamasına bağlı olarak oluşturduğu farklı etki alanları.....	24
Şekil 5.6 : Yeşil elemanların doğal vantilasyona etkisi.....	25
Şekil 5.7 : Ağaç ve çalıların bina çevresindeki hava akımlarına etkileri.....	26
Şekil 5.8 : Bina çevresindeki ağaç ve çalılık gruplarıyla hava akımının yönlendirilmesi.....	27
Şekil 5.9 : Bina çevresindeki ağaç ve çalılık gruplarıyla oluşturulan Venturi etkisi.....	27
Şekil 5.10 : Çatı eğimine bağlı olarak oluşan basınç bölgeleri.....	29
Şekil 5.11 : Güneş ışıınımı ve rüzgar etkileri açısından farklı hacim organizasyonları.....	30
Şekil 5.12 : Saçak derinliğinin iç ortama giren hava akımı miktarı üzerine etkisi.....	31
Şekil 5.13 : Saçak konumlandırmalarının hava akımının geçiş düzlemine etkisi.....	32
Şekil 5.14 : Rüzgar yönlerindeki değişimin iç ortamda oluşan çapraz vantilasyona etkisi.....	33
Şekil 5.15 : Kullanıcı termal konforu ve bina strüktürünü soğutmada farklı açıklık konumlandırmaları.....	35

Şekil 5.16	: Doğal vantilasyonla yapı elemanlarının soğutulması.....	35
Şekil 5.17	: Sürme pencere tipleri.....	37
Şekil 5.18	: Düşey kanatlı pencere tipleri.....	37
Şekil 5.19	: Yatay kanatlı pencere tipleri.....	38
Şekil 5.20	: Farklı tip pencerelerden iç ortama giren hava akımı.....	38
Şekil 5.21	: Çift kademeli jaluziden iç ortama giren hava akımı.....	39
Şekil 5.22	: Düşey çatı penceresinden içeri giren hava akımı.....	40
Şekil 5.23	: Düşey olmayan çatı penceresinden içeri giren hava akımı.....	40
Şekil 6.1	: Vantilasyon katsayısının (C_{TP}) topografyaya bağlı değerleri.....	52
Şekil 6.2	: Açıklıktan geçen hava akımı.....	61
Şekil 6.3	: Çok zonlu bir binanın Network modeline göre sunumu.....	63

SEMBOL LİSTESİ

Q	: Hava akım miktarı (m^3/s)
A	: Açıklık yüzey alanı (m^2)
V	: Rüzgar hızı (m/sn)
C_d	: Boşaltma katsayısı
g	: Yerçekimsel ivme (m / s^2)
T	: Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)
a	: Sıcaklık farkı etkisi katsayısı ($\text{m}^6 \text{h}^{-2} \text{cm}^{-4} \text{K}^{-1}$)
b	: Rüzgar katsayısı ($\text{m}^4 \text{s}^2 \text{h}^{-2} \text{cm}^{-4}$)
U_{met}	: Meteorolojik rüzgar hızı (m s^{-1})
ΔT	: ΔT Ortalama iç-dış hava sıcaklık farkı (K)
Δp	: Basınç farkı (Pa)
U_{eff}	: Etkin rüzgar hızı
C_G	: Vantilasyon katsayısı
C_v	: İç ortam ortalama hava akımı hızı katsayısı
V_i	: İç ortam ortalama hava hızı (m/sn)
V_r	: Dış rüzgar referans hızı (m/sn)
θ	: Rüzgar yönü ($^{\circ}$)
ϕ	: Bina porozitesi
p_n	: İç mekan bölme tipi
p	: Havanın yoğunluğu (kg / m^3)
z	: Yükseklik (m)
K	: Akım katsayısı
n	: Akım üssü
CF	: Düzeltme faktörü

BİNALARDA DOĞAL VANTİLYASYON SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Bu çalışmada, binalarda doğal vantilyasyon sistemlerinin değerlendirilmesi konusu ele alınmış, bu alanda kullanılan hesap yöntemleri ortaya konmuştur. Avrupa Enerji Komisyonu – Altener birimi tarafından oluşturulan AIOLOS yazılım programı kullanılarak, İstanbul yöresi için örnek bir uygulama yapılmıştır.

Çalışmada oluşturulan bölümler ayrı ayrı şu şekilde özetlenebilir:

- Bölüm 2’de vantilyasyonun tanımlanması yapılmış, vantilyasyon türlerinden doğal ve mekanik vantilyasyon açıklanmıştır.
- Bölüm 3’te, binalarda iç ortam hava kalitesinin oluşturulmasında ve iklimsel konforun sağlanmasında doğal vantilyasyonun rolü ortaya konmuştur.
- Bölüm 4’te doğal vantilyasyonun oluşumuna sebep olan faktörler anlatılmıştır, bunlar; rüzgar ve sıcaklık farkı etkileridir. Bu faktörler ayrı ayrı ele alınarak incelenmiş, çeşitli iklim ölçekleri ve yerleşim tiplerinde gösterdikleri karakterler ortaya konmuştur. Aynı bölümde rüzgarın basınç etkisinin doğal vantilyasyon üzerindeki etkisi açıklanmış, binalarda oluşan basınç bölgeleri şekillerle gösterilmiştir. Sıcaklık farkının oluşturduğu baca etkisi açıklanmış örnekleri şekillerle sunulmuştur.
- Bölüm 5’te doğal vantilyasyon sisteminin tasarımında etkili olan faktörler, yerleşme, bina, hacim ve eleman ölçeğinde ele alınarak açıklanmıştır.
- Bölüm 6’da doğal vantilyasyon sisteminin değerlendirilmesinde kullanılan hesap yöntemleri anlatılmış, her bir hesap yönteminin oluşumunda esas alınan kriterler ve yapılan varsayımlar belirtilmiştir. Bu hesap yöntemlerini kapsayan 4 ana tip model bulunmaktadır; deneysel model, network modeli, zonal model ve CFD modeli. Bölümün sonunda ilgili modeller birbirleriyle karşılaştırılmış ve birtakım genel sonuçlara ulaşılmıştır.
- Bölüm 7’de, AIOLOS yazılım programı kullanılarak, Ataşehir Manolya –2 yapı adasında bulunan blokların salon hacimlerine ait, saatlik hava akım miktarları ve hava değişim sayıları hesaplanmıştır. Elde edilen değerlere göre, hacimlerin doğal vantilyasyon sistemlerinin karşılıklı değerlendirmesi yapılmış ve varılan sonuçlar özetlenmiştir.
- Bölüm 8’de, yapılan tez çalışması ile ilgili genel sonuçlar açıklanmış, bina hacimlerinde doğal vantilyasyonun sağlanmasının enerji korunumu ve kullanıcı sağlığı açısından önemi vurgulanmıştır.

A STUDY FOR THE EVALUATION OF THE VENTILATION SYSTEM IN BUILDINGS

SUMMARY

In this study, evaluation of the natural ventilation systems in buildings is aimed and the calculation methods, that are used in this area are explained. A sample application for Istanbul region is carried out by using AIOLOS software, that is developed by Altener unit of European Energy Commission.

The chapters that are formed in this study can be summarized as follows:

- In chapter 2, ventilation is described and mechanical and natural ventilations being the types of different kinds of ventilations are explained.
- In chapter 3, the role of natural ventilation in constituting the indoor air quality and for providing climatic comfort is presented.
- In chapter 4, the components providing natural ventilation are mentioned; these are influences of wind and temperature difference. These components are analyzed separately and their characteristics due to different climatic scales and terrains are presented. In the same part, the influence of wind pressure on natural ventilation is explained, the pressure zones occurring at the buildings are shown on figures.
- In chapter 5 the factors, influencing the design of natural ventilation system is explained with respect to environment, building space and element scales.
- In chapter 6, the calculation methods, used in evaluating natural ventilation system, is mentioned; the criteria and assumptions for each calculation method is emphasized. There are 4 types of models, covering these calculation methods: empirical model, network model, zonal model and CFD model. At the end of this part, related models are compared to each other and some general results are discussed.
- In chapter 7, using the AIOLOS software, air flow rate per hour and air change rate per hour in the living spaces of the residential buildings in Ataşehir Manolya-2 settlement are calculated. As a result of the comparison, natural ventilation system of given spaces are evaluated and the results of the application are summarized.

In chapter 8, the results of the study is introduced and the importance of using natural ventilation in the buildings with respect to energy saving and occupants' comfort is emphasized.

1 . GİRİŞ

Ticari binalar ve konutlar başta olmak üzere, binalarda aydınlatma, ısıtma, iklimlendirme vb.için kullanılan enerji, bir ülkede tüketilen toplam enerjinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Birleşik Devletler Ulusal Enerji bölümünün (United States Dept. Of Energy – DOE) 1996 yılı verilerine göre, Birleşik Devletler’de bu amaçla kullanılan enerji, ülke genelinde tüketilen toplam enerjinin %36’sına eşittir [1]. Ülkemizde ise 1995 yılı verilerine göre tüketilen 49 382 000 TEP’lük (Ton Eşdeğer Petrol) enerjinin %35’i konut, %34’ü sanayi, %23’ü ulaştırma, %5’i tarım ve %1’i diğer sektörlerde kullanılmaktadır [2].

Özellikle 1970’ li yıllarda, Avrupa’da meydana gelen enerji krizi sonrasında, enerjinin limitli olduğu ve tükenebileceği gerçeğinin farkına varılmış, ilgili çevrelerce oluşturulan birtakım kararlar ve politikalar sonucunda, oldukça kapsamlı araştırmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu araştırmaların başında ise, enerji tüketiminde sahip olduğu yüzde ile binalarda kullanılan enerjinin azaltılmasına yönelik çalışmalar gelmektedir.

Bu gelişmelerin paralelinde, binalarda enerji korunumu konusu gündeme taşınmış, oluşturulan standartlar ve getirilen yeni düzenlemelerle enerji tüketiminin minimuma indirilmesi hedeflenmiştir.Yeni düzenlemelerin esas amacı, bina kabuğunun çok iyi yalıtılması ve sızıntı yoluyla oluşabilecek enerji kayıplarının önüne geçilmesi olmuştur. Ancak bu yaklaşımın sonucunda nefes almayan, nem ve küf sorunu olan iç mekanlar ortaya çıkmış ve kullanıcı konforu olumsuz yönde etkilenmiştir.

Düşük hava değişim miktarlarına bağlı olarak iç hava kalitesinin bozulması, gerek yaz gerekse kış dönemlerinde konforsuz iç ortam koşulları doğurduğundan, kullanıcıların iş performansları ve üretkenliklerinde azalmaya yol açmış, buna bağlı çeşitli hastalıkların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Hasta bina sendromu olarak adlandırılan bu durum tasarımcılara, politikacı, bilimadami ve araştırmacılara, bir binanın ilk ve esas fonksiyonunun, içinde bulunan kullanıcıları zor iklim şartlarından korumak, mutlu ve sağlıklı yaşayabilecekleri bir çevre oluşturmak olduğunu hatırlatmıştır.

Bu çerçevede ortaya çıkan ‘Enerji Etkin Bina’ kavramı, iyi uygulamaların ve konuyla ilgili standartların çıkış noktası olmuştur. Buna bağlı yapılan projeler, sosyal ve teknik alandaki gelişmeleri işaret etmektedir. ‘Enerji Etkin Bina’ kavramı aşağıda belirtilen konular arası dengenin kurulmasını öngörür :

- Enerji korunumu açısından optimum ısıtma-iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinin tasarlanması
- İstenen iç iklimsel koşulların sağlanabilmesi ve iç ortam hava kalitesinin oluşturulması

1990’larla birlikte daha da önem kazanan enerji korunumu ve enerji etkin bina tasarımı konuları, binaların global yaklaşımla tasarlanmasını öngörmekte, çevresel faktörlerin çok yönlü değerlendirilip, performans kriterlerinin yanısıra kalite ve sağlık kriterlerinin de dikkate alınarak buna bağlı uygulamaların yapılmasını ortaya koymaktadır. Bu kriterlerin çok yönlü ele alınması sonucunda doğal vantilasyonun önemi ortaya çıkmış, ilgili kurumlar ve de standartlar, tasarımcılardan ve de uygulamacılardan binalarda mekanik havalandırmanın, hangi gerekçeden ötürü kullanıldığına dair raporlar talep etmişlerdir. Çeşitli incelemeler neticesinde bu alandaki teknoloji ve üretim prosedürlerinde bazı değişiklikler meydana gelmiştir. HVAC (Heating-Ventilating-Air cond.) sistemlerinde, CFC (kloroflorokarbon) kullanımının yasaklanması bu duruma örnek olarak gösterilebilir.Bütün bu gelişmeler, binanın çevresiyle ve de kullanıcısıyla daha iyi entegre olmasını sağlamış ve pasif ısıtma-iklimlendirme sistemlerine yönelinmesine sebep olmuştur [3].

Yeni düzende yerini alan doğal vantilasyon, binalarda iç ortam hava kalitesini artırmayı amaçlarken, çoğu bölgelerde iklime bağlı oluşan konforsuzluk koşullarının ortadan kaldırılmasında etkili bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır.Avrupa komitesinin (EC), 1994 yılında gerçekleştirdiği ZEPHR [4] mimari yarışmasında yapılan projelerde, pasif

soğutma ve iç ortam konforunun sağlanmasında doğal vantilasyonun temel bir teknik olarak kullanıldığı görülmüştür.

Mekanik vantilasyonun kullanıldığı ortamlarda bulunan kullanıcıların bazı problemlerle karşılaşması doğal vantilasyonun tercih edilmesindeki bir başka etkidir. Nitekim mekanik sistemlerin sebep olduğu gürültü, kullanımından kaynaklanan sağlık problemleri, sistemler için gereken rutin bakımlar ve enerji tüketiminin fazlalığı bu etkenlerden başlıcalarıdır [5].

2. VANTİLASYONUN TANIMLANMASI VE TÜRLERİ

2.1 Vantilasyonun Tanımı

Temel olarak vantilasyon, kapalı bir hacimdeki havanın değiştirilmesiyle ilgili bir kavram olup, son yıllarda oluşan yeni yaklaşımlarla bir takım kalite ve konfor kriterlerini de beraberinde getirmektedir. Vantilasyonu amaçları şu şekilde özetlenebilir [6] :

- Ortamdaki havanın oksijen içeriğinin azalmasını engellemek,
- Ortamdaki havanın içerisindeki karbondioksit gazı, vücut kokuları, sigara dumanı, nem içeriğinin aşırı artışını önlemek,
- Kullanıcılardan, makinalardan, ve aydınlatmadan kaynaklanan ısı kazançlarını ortamdan uzaklaştırmak,
- Kullanıcılardan, yapılan aktivitelerden ve makinalardan kaynaklanan nem kazancını ortamdan dışarı atmak,
- Zehirli gazların ve tozun ortamdan uzaklaştırmak, bakteri ve zararlı mikroorganizmaların sayılarını düşürmek,
- İç ortamın iklimlendirilmesi ve termal konfor koşullarının oluşturulabilmesi için gerek duyulan hava akım hareketini sağlamaktır.

2.2 Vantilasyon Türleri

Vantilasyonu oluşturan kuvvetlere bağlı olarak, vantilasyonu doğal ve mekanik olmak üzere iki kategoriye ayırmak mümkündür. Doğal vantilasyonda, bir binanın doğal güçlerden faydalanılarak kontrollü olarak havalandırılması söz konusuysen, mekanik vantilasyonda bir enerji tüketimi karşılığında havanın, fanlar vasıtasıyla zorlanmış olarak hareketi sağlanmaktadır.

2.2.1 Doğal Ventilasyon

Geleneksel olarak binaların havalandırılması doğal ventilasyonla gerçekleştirilmektedir. Doğal ventilasyon tesisi ve bakımı en ucuz havalandırma biçimidir. Elektrik gücü kullanılmaz ve sessizdir. Pencereleer doğal ventilasyonun temel elemanlarıdır ve havalandırmayı gerçekleştiren temel kuvvetler rüzgar gücü ve ısıl kuvvetlerdir. Ancak bu doğal güçlerin miktarları kontrol edilememekte ve ortadan kalkma durumlarında doğal ventilasyon durmaktadır. Bu nedenle mekanik havalandırma kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Doğal ventilasyonun kullanımına daha çok tek ve çok katlı konutlarda, alçak katlı ofis binalarında, okullarda, sağlık binalarında rastlanmakta ve önerilmektedir. Doğal ventilasyonun kullanımına çeşitli nedenlerden dolayı yer verilmeyen yüksek katlı binalarda yaygın olarak mekanik havalandırma kullanılmaktadır. Ancak enerji tasarrufu, iç hava kalitesi ve son yıllarda öne çıkan sürdürülebilir enerji ve enerji etkin bina kavramları, yeni sistemlerin ve çözümlerin geliştirilmesini zorlamaktadır. Bu çerçevede yapı teknolojilerinde yeni yönelimler ortaya çıkmaktadır. Bu yeni yaklaşıma uygun yapılarda doğal ventilasyon büyük önem taşımakta, mekanik sistemler ancak doğal koşullar yetersiz kaldığında devreye girmektedir. Bu konuyla ilgili yoğun araştırma ve geliştirme çalışmaları bütün dünyada devam etmektedir.

2.2.2 Mekanik Ventilasyon

Mekanik ventilasyonda hava değişimi ve hareketi için fan veya fanlardan yararlanılmaktadır. Mekanik havalandırmada üç sistem bulunmaktadır [6]:

- a. Doğal hava girişi, mekanik hava emişi
- b. Mekanik hava beslemesi, doğal hava çıkışı
- c. Dengeli havalandırma olarak adlandırılan mekanik hava beslemesi ve mekanik hava emişi

Mekanik sistem doğal ventilasyonda olduğu gibi fiziksel çevre koşullarına bağlı değildir. Zorlanmış olarak sürekli hava temin edilir. Ancak bunun bir tesis ve işletim maliyeti vardır. Ayrıca fan ve kanal sistemlerinden gelen ses riski taşır.

Yaşama mekanlarına bir fanla verilen hava (besleme havası) kışın, önce oda sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Aynı zamanda dışarıdan alınan taze havanın filtre edilerek tozlardan ve yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Dışarıdan alınan taze havanın şartlandırılması mekanik vantilasyonda mümkündür. Halbuki doğal vantilasyonda bu, ortaya çıkan basınç kayıplarının yarattığı zorluk nedeniyle henüz pratik anlamda çözümsüzdür.

Besleme fanı yanında, egzoz edilen hava için ilave bir egzoz fanı kullanılarak gerçekleştirilen dengeli havalandırmada, hava miktarı kontrol edildiği gibi iç basıncı kontrol etmek de mümkündür. Günümüzde mekanik sistemlerde ısı değiştiricileri kullanılmaktadır. Dışarı atılan havadan alınan ısı enerjisini, içeri alınan havaya aktarmayı sağlayan bu sistemlerle, enerji kullanımını azaltmak amaçlanmaktadır.

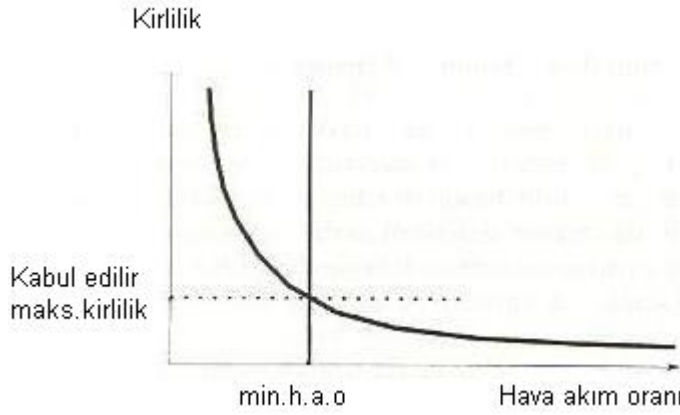
3. BİNALARDA DOĞAL VANTİLYASYON KULLANIMINI GEREKLİ KILAN FAKTÖRLER

Doğal vantilasyonun, iç ortam hava kalitesini iyileştirilmesinde ve soğutmanın gerekliliği olduğu dönemlerde kullanıcıların ısısal konforunun sağlanmasında önemli bir rolü bulunmaktadır. Doğal vantilasyon kullanımını gerekli kılan faktörler aşağıda belirtilen başlıklar altında açıklanmaktadır.

3.1 İç Ortam Hava Kalitesinin Sağlanması

İç ortam hava kalitesi, yaşanan hacimlerde solunan havanın temizliği ile ilgilidir. Temiz hava, yetkili otoriteler tarafından belirlenen zararlı derişiklik seviyelerinin üstünde bilinen hiçbir kirletici madde içermeyen ve bu havayı soluyan insanların %80 veya daha üzerindeki oranının havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir tatminsizlik hissetmediğı hava olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda konutlar, iş yerleri, okullar v.b. endüstriyel olmayan ortamlardaki iç hacimlerde, iç havanın temizliği kullanıcı sağlığı açısından endişe yaratacak boyutlara ulaşabilmektedir. İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını iç hacimlerde geçirdikleri ve iç hacimlerdeki insan yoğunluğunun daha fazla olacağı düşünüldüğünde iç ortam hava kalitesinin düşüklüğünden kaynaklanan problemlerin oluşturacağı olumsuz koşulların ciddiyeti ortaya çıkmaktadır.

İç ortam hava kalitesini arttırabilmek için, taze temiz havanın içeriye girebilmesi ve iç ortam hava kirliliğinin azaltılması gerekmektedir. İç ortam hava kalitesi, kullanıcılar üzerinde tahrişe, konforsuzluk ve çeşitli hastalıklara sebep olan kirlilikten arınmış hava kalitesi olarak da tanımlanmaktadır [7]. Kullanıcı sağlığı açısından benzeri istenmeyen koşullara sahip olan binalar ‘Hasta Bina’ olarak tanımlanmaktadır. Bu mekanlarda yaşayan insanlarda iç hava kalitesine bağlı orta dereceli hastalıklara rastlanmaktadır. Burada, izin verilen veya sınırlandırılan kirlilik miktarı önemlidir. Yüksek kirliliğin olduğu mekanlarda ancak kısa dönemli maruz kalmalara müade edilmektedir.



Şekil 3.1 İç hava kalitesi için gerekli olan hava akım oranının kirliliğe bağlı grafiği [8].

Kabul edilebilir iç hava kalitesini oluşturmak için gerekli olan vantilasyon miktarı, mekanda bulunan kirleticilerin baskınlığına bağlı olarak değişmektedir (Şekil 3.1). Buna göre kirlilik arttıkça gereksinim duyulan vantilasyon miktarı da artmaktadır. Kabul edilebilir maksimum kirlilik miktarının bilinmesi durumunda ihtiyaç duyulan hava akım miktarı da hesaplanmaktadır.

İç ortam hava kalitesinin geliştirilmesi için aşağıdaki yöntemler kullanılmalıdır [6] ;

- Öncelikle kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi ve azaltılması gerekmektedir. Örneğin sigara içiminin yasaklanması, zararlı gazlar çıkaran halı vb. malzemelerin iç hacimlerde kullanılmaması bu önlemler arasında sayılabilir.
- Zararlı maddelerin kaynağında yakalanması, ortama karışmadan dışarı atılması, endüstriyel havalandırma ve mutfak havalandırmalarında yaygın olarak kullanılan prensiplerdir. Bu gibi mekanlarda kirletici kaynaklar belirlidir.
- İç ortamdaki havanın filtre edilmesi ve temizlenmesi. Bu yöntem kirletici maddelerin çok fazla cinsten ve sayıda olması nedeni ile başarıyla kullanılamamaktadır. Gelişen bir sektör olmakla beraber, özellikle dış havanın temiz olmadığı bölgelerde tek etkin yöntem temizleme olmaktadır.
- İç hava kalitesinin sağlanmasında kullanılan en etkin yöntem havalandırmadır. Yeterli miktarda taze havanın içeri alınmasıyla iç ortam hava kalitesi tatmin edici bir düzeye getirilmektedir.

Doğal vantilasyonun sağlandığı yapılarda havanın sirküle edilmesi için ek enerjiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Isıtmanın ihtiyaç duyulduğu kış dönemlerinde ısıtma enerjisi kullanılmakta ve vantilasyon açıklıklarının sıklığına bağlı olarak ısıtma enerjisi tüketim miktarı değişmektedir. Kullanıcı karakteristikleri ve yapılan aktivite, ısıtma enerjisinin miktarını etkileyen diğer faktörlerdir. Mekanda bulunan kişi sayısı, yapılan işin özellikleri, pencerenin açılma sıklığı, ihtiyaç duyulan vantilasyon miktarını, bununla birlikte enerji tüketimini de etkileyecektir. Bu dengeler arasında optimizasyon sağlayabilmek için iç ortam hava kalitesinin oluşturulmasında ihtiyaç duyulan temiz havayı temin ederken, çok yüksek hava akım değerlerinden kaçınılmalıdır. İstenen vantilasyon miktarı minimum enerji ile sağlanmalıdır.

3.2 Termal Konfor

İklim koşullarının dikkate alınarak gerçekleştirilen mimari tasarımlarda, kullanıcı konforu, sağlanması gereken ilk parametredir. İç ortam konfor koşullarının başında termal konfor gelmektedir. Termal konfor, kişinin kendisini vücut ısısı bakımından konforda hissettiği ve buna bağlı olarak aktivitelerini en iyi şekilde sürdürebildiği koşulların oluşmasıyla sağlanmaktadır. Bu konuyla ilgili geniş bilgilere Ashrae Fundamentals 8.kısım' dan ulaşılabilir [9].

Termal konforu etkileyen parametreler 3 kategoride gruplandırılabilir :

- 1) İç çevreye ilişkin parametreler ; İç ortam sıcaklığı , yüzey sıcaklıkları, ortalama ışınsal sıcaklık, havanın bağıl nemi , iç ortam hava hareket hızı (ortalama ve türbülanslı),
- 2) Kullanıcıya ilişkin parametreler; Yaş , cinsiyet, kilo vb. kullanıcı özellikleri, yapılan aktivite , giysi durumu ve sosyal şartlar .
- 3) Dış çevreye ilişkin parametreler; Dış hava sıcaklığı, dış bağıl nem, dış hava hareketi, güneş ışınlamı.

Bunların arasında kuru termometre sıcaklığı, nemlilik ve rüzgar hızı, termal konforu etkileyen en önemli faktörlerdir. Bu fiziksel parametrelerin çeşitli kombinasyonları , kullanıcıların giysi durumu ve yaptıkları aktivitelerle birlikte değerlendirilmektedir.

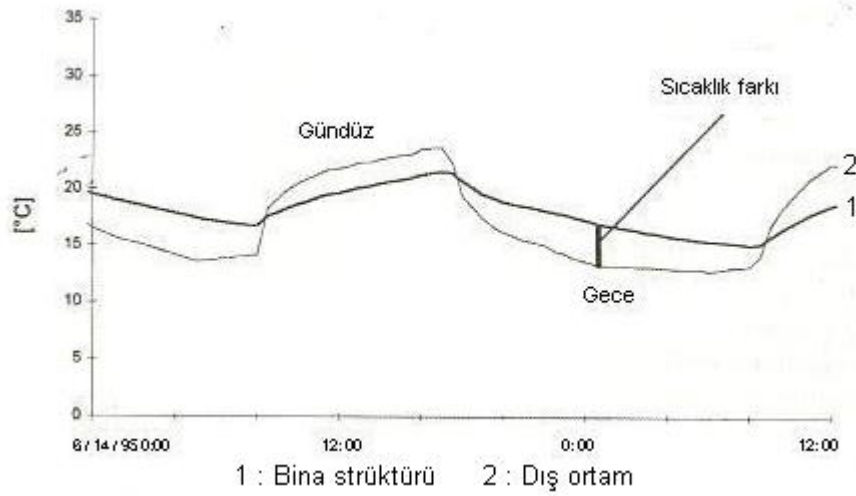
Kullanıcıların termal konforunun tanımlanmasında, insan vücudundaki ısı dengesinin sağlanmasının yanısıra, çeşitli psikolojik süreçler de hesaba katılmalıdır. Her parametrenin, insan vücudunun termal dengesi üzerindeki pozitif veya negatif etkisi incelenerek, kabul edilir termal konfor koşulları oluşturulmalıdır.

Doğal vantilasyonun yaz dönemlerindeki soğutmaya olan ilk etkisi, insan vücudu çevresindeki hava akımını değiştirerek, termal konfor düzeyinin kontrolüne yardımcı olmasıdır. Oluşan bu hava sirkülasyonu ile insan vücudundaki konvektif ısı değişimi sağlanmakta, vücut üzerindeki buharlaşma olayı hızlanarak, kullanıcılarda serinleme hissini oluşturmaktadır. Gerekli olan iç ortam rüzgar hızı maksimum 0.8 m s^{-1} olmalıdır. Bu değerin üstündeki hava hareketleri mekanda, istenmeyen durumların oluşmasına sebep olmaktadır (kağıtların uçuşması vb.).

Doğal vantilasyonun konfor koşulları üzerindeki ikinci direkt etkisi iç ısı kazançlarını azaltması, bina içi hava sıcaklığı artışlarını sınırlandırmasıdır. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde, iç ortam hava sıcaklığının dış ortam hava sıcaklığından daha yüksek değerlerde olduğu durumlarda mekana alınan hava, ortam sıcaklığının düşürülmesi sağlanmaktadır. Bu tip uygulamalarda dış pencereler büyük, hava değişim oranları yüksektir. Dış açıklıkların büyük olması içeri giren güneş ışınlam miktarının yüksek olmasına sebebiyet verdiği için, çeşitli gölgeleme elemanlarının da kullanılması tavsiye edilmektedir.

Yukarıdaki koşulların geçerli olmadığı ve gündüz dış ortam sıcaklıklarının iç ortam sıcaklıklarından daha yüksek değerlerde olduğu durumlarda, binayı soğutmak için, gece vantilasyonu yöntemi uygulanmaktadır. Yaz döneminde, dış sıcaklığın iç sıcaklıktan daha düşük olduğu gece saatlerinde, doğal vantilasyonu sağlayan elemanlar açık konuma getirilirler. Gece boyunca soğuk hava ile yapılan soğutma, bina kütlesi içinde depo edilir. Burada depo edilen soğuk, gün boyunca kullanılabilir. Şekil 3.2’de örnek bir binaya ait soğutma potansiyeli grafiği görülmektedir [8]. Burada 1 numaralı eğri bina strüktürünün gün boyu sıcaklık değerlerini belirtirken 2. eğri ise dış ortam hava sıcaklığını göstermektedir. Gece vantilasyonu ile düşük sıcaklıktaki dış ortam havası içeri alınarak, bina strüktürünün soğuması sağlanmaktadır.

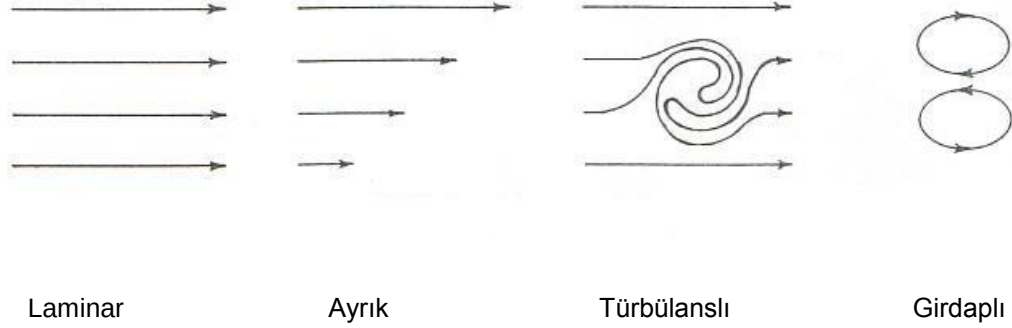
İklimin elverişli olduğu bölgelerde, uygun tasarlanmış bir yapıda doğal soğutma yolu ile yapıyı bütün bir mevsim, mekanik soğutmaya gereksinim duymadan konfor koşulları içinde tutmak mümkündür. Birleşik Devletler Ulusal Enerji bölümünün (United States Dept. Of Energy – DOE) 1996 yılı verilerine göre, gece soğutması yoluyla bina tipine göre değişmek üzere, %5 ile %40 arasında soğutma enerjisinden tasarruf imkanı elde edilmektedir [1].



Şekil 3.2 Gece ventilasyonu ile sağlanan sıcaklık farkı [8].

4. DOĞAL VANTİLYASYONUN OLUŞUMUNDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Doğal vantilasyon, rüzgar gücü ve ısı kuvvetleri sonucunda oluşan hava hareketleri ile sağlanmaktadır. Rüzgar ve sıcaklık farklılıkları ortamlarda, farklı basınç değerlerine sahip alanlar oluşturur ve yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine doğru yönelen gaz moleküllerinin hareketiyle hava akımı meydana gelir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi dört farklı hava akım tipi bulunmaktadır; laminar, ayırık, türbülanslı ve girdaplı. Ancak bu faktörlerin incelenmesi ve karakterlerinin bilinmesi neticesinde etkin bir doğal vantilasyon gerçekleştirilebilir.



Şekil 4.1 Hava akım tipleri [11].

4.1 Rüzgar

Doğal vantilasyonun oluşumunu sağlayan faktörlerden ilki rüzgardır. Rüzgarın bir binaya çarpmasıyla oluşan pozitif ve negatif basınç bölgeleri, emme ve itme kuvvetlerinin oluşumunu sağlamaktadır. Rüzgarın sebep olduğu hava hareketi sayesinde iç ortam hava kalitesi oluşturulmakta, soğutma etkisi ile yaz dönemlerinde ihtiyaç duyulan termal konfor sağlanabilmektedir. Rüzgarın doğal vantilasyonun oluşumuna etkisinden önce, rüzgarın oluşumuna etki eden faktörleri belirtmekte fayda vardır. Bu faktörler aşağıda açıklanmıştır.

4.1.1 Rüzgarın Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Atmosferde meydana gelen rüzgar ya da hava hareketleri, çeşitli iklimsel faktörlerin sebep olduğu basınç farklılıkları sonucunda oluşmaktadır. İklim tipine ve yerleşim yerinin özelliklerine bağlı olarak rüzgar karakteristikleri de değişiklik göstermektedir. Rüzgar karakteristiğini belirleyen etkenlerden biri olan iklim, ‘Dünya Meteoroloji Organizasyonu’na göre farklı ölçeklerde ele alınmalıdır [12];

- Global Ölçek

Birkaç bin kilometreyi içine alan sahaların değerlendirildiği bu ölçek, dünyanın, ana iklim tiplerini (mevsim ve enleme bağlı olarak) etkileyen astronomik karakteristikleriyle ilişkilidir (gezegenin küresel formu, ana aksının eğik oluşu, güneş etrafındaki rotasyonu vb.). Ayrıca global iklimlerdeki bu değişimlere, dünya üzerindeki deniz ve karaların dağılımı arasındaki denge de etki etmektedir.

- Bölgesel Ölçek

Birkaç yüz kilometreyi içine alan sahaların değerlendirildiği bu ölçekte iklim, bölgeye ait yeryüzü şekillerinden, dağlara olan uzaklıklardan ve de okyanus bölgelerine olan yakınlıklardan etkilenir.

-Lokal Ölçek

Topografya özelliklerinin etkilediği bu ölçek, yaklaşık on kilometreyi içine alan sahaları değerlendirir. Bölgesel ölçekteki iklim karakteristikleri bu ölçekte de görülmektedir. Kentsel alanların mevcudiyeti ve büyük su birikintilerine olan yakınlık diğer etki unsurlarıdır.

- Mikro Klima Ölçeği

Mikro klima birkaç yüz metre genişliğindeki alanlarda gözlemlenmektedir. Mikro klima ölçeğinde, kullanıcı tarafından oluşturulan çeşitli yapma sistemlerle mevcut iklim şartlarını değiştirilebilmek mümkündür (Örn. Rüzgar kırıcılar, koruma rampaları, şehir planlarını baskın rüzgarlara, güneş ışınlarına veya mevcut suya göre tasarlama vb.).

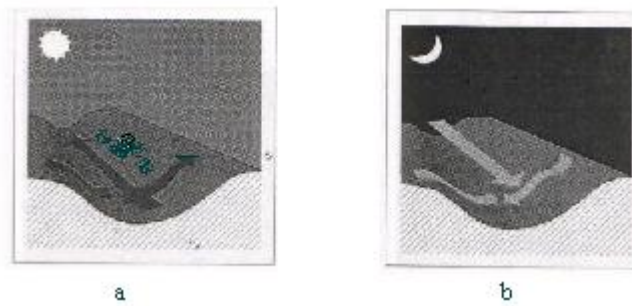
İklimin bu ölçeklere göre değerlendirilmesi sonucunda, ilgili bölgeye ait rüzgar karakteristikleri ortaya çıkarılmaktadır. Meteoroloji istasyonlarında, 10 m. yükseklikten

yapılan ölçümler neticesinde hakim rüzgar hızı ve yönü belirlenmektedir. Rüzgar hızı, yükseklikle beraber artmaktadır.

Mimarlar için ana dizayn kriterlerinden biri olan rüzgar, lokal iklim ölçeğinde ele alındığında, oluşumunu etkileyen iki faktörle karşılaşılmaktadır. Topografya ve yerleşim yerinin özellikleri rüzgar karakteristiklerini belirleyen iki faktördür.

Yerey parçasının topografik özellikleri, rüzgar üzerinde orta veya büyük ölçekli değişikliklere sebep olmaktadır. Örneğin, topografik özellikler bir yerleşim alanını rüzgara karşı korurken, diğer kısımdaki alanı da fazlasıyla rüzgara maruz bırakabilir, hakim rüzgar yönünü değiştirebilir, rüzgar hızlarının artmasına veya azalmasına sebep olabilir. Burada esas olan, yerey parçasının güneş ışınlamından nasıl etkilendiğidir. Güneş ışınlamıyla ısınan yüzeylerde bulunan hava yükselirken, soğuk yüzeylerdeki hava alçalmaktadır. Yoğunluk farklılıklarının ortaya çıkmasıyla oluşan bu rüzgarlar genellikle su-kara ve vadi-tepe arasında görülmektedir.

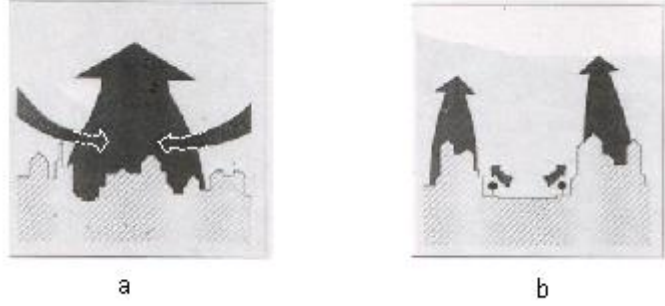
Yaz koşullarında, gündüz denize göre daha çabuk ısınan kara, üzerinde alçak basınç bölgesi oluşturur ve denizden karaya doğru esen rüzgarlar meydana gelir. Gece ise karaya göre daha yavaş soğuyan deniz üzerinde alçak basınç bölgesi olduğundan esme yönü tersine döner. Benzer durum tepe-vadi rüzgarları için de geçerlidir. Gündüz daha çok ısınan yamaçlara doğru esen rüzgar, gece ise yamaçlardan vadiye doğru esmektedir. Şekil 4.2 'de dağ -vadi rüzgarlarının, gece gündüz durumlarına göre esme yönleri gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Gece ve gündüz oluşan dağ-vadi rüzgarları [13].

