



# Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi

## ÖZET

Yapı içindeki iç hava kalitesinin insan sağlığı ve çalışma verimi üzerinde oldukça büyük bir etkiye sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Yapılan bazı çalışmalarda, insan yaşamının ortalama % 90'ının geçtiği iç ortamlardaki hava kirlilik seviyesinin çoğu zaman dış ortamdan daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Yine aynı çalışmalarda, iç ortamlardaki kirliliklerin her yıl binlerce solunum yolu hastalıkları ve yüzlerce kanser ölümlerine neden olduğunun tahmin edildiği, iç hava kirliliklerine maruz kalan binlerce çocuğun kanındaki kurşun seviyesinin yükseldiğinin anlaşıldığı açıklanmaktadır. Bu nedenlerle iç ortamlarda uygun bir hava kalitesi sağlayan çözümlerin uygulanması tasarımcıların önde gelen sorumluluklarından biri olmaktadır. İyi bir iç hava kalitesi oluşturulmasında, etkili bir havalandırma sağlanması önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu tasarımlar enerji kullanımı gerektirmeyen, mümkün olduğu kadar doğal havalandırma sağlayan pasif yöntemleri içeren tasarımlar olması gerekmektedir. Çünkü enerji kullanımı sonucu oluşan çevre sorunlarının olumsuz etkileri günümüzde gittikçe daha fazla hissedilmektedir. Yapılar tüketilen bu enerjinin yaklaşık %40'undan, sera gazı emisyonlarının ise %30'undan sorumludur. Bu çalışmada, yapılarda çok önemli olan iç hava kalitesinin, enerji kullanımı gerektirmeden sağlandığı doğal havalandırma yöntemleri ve önemi vurgulanmak istenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal havalandırma, Enerji etkin yapılaşma, Pasif soğutma, İç hava kalitesi

## 1. GİRİŞ

Tasarımcıların önde gelen sorumluluklarından biri de, yapıların kullanıcıların güvenliği, konforu ve sağlığı üzerindeki etkilerini kontrol etmektir. İnsanların barınma ihtiyacı karşılanırken, aynı zamanda yapı içinde sağlıkları için uygun koşullar oluşturulmalıdır.

Bu koşullardan bir tanesi de uygun bir iç hava kalitesinin sağlanmasıdır. Yapı içindeki iç hava kalitesinin insan sağlığı ve çalışma verimi üzerinde oldukça büyük bir etkiye sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Oysa yapılan bazı çalışmalarda, insan yaşamının ortalama % 90'ın geçtiği iç ortamlardaki hava kirlilik seviyesinin çoğu zaman dış ortamdan daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Yine aynı çalışmalarda, iç ortamlardaki kirliliklerin her yıl binlerce solunum yolu hastalıkları ve yüzlerce kanser ölümlerine neden olduğunun tahmin

Yrd. Doç. Dr. İzzet YÜKSEK  
Prof. Dr. Tülay ESİN

## Abstract:

Construction of the indoor air quality on human health and the working efficiency of a well known fact that a fairly large impact. However, some studies carried out, indoor environments of air pollution levels are often higher than the external environment is reported, where ninety percent of the average human life is spent. In the same studies, every year, thousands of domestic environments pollutants cause respiratory diseases, and estimated to be hundreds of cancer deaths, thousands of children exposed to indoor air pollutions is understood that the described high blood lead levels. For these reason, implementation of appropriate solutions to provide an air quality indoor environment is one of the responsibilities of leading designers. Creating a good indoor air quality, play an important role to ensure effective ventilation. However, these designs do not require the use of energy, providing natural ventilation as much as possible designs with passive methods should be. Because, as a result of energy use today, more and more felt the negative effects of environmental problems. Buildings responsible for approximately 40% of the energy consumed in buildings, while 30% of greenhouse gas emissions. In this study, indoor air quality which is very important structures, methods and emphasize the importance of natural ventilation is provided without requiring the use of energy is required.

## Key Words:

Natural ventilation, Energy efficient construction, Passive cooling, Indoor air quality





## Makale

edildiği, iç hava kirliliklerine maruz kalan binlerce çocuğun kanındaki kurşun seviyesinin yükseldiğinin anlaşıldığı açıklanmaktadır [1]. Bu nedenlerle iç ortamlarda uygun bir hava kalitesi sağlayan çözümlerin uygulanması tasarımcıların önde gelen sorumluluklarından biri olmaktadır.

İyi bir iç hava kalitesi oluşturulmasında etkili bir havalandırma sağlanması önemli bir rol oynamaktadır. Ancak havalandırmanın mekanik sistemler yerine doğal yöntemlerle karşılanması ekonomik ve çevresel yararlar sağlamaktadır. Çünkü yapılarda yaşam döngüsü boyunca tüketilen toplam enerjinin %94.4'ü kullanım sırasında HVAC (ısıtma/havalandırma/iklimlendirme) sistemleri için tüketilmektedir [2].

Oysa doğal havalandırma yöntemlerinde sadece yapının kendi elemanları kullanılmakta enerjiye gereksinim duyulmamaktadır. Bu şekilde enerji kullanımını azaltmak yapılara önemli ekolojik özellikler kazandırmaktadır. Enerji kullanımı, türüne ve miktarına bağlı olarak önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Yapıların çevre üzerindeki olumsuz etkileri de en çok bu nedenle olmaktadır. Çünkü yapılar küresel ve bölgesel olarak tüketilen enerjinin yaklaşık %40'ından, sera gazı emisyonlarının ise %30'undan sorumludur [3].

Enerji verimliliğini gösteren en önemli gösterge olan enerji yoğunluğu, gayri safi milli hâsıla başına düşen enerji miktarıdır. Bu oran OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkelerinde ortalama 0.19 iken Türkiye'de yaklaşık 0.38'dir. Yani Türkiye enerjisi OECD ülkelerine göre iki kat daha verimsiz kullanılmaktadır. Tübitak (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu) tarafından 2003 yılında hazırlanan raporda Türkiye'nin enerji ve doğal kaynaklar alanında 2023 vizyonunun gerçekleşmesi için enerji verimliliğini %25 artırılması hedeflenmiştir [4].

Yapılarda enerjiyi verimli kullanmak, toplam enerji tüketimini azaltmada etkili bir yol olmaktadır. Türkiye'de yapılarda enerji etkinliği ile ilgili yapılan düzenlemeler, uygulamalar ve denetlemeler henüz yeterli seviyede değildir ve bu konuda yeterli bir bilinç oluşmamıştır. Tüm sektörlerde olduğu gibi

yapı sektöründe de enerjinin daha verimli kullanılma yöntemlerinin araştırılması ve uygulamaya sokulması gerekmektedir.

Bu durumda yapı sektörünün, enerji verimliliği sağlamak için içi konfor koşullarını sağlamaya yönelik tüketilen enerji üzerine yoğunlaşması gerekmektedir. Yapı içi konfor koşullarının, basit fiziksel kuralların kullanılabilceği uygun yapı elemanı tasarımı ile sağlanabilmesi mümkündür. Bu yöntemler arasında "pasif iklimlendirme yöntemleri" önemli bir yere sahiptir. Yapılarda, havalandırmayı ek enerjiye olabildiğince az gereksinim olacak şekilde sağlayan bu yöntemler, önemli derecede enerji tasarrufu sağlamaktadır. Doğal yöntemlerle havalandırılan bir bina, mekanik yöntemlerle havalandırılan aynı özellikteki binalara kıyasla %90'lara varan oranlarda enerji tasarrufu sağlayabilmektedir [5].

