

# SAĞLIKLI KENTLER İÇİN PASİF İKLİMLENDİRME VE BİNA AERODİNAMIĞI

Vildan OK

## ÖZET

Ülkemiz dünya ölçeğinde bakıldığında ılımlı iklim kuşağında yer almakla birlikte beş farklı karakteristikte bölgelere sahiptir. Bunun yanı sıra küresel ısınma yönünde iklim değişiklikleri de dikkate alındığında, sürdürülebilir sağlıklı bir çevrenin enerji etkin tasarımında yalnızca EASD koşulları değil ESD koşulları da önem kazanmaktadır. Doğal iklimlendirmede pasif soğutma ısıtmanın önünde yer alacaktır. Pasif soğutmada amaç; ısı kazançlarını en aza indirmek, ısı kayıplarını arttırmaktır. Isı kazançlarından kaçınmak için güneşin ısısal etkilerinden korunmak amacıyla binanın konumu, biçimi, kabuğu tasarlanırken alınacak önlemlerin yanı sıra bina içi ve bina dışı güneş kontrol elemanları önerilmelidir. İç ısı kazançları, hacimleri kullanan kişi sayısının azaltılması, aydınlatma ve diğer ısı yayıcı araç gerecin optimizasyonu ile kontrol altına alınmalıdır.

Isı kayıplarının artırılması için, bina dışı ve içi yüzeylerin doğal hava hareketi sağlanarak, bina elemanlarının ya da toprağın ısı kütlesinden, gece – gündüz, iç – dış sıcaklık farklarından, buharlaşmadan yararlanmak gerekmektedir. Bütün bunlar yapıldığında ısısal konforun sağlanmadığı koşullar için ek aktif iklimlendirme sistemleri tasarlanacaktır. Böylelikle en az ek enerji harcayan mekanlar, binalar ve kentler yaratılmış olunabilecektir.

Rüzgar ısı kayıplarının oluşumunda ve doğal havalandırmada yaşamsal bir güç kaynağıdır. Binaların rüzgarla karşılıklı etkileşimi bina aerodinamiğini tanımlamaktadır. Bu bildiriye öncelikle pasif iklimlendirme ( ısıtma – soğutma ) ilkelerinden, yollarından kısaca söz edildikten bina aerodinamiğinin iklimlendirmeye ilişkin, rüzgar, doğal havalandırma, rüzgar kontrolü ve enerji giderlerine rüzgarın etkisi konuları ele alınmaktadır.

## 1. GİRİŞ

Ölçeği ne olursa olsun, sağlıklı bir yapma çevre insanın fiziksel, sosyal, ekonomik gereksinmelerinin en üst düzeyde karşılayan bir alt sistemler bütünüdür. Bu alt sistemlerden biri de **doğal/ pasif iklimlendirmedir**. Binaların doğal iklimlendirme alt sistemi olarak tasarlanmasında amaç, insanın iklimsel gereksinmelerinin doğal koşullar yardımıyla **minimum ek enerji gerektirecek** düzeyde karşılanmasıdır. Dolaylı amaç ise en az enerji gerektiren en az kirli atık en az çevre kirliliği, kaynakların optimum kullanımı, sürdürülebilir bir yaşam alanı yaratılmasıdır.

Sağlıklı kent sağlıklı binalar, açık alanlar ve onları oluşturan eleman ve bileşenlerden oluşmaktadır. Dolayısıyla kentin bütününe iklimsel performansı binaların performanslarının toplamından oluşacaktır.

Dünya ölçeğinde bakıldığında ılımlı iklim kuşağında yer alan ülkemiz insanın iklimsel gereksinimleri açısından değerlendirildiğinde ılımlı-kuru, ılımlı –nemli bölgeler yanı sıra sıcak- kuru sıcak-nemli ve serin bölgelere sahiptir. Bu nedenle pasif / doğal iklimlendirme sistemleri bu karakteristikler gözönünde bulundurularak ya ısıtma ( EASD ) ya da soğutma ( ESD ) dönem stratejilerine göre tasarlandıktan sonra gereksinimlerin karşılanamadığı dönemler için çeşitli ek iklimsel kontrol sistemleriyle bütünleştirilmelidirler.

Özellikle ESD koşullarına göre yaratılacak pasif soğutma sistemi rüzgar etkilerinden en üst düzeyde yararlanılmasını, güneşin ısısal etkilerinden korunulmasını, EASD döneminde ise rüzgardan en üst düzeyde korunulmasını güneşin ısısal etkisinden ise en üst düzeyde yararlanılmasını hedeflemelidir.

İklimlendirme sistemine kaynak girdi olan rüzgar ve bina arasındaki etkileşimin incelenmesi bina aerodinamiğinin konusudur.

Binalardaki rüzgar etkileri ile ilgili kaygılar erken dönem insan yerleşimlerine kadar uzanmaktadır. Birçok antik kentın tasarımında ortaya konan tasarım ilkelerinin Eski Çin hanedanlarının şehir geliştirmedeki Feng-Shui (rüzgar-su) ilkeleri gibi tekrar gündeme gelmesinden de anlaşılacağı gibi bu gün de geçerliliğini koruduğu söylenebilir.

Aynsley, Melbourne ve Vickery'nin bina aerodinamiğine ilişkin önemli bir kaynak oluşturan ' Mimari Aerodinamik' kitabından özetle; Aristoteles'in M.Ö. 4. yy., "Meteorologika"da ilk kez gizemli rüzgarlardan söz etmesi, onun öğrencisi Theophrastus'un hava tahmini metodları, eski Yunanların rüzgar gülünde , yönlere rüzgar tanrıları isimleri vermeleri konuya verilen önemi bize aktarmaktadır. Roma'lı mimar ve mühendis Vitruvius'un, M.Ö. 1. yy. , "Mimarlık Hakkında On Kitap"ında ortaya koyduğu prensipleri 15. yy.da Avrupa ülkelerine yayılmıştır. Avrupa kıtasından gidenlerin 1573'te Güney ve Merkez Amerika'daki İspanyol şehirleri için geliştirdikleri şehir planlama yasaları yanı sıra dünyanın çeşitli iklim bölgelerinde, Japonya, Kanada, Hindistan, ve benzeri diğer kültürlerde bina ve şehirlerin yerel rüzgarlara uygun tasarlandığı görülmektedir.

Endüstri devrimden sonra, **şehir planlamasında**, Avrupa'da 1870'te **Nuremberg'da** konutların her odasında doğal aydınlatma şartını hesaba katan, 1874'te binalardaki ışık ve hava yeterliliğinin sağlığı korumak için gerekli olduğu söylenen İsveç yasalarında,1900'lerde **Viyana'da** fabrikalardan çıkan dumanı şehir dışına taşımak amacıyla, şehir ve bölge planlamada hakim rüzgar dikkate alınmıştır. Benzer şehir planlama prensiplerinin çağdaş uygulamalarda deneysel, sayısal tasarım tekniklerinin gelişimine koşut birçok örneği vardır [1].

Bugün ise RÜZGAR tünellerinde binalar etrafındaki akım problemleri, ısı dengeleri gibi diğer iklim elemanlarını da içerecek şekilde çok boyutlu olarak incelenmeye devam edilmektedir. Aynı zamanda arazide, şehirselsel açık mekanlarda gerçek koşullarda ölçüm çalışmalarıyla deney çalışmalarının test edilmesi veya benzetişiminin geliştirilmesi olanakları aranmaya devam etmektedir [2 ref. 1-57].

## 2. PASİF İKLİMLENDİRME

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

Pasif iklimlendirme sistemi çevre iklim elemanlarının değerleri konfor koşullarının alt düzeylerinde olması durumunda (EASD ) ısıtma, konfor koşullarından üst düzeylerde olması durumunda ( ESD ) soğutma işlevi görmek üzere tasarlanmaktadır.