Lokal iklim ölçeğinde rüzgarın oluşmasına sebep diğer bir faktör, kent ve kırsal bölge doku farklılıklarıdır. Gün içerisinde herhangi bir saatte, şehir içindeki hava sıcaklığı

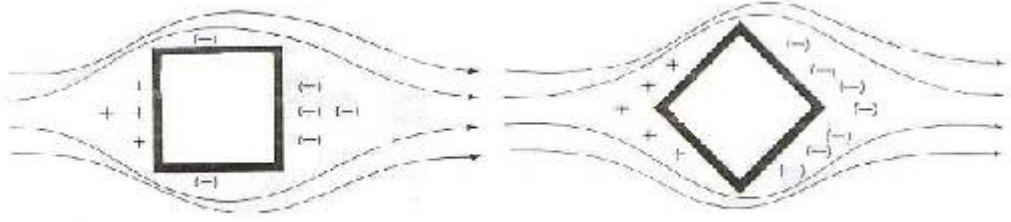
çevredeki kırsal bölge hava sıcaklığından daha yüksek değerde olabilmektedir [11]. Bunun bir sonucu olarak kırsal bölgeden şehire doğru esen rüzgarlar oluşmaktadır (Şekil 4.3-a). Benzer etki, şehir merkezlerinde oluşturulan geniş yeşil alanlarda da görülebilmektedir. Şehir yerleşimlerinin arasında düzenlenen park v.b alanlar, bu yerlerden binaların sık olduğu bölgelere doğru esen rüzgarların oluşmasını sağlarlar (Şekil 4.3-b).



Şekil 4.3 Rüzgarın oluşumunda kent dokusunun etkisi [11].

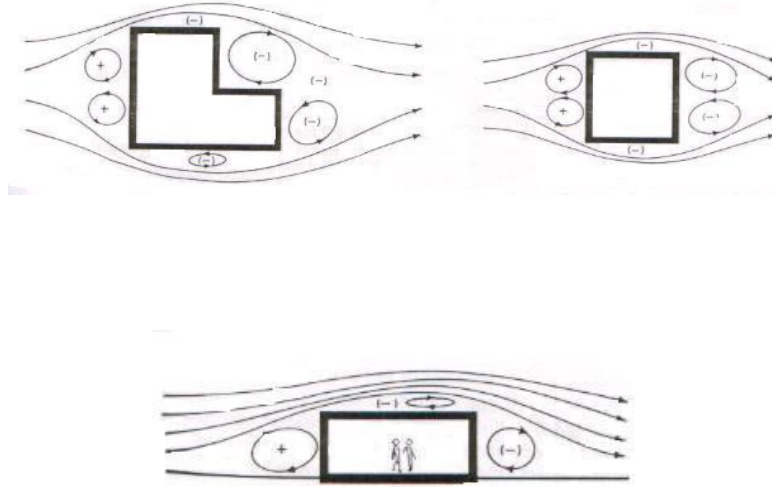
4.1.2 Doğal Vantilasyonun Sağlanmasında Rüzgar Basıncı Etkisi

Rüzgarın basınç etkisi ile, iç ortamdaki hava sirküle edilerek, gerek mekanın hava kalitesi sağlanmakta gerekse soğutmanın istendiği dönemde termal konfor oluşturulmaktadır. Rüzgar bir binaya çarptığında, çarpma yüzeyindeki sıkışmadan dolayı pozitif basınç oluşurken, binanın yan ve zıt yöndeki cephelerinde ise negatif basınç meydana gelmektedir. Şekil 4.4' te bu basınç bölgeleri gösterilmektedir. Pozitif basıncın olduğu açıklıktan hava akımı içeri girerken, negatif basınçlı açıklıktan da çıkmaktadır. Hava akımının yönü daima yüksek basınçlı bölgeden alçak basınçlı bölgeye doğrudur. Cephede yer alan açıklıkların konumuna, büyüklüğüne ve basınç değerlerine bağlı olarak iç ortamdan geçen hava akımının karakteri ortaya çıkmaktadır.



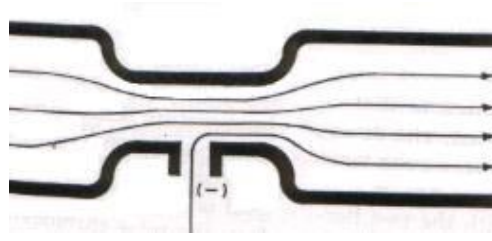
Şekil 4.4 Rüzgar etkisiyle bina çevresinde oluşan basınç bölgeleri [11].

Basınç bölgelerinin dağılımı Şekil 4.4'te de görüldüğü gibi bir düzen teşkil etmezler. Bu bölgelerdeki hava akımı türbülanslı ve girdaplı olmakla beraber şekillerde gösterilmezler. Oluşan bu alanları Şekil 4.5'te görmek mümkündür.

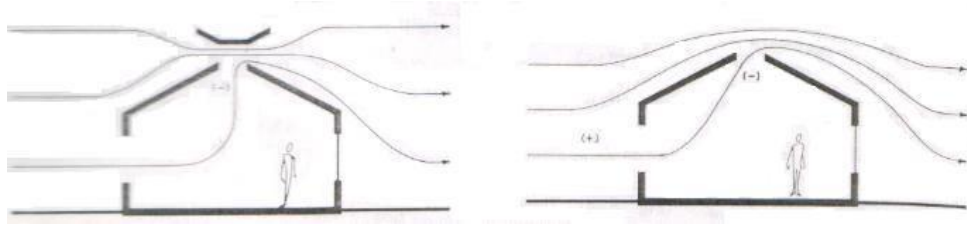


Şekil 4.5 Rüzgar etkisiyle bina çevresinde oluşan türbülanslı ve girdaplı bölgeler [11].

Bernoulli Etkisi : Bir akışkanının hızındaki artış aynı akışkanın statik basıncında azalmaya sebep olmaktadır [11]. Bu fizik kuralı paralelinde Venturi tüpünün daralan kısmındaki açıklıklar negatif basınçtır (Şekil 4.6).



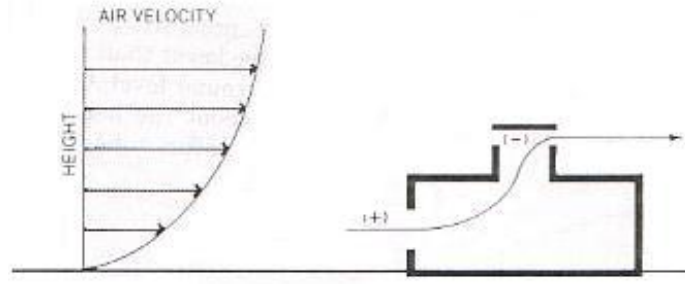
Şekil 4.6 Venturi tüpünde Bernoulli etkisi [11].



Şekil 4.7 Çatı açıklıklarında Bernoulli etkisiyle sağlanan doğal ventilasyon [11].

Rüzgar basıncının etkin olduğu doğal ventilasyon düzenlemelerinde, çeşitli çözümler Bernoulli kuralının uygulanmasıyla ortaya çıkarılmaktadır. Örneğin çatı menfezleri, venturi tübü şeklinde tasarlanarak doğal ventilasyon sağlanabilir. Şekil 4.7’de çatı açıklıklarında bu etki sonucu sağlanan doğal ventilasyon gösterilmektedir.

Çatı menfezlerinin kullanılmasıyla sağlanan doğal ventilasyon düzenlemelerinde etkin olan diğer bir durum, rüzgar hızının yer seviyesinden yükseldikçe hızlı bir şekilde artmasından kaynaklanmaktadır ki bunun sonucu olarak çatı sırtındaki rüzgar basıncı, pencereler seviyesindekine oranla daha düşüktür. Sonuç olarak venturi tüpünün şekli oluşturulmadan da Bernoulli etkisi, iç mekandaki havanın çatı açıklıklarından çıkışını sağlamaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Yüksekliğin rüzgar hızına etkisi [11].

4.2 Sıcaklık Farkı

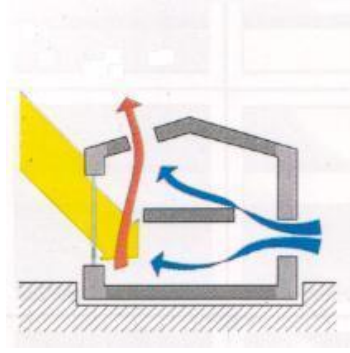
İç ortamdaki hava hareketlerini sağlayan bir diğer faktör sıcaklık farkından dolayı oluşan baca etkisidir. Rüzgarla kıyaslandığında daha düşük hava akım değerlerinin elde edildiği baca etkisiyle, iç ortamdaki sıcak hava, çeşitli açıklıklardan dışarıya atılabilmektedir. Burada temel prensip, farklı sıcaklıktaki hava kütlelerinin yine farklı basınç ortamları oluşturması, yüksek basıncın olduğu soğuk ortamdan alçak basıncın olduğu sıcak ortama doğru hareket eden hava moleküllerinin hava akımına sebep olmasıdır.

Baca etkisini oluşturmada ilk yöntem, ısınarak yükselen havanın üst noktadaki açıklıklardan dışarıya atılırken, aynı anda daha alt açıklıklardan soğuk havanın içeri alınması ve iç termal konforun sağlanmasıdır (Şekil 4.9-a). Zayıf olan bu etkiyi kuvvetlendirmek için açıklıklar dikey olarak yerleştirilmeli, ölçüleri mümkün olduğunca büyük ve giriş-çıkış açıklıkları birbirlerinden maksimum uzaklıkta konumlandırılmalıdır.

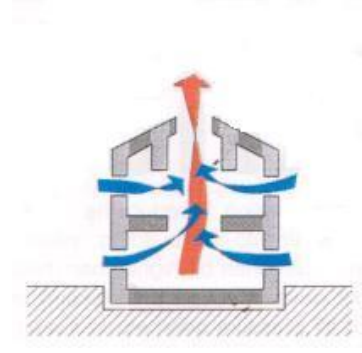
İç ortam havasının baca etkisi sonucu oluşan hareketinin tamamlanabilmesi için, dikeyde engel teşkil edebilecek unsurlar ortadan kaldırılmalıdır. Bu etkinin olumlu tarafı rüzgara bağlı olmaması, olumsuz tarafı ise kuvvetli bir etki yaratamadığından istenilen iç ortam hava akımı hızını sağlayamamasıdır. Öte yandan Bernoulli etkisiyle desteklendiğinde, özellikle sıcak yaz günlerinde istenilen doğal ventilasyon sağlanabilmektedir.

Baca etkisi ile, bina içindeki istenmeyen sıcak hava, oluşturulan atriyum veya kış bahçeleriyle iç ortamdan uzaklaştırılır (Şekil 4.9 a-b-c). Kış bahçesindeki havanın ısınmasıyla iç ortamdaki soğuk hava bu yöne doğru hareket etmekte, binanın diğer

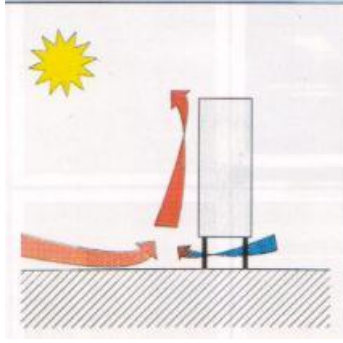
açıklıklarından içeri dış ortam havası girmektedir. Böylece iç ortamda hava akımı oluşturulmaktadır. Çapraz vantilasyon olarak adlandırılan bu olay benzer bir şekilde binanın güneşe bakan cephesi ile de sağlanabilir (Şekil 4.9-d). Binaın ön cephesinin ısınmasıyla gölgeli kısımlardaki daha soğuk hava bu alana doğru hareket etmekte ve binanın içinden geçerken iç ortamları serinletmektedir [13].



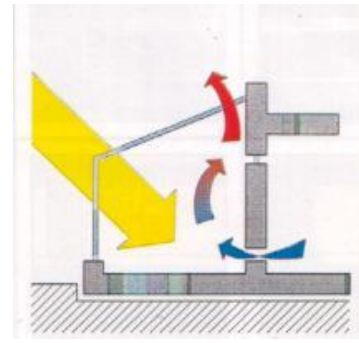
a



b



c

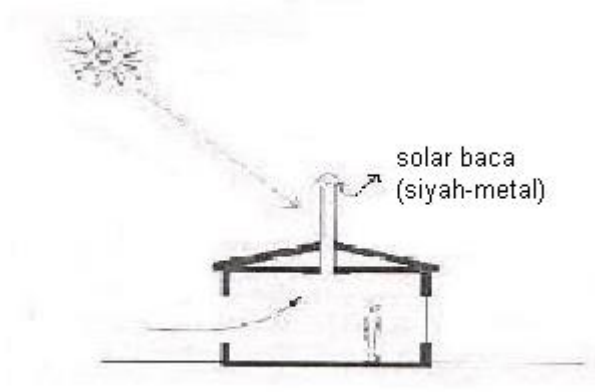


d

Şekil 4.9 Doğal vantilasyonun sağlanmasında baca etkisi [13]

Baca etkisiyle sağlanan doğal vantilasyon düzenlemelerindeki bir diğer yöntem güneş bacaları oluşturmaktır. Bu yöntemde, iç ortam havası daha fazla ısıtılarak baca etkisi kuvvetlendirilmektedir. Doğal vantilasyonun, yaz koşullarında iç ortam havasını soğutmayı amaçladığı düşünülürse, bu yöntem geçerliliğini yitirmektedir.

Bu sebeple güneş bacaları iç ortam havasını binanın dışında ısıtacak şekilde tasarlanmaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Güneş bacası [11].

5. DOĞAL VANTİLYASYON SİSTEMİNİN TASARIMINDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Bir binanın tasarım sürecinde, doğal vantilyasyonun oluşumuna etki eden faktörlerin etraflıca ele alınıp değerlendirilmesi sonucunda, iç ortam hava kalitesi sağlanmakta ve yaz koşullarında, pasif soğutma oluşturulmaktadır.

Tasarım sürecinin çok iyi değerlendirilmesi gerekliliği, doğal vantilyasyon sisteminin binaya sonradan adapte edilebilirliğinin oldukça zor olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bölümde, doğal vantilyasyon sistemlerini etkileyen faktörler hakkında geniş bilgilere yer verilecek, olası problemler ve çözümleri ortaya koyulacaktır. Bu konular ;

- Yerleşme ölçeği
- Bina ölçeği
- Eleman ölçeğinde ele alınacaktır.

5.1 Yerleşme Ölçeği

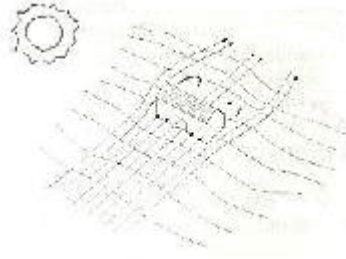
Doğal vantilyasyonun sağlanacağı bir binanın olası yerleşim alanının seçiminde ve planlanmasında şu kriterler göz önünde bulundurulmalıdır;

- Topografya ve çevre bina konumlarının incelenmesi, rüzgardan maksimum olarak faydalanabilme ve sonucunda iç hacimlerdeki vantilyasyon miktarlarını arttırma,
- Yaz ve kış dönemleri, konfor koşulları arasında olabilecek en iyi dengenin sağlanması,
- Rüzgara engel teşkil edebilecek durumların önlenmesi,
- Yüksek rüzgar hızlarının sebep olabileceği konforsuzluk koşullarının önlenmesi,
- Toz ve kirli hava taşıyan hava akımlarından sakınma.

Bir binada oluşturulacak doğal vantilasyon düzenlemeleri yerleşim ölçeğinde incelendiğinde, binaların konumu, açık alanların düzenlenmesi, bina formu ve yönlendirilişi öncelikle ele alınması gereken konulardır.

5.1.1 Binaların Konumlandırılması

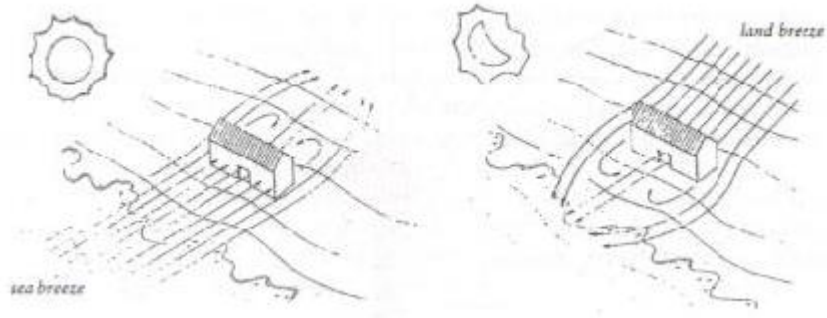
Kırsal alanda projelendirilen binalar, lokal rüzgarlardan faydalanacak şekilde yerleştirilmelidir. Dağlık veya tepelik alanlarda, eğimli bölgelerde konumlandırılan binalarda (Şekil 5.1), sıcak rüzgarlar binanın en dar kesitinden geçerler. Daha alt noktalara yerleştirilen binalar ise soğuk ve nemli rüzgarlara maruz kalırlar. Nehir kenarındaki yerleşimlerde yüksek hızlı rüzgarlara rastlanmaktadır.



Şekil 5.1 Eğimli bölgelerde yer alan binalarda rüzgar etkisi [14].

Deniz kenarı, göl veya büyük nehlere yakın binalarda da benzer durumlar gözlemlenmektedir. Bina, gündüz deniz melteminden, gece ise kara melteminden etkilenmektedir (Şekil 5.2). Bu tip yerleşimlerde dikkate alınması gereken birtakım güvenlik koşulları bulunmaktadır. Olası su baskınları bunların arasında yer almaktadır.

Kentsel alanlarda, bulunan iklim bölgesinin karakteristik özelliklerine dikkat edilerek bina konumlandırmaları yapılmalıdır. Özellikle soğuk ve ılımlı iklim bölgelerinde kış dönemindeki hakim rüzgar, yaz dönemindeki hakim rüzgarla aynı yönlerden esmiyorsa, ki genellikle sıkça karşılaşılan bir durumdur, optimum koşullar oluşturularak yerleşim, yaz dönemi rüzgarlarından faydalanabilirken, soğuk kış rüzgarlarına karşı da korunmalıdır (Şekil 5.3).



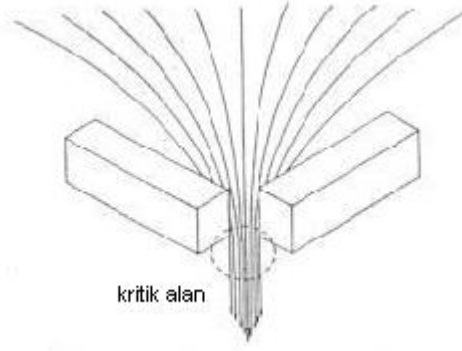
Şekil 5.2 Su birikintilerine yakın konumlandırılan binalarda rüzgar etkisi [14].



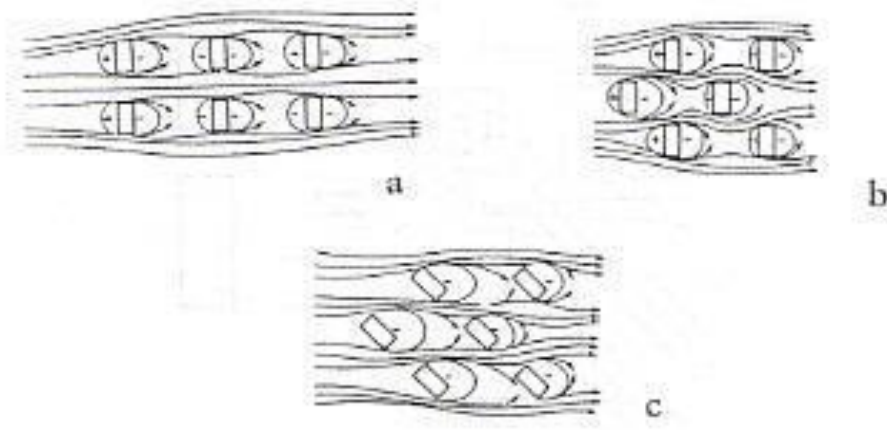
Şekil 5.3 Binaların hakim rüzgara bağlı konumlandırılması [14].

Çok yoğun kentsel alanlarda, ventilasyon ihtiyacının maksimum olduğu hacimler, rüzgar hareketinin daha kuvvetli, türbülansın ise daha az olduğu üst katlara yerleştirilmelidir. Venturi etkisi (Şekil 4.6) yapabilecek bina konumlandırmalarından sakınılmalı, bu alandaki yayaların yüksek rüzgar hızlarından rahatsız olabilecekleri koşullara karşı önlem alınmalıdır (Şekil 5.4).

Bina gruplarının oluşturduğu yerleşim birimlerinde, rüzgar akımının, yerleşimin karakterine bağlı olarak farklı etki alanları oluşturacağı beklenmelidir. Seyrek (dağınık) planlanmış bir dokunun, daha sıkışık planlanmış bir dokuya göre rüzgar açısından avantajlı olacağı açıktır. Dağınık planlama sonucunda daha az engellenmiş alanlar oluşmaktadır (Şekil 5.5 a-b-c).



Şekil 5.4 Bina konumlandırmalarında Venturi etkisi [14].



Şekil 5.5 Rüzgarın, yerleşim planlamasına bağlı olarak oluşturduğu farklı etki alanları [14].

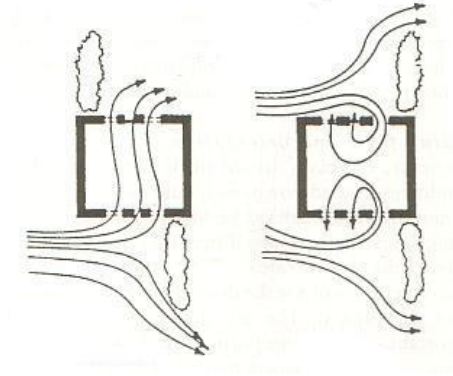
Çevre binaların çok yoğun ve düzensiz olduğu durumlarda, bir binanın ihtiyacı olan rüzgardan faydalanabilmesi için engel teşkil eden binaya göre daha yüksek tasarlanması önerilmektedir. Böylelikle binanın, hiç değilse bir kısmı rüzgardan faydalanabilir.

5.1.2 Açık Alan Düzenlemesi

Bina çevresinde oluşturulan peyzajın, doğal vantilasyon için gerekli olan hava akımlarının kontrolüne büyük etkisi bulunmaktadır. Oluşturulan peyzaja bağlı olarak; rüzgarın engellenmesi, rüzgar yönünün değiştirilmesi, Venturi yöntemiyle rüzgar hızının artırılması ve iklimlendirme sağlanabilmektedir.

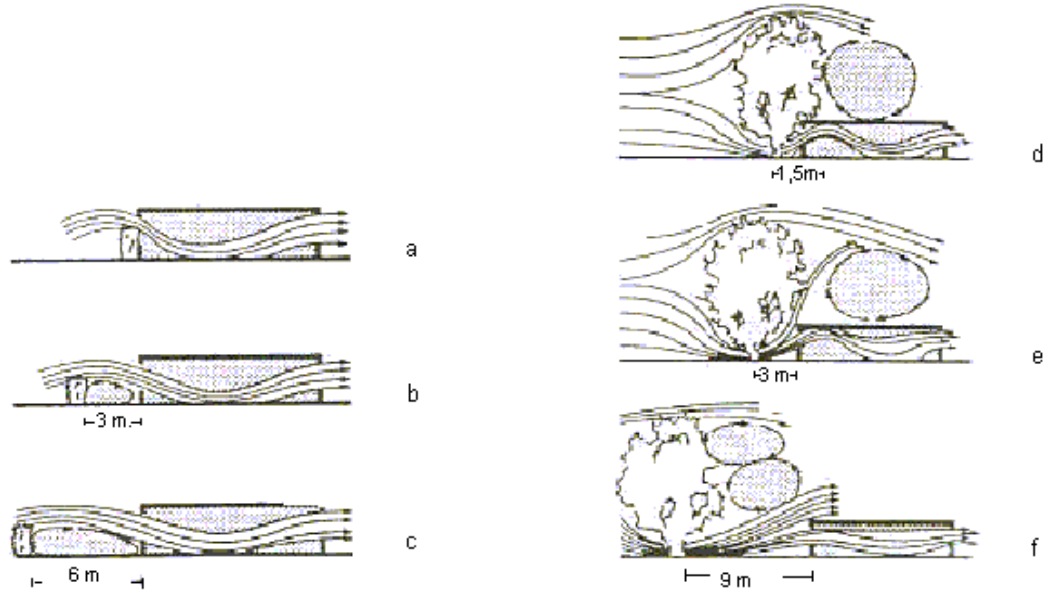
Açık alanların düzenlenmesi ile binaların çevresinde oluşan sakin alanlar, kış koşullarında istenmeyen hava akımlarını engellediği gibi, dışa açılan pencereler için emme durumu oluştururlar. Bunun için rüzgar kırıcıların en az %35 yoğunlukta olması ve bina yüksekliğinin 1.5 ile 5 katı mesafesinde konumlandırılması gerekmektedir [15].

Bina çevresine yerleştirilen, sık dallara ve yapraklara sahip ağaçların, binadaki hava hareketlerine sebep olan pozitif ve negatif basınçların oluşumuna etkisi bulunmaktadır. Ağaç ve çeşitli çalılarla oluşturulan rüzgar kırıcılar, masif olanlarla kıyaslandığında etkileri daha azdır fakat maliyet ve görünüm açısından oldukça sık tercih edilmektedir. Bu elemanlar, istenen doğal vantilasyon koşullarına, bina planlamasına ve de vantilasyon açıklıklarının konumlarına bağlı olarak seçilmeli ve yerleştirilmelidir. Şekil 5.6'da, rüzgar yönüyle paralel konumda açıklığı bulunan bir binada dış ortama yerleştirilen çalılarının farklı konumlandırmaları sonucu oluşan doğal vantilasyon gösterilmektedir.



Şekil 5.6 Yeşil elemanların doğal vantilasyona etkisi [14].

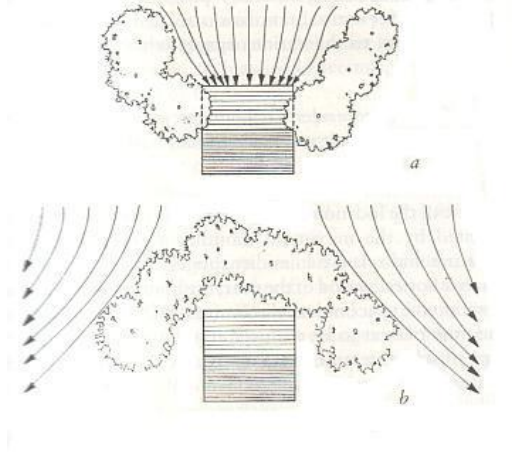
Ağaçların ve çalılarının bina çevresine yerleştirililmelerinde, bina cephesinin alanıyla bağlantılı olarak, binadan olması gereken uzaklıkları ele alınmalı, bununla birlikte ağacın gövde yüksekliği göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 5.7.). Yüksek gövdeli büyük bir ağaç, gövde yüksekliğindeki hava akımını azaltırken, yer seviyesindeki hava akımı hareketlerine mücadele etmektedir (Şekil 5.7. d,e,f). Bu, iç hava akımının, düşeydeki konumunu, açıklıkların da yerleşmelerine bağlı olarak etkilemektedir.



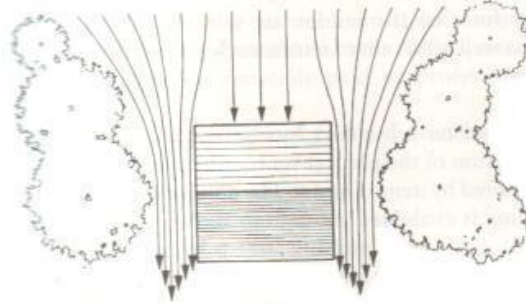
Şekil 5.7 Ağaç ve çalıların bina çevresindeki hava akımlarına etkileri [14].

Ağaç veya çalılık gruplarının yerleştirilme şekillerine bağlı olarak, hava akımı binaya doğru yönlendirebilindiği gibi , tamamen de uzaklaştırılabilir (Şekil 5.8). Ağaç veya çalılıkların huni biçiminde yerleştirilmesi (Venturi Etkisi) ile, rüzgar hızının arttırıldığı alanlar oluşturulabilir (Şekil 5.9).Bu etkiyle rüzgar hızını %25 oranında arttırmak mümkün olmaktadır [15].

Bina çevresinde oluşturulan peyzaj, sadece hava hareketlerinin kontrolünü sağlamakla kalmamakta, ayrıca hava kalitesinin oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır. Yeşil çalılıklar ve ağaçlar arasından geçen havadaki toz zerrecikleri süzülmekte, havada bulunan karbondioksit emilirken, yeşil elemanların ürettiği oksijen havaya karışmaktadır. Özellikle ağaçların arasından geçen havanın sıcaklığı düşmekte ve nem miktarı artmaktadır. Böylece ağaçların arasından iç ortama giren hava akımı serinletici bir etki de oluşturmaktadır.



Şekil 5.8 Bina çevresindeki ağaç ve çalılık gruplarıyla hava akımının yönlendirilmesi [14].



Şekil 5.9 Bina çevresindeki ağaç ve çalılık gruplarıyla oluşturulan Venturi etkisi [14].

5.2 Bina Ölçeği

Bir binanın, doğal vantilasyona en uygun şekilde dizayn edilebilmesi için, bina ölçeğinde dikkate alınması gereken parametreler şunlardır:

- Binanın formu,
- İç mekanların fonksiyonları ve dağılımı,
- Açıklıkların boyutlandırılması ve konumlandırılması,
- Mekanik ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri ile olan ilişkiler.

5.2.1 Bina Formu

Bina çevresindeki rüzgar hızları ve basınç alanları, binanın formunun aşağıdaki özelliklerinden etkilenmektedir:

- Binanın yüksekliği,
- Çatı türü,
- Bina boyutlarına ilişkin oranlar; örn.bina yüksekliğinin, bina derinliğine veya uzunluğuna oranları,
- Bina kabuğunda yer alan diğer elemanlar; saçaklar, gölgeleme elemanları vb. .

5.2.1.1 Binanın Yüksekliği

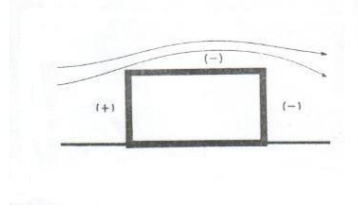
Bina formu, uzunluğu ve genişliği sabit tutularak, binanın yüksekliği değiştirildiğinde, bina arkasında kalan rüzgaraltı bölgesi (gölge bölgesi) derinliğinin değiştiği görülmektedir. Bununla beraber, yüksek seviyelerde rüzgar hızları , rüzgarın geliş yönüne bakan açıklıklardaki hava akım miktarları artmakta ve yan cephelerdeki emiş kuvveti yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Bina yüksekliği arttıkça, bina içindeki ve dışındaki hava akımlarının karakteri değişmektedir.Binanın yan cephelerinden geçen rüzgar miktarı, bina üstünden geçen rüzgar miktarı ile oranlandığında artış gözlenmektedir.

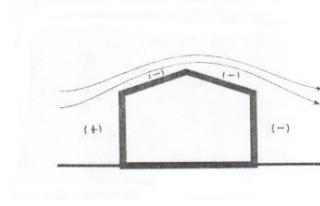
Çok katlı binaların yüksekliklerinde yapılan artış, merdiven boşluklarında ve diğer shaftlarda baca etkisinden dolayı oluşacak ek ventilasyon sağlayacaktır.Bu yöntem, rüzgar akımlarının düşük seviyelerde olduğu durumlarda etkili olmaktadır.

5.2.1.2 Çatı Türü

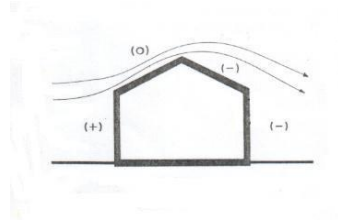
Binalarda çatı türü, rüzgarın binayı terkettiği yönde oluşan türbülanslı ve girdaplı alan dağılımını etkilemektedir. Bina çatısının eğimine bağlı olarak basınç bölgelerinin karakterleri de değişmektedir (Şekil 5.10)



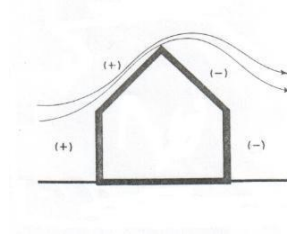
Düz Çatı



1:4 Eğimli



1:2 Eğimli



1:1 Eğimli

Şekil 5.10 Çatı eğimine bağlı olarak oluşan basınç bölgeleri [11].

Bina çatısının, baca yönü eğimli bölümündeki basınç devamlı negatif iken, rüzgar yönündeki bölümünün basıncı, çatı eğimine bağlı olarak farklılık göstermektedir.

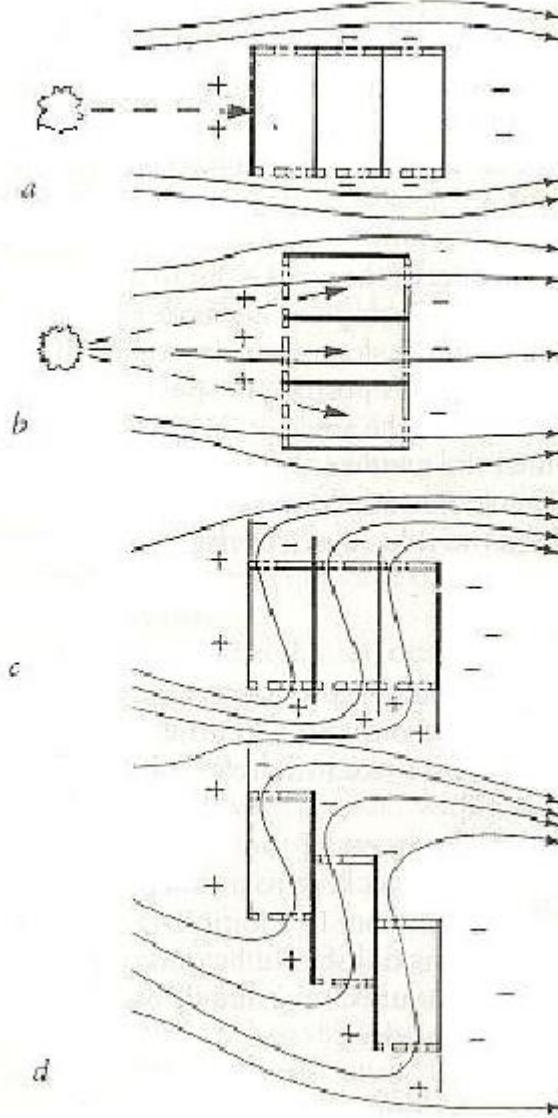
5.2.1.3 Bina Boyutlarına İlişkin Oranlar

Genel bir kural olarak, binalarda rüzgarı karşılayan cephenin derinliği, çapraz vantilasyon etkisini arttırmak için minimumda tutulmalıdır. Bununla birlikte binanın rüzgarı karşılayan cephesinin, derinliğe oranının çok yüksek değerlerde olmasından da kaçınılmalı, bu durumun rüzgarı karşılayan cephenin orta bölgelerindeki basıncı arttırırken, aynı cephenin kenar bölgelerinde emme alanları oluşturması önlenmelidir.

5.2.1.4 Bina Kabuğunda Yapılan Diğer Düzenlemeler

Bina yerleşim alanındaki hakim rüzgar ve güneşlilik durumu istenmeyen koşulları ortaya çıkartıyorsa, bina cephesinde yer alan açıklıkların yönleri üzerinde yapılan değişiklikler ve planlamadaki birtakım düzenlemelerle, istenilen doğal vantilasyon

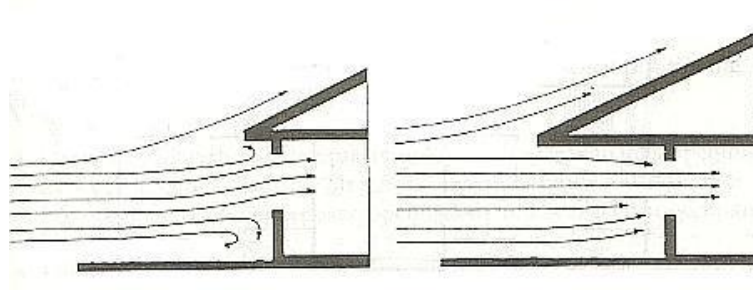
miktarlarına erişmek mümkündür. Şekil 5.11’ de, güneş ışınımının istenmeyen ısıtısı etkisi ve yüksek rüzgar hızı değerlerine karşı alınabilecek önlemler gösterilmektedir.



Şekil 5.11 Güneş ışınımı ve rüzgar etkileri açısından farklı hacim organizasyonları [15].

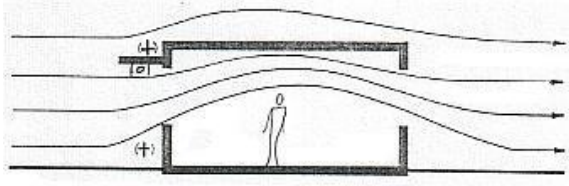
Buna göre şekil 5.11 a’da bina, istenmeyen güneş ışınlarına karşı korunmakta fakat doğal vantilasyon sağlanamamakta, b’de esme yönüne açılan açıklıklarla doğal vantilasyon sağlanırken iç mekanlara giren güneş ışınları istenmeyen koşullar oluşturmaktadır. C ve d’deki planlara benzer düzenlemelerde zıt basınç bölgeleri oluşturularak doğal vantilasyon sağlanabilirken mekanlar, istenmeyen güneş ışınlarına karşı da korunmaktadır.

Bina formunda, çevre kontrol elemanı olarak, ısıtım ve hava hareketi kontrollerini bir arada gerçekleştiren bir diğer eleman saçaklardır. Saçak derinliğinin artmasına bağlı olarak açıklık etrafındaki pozitif basınç artmakta ve bu, yüksek hızdaki iç hava akımlarının oluşmasına sebep olmaktadır. Artan saçak derinliği ile birlikte güneş ısıtımının istenmediği dönemlerde gölgeleme sağlanmaktadır (Şekil 5.12).

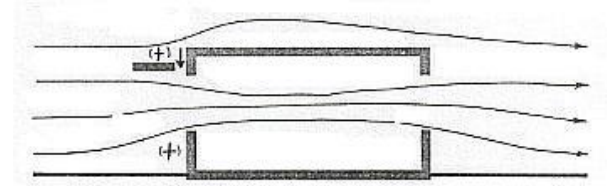


Şekil 5.12 Saçak derinliğinin iç ortama giren hava akımı miktarı üzerine etkisi [15].

Gölgeleme elemanı olarak kullanılan ve pencerenin hemen üstünde konumlandırılan masif yatay saçaklar, içeri giren hava akımının tavana doğru yönelmesine sebep olmaktadır. Bu durum saçığın hemen üstünde oluşan pozitif basıncın, pencerenin hemen altında oluşan pozitif basınç bölgesi ile denge oluşturamamasından kaynaklanmaktadır (Şekil 5.13-a). Saçak ve duvar arasında oluşturulacak bir boşluk, hava akımının, kullanıcı düzleminden geçmesini sağlamaktadır (Şekil 5.13-b). Aynı etki saçığın, duvar üzerinde daha üst bir konuma yerleşmesi ile de gerçekleştirilebilir (Şekil 5.13-c).