Bu çalışmada, yapılarda çok önemli olan iç hava kalitesinin, enerji kullanımı gerektirmeden sağlandığı doğal havalandırma yöntemlerinin önemi vurgulanmak istenmektedir. Bu nedenle, pasif iklimlendirme sistemleri arasında yer alan doğal havalandırma yöntemleri irdelenmiştir. Geleneksel yapıların doğal iklimlendirmeye yönelik özellikleri de günümüz yapıları için yol gösterici olabilir. Çalışma kapsamında, doğal havalandırmanın genel prensiplerinden bahsedilmiş, doğal havalandırma teknikleri açıklanmış ve son olarak doğal havalandırma yöntemlerinin kullanıldığı geleneksel yapılardan ve günümüz yapılarından örnekler verilmiştir.

## 2. PASİF İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİ

Pasif sistemler kullanılarak, yapı içinde insan sağlığı ve çalışma verimi için gerekli olan konfor koşullarını enerji kullanımı gerektirmeden belli oranlarda sağlamak mümkündür. Özellikle ısısal konfor ve iç hava kalitesi oluşturulmasında doğal yöntemlerle sağlanan havalandırmanın etkisi önemli olmaktadır. Etkili bir doğal havalandırma ile ortamdaki kirleticiler dışarı taşınabilir ve soğutma sağlanabilir.

Tarih boyunca insanlar pasif iklimlendirme yöntemlerinden kendilerini ve hayvanlarını serinletmek, yiyecek ve içeceklerinin bozulmasını önlemek için



yararlanmışlardır. En basit tarifi ile insanlar güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için gölge alanları kullanmışlar, yapı için de esinti oluşturacak uygun alanlar tasarlamışlardır. Antik çağda Persler uzun kulelerden oluşan termal bacalarla yapılarını soğutmayı keşfetmişlerdir. Geleneksel yapı uygulamalarında da yapı malzemeleri güneşin ısınısını dengelemek için kullanılmıştır. Ilman bölgelerde hafif kütle oluşturmaya yönelik bir yaklaşımla, ahşap döşeme ve duvarlar kullanılmıştır. Kışın soğuğa karşı yalıtıma ihtiyaç duyan bölgelerde ise kütlece yoğun kerpiç veya kâgir duvarlar kullanılmıştır. Bu duvarlar aynı zamanda yazın gündüzleri güneş ısınısını depolayarak, gece depoladığı ısıyı serin havayla birlikte radyasyon yoluyla geri vermektedir. Günümüz pasif iklimlendirme yöntemleri, gelişmiş yapı malzemeleri ve yeni bilgilerle birlikte bu eski ve etkili yöntemlerden de yararlanmışlardır [6].

Geleneksel pasif iklimlendirme yöntemlerini içeren uygulamalardan biri de kireçtaşı gibi kolay işlenebilir kayaçların bulunduğu bölgelerde yapılmış mağaralardır. Yüzey altındaki kayaların sıcaklığı, yüzey sıcaklıklarına oranla kışın sıcaklık, yazında serinlik hissi verecek biçimde sabit kalmaktadır [6].

Pasif iklimlendirme sistemlerinde mümkün olduğu kadar basit fiziksel olaylar, yenilebilir enerji ve ısı toplayıcıları kullanılır. Bazı fanların ve pompaların kullanılmaları durumunda sistem hibrid olarak adlandırılır. Hibrid sistemler sadece küçük ve düşük enerji ile çalışan sistemlerdir, bu tür kullanımlar da pasif sistem kategorisi içine girer. [7].

Bu çalışmada, pasif iklimlendirmede ve iç hava kalitesinin oluşmasında etkili bir rolü olan doğal havalandırma yöntemleri ele alınmaktadır.

### 3. DOĞAL HAVALANDIRMA

Yapılarda doğal havalandırma, açıklıklardan rüzgâr veya basınç farkı dolayısı ile oluşur. Açık pencere-lerden, kapılardan veya doğal olarak havalandırma sağlamak için açılan bölgelerden sağlanan hava akımı ile iç ortamda uygun sıcaklık seviyesi sağlanabilir ve iç ortamdaki kirleticiler ortamdaki uzaklaştırılabilir.

Doğal havalandırma, bir yapının masrafsız ve çevre dostu yollardan havalandırılabilirdiği bir yöntem olup, sadece doğal hava hareketine bağlı olduğundan, sürdürülebilir kalkınma için de oldukça önemlidir. Çünkü bu şekilde mekanik havalandırma ve iklimlendirmeye olan gereksinimi azaltarak, fosil tabanlı enerji kullanımından önemli bir tasarruf sağlar. İklimlendirme ile ilgili elektrik enerjisi kullanımının azalması ile enerji sağlayan elektrik üretim alanlarından sera gazı emisyonları salınımını da azalır [8].

İlk çağlardan beri yapı tasarımcıları, kirli ve nemli havayı uzaklaştırmak, kişisel ısısal konfor şartlarını sağlamak gibi yapının iki temel ihtiyacı için doğal kaynaklı hava hareketini kullandılar. 1950'lerden itibaren özellikle, hafif ve oldukça geniş pencere açıklıkları olan modern yapılarda aşırı ısı kazancını ve ısı kayıplarını dengelemek için mekanik iklimlendirme sistemleri kullanılmıştır. Bu şekilde mekanik servislerin kullanımının artması, yapı kabuğu tasarımında ve iç tasarımdaki esneklik açısından yapı tasarımcıları ve müşterilerine büyük bir özgürlük sağlamıştır. Ancak, kullanıcı kontrollü yerine merkezi kontrol sistemlerinin kullanılması maliyeti çok daha yüksek enerji tüketimine sebep olmuştur [8].

Enerji tüketiminin azaltılması ihtiyacı ve kullanıcıların yakın çevrelerinde daha fazla kontrol sağlamaları, yapılarda doğal havalandırma uygulamalarının yeniden değerlendirilme zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

Belirli bir yerleşim yeri için mevcut rüzgârların havalandırma için yeterli olup olmayacağı rüzgâr testi ile rüzgâr akış modeli çıkarılarak tespit edilir. Rüzgâr tüneli testi uygun olmadığı zaman, tasarımcı hava hareketini yöneten üç prensibi ve doğal formlar ve yapı formları ile rüzgâr etkileşimlerini kullanarak rüzgâr doğrultusunu ve hızını tahmin edebilir. Hava hareketinin üç prensibinden ilki, atmosferde yüzeye yakın hava hızı sürtünme nedeniyle, yukarıdaki seviyelere göre daha yavaştır. Hava hızındaki azalma, yüzey pürüzlülüğünün bir fonksiyonudur, bu yüzden rüzgâr hızı profilleri farklı arazi türleri için tamamen farklıdır. İkincisi, Eylemsizliğin bir sonucu olarak, hava bir engelle karşılaştığında, aynı yönde hareket



## Makale

etme eğilimindedir. Bu nedenle, rastgele yönlere dağılmak yerine, bir nehirdeki kayanın etrafında suyun aktığı gibi, nesnelerin etrafında akar. Üçüncüsü ise havanın yüksek basınçlı alanlardan alçak basınçlı alanlara doğru akmasıdır. Örneğin güneş radyasyonu çayırdaki bir havayı ısıttığında, orada hava basıncının düşmesine ve havanın yükselmesine neden olur, sonra hava ormanlık alanların çevresinden çayıra doğru akar, burada hava nispeten düşük sıcaklık ve yüksek basınç altındadır. Bu hava hareketi olgularına ek olarak, yapı yerinde çeşitli mikroklimatik olgular meydana gelebilir [9].