## 2.1. İklimsel Gereksinmeler

İklimsel gereksinmeler, güneş ışınımı, rüzgar-hava hareketi, hava sıcaklığı, hava nemi ve ısı ışınım gibi iklim elemanlarının, insanın konforda bulunabilmesini sağlayan değerler topluluğudur [3, 4,5].

Bu koşullar, insanın yaşına, cinsiyetine, eylem düzeyine bağlı olarak değişim göstermektedir.

## 2.2. İklimsel Elemanlar

Yöresel-mikro-klimatik ve iklimsel karakterleri ortaya koyan iklim elemanları güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgarlar veya hava hareketleri ve bunların sonucu ortaya çıkan doğal olaylardır [6].

## 2.3. Uzak ve Yakın Doğal Çevre Koşulları

Çok genel anlamda büyük ölçekte, dünya üzerindeki coğrafi konum, deniz düzeyinden yükseklik, atmosfer koşulları, topoğrafik düzen, yeryüzü örtüsü, küçük ölçekte ise açık mekanların ve yakın çevrenin yüzey malzemelerinin ısısal-fiziksel özellikleri, çevre binalarla diğer elemanların biçim, boyut, konum gibi geometrik özellikleri olarak sayılabilmektedir [7,8,9].

Doğal iklimlendirme sistemi olarak yerleşme ve binaların dizaynında, sistemin iklimsel performansını etkileyen ve belirleyen parametreler ise; yerleşmenin yeri, yerleşme dokusunun biçimi, binaların konumu, bina dışı mekanlarda yer alan çeşitli fonksiyonel elemanlar, bina aralıkları, bina boyutları, bina biçimi ve formu, çatı eğimi, bina yönlendirilişi, hacimlerin organizasyonu, hacmin yönü, hacmin boyutları, bina kabuğu saydamlık oranı, efektif toplam ısı geçirme katsayısı, pencerelerin biçimi, boyutu ve konumu, pencerelerin toplam ısı geçirme katsayısı, doğrama alanı ve toplam ısı geçirme katsayısı, camın ısı ve ışınım geçirme ve emme katsayıları, opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, kabuğun zaman geciktirmesi, kabuğun genlik küçültme katsayısı, opak bileşenin ışınım emme katsayısı, kabuğun buhar difüzyon direnç faktörü olarak sıralanabilir.

## 2.4. Pasif / Doğal İklimlendirmede Uygulanacak Stratejiler

Konut ya da diğer fonksiyonlardaki bina ve yerleşme **tasarımda doğal iklimlendirme sistemi oluşturmayı amaçlayan** ve nesnel bakış açısına sahip yaklaşımlar; 1950'lerde Olgyay kardeşlerin çalışmalarıyla başlamış ve bu güne değin çeşitli araştırmacıların yeni teknolojiler geliştirmesiyle sürmüştür [10,11,12,13,14].

DOĞAL / PASİF İKLENDİRME STRATEJİLERİ	ISIL ALIŞ VERİŞ			
	İLETİM	TAŞINIM	İŞİNİM	BUHARLAŞMA
(EASD) ISITMA İSTENEN DÖNEM	KAZANCI ARTTIRMAK			GÜNEŞ İŞİNİMİ KAZANCINI ARTTIRMAK
	KAYBI AZALTMAK	İLETİM İLE ISI AKIMINI AZALTMAK	DIŞ HAVA AKIMLARINI AZALTMAK SIZINTIYI AZALTMAK	
(ESD) SOĞUTMA İSTENEN DÖNEM	KAZANCI AZALTMAK	İLETİM İLE ISI AKIMINI AZALTMAK	SIZINTIYI AZALTMAK	GÜNEŞ İŞİNİMİ KAZANCINI AZALTMAK
	KAYBI ARTTIRMAK	TOPRAK SOĞUTMASINI ARTTIRMAK	VANTİLYASYONU ARTTIRMAK	İŞİNİMSAL SOĞUTMAYI ARTTIRMAK BUHARLAŞMA SOĞUTMASINI ARTTIRMAK

Şekil 1. İklimsel Tasarım Stratejileri ve İlkelerinin Özeti [14].

Pasif / doğal iklimlendirme sistemi olarak yapılacak tasarımın doğal çevresel elemanlardan gerektiğinde yararlanmak ya da korunmak için geliştirilmiş stratejilere sahip olması gerekmektedir. Bu stratejiler geliştirilirken, yukarıda şekil 1' de D. Watson ve K. Labs 'in şemasında görülebileceği gibi; amaç yaratılan yapma çevre, kullanıcı, doğal çevre arasındaki **ısı olayların** iyi analiz edilmesi ve bu olaylara karşı takınılacak tavrın ve ilkelerin ortaya konmasıdır.

#### Pasif Isıtma İlkeleri:

Isı kayıplarını önlemek ve güneşin ısıtıcı etkisinden en üst düzeyde yararlanmak veya rüzgarın olumsuz etkisinden korunmak için yerleşme yeri, dokusu, bina biçimi, kabuğu hacim organizasyonu, tampon mekanlar, bina bileşenleri belirlenirken bina dışı peyzaj elemanları gibi çeşitli kontrol elemanları da önerilmelidir. Bina içi ısı kazançlarını arttırmak bakımından kullanıcı yoğunluğu artırılmalıdır. Güneş ısıtmasından yararlanmak üzere doğrudan ışınımı mekana almak üzere saydam yüzeyler, rüzgardan korunmuş kış bahçeleri, dolaylı olarak güneş ışınımından alınan ısıyı depolayıcı bina elemanları, doğal taşınım döngüleri, ısı depolayıcı birimler tasarlanmalıdır.

#### Pasif Soğutma İlkeleri:

Isı kazançlarından kaçınmak için güneşin ısısal etkilerinden korunmak amacıyla, yerleşme dokusu yeri, biçimi, yoğunluğu, binanın konumu, biçimi, kabuğu tasarlanırken alınacak önlemlerin yanı sıra bina içi ve bina dışı güneş kontrol elemanları önerilmelidir. İç ısı kazançları, hacimleri kullanan kişi sayısının azaltılması, aydınlatma ve diğer ısı yayıcı araç gerecin optimizasyonu ile kontrol altına alınmalıdır.

Isı kayıplarının olabildiğince artırılması için, bina dışı ve içi yüzeylerin doğal hava hareketi sağlanarak, bina elemanlarının ya da toprağın ısı kütlesinden, gece – gündüz, iç – dış sıcaklık farklarından, buharlaşmadan yararlanmak gerekmektedir .

### Çağdaş Pasif Soğutma Sistemleri

Çağdaş pasif soğutma sistemleri yaz konforunu sağlama amacına ulaşmada; iklim bölgesi etkin isteğine bağlı hava hareketi hızında **konfor havalandırması**, yörelerin günlük sıcaklık farkına bağlı **konvektif** hava hareketini, bina yüzeylerinin soğuk hava ile yıkanmasını sağlayan **gece havalandırması** ve iç havanın serin dış hava ile değiştirilmesi, bina çatı yüzeyinin **doğrudan** gece ters **ışınım** yoluyla ısı kaybetmesi ya da gündüz güneş ışınımından yalıtılmış bir üst katmanın altından iç çatı yüzeyinin ek bir pervane yardımıyla **dolaylı** havalandırılması, çatı yüzeyi bir su püskürtme sistemiyle nemlendirilirken püskürtülen suyun dış sıcak ve kuru hava ile **buharlaşması** sırasında ortaya çıkan nemli ve soğumuş havanın bir pervane yardımıyla iç mekana **doğrudan** yönlendirilmesi, ya da gündüz güneşin ısı etkisinden yalıtılmış çatı yüzeyleri üzerinde düzenlenmiş havuz suyunun çatı arasına alınan hava hareketiyle soğurken **dolaylı** olarak iç cidarı soğutması, yüzeylerinin büyük bölümü toprakla doğrudan temasta bulunan korugan tipi binalarda kabuğun iletim yoluyla **toprağa** doğrudan ısı vermesiyle, yada toprak altına yerleştirilen borulardan geçirilerek dış havanın içe alınması sırasında **dolaylı** soğutma yapılması, iç mekanlarda kurutucu bir madde ile nemin yok edilmesi yollarından oluşmaktadır [15].