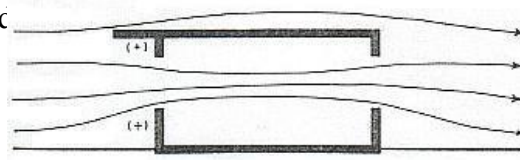
a)



b)

c)

Şekil 5.13 Saçak konumlandırılması



Şekil 5.13 Saçak konumlandırılması

5.3 Hacim Ölçeği

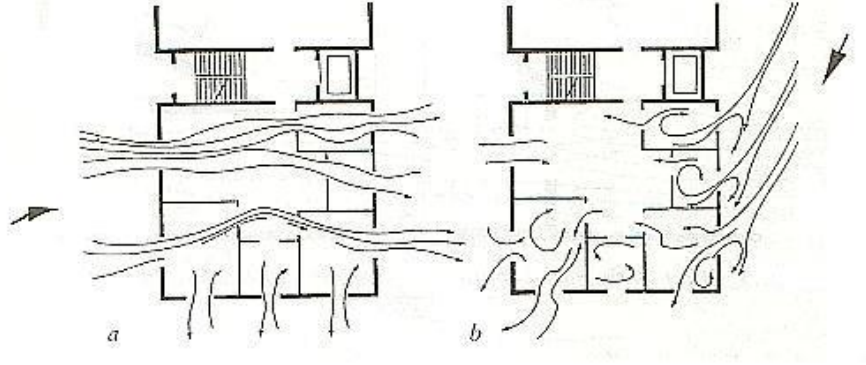
Etkili bir doğal vantilasyonun sağlanması için belirli bir düzende konumlandırılmalıdır. Bu düzenlemeler, mekanların konumlandırılması, planlama, binanın yönlendirilişi, açıklıkların yerleşimi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Yapılacak düzenlemeleri aşağıda belirtildiği gibi gruplandırmak mümkündür.

5.3.1 Yatay Düzlemdeki Düzenlemeler

Doğal vantilasyonun kullanılacağı iç mekanların düzenlemeleri yapılırken, çapraz vantilasyon göz önünde bulundurulması gereken başlıca koşuldur. Bu açıdan, apartmanlarda, mutfak ve banyo düzenlemeleri baca yönünde oluşturulmalı, iç odalardan gelen hava akımlarını karşılayacak olan açıklıklar optimum ölçülerde tasarlanmalıdır. Böylece hava akımı, bina içinde sağlıklı bir şekilde sirküle olurken, bu mekanlarda oluşan istenmeyen kokuların iç odalara kaçışı da engellenmektedir.

Hava akımına dik gelen ve engel teşkil eden iç bölme duvarlardan kaçınılmalı, hava akımının bina içi sirkülasyonunu etkileyecek ve hava akım değerlerini azaltacak mobilya yerleşimlerinden sakınılmalıdır.

Yaşama mekanları ve stüdyolar rüzgarı karşılayan yönde konumlandırılmalı, yatak odaları ya rüzgar yönünde ya da baca yönünde bulunmalı fakat daha korunaklı bir pozisyonda tasarlanmalıdır. Şekil 5.14'te, çok katlı bir apartman dairesindeki, farklı rüzgar yönlerine göre oluşan çapraz vantilasyonlar gösterilmektedir.



Şekil 5.14 Rüzgar yönlerindeki değişimin iç ortamda oluşan çapraz vantilasyona etkisi [14].

Ofis binalarındaki doğal vantilasyon düzenlemelerinde dikkat edilmesi gereken koşullardan başlıcaları; dış pencerelerin zıt duvarlarda bulunması, iç bölme duvarların, eğer mümkünse, tavandan kopuk ve de iç hava hareketine izin verecek yükseklikte planlanmasıdır. Ofis binalarında koridor pencereleri rüzgar yönüne yerleştirilmeli, taze ve temiz hava içeri alınmalıdır. Düşey sirkülasyon alanlarının bina merkezinde tasarlandığı durumlarda baca vantilasyonu, çok katlı binalarda merdiven boşlukları ve çeşitli şaftlar vasıtasıyla, az katlı binalarda ise koridora bakan açıklıklar yardımıyla sağlanmalıdır.

5.3.2 Düşey Düzlemdeki Düzenlemeler

Bina içindeki mekanların düşeydeki düzenlemeleri yapılırken, uygun doğal vantilasyon koşullarının oluşturulabilmesi için baca etkisi göz önünde bulundurulması gereken başlıca koşuldur.

Doğal vantilasyona uygun iki katlı evler tasarlanırken, yüksek sıcaklığın ortaya çıktığı mutfak ve bilgisayar odası gibi mekanlar üst katlarda bulunmamalıdır. Üst katlardaki

yaşama alanları, sıcak ve kirli hava geçişinin olmaması için, alt katlara direkt ilişkilendirilmemelidir. Katları bağlayan merdiven boşluğu açık düzenekte ise, üst katta, katlar arası direkt ilişkiyi engelleyen ve vantilasyonu sağlanabilen bir oda oluşturulmalı, sonrasında diğer odalara geçiş sağlanmalıdır.

Çok katlı ofis binalarında ve apartmanlarda, baca vantilasyonunu sağlayan merdiven boşlukları ve şaftlar, üst kattaki apartman veya ofis odaları ile , kirli ve sıcak havanın geçebileceği bağlantılar oluşturmamalıdır. Şaftların çıkış açıklıkları binanın en yüksek kısmında ve baca yönünde, apartman veya ofis odalarının açıklıkları ise rüzgar yönünde yer almalıdır.

Çok katlı apartman veya ofis binalarındaki şaftlar ve merdiven boşlukları, hizmet ettikleri katlardan ve bitişindeki duvarlarından, gerekli yangın kontrolünü sağlayabilmek için, yangına dayanıklı duvar ve kapılarla donatılmalıdır. Ayrıca sıcak ve kirli havanın çıktığı, baca yönüne bakan şaft açıklıkları, yangın esnasında, yangını kuvvetlendirmemek amacıyla kapatılmalı, hatta bu kapatma işlemi otomatik olarak gerçekleştirilmelidir.

Büyük ölçekli ve çok fonksiyonlu binalarda, doğal havalandırmanın yeterli olmadığı koşullar ortaya çıkmakta ve mekanik sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi durumlar hacim ölçeğinde ele alınmalı, iç mekanlardaki hava akımı çok yönlü olarak analiz edilmeli, gerekli simülasyon yöntemleri kullanılarak (Network Modeli veya CFD modeli gibi) mekanlara ait basınç dağılımları ortaya konmalıdır. Aktif ve pasif sistemlerin kombinasyonları ile ortaya çıkan yeni durum, etkin çözümler getirmektedir.

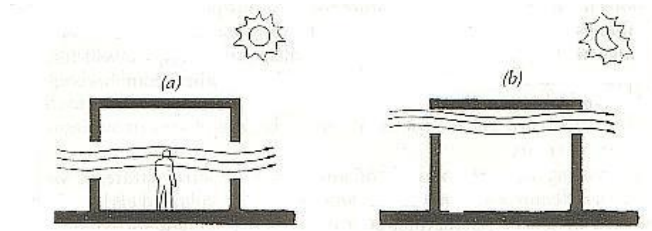
5.4 Eleman Ölçeği

Doğal vantilasyon sistemine eleman ölçeğinde, yapı elemanları üzerindeki açıklıklar etki etmektedirler. Açıklıkların boyutlandırılması ve konumlandırılması, ve çeşitli açıklık tipleri aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

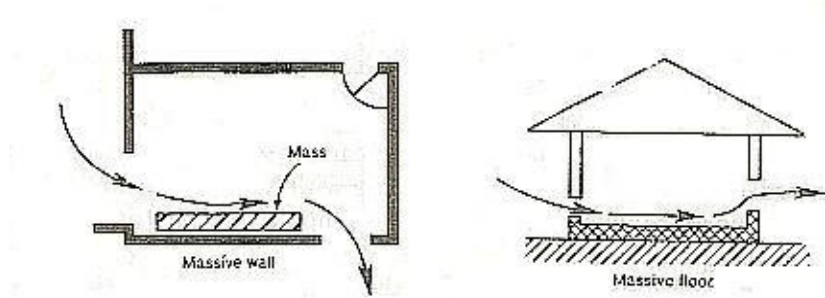
5.4.1 Açıklıkların boyutlandırılması ve konumlandırılması

Binalardaki açıklıklar boyutlandırılırken ve cephelerdeki konumları oluşturulurken aşağıda belirtilen koşullar dikkate alınmalıdır:

- Rüzgar çıkış açıklıkları, giriş açıklıklarına eşit ya da daha büyük ölçülerde olmalıdır.
- Kullanıcılar üzerinde serinletici etkinin oluşturulabilmesi için hava akımı, kullanıcıların bulunduğu kottan geçmelidir (Şekil 5.15 a).
- Binada termal davranış gösteren elemanlar (duvar, tavan ve döşeme), açıklıklarla ilişkilendirilmeli, binanın doğal olarak soğutulmasına katkıları sağlanmalıdır (Şekil 5.15 b ve Şekil 5.16).



Şekil 5.15 Kullanıcı termal konforu (a), ve bina strüktürünün soğutulmasında (b) farklı açıklık konumlandırılmaları [14].



Şekil 5.16 Doğal vantilasyonla yapı elemanlarının soğutulması [14].

- İki katlı evlerde ve yüksek katlı binalarda, rüzgarın girdiği açıklık ile çıktığı açıklıklar düşeyde karşılıklı olarak konumlandırılmamalı, giriş açıklığı alt kotta yer alırken baca yönündeki karşı çıkış açıklığı daha üst kotta bulunmalıdır.

Böylece çapraz vantilasyon ve baca vantilasyonu arasında herhangi bir karışıklık meydana gelmemiş olacaktır.

- Tek taraflı vantilasyonun sağlanabildiği mekanlarda aynı duvarda birden fazla açıklık oluşturulmalı ve bu açıklıklar birbirinden uzak noktalara yerleştirilmelidir.
- Daha önceki bölümlerde değinildiği gibi, baca etkili vantilasyonun söz konusu olduğu binalarda çıkış açıklıkları, rüzgarın binayı terkettiği cephelere yerleştirilmelidir. Açıklıkların yüksekliklerine ve kapladıkları alanlara karar verilirken, gerekli olan hava akım miktarları irdelenmiş olmalıdır.

5.4.2 Açıklık Türleri

Doğal vantilasyona uygun tasarımda dikkate alınması gereken diğer bir nokta yapı elemanlarındaki açıklık tasarımıdır. İncelenmesi gereken açıklıklar şu katagorilerde toplanabilir:

- Pencerele; dış çevrenin izlenmesi, gün ışığından ve güneş ışınlımından faydalanma ve doğal vantilasyonun sağlanması gibi birçok fonksiyonu bünyesinde barındıran pencerele, aşağıda belirtilen koşullara göre alt katagorilere ayrılırlar:

- Yerleşim düzleminine göre (düşey , yatay ve eğimli pencerele)
- Bina kabuğundaki yerlerine göre (duvar veya çatı)
- Açılış sistemlerine göre (asma, çarpma ve döner pencerele)

- Örtüler; gölgeleme elemanı olarak kullanılmalarının yanı sıra, vantilasyon amaçlı da dizayn edilebilirler.

- Kapılar; temel amaçları mekanlar arası bağlantıyı sağlamak olan kapıların malzeme türlerine bağlı olarak farklı kullanım alanları bulunmaktadır.

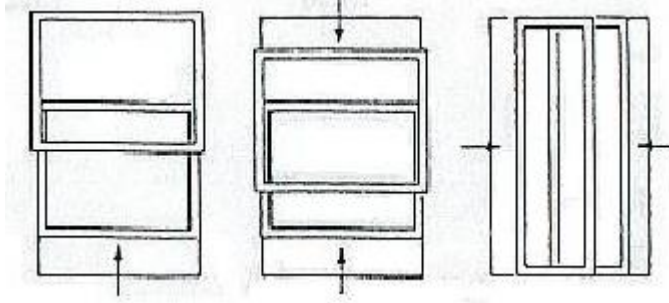
- Hava menfezleri ve vantilatörle; hava hareket artışının kontrolünde kullanılırlar.

5.4.2.1 Pencerele

Pencerelelerin, hava akımının kontrolünün sağlanmasındaki rolleri incelendiğinde, açılış biçimlerinin ve miktarlarının direkt ilgili olduğu görülmüştür.

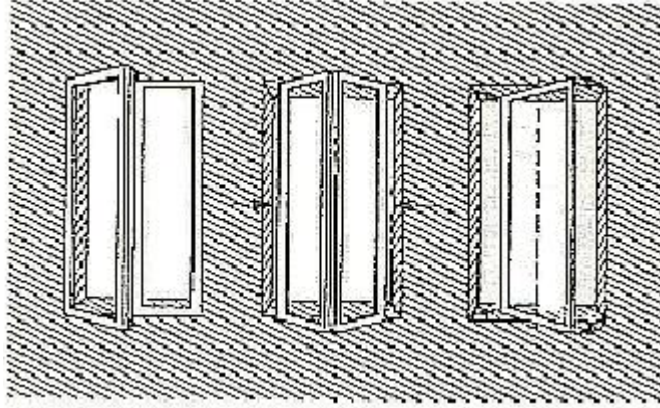
Bina kabuğunda yer alan pencereler, genel olarak dört farklı tipten oluşmaktadır:

1. Sürme Pencereler; yatay veya düşey olarak yerleştirilen raylar üzerinde hareket ederek açık –kapalı konumlarına getirilen sürme pencereler, dış ortamdan gelen hava akımının yönünü değıştirmezler, %50 veya üzerinde engel durumu oluşturlar (Şekil 5.17)



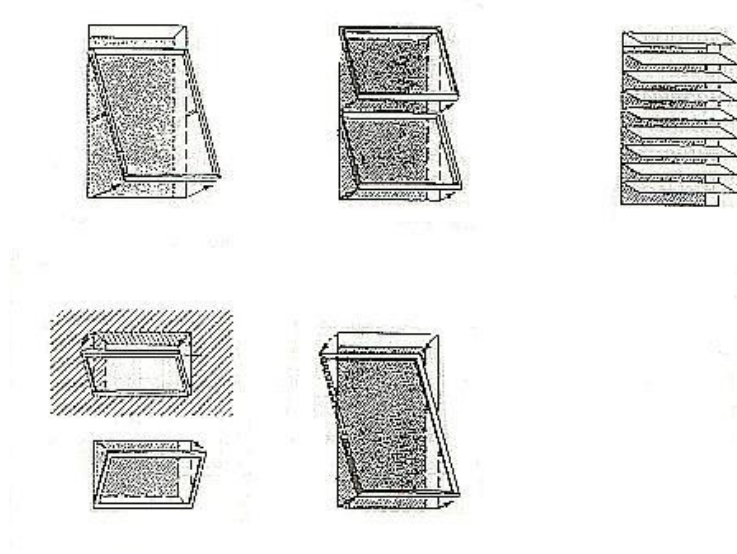
Şekil 5.17 Sürme pencere tipleri [16]

2. Düşey Kanatlı Pencereler; düşeyde bulunan eksen etrafında hareket eden kanatların içeri veya dışarı açılmasıyla işlev görürler (Şekil 5.18). Kanatların hareketine bağlı olarak, içeri giren hava akımının yönü değıştirilebilir. Dışarı açılabilen kanatlar, yüzgeç duvarları olarak işlev gördüğünden dış hava akımının yakalanıp içeri alınmasında etkili olmaktadır (Şekil 5.20-a).



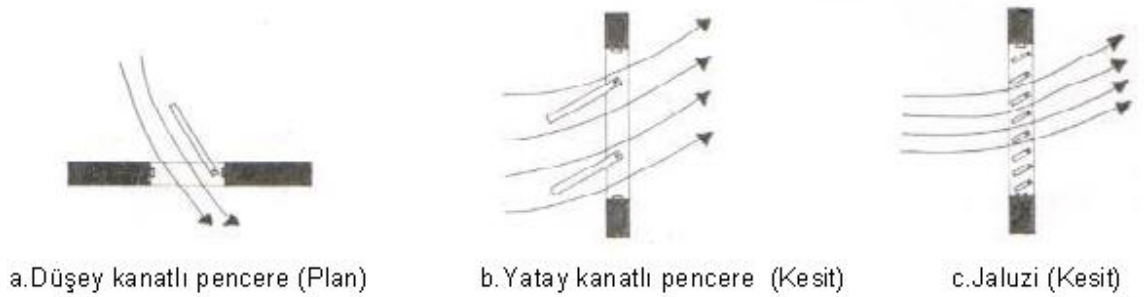
Şekil 5.18 Düşey kanatlı pencere tipleri [16].

3. Yatay Kanatlı Pencere; yatay kanatlı pencereler, yatayda bulunan eksenler etrafında hareket eden kanatların, içeri veya dışarı açılmasıyla işlev görürler.Şekil 5.19’da tasarımlarına göre farklı tipteki yatay kanatlı pencereler gösterilmektedir.



Şekil 5.19 Yatay kanatlı pencere tipleri [16].

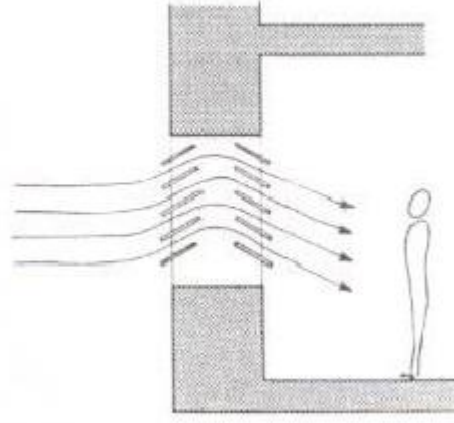
Jaluzi ve yatay kanatlı pencereler, yağışın olduğu zamanlarda açık tutulabilmelerinden ötürü, yağmur sularının içeri girmesine engel olurken hava akımının içeri girmesini sağlamaktadırlar (Şekil 5.20 b-c).Bu özellikleri ile sıcak nemli iklim bölgelerinde oldukça tercih edilmektedirler.



Şekil 5.20 Farklı tip pencerelerden iç ortama giren hava akımı [17].

Jaluzi ve dışa açılır yatay kanatlı pencerelerin, dış hava akımını iç mekana alırken sebep oldukları doğrultu değişikliği, hava akımının, kullanıcı düzleminden

geçmesine yol açmakta ve iç konfor ventilasyonun sağlanmasında olumsuz koşulları doğurmaktadır. Bu durumun ortadan kalkması için iç kısma ikincil bir yön değiştirici eklenmelidir (Şekil 5.21)



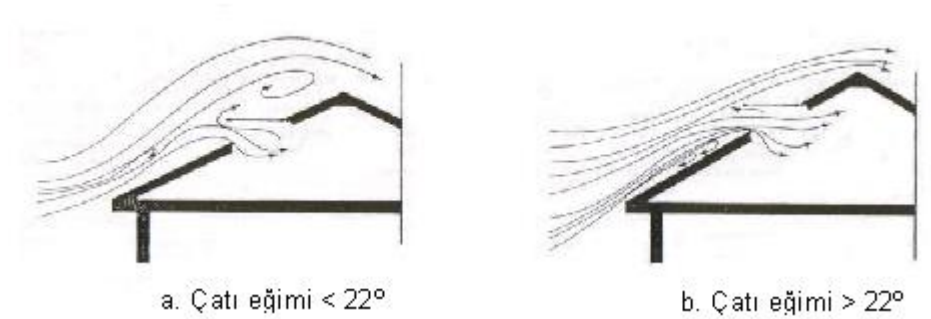
Şekil 5.21 Çift kademeli jaluziden iç ortama giren hava akımı [13].

4. Çatı Pencereleeri; çatı pencereleri oluşturulurken gözönünde bulundurulan ilk etken, gün ışığından maksimum faydalanabilmektir. Uygun dizayn koşulları gerçekleştirildiği takdirde, çatı pencereleri vasıtasıyla, çatı altında yer alan mekanın, ventilasyon yoluyla soğutulması gerçekleştirilmektedir. Genel amaçlı çatı pencereleri yatay, düşey ve eğimli olarak yerleştirilebilir. Çatı altı bölgesinin ventilasyonu için oluşturulan pencereler de düşey olanlar ve olmayanlar olarak ikiye ayrılırlar.

Düşey olan ve olmayan tipteki çatı pencerelerinden içeri giren hava akımının, pencerenin yerleştirildiği çatı kısmının eğimine bağlı analizleri Şekil 5.22 ve Şekil 5.23 da gösterilmektedir. Düşey çatı penceresinden içeri giren hava akımı, çatının eğimine paralel olarak yükselmektedir. Çatı pencerelerinde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta çatı eğimleridir. Çatı eğiminin 22° nin altında olduğu durumlarda, çatı yüzeyi negatif basınç bölgesi oluşturduğundan pencere çıkış açıklığı olarak işlev görecektir. Burada rüzgarın yere paralel olarak estiği varsayılmaktadır. Bu tür analizler, rüzgarın çatıya geliş açısı göz önünde bulundurularak yapılmalıdır [17].



Şekil 5.22 Düşey çatı penceresinden içeri giren hava akımı [17].



Şekil 5.23 Düşey olmayan çatı penceresinden içeri giren hava akımı [17].

5.4.2.2 Örtüler

Pencerelerin iç veya dış kısmına yerleştirilen çeşitli tipteki örtü-paravanalar genelde gölgeleme, dış ortamdan gelebilecek çeşitli hayvan ve böceklerle karşı engel teşkil etme, mahremiyeti sağlama amaçlı kullanılmaktadır [17]. Panjur, sineklik, ve çeşitli tipteki perdeler bu grupta yer almaktadır. Doğal vantilasyona açısından ele alındığında sabit veya hareketli olarak işlev gören örtüler rüzgarı, kullanımlarına bağlı olarak kontrollü bir şekilde iç ortama alırlar.

5.4.2.3 Kapılar

Kapıların, doğal vantilasyonun sağlanmasında, pencereler kadar etkili yerleri olmasa da, alınan birtakım önlemlerle fayda sağlayabilmektedirler. İç mekanları birbirinden ayıran kapılar, mekanlar arası hava akımı geçişlerine izin verirken, özellikle müstakil binalardaki dışa açılan kapılar, gerekli durumlarda doğal vantilasyonun oluşumuna yardımcı olurlar. Dış kapıların, doğal vantilasyonun sağlanmasında kullanılabilmesi için, çeşitli hayvanların ve güvenliği bozabilecek kişilerin kapılardan girişini engelleyecek ızgara vb. sistemleri oluşturulmalıdır [17].

5.4.2.4 Hava Menfezleri ve Vantilatörler

Hava menfezleri ve vantilatörler genellikle, pencerenin bulunmadığı, çatı altları, servis odaları ve iç banyolar gibi mekanlara temiz hava girişinin ve bu mekanlarda oluşan kirli havanın çıkışının sağlandığı elemanlardır [17].

6. DOĞAL VANTİLYASYON HESAPLAMALARINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Doğal vantilyasyonun oluşmasını sağlayan fiziksel etkenler karmaşık ve düzensiz süreçlere sahip olup, vantilyasyon verimliliği üzerindeki rollerinin belirlenmesi hayli zor bir konudur. Klasik akışkanlar dinamiği, hava akımı olayını, iyi tanımlanmış sınır koşulları içersinde , tatmin edici bir şekilde ifade etmektedir. Bu alanda geçerliliği olan Navier-Stokes eşitlikleri, kütle, momentum ve enerji korunumu ile ilgili çeşitli eşitlikleri türbülans etkisini de içine alarak, belirli sınırlar ve ana koşullar dahilinde ortaya koymaktadır [18]. Bununla birlikte rüzgarın karmaşık karakterini çok yönlü olarak bu hesaplamalara katmak genellikle çok zordur.

Belirli bir bölgedeki rüzgarın genel karakterini bilmek (global ölçekteki gibi) bir binadaki konfor ve enerji gereksinimleri için oldukça faydalıdır. Tasarımcılar hava akım oranlarını, bina açıklıklarının olabilecek optimum boyutlarına karar vermek için istedikleri gibi, mühendisler hava hareket hızlarını ve zondaki dağılımlarını, havalandırma giriş ve çıkışlarını belirlemek için bilmek isterler. Konfor konusunda çalışanlar ise bir zondaki hava akımı hızına, insan vücudundaki ısı iletimini hesaplamak, hava kirlilik dağılımını belirlemek ve vantilyasyon verimliliğini inceleyebilmek için ihtiyaç duyarlar.

İstenilen bilginin türüne bağlı olarak, çeşitli modeller ve araçlar kullanılmaktadır. Bunlar, basit deneysel modellerden başlayarak, Navier-Stokes eşitliklerini çözen akışkanlar dinamiğine kadar çeşitlilik göstermektedir. Genelde modelin karmaşıklığına bağlı olarak binalarda doğal vantilyasyonu sağlayabilmek için ihtiyaç duyulan hava akımının tanımında dört farklı yaklaşımdan bahsedilebilir.

1. Deneysel model
2. Network modeli

3. Zonal modeli
4. CFD modeli

6.1 Deneysel Model

Basitleştirilmiş deneysel modeller, bir zona ait hava akımı ve rüzgar hızları değerlerini hesaplamada, bir takım genel eşitlikleri öngörür. Bu eşitlikler hava akımını, sıcaklık farkı-rüzgar hızı ve olası değişken değerlerle kombine eder ve sonucunda hacimdeki toplam hava akım veya rüzgar hızları değerlerini verir. Bu yöntem, ilk tahminleri kısa süre içinde ortaya koyduğu için oldukça kullanışlıdır. Fakat uygulanabilirlikleri her zaman kısıtlamalar dahilinde olmaktadır.

Deneysel metotlar iki kategoride incelenmektedir:

1. Hava akım miktarlarını belirleyen basitleştirilmiş deneysel metot
2. Bina içi rüzgar hızlarını belirleyen basitleştirilmiş deneysel metot

Bu metodolojiler çeşitli teorilere veya belirli deneylerin sonuçlarına göre oluşturuldukları için genel geçerlilikleri yoktur. Ancak kendi limit değerleri ve uygulama alanları içinde değerlendirilmelidir.

6.1.1 Doğal Vantilasyonun Kullanıldığı Binalarda, İç Ortam Hava Akım Miktarlarının Tahmininde Kullanılan Basitleştirilmiş Metotlar

Bu yöntemler binalarda olabilecek hava akım miktarları hakkında, ilk öncü bilgileri sunmayı amaçlar. Deneysel veriler, tek zonlu binalardaki hava akım miktarlarını hesaplamak için oluşturulmuştur. Bu metodlar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

6.1.1.1 ‘The British Standarts’ Metodu

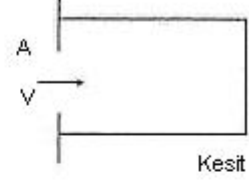
‘The British Standarts’ modeli, tek yönlü veya çapraz olarak havalandırılan binalarda, hava sızıntısı ve vantilasyon hesaplamaları için çeşitli formüller öngörür [19]. Metod, binalardan iki yönlü akımın geçtiğini varsayar ve tüm iç bölmeleri göz ardı eder [20]. Tablo 6.1 ve 6.2’de, tek yönlü ve çapraz vantilasyonun olduğu farklı durumlar ile ilgili formüller gösterilmektedir.

Tablo 6.1 Tek yönlü doğal vantilasyonuna ilişkin formüller [19].

- (a) Rüzgar etkili oluşan vantilasyon

$$Q = 0.025 A V$$

A açıklık yüzey alanı V, rüzgar hızı

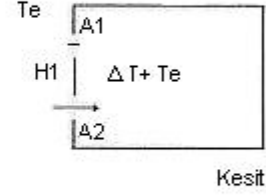


- (b) İki açıklıktaki sıcaklık farkı ile oluşan vantilasyon

$$Q = C_d A \left[\frac{\varepsilon \sqrt{2}}{(1 + \varepsilon)(1 + \varepsilon^2)^{1/2}} \right] \left(\frac{\Delta T g H_1}{T} \right)$$

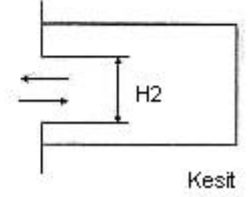
$$\varepsilon = A_1 / A_2, A = A_1 + A_2$$

C_d boşaltma katsayısıdır



- (c) Tek açıklıkta, sıcaklık farkı ile oluşan vantilasyon

$$Q = C_d \frac{A}{3} \sqrt{\frac{\Delta T g H_2}{T}}$$



Tablo 6.2 Çapraz vantilasyonuna ilişkin formüller [19].

(a) Rüzgar etkisi ile oluşan vantilasyon	
$Q_w = C_d A_w V \sqrt{\Delta T C_p}$ $\frac{1}{A_w^2} = \frac{1}{(A_1 + A_2)^2} + \frac{1}{(A_3 + A_4)^2}$	Kesit
(b) Sıcaklık farkı ile oluşan vantilasyon	
$Q_b = C_d A_b \left(\frac{2 \Delta T g H_1}{T} \right)^{0.5}$ $\frac{1}{A_b^2} = \frac{1}{(A_1 + A_3)^2} + \frac{1}{(A_2 + A_4)^2}$ $T = \frac{T_e + T_i}{2}$	Kesit
(c) Rüzgar ve sıcaklık farkı etkilerinin birlikte olduğu doğal vantilasyon	
$Q = Q_b \quad \frac{V}{\sqrt{\Delta T}} < 0.26 \sqrt{\frac{A_b H_1}{A_w \Delta C_p}}$ $Q = Q_w \quad \frac{V}{\sqrt{\Delta T}} > 0.26 \sqrt{\frac{A_b H_1}{A_w \Delta C_p}}$ $\Delta T = T_i - T_e$	Kesit

6.1.1.2 Ashrae Metodu

Bu metod, binadaki toplam sızıntı alanının sebep olduğu hava akımının hesaplanmasını öngörür [21]. Metoda göre tek zonlu bir binada toplam hava akım değeri Q;

$$Q = A \sqrt{a \Delta T + b U_{met}^2} \quad (\text{m}^3 \text{ h}^{-1}) \quad (6.1)$$

A: Binadaki toplam sızıntı alanı (cm^2)

a: Sıcaklık farkı katsayısı ($\text{m}^6 \text{ h}^{-2} \text{ cm}^{-4} \text{ K}^{-1}$)

b: Rüzgar katsayısı ($\text{m}^4 \text{ s}^2 \text{ h}^{-2} \text{ cm}^{-4}$)

ΔT : Ortalama iç-dış hava sıcaklık farkı (K)

U_{met} : Meteorolojik rüzgar hızı (m s^{-1})

Bina kat adedine göre a, 3 farklı değerde olabilir:

Tek katlı binalar için, a = 0.00188

İki katlı binalar için, a = 0.00376

Üç katlı binalar için, a = 0.00564

Rüzgar katsayısı b, binaların kat adedine ve bina çevresindeki engel durumuna bağlı olarak değişmektedir. Aşağıda, b katsayısı ile ilgili 5 farklı değer gösterilmektedir:

Tablo 6.3 Çeşitli bina yükseklikleri ve engel durumuna göre b katsayısı değerleri [21].

Engel durumu	Bina kat adedi		
	1	2	3
Engelsiz	0.00413	0.00544	0.00640
Bölgesel az engelli	0.00319	0.00421	0.00495
Bölgesel engelli	0.00226	0.00299	0.00351
Engelli	0.00135	0.00178	0.00209
Çok engelli	0.00041	0.00054	0.00063

6.1.1.3 Aynsley Metodu

Aynsley [22], çapraz vantilasyon durumunda, global hava akımı tahmin metodunu öngörür. Buna göre, binanın karşılıklı zıt iki cephesindeki, iki ana açıklık ele alınarak, her açıklığa ait basınç değerleri (C_{p1} , C_{p2}) ve boşaltma katsayıları değerleri (C_{p1} , C_{p2}) kullanılır. Boşaltma katsayısı ile ilgili geniş bilgiler bölüm 6.2.2.2.'de verilmektedir. Kabul edilen iki ana açıklık arasındaki yüklü hava konservasyonu ile hava akımını hesaplayan şu formül ortaya çıkmaktadır.

$$Q = \sqrt{\frac{C_{p1} - C_{p2}}{\frac{1}{A_1^2 C_{d1}^2} + \frac{1}{A_2^2 C_{d2}^2}}} V_z \quad (6.2)$$

Cd_1, Cd_2 : Boşaltma katsayısı

A_1, A_2 : Açıklık alanları (cm^2), V_Z : Referans rüzgar hızı (m/sn)

6.1.1.4 De Gidds ve Phaff Metodu

Doğal vantilasyon hesaplamaları için oluşturulan mevcut yöntemlerin çoğu, rüzgarın olmadığı durumlarda gözlenen hava akımlarını tahmin etmede yetersiz kalmıştır. Deneysel sonuçlar, tek taraflı havalandırılan veya rüzgar yönünün iki paralel yüzeydeki açıklıklara paralel olduğu durumlarda, dalgalandırıcı etkilerin (fluctuating effects) hava akımı oluşmasına sebep olduğunu göstermektedir. Dalgalanan akımlar, içeri giren rüzgarın türbülans karakteri veya binanın sebep olduğu türbülans sonucu ortaya çıkmaktadır [23].

Açıklıktan gelen hava akımındaki türbülans aynı zamanda iç havada eş zamanlı + veya – basınçlar oluşturur.

De Gidds ve Phaff metoduna göre, havalandırma değeri olarak genel bir değer verilmektedir; (Q), pencereden geçen, sıcaklık farkı, rüzgar hızı ve dalgalanan değerler (fluctuation) sonucu oluşan havalandırma miktarıdır [23]. Tek taraflı havalandırılan mekanlar için, açıklıktan geçen etkin rüzgar hızı şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$U_{eff} = \frac{Q}{A/2} = \sqrt{\frac{2}{g} (\Delta p_{rüz} + \Delta p_{sic} + \Delta p_{türb})} \quad (6.3)$$

g : Yerçekimsel ivme, m / s^2

$\Delta p_{rüz}$: rüzgar etkisinin sebep olduğu basınç farkı, Pa

Δp_{sic} : sıcaklık farkı etkisinin sebep olduğu basınç farkı, Pa

$\Delta p_{türb}$: türbülans etkisinin sebep olduğu basınç farkı, Pa

U_{eff} , şu şekilde de ifade edilebilir :

$$U_{eff} = \frac{Q}{A/2} = \sqrt{C_1 U_{met}^2 + C_2 H \Delta T + C_3} \quad (6.4)$$

U_{met} : Meteorolojik rüzgar hızı, m/sn

H : Açıklık yüksekliği

C_1 : Rüzgar katsayısı

C_2 : Sınır değeri (boundary constant)

C_3 : Türbülans değeri (turbulence constant)

C_3 terimi turbulansın oluşturduğu basıncına eşittir ve rüzgar ve baca etkisinin olmadığı durumlarda doğal vantilasyon oluşumunu sağlamaktadır. Yerinde yapılan ölçümlerle çeşitli hesaplamaların kıyaslanması neticesinde bu parametreler şu değerlerde sabitlenmiştir : $C_1 = 0.001$, $C_2 = 0.0035$, $C_3 = 0.01$

6.1.2 Doğal Vantilasyonun Kullanıldığı Binalarda, İç Ortam Hava Akım Hızlarının Tahmininde Kullanılan Basitleştirilmiş Metotlar

İç mekandaki hava hareketlerinin karakteristiklerinin bilinmesi, bina tasarımları için önem teşkil eder. İç mekan hava hareketi hızlarına bağlı olarak, insan vücudunda konveksiyon yolu ile ve buharlaşmaya bağlı ısı kaybı artmakta ve böylece termal konfor sağlanmaktadır. Son çalışmalar [24,25], türbülans yoğunluğunun konfor üzerindeki etkisinin tartışılmaz olduğunu ve etkilerinin, insan termal konfor modellerine entegre edilebilmesi mümkün olduğunu göstermiştir [26].

Bina kullanıcılarına bağlı olarak şekillenen iç hava akımlarının değerlendirilmesi için, iç mekan türbülans yoğunluğu dağılımının yanı sıra, iç hava akımı hızlarının da bilinmesi gerekir. Son 50 yıldır yapılan araştırmalarda, bina içi hava hareketlerine sebep olan rüzgar tahminlerinin sunulduğu metodolojiler geliştirilmiştir. Ernest'e göre, kullanılan metodolojiye bağlı olarak, önerilen teknikler aşağıda belirtilen 5 ana grupta sınıflandırılabilir [27].

1. Geniş ölçekli incelemelere dayanan araştırmalar
2. Bilgisayar simülasyonlarına dayanan araştırmalar
3. Parametrik rüzgar tünelinden elde edilen sonuçlara dayanan metodlar
4. Rüzgar boşaltım katsayılarının kullanıldığı metodlar

5. Rüzgar tünellerine yerleştirilen, araştırılması yapılan binanın, ölçekli maketi üzerinde yapılan deneyler sonucu elde edilen iç hava hızlarına dayanan metodlar.

Ana karakterleri, avantaj ve dezavantajlarıyla (ve de sınır koşullarıyla) bu metodlardan bazıları aşağıda sunulmuştur:

6.1.2.1 Givonni Metodu

Givonni [28], kare plana sahip , karşılıklı duvarlarında özdeş açıklıkları bulunan bir mekandaki, ortalama iç hava hızlarını, deneysel veriler sonucunda hesaplamaya yönelik bir metod geliştirmiştir. Bu metoda göre, iç ortam ortalama hava hızı şu eşitlikle hesaplanmaktadır :

$$V_i = 0.45 (1 - e^{-3.48x}) V_r \quad (6.5)$$

V_i : İç ortam ortalama hava hızı, m/sn

x : Açıklık alanının, bulunduğu duvar alanına oranı

V_r : Dış rüzgar referans hızı, m/sn

6.1.2.2 Melaragno Metodu

İç ortam hava akım hızları hiç bir şekilde düzenli değerlere sahip değildir. Düşük hızların olduğu alanlar ve cereyanlar, yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir [29]. Bir binadaki doğal vantilasyonun verimliliği incelendiğinde, iç ortam hava hızlarının ortalama değerlerini kullanmak daha elverişlidir (V_i).

Rüzgar tünellerinde yapılan çalışmalar, doğal havalandırılan alanlardaki iç ortam hava akım hızlarının, yönlere ve yörelere göre nasıl farklılık gösterebileceğini ortaya koymada etkilidir.

Melaragno [29], açıklık alanlarının, bulundukları duvar alanına olan oranlarından yola çıkarak, iç ortam hava hızlarının, ortalama ve en yüksek değerlerini belirlemiştir (Tablo 6.4).

Tablo 6.4 Doğal vantilasyonun sağlandığı hacimlerde iç ortam hava akımının çeşitli rüzgar yönlerine ve farklı açıklık tiplerine ve yerleşimlerine bağlı değerleri [29].

Koşullar	Açıklık genişliği / Duvar genişliği = 0.66		Açıklık genişliği / Duvar genişliği = 1	
	$V_{ort.}(\%)$	$V_{maks.}(\%)$	$V_{ort.}(\%)$	$V_{maks.}(\%)$
Rüzgar yönünde tek açıklık, rüzgar geliş yönü dik	13	18	16	20
Rüzgar yönünde tek açıklık, rüzgar geliş yönü açılı	15	33	23	36
Baca yönünde tek açıklık, rüzgar geliş yönü açılı	17	44	17	39
Baca yönünde iki açıklık, rüzgar geliş yönü açılı	22	56	23	50
Rüzgar yönünde tek açıklık, bitişik yan duvarda diğer bir açıklık, rüzgar geliş yönü dik	45	68	51	103
Rüzgar yönünde tek açıklık, bitişik yan duvarda diğer bir açıklık, rüzgar geliş yönü açılı	37	118	40	110
Rüzgar yönünde tek açıklık, baca yönünde diğer bir açıklık, rüzgar geliş yönü dik	35	65	37	102
Rüzgar yönünde tek açıklık, baca yönünde diğer bir açıklık, rüzgar geliş yönü açılı	42	83	42	94

6.1.2.3 CSTB Metodu

Bu metod yöntemiyle elde edilen veriler, ilgili mekanın belirli bir ölçekteki modelinin rüzgar tüneline yerleştirilip çeşitli denemelerin yapılması sonucunda oluşur. Metod, ‘Global Vantilasyon Katsayısı’, C_G değerine göre tanımlanmaktadır [30]. Bu, iç ortamda

1,5 m yüksekliğindeki ortalama hava hızının, aynı noktadaki dış ortam hava hızına oranıdır. Ventilasyon katsayısı, aşağıda belirtilen koşullarla direkt olarak ilişkilidir:

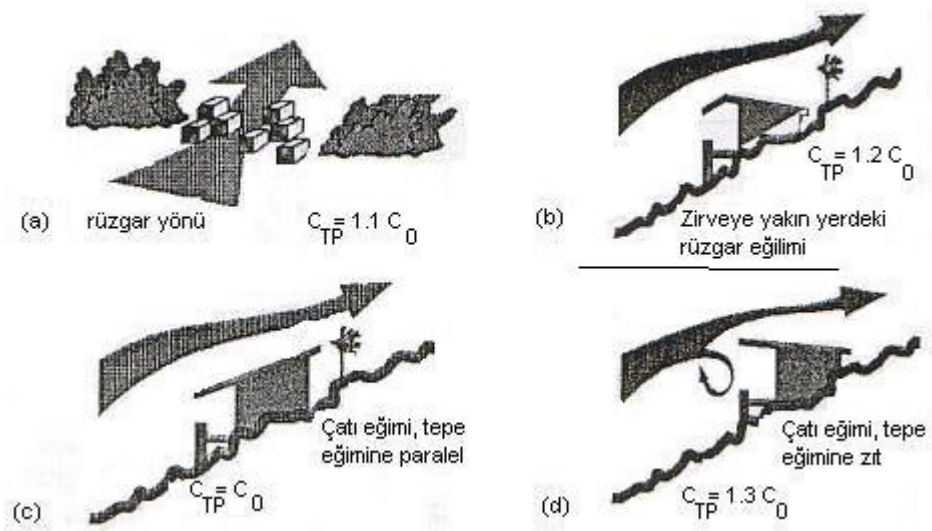
- Yerleşim alanının özellikleri,
- Binanın ve hakim rüzgarın yönü,
- Binanın formu,
- Binanın iç planlaması.