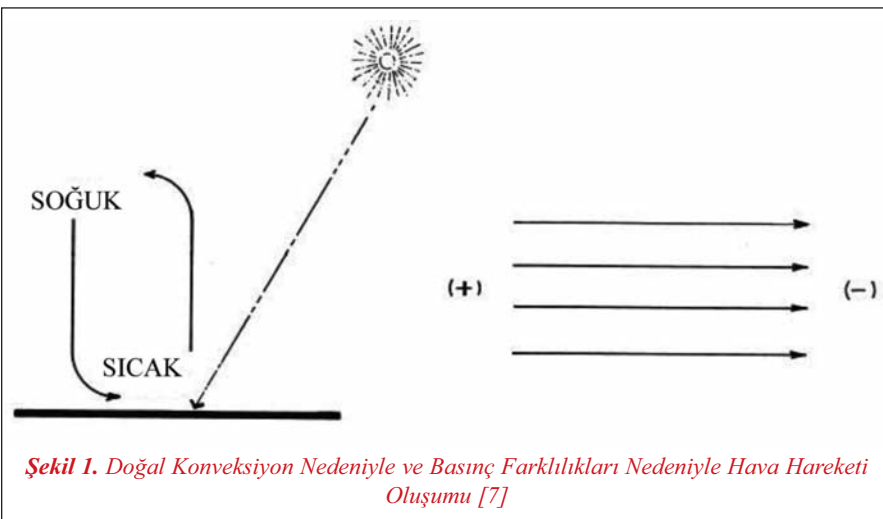
### 3.1. Doğal Havalandırmada Yararlanılan Hava Akımı ile İlgili Temel Prensipler

Doğal havalandırma yöntemlerini uygulamak için aşağıda verilen hava akımıyla ilgili temel bilgilerin bilinmesi önemli olmaktadır [7] ;

1. Hava akımının nedenleri: Hava, ya doğal konveksiyon akımları nedeniyle ya da basınç farklılıkları nedeniyle akar (Şekil 1).
2. Hava akımının tipleri: Dört temel hava akımı türü vardır: tabakalı, ayrılmış, çalkantılı ve girdap şeklinde.
3. Atalet: Hava bir miktar kütleyle sahip olduğundan, hareketli hava düz bir çizgide gitme eğilimindedir. Yönünü değiştirmeye zorlandığında hava akımları eğriyi takip eder ve asla dik açıda olmaz.
4. Hava korunumu: Hava yapı alanında ne yaratılabilir ne de yok olabilir, bu nedenle bir binaya yaklaşan hava ile ayrılan hava eşittir. Böylece hava

akımını gösteren çizgiler süreklilik göstermelidir.

5. Yüksek ve alçak basınç alanları: Hava bir binanın rüzgâr yönündeki cephesine vurduğunda, sıkışır ve pozitif basınç oluşturur. Aynı zamanda, rüzgâr altı cephesinden emildiğinde, negatif basınç oluşturur.
6. Bernoulli etkisi: Bir akışkanın hızının arttığı durumda statik basıncı azalır. Bu olgu nedeniyle venturi tüpünün daralmasında negatif basınç vardır. Bir uçak kanadının kesiti yarım venturi tüp gibidir. Başka bir olgu işte burada bulunmaktadır. Zeminden yukarı doğru yükseldikçe havanın hızı hızla artar. Böylece çatı seviyesindeki basınç zemindeki pencere seviyesindeki basınçtan düşüktür. Sonuç olarak, venturi tüpü geometrisinin yardımı bile olmadan Bernoulli etkisi ile çatı açıklıkları arasından hava dışarı verilir.
7. Baca etkisi: Doğal konveksiyon hareketi nedeniyle havanın yapıdan çıkarılmasıdır (sıcaklık ve nem farklılıklarından dolayı havanın yoğunluğunun değişmesi ile meydana gelir). Baca etkisi eğer iki dikey açıklık arasındaki iç sıcaklık farkının, aynı açıklıkların seviyesindeki dış sıcaklık farkından daha büyük olması durumunda havayı dışarı atar. Baca etkisinin avantajı Bernoulli etkisi gibi rüzgâra bağımlı olmamasıdır. Dezavantajı ise zayıf bir kuvvet olması ve havanın çok hızlı hareket edememesidir. Pek çok sıcak yaz günlerinde, özellikle iyi bir dikey havalandırma yaratmak için, yukarıda bahsedilen bernoulli ve venturi etkisi kombine edilebilir.



Tasarımda doğal havalandırma uygulamaları için kısıtlamalar olabilir, bu durumlarda tasarımcıların en azından aşağıdaki şartları göz önünde bulundurmaları gerekir [8],

- Yerleşim düzeni ve yapı formu tasarımında hafif yaz rüzgârlarının avantajlarından yararlanmak.
- Yapıların yazın hâkim rüzgâr yönünden maksimum faydayı sağlayacak



uygun yönlendirmesini yapmak.

- Yapılar arasından hava geçişini kolaylaştırmak için, hâkim rüzgâr yönü boyunca nispeten dar bir plan formu tasarlamak.
- Yapı kabuğundaki açıklıkları, yapı içinden hava geçişini kolaylaştıracak şekilde yapmak.
- Serinlik hissi oluşturmak için, yapı içerisinde veya yakınında, suyun özelliklerinden yararlanmak.
- Islak yüzeylerden gelen havayı geçirerek, sıcak kuru iklimlerde pasif evaporatif soğutma yöntemlerini kullanmak.
- Havalandırmayı ve serin hava girişini arttırmak için, dış rüzgâr yönünü modifiye etmede bitki örtüsü kullanmak.
- İklimlendirme cihazlarını kullanma ihtiyacını minimize etmek için tavan fanları kullanmak.

Doğal havalandırmaya yönelik olarak genel tasarım stratejileri ise şöyle sıralanabilir [8];

- Taban seviyesine yakın havalandırma amaçlı yatay açıklıklar, dikey açıklıklardan daha etkilidir.
- Odalar güçlü rüzgârları yakalamak için zeminden yukarıya yükseltilmelidir.
- Pencere ve mobilya yerleşimlerini optimize etmek için, üç boyutlu rüzgâr tünelleri veya bilgisayar akım görüntüleme çalışmaları kullanılmalıdır.
- Ilıman iklim bölgelerinde hava akımını artırmak için güneş bacaları kullanılmalıdır.
- Sıcak nemli ortamlarda termal konfor, yeni çevre sıcaklık teknolojileri kullanılarak en iyi şekilde değerlendirilir.

### 3.2. Doğal Havalandırma Yöntemleri

Mekanik veya doğal havalandırma sistemleri, iç ortamda insan sağlığı için uygun ve konforlu bir ortam koşulu sağlamak için tasarlanırlar. Bu koşullardan önde geleni, insan sağlığını olumsuz etkilemeyecek temiz bir iç hava kalitesi, diğeri ise uygun ısısal ortamdır. Ancak ısısal ortam uygunluğu oldukça kalitatif ve bireyseldir. Bireyler arasında farklılık gösterebilir.

Mekanik havalandırmanın mimari avantajlarına rağmen, doğal havalandırma 1990'ların sonunda çok ilgi görmeye başlamış ve bu konuda yöntemler geliştiril-

miştir. Bu yöntemler hava hareketinin temel prensiplerine dayalı olarak farklı teknikleri kullanmaktadır. Uygun havalandırma tekniği seçimi iklimsel koşullara göre değişiklik göstermektedir. Aylık sıcaklık ve bağıl nem bilgileri ile hazırlanan bioklimatik grafikler, binanın iklimine uygun pasif ısıtma ve soğutma tekniklerini göstermektedir. Bina iklim grafiği iki veri ile hazırlanmıştır, ilki bir ayda maksimum nem oranındaki en düşük sıcaklık ortalaması, ikincisi ise minimum bağıl nemde maksimum sıcaklıktır. Bu iki değer düz bir çizgi ile birbirine bağlanır ve her ay için bu süreç tekrarlanır. Her satır ortalama bir günde, sıcaklık ve bağıl nemdeki değişiklikleri gösterir. Doğal havalandırma, ısısal kaldırma kuvveti ve rüzgâr gibi iki doğal itki kuvvetinin karakteristiği ve kullanımı ile ilişkilidir. Bu iki kuvvet de bina yüksekliğinden etkilenir. Yapının şekillendirilmesi ile ilgili diğer parametreler arasında doğal kaynaklı hava hareketi önemli bir parametredir. Doğal hava akımı, fizik kanunları ile tanımlanır ve doğal havalandırma binaların tasarımında dikkate alınması gereken önemli bir tasarım kriteridir [10].