(Lechner, 1991 ).

Yukarıda sayılan her bir yolun iklim karakteristiklerine göre göstereceği performans farklı düzeylerde olabilecek bazı durumlarda sakıncalar bile ortaya çıkabilecektir.

### 3. BİNA AERODİNAMİĞİNDE İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNE İLİŞKİN BAŞLICA KONULAR

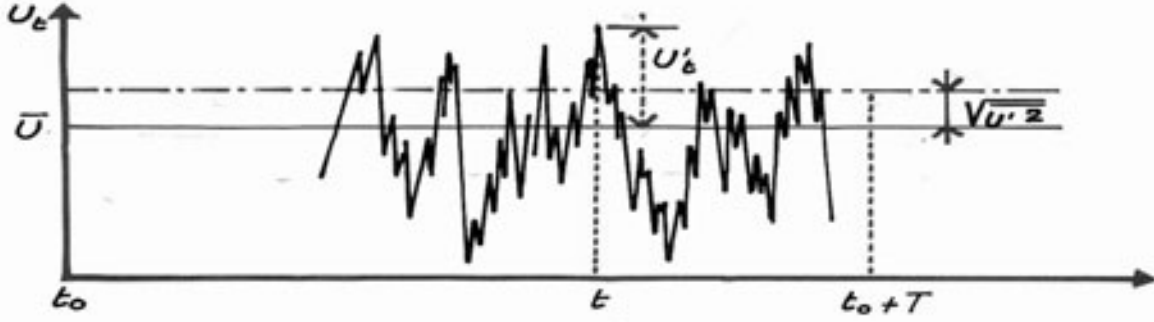
Bina aerodinamiği rüzgârın binalar üzerindeki yapısal yükleri, çevresel etkileri yanı sıra doğal iklimlendirmeye ilişkin öncelikle büyük küçük doğal ve yapma çevre ölçeklerinde hava hareketleri ve rüzgârın karakteristiklerinin tanımlanması, yerleşme dokusu açık ya da kapalı mekanlarda hava hareketleri, doğal havalandırma, rüzgâr denetimi gibi konularda doğrudan ve ısı kazanç kayıpları gibi dolaylı alanlardaki bilgi üretimiyle uğraşmaktadır.

#### 3.1. Rüzgâr-hava hareketlerinin Çeşitli ölçeklerde tanımlanması

Dünya ölçeğinden başlayarak, hava hareketleri veya rüzgârların oluşum nedenlerine bakıldığında, bunların ısısal, dinamik ya da ısısal kökenli "basınç" sistemi, dünyanın dönmesiyle oluşan "coriolis", yeryüzü pürüzlülüğüyle oluşan sürtünme, düşey sıcaklık gradyanı nedeniyle oluşan "yüzdürme", havanın akışkanlığıyla bağlantılı "viskozite" kuvvetleri olduğu görülmektedir [16,17,18].

Bu güçler sonucu dünya ölçeğinde NE- SW yada tersi doğrultularında kutupsal ve tropikal, alt tropical bölge rüzgârları oluşmuştur.

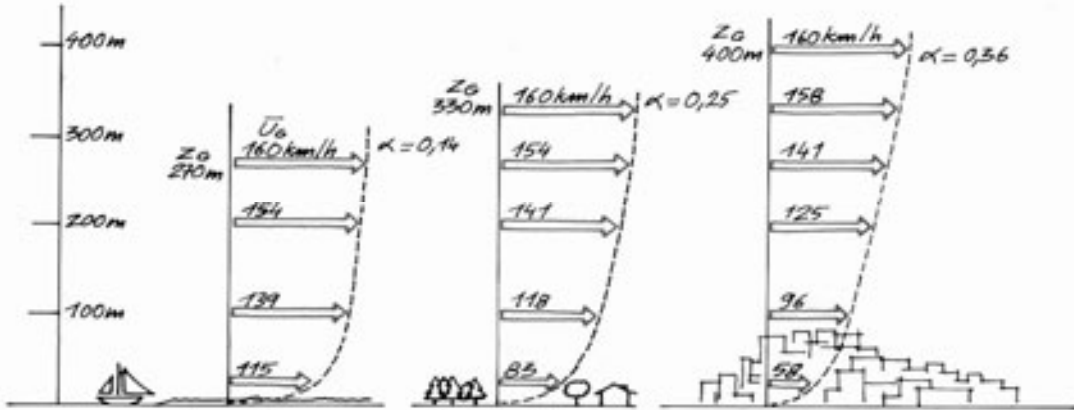
**Rüzgârın istatistiksel yapısı:** Aşağıda verilmiş anemograf kayıtlarından da görülebileceği gibi, rüzgârın yön, şiddet ve doğrultuları sürekli değişkendir. Rüzgârın şiddetinde, doğrultusunda ve yönünde zamana bağlı oluşan bu değişme özelliğine sağnaklılık veya türbülanslılık denmektedir.



Şekil 2. Rüzgar hızı ölçen bir anemograf kaydı örneği [19].

Atmosferin üst tabakalarında akım tipi olarak "laminer" düzgün diyeceğimiz bu akımların hızı yeryüzünden yaklaşık 500 m yüksekliğe kadar, yüksekliğe ve yüzey pürüzlülüğüne göre değişim göstermektedir [1,16,17,18,19]. Kentsel alanla kırsal açık alan arasında hız profilindeki değişim Şekil 3'de görüldüğü gibidir.

Kentsel açık alanı oluşturan binalar aynen açık kırsal alandaki topografyanın etkisini yapmaktadır. Açık kırsal alanda oluşan akım tipleri ile kentsel alandaki akım tipinde farklılaşma olmakta, rüzgâr veya hava hareketleri düzgün olmaktan çıkıp türbülanslı, girdaplı duruma geçmektedir. Böylece kentsel açık mekan ölçeğinde hava hareketlerinin tipi yine geometrik özelliklerle bağıntılı olarak Şekil 4'de görüldüğü gibi oluşmaktadır.



Şekil 3. Yeryüzü sınır tabakasında rüzgar hızı değişim gradyanlarının yapma çevre özelliklerine bağlı biçimlenişleri . [18].