Metod, yukarıdaki kriterlerin her birisi için farklı katsayılar ortaya koyar. Buna bağlı olarak global ventilasyon katsayısı, bu katsayılardan minimum olanına eşittir :

$$C_G = \min (C_{site}, C_{yön}, C_{dış}, C_{iç}) \quad (6.6)$$

Herbir katsayının değerlendirmesinde, rüzgar tüneline yerleştirilmiş referans bir hücreye yönelik yapılmış ölçümler sonucunda elde edilen C_0 katsayısı kullanılmaktadır ve $C_0 = 0.6$ 'dır. Referans hücre, $30m^2$ taban alanlı, 3m'den 4m'ye yükseklikle rüzgarın geliş yönünde %10 çatı eğimli bir yapıdır. Rüzgarın girdiği ve çıktığı açıklıklar bulundukları duvarların %30 unu kaplamakta, ve giriş çıkış aksları hakim rüzgar yönüne paralel yer almaktadır. Referans hücrenin düz bir yerey parçasında konumlandığı ve çevresinde rüzgarı kesicek herhangi bir engelin bulunmadığı varsayılmaktadır [30]. Yukarıda belirtildiği üzere global ventilasyon katsayısının ortaya koyulmasında göz önünde bulundurulan diğer katsayılar (C_{site} , $C_{yön}$, $C_{dış}$, $C_{iç}$ vb.), C_0 katsayısının hesaplanmasında esas alınan hücrenin, rüzgar tünelineki koşullarının değiştirilmesi sonrasında elde edilen sonuçlara göre çeşitlilik göstermektedir.

Şekil 6.1'de örnek olarak bu katsayılar arasında yer alan topografya etkili ventilasyon katsayısının çeşitli durumlara göre farklı değerleri gösterilmiş ve C_0 olarak değerleri belirtilmiştir.



Şekil 6.1 Vantilasyon katsayısının (C_{TP}) topografyaya bağlı değerleri [30].

6.1.2.4 Ernest Metodu

Ernest [27] modelindeki datalar, rüzgar tüneline yerleştirilen ilgili mekanın ölçekli modeli üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilmektedir. Burada, iklim ve (rüzgar yönü, bina etrafındaki basınç dağılımı gibi) bina ile ilgili (pencere karakteristikleri, iç bölmelerin düzeni gibi) veriler değerlendirilir. Sonrasında, iç ortam ortalama hava akımı hızı katsayısı, C_v ortaya konur (iç ortam ortalama hava hızının saçak seviyesindeki ortalama dış rüzgar hızına oranı). Program, lokal iç hava akımı hızları dağılımlarını zemin alanı üzerinde gösterir [31].

İç ortam ortalama hava akımı hızı katsayısı, C_v , aşağıda belirtilen formülle hesaplanmaktadır:

$$C_v = f_1(C_p, \theta) f_2(\phi) f_3(p_n, \theta) f_4 \quad (6.7)$$

Burada,

C_p : Basınç katsayısı

θ : Rüzgar yönü

ϕ : Bina porozitesi

p_n : İç mekan bölme tipi

$f_1(C_p, \theta)$: Basınç dağılımı ve rüzgar yönünün etkisine yönelik katsayısı

$f_2(\varphi)$: Pencere boyutunun etkisine yönelik katsayı

$f_3(p_n, \theta)$: İç mekan bölmelerinin etkisine yönelik katsayı

f_4 : Pencere aksesuarlarının etkisine yönelik katsayı

Bina porozitesi, aşağıda verilen formüle göre hesaplanmaktadır :

$$\varphi = 2 A_i A_0 / [A_w (2A_i^2 + 2A_0^2)^{0.5}] \quad (6.8)$$

Burada A_i , rüzgarın girdiği açıklığın alanını, A_0 , rüzgarın çıktığı açıklığın alanını, A_w , rüzgarın girdiği açıklığın bulunduğu mekanın alanını ifade etmektedir. İç mekan bölmelerinin hava akımına etkisinin (f_3) hesaplanmasında, iç mekan bölme duvarının yerleşimi, yüksekliği ve rüzgar yönü etkili olmaktadır [31].

6.2 Network Modeli

Daha önceki bölümlerde anlatılan deneysel modellerin temelleri basit formüllerden meydana gelir ve bu formüller belirli kabuller ve sınırlar dahilinde oluşturulduğundan dikkatli bir şekilde uygulanmalıdır. Alınan sonuçların doğrulukları kabul edilen sınırlar çerçevesinde geçerlidir. Basit varsayımlara dayandırılan bu yöntemlerle, tek zon olarak kabul edilen binalardaki toplam hava akım değerleri hesaplanmaktadır. Gerçek koşullar gözönüne alındığında, binaya tek zon olarak yaklaşma yöntemleri yerlerini, çeşitli zonlar arasındaki iç açıklıkların, hava akımlarının oluşumundaki etkilerinin kabul edildiği metodlara bırakmıştır. Bu durumda çok zonlu hava akımı network modellerine gereksinim duyulmaktadır.

Hava akımı network modeli konseptine göre, bir bina, simülasyonu yapılan zonun ve de dış çevrenin düğüm diye tabir edildiği noktaların oluşturduğu ve bu düğümlerin şekil verdiği bir ‘grid’ olarak incelenir. Çeşitli zonlar arasındaki geçiş noktaları, düğümlerin birbirine bağlandığı ‘yol’lar olarak adlandırılır. Dolayısıyla bir binanın odaları ‘düğüm’, ve de açıklıklar ‘yol’ olarak kabul edilir. Dış çevre ile olan etkileşim, iç ve dış düğümleri birbirine bağlayan ‘akım yolları’ ile temsil edilir. İç ve dış, tüm düğüm noktaları, bir basınç değeriyle belirtilir.

Bilindiği üzere bir pencereden geçen hava akım değeri, direkt olarak ortamların, basınç değerlerinin farklı olmasıyla ilgilidir. Dış düğümlerdeki basınç değerleri bilinmektedir. İç hava akımı oranlarının çıkartılması için iç düğüm noktaları basınç değerleri hesaplanmalıdır.

Network modelinde kullanılan, doğal vantilasyona yönelik matematiksel yöntemler ilerleyen bölümlerde gösterilmektedir.

6.2.1 Doğal Vantilasyonla İlgili Fiziksel Mekanizmalar (4.Bölüme ek)

Doğal vantilasyonun her durumunda, bina strüktüründeki açıklıklarda meydana gelen basınç farklılıklarının oluşmasına sebep itici güçler (driving forces) bulunmaktadır. Basınç farklılıklarının oluşmasına sebep, iki mekanizma vardır; Rüzgar ve sıcaklık farkı.

6.2.1.1 Rüzgar Etkisi

Rüzgarın, bina yüzeylerine çarpması sonucu oluşturduğu basınç etkisi kullanılarak, iç ortam sıcaklığının, binadan uzaklaştırılması gerçekleştirilmektedir. Rüzgarın, binaya çarpma yüzeyinde yüksek basınç oluşurken, binayı terk ettiği karşı yöndeki yüzeyinde alçak basınç oluşmaktadır. Bunun paralelinde yüksek basınçlı bölgeden, alçak basınçlı bölgeye doğru bir hava akımı meydana gelir. Rüzgarın sebep olduğu basınç farklılıkları şu formülle hesaplanmaktadır :

$$\Delta P_u = 0.5 C_p \rho U^2 \quad (6.9)$$

Burada ΔP_u , rüzgarın sebep olduğu basınç farkı (Pa), C_p basınç katsayısı, ρ havanın yoğunluğu (kg / m³) ve U bina yüksekliğinden ölçülen rüzgar hızı olarak gösterilmektedir.

Burada kullanılan rüzgar hızları, meteorolojik verilerden elde edilen rüzgar hızlarının belirli değişkenlere göre hesaplanması sonucunda elde edilen değerlerdir. Referans yüksekliğindeki rüzgar hızları meteorolojik verilerin, bina yüksekliğine, yönlendirilişine, bölgenin topografyasına ve de yerleşim yerinin cinsine bağlı olarak düzeltilmiş değerleridir [27]. Etkin rüzgar hızları, aşağıda belirtilen üç farklı rüzgar profiline göre hesaplanabilir:

1) ‘power law wind profile’ yaklaşımına göre [32] etkin rüzgar hızı U_1 :

$$\frac{U_1}{U_{10}} = K z_1^a \quad (6.10)$$

Burada, K ve a katsayıları yerleşim yerinin tipine bağlı değerlerdir. Tablo 6.4’te farklı yerleşim yerlerine ait K ve a değerleri belirtilmiştir.

2) ‘logarithmic wind profile’ yaklaşımında rüzgar hızı, yüksekliğin logaritmik bir fonksiyonudur ve aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\frac{U_1}{U_m} = \frac{U_{*,1}}{U_{*,m}} \left[\frac{\ln \frac{z_{1,1} - d_1}{z_{0,1}}}{\ln \frac{z_{m,m} - d_m}{z_{0,m}}} \right] \quad (6.11)$$

$$\frac{U_{*,1}}{U_{*,m}} = \left[\frac{z_{0,1}}{z_{0,m}} \right]^{0.1} \quad (6.12)$$

Burada, U_m meteorolojik rüzgar hızı (ms^{-1}), U_* atmosferik sürtünüm hızı (atmospheric friction speed, ms^{-1}), z_0 çevre pürüzlülüğü (terrain roughness, m), d yerleşim yeri ‘terrain displacement length’ (m) z_0 ve d ’ye ait tipik değerler Tablo 6.4’te verilmektedir.

3) Diğer bir alternatif ‘power law wind’ profili Laurence Berkeley Laboratuvarında geliştirilmiştir [32]:

$$\frac{U_1}{U_m} = \frac{\alpha (z/10)^g}{\alpha_m (z_m/10)^{g_m}} \quad (6.13)$$

Burada, α veg çevreye bağlı sabit değerlerdir ve tipik değerleri Tablo 6.5’te verilmektedir.

Tablo 6.5. Yerleşim bölgesine bağlı çeşitli parametrelerin tipik değerleri (h = bina yüksekliği) [32].

Bölge tipi	K	a	z ₀	d	α	g
Açık düz arazi	0.68	0.17	0.03	0.0	1.00	0.15
Rüzgar kırıcıları olan arazi	0.52	0.20	0.1	0.0	1.00	0.15
Kırsal-köy	0.52	0.20	0.5	0.7h	0.85	0.20
Kentsel	0.35	0.25	1.0	0.8h	0.67	0.25
Şehirsel	0.21	0.33	>2.0	0.8h	0.47	0.35

Basınç katsayısı (Cp), binaya etki eden rüzgarın basınç etkisinin, bina elemanlarına göre farklılık göstermesi sonucunda çeşitli değerler almaktadır. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen bu değerler Tablo 6.5’te gösterilmektedir.

Her veride, rüzgar yönüne bağlı olarak 16 farklı Cp değeri bulunmaktadır. Rüzgar yönünün bina cephesinin normaliyle yaptığı açıya göre oluşan bu 16 durumda değerlendirilen açılar; 0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°, 112.5°, 135°, 157.5°, 180°, 202.5°, 247.5°, 270°, 292.5°, 315°, 337.5°’dir.

Tablo 6.6 Deneysel sonuçlara dayalı ‘Basınç Katsayısı’ (Cp) değerleri [33].

No.	Cephe tanımı	AR*	Exp *	Cp değerleri
1	Duvar	1:1	E	0.7, 0.525, 0.35, -0.075, -0.5, -0.45, -0.4, 0.3 -0.2, -0.3, -0.4, -0.45, -0.5, -0.075, 0.35, 0.525
2	Çatı,eğim >10°	1:1	E	-0.8, -0.75, -0.7, -0.65, -0.6, -0.55, -0.5, -0.45, -0.45, -0.4, -0.45, -0.5, -0.55, -0.6, -0.65,-0.7,-0.75
3	Çatı,eğim 10-30°	1:1	E	-0.4,-0.45,-0.5,-0.55,-0.6,-0.55,-0.5,-0.45,-0.4,-0.45 -0.5,-0.55,-0.5,-0.45
4	Çatı,eğim >30°	1:1	E	-0.3,-0.35,-0.4,-0.5,-0.6,-0.5,-0.4,-0.45,-0.5,-0.45, -0.4,-0.5,-0.6,-0.5,-0.4,-0.35
5	Duvar	1:1	SE	0.4, 0.25, 0.1, -0.1,-0.3,-0.325,-0.35,0.275,-0.2 -0.275,-0.35,-0.325,-0.3,-0.1,0.1,0.25
6	Çatı,eğim <10°	1:1	SE	-0.6,-0.55,-0.5,-0.45,-4,-0.45,-0.5,-0.55,-0.6,-0.55, -0.5,-0.45,-0.4,-0.45,-0.5,-0.55
7	Çatı,eğim 10-30°	1:1	SE	-0.35,-0.4,-0.45,-0.5,-0.55,-0.5,-0.45,-0.4,-0.35, -0.4,-0.45,-0.5,-0.55,-0.5,-0.45,-0.4
8	Çatı,eğim >30°	1:1	SE	-0.3,-0.4,-0.5,-0.55,-0.6,-0.55,-0.5,-0.5,-0.5 -0.5,-0.5,-0.55,-0.6,-0.55,-0.5,-0.4
9	Duvar	1:1	S	0.2,0.125,0.05,0.1,-0.25,-0.275,-0.3,-0.275,-0.25, -0.275,-0.3,-0.275,-0.25,-0.1,0.05,0.125
10	Çatı,eğim <10°	1:1	S	-0.5,-0.5,-0.5,-0.45,-0.4,-0.45,-0.5,-0.5,-0.5 -0.5,-0.5,-0.45,-0.4,-0.45,-0.5,-0.5
11	Çatı, eğim 10-30°	1:1	S	-0.3,-0.35,-0.4,-0.45,-0.5,-0.45,-0.4,-0.35,-0.3 -0.35,-0.4,-0.45,-.5,-0.45,-0.4,-0.35

12	Çatı,eğim >30°	1:1	S	0.25,-0.025,-0.3,-0.4,-0.5,-0.4,-0.3,-0.35,-0.4 -0.35,-0.3,-0.4,-0.5,-0.4,-0.3,-0.025,
13	Uzun duvar	2:1	E	0.5,0.375,0.25,-0.125,-0.5,-0.65,-0.8,-0.75,-0.7 -0.75,-0.8,-0.65,-0.5,-0.125,-0.25,-0.375
14	Kısa duvar	1:2	E	-0.9,-0.35,0.2,0.4,0.6,0.4,0.2,-0.35,-0.9,-0.75 -0.6,-0.475,-0.35,-0.475,-0.6,-0.75,
15	Çatı,eğim <10°	2:1	E	-0.7,-0.7,-0.7,-0.75,-0.8,-0.75,-0.7,-0.7,-0.7, -0.7,-0.7,-0.75,-0.8,-0.75,-0.7,-0.7
16	Çatı, eğim 10-30°	2:1	E	-0.7,-0.7,-0.7,-0.7,-0.7,-0.65,-0.6,-0.55,-0.5, -0.55,-0.6,-0.65,-0.7,-0.7,-7,-0.7
17	Çatı,eğim >30°	2:1	E	0.25,0.125,0,-0.3,-0.6,-0.75,-0.9,-0.85,-0.8 -0.85,-0.9,-0.75,-0.6,-0.3,0,0.125,
18	Uzun duvar	2:1	SE	0.5,0.375,0.25,-0.125,-0.5,-0.65,-0.8,-0.75,-0.7 -0.75,-0.8,-0.65,-0.5,-0.125,0.25,0.375,
19	Kısa duvar	1:2	SE	-0.9,-0.35,0.2,0.4,0.6,0.4,0.2,-0.35,-0.9,-0.75, -0.6,-0.475,-0.35,-0.475,-0.6,-0.75
20	Çatı,eğim <10°	2:1	SE	-0.7,-0.7,-0.7,-0.75,-0.8,-0.75,-0.7,-0.7,-0.7 -0.7,-0.7,-0.75,-0.8,-0.75,-0.7,-0.7
21	Çatı, eğim 10-30°	2:1	SE	-0.7,-0.7,-0.7,-0.7,-0.7,-0.65,-0.6,-0.55,-0.5, -0.55,-0.6,-0.65,-0.7,-0.7,-0.7,-0.7
22	Çatı,eğim >30°	2:1	SE	0.25,0.125,0,-0.3,-0.6,-0.75,-0.9,-0.85,-0.8, -0.85,-0.9,-0.75,-0.6,-0.3,0,0.125
23	Uzun duvar	2:1	S	0.06,-0.03,-0.12,-0.16,-0.2,-0.29,-0.38,-0.34 -0.3,-0.34,-0.38,-0.29,-0.2,-0.16,-0.12,-0.03
24	Kısa duvar	1:2	S	-0.3,-0.075,0.15,0.165,0.18,0.165,0.15,-0.075, -0.3,-0.31,-0.32,-0.32,-0.26,-0.2,-0.26,-0.32
25	Çatı,eğim <10°	2:1	SE	-0.49,-0.475,-0.46,-0.435,-0.41,-0.435,-0.46, -0.475,-0.49,-0.475,-0.46,-0.435,-0.41,-0.435 -0.46,-0.475
26	Çatı, eğim 10-30°	2:1	S	-0.49,-0.475,-0.46,-0.435,-0.41,-0.435,-0.46, -0.43,-0.4,-0.43,-0.46,-0.435,-0.41,-0.435,-0.46 -0.475
27	Çatı,eğim >30°	2:1	SE	0.06,-0.045,-0.15,-0.19,-0.23,-0.42,-0.6,-0.51, -0.42,-0.51,-0.6,-0.42,-0.23,-0.19,-0.15,-0.045
28	Duvar	1:1	E	0.9,0.7,0.5,0.2,-0.1,-0.1,-0.2,-0.2,-0.2,-0.2 -0.1,-0.1,0.2,0.5,0.7,
29	Düz çatı	1:1	E	-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1, -0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1,-0.1

* AR bina cephesinin uzunluğunun genişliğine oranı, *Exp bina cephesinin rüzgara maruz kalma durumları; E tamamen maruz; SE yarı maruz; S tamamen engelli

6.2.1.2 Sıcaklık Farkı Etkisi (Baca Etkisi)

İç ortamdaki hava katmanlarının farklı sıcaklıklara sahip oldukları durumlarda, yoğunluklara bağlı basınç farklılıkları ortaya çıkmaktadır. Hava kütleleri arasında, yoğunluğun daha fazla (sıcaklığın düşük) olduğu kısımdan, yoğunluğun az (sıcaklığın fazla) olduğu kısma doğru bir hareket oluşur. Bu etki genellikle merdiven boşlukları, shaftlar ve asansörler gibi düşey pasajların bulunduğu uzun binalar için geçerlidir.

Böylece artan sıcaklık farkı sebebiyle hava akımı oluşmakta, yükselen sıcak hava tepe noktalarından dışarı kaçarken yerine dış ortamdan taze soğuk hava girmektedir.

Bir zondaki en alt noktaya ait statik basınç P_o olarak gösterildiğinde , baca etkisine bağlı z tepe noktasındaki basınç şu eşitlikle gösterilir :

$$P_s = P_o - pgz \quad (\text{Pa}) \quad (6.14)$$

P_o zonun en alt noktasına ait basınç değeri iken P_s , z yüksekliğine ait basınç değeri (Pa), g yerçekimsel ivme (m / s^2), p havanın yoğunluğudur (kg / m^3). Hava yoğunluğu değerleri, iç ortam havasının, ideal gaz koşullarında olduğu varsayılarak hesaplanmaktadır [32].

Yukarıdaki eşitlikten yola çıkılarak, kapı veya pencere elemanlarıyla geçişi olan, sıcaklıkları farklı iki zon arasındaki bir z noktasındaki basınç farkı şu formülle elde edilmektedir:

$$\Delta P_s = P_{1,0} - P_{2,0} + (p_1 - p_2)gz \quad (\text{Pa}) \quad (6.15)$$

Burada, $P_{1,0}$ ve $P_{2,0}$ zonlardaki eş yükseklikte bulunan referans noktalarına ait statik basınç değerleri (örn. Zonların en alt noktaları), p_1 ve p_2 zonlardaki hava yoğunluğu değerleridir. Bu teoride, zonların herbirinin iç ortam sıcaklık değerlerinin sabit olduğu ve yüksekliğe bağlı olarak değişmediği varsayılmaktadır.

6.2.1.3 Rüzgar ve Sıcaklık Farkı Etkilerinin bir arada Olduğu Durumlar

Açıklıklar arası toplam basınç farklılıkları hesaplamalarında baca etkisi (sıcaklık farkından kaynaklanır) de eşitliklere yansıtılmalıdır. Baca etkisinin hesaplamalara dahil edildiği ve (6.9) ile (6.15) formüllerinin paralelinde ortaya çıkan eşitlik aşağıda gösterilmektedir:

$$\Delta P_s = P_{1,0} - P_{2,0} + p_1 C_p U_1^2 / 2 - p_2 C_p U_2^2 / 2 + (p_1 - p_2)gz \quad (\text{Pa}) \quad (6.16)$$

U_1, U_2 : Açıklığın iki tarafındaki rüzgar hızları (m/s)

p_1, p_2 : Birbirleriyle bağlantılı zonlara ait hava yoğunluk değerleri (kg / m^3)

Dış açıklıklar için, $U_2 = 0$ ve $U_1 = U$ (bina yüksekliğindeki rüzgar hızı değeri), p_1 iç ortam hava yoğunluğu, p_i ve p_2 dış ortam hava yoğunluğu, p_o . P_o açıklığın bulunduğu zonun referans basınç değeri olarak ifade edilir. Bu bilgiler dahilinde dış açıklıklar için aşağıdaki eşitlik geçerlidir:

$$\Delta P_{dış} = P_o - p_i C_p U^2 / 2 + (p_i - p_o)gz \text{ (Pa)} \quad (6.17)$$

İç açıklıklar için, eğer zonlar arası herhangi bir yoğunluk meyili yoksa, aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır:

$$\Delta P_{iç} = P_{1.0} - P_{2.0} (p_{i.1} - p_{i.2})gz \text{ (Pa)} \quad (6.18)$$

6.2.2 Geniş Açıklık ve Çatlaklardan Geçen Hava Akımı

Açıklıklar, boyutlarına bağlı olarak iki kategoride toplanır ;

- Geniş açıklıklar ; ölçüleri 10 mm' den daha geniş olanlar ,
- Çatlaklar ; ölçüleri 10 mm' den daha dar olanlar .

Genellikle kapılar ve pencereler geniş açıklıklar olarak, bina yapısındaki diğer küçük açıklıklar da çatlak olarak adlandırılmaktadır.

Network Modeli iki varsayım üzerine kurulmaktadır :

- Bir açıklıktan geçen hava akımı akışkan haldedir, sıkıştırılmaz,
- Zonlara ait hava sıcaklığı sabittir.

Hava akım değeri ile bir açıklıktaki basınç farkı değeri arasında aşağıdaki eşitlik geçerlidir.

$$Q = K (\Delta P)^n \text{ (m}^3/\text{s}^1) \quad (6.19)$$

Burada K, akım katsayısı ve n akım üssüdür. K, açıklığın geometrisine bağlı bir katsayı iken, akım üssü n ise akım karakteristiğine bağlı olarak 0.5 ile 1.0 değerleri arasında değişmektedir. 0.5 değerindeki akım üssü, tamamen türbülanslı bir akımı ifade ederken, 1.0 değeri ise laminar akımı ifade etmektedir.

6.2.2.1 Çatlaklardan Geçen Hava Akımı

(6.19) eşitliğinde kullanılan K ve n katsayıları şu şekilde hesaplanmaktadır [34]:

$$K = L_{cr} 9.7(0.0092)^n / 1000 \text{ (m}^3 \text{ / s Pa}^n \text{)} \quad (6.20a)$$

$$n = 0.5 + 0.5 \exp (-500W_{cr}) \quad (6.20b)$$

Aynı eşitliğin değişik bir formuyla, 10mm den dar açıklıklardan geçen hava akım değeri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır:

$$Q = k L_{cr}(\Delta P)^n \quad (6.21)$$

Yapılan deneyler sonucunda, kapalı konumda olan pencere v.b açıklıklar için n, 0.6 ile 0.7 arasında bir değer almaktadır. Tablo 6.7’de kapalı konumda olan pencere v.b.açıklıklar etrafındaki çatlaklar için geçerli k katsayısının n = 0.67 olduğu durumlardaki değerleri verilmektedir [32]:

Tablo 6.7. Pencerelerin etrafında yer alan çatlaklara ait akım katsayısı K’ nın tipik değerleri [32].

Pencere tipi	Ortalama	Dağılım
Sürme	8	2-30
Pivot	21	6-80
Pivot (hava yalıtımlı)	8	0.5-20

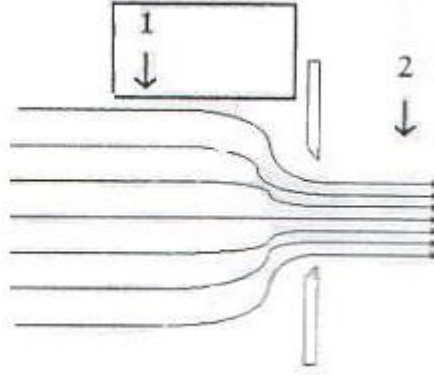
6.2.2.2 Geniş Açıklıklardan Geçen Hava Akımı

Bir açıklıktan geçen hava akımı dikkate alındığında, hava akımının (1) ve (2) noktaları için geçerli olan Bernouilli eşitliği aşağıdaki gibidir (Şekil 6.2):

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 \quad (6.22)$$

(1) ve (2) noktalarından geçen hava akım miktarlarının değişmez olduğu varsayıldığında;

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (6.23)$$



Şekil 6.2 Açıklıktan geçen hava akımı [35].

Yukarıdaki iki eşitliğin ortak değerlendirilmesi sonucunda teorik rüzgar hızı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$V = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho[1 - (A_2 / A_1)^2]}} \text{ (m/s)} \quad (6.24a)$$

Geniş açıklıklara sahip binalarda A_2/A_1 oranları göz ardı edildiğinde yukarıdaki eşitlik:

$$V = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}} \text{ (m/s)} \quad (6.24b)$$

şeklini almaktadır.

Yukarıdaki eşitlikler ideal koşullarda gerçekleşen durumlar için geçerli olmakla beraber, açıklık etrafında rüzgarın çarpmasıyla oluşan girdaplı ve türbülanslı akımlar birtakım ideal olmayan koşullar oluşturmaktadır. Bu gerçek koşullar sebebiyle A_2 (açıklıktan geçen hava akımı alanı), açıklık alanından daha küçüktür ve yukarıdaki eşitlikler C_d (boşaltma katsayısı) ile aşağıdaki gibi ifade edilmelidir:

$$V = C_d \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}} \text{ (m/s)} \quad (6.25)$$

Boşaltma katsayısı, sıcaklık farklılıklarına, rüzgar hızı ve açıklık geometrisine bağlı değerler almaktadır. Test hücrelerinde yapılan deneyler sonucunda [34] elde edilen verilere göre; iki zonu ayıran duvarda bulunan geniş açıklıklara ait C_d değerleri 0.6 olarak kabul edilirken, Khord Mneimne'nin elektrikli ısıtıcıyla yaptığı geniş kapsamlı deneyler sonucunda, 0.9 ve 2 m arasındaki dış açıklıklar için C_d değerinin 0.9 olarak kabul edilmektedir [37].

6.2.2.3 Geniş Açıklıklarda Nötr Seviye

Network modelinde, geniş açıklıklardan geçen hava akımı iki yönlü olarak düşünülür. Rüzgarın olmadığı durumlarda, sıcak ve hafif olan iç hava açıklığın üst seviyelerinden geçerken, soğuk ve ağır hava açıklığın alt kısımlarından geçer. Bunun sonucunda hiç bir hava akımının olmadığı (basınç farkının olmadığı- $\Delta P=0$) bir nokta oluşacaktır. Bu nokta, H_{NI} yüksekliğindeki 'Nötr Seviye' olarak adlandırılır.

6.2.3 Network Modelinde Matematiksel Yaklaşım

Daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi, Network Modelinde, bina içerisindeki her zon, basınç değerine sahip bir düğüm noktası olarak ifade edilir. Düğüm noktaları, pencere, kapı, çatlak ve diğer açıklıkları simgeleyen 'akım yolları' ile bağlantılıdır. Çok zonlu bir binadaki bu ilişki Şekil 6.3'te gösterilmektedir.

Network yaklaşımına göre, N kadar zona sahip olan bir bina, N kadar basınç noktası ile ifade edilmektedir. Bu noktalardan bazıları, basınç değerleri belli olan dış düğüm noktaları ile diğerleri de sadece basınç değerleri bilinmeyen iç düğüm noktaları ile bağlantılı olacaktır. Hava akım yolları, çatlaklar, pencereler veya kapılar olabilir. Bilinmeyen basınç değerlerinin hesaplanması, her noda kütle balans eşitliğinin uygulanması ile gerçekleştirilir.

6.2.4.1 Tek Taraflı Doğal Ventilasyon Benzetişimleri

Atina Ulusal Gözlemevi'nin yapmış olduğu, 22 tek taraflı doğal ventilasyon deneyinde, açıklık düzenlemeleri test edilmiş ve hava akım değerleri yapılan deneyler sonucunda bulunmuştur. Network modeli kullanılarak elde edilen verilerle kıyaslanan deney sonuçları neticesinde farklar ortaya çıkmıştır (Tablo 6.7). Yapılan çok sayıdaki deneyler sonucunda ortaya çıkartılan ve 'Düzeltilme Faktörü' (CF (correction factor)) olarak adlandırılan katsayı yardımıyla, network modeli kullanımında, tek taraflı havalandırılan mekanlarla ilgili daha doğru veriler elde edilmektedir.

$$Q = CF \cdot Q_{\text{network}} \quad (6.27)$$

Düzeltilme faktörü CF, aşağıdaki eşitlikle ifade edilir:

$$CF = 0.08 (Gr / Re_D^2)^{-0.38} \quad (6.30)$$

Burada, Gr Grashor sayısı Re_D ise Reynolds sayısı olarak adlandırılır. Bu sayılar hacim derinliği ve açıklık uzunluğuna bağlı olarak farklı değerler almaktadır [39].

Tablo 6.8, network modeline göre elde edilen sonuçların, CF uygulanmış ve CF uygulanmamış hallerinin, ventilasyon deneyleri sonucunda elde edilen verilerle kıyaslamalarının bir özetini göstermektedir.

Tablo 6.8 Tek taraflı havalandırılan mekanların, network modeli benzetişim sonuçları [39].

Deney no. sonuçlar	'Basit'Network modeli (m ³ / s)	CF'li Network modeli (m ³ / s)	Deneysel (m ³ / s)
1	632	354	123
2	467	297	174
3	539	391	193
4	762	318	182
5	28	227	216
6	193	208	316
7	116	449	482
8	171	366	179
9	413	413	431
10	296	226	336

11	560	373	379
12	664	284	332
13	898	190	253
14	182	402	390
15	324	413	198
16	224	311	202
17	451	440	245
18	516	454	322
19	1355	568	434
20	344	429	427
21	508	476	503
22	473	429	449

Karşılaştırma sonucunda, mevsim koşullarına göre olası rüzgar hızları için CF kullanılmış network modeli ile elde edilen sonuçlar CF kullanılmamış olanlarına göre, yerinde ölçme metodunda elde edilen sonuçlar karşısında daha gerçekçi bir performans gösterdiği ortaya çıkmıştır. Fakat rüzgar hızlarının minimum seviyelere geldiği zamanlarda, metotlar arasında bazı sapmalar gözlemlenmiştir. Basınç ve boşaltma katsayılarındaki birtakım yanlışlıklar, açıklıklardaki özgül hava akımlarının değerlendirilmesinde önemli hatalara sebep olmuştur (Tablo.6.8).

6.2.4.2 Çapraz Ventilasyon Benzetişimleri

Atina Ulusal Gözlemevi'nin "Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Lyon, France"ta yapmış olduğu deneyler, çapraz ventilasyonlu bir mekandaki hava akımlarının deneysel sonuçları ile, network modeli sonuçlarının kıyaslanmasına yöneliktir. İki zonlu mekanda 6 farklı deney yapılmış ve meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Dış ve iç açıklıkların boşaltma katsayıları (Cd) belirlenmiş , ve 4 no' lu denkleme göre basınç katsayıları hesaplanmıştır. Meteoroloji istasyonundan elde edilen rüzgar hızları değeri, binanın bulunduğu bölgenin özelliğine göre indirgenmiştir.

Sonuç olarak, iç ortama giren ve iç ortamdan çıkan hava akım miktarlarının deneyler sonucunda elde edilen 3 tip değeri ortaya konmuş ve COMIS Network modeline göre elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırma sonucunda mevsim koşullarına göre olası rüzgar hızları için network modeli ile elde edilen sonuçların, yerinde ölçme metoduna göre elde edilen sonuçlar karşısında performans gösterdiği ortaya çıkmıştır. Fakat rüzgar hızlarının minimum seviyelere geldiği zamanlarda, metotlar arasında bazı sapmalar gözlemlenmiştir. Basınç ve boşaltma katsayılarındaki birtakım yanlışlıklar, açıklıklardaki özgül hava akımlarının değerlendirilmesinde önemli hatalara sebep olmuştur (Tablo.6.9).

Tablo 6.9 Çapraz havalandırılan örnek mekanda, ölçümlerle ve de COMIS Network modeline göre elde edilen hava akım miktarlarının karşılaştırılması [39].

Deney no.	Hava Akımı Zon 1 (Kg/s)				Hava Akımı Zon 2 (kg/s)				Dış Ortam Hava Akımı (kg/s)			
	Ölçülen		COMIS ile		Ölçülen		COMIS ile		Ölçülen		COMIS ile	
	Maks.	Ort.	Min.		Maks.	Ort.	Min.		Maks.	Ort.	Min.	
1.1	1179	1037	966	1547	1418	989	590	1453	1054	771	505	1710
1.2	1943	1646	1041	1566	1465	1348	1072	1454	1152	1027	759	1692
1.3	2670	2033	1569	1645	1579	1436	1391	1536	1682	1541	1430	1761
2.1	1343	1281	1218	1712	1376	1349	1324	1602	1509	1445	1383	1967
2.2	1551	1464	1384	1719	2133	1936	1823	1601	2466	2214	1984	1931
2.3	2016	1749	1488	1654	1784	1632	1502	1547	2188	1953	1722	1897
2.4	2277	2192	2133	1719	1589	1578	1567	1605	2498	2390	2288	1926
2.5	2563	2060	1963	1695	1507	1506	1177	1599	2357	2295	2231	1894
3.1	1077	1061	1047	1178	1192	1060	932	1154	870	574	379	794
3.2	1316	1298	1280	1014	1254	1178	1102	1142	714	670	625	795
3.3	1420	1408	1407	1114	1627	1540	1446	1095	912	871	833	765
4.1	918	824	735	1349	996	923	851	1222	849	742	638	1154
4.2	2139	2024	1914	1342	1914	1876	1836	1240	1298	1235	1171	1222
5.1	1217	1198	1180	1040	1119	1094	1071	1003	439	418	397	1003
6.1	2006	1793	1602	1647	1740	1662	1610	1472	2187	2178	2167	1586
6.2	1767	1763	1721	1635	1345	1325	1307	1495	1695	1624	1567	1737
6.3	1299	1281	1264	1726	1130	1122	1094	1580	1535	1474	409	1769
6.4	1805	1714	1649	1683	1903	1899	1895	1561	2304	2127	1955	1776

6.3 Zonal ve CFD Modelleri

Bina içi konfor koşulları, sıcaklık, nem, hava hareketi ve kirletici konsantrasyonu faktörlerinin, iç ortamdaki dağılımlarına bağlı olarak değişmektedir. Bu konularla ilgili, oluşturulan yeni konseptler ve stratejiler, iç hava sıcaklıklarının ve iç hava hareketlerinin tahminlerine yönelik yeni metodların geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu amaçla yapılan çalışmalar neticesinde yeni modeller geliştirilmiştir; zonal ve CFD (computational fluid dynamics) modelleri. Her iki yaklaşım, bina hacmini alt birim hacimlere bölmekte ve her bir alt hacime, kütle, enerji ve momentum yoğunluğu eşitliği uygulamaktadır. Böylece farklı sıcaklıkğa ve hava akım hızlarına sahip alt hacimler oluşturulmaktadır.

Basitleştirilmiş zonal modellerin, iç ortam sıcaklıklarını ve hava akımı hızlarını tahmin etmek için kullandıkları temel prensipler şunlardır [40]:

- Üzerinde çalışılan iç ortamı, çok sayıda alt zonlara bölmek,
- Kütle ve enerji korunumunu, ana akımları teşhis eden momentum eşitlikleriyle birlikte kullanmak

Son birkaç yıldır, bina içi hava akım miktarlarını bulmada, hesaplanabilir akışkan dinamikleri yöntemi ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır. CFD programları, Navier-Stokes eşitliklerini temel alarak, kütle, momentum ve enerji korunumu ile ilgili değerler ortaya koymakta, bina içi sıcaklık ve hava akımı hızı alanları ile bina dışı basınç alanlarının tahmininde kullanılmaktadır [40].

6.4 Yöntemlerin Değerlendirilmesi

Binalarda doğal vantilasyonu sağlayabilmek için ihtiyaç duyulan hava akımının tanımında kullanılan ve yukarıdaki bölümlerde açıklanan modellerin tümü, birtakım varsayımlar ve kabuller neticesinde oluşturulmuştur ve genel geçerlilikleri bulunmamaktadır. Her bir model, ele aldıkları örnek hacmin özellikleri ve değerlendirmeye aldıkları verilerin karmaşıklığına bağlı olarak birbirinden ayrılırlar. Modellerin karmaşıklığı ele alındığında, en basit olanından başlayarak şu sıralamayı yapmak mümkündür:

1. Deneyisel model
2. Network modeli
3. Zonal model
4. CFD modeli

Deneyisel modeller tek zonlu binalar için uygulanabilmektedir ve hacimdeki hava akım miktarları ve rüzgar hızlarını birtakım kabuller ve sınırlar dahilinde hesaplar.

Network modelleri ise birden fazla zona sahip binalardaki doğal vantilasyon sisteminin değerlendirilmesi için çeşitli hesap yöntemleri sunmaktadır.