Doğal havalandırma yöntemlerinde üç temel etken dikkate alınmaktadır [10];

- Rüzgâr ve ısısal kaldırma kuvveti veya rüzgâr ve ısısal kaldırma kuvvetinin birlikte kullanımı: Bunlar havalandırmayı yönlendiren doğal kuvvetlerdir.
- Havalandırma prensipleri: hacimleri havalandırma da doğal itki kuvvetlerini kullanır. Bu tek taraflı havalandırma, karşılıklı çapraz havalandırma veya baca havalandırması şeklinde olabilir.
- Doğal havalandırmayı gerçekleştirmek için kullanılan karakteristik havalandırma elemanları: En önemli karakteristik elemanlar rüzgar kuleleri, rüzgar yakalayıcıları, bacalar, çift cephe, atrium, ve gömülü kanallardır.

Doğal havalandırma yoluyla iç ortamlarda gün boyu sağlanan hava hareketi, kirleticileri dışarı taşıyarak iç hava kalitesini iyileştirirken aynı zamanda dış hava sıcaklığının iç hava sıcaklığından düşük olduğu durumlarda da iç havanın soğumasını sağlamaktadır. Aşağıdaki bölümlerde bu amaçlarla uygulanan yöntemler incelenmektedir.





## Makale

### 3.2.1. Konfor Havalandırması

Doğal havalandırmada konveksiyon veya buharlaşma yoluyla insan vücudu üzerinde doğrudan soğutma etkisi meydana gelmekte, bu da iç ortamda ısıl konfor oluşturmaktadır.

İnsan cildi üzerinden geçen hava, cilt yüzeyindeki nemi buharlaştırarak, fizyolojik olarak soğutma etkisi yaratır. Konfor havalandırması terimi, ısıl konforu yükseltmede hava hareketinin kullanıldığı teknik olarak kullanılır. Bu pasif soğutma tekniği, hava sıcaklıklarının orta derecede sıcak olduğu ve iç hava nem kontrolünde havalandırmanın gerekli olduğu, pek çok iklimde belirli periyotlar için kullanışlıdır [7].

Konfor havalandırması nadiren tamamıyla pasiftir, çünkü rüzgâr pek çok iklimde gerekli hava hızını oluşturmak için her zaman yeterli değildir. Gereken rüzgârı sağlamak için tavan arası fanları gerekebilir. İç hava sıcaklığı ve neminin dış hava koşullarının üstünde olduğu durumlar konfor havalandırması için en uygun durumlardır. Bu durum güneşin ısıtma etkisi ve bina içindeki ısı kaynakları nedeniyle sıklıkla söz konusu olur. Ancak dış ortam iç ortamdan sıcak olduğunda, dış hava sıcaklığı ile yapının ısın-

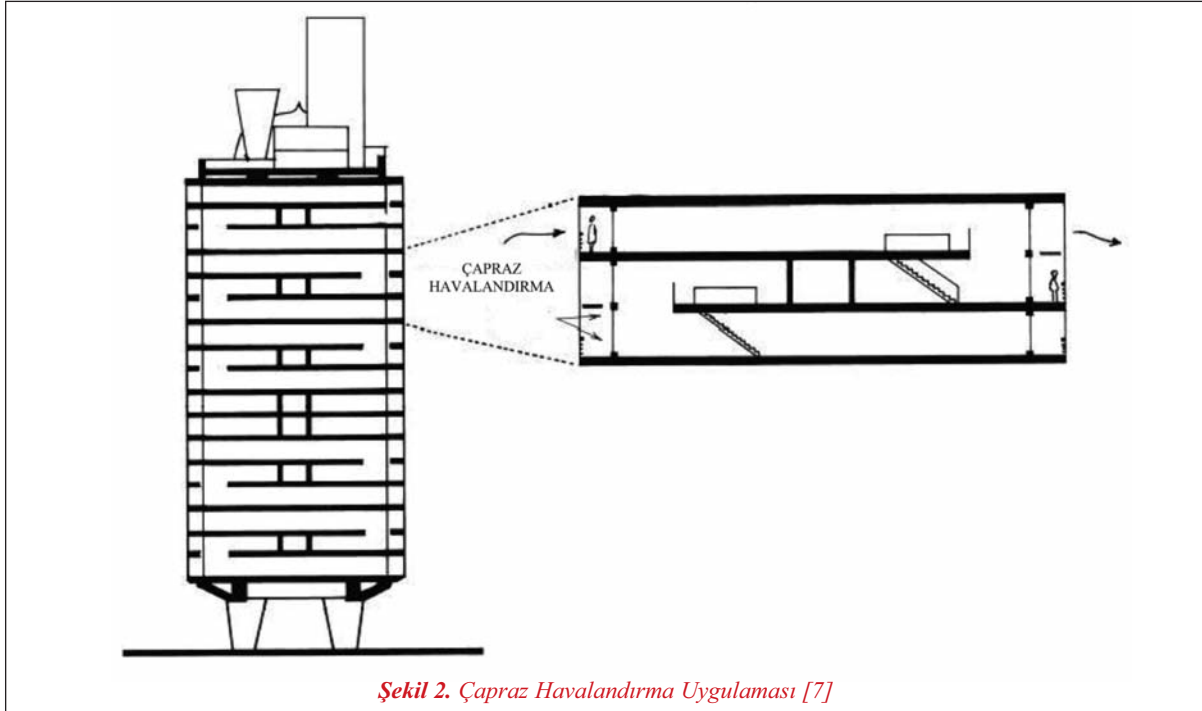
masını önlemek için pencereler kapalı tutulmalıdır. Daha soğuk iç havayı dolaştırmak için tavan vantilatörleri kullanılabilir [7].

Sıcak ve çok nemli iklimlerde konfor havalandırması sağlamak için [7];

- Rüzgârı destekleyici fan kullanılmalı
- Kullanıcılara yönelik hava hareketi artırılmalı,
- Pasif yöntemlerle ısıtmaya ihtiyaç duymayan ve çok nemli iklimlerde hafif konstrüksiyon seçilmeli,
- Ortalama ışınsal sıcaklığı, hava sıcaklığına yakın tutmak için yalıtım yapılmalı,
- Açılır kapanır pencere alanları, rüzgâra maruz ve rüzgâr arkasında kalan cephelere eşit olarak bölünmüş şekilde, taban alanının yaklaşık %20'si kadar olmalı,
- Pencereler hem gece hem de gündüz saatlerinde açık olmalıdır.

### 3.2.2. Çapraz Havalandırma

Bir binanın çevresindeki hava akımları, rüzgârın geldiği cephede yüksek basınç bölgeleri oluştururken, diğer cephede alçak basınç bölgeleri oluşturur. Yüksek basınç bölgesindeki alana girişler ve alçak basınç bölgesine çıkışlar yerleştirildiğinde en etkili çapraz havalandırma meydana gelir (Şekil 2). Hava



Şekil 2. Çapraz Havalandırma Uygulaması [7]



akış oranı giriş ve çıkışlar arasındaki basınç farkına bağlıdır. Giriş ve çıkış alanları büyük ve pencere açıklıkları rüzgârı nispeten dik aldığı anda havalandırma en üst düzeyde oluşur. Açıklıklar hâkim rüzgâr yönüne yönelik olmadığı zaman, tek bir duvarda pencerelerin olduğu odalar için peyzaj öğeleri veya kanat duvarları binanın etrafında negatif ve pozitif basınç bölgeleri oluşturulabilir ve hâkim rüzgâr yönüne paralel pencerelere rüzgâr akımı sağlanabilir. Eğer yerleşim doğru olursa, dikey çıkıntılı kanatlar bir pencerede pozitif basınç oluştururken, diğer pencerede negatif basınç oluşturur. Kanatları dışa doğru açılan pencerelerde benzer bir etki yaratabilir. Kanatlı pencerelerin etkileri rüzgâr alan pencerelerle sınırlıdır, rüzgâra ters yöndeki cephede bulunan açıklıklarda etkisi yoktur [9].