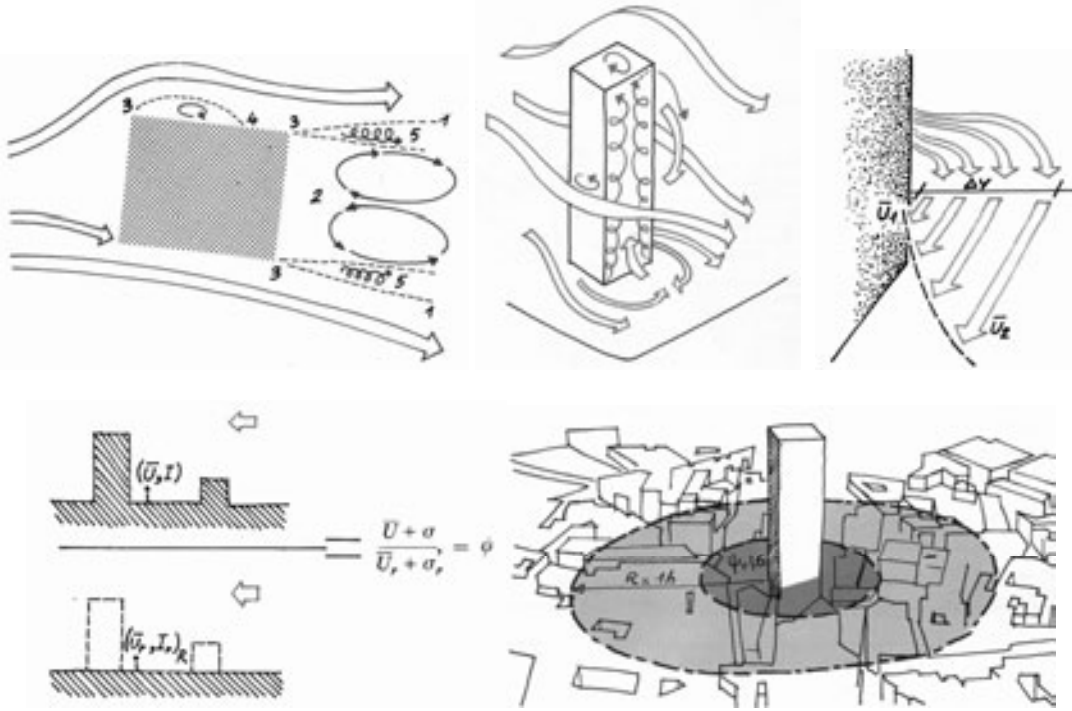
Açık kırsal alanlarda oluşan dağ ve vadi rüzgârları gibi kentsel açık mekanlar arasında, mekanların ölçü, konum ve biçimlerine bağlı olarak periodik hava akımları oluşmaktadır. Bunun nedeni de açık mekanları oluşturan yüzeylerin farklı zamanlarda ve miktarlarda güneş ışınımı alarak ısınması veya soğumasıdır.

#### Yerleşme ve bina çevresinde hava akımları:

**Bina aerodinamiğin ana konularından biri binalar etrafındaki veya kentsel doku içerisinde oluşan hava akımlarının karakteristiklerinin ortaya konmasıdır.**

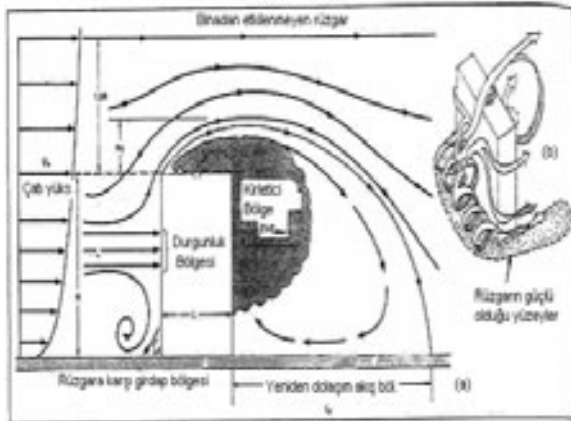
Düzenli birbirine paralel lifler halinde gelen hava akımları binaların rüzgara açık yüzeylerinde pozitif yada itme, yan ve rüzgar altı arka yüzeylerinde ise negatif yada emme kuvveti şeklinde basınç etkisi yapmaktadır.

Binaların rüzgar üstü yüzeyine çarpan hava molekülleri yüzeye çarptığı anda duracak, yüzeyi yalayarak yönünü değiştirecek sonunda bu yüzeyden kopma noktasında ayrılarak yan yüzeyleri takip ederek bina arkasındaki iz bölgesini oluşturacaktır.

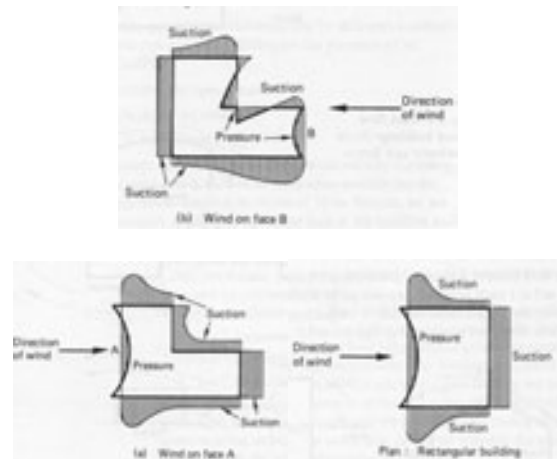


Şekil 3. Binalar etrafında oluşan hava akımları şemaları. [18].

Birbiri tarafından itilen ve farklı hız değerlerine sahip olan hava molekülleri girdaplar oluşturmaktadır. Zeminden itibaren gradyanlı bir hız profiliyle etki eden hava akımları binaların rüzgar üstü bölgesinde yukardan aşağıya doğru etek girdaplarını ve bina arkasında saçak girdaplarını oluşturmaktadır. Bina çevresinde böylece hızı ve esme yönü değişken konforsuz alanlar oluşmaktadır. Binaların geometrisine ve ölçüsüne bağlı olarak değişen bu oluşum tasarım aşamasında yapılacak çalışmalarla giderilebilecektir. Özellikle bir boyutta fazla büyük olan yüksek yada yatayda sürekli bina blokları olması durumunda bina çevresinde en az bina yüksekliği en fazla bina yüksekliğinin 5 – 7 katı kadar mesafelerde bu etkiler görülmektedir.



Şekil 4. a., b. Dikdörtgen binanın etrafındaki hava akışı [19].



Şekil 5. Dik dörtgen ve L biçimli bina yüzeylerinde hava basıncı [17].

**Bina aerodinamiğinin diğer bir inceleme konusu ise binalara rüzgar tarafından uygulanacak kuvvetlerdir.** Binalar üzerinde rüzgar tarafından yaratılan pozitif veya negatif basınç; rüzgarın yapısal ve binaların soğutulması yada havalandırılması gibi çevresel etkilerinin kontrol edildiği sistemlerin geliştirilmesi için incelenmektedir.

### 3.2. Doğal Ventilasyon / Havalandırma

Bina aerodinamiğinin inceleme alanından giren ana konulardan biridir.

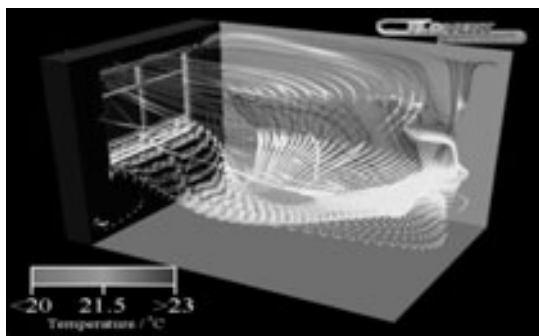
Doğal havalandırma sistemi, hacme gereken taze havanın alınması ve atılması, hacmin yüzeylerinin, dolayısıyla havasının (Konveksiyon) taşınım yoluyla soğutulması, hacimde yaşayan insanın konforu (vücudun fazla ısını atmak) için gerekli hava hareketi hızının sağlanmasını amaçlamaktadır. Kapalı ve açık mekanların doğal yolla havalanması için hava hareketine kaynak olabilecek ısıl ve dinamik kökenli basınç kuvvetlerinden yararlanmak mümkündür.

Bina içi mekanlarda ESD koşullarında özellikle baca etkileriyle havalandırmanın verimsiz kalacağı ılımlı ya da sıcak nemli iklim bölgelerinde konfor sınırlarını aşan iç hava sıcaklığının hava hareketi hızıyla kullanıcılara olan etkisini kontrol etmek etkin olabilir [1,20].