Zonal model üzerinde çalışılan hacmi çok sayıda alt hacimlere bölerek incelemektedir.

CFD modelleri ise bina içindeki sıcaklık ve hava hızı alanlarının ve bina dışı sıcaklık alanlarının ortaya konup, iç ortam rüzgar hızlarının tahmininde kullanılmasını sağlamaktadır.

7. BİNA HACİMLERİNDE DOĞAL VANTİLYASYON SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK YAPILAN ÖRNEK ÇALIŞMA

Bu uygulama çalışmasında, doğal vantilyasyon hesaplamalarında kullanılan ve Avrupa Enerji Komisyonu – Altener birimi tarafından geliştirilen AIOLOS yazılım programı kullanılmıştır. Program, bilgisayar ortamına aktarılabilmesi ve uygulanabilirliği nedeni ile, bölüm 6.2 de açıklanan ‘Network Modeli’ esas alınarak geliştirilmiştir. Bu programa ilişkin tüm bilgiler EK A’da verilmektedir. Uygulama çalışması, İstanbul’da yer alan, Ataşehir toplu konutları, Manolya 2 yapı adası bloklarının doğal vantilyasyon sistemlerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır.

7.1 Uygulama Çalışmasının Amacı

Bu uygulama çalışmasının amacı, bina hacimlerinde doğal vantilyasyon sonucu oluşan hava akımlarının hesaplanmasını sağlayan ve elde edilen değerleri çeşitli simülasyonlarla sunan AIOLOS yazılım programının, İstanbul Ataşehir yöresi için uygulanabilirliğinin ortaya konması ve ilgili yapı adasında ele alınan blokların doğal vantilyasyon açısından performanslarının karşılıklı olarak değerlendirilmesidir.

7.2 Uygulama Çalışması

Bina hacimlerindeki doğal vantilyasyon düzenlemelerinin değerlendirilmesinde, AIOLOS yazılım programı aracılığı ile hesaplanan, hacimlere ait hava akım miktarı ve hava değişim sayıları kullanılmıştır. Değerlendirmesi yapılan bloklar Şekil B.1’de gösterilmektedir. Ataşehir Manolya-2 yapı adasındaki bloklarda bulunan dairelerin salon hacimlerinde yapılan uygulama sonucunda, her daireye ait salon hacmine ilişkin, 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları ve hava değişim sayıları elde edilmiştir. Bu değerler grafiklerle EK C’de sunulmaktadır. AIOLOS programın çalıştırılabilmesi

için ilgili hacimlerin ve bulundurdıkları açıklıkların boyutlarına, yerleşimlerine ve yönlendirilişlerine ait veriler girdi alınmıştır. Bloklara ait kat planları ve görünüşler EK B’de verilmektedir. Göztepe Meteoroloji istasyonundan elde edilen ve programda kullanılan iklimsel veriler 21 Temmuz gününe ait saatlik ortalama **güneş ışıınımı değeri (watt/m^2), hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), rüzgara** ilişkin veriler olup Tablo.7.1’de sunulmaktadır. Rüzgar hızı değerleri, Network modelini esas alan AIOLOS programı tarafından binanın içinde bulunduğu yerleşim yerinin özelliklerine ve bina kat adedine bağlı olarak indirgenmektedir.

Hesaplamalarda kullanılan, hacme ait veriler aşağıdaki gibidir:

- Hacim (m^3)
- Oda sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)
- Toplam dış açıklık sayısı
- Toplam dış çatlak sayısı
- Referans yüksekliği (m)

Doğal vantilasyonun oluşmasını sağlayan dış açıklıklarla ilgili veriler ise şöyledir:

- Açıklık genişliği (m)
- Açıklığın en alt ve en üst noktalarının, mekan döşemesinden olan yüksekliği (m)
- Basınç katsayısı
- Boşaltma katsayısı
- Açıklık yönlendiriliş durumu
- Açıklık eğimi ($^{\circ}$)

- Operasyon tablosu

Yukarıda belirtilen verilerden basınç katsayısı, program tarafından hesaplanmaktadır. Bu değerlere Tablo 6.5'ten ulaşılabilir. Boşaltma katsayısının ise dış açıklıklar için 0.9, iç açıklıklar için 0.6 alınması tavsiye edilmektedir. Bu konuyla ilgili açıklamalar Bölüm 6.2'de yapılmaktadır. Açıklık yönlendiriliş durumu, açıklık normalinin, kuzey yönü ile saat yönünde yaptığı açığı ifade etmektedir.

Uygulama, ele alınan yapı adasındaki:

- A2-1, A2-2, A2-3 VE A2-4 grubu
- A3-1
- C2-1
- D1-1, D1-2, D5-1, D5-2 grubu
- D2-1
- E1
- E2

bloklar için yapılmıştır.

A blokları 7, C blokları 7, D blokları 10 ve E blokları 4 kattan oluşmaktadır. Bloklara ait görünüşler EK B'de verilmektedir. Uygulama tüm blokların 4.kat dairelerinin salon hacimleri için yapılmıştır. Hacimlere ait bilgiler EK B'deki tablolarda verilmektedir. Rüzgar hızının yüksekliğe paralel arttığı göz önünde bulundurulduğunda, üst ve alt katlardaki dairelerin farklı hava akım değerlerine sahip olması gerektiğini bilinmektedir. Ancak yapılan ön çalışmalarda, aynı blokta fakat ayrı katlarda bulunan ve benzer konumdaki salon hacimleri için farklı hava akım miktarı ve hava değişim sayısı değerleri ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bu sebeple katlar arası bir değerlendirme yapılamamıştır.

Hacimlerin değerlendirilmesinde şu genel kabuller yapılmıştır:

- Blokların içinde bulunduğu yerleşim yeri türü olarak, şehir merkezi esas alınmıştır.
- Salon hacimleri tek zon olarak değerlendirilmiştir.
- İç ortam sıcaklıkları 22 °C'dir.
- Açıklıkların tümü 90° dik konumlanmıştır.
- Açıklıkların gün boyu açık tutulduğu varsayılmıştır.

Farklı planlama ve konumdaki her blok ve salon için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmış ve çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Salonların blok içindeki konumları ve ynlendirilişleri EK B'de, her bir salon için hesaplanan hava akım miktarları ve hava değişim sayıları değerleri de EK C de gösterilmektedir. Elde edilen hava değişim sayılarının, DIN 1976 T.22'de tavsiye edilen hava değişim sayılarına göre uygun değerlerde olup olmadığı kontrol edilmiştir. Tablo 7.2'de çeşitli mekanlar için tavsiye edilen hava değişim sayıları gösterilmektedir.

Tablo 7.2 DIN 1976 T.22'ye göre tavsiye edilen saatlik hava değişim sayıları

Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı	Odanın özellikleri	Saatteki hava değişim sayısı
Yaşama mekanları	4-6	Ameliyathaneler	10-15
Toplantı salonları	4-8	Mutfaklar, domestik	15-25
Oditoryumlar	6-8	Mutfaklar, ticari	15-30
Pasta, fırın	20-30	Laboratuvarlar	8-15
Banyolar domestik	5-7	Çamaşırhaneler	10-20
Banyolar genel	7-10	Kütüphaneler	4-5
Güzellik salonları	8-12	Asansörler	5-7
Kafeler	10-12	Asansör makina od.	10-30
Kumarhaneler	8-12	Makina dairesi	10-40
Sinemalar	5-8	Ofisler	4-8
Vestiyer	4-5	Lokantalar	8-12
Konferans salonları	5-8	Tuvaletler, domestik	4-5
Soyunma odaları	6-8	Tuvaletler, genel	8-15
Boyahaneler	5-15	Dershaneler	5-7
Motor odaları	15-30	Dükkanlar	4-8
Dökümhaneler	5-15	Duşlar	15-25
Garajlar	5-7	Süpermarketler	10-15
Jimnastik Salonları	4-6	Yüzme havuzları	10-15
Kuaförler	10-15	Tiyatrolar	5-8
Hasta odaları	6-8	Kaynak atölyeleri	20-30

7.3 Uygulama Çalışmasının Sonuçları

Yapılan uygulama çalışmasından elde edilen hava akım miktarları ve hava değişim sayıları verilerine göre Ataşehir Manolya-2 yapı adasında bulunan;

- aynı tipteki blokların farklı yönlendirilişinin doğal vantilasyon sistemi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması,
- salon hacimleri aynı yöne bakan farklı tipteki blokların doğal vantilasyon sistemlerinin birbiriyle karşılaştırılması,

- aynı blokta ve katta bulunan farklı dairelerdeki salon hacimlerinin doğal vantilasyon sistemlerinin birbiriyle karşılaştırılması,

- Tüm dairelerin hava değişim sayılarının DIN 1976 T.22'ye göre tavsiye edilen saatlik hava değişim sayılarına göre kontrolü,

yapılmıştır.

Buna göre yapılan karşılaştırmalar aşağıdaki gibidir:

- aynı tipteki blokların farklı yönlendirilişinin doğal vantilasyon sistemi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması

- A2-1, A2-2, A2-3, A2-4 blokları ile A3-1 bloğu karşılaştırıldığında, her blokta s1 s2 ve s3 hacimlerinde yerleşimden dolayı kaynaklanan farklı değerdeki hava akım miktarlarının ve hava değişim sayılarının oluşmadığı gözlemlenmiştir (Şekil C .1-6). Birbirine göre simetrik şekilde yerleşen A2 ve A3 bloklarının, s1 hacimlerinin İstanbul yöresi için hakim rüzgar yönüne (KKD) açıklık bulundurması ve diğer hacimlerin de ara yönlerle bakması bu duruma sebep olmuştur. Blokların, dikkate alınan salon hacimlerinin ve açıklıklarının yerleşimine ve ölçülerine ilişkin değerler EK B' de verilmektedir. S2 hacimlerinde herhangi bir farklılığın gözlenmeme sebebi ise tek taraflı havalandırılmasıdır (Tablo B.1-2).
- D1-1, D1-2, D5-1, D5-2 blokları ile D2-1 bloğu karşılaştırıldığında, her blokta s1 hacimleri arasında hava akım miktarı ve hava değişim sayılarında herhangi bir farka rastlanmamıştır (Şekil C.9-10). D1-1, D1-2, D5-1, D5-2 bloklarındaki s1 açıklıklarının hakim rüzgar yönüne bakmasına karşın hacmin tek taraflı olarak havalandırılması, yani bütün açıklıklarının aynı yöne bakması, D2-1 bloğu s1 hacmi ile eş değerlerdeki hava akım miktarı ve hava değişim sayısına sahip olmasına sebep olmuştur.
- E1 ve E2 blokları karşılaştırıldığında her blokta tek taraflı olarak havalandırılan s2 hacimleri dışında E2 bloğundaki s1 ve s3 hacimlerinde daha yüksek değerdeki

hava akım miktarlarının ve hava değişim sayılarının olduğu gözlenmiştir. (Şekil C .11-16). E2 bloğundaki s1 ve s3 hacimlerindeki açıklıkların hakim rüzgar yönüne bakması bu farklılığı ortaya koymaktadır.

- salon hacimleri aynı yöne bakan farklı tipteki blokların doğal ventilasyon sistemlerinin birbiriyle karşılaştırılması

- A3-1 bloğu salon hacimleriyle aynı yöne bakan salonu bulunan D2-1 bloğu karşılaştırıldığında, A3-1'e ait ve hacim olarak da D2-1 s1'den daha küçük olan fakat eş açıklık sayısına sahip s1 ve s3'te (Tablo B.2,B.5) , daha yüksek değerlerde hava akımlarının olduğu görülmektedir (Şekil C.4-6, C.10). Bunun sebebi A3-1 s1 ve s3 hacimlerinin çapraz olarak havalandırılmasıdır. A3-1'de tek taraflı olarak havalandırılan s2 ile yine tek taraflı olarak havalandırılan D2-1 s1 karşılaştırıldığında, daha fazla sayıda açıklığa sahip D2-1 s1'de daha yüksek değerlerdeki hava akımlarına rastlanmaktadır.
- E1 bloğu salon hacimleri ile aynı yöne bakan salonu bulunan C2-1 bloğu karşılaştırıldığında E-1'e ait ve hacim olarak da C2-1 s2'den daha küçük olan fakat eş açıklık sayısına sahip s1 ve s3 hacimlerinde (Tablo B.3,B.6) , daha yüksek değerlerde hava akımları olduğu görülmektedir (Şekil C.11-13, C.8). Bunun sebebi E-1 s1 ve s3 hacimlerinin çapraz olarak havalandırılmasıdır. E1'de tek taraflı olarak havalandırılan s2 ile yine tek taraflı olarak havalandırılan ve aynı yöne bakan C2-1 s2 karşılaştırıldığında, daha fazla sayıda açıklığa sahip C2-1 s2'de daha yüksek değerlerdeki hava akımlarına rastlanmaktadır.
- Aynı yönlendirilişe sahip salon hacimleri olan E2, D1-1, D1-2, D5-1, D5-2 ve C2-1 blokları karşılaştırıldığında, çapraz ventilasyonun olduğu E2 s1 ve s3 hacimlerinin daha yüksek hava akım değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil C.14-16). Diğer bloklardaki tüm hacimler tek taraflı havalandırıldığından açıklık sayıları oranında daha düşük hava akım değerlerine sahiptirler.

- aynı blokta ve katta bulunan farklı dairelerdeki salon hacimlerinin doğal vantilasyon sistemlerinin birbiriyle karşılaştırılması

- A2-1, A2-2, A2-3, A2-4 bloklarında bulunan s1, s2, s3 hacimleri karşılaştırıldığında çapraz havalandırılan ve KKD'ya bakan penceresi bulunan s1 en yüksek hava akım değerlerine sahiptir. Yine çapraz olarak havalandırılan, s1 ile eş fakat GGB'ya bakan penceresi bulunan s3 daha düşük hava akım değerlerine sahiptir. Bu değerler, tek taraflı havalandırılan s2'ye ait hava akım değerlerinden daha yüksektir (Şekil C.1-6). Bu karşılaştırma farklı yerleşime sahip A3-1 bloğu için de geçerlidir ve aynı sonuçtadır.
- C2- 1 bloğunda bulunan s1 ve s2 hacimleri karşılaştırıldığında, tek taraflı havalandırılan her iki hacim arasında farklı değerlerde hava akım miktarlarına rastlanmamıştır (Şekil C.7-8). S1 açıklıklarının kuzey ile 20° açı yaparak yerleşimi ve s2 hacmindeki açıklıkların buna tam zıt yönde bulunmaları program tarafından hesaplanan değerlerde farklılık oluşturmamıştır.
- E1 bloğunda bulunan s1, s2, s3 hacimleri karşılaştırıldığında çapraz havalandırılan s1 ve s3 aynı hava akım değerlerine sahiptirler ve bu değerler s2'ninkilerden daha yüksektir (Şekil C.11-13). Bu karşılaştırma farklı yerleşime sahip E2 bloğu için de geçerlidir.

- Tüm dairelerin hava değişim sayılarının DIN 1976 T.22'ye göre tavsiye edilen saatlik hava değişim sayılarına göre kontrolünün yapılması

AIOLOS yazılım programınca hesaplanan ve Manolya-2 de bulunan tüm bloklardaki ilgili hacimlere ait AIOLOS yazılım programınca hesaplanan saatlik hava değişim sayıları, Şekil 7.1'de belirtilen DIN 1976 T.22'ye göre tavsiye edilen saatlik hava değişim sayıları ile karşılaştırılmıştır. Buna göre hacimlere ait saatlik hava değişim sayılarının sınır değerlerin üstünde olduğu görülmüştür. Yaz koşullarında pencere ve balkon kapılarının tüm gün açık tutulduğu varsayılan hacimler için bu, beklenen bir sonuçtur.

Yukarıda yapılan karşılaştırmalar neticesinde şu genel sonuçlara ulaşmak mümkündür:

- Çapraz vantilasyonun gerçekleştirildiği hacimler tek yönlü vantilasyonun gerçekleştirildiği hacimlere göre daha yüksek hava akım değerlerine sahiptirler ve doğal vantilasyonun soğutma etkisi göz önünde bulundurulduğunda yaz koşullarında mekanlar çapraz olarak havalandırılmalıdır.
- Tek taraflı havalandırılması söz konusu olan ara hacimlerde açıklıkların sayısı olabildiğince arttırılmalı (kış koşullarıyla optimizasyon sağlanarak) ve ölçüleri büyük tutulmalıdır.
- Açıklıklar mümkün olabildiğince hakim rüzgar yönüne baktırılmalıdır.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada enerji etkin bina tasarımında etkili olan, doğal ventilasyon sistemleri konusu ele alınmakta, bu alanda kullanılan farklı hesap yöntemleri irdelenmektedir. Doğal ventilasyon sistemlerinin değerlendirilmesine yönelik örnek çalışma, İstanbul Ataşehir için gerçekleştirilmiştir.

Uygulama çalışmasında, ‘Network Modeli’ni esas alan ve Avrupa Enerji Komisyonu-Altener birimi tarafından geliştirilen AIOLOS yazılımı kullanılarak, Ataşehir Manolya-2 yapı adası bloklarında ele alınan örnek hacimlerdeki doğal ventilasyon sistemlerinin değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirmede, hacimlerdeki hava akım miktarları ve saatlik hava değişim sayıları karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda Bölüm 7’de belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde, doğal ventilasyonun en iyi şekilde sağlanabilmesi için; rüzgarı esas alan uygun yönlendirmenin yapılması, mekanların çapraz olarak havalandırılması ve ısıtmanın istendiği dönemlerle optimum koşulların sağlanıp olabildiğince büyük ölçülerde ve çok sayıda açıklığın bulunmasının gerektiği görülmektedir.

Bölüm 6.’da anlatılan çeşitli modeller ve sundukları hesap yöntemlerinin incelenmesi sonucunda, bu yöntemlerin bazı kabuller ve varsayımlar üzerine kurulduğu ve sürekli gelişme ve yenilenme içinde bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu modellerin kullanımı sonucunda elde edilen değerler, deneysel metodların kullanımı sonucunda elde edilen değerlerle kıyaslandığında, doğru sonuca mümkün olduğunca yaklaşabilmek için çeşitli düzeltme katsayılarının kullanıldığı görülmüştür. Bu anlamda, çeşitli binalardaki doğal ventilasyon sistemlerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar deneysel ortamlarda gerçekleştirilmeli, rüzgar tüneli uygulamaları yapılmalı, hesaplamalar mümkün olduğunca örnek yapıya ait çok geniş veri tabanıyla, bire bir gerçekleştirilmelidir.

Tüm Dünya’da konuyla ilgili yapılan çalışmaların, doğal vantilasyon yoluyla, istenen iç iklimsel koşulların ve iç iklimsel hava kalitesinin oluşturulmasının yanı sıra, enerji korunumunun sağlanmasına da katkıda bulunduğu açıktır. Hacimlerde doğal vantilasyonun istenen düzeyde gerçekleştirilmesi ile özellikle soğutma enerjisi giderlerinin azaltılabileceği de bilinmektedir. Konuya bu açıdan yaklaşıldığında, gerek ülkemizdeki enerji sorununa bir çözüm getirmek, gerekse kullanıcıların yaşamlarını sağlıklı konforlu ortamlarda sürdürebilmeleri için konuya ilişkin daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekli görülmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasının, ileride bu alanda yapılacak bilimsel çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **DOE**, 1997, United States Department of Energy.Information Administration
'Monthly Energy Review' Publication No.DOE / EIA 0151 (97 / 05)
Washington, D.C.
- [2] **Evcil**, N. 2000. Isı izolasyonu ve dış duvarların enerji etkin yenilenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **Santamouris, M. and D. Asimakopoulos**, 1996. Passive Cooling of Buildings, James & James (Science Publishers), London.
- [4] **ZEPHYR**, European Architectural Ideas Competition, 1994. Energy Research Group, School of Architecture, University College Dublin.
- [5] **Liddament, M.**, 1996. A Guide to Energy Efficient Ventilation.Air infiltration and Ventilation Centre, Coventry, UK.
- [6] **Isısan Çalışmaları**, 1999. Klima Tesisatı No: 305, İstanbul
- [7] **Liddament, M.**, 1990. 'Ventilation and building sickness – a brief review', Air Infiltration Review, Vol.11, No.3
- [8] **Wouters, P., L.Vandaele and D.Ducarme**, (1996). 'What do we mean with natural ventilation?', AIOLOS Workshop, Lyons, November 1996.
- [9] **ASHRAE**, Fundamentals 1993. American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning, Atlanta.
- [10] **ASHRAE**, Standard 62-1989. Ventilation for Indoor Air Quality. ASHRAE, Atlanta, USA.
- [11] **Lechner N.**, 1990. HEATING, COOLING, LIGHTING Design Methods for Architects, Canada, chapter 8.
- [12] **Louis Jean**, 1995. Traite de physique du Batiment Centre,Scientifique et Technique due Batiment, Tome I, p.657. Gap.
- [13] **Goulding J., Lewis O., Steemers T.**, 1992. ENERGY CONSCIOUS DESIGN-A primer for architects, Luxembourg, chapter 2.
- [14] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, Bölüm 6., James & James (Science Publishers), London

- [15] **Arens, E.**, 1984. Natural Ventilative Cooling of Buildings. Design Manual 11.02, NAVFAC, Alexandria, VA.
- [16] **Boutet, T.S.**, 1987. Controlling Air Movement: A Manual for Architects and Builders. McGraw-Hill Book Company, New York.
- [17] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 6.1.4.1, James & James (Science Publishers), London.
- [18] **Anderson, J.D.**, 1995, Computational Fluid Dynamics- The Basics With Applications. McGraw-Hill International Editions-2, Mechanical Engineering Series, New York.
- [19] **BS 5925**, 1980. Code of practice for design of buildings: Ventilation principles and designning for natural ventilation. British Standards Instution, London.
- [20] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 3, James & James (Science Publishers), London.
- [21] **Ashrae Fundamentals Handbook**, 1985. Ch.22. Natural ventilation and infiltration. American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers, Atlanta, GA.
- [22] **Aynsley, R:M., W. Melbourn and B.J. Vickery**, 1977. Architectural Aerodynamics. Applied Science Publishers, London.
- [23] **De Gidds, W. And H. Phaff**, 1982. ‘Ventilation Rates and Energy Consumption due to Open Windows’. Air Infiltration Rewiew, Vol.4, No. 1, pp. 4-5.
- [24] **Mayer, E.**, 1987. ‘ Physical Causes for Draft : Some New Findings’.ASHRAE Transactions, Vol.93, Part 1.
- [25] **Fanger, P.O., A. Melikov and H. Hanzawa**, 1988. ‘Air turbulence and sensation of draft’. Energy and Buildings, Vol.21, no.1.
- [26] **Arens, E., D. Ballanti, C.Bennett, S. Guldman and B. White.**, 1989. ‘Developing the San Francisco Wind Ordinance and its Guidelines for Compliance’. Building and Environment, Vol. 24, No. 4, syf. 297-303.
- [27] **Ernest, D.R.**, 1991. ‘Predicting Wind-Induced Air Motion, Occupant Comfort and Cooling Loads in Naturally Ventilated Buildings’. PhD Thesis, University of California at Berkeley.
- [28] **Givonni, B.**, 1978. L’Homme, l’Architecture et le Climat. Eyrolles, Paris
- [29] **Melaragno, M.**, 1982. Wind in Architectural and Enviromental Design. Van Nostrand Reinhold, New York.

- [30] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 3.1.2.3., James & James (Science Publishers), London
- [31] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 3.1.2.4., James & James (Science Publishers), London
- [32] **Awbi, H.B.**, 1991. Ventilation of Buildings. Chapman & Hall, London.
- [33] **Clarke, J., J.Hand and P.Strachan.** 1990. ESP- A Building and Plant Energy Simulation System. ESRU Manual U90/1, Energy Stimulation Research Unit, Dept of Mechanical Engineering, University of Strathclyde.
- [34] **Clarke, J.A.**, 1985. Energy Simulation in Building Design. Adam Hilger Ltd., Bristol, U.K.
- [35] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 3.2.3.2., James & James (Science Publishers), London
- [36] **Limam, K., C.Innard and F. Allard**, 1991. 'Etude Experimentale des Transferts de masse et de chaleur a travers les grandes ouvertures verticales'. INSA, Lyon, syf. 98-111.
- [37] **Khord Mneimne, H.**, 1990. 'Transferts Thermo-aerouliques entre Pieces a travers les grandes ouvertures'. Phd Thesis, Nice University.
- [38] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 3.2.4, James & James (Science Publishers), London
- [39] **Santamouris, M.**, 1998. Natural Ventilation in Buildings, bölüm 3.2.5, James & James (Science Publishers), London
- [40] **Anderson, J.D.**, 1995. Computational Fluid Dynamics- The Basics With Applications. McGraw-Hill International Editions, Mechanical Engineering

Tablo 7.1. 1992-2001 yılları İstanbul-Göztepe'ye ait 21 Temmuz günü iklimsel verileri

A)																								
1992 -2001 Yılları , 21 TEMMUZ Günü Saatlik Ortalama Rüzgar Değerleri													/ Jiruet ve Fırıdağın Yerden Yüksekliği : 10 Mt.								Birim : M / Sn			
Saat	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Yön	NE	NE	NE	NNE	NNE	NE	NNE	NE	NE	NNE	NE	NE	NE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	N	NE
Ort.	3,2	2,12	2,15	1,52	1,9	2,1	2,45	3,6	3,1	4,92	4,42	4,86	5,25	5,6	5,15	6,13	5,03	4,83	4,38	3,8	3,3	2,83	1,7	2,06
B)																								
1992 - 2001 Yılları , 21 TEMMUZ Günü Saatlik Ortalama Hava Sıcaklığı Değerleri													/ İstasyon Adı : Göztepe , İstanbul Bölge Müd.								/ Birim :C			
Saat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ort	21,7	21,4	21	20,6	20,5	21,3	23	24,2	25,1	25,8	26,6	27,2	27,74	28,05	27,5	27,3	26,7	25,6	24,4	23,5	23,06	22,6	22,1	21,8
C)																								
1992 -2001 Yılları, 21 TEMMUZ Günü Ortalama Saatlik Güneş Işınım Değerler													/ Birim : Watt/ m2											
Saat	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20								
Ort.	7,16	189	664	1156	1430	1853	2047	2369	2363	2261	1913	1648	1272	840,6	301	27,9								

EK A

AIOLOS YAZILIMI

1.Giriş

AIOLOS, doğal vantilasyon düzenlemelerinde, vantilasyon miktarlarının hesaplanması için oluşturulmuş bir yazılımdır. Bölüm 7’de anlatılan Network Modeli kuralları paralelinde, kullanıcılara çeşitli simülasyon olasılıkları sunulmaktadır. Sunulan simülasyonlar, yapının dizayn aşamasında veya doğal vantilasyon için gerekli olabilecek mekanizmaların seçiminde derin bir bakış açısı oluşturmaktadır.

1.1. AIOLOS Yazılımının İçeriği

AIOLOS, çok odalı yapılarda hava akım oranlarının hesaplanması için oluşturulmuş bir programdır. Program kullanıcılarına sunulan olasılıklar aşağıdaki gibidir:

- Simülasyon zonununa ait hava akım miktarlarının hesaplanması.
- Binanın her açıklığından geçen hava akım miktarlarının hesaplanması.
- Belirli parametrelerin doğal vantilasyon üzerindeki etkilerinin araştırıldığı hassaslık analizinin sunulması.
- İncelenen düzenlemelerde, optimum hava akım miktarlarını sağlayabilmek için gerekli olan açıklık miktarlarının incelenmesini sağlayan optimizasyon yönteminin sunulması.
- Doğal vantilasyon düzenlemelerinin ve dış cephe elemanlarının , binanın termel davranışı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesini sağlayan termal modelin sunulması .

Yukarıda belirtilen olasılıklar günlük (birkaç gün) veya dönemsel (en fazla 1 yıl) olarak hesaplanabilmektedir. İklimsel veriler, ön metotlarla istatistiksel olarak değerlendirilmektedir. Bu olanak kullanıcıya, binanın yerleştirileceği bölgenin, baskın olan iklimsel karakteristikleri hakkında çok çabuk bir değerlendirme imkanı sunmaktadır. Konunun daha iyi irdelenebilmesi için sonuçlar, istatistiksel bir yaklaşımla, tablolar ve grafiklerle sunulmaktadır.

1.2. Programın Açıklaması

Program menüleri şu şekildedir:

File (Dosya)

Climatic (İklimsel veriler)

Edit (Yazma)

View (Ön izleme)
Calculations (Hesaplamalar)
Results (Sonuçlar)
Sensitivity (Duyarlılık)
Optimization (Optimizasyon)
Thermal Model (Termal model)
Cp Calculation (Cp Hesaplama)
Help (Yardım)

Program ilk açıldığında ‘File’, ‘Climatic’ ve ‘Optimization’ bölümlerine erişilebilmektedir. Diğer ikonları aktif hale getirebilmek için, yeni bir dosya açmak veya kayıtlı bir projeyi tanımlı hale getirmek gerekmektedir. Bu işlemler, ‘File’ ikonundan yapılabilmektedir.

‘Results’ ve ‘Thermal Model’ bölümleri, ‘Calculations’ kısmı tamamlandıktan sonra açılabilir.

1.2.1 ‘File’ Menüsü

Bu bölümde, tamamen yeni veya mevcut bir dosya tanımlanabilmekte, kaydedilebilmekte ve sonuçları yazdırılabilmektedir. Daha önce yapılan hesaplamalar , ‘Load / View Previous Results’ ve ‘Previous Sensitivity Results’ bölümlerinden kontrol edilebilmektedir.

1.2.2 ‘Climatic’ Menüsü

Simülasyonda ilerleyebilmek için bir iklimsel dosya seçilmelidir. Bu kısımda Load Extended Climatic Data (1 yılı geçmeyen uzun dönem iklimsel verileri) veya Load Short Climatic Data (1 günden az olmayan kısa dönem iklimsel verileri) bulunmaktadır.

- ‘Extended Climatic Data’ yılın belirli bir periyodunu ele alır, saatlik değerleri içerir ve aşağıdaki meteorolojik veriler göz önünde bulundurularak oluşturulur;

- Yatay düzleme gelen yaygın güneş ışıınımı (W/m^2)
- Hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)
- Yatay düzlemdeki toplam güneş ışıınımı (W/m^2)
- Rüzgar hızı (m / sn)
- Rüzgar yönü ($^{\circ}$, kuzeyden saat yönünde)
- Bağıl nem (%)
- Bulutluluk oranı (onda bir)

- ‘Short Climatic Files’ bölümü ise aşağıdaki parametreleri içermektedir ;

- Enlem ($^{\circ}$)
- Hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)

- Rüzgar hızı (m / sn)
- Rüzgar yönü (° , kuzeyden saat yönünde)
- Yatay düzlemdeki toplam güneş ışıınımı (W/m²)

Bunların dışında ASCII formatında, kullanıcı tarafından farklı bir dosya (climatic file) da oluşturulabilmekte, ayrıca mevcut bir dosyada değişiklik yapmak için yeni iklimsel veriler girilebilmektedir. Bununla birlikte kısa dönemler seçilerek, kısa iklimsel veri grupları (shorter climatic data set) oluşturulabilmektedir. Bu veriler ‘Save Climatic Data’ menüsü kullanılarak saklanabilir.

‘Extended Climatic Files’ bölümü yılın belirli bir periyodunu içerse de, bu periyodun sadece 30 saatlik kısmı simülasyonlar (benzetişim) için kullanılabilir.

- ‘Statistical Analysis’ (İstatistiksel Analiz) seçeneği, iklimsel data hakkında istatistiksel bir değerlendirme istendiğinde kullanılmaktadır. Bu durumda, maksimum minimum ve ortalama değerler hesaplanır. Sonrasında, kullanıcı tarafından belirlenen aralık sayısı için (2000’ i geçmeyen) aşağıda belirtilen parametrelerin, belirlenen simülasyon periyodu için sıklık dağılımı sağlanmaktadır:

- Hava sıcaklığı
- Rüzgar hızı
- Rüzgar yönü

Hava sıcaklığının ve rüzgar yönüne bağlı olarak rüzgar hızlarının sıklık dağılımının yapılması mümkündür. Bu durumda rüzgar yönü 16 farklı durumdan biri olabilir. İstatistiksel analiz, 24 saatlik yada kullanıcının gün içinde belirlediği herhangi bir zaman dilimi için yapılabilir. İlk durumda bütün veriler değerlendirilirken ikinci durumda belirlenen zaman dilimine ait veriler değerlendirilmektedir.

Bu seçenek, binanın bulunduğu yerleşim yerinin baskın iklimsel özellikleri hakkında önemli niteliksel bilgiler vermekte ve binanın doğal vantilasyon sisteminin değerlendirilmesi için yapılacak tasarım ve hesaplamalara yardımcı olmaktadır.

1.2.3 ‘Edit’ Menüsü

Bu bölümde problem, alt bölümlerde oluşturulan seçenekler ile tanımlanır. Bunlar:

- ‘General Information’ (Genel Enformasyon)

Ekranda beliren ‘Maximum Number of Iterations’, ‘Convergence Residual’ ve ‘Number of Zones’ kısımlarındaki yazılı değerler birer varsayım olarak önerilmektedir. Buna göre ‘Max.Num.of Iterations :100’, ‘Convergence Residual :0.001’ olarak alınmaktadır. Bu değerler bir çok sayıdaki uygulama çalışmalarının simülasyonlarında başarıyla test edilmiştir.Yeni olarak girilmesi gereken tek değer, simülasyonu yapılan binanın zon(hacim) sayısıdır.

- Data of Zones (Hacimlere ait veriler) :

- Zon Numarası
- Hacmi (m³)

- Oda Sıcaklığı (° C)
- Dış Açıklıkların Toplam Sayısı : Zondaki dışa açılan pencereler, kapılar (yatay olanlar hariç)
- Dış Çatlaklıkların Toplam Sayısı (boyutları 0.1 m ‘den küçük olan açıklıklar)
- Referans Yüksekliği (m) : İlgili zonun, yer’den, döşemesine olan yüksekliği.

Burada, dışa açılan toplam açıklık ya da çatlak sayısı ayrı ayrı maksimum 10 olmalıdır. Ayrıca iç zonlara ait hava sıcaklığının sabit ya da değişken olup olmadığı belirtilmelidir. Birinci durumda belirlenen iç hava sıcaklığı bütün simülasyon boyunca sabit tutulur. İkinci durumda ise değerler, kullanıcı tarafından oluşturulan ASCII dosyasından ‘.tem’ uzantısı şeklinde okunur. Her ‘.tem’ dosyası her sırasında birer değer içermek kaydıyla, zon sıcaklığının saatsel değerini göstermelidir. Sıraların sayısı simülasyon periyoduna (simülasyonun sürdüğü toplam saat) eşit veya ondan büyük olmalıdır. Aynı ‘.tem’ dosyası farklı zonlar için de kullanılabilir.

- External Openings (Dış Açıklıklar)

Bu bölümde dış açıklıklara ait tüm bilgiler işlenir. Fakat yatay olanlar dikkate alınmaz, onlarla ilgili veriler ‘Edit Horizontal Openings ‘ kısmına girilir. ‘External Openings’ seçeneği, daha önce ki bölümlere, toplam dış açıklık sayısı (sıfırdan farklı) yazılmışsa aktif hale gelir. Her bir zondaki dış açıklıklar aşağıda belirtilen bilgilerle tanımlanmalıdır:

- Genişlik (Width) (m)
- Açıklığın en alt ve en üst noktalarının, mekanın döşemesinden olan yükseklikleri (m)
- Basınç katsayısı (Pressure coefficient), mevcut Rüzgar yönüne bağlı olarak, -1 ile 1 arasında değişmektedir. Negatif değerler baca yönü pozisyonunu, pozitif değerler ise rüzgar yönü pozisyonunu ifade etmektedir.
- Boşaltma katsayısı (Discharge coefficient). Geniş dış açıklıklar (0,8 ile 2 m genişliği arasındaki) için 0.9, geniş iç açıklıklar için 0.6 değerleri önerilmektedir.
- Yönlendirme (Orientation), açıklık normalinin kuzey ile , saat yönünde 0 ile 360° arasında yapmış olduğu açı.
- Eğim (Tilt), açıklığın yatayla yapmış olduğu açıdır. 1-90° arasında değişmektedir. Program, eğimi 30° ‘den az olan açıklıklar için çıkarılan sonuçların doğrulukluklarını garanti etmemektedir.
- Operasyon tabloları (Operational schedule), 1 ile 100 arasında değerler alır ve açıklığın gün boyunca, saatlik olarak açık veya kapalı olma durumlarını göstermektedir. Tablo ‘Edit’ menüsündeki ‘Schedules’ bölümünden tanımlanabilir. 1 ‘den 99 ‘a kadar olan seçenekler kullanıcıya sunulur ve farklı seçenekler oluşturulabilir. Bununla birlikte, 100 numaralı tablo herhangi bir şekilde yazılırsa, hesaplamalara giren pencerelerin gün boyunca kapalı tutulacağı ve hava akım hesaplamalarında dikkate alınmayacağı varsayılmaktadır.

Pressure Coefficient (Basınç Katsayısı), tüm simülasyon boyunca ya sabit, ya da değişken olabilir. Değişken olan basınç katsayıları bir dosyadan okunabildiği gibi ayrıca hesaplanabilmektedir. Her iki durumda da bir takım ek veriler gereklidir. Bu veriler binanın formuna ve yerleşim yerinin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

İlk olarak binanın kat adedi belirlenir. Eğer bina 3 veya daha az katlı ise, açıklığın bulunduğu cephe dikkate alınmalı ve cephe uzunluğunun, genişliğine oranı bulunmalıdır. Açıklığın rüzgara maruz kalma durumu aşağıda verilen koşullardan birisi olacak şekilde belirtilmelidir :

1. Tamamen maruz kalma; bu durumda rüzgarla bina arasında herhangi bir engel yoktur.
2. Yarı maruz kalma; rüzgarın önünde açıklık seviyesinde bir engel vardır.
3. Tamamen engelli; açıklık ve rüzgar arasında bir engel vardır (örn. bina, ağaç, çalı vb.).

Eğer bu değerler başka bir dosyadan aktarılacak ise bu , ‘.pco’ uzantısında olmalıdır. ‘.pco’ dosyaları her satırında, saatlik basınç katsayıları değerlerini içermelidir. Satırların sayısı, en az simülasyon saati sayısı kadar veya bundan fazla olmalıdır.

- External Cracks (Dış Çatlaklıklar)

Bu seçenek tüm dış çatlaklıkların bilgilerini sunmaktadır. Aktiv olarak kullanılabilmesi için bir önceki ‘Data of Zones’ menüsünde dış çatlaklıkların sayısının belirtilmiş olması gerekmektedir. Zonlardaki her çatlak için aşağıdaki veriler girilmelidir :

- Uzunluk (length)
- Genişlik (width); 0 ile 0,1 arasındaki değerleri içerir
- Basınç katsayısı; -1 ile 1 arasında, açıklığın rüzgar yönüne olan pozisyonuna bağlı olarak değişir.
- Zon döşemesinden olan yüksekliği (m)
- Yön; açıklık normalinin kuzey ile , saat yönünde 0 ile 360° arasında yapmış olduğu açı.

- Internal Openings (İç Açıklıklar)

İki zon arasındaki elemanlarda bulunan bir açıklık sadece bir defa tanımlanmalıdır. İlk zonun numarası diğer zonunkinden her zaman daha küçük olmalı, aksi takdirde ikinci zon program tarafından kabul edilmeyecektir. Açıklığın bulunduğu yüzeyle ilişkili zonlar numaralandırıldıktan sonra aşağıdaki bilgiler girilmelidir:

- Genişlik (Width)
- Açıklığın üst ve alt noktalarının zon zemininden yüksekliği ,
- Boşaltma katsayısı

- Internal Cracks (İç Çatlaklar)

İç açıklıklar için yapılan açıklamalar bu kısım için de geçerlidir. Bu bölümde şu bilgiler girilmelidir :

- Uzunluk (length)
- Genişlik (width) , 0 ile 0,1 arasındaki değerleri içerir.
- Çatlağın zon döşemesinden yüksekliği.