### 3.2.3. Baca Havalandırması

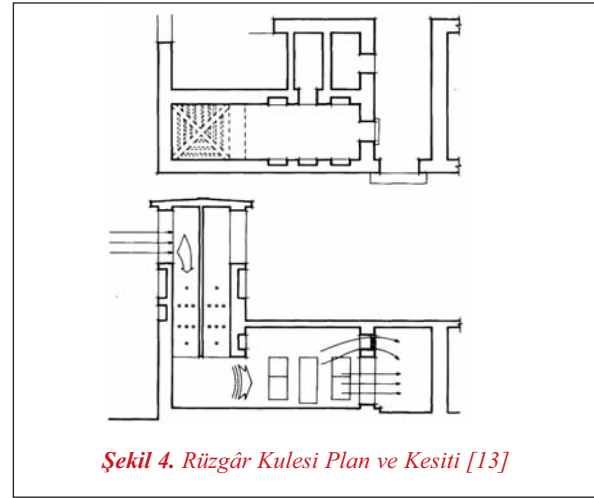
Rüzgâr estiğinde ve dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığının altında olduğunda çapraz havalandırma etkili bir serinletme stratejisi olabilir. Ancak rüzgâr her zaman esmeyebilir, örneğin gece saatlerinde, ya da rüzgâr bazı iklimlerde çok sakin olabilir, ya da yerleşim yeri veya kentsel durum rüzgârın binaya gelişini engelleyebilir. Böyle durumlarda yapının etrafında bir hava hareketine gereksinim duymayan baca havalandırması, benzer bir serinletici etki yapar. Bu uygulama aynı zamanda yönlendirmeden bağımsız olma gibi bir avantaja sahiptir [9].

Baca havalandırması yoluyla serinletilen bir odada sıcak hava yükselir, odanın üst noktasındaki açıklığa çıkar ve onun yerine daha serin hava odadaki alt kotta bulunan açıklıktan içeri girer (Şekil 3). Oda

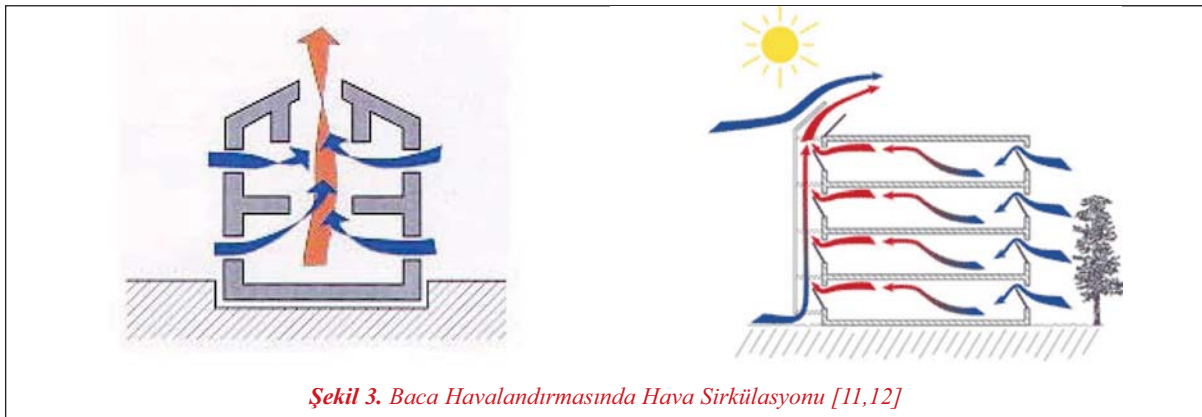
içerisinde beraberinde ısıyı da taşıyarak hareket eden havanın oranı, giriş ve çıkış açıklıklarının ölçüsü, bunlar arasındaki dikey mesafenin ve dış hava sıcaklığı ile içerideki farklı yüksekliklerdeki hava sıcaklığı ortalaması arasındaki farkın bir fonksiyonudur. Bu ağırlığa dayalı havalandırma sistemini geliştirmek için, tamamı yapının kesitinin tasarımı ile mümkün olan çeşitli stratejiler kullanılabilir [9].

### 3.2.4. Rüzgâr Kuleleri ile Havalandırma

Pencereler yolu ile esinti sağlayamayan yapılar, rüzgâr yakalayıcıları ile çatı üstü seviyesinden geçen esintileri yakalayabilir. Alçak kotlu ve yüksek yoğunluklu yerleşim düzeninde, her bina için iyi bir rüzgâr geçişi elde etmek zordur, çünkü rüzgâra karşı olan yapı, esintilerin diğer tarafa geçmesini engeller. Böyle durumlarda, nispeten daha serin, daha temiz havanın olduğu ve doğrudan aşağıdaki odaya inilebilecek yerlerde, rüzgâr yakalayıcıların kullanımı mümkündür (Şekil 4). Binaların yönlendirilmesinde



Şekil 4. Rüzgâr Kulesi Plan ve Kesiti [13]



Şekil 3. Baca Havalandırmasında Hava Sirkülasyonu [11,12]



## Makale

güneş veya gölge için yönlenme ve rüzgâr için yönlenme arasında bazen çatışma olur. Rüzgâr kulelerinin bir başka yararı, öncelikli yapı formu, kışın güneş toplamak gibi diğer kuvvetlere cevap verirken onlar rüzgârı yakalamak için herhangi bir doğrultuya yönelebilir. Yerden yukarı doğru yükseklik arttıkça, rüzgâr hızı artar, bu yüzden rüzgâr kuleleri önemli derecede yüksek hızlardaki rüzgârları alabilirler, rüzgâr kulelerinin açıklıkları zemin seviyesindeki pencerelere göre daha küçük olabilir (Şekil 5). Daha az engel olduğundan, rüzgâr kuleleri potansiyel olarak her yönden rüzgâr alabilir. Rüzgâr yakalayıcıları, yerel rüzgârların doğrultularının değişkenlik derecesine göre tasarlanmalıdır. Rüzgâr yakalayıcılarının bir, iki veya daha fazla yüzeyinin rüzgâra açık olarak seçilmesi binanın serinletmeye ihtiyacı olan aylardaki rüzgârgülü analizlerine dayalı olarak yapılmalıdır. Çoklu yönelimlerde, açıklıklar ile rüzgâr yakalayıcı tasarımları için, her bir yöndeki açıklık yapının ısı yükünü karşılayacak ölçülerde olmalıdır. Çıkış için kullanılan pencereler giriş açıklığının yaklaşık iki katı kadar olurken, tek doğrultulu tasarımlarda giriş açıklığı kulenin kesit alanından daha büyük olmamalıdır [9].



Şekil 5. Rüzgâr Kulesi Örneği [14]

### 3.2.5. Gece Havalandırması

Bütün iklimlerde çoğunlukla da nemli iklimlerde gece hava sıcaklığı, gündüz hava sıcaklığına göre daha düşüktür. Gecenin bu soğuk havası yapının kütesinden ısının uzaklaştırılmasında kullanılır. Önceden soğutulmuş kütle ertesi gün boyunca ısıyı emerek bir soğutucu olarak hareket edebilir. Havalandırma ısıyı yapının kütesinden gece boyunca uzaklaştırdığından, zamana bağlı bu pasif teknik gece havalandırması olarak adlandırılmıştır [7].

Bu soğutma stratejisi, 17°C'nin üzerindeki günlük sıcaklık değişimleri nedeniyle, en iyi sıcak ve kuru iklimlerde çalışır. Gündüz sıcaklıkları yaklaşık 38°C gibi oldukça yüksek bir değer almasına rağmen, gece sıcaklıkları yaklaşık 21°C değerindedir. Ancak bazı nemli iklimlerde, gündüz sıcaklıkları aralıkları yaklaşık 11°C seviyesinde olan iklimlerde de, iyi sonuçlara ulaşmak mümkündür. Gündüz sıcaklık aralıkları sadece sahile yakın yerlerde küçüktür [7].