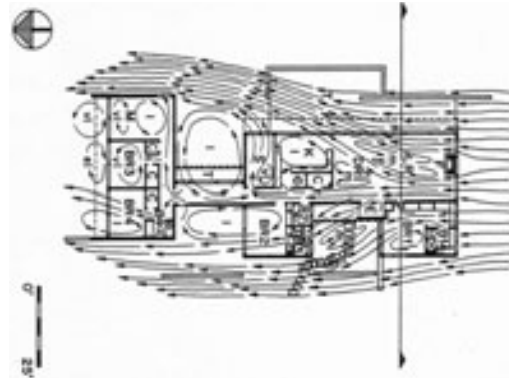
Havalandırma boşluklarının düzenlendiği cephelerde rüzgarın yapacağı basınç, rüzgar hızı, ve açıklıkların konumuna bağlı sürüklenme kat sayıları ile açıklık alanlarının büyüklüğünün bir fonksiyonudur

**Rüzgar basıncıyla iç mekanların havalandırılması:** Bina içi mekanların doğal yolla havalandırılması ya da soğutulmasında rüzgar basıncından yararlanarak, aynı düzlemde farklı yüzeylerdeki açıklıklarla çapraz havalandırma yapmak olanağı vardır. Havalandırılacak mekanın rüzgar üstü yüzeyi ile rüzgar altı yüzeyi arasındaki basınç farkı, hava giriş ve çıkış açıklıklarının biçim ölçü ve konumu, rüzgarın geliş açısı; mekanda gerçekleşecek hava hızının dağılımını, hava değişim kat sayılarını belirler.

Mekanların tek yüzeyinde düzenlenen tek açıklık bırakıldığında hava giriş ve çıkışı aynı boşluğun alt ve üst bölümlerinden eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Bina aerodinamiğinde sayısal benzetişim yollarının gelişimiyle akım alanında hız vektörlerinin ve sıcaklığın dağılımı öngörülebilmektedir. Aşağıda Şekil 11'de tek taraflı bir açıklığı olan mekanda akım alanının CFD ( Hesaplamalı akışkan dinamiği ) yoluyla hesaplanmış görüntüsü izlenebilir [21].



**Şekil 6.** Sayısal benzetişim tekniği ile bir mekanın çapraz havalandırılmasında sıcaklık dağılımı[21]. [17].



**Şekil 7.** Örnek Bir Binada Rüzgar Basıncıyla Oluşturulmuş Doğal Havalandırma Sisteminde Akım Çizgileri [22].



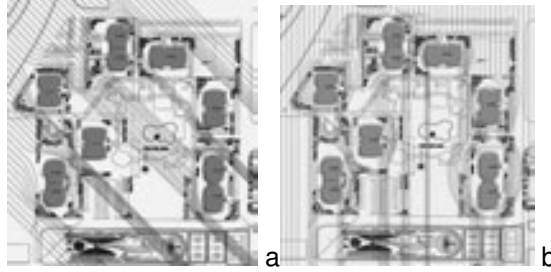
### 3.3. Bina Dışı ve Bina İçi Çevrede Rüzgar Kontrol Sistemi

Doğal havalandırma sisteminin işlevini yerine getirebilmesi için bina dışı ve içi çevrede ek olarak rüzgar kontrolü sistemi oluşturulur.

Rüzgar Kontrol Sisteminin Amacı, rüzgarın hızının azaltılması veya artırılması doğrultusunun değiştirilmesi, hava kalitesinin istenen değerlere değiştirilmesi olarak sıralanabilir.

#### Bina konumlarıyla rüzgar kontrolü

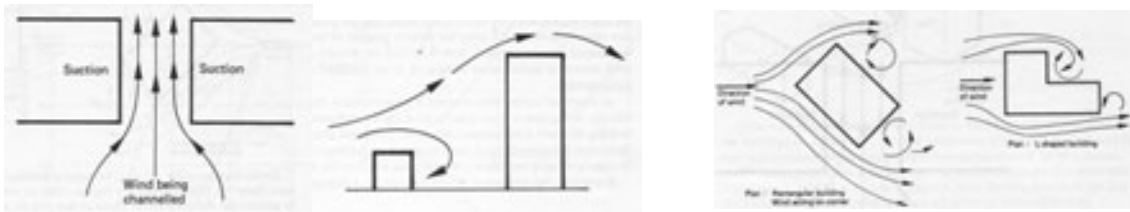
Binalar kontrol altına alınmak istenen hakim rüzgara göre dar yada geniş açıklıklar bırakacak şekilde konumlandırılarak açık mekanda rüzgar hızının Venturi olayı yaratılarak artmasına ya da azalmasına hizmet edebilirler. Şekil. den izlenebileceği gibi örnek alınan yerleşme yerinde I. Dereceden N yönünden II. Dereceden NW yönünde esen rüzgarlara göre binalar arasında değişen hızlar akım çizgilerinin sıklaştığı bölgelerde artmakta



**Şekil 8.** Bina Grubunda Akım Çizgileri Şeması (NW ve N'den esen rüzgarlar için )akım çizgilerinin seyreltiği bölgelerde ise azalmaktadır.

Değerlendirmede girdaplar gösterilmemekle birlikte Şekil 10 ' da açıklandığı gibi oluşacağı beklenmektedir.

Binaların rüzgar doğrultusunda bir kanal meydana getirecek şekilde konumlanışları sonucunda Venturi etkisi ile o bölgelerde hız artışları oluşabilecektir. Şekil 9. 'den izlenebileceği gibi farklı yükseklikteki binalar rüzgar doğrultusunda alçaktan yükseğe göre sıralandığında hava tabakasının aralarındaki alana girmeden ötelenmesine sebep olabilirler.



**Şekil 9.** Binaların yatay ve düşey düzlemde bir araya gelişinde rüzgar hızının artırılması ve öteleme

**Şekil 10.** Binaların konumu ve biçimlenişi ile hız ayarlaması

Binaların rüzgarı alan cephelerinin konumu, kesit ve plan düzlemindeki biçimlenişlerine bağlı hava liflerinin yüzeyden kopma noktalarında girdap oluşturması dolayısıyla hız artışları olabilmektedir (Bkz. Şekil 10 ve 11)

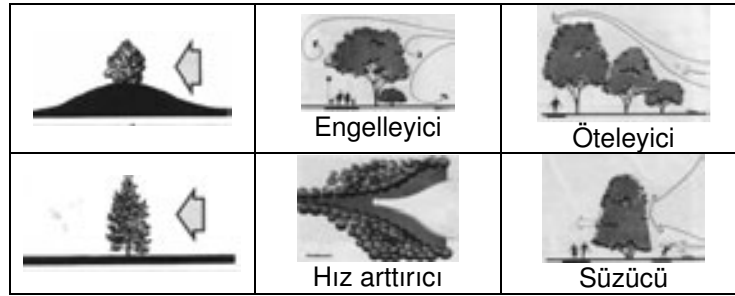


**Şekil 11.** Bina çatılarının biçimlenişine bağlı girdap oluşumu

### Bitkilerle rüzgar kontrolü

Bitkiler gibi canlı peyzaj elemanlarıyla bina dışı mekanlarda rüzgar engellenebilir, istendiğinde hızı artırılabilir, ötelenebilir içindeki partiküllerden arındırılmak için süzülebilir. Açık mekanların dinlenme eylemlerine ayrılmış alanlarında rüzgar kırıcı eleman olarak düzenlenebilirler. Arka arkaya getirilen iki sıra ağaç ve çalı birbirlerinin geçirgen bölümlerini perdelediğinde rüzgar altı bölgelerinde hız büyük oranda düşmüş olabilecektir. Bitkiler venturi olayı yaratacak şekilde yan yana getirildiklerinde açık mekanın bir bölümünden diğerine geniş bir alandan giren hava dar alandan geçerken hız kazanacaktır.