- Schedule (Program)

Bu seçenek, operasyonun her saatinde, her bir açıklığın konumunu belirten bir operasyonel programın yüklenmesine veya korunmasına olanak sunmaktadır. Programlar, gün içerisindeki saatlik periyotlar olarak tanımlanmıştır. Aynı program (schedule) bütün bir simülasyon periyodu boyunca tekrarlanabilmektedir. Yeni bir operasyonel program oluşturulacaksa öncelikle program numarası yazılır (1'den 99' a kadar). Mevcut içerik gözlemlendikten sonra günün her saati için bir değer belirlenir. Bu değer ya 1 yada 0 olabilir.1 sayısı açıklığın açık olduğunu, 0 sayısı ise kapalı olduğunu göstermektedir.

Mevcut bir değer değiştirilmek isteniyorsa, o saate ait sayının üzeri çift tıklanır ve açılan kutuya durumu ifade eden sayı yazılır.

- Horizontal Transparent Components (Yatay Saydam Bileşenler)

Programda, yatay açıklıklardan geçen hava akımları ele alınmamıştır. Yatay açıklıklarla gerçekleşen doğal vantilasyon bilgileri sınırlıdır. Kullanıcının belirleyeceği herhangi bir yatay saydam açıklık kapalı olarak varsayılmaktadır.

Bu durumlar binanın termal davranışını etkilese de , doğal vantilasyon hesaplamalarında gözönünde bulundurulmamaktadır. Saydam bileşenlerin toplam sayısı belirtmeli ve herbirinin alanı hesaplanmalıdır.

1.2.4 'View' Menüsü

Bu menü, kullanıcının girilen verileri kontrol ederek oluşabilecek hataları gözlemlene olanağını sunmaktadır. Mevcut değerlere herhangi bir müdahale olası değildir. Değişiklikler ancak 'Edit' menüsünden yapılabilmektedir.

1.2.5 'Calculations' Menüsü

Hesaplamalar menüsü ancak, bir proje ve iklimsel veriler girildikten sonra aktif hale gelmektedir. 'simülasyonu başlat' komutundan sonra, programa simülasyona yönelik açığıda belirtilen verilerin girilmesi gerekmektedir:

- Simülasyonun başladığı gün; yılın 1 ile 365. günleri ve iklimsel datanın ilk ve son günü arasında bir gün olmalıdır. Bütün simülasyonlar belirtilen günün 00:00 saatinden itibaren başlar.
- Simülasyon periyodu; simülasyonun devam edeceği zaman periyodudur. Saat olarak verilir ve tamsayı olmak zorundadır. Simülasyon periyodu 720 saati geçemez.
- Rüzgar hızı; bu veride, girilen rüzgar hızı değerlerinin bina yüksekliğinden ölçülüp ölçülmediği belirtilmelidir. Eğer bu ölçümler farklı bir noktadan yapılmışsa (genellikle meteorolojik ölçümler yerden 10 mt yükseklikten yapılır) binanın içinde bulunduğu yerleşim yeri tipi belirtilmelidir. Bu bilgi ,

mevcut meteorolojik verilerin bina yüksekliğindeki değerlere çevrilmelerinde referans olarak kullanılacaktır. Hesaplamalar ‘ Power law’ modeli esas alınarak yapılmıştır. Sunulan seçenekler ; Açık düz kırsal alan , dağınık rüzgar kırıcılarla çevrili kırsal alan , kentsel alan ve şehirdir.

Eğimli Dış Açıklıklar (Tilted External Openings) İçin Uyarı : Dış açıklık eğimlerinin, 1 ile 90 derece arasında değişiklik göstermelerine rağmen, hava akım modelinde kullanılan vantilasyon algoritmeleri, 30 derecenin altındaki eğimler söz konusu olduğunda geçerliliklerini yitirirler. Bu sebepten dolayı benzer açıklıklar hesaplamalara katılmamaktadır. 30 derecenin altındaki eğimlere sahip açıklıkların operasyonel programlarına (operational schedule) 100 yazılır ve böylelikle kapalı oldukları varsayılır. Bu konumdaki açıklıkların hesaplamalara katılması yanlış sonuçlara varma riskini doğurmaktadır.

Düzeltilme Faktörüne (Correction Factor) İlişkin Uyarı: (Tek taraflı vantilasyon için geçerlidir) Tek taraflı doğal vantilasyona sahip zonlar, tek cephesinde dış açıklık olan ve bitişiklikteki zonlarla herhangi bir bağlantısı olmayan zonlardır. Bu tip bir mekana ait simülasyonda, ‘Düzeltilme Faktörü’ (Correction Factor) seçeneği sunulmaktadır. Bu seçenekle, ilgili zon hakkında daha doğru hava akım oranları sonuçlarına ulaşılmaktadır. Modelin kullanımında, zonun derinliği ile ilgili verilerin girilmesi gerekmektedir.(Dış açıklığın bulunduğu yüzey ile buna zıt yönde konumlanan duvar arasındaki mesafe) .

Düzeltilme faktörü, küçük sıcaklık farklılıklarının ve orta ile yüksek rüzgar hız değerlerinin olduğu deneyler için geçerlidir. Faktör, rüzgar hızlarının 2 den 10 m /s, sıcaklık farklılıklarının 0.5’ten 8 °C’ye, oda derinliklerinin 3m’den 7m’ye olduğu koşullarda birçok kere değerlendirilmiştir. Eğer herhangi bir tek taraflı vantilasyona sahip zon mevcut değilse, program hesaplamalarla devam etmektedir.

1.2.6 ‘Results’ Menüsü

Bu menü aşağıda belirtilen sonuçları sunmaktadır :

- Zonlardaki hava akım değerleri; bu seçenek, ilgili zona giren veya çıkan toplam vantilasyon miktarlarını vermektedir (m³/h).
- Dış açıklıklardan geçen hava akım miktarları; bu seçenek, simülasyonu yapılan zonun dış elemanlarından geçen vantilasyon miktarlarını verir.
- İç açıklıklardan geçen hava akım miktarları; bu seçenek, simülasyonları yapılan bitişik zonları birbirine bağlayan elemanlardaki vantilasyon miktarlarını verir.

Bu sonuçlar, ‘Statistical Analysis’ (istatistiksel analizler) bölümünde irdelenmektedir.

Yukarıdaki her durum için elde edilen sonuçlar tablolarla veya grafiklerle sunulmaktadır. Tablolarda sonuçlar iki farklı biçimde görülmektedir:

- a) Kullanıcının belirlediği saate ait sonuçlar
- b) Tüm simülasyon periyodundaki ilgili zon veya elemanlara ait sonuçlar.

- Statistical Analysis (İstatistiksel Analiz); bu seçenek, simülasyon sonuçlarının istatistiksel analizini sunmaktadır. Sıklık dağılımı ve birikimli sıklık dağılımı (%), kullanıcının belirlediği aralıklar dahilinde, her zon için hesaplanabilmektedir. İstatistiksel analizi başlatabilmek için şu veriler girilmelidir; analizin başladığı gün , analizin yapıldığı dönem ve zon numarası.

Bu analiz, tüm simülasyon sonuçlarına ya da simülasyonun belirli bir günündeki istenilen saatlere ait sonuçlara göre yapılabilir. İkinci durumun seçilmesinde, istenilen istatistiksel analizin, günün hangi saatlerini içereceğine dair bir tablo belirmektedir. Sonrasında ekranda, minimum, maksimum ve ortalama değerlerdeki analiz sonuçları görülmektedir. Oluşturulan örneğin verilerinin hangi sıklıkta inceleyeceğini belirtmek için 'Number of Intervals' bölümüne 1-2000 arası bir sayı girilmelidir. İstatistiksel analizin sonuçları tablo ve grafikte verilir. Belirlenen aralıklara ait sıklık(frequency distribution) ve de birikimli sıklık dağılımları (cumulative frequency distribution) değerleri bu kısımda incelenebilmektedir.

1.2.7 'Sensitivity Analysis' Menüsü

Bu menu, simülasyonu yapılan zona ait bir parametrenin, o zondaki hava değişim sayıları üzerindeki etkisini incelemek için kullanılmaktadır. Hassaslık analizinde şu elemanlar gözönünde bulundurulur; Dış Açıklıklar / Dış Çatlaklar , İç Açıklıklar / İç Çatlaklar .

Açıklıklar için dikkate alınan veriler (dış veya iç) şunlardır :

- Genişlik ,
- Açıklığın en üst noktasının yüksekliği ,
- Açıklığın en alt noktasının yüksekliği ,

Çatlaklar için dikkate alınan veriler (Dış veya İç) ise şunlardır :

- Genişlik
- Uzunluk

Seçilen elemana ait değişkenlerin olabilecek minimum ve de maksimum değerleri belirtilir, verilen değerlere göre oluşturulan sonuçlar tablo ve grafiklerle sunulur.

Simülasyon boyunca, hassaslık analizinin yapılacağı elemana ait belirlenen değişken dışında, elemanın diğer parametreleri sabit tutulmaktadır. Daha önce belirlenen olası minimum ve maksimum değerler sınır alınarak, program tarafından sıra ile 5 ara değer oluşturulmakta ve sonuçlar verilmektedir.

Hassaslık analizinin sonuçları daha önceden de belirtildiği gibi tablo veya grafiklerle verilmektedir. Tablolar; a) Kullanıcının belirlediği saate ait hava akımları sonuçlarının gösterildiği, b) Tüm simülasyona ait hava akımları sonuçlarının gösterildiği olarak gruplandırılmaktadır.

Sonuçların tümünün çıktıları alınabilmekte ve istenilen herhangi bir dosyaya aktarılabilir. İkinci tablo sunumundaki grafik seçeneğinde, bu sonuçlar işlenmiştir. Bu grafik, zamana bağlı hava değişim sayılarını (ach) vermektedir.

1.2.8 ‘Optimization’ Menüsü

Bu menüde çalıştırılan Optimizasyon analizi ile, olabilecek maksimum hava akım değerini veya belirli sınırlardaki hava akım değerlerini sağlayabilecek gerekli dış açıklık ölçüleri hesaplanabilmektedir.

- Optimizasyon Parametreleri

Bu seçenek kullanıcıya , optimizasyon işlemi için gerekli olabilecek matematiksel parametreleri kaydetme imkanı verir. Bu parametreler karmaşık olduğu için kullanıcıya birtakım olası değerler önerilmektedir. Bu değerlerin kullanılması gerçeğe en yakın sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Sonuçlar daha kısa sürede elde edilerek, kullanıcı zamandan kazanmaktadır.

Dikkate alınması gereken bir diğer nokta, optimizasyon parametreleri değerleri ne kadar düşerse, sonuçların doğruluklarının da o ölçüde azalacağıdır. Eğer değerler çok düşük verilirse tamamen yanlış sonuçların alınma riski oluşmaktadır.

- Optimizasyon Değişkenleri

Optimizasyon analizinin başlaması için gerekli olan optimizasyon değişkenleri şunlardır:

1. İklimsel veriler ile ilgili olanlar; hava sıcaklığı (°C), rüzgar hızı (m/sn) ve rüzgar yönü (°). Gerçekçi sonuçlar elde edebilmesi için bu değerlerin yöreye ait değerler olması gerekmektedir.
2. Simülasyonu yapılan zonlar ile ilgili olanlar: hacim (m³), sıcaklık (°C) ve referans yüksekliğidir.
3. Dış açıklıklar ile ilgili olanlar; her dış açıklığın en alt ve en üst noktalarına ait minimum ve maksimum değerleri sınır alınarak optimum hava akım değerleri hesaplanmaktadır. Bununla birlikte her açıklığa ait boşaltma katsayısı, basınç katsayısı, yön (derece) ve eğim belirlenmiş olmalıdır.
4. Yapılacak optimizasyon analizinin tipi ile ilgili olanlar; bu kısımda farklı iki seçenek sunulmaktadır. Program, hava akımının maksimum ya da pencere yüzeylerinin minimum olması için optimizasyon analiz sonuçları verir. Eğer pencere yüzeylerinin minimum olması durumu seçilmişse, maksimum ve de minimum hava akım değerleri belirtilmelidir. Açıklıkların boyutlarının optimizasyonu sonucunda ortaya çıkacak aktüel hava akımı bu iki sınır değeri arasında bir değer olacaktır.

1.2.9 Termal Model

Aiolos yazılımı, simülasyonu yapılan binada uygulanan doğal vantilasyon tekniklerinin soğutma potansiyellerinin incelendiği bir ‘Termal Model’ sunmaktadır. Termal modele geçilebilmesi için önceki adımlar eksiksiz olarak gerçekleştirilmelidir.

Termal model bir, tek zon modelidir. Binayı tek bir zon olarak tanımladığı için daha önceki aşamalardaki zon sayılarına göre oluşan farklı durumlar bu bölümde mevcut değildir. Termal model kullanıcıya ayrı bir bölüm olarak sunulmaktadır. Daha önceki bölümlerdeki hacimlere ait ölçüsel verilerle hava akım oranları, ana bir zon olarak termal modele aktarılır. Programın çalıştırılmasıyla beraber aşağıdaki bölümler ana ekranda görülmektedir:

File (Dosya)
Libraries (Kütüphane)
Inputs (Girdiler)
Calculations (Hesaplamalar)
Results (Sonuçlar)
Print (Basım)
Help (Yardım)

* 'File' Menüsü

Bu menüde yeni bir proje tanımlanabilir, mevcut bir dosya açılabilir ya da proje verileri eklenebilir, önceden hazırlanmış opak elemanlar kütüphanesi yüklenebilir (Load Opaque Elements Library) ve değişiklikler kaydedilebilir (Save Opaque Elements Library). Ayrıca önceki çalışmalara ait sonuçlar 'Load Existing Results' bölümünden yüklenebilmekte ve yapılan değişiklikler 'Save Results' kısmına kaydedilebilmektedir.

Burada görülen 'Return to Aiolos' (Aiolos'a dönüş) seçeneği, termal bölüm tamamlandığında, kullanıcının Aiolos programına geri dönüp çalışabilmesini sağlamaktadır.

* 'Libraries' Menüsü

Bu menüde şu kütüphaneleri incelemek mümkündür; Cam elemanlar kütüphanesi (Glazing Lib.), malzeme kütüphanesi (Materials Lib.) ve opak elemanlar kütüphanesi (Opaque Elements Lib.). Bu menüde üzerinde çalışılan projenin tüm elemanları tanımlanabilmektedir.

Cam elemanlar kütüphanesi şu kısımlardan oluşmaktadır; Kullanıcı tarafından belirlenen kod numarası (Code Number), cam elemanın tipi (Glazing Type), güneş ışıyım geçirgenliği (Transmissivity to Solar Radiation) ve U değeri (U Value – $W/m^2 K$). Bu değerler kullanılabilir, üzerinde değişiklik yapılabilir veya tamamen yeni karakterler eklenebilmektedir.

Malzeme kütüphanesi şu kısımlardan oluşmaktadır; Kullanıcı tarafından belirlenen kod numarası (Code Number), malzemenin adı (Material Name), malzemenin yoğunluğu (Density of the Material – kg / m^3), malzemenin ısı iletkenliği (The Conductivity of Material – W/mK) ve malzeme ısısı (Specific Heat of the Material – $J / kg K$).

Opak elemanlar kütüphanesi, duvarların, zemin ve çatıların yapılarını içermektedir. Opak elemanlar maksimum 6 tabakaya sahip olabilirler. Her tabaka kendi içinde iki farklı girdiyle tanımlanır; bunlardan birincisi malzemenin kod numarasıdır, malzeme kütüphanesindeki kod numarasına tekabül eder, ikincisi tabaka kalınlığıdır (mm). Üst bölümdeki çizelgeden tesbit edilen malzemeler kod numaralarına göre işlenirler. Bu bilgiler aynen kullanılabilir, üzerinde değişiklik yapılabilir veya tamamen yeni karakterler oluşturularak çizelgeye dahil edilebilir.

* 'Inputs' Menüsü

Bu menü, simülasyonu yapılacak binanın geometrik ve strüktürel karakterlerinin belirlenmesi için oluşturulmuştur. Bu analiz, aşağıda belirtilen verilerle sağlanmaktadır:

- External Opaque Components (Dış Opak Bileşenler); Öncelikle dış opak bileşenlerin toplam sayısı belirtilmelidir (Duvarlar , çatılar , yer ile direkt teması olmayan döşemeler).Yukarıdaki elemanların her biri için şu veriler oluşturulmalıdır; elemanın net yüzey alanı (Area of the Element – m²) (pencere yüzeyleri çıkartıldıktan sonra geriye kalan alan), elemanın yutuculuğu (Absorptivity of the Element), elemanın eğimi (Tilt of the Element - °), elemanın azimut açısı (Azimuth of the Element - ° , kuzey yönü başlangıç alınıp saat yönünde pozitif olarak kabul edilir (0-360), ve opak elemanlar kütüphanesinde yer aldığı şekliyle opak elemanın ismi (Opaque Elements Name) belirtilir.
 - Elemanlar kütüphanesi / Elements Library butonundan tüm opak elemanlar listesine ulaşılabilir, değiştirilebilir ya da kütüphaneye yeni elemanlar eklenebilir. Opak elemanın ismi girildiğinde, program otomatik olarak ‘U –value’, ‘Decrement Factor’, ‘Time Lag’ değerlerini hesaplamaktadır. Bu değerler ekranın sağ tarafında görülmektedir.
- Glazed Surfaces (Cam Yüzeyler); Bu bölümde, binayı çevreleyen yüzeylerdeki mevcut cam elemanlarla ilgili bilgilerin girilmesi gerekmektedir. Bu bilgilerden bir kısmı mevcut olup herhangi bir şekilde değiştirilememektedir (Number of glazed surface, the area of surface (m²), the tilt angle of surface (°) Azimuth of surface (°)). Bütün bunlara ek olarak her cam yüzeyle ilgili şu bilgilerin girilmesi gerekmektedir: Solar iletkenlik, U-değeri (W/m²K), perde faktörü (tamamen perdeli bir pencereden içeri giren solar ışınının, pencere perdesizken içeriye giren solar ışınım oranıdır). Ekranın sağ alt köşesindeki ‘Glazing Library’den ilgili bilgilere ulaşılabilir. Sonrasında solar kontrol tanımlanmalıdır. Gölgeleme elemanlarının etkisi ele alınarak şu seçenekler oluşturulmuştur :
 - None / G.Elemansız
 - Side Fins / Yan G. Elemanlı
 - Recessed Window / Derin Pencere
 - Overhang / Saçak
 - Internal Partitions (İç Bölmeler); ‘Number of internal partitions’ kısmına, iç bölme sayısı girildikten sonra, her bölme elemanına ait şu değerler belirtilmelidir:
 - Area of Partition – Bölmenin Alanı (m²)
 - Opaque Element Name – Opak elemanın ismi
 - Floor and Operational Data (Döşeme ve Operasyonel Data); Bu seçenekte şu verilere ihtiyaç duyulmaktadır :
 - Volume of the Building / Binanın Hacmi (m³)

- The Floor Area of the Building / Binanın Döşeme Alanı (m² , Yer ile teması olan döşemenin toplam alanı)
- Absorptivity of the Floor / Döşemenin Emiciliği
- The İnfiltration Rate / Sızıntı Oranı (ach)
- The Design Indoor Temperature (C) / İç Ortam Dizayn Sıcaklığı
- Opaque Element Name of the Floor / Zemin Opak Eleman İsmi. Gerekli elemanlar Element Lib./ Elemanlar Kütüp.’den seçilebilmekte, ayrıca Occupancy Pattern / Oturma Şablonu seçeneği ile hafta içi, Cumartesi ve Pazar günleri, binanın kullanım saatleri belirtilmektedir.
- İnternal Gains / İç Kazançlar; Bu seçenekte şu verilere ihtiyaç duyulmaktadır:
- Total Horizontal Area of the Building / Binanın Toplam Yatay Alanı (m²). Bazen bu değer ‘Floor and Operationel Data’ bölümündeki değerden farklı olabilir. Burada, döşemenin birim metrekaresindeki iç kazançların (Internal gains) hesaplanması için, referans alan girilmelidir. Ayrıca hafta içi , hafta sonu günlerine ait şu veriler belirtilmelidir; Number of Persons in the Building / Binadaki kişi sayısı, Load Due to Lighting (W/m²) / Aydınlatma yükü, Load Due to Electrical Equipment (W/m²) / Elektrik cihazlarının yükü ve Any other load / Diğer yükler.

* ‘Calculations’ Menüsü

Bu menü hesaplamalara, ‘Balance Point Temperature’ (Balans noktası sıcaklığı) ve ‘Cooling Load’ (Soğutma yükleri) ile başlamaktadır. Hesaplamalarda, daha önceden AIOLOS hava akım hesaplamalarında elde edilen sonuçlar kullanılmaktadır. Eğer kullanıcı tarafından ‘Sensitivity Analysis’ (Duyarlılık analizi) bölümünde ‘AIOLOS-Building’ birimi seçilmişse, termal model çalıştırıldığında aynı parametre için bir hassaslık analizi yapılmaktadır.

* ‘Results’ Menüsü

Buradaki sonuçlarda , AIOLOS hava akım biriminde tanımlanan simülasyon periyodundaki ‘Cooling Loads’ (Soğutma yükleri) ve ‘Overheating Hours’ (Aşırı ısınmanın olduğu saatler) ile ilgili değerler verilmektedir. Herhangi bir hassaslık analizi sonucu, hem grafik hem de tablo olarak sunulmaktadır.

* ‘Print’ Menüsü

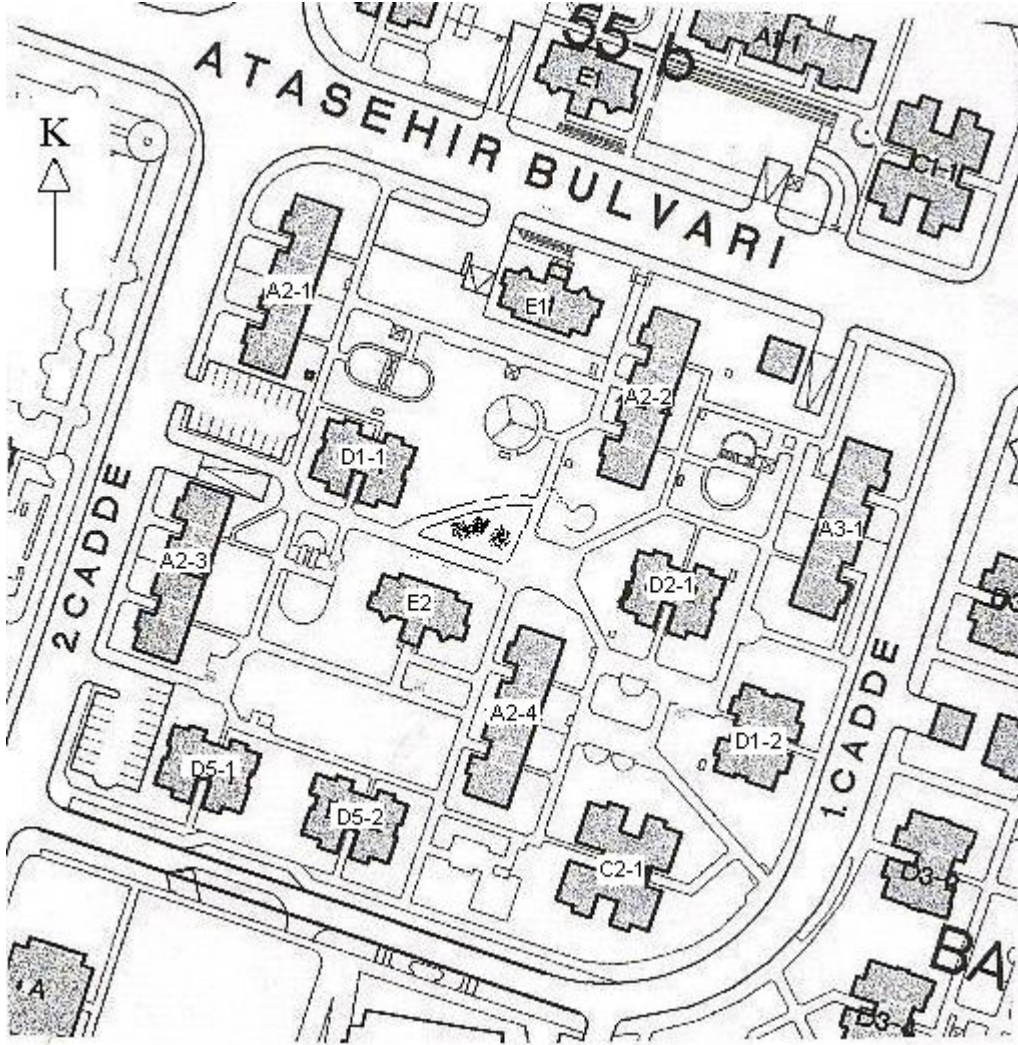
Bu menü ile hem ‘Inputs’ (Girdiler), hem de ‘Results’ (Sonuçlar) bölümlerindeki veriler çıktı olarak alınabilmektedir.

* ‘Cp Calc’ Menüsü

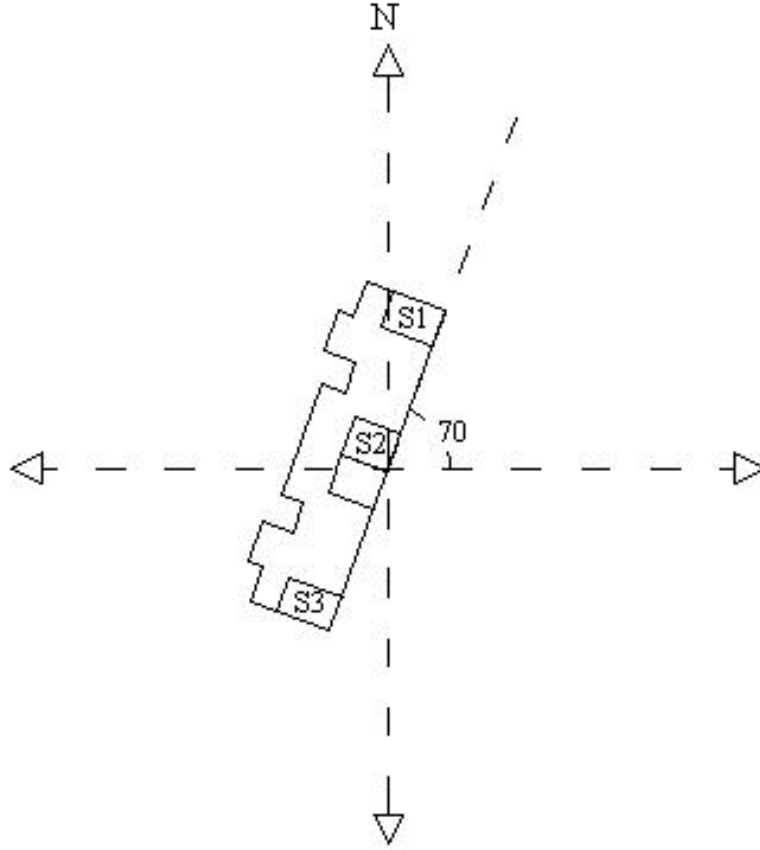
Bina cephesindeki belirli bir noktaya ait rüzgar basınç katsayısının / wind pressure coefficient hesaplanması bu kısımda gerçekleştirilmektedir. Sonrasında kullanıcı, hesaplanan bu değeri External Openings ve External Cracks menülerindeki ilgili kısma girebilmektedir. Basınç katsayı hesaplamaları, Parametrik Modele / Parametrical Model göre yapılmaktadır.

EK B

**AIOLOS PROGRAMINDA KULLANILAN, ATAŞEHİR MANOLYA-2
BLOKLARINA AİT VERİLER**



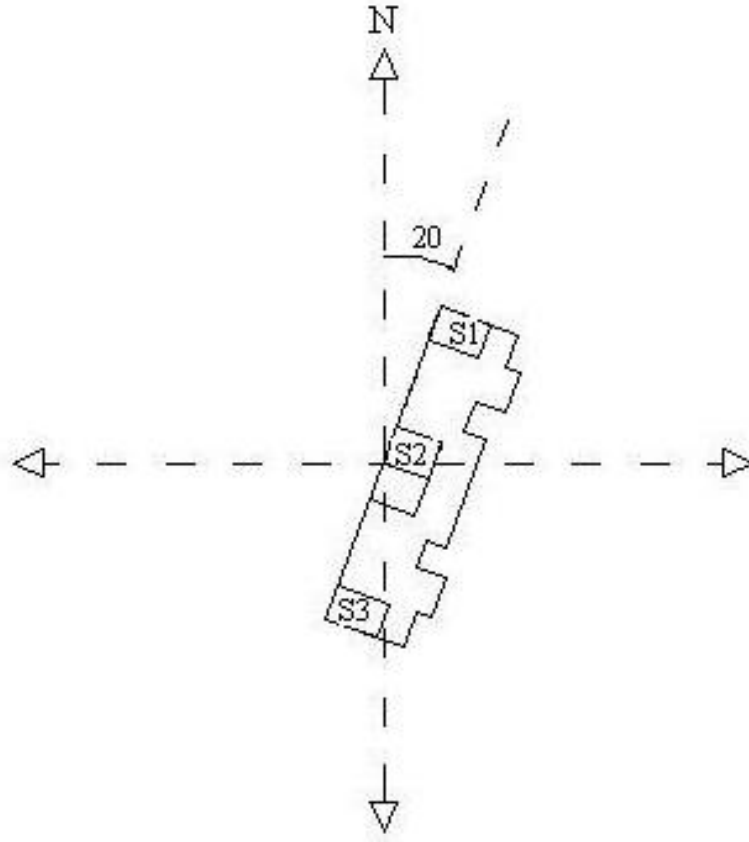
Şekil B.1. Ataşehir Manolya-2 yapı adası vaziyet planı.



Şekil B.2. Ataşehir, Manolya- 2 A2-1, A2-2, A2-3 ve A2-4 blokları, 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimi.

Tablo B.1. Ataşehir, Manolya 2 A2-1, A2-2, A2-3 ve A2-4 blokları, 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

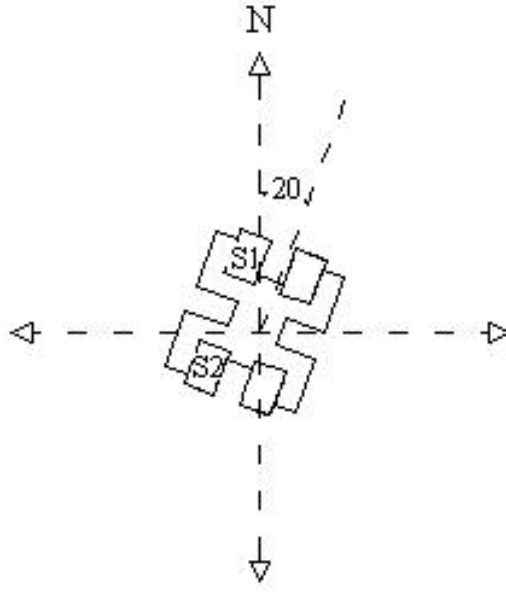
Mekan tipi	Hacmi (m ³)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	66,78	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	110	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	110	9,3
			3	pencere	0,8	1,3	20	9,3
Salon 2	53,4	2	1	bal. kapısı	0,8	2,15	110	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	110	9,3
Salon 3	66,78	3	1	bal. kapısı	0,8	2,15	110	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	110	9,3
			3	pencere	0,8	1,3	200	9,3



Şekil B.3. Ataşehir, Manolya 2 **A3-1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimi.

Tablo B.2. Ataşehir, Manolya 2 **A3-1** bloğu, 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

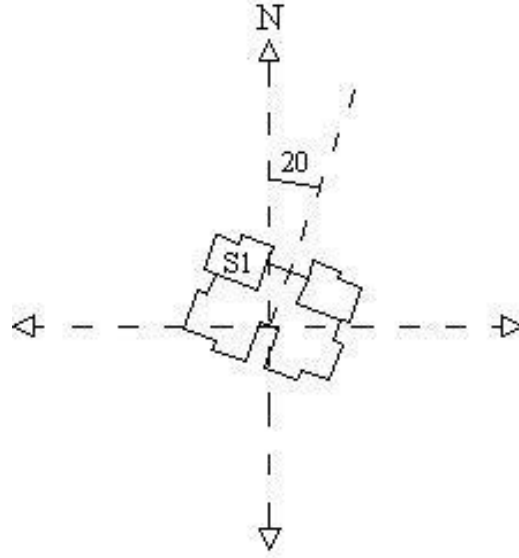
Mekan tipi	Hacmi (m ³)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	66,78	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	290	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	290	9,3
			3	pencere	0,8	1,3	20	9,3
Salon 2	53,4	2	1	bal. kapısı	0,8	2,15	290	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	290	9,3
Salon 3	66,78	3	1	bal. kapısı	0,8	2,15	290	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	290	9,3
			3	pencere	0,8	1,3	200	9,3



Şekil B.4. Ataşehir, Manolya 2 **C2-1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimleri ve yönleri.

Tablo B.3. Ataşehir, Manolya 2 **C2-1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

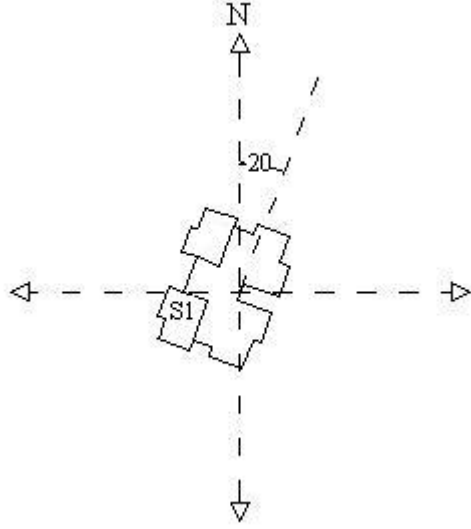
Mekan tipi	Hacmi (m3)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	63,6	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	20	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	20	9,3
			3	pencere	0,6	1,3	20	9,3
Salon 2	63,6	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	200	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	200	9,3
			3	pencere	0,6	1,3	200	9,3



Şekil B.5. Ataşehir, Manolya 2 **D1-1, D1-2, D5-1, D5-2** blokları 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimleri ve yönleri.

Tablo B.4. Ataşehir, Manolya 2 **D1-1, D1-2, D5-1, D5-2** blokları 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

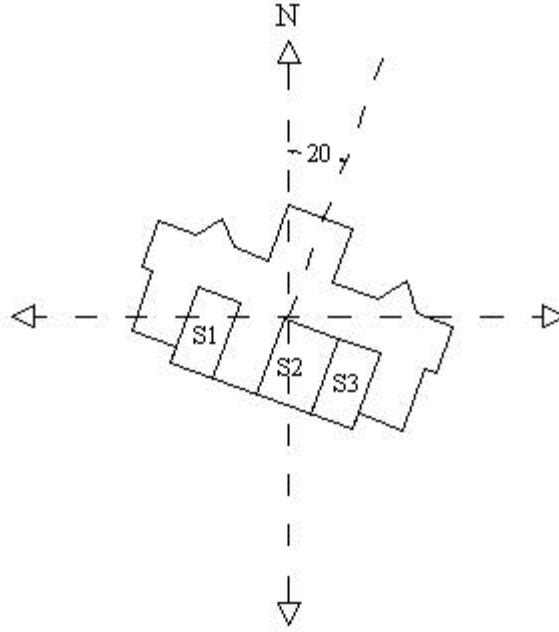
Mekan tipi	Hacmi (m3)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	89,8	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	20	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	20	9,3
			3	pencere	0,6	1,3	20	9,3



Şekil B.6. Ataşehir, Manolya 2 **D2-1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimleri ve yönleri.

Tablo B.5 Ataşehir, Manolya 2 **D2-1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

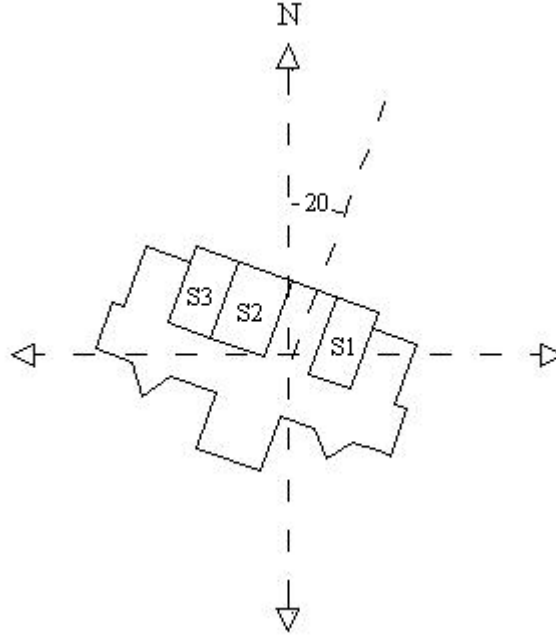
Mekan tipi	Hacmi (m3)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	89,8	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	290	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	290	9,3
			3	pencere	0,6	1,3	290	9,3



Şekil B.7. Ataşehir, Manolya 2 **E1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimleri ve yönleri.

Tablo B.6. Ataşehir, Manolya 2 **E1** bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

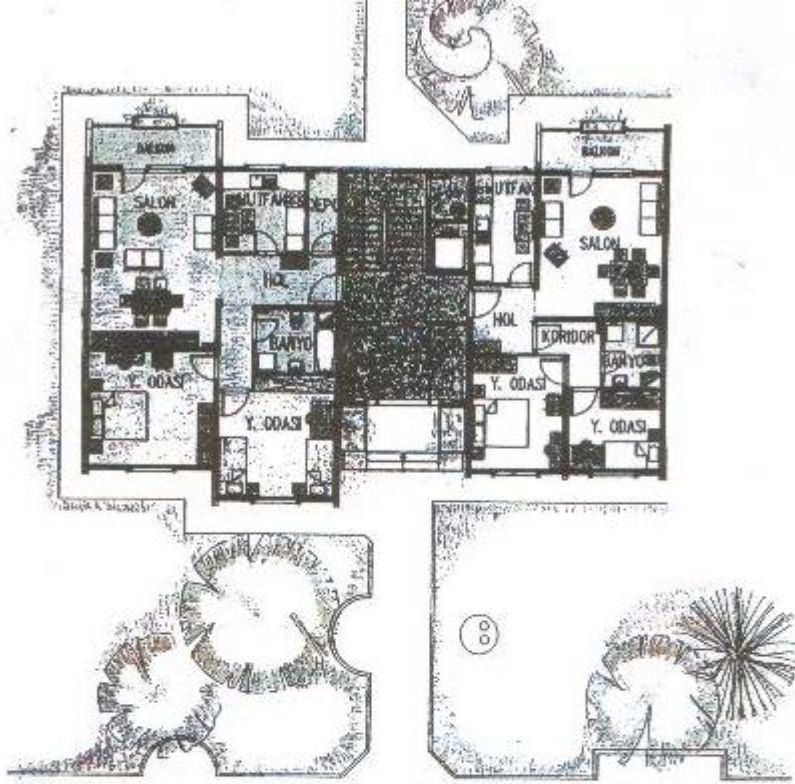
Mekan tipi	Hacmi (m3)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	49,18	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	290	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	200	9,3
Salon 2	54,27	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	200	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	200	9,3
Salon 3	49,18	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	110	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	200	9,3



Şekil B.8. Ataşehir, Manolya 2, E 2 bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut yerleşimleri ve yönleri.

Tablo B.7. Ataşehir, Manolya 2, E 2 bloğu 4.kat daireleri salonlarının mevcut dış açıklık ölçüleri ve yönleri.