Gece soğutması iki aşamada çalışır. Geceleyin doğal havalandırma ile veya fanlar ile gelen soğuk hava, iç kütle ile temas eder ve böylece kütle soğutur. Ertesi sabah pencereler sıcak dış hava ile yapının ısınmasını önlemek amacı ile kapatılır. Kütle bir soğutucu gibi davranır ve böylece hızla ısınmanın aksine iç hava sıcaklığını korur (Şekil 6). Ancak iç hava sıcaklığı konfor seviyesinin üstüne ulaştığında, konfor şartlarını devam ettirmek için iç sirkülasyonda kullanılacak fanlara ihtiyaç duyulur. Pasif ısınma tekniğinde olduğu gibi, içeride önemli sıcaklık aralıkları ile sonuçlanacaktır. Daha fazla termal kütle bu salınımı azaltacak olsa da, sıcak bir güne hazırlanan konfor bölgesi altındaki binanın gece soğutması için avantajdır [7].

Burada termal kütle büyük önem taşımaktadır, çünkü termal kütle olmadan gündüz saatlerinde yapıyı soğutan ısı emilimi olmaz. Kütle gereksinimi pasif solar ısıtmaya benzer şekildedir ve tabii ki her iki amaç için de kullanılabilir. İdeal olarak termal kütle miktarı, döşeme alanının her metrekaresi için 36 kg olması gerekir. Bu tekniğin uygulandığı yapılarda, ısı kazanımının minimize edilmesi, gerekli kütle miktarının da minimize edilmesi demektir. İyi gölgelemiş pencereler, iyi yalıtılmış bina kabuğu ve açık renkler gibi ısıdan korunma teknikleri kullanılmalıdır. Geceleyin ısının dışarı atılması için, açılıp kapanabilir pencere alanı taban alanının yaklaşık %10-15'i kadar olmalıdır. Doğal havalandırma yetersiz olduğunda havanın boşaltımı için fanlar kullanılmalıdır. Gece havalandırması ile hava akımı kullanıcılar üzerine değil, kütle üzerinden olmalıdır [7].

Gece havalandırmasının kuralları [7];

1. Gece havalandırması günlük sıcaklık değişimleri-





- nin 17°C'yi geçtiği sıcak ve kuru iklimlerde en iyi çalışır, ancak günlük sıcaklık farklarının 11°C'nin üzerinde olduğu nemli bölgelerde de etkilidir.
2. Düzenli gece rüzgârlarının olduğu bölgeler hariç, pencere fanları veya tüm bina için fanlar kullanılmalıdır. Pencerelelerin kapalı olduğu gündüz saatlerinde tavan fanları veya diğer sirkülasyon fanları kullanılmalıdır.
  3. İdeal olarak döşeme alanının her metrekaresi için 36 kilogramın üzerinde bir kütle olması gerekir ve bu kütlenin alanı döşeme alanının iki katı kadar olması gerekir.
  4. İyi bir ısı transferi sağlamak için gece hava akımı kütle üzerine yönlendirilmelidir.
  5. Pencereleler döşeme alanının yüzde 10 ila 15'i arasında olmalıdır.
  6. Pencereleler geceleri açık gündüzleri kapalı olmalıdır.

#### 4. GELENEKSEL YAPILARDA DOĞAL HAVALANDIRMA UYGULAMALARI

Bu bölümde dünyadaki geleneksel mimari örneklerinden özellikle doğal havalandırma tekniklerini ön

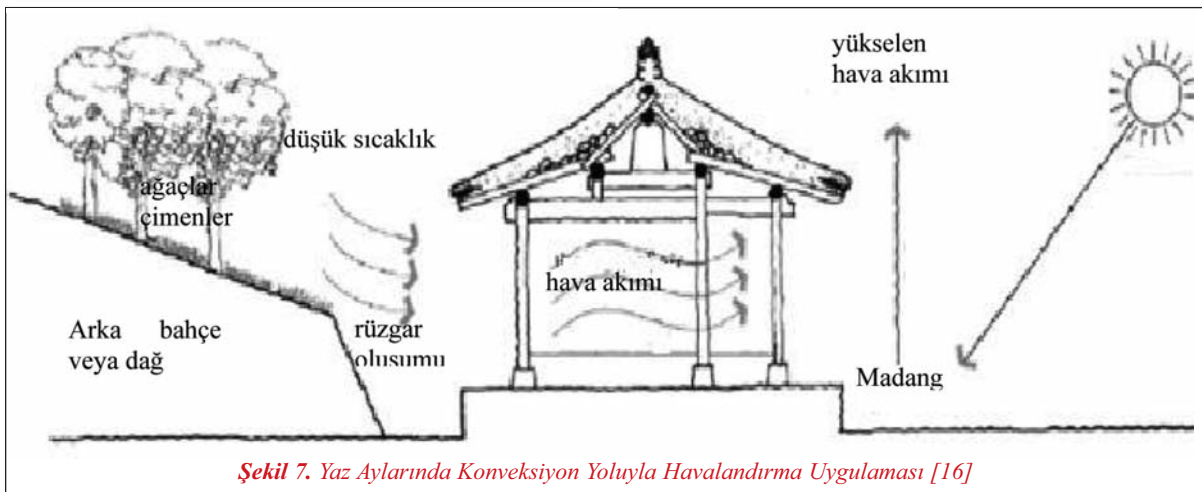


Şekil 6. Gece Havalandırmasının İşleyişi [15]

plana çıkararak yapılar seçilerek, havalandırma prensipleri analiz edilmiştir. Bu bağlamda sırası ile Kore, Fas ve İran geleneksel mimarilerinin havalandırma uygulamaları açıklanmıştır.

#### 4.1. Kore Geleneksel Mimarisi Örneği

Kore geleneksel mimarisi genellikle dağ eteklerinde konumlanmıştır. Dağlar rüzgârın hızı ve doğrultusu üzerinde çok etkilidir. Dağlık bölgelerdeki Kore geleneksel mimarlığı dağların etkisinden yararlanır ve mevsimsel iklim değişikliklerine cevap verir. Yapılar kışın soğuk rüzgârlara karşı korunmuştur. Bunun yanında yazın rüzgâr ve yüksek sıcaklık nedeniyle ılıman rüzgârlar gereklidir. Dahası tayfun gibi kuvvetli rüzgârlardan yapıların korunması gereklidir. Bu yüzden Koreliler yapılarını dağların yamaçlarına yerleştirir. Rüzgârsız yaz havasına rağmen Kore geleneksel mimarisi, çeşitli tekniklerin uygulanması sonucu rüzgâr üretir. Kore stili avlu "madang" yapının ön cephesinde yer alır. Madang; beyaz kille sıkıştırılmış boş bir alandır. Burada ağaç bulunmaz, köşede küçük bir bahçe veya küçük bir gölet bulunur. Yapının arka kısmı dağlarla ilişkilidir. Arka bahçede ağaçlar, çiçekler ve bitkiler bulunur. Keskin gün ışığında arka bahçe ve ön avlu arasında sıcaklık farkı oluşur. Gün ışığına maruz kalmış ön avlunun sıcaklığı, ağaçlar ve çiçeklerle yeşillendirilmiş arka bahçeden daha yüksektir. Yapının önü ve arkası arasında sıcaklık farklılığı yerel akım ile sonuçlanır (Şekil 7). Bu ısı akımından doğal olaylar yoluyla yararlanılması metodudur [16].