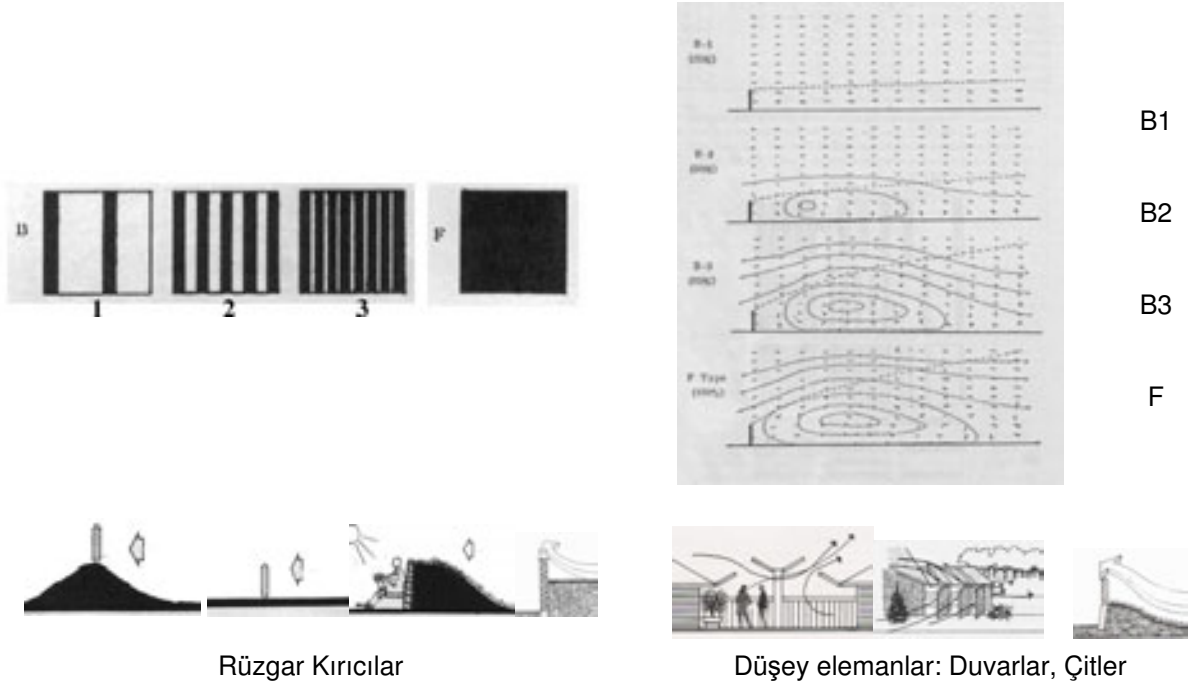
Rüzgar yönünde ağaç boyları ve konumları ile yapılan düzenleme sayesinde hava kütlesi bunları aşarken en yüksek engele göre bir iz bölgesi oluşacağından hareketli hava ötelenmiş olacaktır. Bitkiler yaprak biçimleri ve yaprak yoğunlukları oranında kendilerinin içinden havanın geçmesine izin vermektedirler. Yapraklarda tutulan nem, pürüzler nedeniyle de geçen havadaki asılı parçacıkların süzülmesine ya da havanın koşullanmasına yardımcı olurlar ( Şekil 12'de Görüleceği gibi ).



**Şekil 12.** Bitkilerden Yararlanarak Rüzgarın Engellenmesi, Hızının Arttırılması, Hava Akımının Ötelenmesi, Havanın Süzülmesi [23].

### Sert peyzaj elemanlarıyla rüzgar kontrolü

Bina dışı çevrede bitkiler gibi yaşayan elemanlar yanı sıra yapık sert peyzaj elemanları da rüzgarı engellemek, ötelemek, belirli oranda geçirmek amacıyla tasarlanabilirler. En çok kullanılan eleman duvar tipidir. Uyarı panoları, sınır belirleyiciler, bölücü panolar bunlardan bir kaçıdır. Tamamen dolu olabilecekleri gibi belirli oranlarda geçirimli olabilirler. Örnek olarak Şekil 13'de verilen B1,2,3 gibi farklı geçirimlilikte ve F tipi gibi geçirimsiz elemanların rüzgar altı bölgesinde sakin alan biçimlenişi ve ölçüsü farklı olmaktadır.

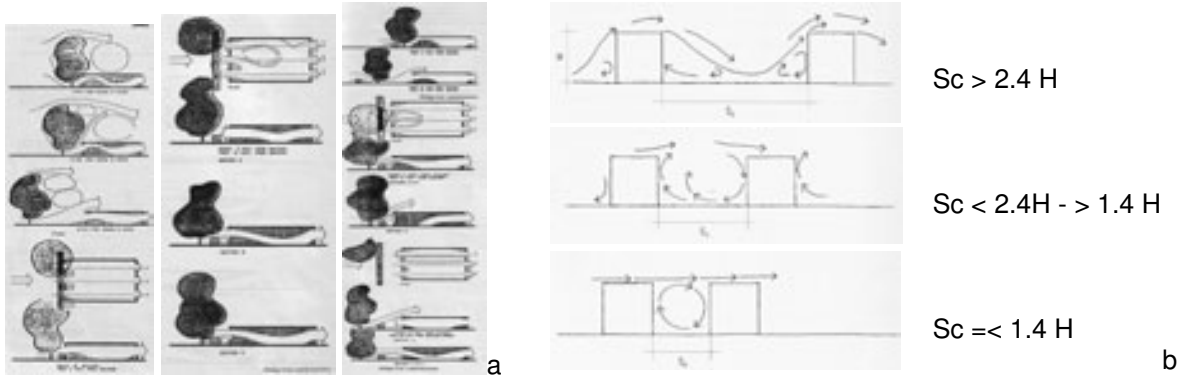


**Şekil 13.** Bina dışı sert peyzaj elemanlarıyla rüzgar kontrolü [23].

Rüzgar hızını belli bir oranda düşürmek yanı sıra girdaplanmayı azaltmak üzere geçirimsiz tipler tercih edilebilir. Genellikle eleman yüzeyinin fazla ısınmasının dolayısıyla yakın çevresinin hava sıcaklığının artmasının istenmediği dönemlerde istenen verimin alınabilmesi için hareketli düzenekler kullanılmasında yarar vardır.

### Bina Yakın Çevresinde Rüzgar Kontrolü

Bina yakın çevresinde az katlı yerleşme dokularında önerilen sert, yumuşak, doğal ya da yapay elemanlar buldukları açık mekanın yanı sıra bina içi mekânlarda da rüzgarı kontrol etmeye yararlar. Yüksek binalarla düşeyde yoğunlaşmış yerleşme dokularında ise bina yakın çevresinde etek ve köşe girdaplanmalarını kontrol etmek için bu tür elemanlar tasarlanmaktadır. Bina yakın çevresinde özellikle yayaların sıklıkla kullandıkları alanlarda yukarıda açıklanan peyzaj düzenlemeleri yapmak yanı sıra örneğin yangın merdivenleri gibi binaya ait uzantılar bir kontrol aracı olarak tasarlanabilirler. Az katlı ve az yoğun yerleşme içinde bina çevresinde yetiştirilecek bitkilerin konumları, gövde biçimlenişleri, gövde yükseklikleri, yaprak yoğunlukları yakın bina yüzeyindeki giriş açıklıklarından geçecek havanın hızını ve yönünü Şekil 14. a 'da görüldüğü gibi değiştirebilmektedir.