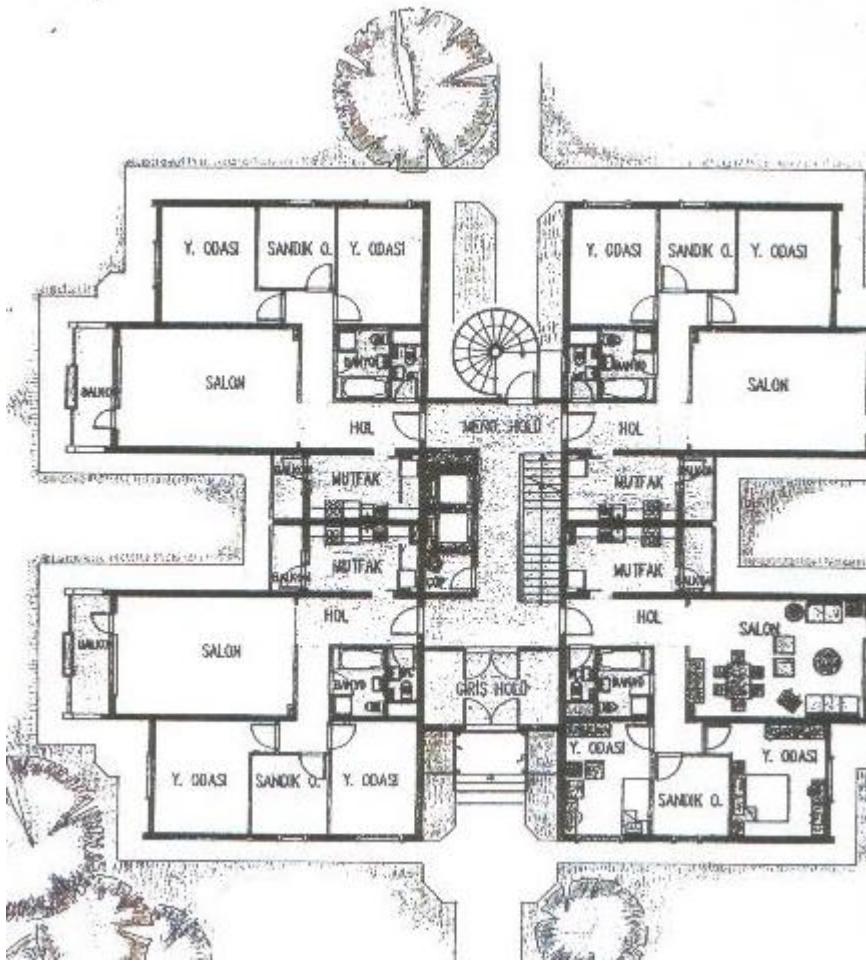
Mekan tipi	Hacmi (m3)	Top.Açıklık sayısı	Dış açıklık no	Dış açıklık tipi	Açıklık genişliği(m)	Açıklık yüksekliği(m)	Açıklık yönü	Referans yüksekliği(m)
Salon 1	49,18	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	290	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	20	9,3
Salon 2	54,27	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	20	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	20	9,3
Salon 3	49,18	3	1	bal.kapısı	0,8	2,15	110	9,3
			2	pencere	0,6	1,3	20	9,3



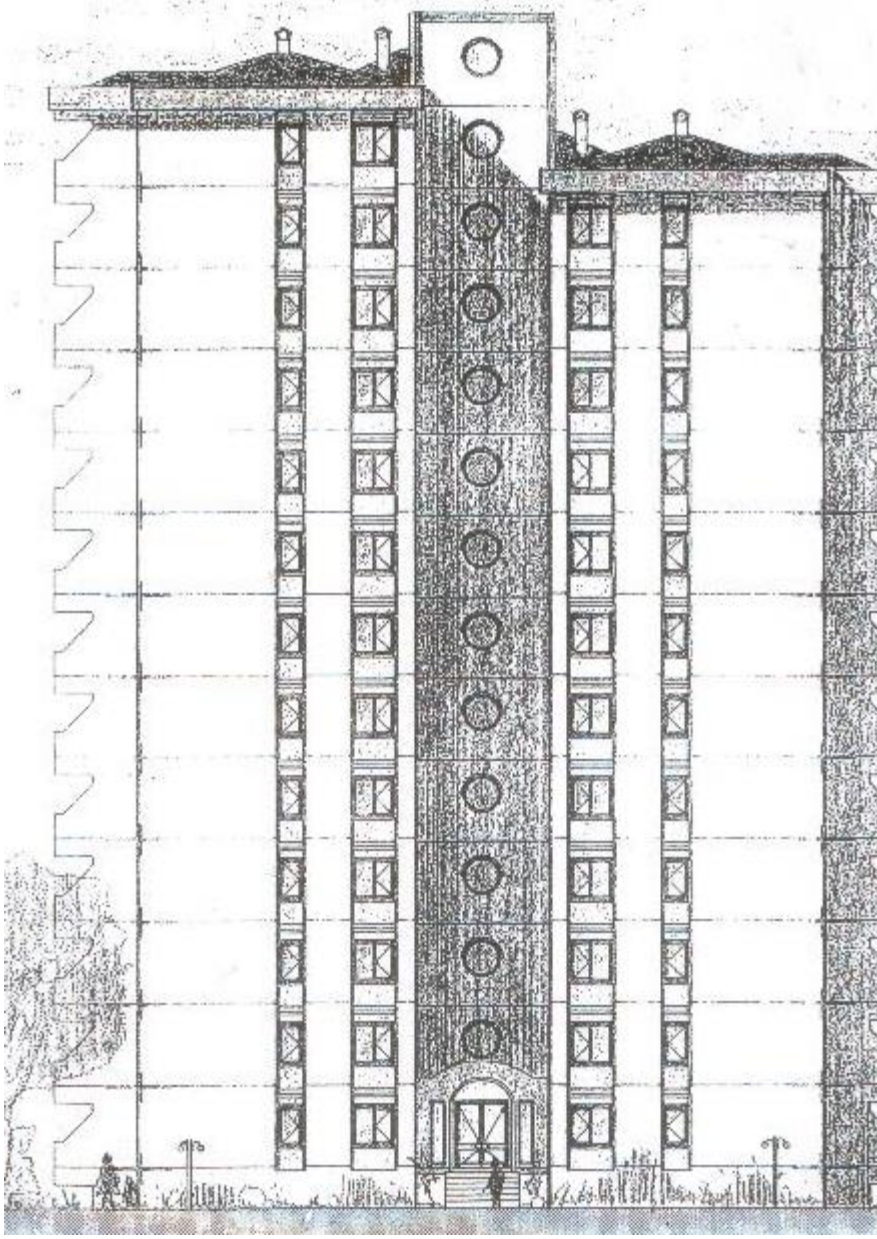
Şekil B. 9. Ataşehir Manolya-2 A Blok Kat Planı.



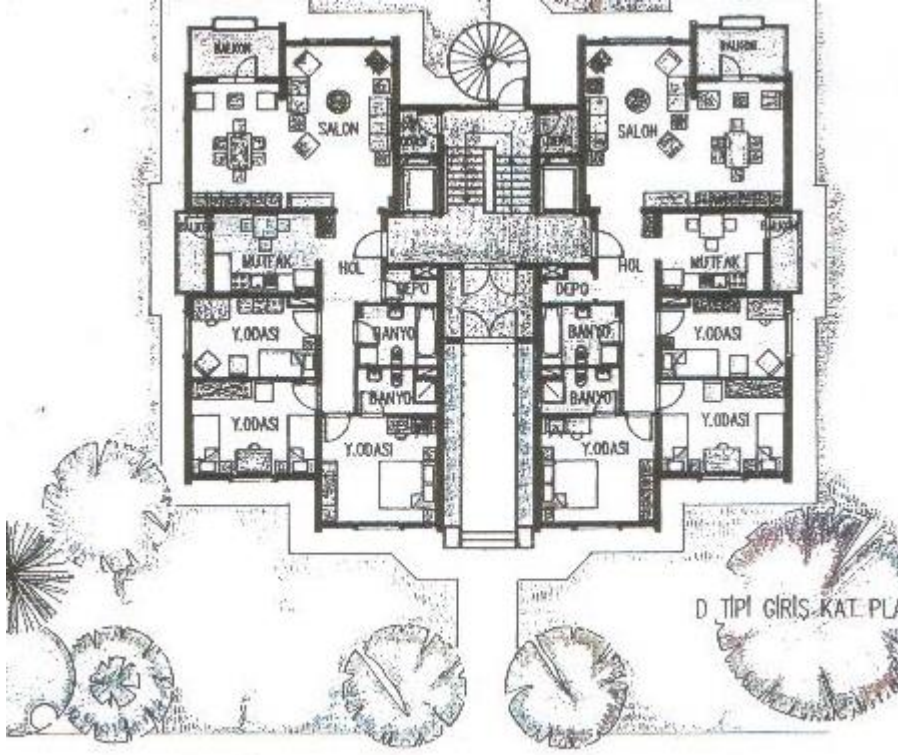
Şekil B.10. Ataşehir Manolya-2 **A Blok** Görünüş.



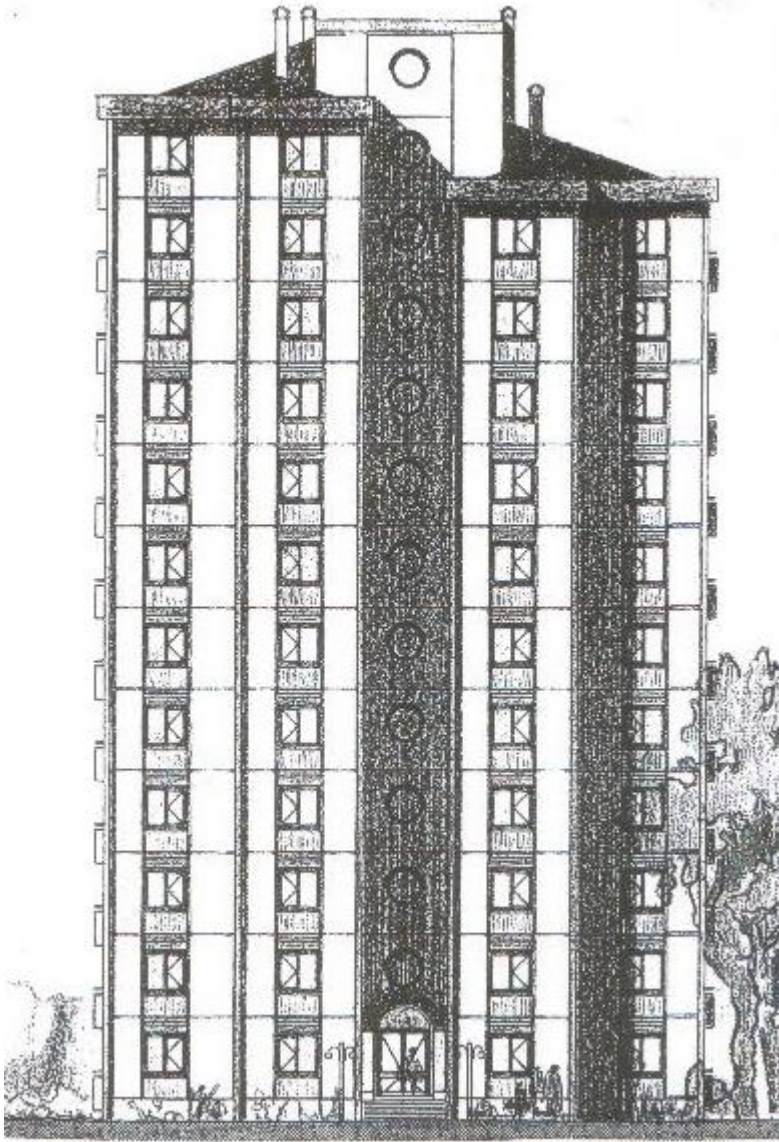
Şekil B.11. Ataşehir Manolya-2 **C Blok** Kat Planı.



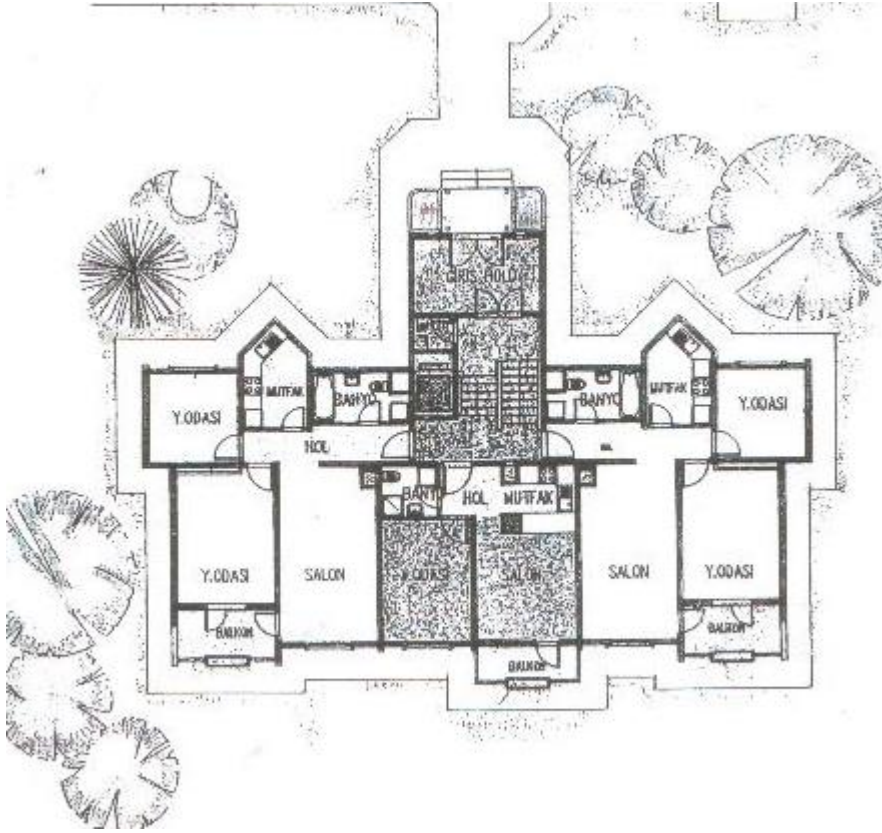
Şekil B.12. Atasehir Manolya-2 **C Blok** Görünüş.



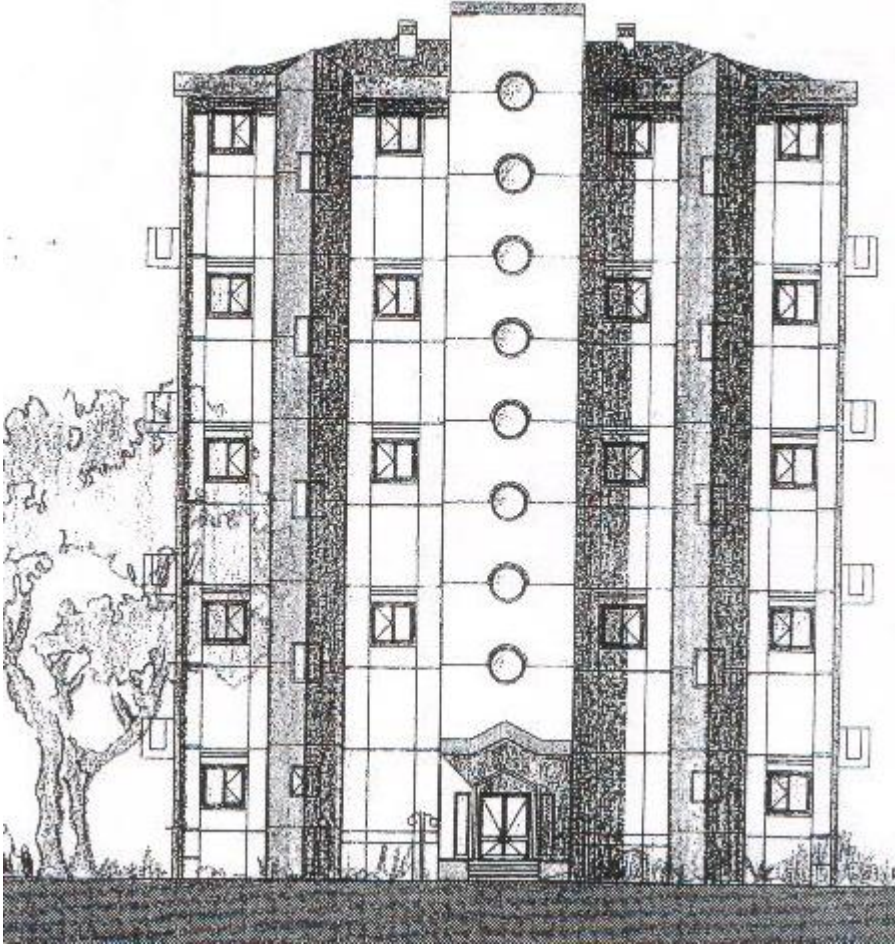
Şekil B.13. Ataşehir Manolya-2 **D Blok** Kat Planı.



Şekil B.14. Ataşehir Manolya-2 **D Blok** Görünüş.



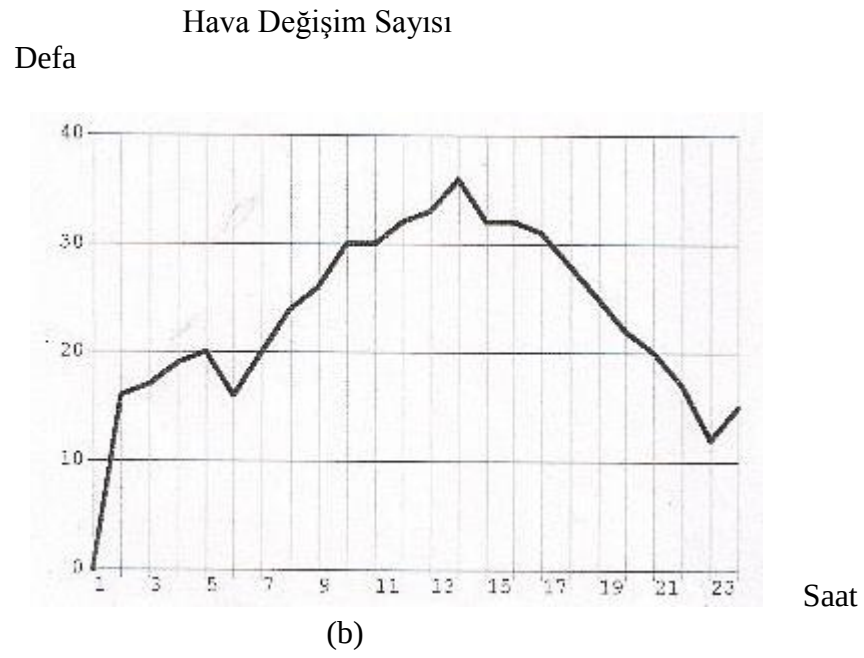
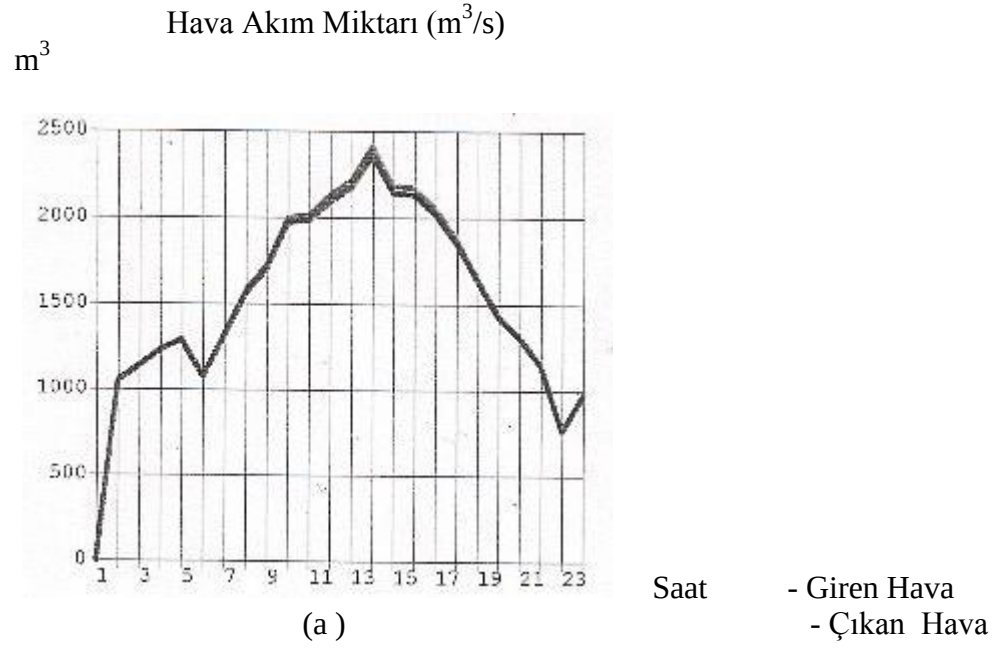
Şekil B.15. Ataşehir Manolya-2 **E Blok** Kat Planı.



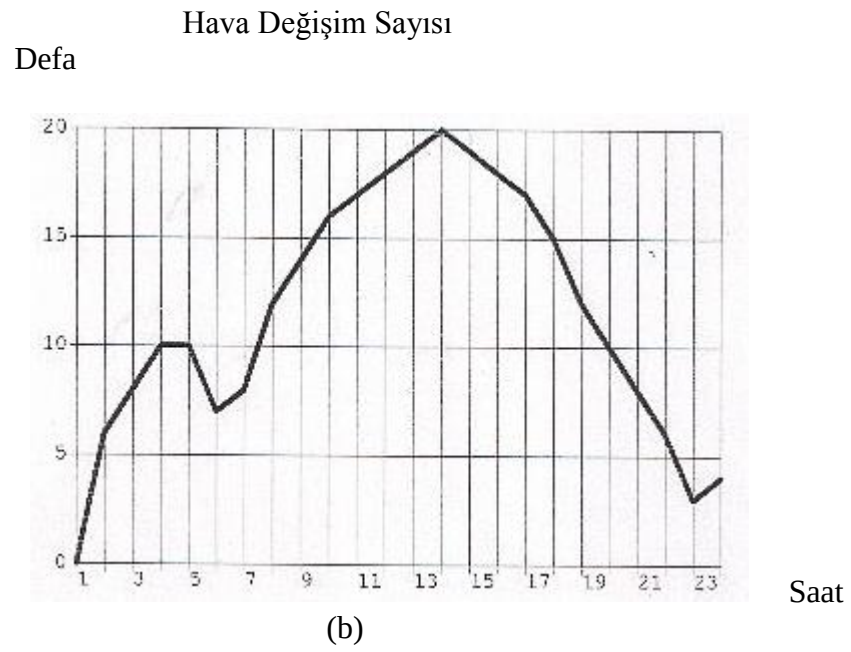
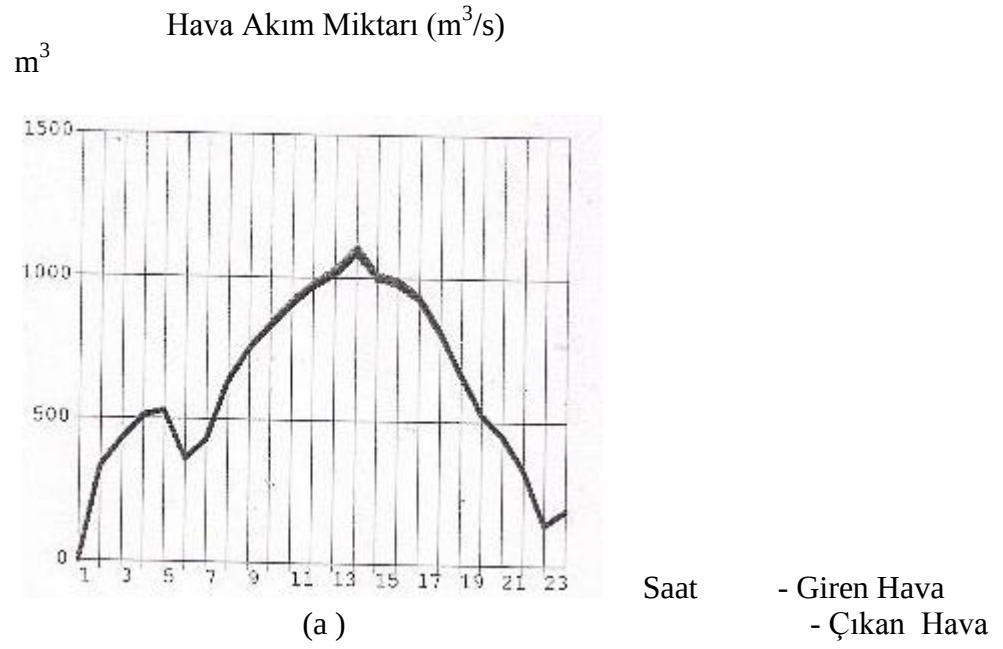
Şekil B.16. Ataşehir Manolya-2 **E Blok** Görünüş.

EK C

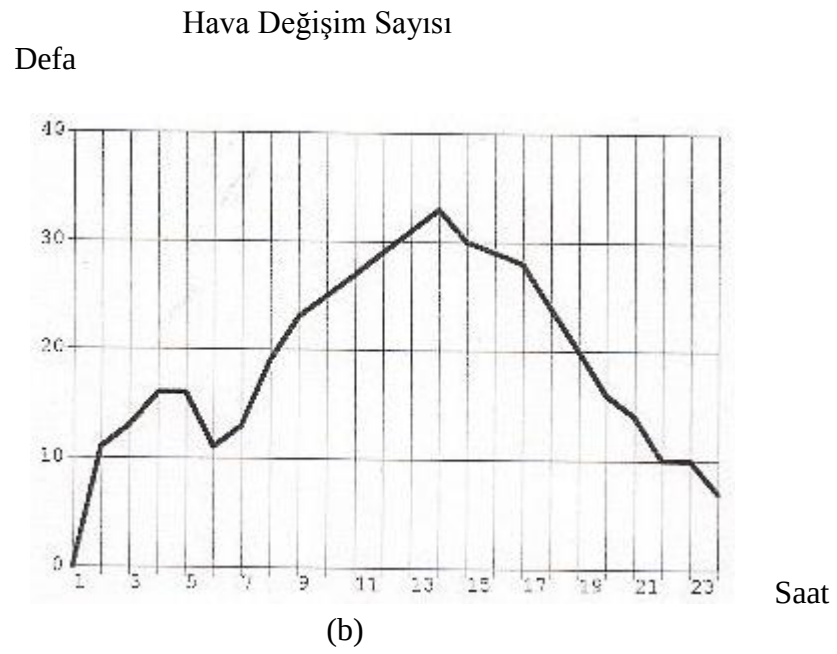
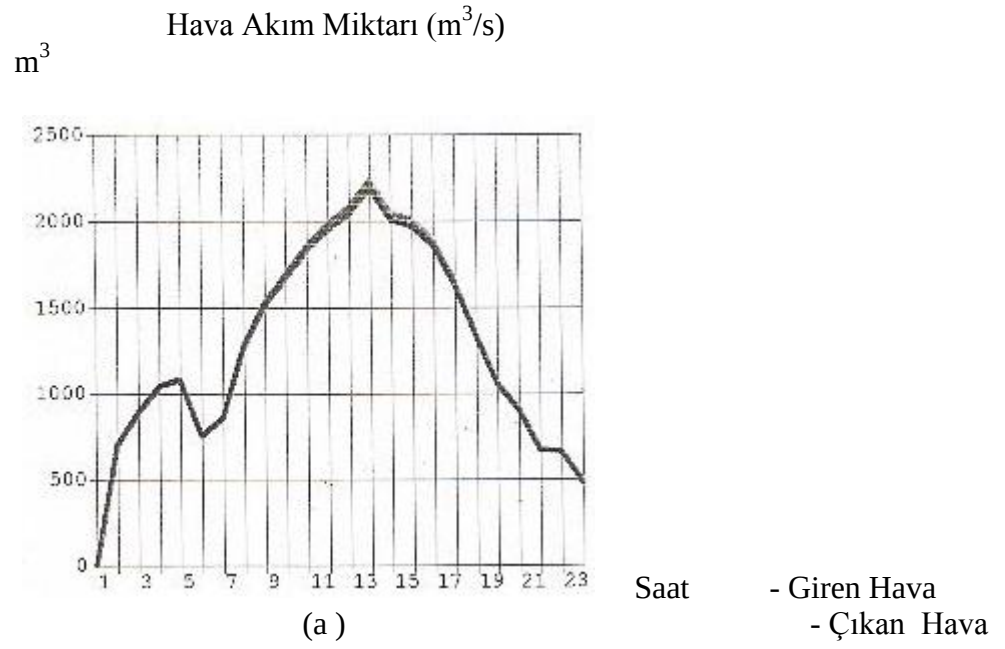
**ATAŞEHİR MANOLYA –2 BLOKLARI SALON HACİMLERİNE AİT 21
TEMMUZ GÜNÜ SAATLİK HAVA AKIM MİKTARI VE HAVA DEĞİŞİM
SAYILARI**



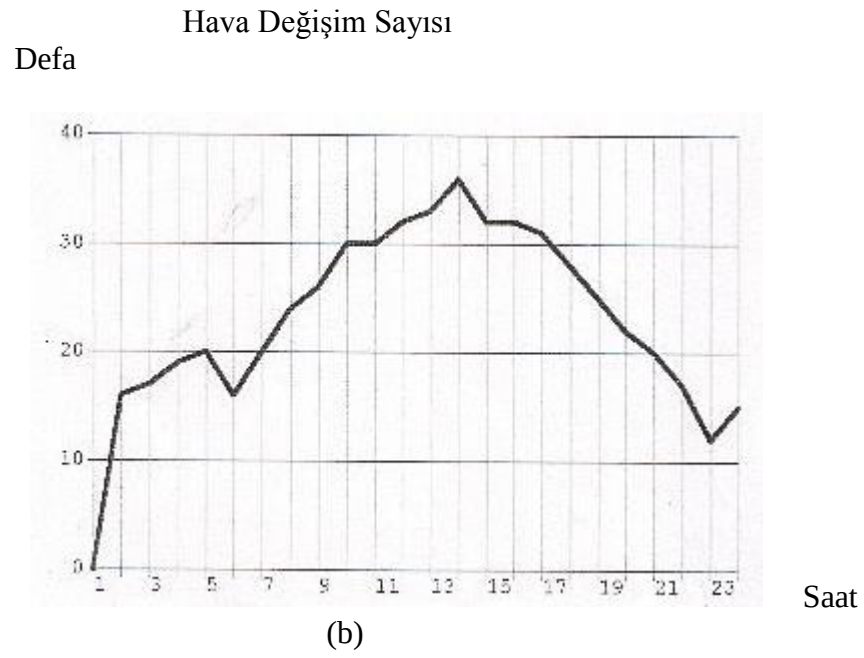
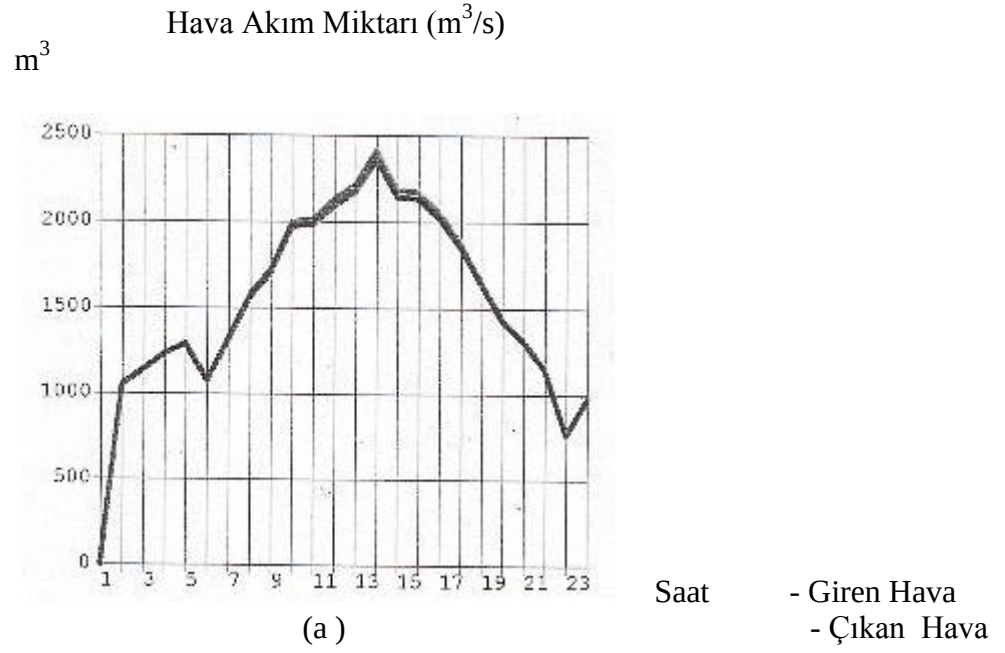
Şekil C.1. A2-1, A2-2, A2-3, A2-4 blokları 4.kat s1'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



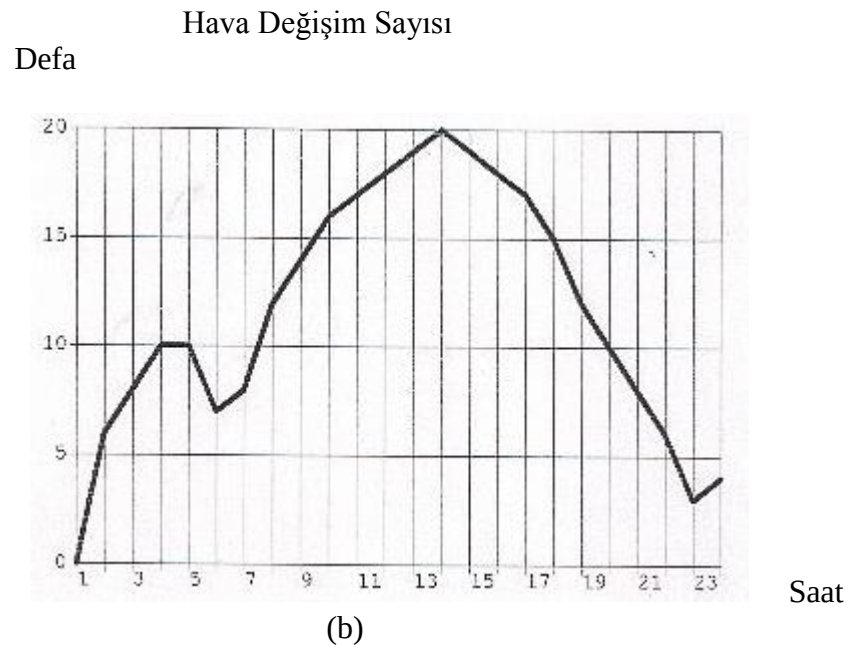
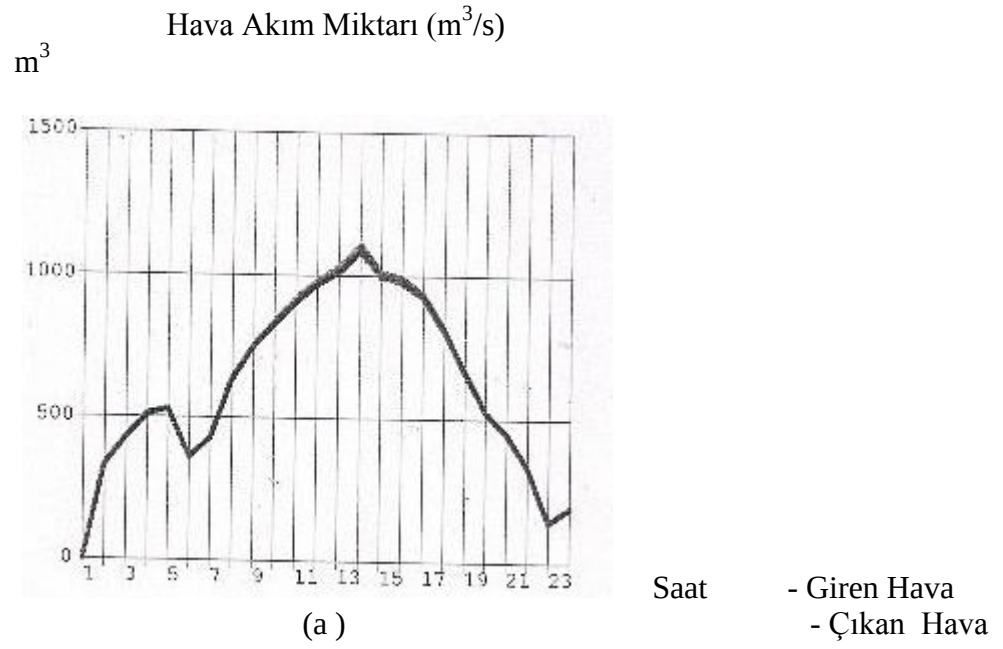
Şekil C.2. A2-1, A2-2, A2-3, A2-4 blokları 4.kat s2'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



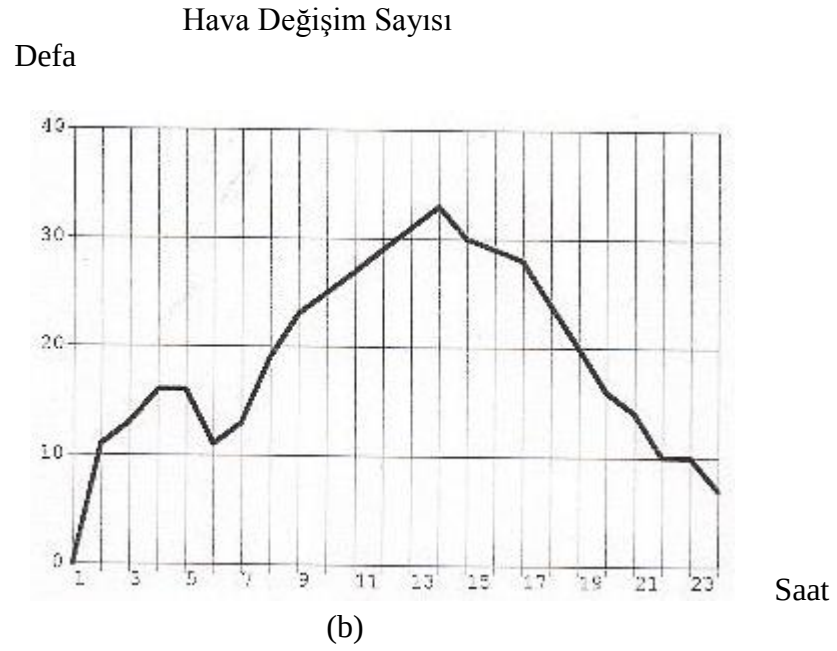
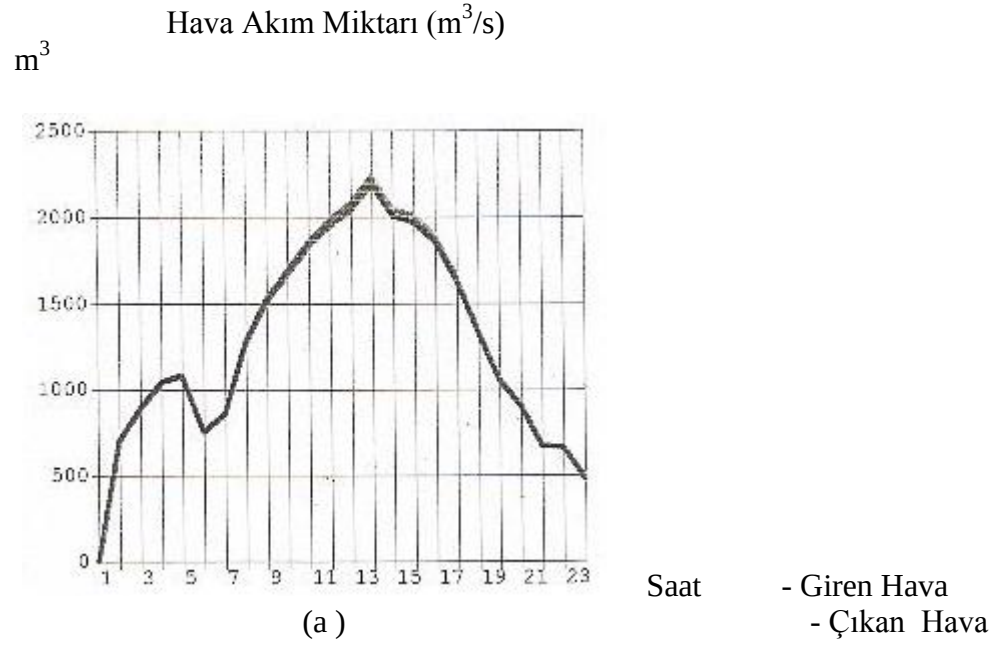
Şekil C.3. A2-1, A2-2, A2-3, A2-4 blokları 4.kat s3'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