Şekil 7. Yaz Aylarında Konveksiyon Yoluyla Havalandırma Uygulaması [16]



## Makale

Geleneksel Kore evinde bir diğer doğal havalandırma unsuru dut ağacının kabuğundan el yapımı olarak üretilen “hanji” adı verilen bir tür kâğıttır. Kore evinin esas yaşam alanı olan Ondol-bang duvarları ve döşemeleri toprak malzeme ile oluşturulmuş bir hacimdir. Ondol’un duvar, tavan, kapı ve pencerelerinde nefes alabilme özelliğine sahip hanji kullanılmıştır. Tavanların dekorasyonunda, duvarların kaplanmasında, kapı ve pencerelerin boşluklarında hep hanji kullanılmıştır. Hanji benzer kalınlıktaki ve kalitedeki diğer malzemelere kıyasla çok yüksek izolasyon etkisine sahiptir. Hanji, lifli malzemedir yapılmıştır, hava sirkülasyonuna izin veren çok küçük boşlukları vardır. Bu nedenle hanji toprağın nemi kontrol etmesini engellemez. Pencereler ve kapılar kapalı durmasına rağmen iç hava sürekli olarak hanji aracılığıyla sirküle edilir[16].

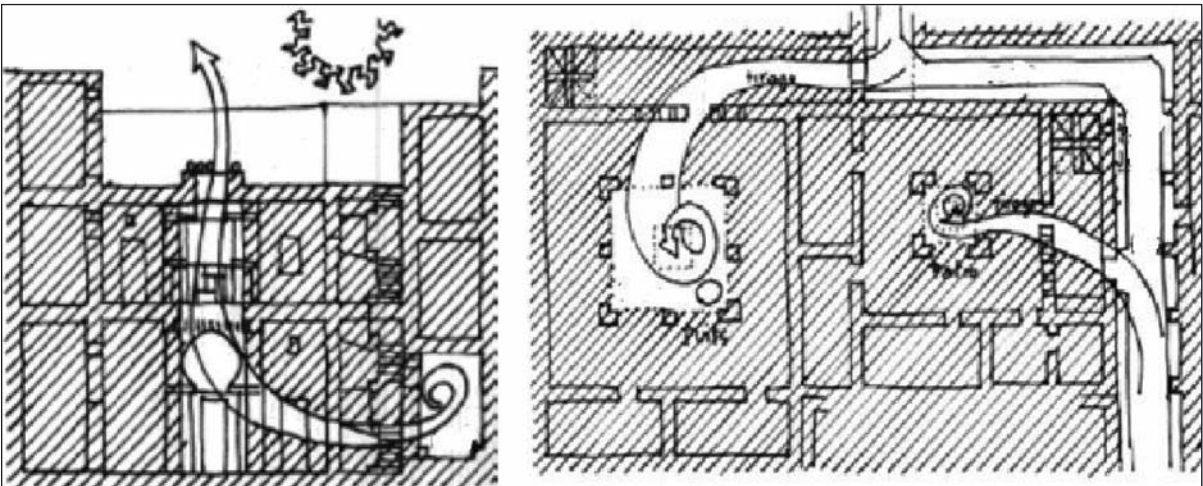
### 4.2. Fas Geleneksel Mimarisi Örneği

Fas geleneksel mimarisine özgü yapılardan biri “Kasr” olarak bilinen Kasbash adlı yapıdır. Kasbash; özellikle Kuzey Afrika'nın sıcak-kurak bölgelerde bulunan dış çevresi yüksek kerpiç duvarlarla çevrili müstahkem konutlardır. Kasbash'lar yüksek yapıdırlar ve çok küçük pencerelere sahiptirler, birbirlerine çok yakın inşa edilirler. Kasaba “kasr” olarak bilinen bu konutların birkaçını barındırır. Kasbash'lar sert sıcak-kuru iklime uyum sağlayabilir niteliklere sahiptir. Nitekim bu yapıların temel amacı sakinleri ve hayvanları yazın aşırı

güneşten korumaktır. Kasbash planlamasında en önemli unsur, büyük bir avlu ile içe dönük olarak planlanmasıdır. Avlular iklimsel kontrolde büyük bir öneme sahiptir. Cephelerin ısıya maruz kalmasını engellemek amacıyla konutlar üç adet dış duvara sahiptir. Her bir kasbash termal olarak oldukça etkin yüzey hacim oranına sahiptir. Duvarların çoğu ortak olarak kullanıldığından sadece çatı yüzeyleri güneşe maruz kalmaktadır. Konutların etrafı caddelerle çevrili olarak birbirine yakınlıkları, o evin pasif olarak soğutulmasında önemli bir rol oynar. Gölgelemiş alanlarda (caddelerde) depolanmış soğuk hava konveksiyon yoluyla avluya itilir ve sonra evin dışına doğru yükselir (Şekil 8). Bu durum evin gün boyunca serin kalmasına yardımcı olur [17].

### 4.3. İran Geleneksel Mimarisi Örneği

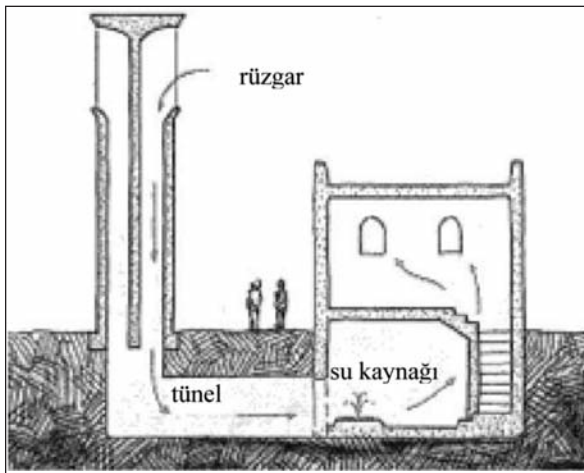
İran geleneksel mimarisinde rüzgâr kulesi kullanımı ön plana çıkmaktadır. Basra körfezinde badgir olarak adlandırılan rüzgâr kulelerinin kullanımı Yazd’ın geleneksel İran evleri için önemli bir özelliktir. Bu kuleler etrafından geçen rüzgârı yakalar ve kanallardan aşağıya zemin ve bodrum kat hacimlerine iletir. Rüzgâr kuleleri dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığından düşük olduğunda, yaz sabahları ve yaz akşamlarında sakinlerin serinlenmesini sağlar. Ayrıca özellikle bodrum katlarda etkili bir havalandırma yaparak, havayı yeniler ve istenmeyen kokuları uzaklaştırır. Rüzgâr kulelerinin yönü oldukça önemlidir. Bazıları rüzgârın estiği yöne bakacak şekilde tek yönlüdür.



Şekil 8. Kasbash Konutunda Konveksiyon Yoluyla Havalandırmaı Gösteren Plan ve Kesit [17]



Bazıları ise farklı yönlerden esen rüzgârları da alabilecek şekilde çok yönlüdür. Hiçbir esintinin olmadığı durumlarda serinletme yapamazken, havalandırma işlevini sürdürür. Bu tatmin edici amaçlara ek olarak, kuleler gece soğutması ve sıcak havanın otomatik olarak yükselmesini sağlamak amacıyla termal kütle olarak inşa edilir. Bazen, rüzgâr kulelerini daha etkili kullanabilmek için, kule etkisi buharlaşma yoluyla soğutma konsepti ile birleştirilir. Rüzgâr kulelerinden gelen hava kanalları içerisinde havuz veya çeşme bulunan avlulara yönlendirilir (Şekil 9). Buharlaşan su havaya rahat bir tazelik katar [17].



Şekil 9. Buharlaşma Etkili Rüzgâr Kulesi Tasarımı [17].

Sonuç olarak iklimsel koşullara göre yönlendirilmiş yapılar, pasif iklim kontrolü ile ilgilenen tasarımcılara esin kaynağı olabilecek derslerle doludur. Örnekler ekstrem iklimlerde uygulanmış olmasına rağmen, bazı teknikler ılıman ortamlarda da uygulanabilir. Vernaküler konutlar üzerine yapılacak ilave çalışmalar, enerji kullanımı açısından çok verimli yapıları estetik fikirlere teslim edebilir.