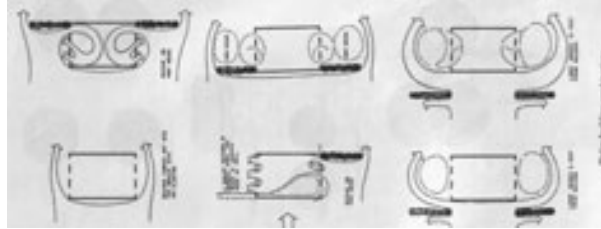


**Şekil 14. a.** Bina Yakın Çevresinde Farklı Boyut ve Biçimde Bitkilerle İç Mekan Akım Alanının Düzenlenmesi [23]. **b.** Bina Yakın Çevresinde Komşu Binalarla Rüzgar Hız ve Akım Tipi Kontrolü

### Bina Yüzeyinde Rüzgar Kontrolü

Yerleşme merkezlerindeki yüksek yapılar aynen büyük ölçekteki topografya etkisini yapmaktadır. Yerleşmede ele alınacak bir bina yüzeyindeki hava akımı, Şekil 15. b'den izlenebileceği gibi, yakın çevredeki engel olabilecek yapıların biçim-konum ve ölçülerine bağımlılık göstermektedir [24,25,26,27]. Binanın yüzeyini etkileyecek dinamik ve statik basıncın şiddeti yüzeyin rüzgarı alışı açısıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle binanın biçimlenişi, dış yüzeyin eğimi, yönlenişi, hacim organizasyonu ve dış yüzeyin pürüzlülüğü ile rüzgar kontrol gerçekleştirilebilecektir.

Binalarda rüzgar giriş açıklıklarının bulunduğu yüzeylerin konumunu ya da yönlenişini etkin rüzgar doğrultusunda, ona dik doğrultuda ya da koşut yönde düzenleyerek iç mekanda akış yörüngesi ve hava hızı Şekil 4.2.9.'da görülen şemalarda olduğu gibi gerçekleştirilebilir. Binada rüzgara göre yan yüzlerde düzenlenecek ek elemanlar bazen zorunlulukla bu yüzeylerde açılan pencere ya da kapı gibi havalandırma açıklıklarından girecek , çıkacak havayı kontrol edebilecektir.



**Şekil 15.** Bina Yüzeyinde Doğal Elemanlarla Rüzgar Kontrolü [23].

Bina yüzeyinde düzenlenen güneş kontrol araçları aynı zamanda rüzgarı da kontrol altına almada etkilidir. Bu nedenle iki iklim elemanı kontrol edilirken birine göre alınan önlemin diğerine karşı göstereceği performans optimize edilmelidir.

### 3.3. Binaların Isıtma / Soğutma Yüklerine Rüzgarın Etkisi

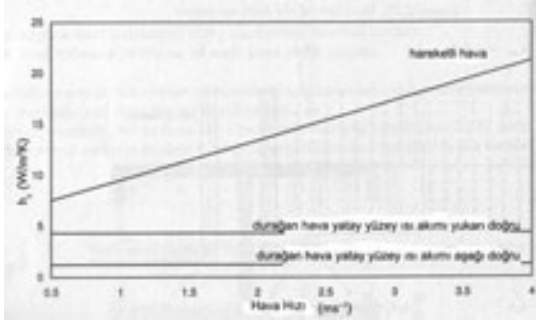
Özellikle iç mekanların olabildiğince düşük ısı kazanmasının istendiği en sıcak dönemde, bina dış yüzeylerinde rüzgarın taşınım olayı üzerindeki zorlayıcı etkisinden ve rüzgar basıncı nedeniyle havalandırma (ventilasyon) açıklıklarından ya da sızdırma boşluklarından doğrudan iç mekana alınan hava kütlelerinin ısı kazancı ya da kaybı etkisi olacaktır [28,29,30,31]. Dolayısıyla mekanların, binaların ve kentin ısıtma veya soğutma enerjisi yükü değişebilecektir.

Bina yüzeylerinde istenen ya da istenmeyen dönemlerde güneş ışınımı kazancı yoluyla oluşan dış yüz sıcaklığı (sol-air sıcaklık) olarak alınan (fictive) sıcaklık, daima ortamın hava sıcaklığından büyük değerdedir. Bu sıcaklık kavramında hava sıcaklığına eklenen, yüzeye gelen güneş ışınımı, yüzey emiciliği ile doğru orantılı, yüzeydeki taşınım katsayısıyla ters orantılı olarak değişim göstermektedir [9].

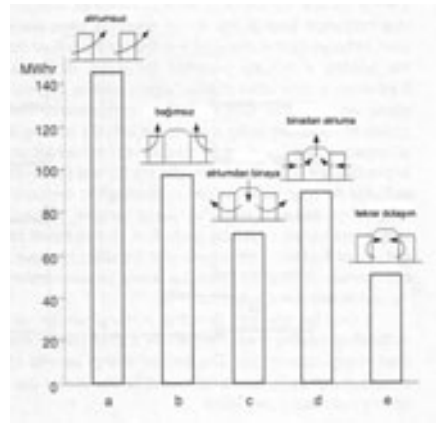
Bina yüzeyini etkileyen bir hava hareketi 1 m/s' i geçmiş olduğunda taşınım zorlamalı olacak, taşınım katsayısı( $h_c$ );

$$(h_c) = 5 + 3.6 V \quad (1)$$

Eşitliği ile veya bir başka çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak Şekil 16'dan izlenen değişim doğrusuyla ifade edilecek değerde gerçekleşebilecektir [32,33 ref. 31]. Böylece yüzey sıcaklığının oluşumunda güneş ışınımı etkisiyle kazanılacak ısı azalmış olacaktır. Bina yüzeyinin rüzgardan yararlanılarak soğutulması bu kavramdan hareketle düşünülmektedir.



Şekil 16. Hava Hızının Konveksiyon kat sayısı üzerine etkisi [33 ref.31].



Şekil 17. Farklı Ventilasyon Sistemlerinde Isıtma Enerjisi Harcamaları [34].

Binaların toplam ısıtma enerjisi öncelikle sızıntı ve sağlık havalandırmasıdır ( Bkz Şekil 17 ). sistemlerinden doğrudan etkilen

Rüzgarın binaların pasif yollarla soğutulmasındaki rolünde bina cepesinde elde edilecek basıncın azalmasına yol açabilecek, zorlanmalı taşınımı değiştirebilecek her hangi bir engel eleman rüzgarın binaya olan bu etkilerini değiştirecektir [35].

#### 4. SONUÇ

Sağlıklı, sürdürülebilir bir kent onu oluşturan alt ölçekteki binaların ve diğer elemanların en az enerji gerektirecek dolayısıyla en az atık çıkaracak bir pasif iklimlendirme sistemi olarak tasarlanmasıyla olanaklıdır. Aerodinamiğin öznesi olan rüzgar insanın sağlıklı ve konforda yaşatabilmek için yaratılan çevrenin ısı performansını büyük ölçüde değiştiren bir iklim elemanıdır. Bina aerodinamiği, rüzgarla yerleşme dokusu ve binalar arası etkileşimi inceleyerek çözüm önerileri tahmin yolları üretilen bir bilim alanıdır.