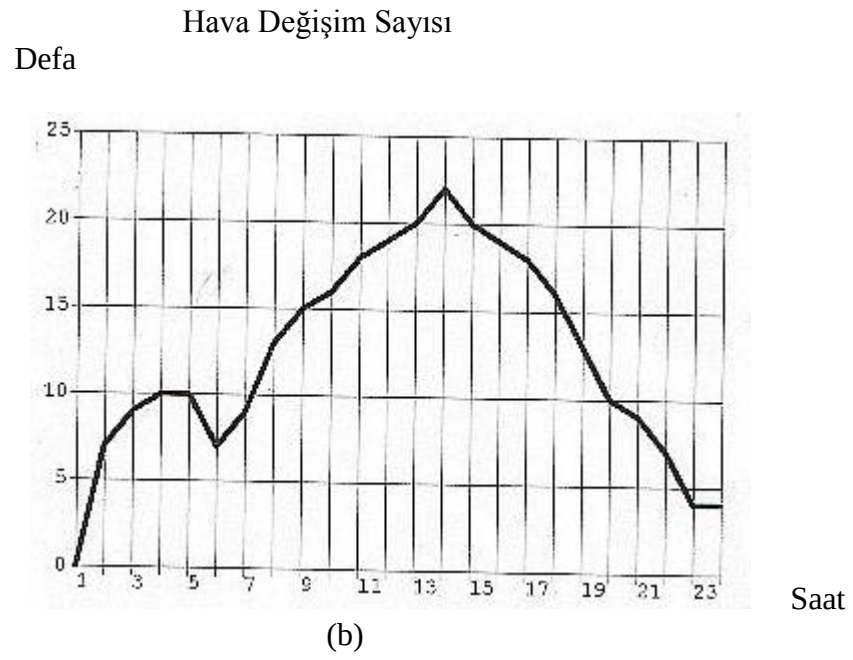
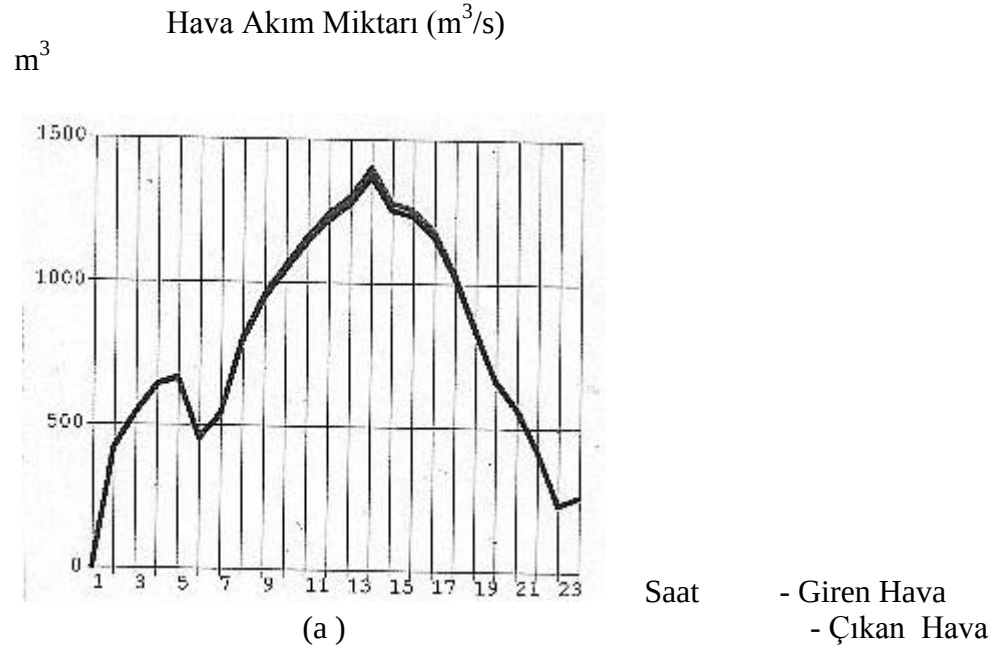
Şekil C.4. A3-1 bloğu 4.kat s1'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



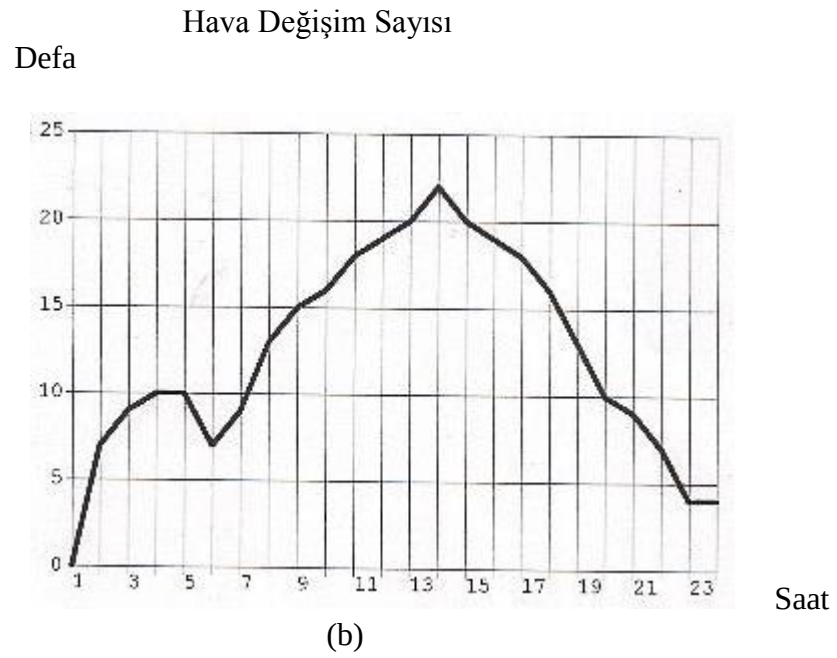
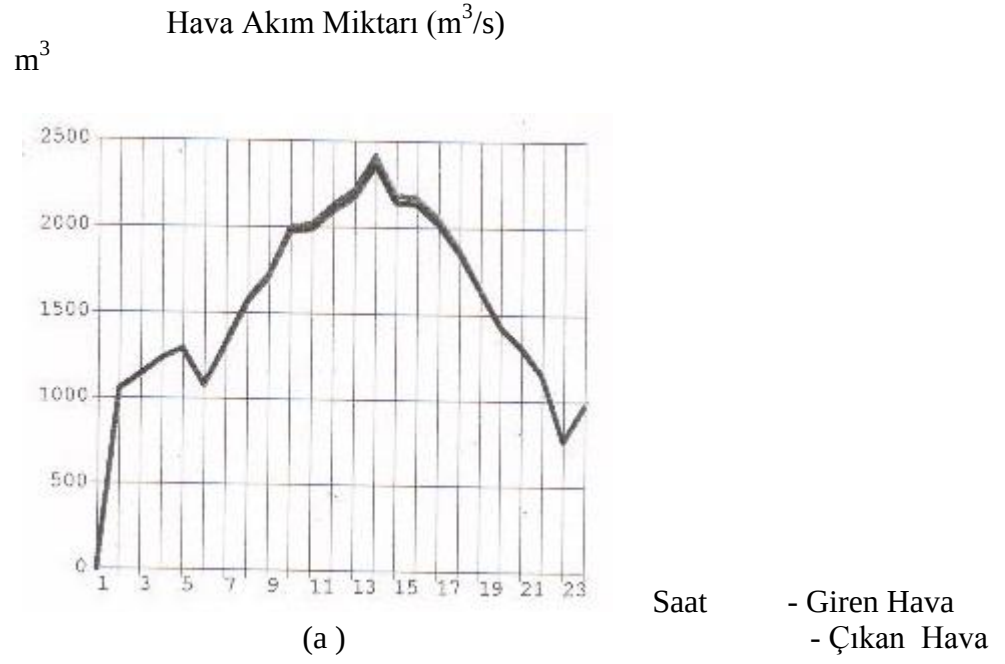
Şekil C.5. A3-1 bloğu 4.kat s2'ye ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



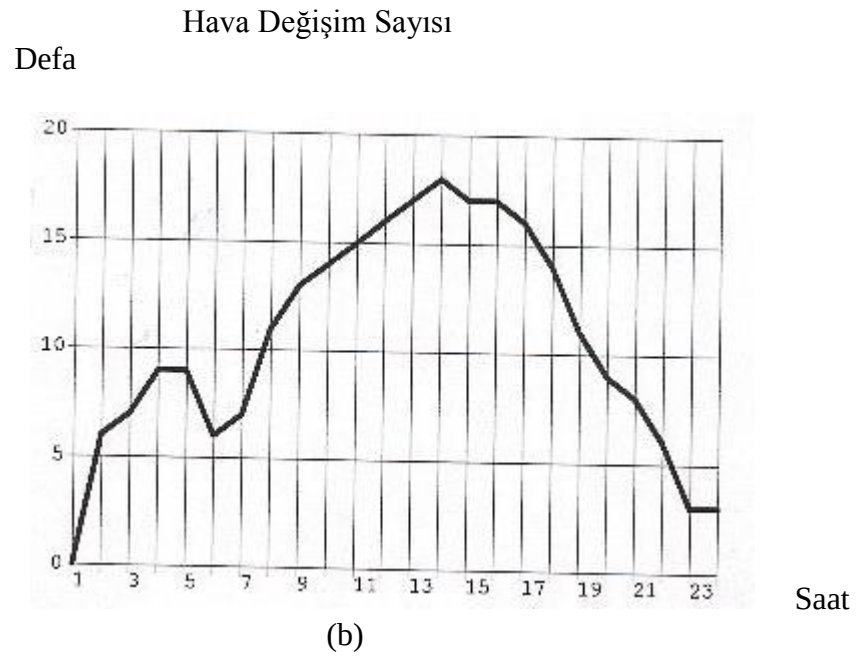
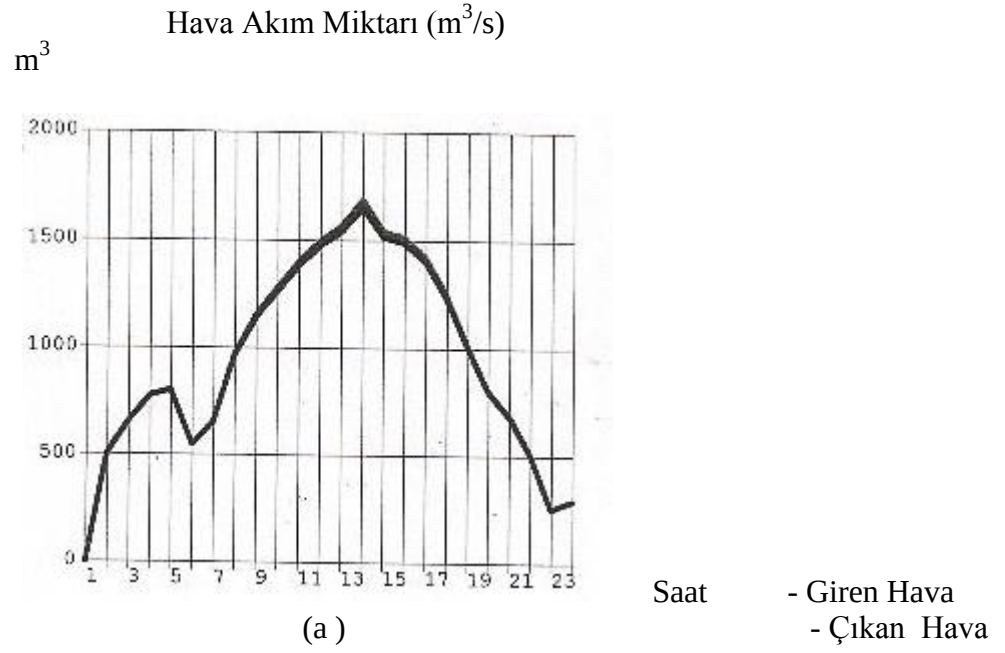
Şekil C.6. A3-1 bloğu 4.kat s3'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



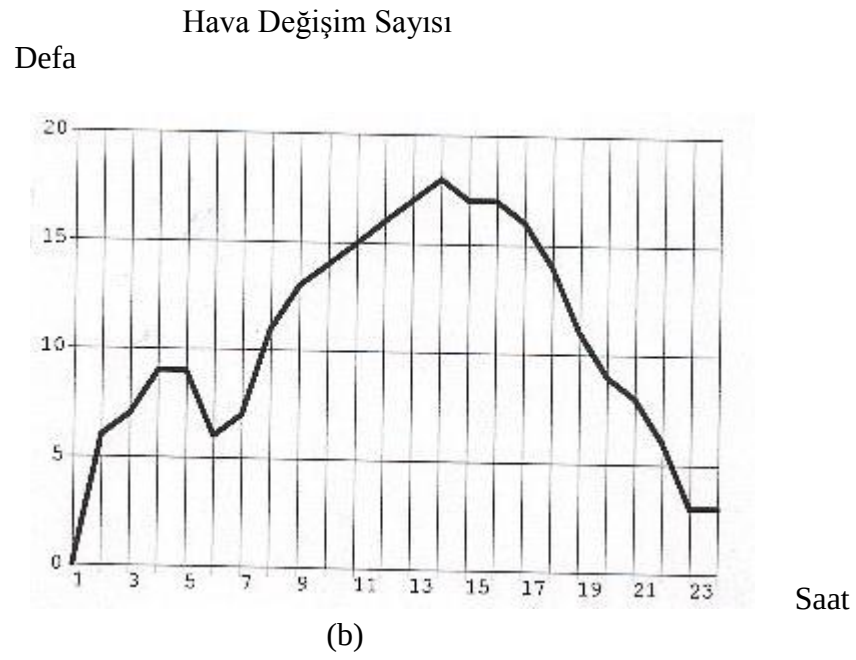
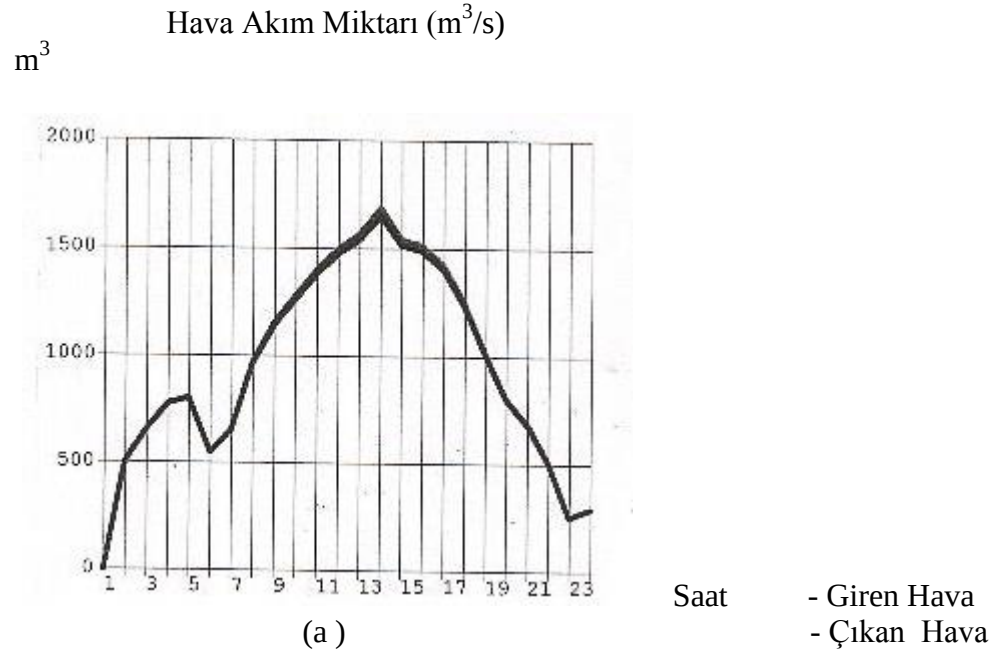
Şekil C.7. C2-1 bloğu 4.kat s1'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



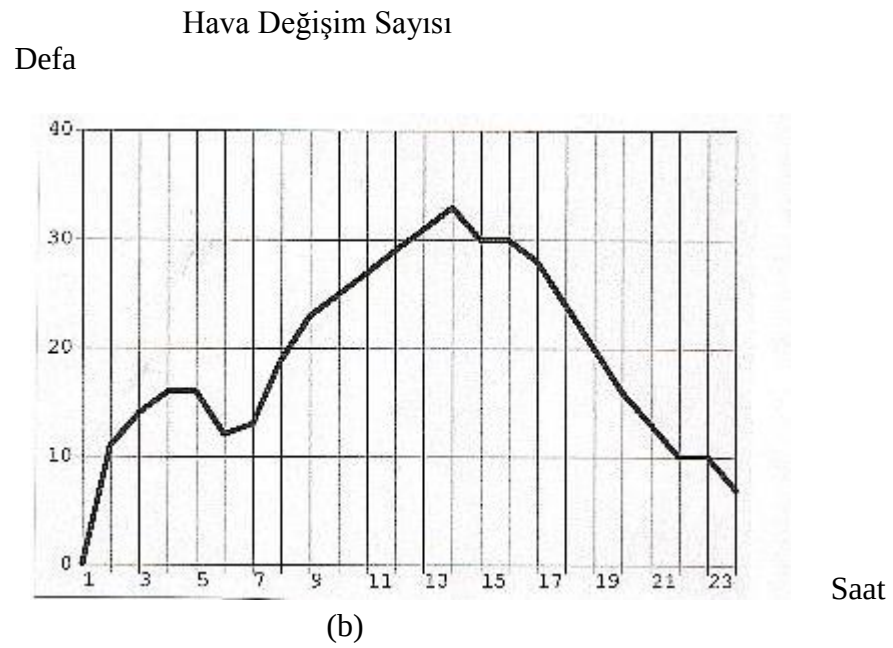
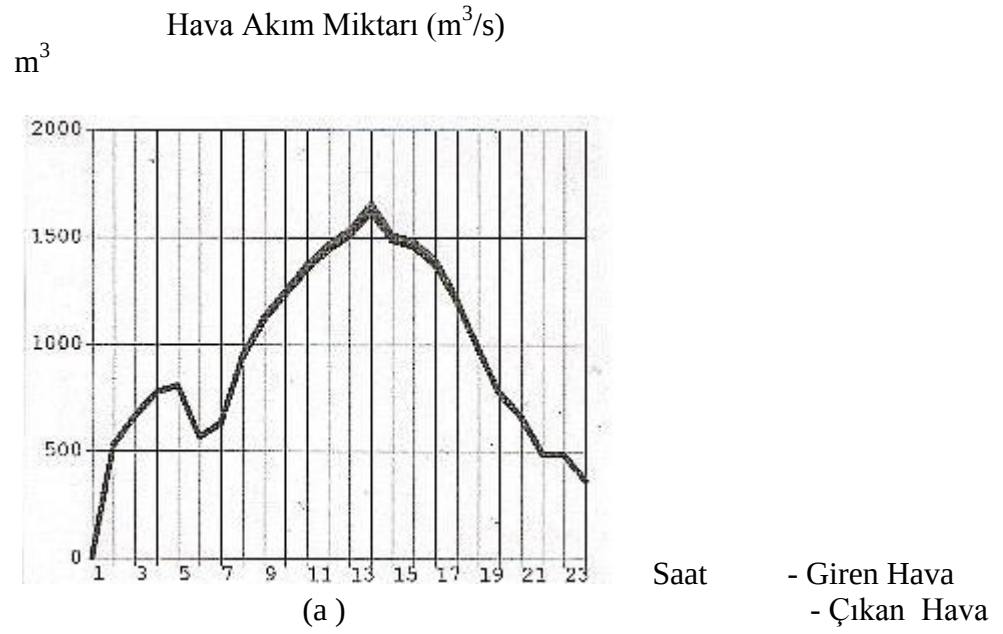
Şekil C.8. C2-1 bloğu 4.kat s2'ye ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



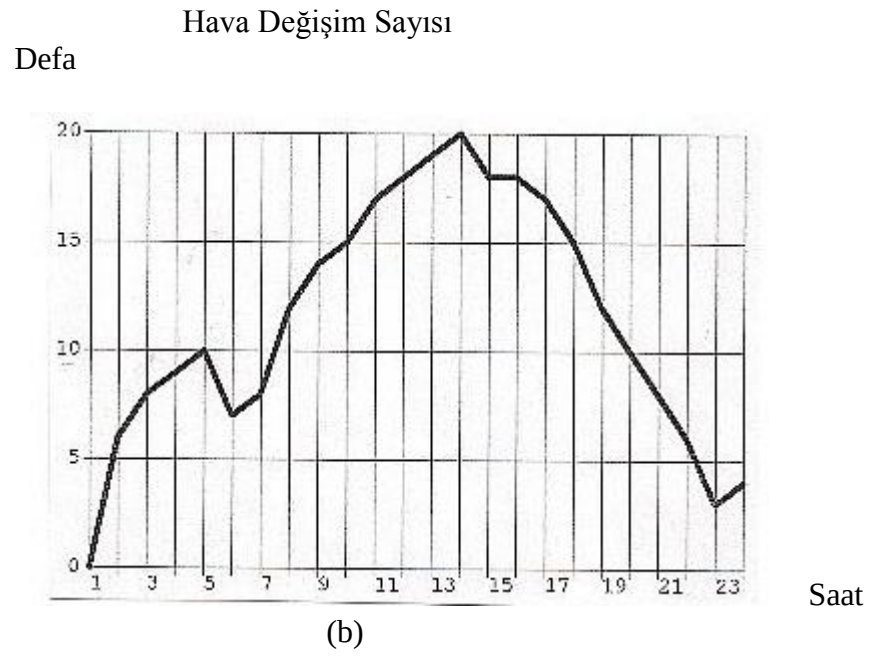
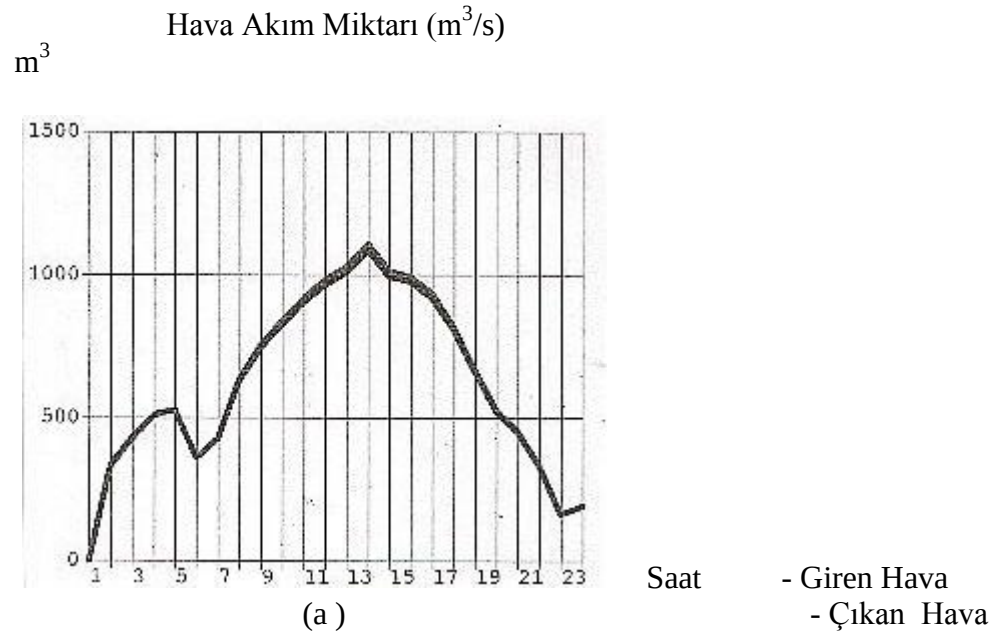
Şekil C.9. D1-1, D1-2, D5-1, D5-2 blokları 4.kat s1'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



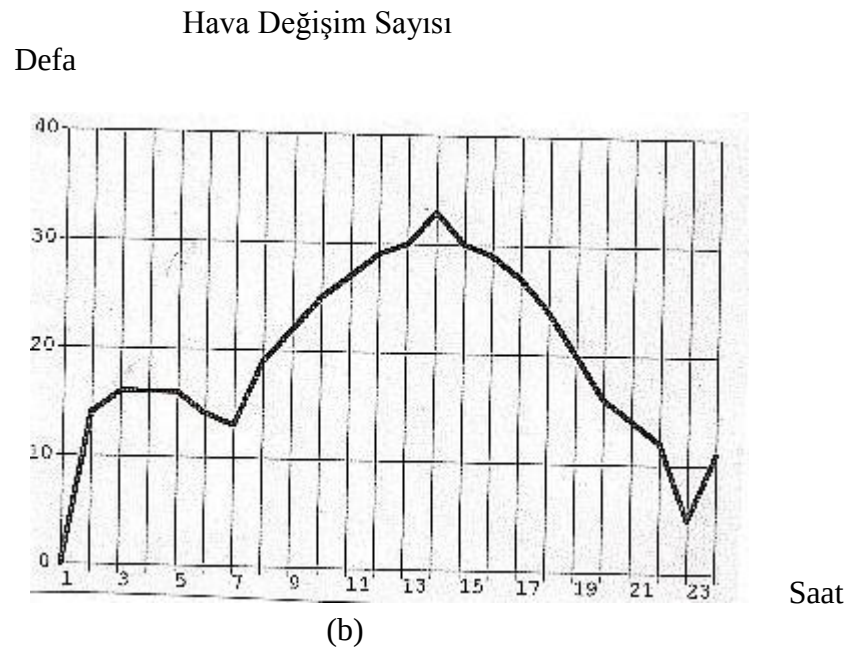
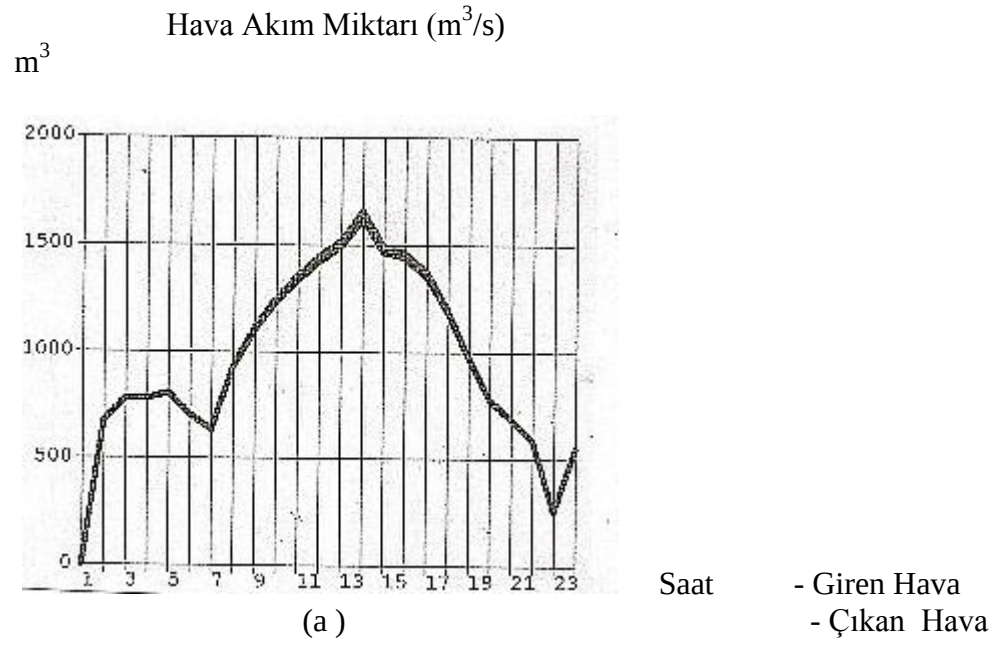
Şekil C.10. **D2-1** bloğu 4.kat **s1**'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



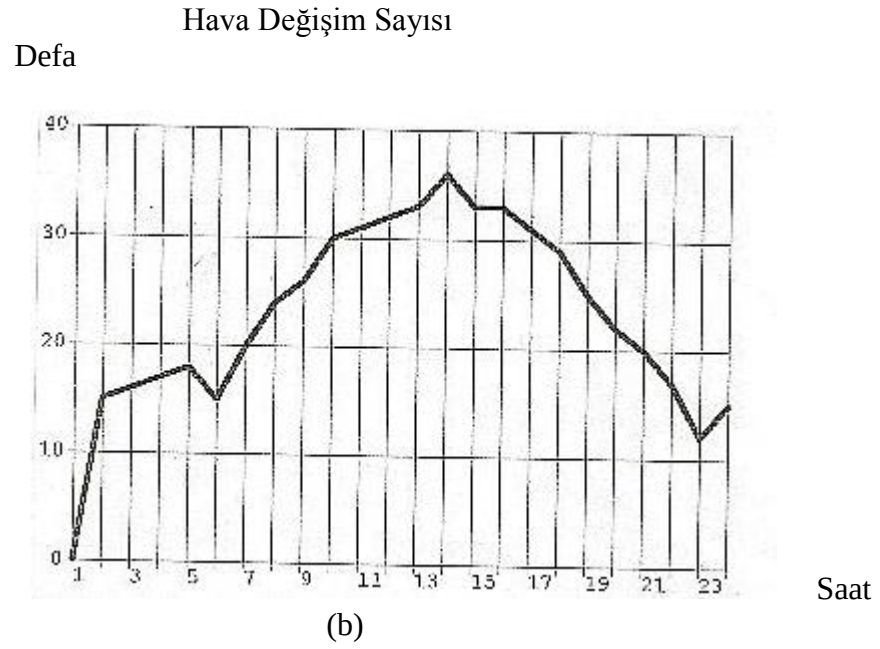
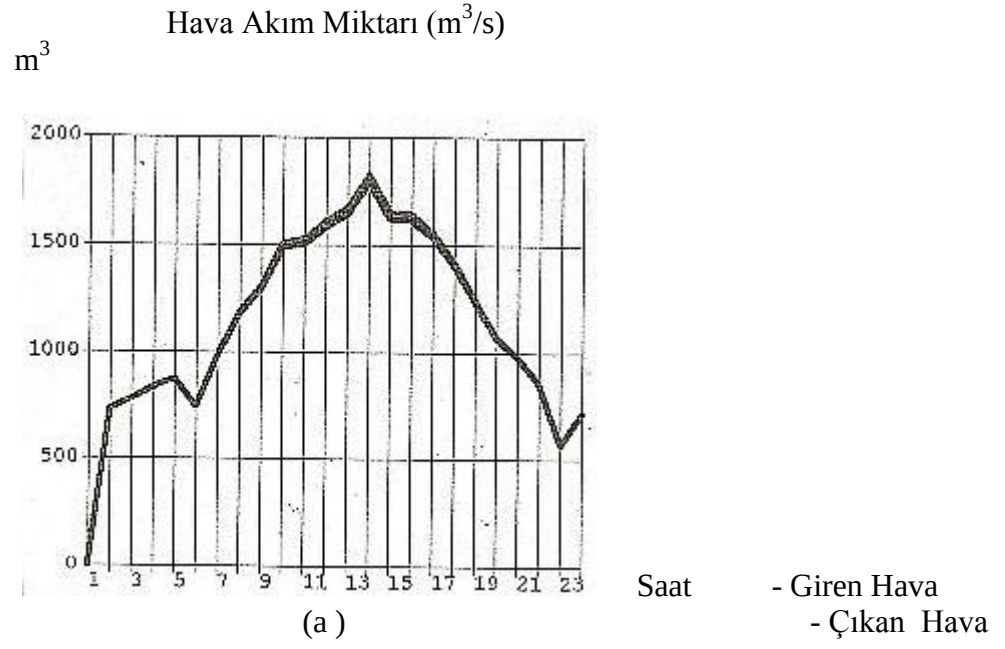
Şekil C.11. E1 bloğu 4.kat s1'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



Şekil C.12. E1 bloğu 4.kat s2'ye ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).

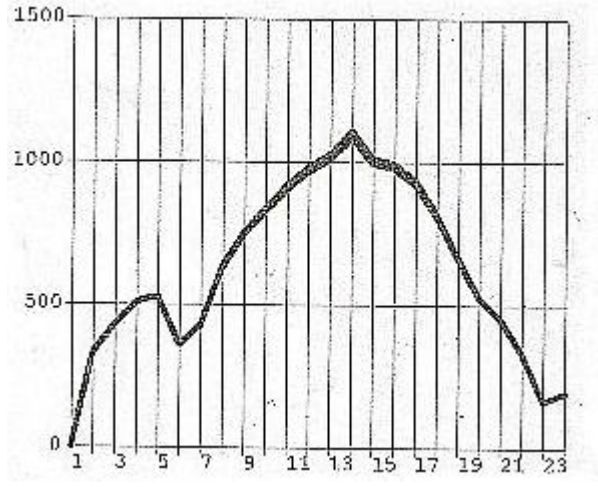


Şekil C.13. E1 bloğu 4.kat s3'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



Şekil C.14. E2 bloğu 4.kat s1'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).

m³



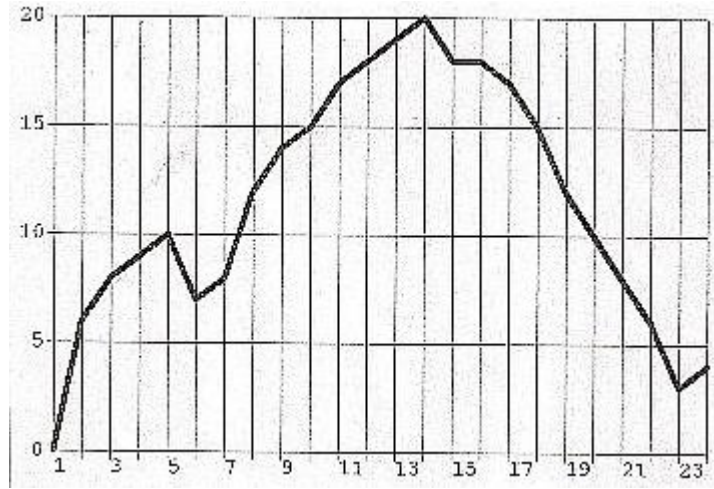
Saat

- Giren Hava
- Çıkan Hava

(a)

Hava Değişim Sayısı

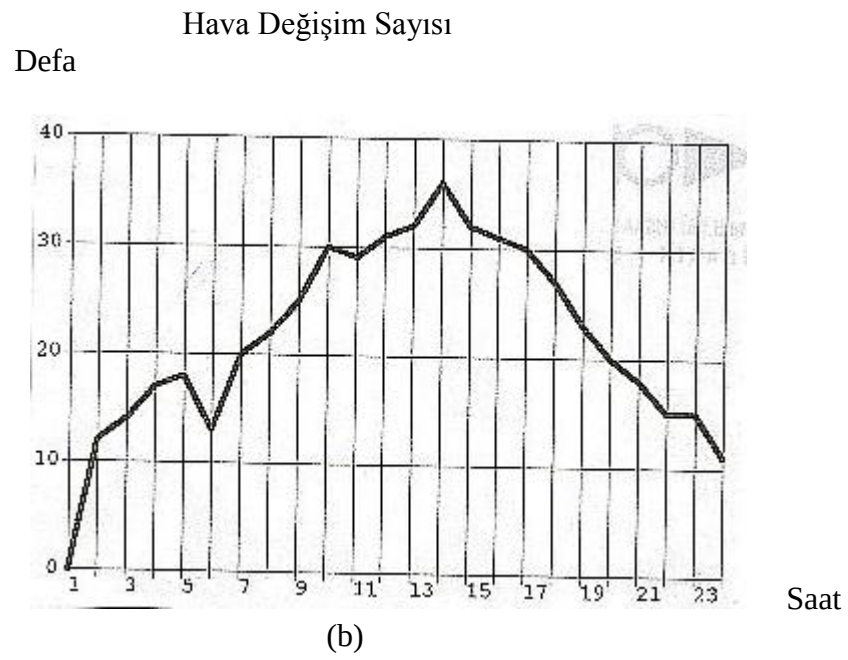
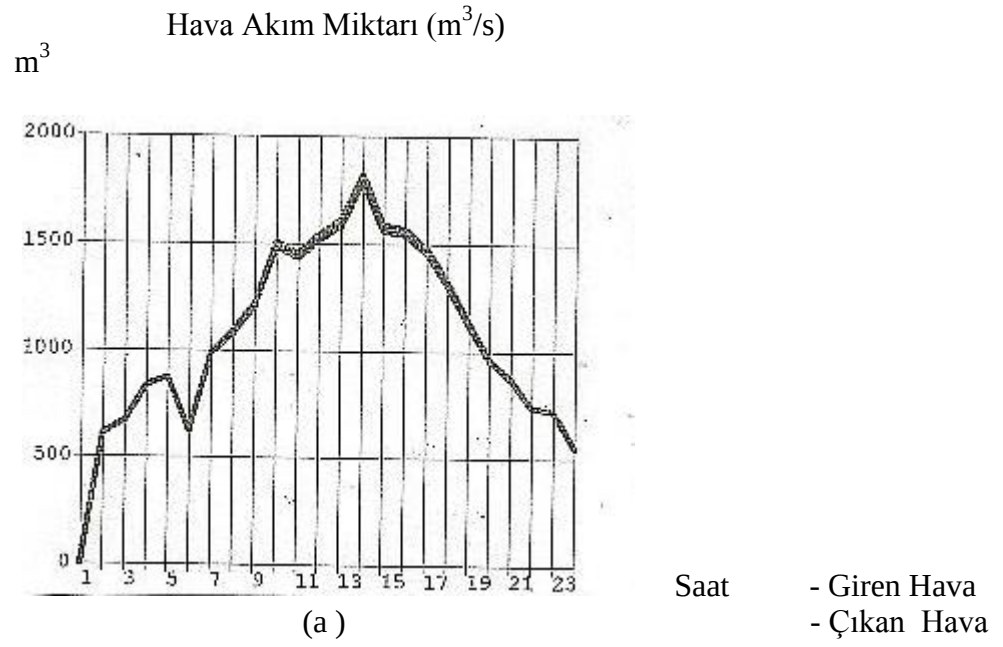
Defa



Saat

(b)

Şekil C.15. E2 bloğu 4.kat s2'ye ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b).



Şekil C.16. E2 bloğu 4.kat s3'e ait 21 Temmuz günü saatlik hava akım miktarları (a) ve hava değişim sayıları (b)

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Elazığ'da doğan Sevgim Çakır, 1996 yılında Burdur Anadolu Lisesi'ni bitirdi. 1996 yılında başladığı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 2000 yılında mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü Programı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

2000-2003 yılları arasında çeşitli firmalarda mimar olarak çalıştı. Halen mimarlık ve mühendislik hizmetleri veren bir firmada çalışma hayatına devam etmektedir.

İletişim : ccsevgim@hotmail.com