Bina aerodinamiğinde yapılan çalışmalar sayısal, deneysel, karma yöntemlerle bina tasarımında doğal havalandırma tahminleri olanaklıdır. Bu konuda; Binaların iç mekanlarında oluşabilecek hava hızları dağılımı, basınç ve sürüklenme katsayıları tahmin edilebilmektedir. Sağlık ve konfor için istenen iç hava hızı ya da hava değişim kat sayılarını sağlayacak havalandırma açıklıkları, dış dizayn rüzgar hızına göre öngörülebilir. Ventilasyon / havalandırma hesaplarında dış dizayn rüzgar hızları, içinde bulunulan yakın çevre kentsel dokunun geometrik özelliklerine bağlı belirlenir. Bina içi ve dışı açık mekanlarda istenen hava hareketi hızı yada akım tipini sağlamak üzere rüzgar kontrol elemanlarının tasarımında gereken verilerin üretilmesi ve performans değerlendirmesi olanağı vardır. Rüzgar etkisi hesaba katılmadan yapılan iklimsel performans değerlendirmesi gerçek koşulları yansıtmayacağından yetersiz kalacaktır. Günümüzde aerodinamiğin sunduğu olanaklardan yararlanarak tasarım aşamasında daha gerçekçi benzetişimler yapılabilmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] AYNSLEY, R.M., MELBOURNE, W., VICKERY, B.J., Architectural Aerodynamics, Applied Science Pub., London, 1977.
- [2] OK, V., ÖZSOY A., ATLI V., ESİN ALTAŞ N., ve diğerleri , Bina ve Yerleşme Tasarımında Kullanılabilecek Rüzgar Tünelinde, Arazi Pürüzlülüğünün Hız Dağılımına Etkilerinin İncelenmesi İ.T.Ü. Araştırma Fonu, No: 434, (Yürütücü: Prof. Dr. Vildan Ok ), 1996 .
- [3] ZEREN, L., A New Bioclimatic Chart for Environmental Design, Building ve diğerleri, Energy Management, Ed. Fernandes, O., Woods, J.E., Paist, A.P., Oxford: Pergamon Press, 1980.
- [4] PENWARDEN, A., Acceptable Wind Speeds In Towns, Building Research Establishment, Curent PAPER, CP 1/74, 1974.
- [5] GIVONI, B., Man, Climate and Architecture, England, Elsevier Pub. 1969.
- [6] TREWARTHA, T.G., An Introduction to Climate, New York, McGraw-Hill, III.Baskı, 1954.
- [7] GEIGER, R., The Climate Near the Ground, III.Baskı, Cambridge, Harvard University PRESS, Massachusetts, 1971, s.260,248,404,421.
- [8] ROBINSON, N., Solar Radiation, New York, Elsevier, 1966.
- [9] OLGAY, V., Design With Climate, New Jersey, Princeton University, 1963.
- [10] STEADMENT, P., Energy, Environment and Building, London, Cambridge University Press, 1977.
- [11] ZEREN, L., Sincan Eryaman Yöresinde Enerji Tasarrufuna Dayalı Bir Yerleşme ve diğerleri, Modelinin Fiziksel Planlaması, Araştırma-Proje, Ankara, Türkiye Emlak Kredi Bankası İmar Lt., 1982.
- [12] LITTLER, J., Design with energy - The Conservation end Use of Energy in Thomas, R., Buildings, London, Cambridge University Press, 1984.
- [13] OK, V., İklimsel Karakterlere Bağlı Olarak Optimum Performans Gösteren Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesinde Geliştirilen Bir Yöntem, İstanbul, İTÜ Mim.Fak. Doktora Tezi, 1984.
- [14] WATSON, D. , LABS, K. , Climatical Design -Energy Efficient Design Principles end Practice- Mc Graw Hill Book Company, New York, 1983
- [15] LECHNER, 1991, Heating, Cooling, Lighting, John Wiley & Sons, New York.
- [16] LAWSON, T.V., Wind Effects on Buildings- Vol. 1, Design Applications, Applied Science Publishers, London, 1980.
- [17] MACDONALD, A.J. (1975), Wind Loading on Building, Applied Science Pub., London s.33-41.
- [18] GANDEMER, J., GUYOT, A., (1976), Integration du Phenomene Vent Dans La Conception du Milieu Batı, Premier Ministre Groupe Central deş Villes Nouvelles Seretariat Gen., Paris,
- [19] ASHARE., 1993. Airflow Around Buildings, Chapter 14.
- [20] ABOULNAGA, M.M., A roof solar chimney assisted by cooling cavity for natural ventilation in buildings in hot arid climates: an energy... , Renewable Energy, May 1998
- [21] <http://www.flomerics.com/flovent/applications/hga/hgapdf1.pdf>

- [22] Terry S. Boutet, Controlling Air Movement – A Manual for Architects and Builders, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.
- [23] ROBINETTE, O.C., MCCLENNON, C. (1983), Landscape Planning for Energy Conservation, Van Nostrand Reinhold Company, London,
- [24] GANDEMER, J., Les Effects Aerodynamiques du Vent Dans Les Ensembles Batis, Technique Architect, No. 325, 1979.
- [25] EVANS, B.H.. Natural Air Flow Around Buildings, Research Rep. No. 56, Texas Eng. Exp. Station, The Texas A M, 1957.
- [26] GRIGGS, P.F., A Wind Tunnel of the Effects of Canopies on Velocities Beneath a Tall Building, BRS., Current Paper, N83/74, Garston, 1974.
- [27] SEXTON, D.E., A Simple Wind Tunnel For Studying Air-Flow Round Buildings, BRS., Current paper 69/68, Garston, 1968.
- [28] GALLO, C., Passive cooling as design and methodology: some examples from the past to the present. Renewable Energy, May 1996.
- [29] AWBI, HB., Design considerations for naturally ventilated buildings. Renewable Energy 1994;5:
- [30] FORD, B., PATEL, N., ZAVERI, P., HEWITT, M., Cooling without air conditioning - The Torrent Research Centre, Ahmedabad, India. Renewable Energy, Sep 1998.
- [31] FLORIDES, G.A., TASSOU, S.A., KALOGIROU, S.A., WROBEL, L.C., Review of solar and low energy cooling technologies for buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Dec 2002.
- [32] DREYFUS, J., Le confort dans L'habitat-En pays tropical. Paris; Eyrolles edutour ,1960
- [33] ALLARDF, F., Natural ventilation in buildings, a design handbook, European commission. Directorate general for energy altener program, 1992. James\*James (Ref. 31 ).
- [34] BACKER, N., STEEMERS, K., Energy and Environment in Architecture, A Technical Design Guide, E& FN SPON, London, 2000.
- [35] OK, V. , ve diğerleri, Güneş Kontrol Elemanlarının Bina Yüzeyinde Oluşacak Yüzeysel Isı İletim ve Basınç Katsayılarına Etkisinin Deneysel İncelemesi (Devam Ediyor ) İ.T.Ü. BAP. Araştırma projesi, 2004 – 2007.

## ÖZGEÇMİŞ

### Vildan OK

Mayıs 1952'de Bursada doğan Vildan Ok, İ.T.Ü.MMF. Mimarlık bölümü ardından İ.T.Ü.FBE'ünden Y. Mimar (Şehirci) olarak mezun olduğu 1977 yılından beri İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi'nde, 1984'te Öğrt. Gör.Dr., 1985'te Y. Doç. Dr., 1988'de Doç. Dr., 1996'da Prof. Dr. Ünvanlarını alarak görev yapmaktadır. Öğretim elemanı olarak 1983 yılında tamamladığı doktora çalışmasıyla başladığı bina iklimi, kent iklimi, doğal iklimlendirme, enerji tasarrufu, güneş kontrolü konusunda bilgisayar destekli sayısal, 1980'lerden buyana kuruculuğunu üstlendiği rüzgar tüneline rüzgar kontrolü konusunda deneysel çalışma ve araştırmalarını sürdürmektedir. Bunların yanısıra birçok kent ve bina ölçeğinde tasarım çalışmalarına katılmış, danışmanlık, yayın, fakülte içi birçok ortak görev, çeşitli atölye, laboratuvar çalışma grubu yürütücülükleri yapmıştır. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi'nde lisans düzeyinde, Mimarlık ile Şehir ve Bölge Planlama Bölüm'lerinde, konusuyla ilgili zorunlu ve seçme, İ.T.Ü.Fen Bilimleri ve Enerji Enstitü'lerinde lisans üstü dersleri ve tez danışmanlıkları yürütmektedir. İ.T.Ü. dışında ise M. S. Ü.'nde on yedi yıl, K. Ü.'nde iki yıl süreyle Fiziksel Çevre Kontrolü dersi vermiştir.