## 5. GÜNÜMÜZ YAPILARINDA DOĞAL HAVALANDIRMA UYGULAMALARI

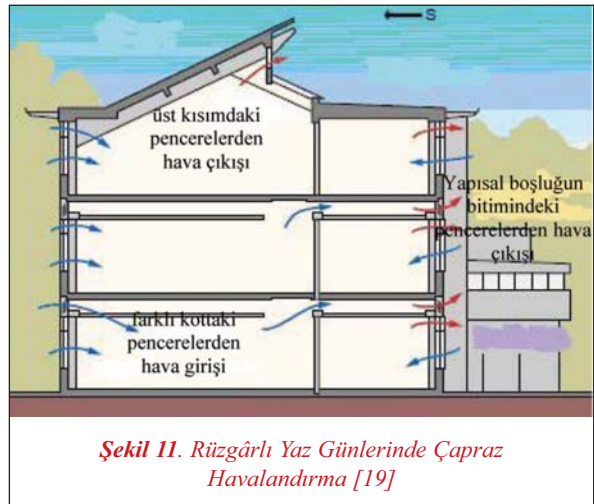
### 5.1. BRE's Environmental Building Binası

İngiltere'de Londra yakınlarındaki Watford semtinde Feilden Clegg Architects tarafından tasarlanmış bir ofis binasıdır (Şekil 10) Yapının en çarpıcı özelliği, güney cephesinden görünen cephede yukarıda doğru yükselen beş ayrı havalandırma bacasıdır. Bu form,



Şekil 10. BRE's Environmental Building Binası

enerji etkin doğal havalandırma ve soğutma sisteminin önemli bir parçasıdır. Bir sera gibi çalışmak yerine, yaz güneşi ön tarafı camlı baca içerisine ışık saçarak, içerideki havayı ısıtır. Isınan hava doğal olarak paslanmaz çelik bacanın dışına yükselir ve yerine yapının içerisindeki havanın çekilmesine neden olur. Esintili günlerde karşılıklı hava hareketi daha da artar (Şekil 11). Çok sıcak ve durgun günlerde ise, daha çok hava akımı sağlamak için, bacaların tepesinde düşük enerjili fanlar koyulabilir [19].



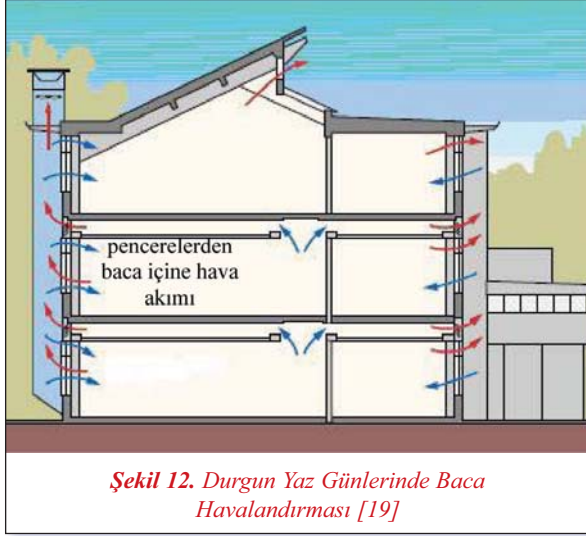
Şekil 11. Rüzgârlı Yaz Günlerinde Çapraz Havalandırma [19]

Binadan dışarıya olan hava hareketi, dışarıdan, havalandırma açıklıklarından daha soğuk taze havayı içeri çeker. Rüzgârsız durgun günlerde, hava, yüksek kottaki pencerelerinden, binanın gölgeli kuzey cephesinden içeri alınır. Daha sıcak veya rüzgârlı havanın kuzey cephesinde olduğu kadar soğuk olmadığı



## Makale

günlerde, hava kavisli içi boş zemin döşemelerindeki geçitler arasından çekilir (Şekil 12).



*Şekil 12. Durgun Yaz Günlerinde Baca Havalandırması [19]*

Beton sahip olduğu termal kütlesi veya hacmi nedeniyle havanın ısısını emerek, gelen havayı soğutur. Döşemenin içerisinden soğuk su sirküle edilerek ilave soğutma elde edilebilir. Sıcaklık devamlı 10 °C civarında olduğu durumlarda, soğuk su 70 metre derinliğindeki borulardan çekilebilir. Bir eşanjör yardımıyla döşeme altındaki borular arasından sirküle edilir. Kuyu suyu daha alt kattaki ikinci bir boru ile zemine döndürülür, böylece hiç su atılmaz. Geceleyin, ertesi gün için soğuk depolamak amacıyla, kontrol sistemleri havalandırma yollarını beton döşemeye yönlendirir. Buradaki kavisli döşemeler, düz döşemelere göre daha fazla yüzey alanına sahiptir ve enerji tüketen iklimlendirme cihazları kullanmaksızın soğuk bir radyatör gibi çalışır. Kış ayları boyunca, yerden ısıtma sistemi şeklinde, betonarme döşeme arasından sirküle edilen su ısıtılır. Bu durum gerektiğinde, ofis alanının çevresindeki radyatörlerle güçlendirilir. Gaz yakıtlı yoğunlaşmalı kazanlar tarafından ısıtılan su, atılan baca gazları içinde genellikle ısının büyük bir kısmını geri kazanır ve sıradan kazanlara göre %30 daha verimlidir [19].

### 5.2. The Eastgate Centre Binası

The Eastgate Centre binası Zimbabwe'nin başkenti Harare'de mimar Mick Pearce tarafından tasarlanmış, ofis ve alışveriş merkezi olarak karma kullanımlı bir

binadır (Şekil 13). Doğal ısıtma, soğutma ve havalandırma prensiplerinin kullanıldığı, Harare'deki bu muazzam bina, ticari gelişmenin oldukça sürdürülebilir bir formu için, oldukça ilgi çekici bir model sunmaktadır. Başlangıçta Avrupa'nın ılıman iklimi için geliştirilen klimalı cam cepheli kuleler, dünyanın çeşitli yerlerine gelişigüzel ihraç olmaya devam etmektedir. Afrika'da bile, ekstrem iklim koşulları ve kaynak kıtlığı ile bu model hiç düşünülmeden çoğaltılır. Bu yüzden Zimbabwe'nin başkenti Harare'deki The Eastgate Centre Binası için hazırlanmış, cesaret verici raporlar, gelecekteki gelişmeler için, ilham verici ve alternatif paradigma sağlayabilir [20].



*Şekil 13. The Eastgate Centre Binası [5].*

Ove Arup mühendisleri, sıcaklık değişimleri, hava akımları ve ısı kazançlarını bilgisayar simülasyonu kullanarak, alternatif pasif servis stratejileri geliştirmek için çalıştılar. Temel prensip, Harare'nin ikliminden dolayı gereken karmaşık ısıtma sistemine olan ihtiyacın azaltılmasını sağlamak olmuştur. İlk olarak bina kütlesi, dış duvarlar ve pencerelerle ilgili belirli parametreler koyulmuştur. Bina kütlelerinin; içeriden daha çok etkilenecek şekilde olabildiğince fazla ağır, dış duvarların; doğrudan güneş ışığından korunmuş, pencerelerin; güneşli kuzey cephede yüzey alanının % 25'inden fazla olmayacak şekilde küçük olması planlandı. Ayrıca tahmin edilemeyen sıcaklık dalgalanmalarından korunmak için, pencerelerin ve tüm havalandırma kanallarının kapalı tutulması planlandı. Mimar, birbirlerine 145 metre uzunluğunda atriumla bağlanmış, doğudan batıya yönlendirilmiş, iki adet dar, dokuzar katlı bloklar tasarladı (Şekil 16). Blokların kahramanca kaslı görünümleri, tuğla ve prekast beton ünitelerle sarıl-



mış, yerel malzeme ile yapılmış betonun masif termal kütesini yansıtır. Döşeme plağı, kesitte yükseklik kazandıracak ve pencerelere gölge sağlayacak biçimde devam eden bir balkon formunda uzatılmıştır [20].

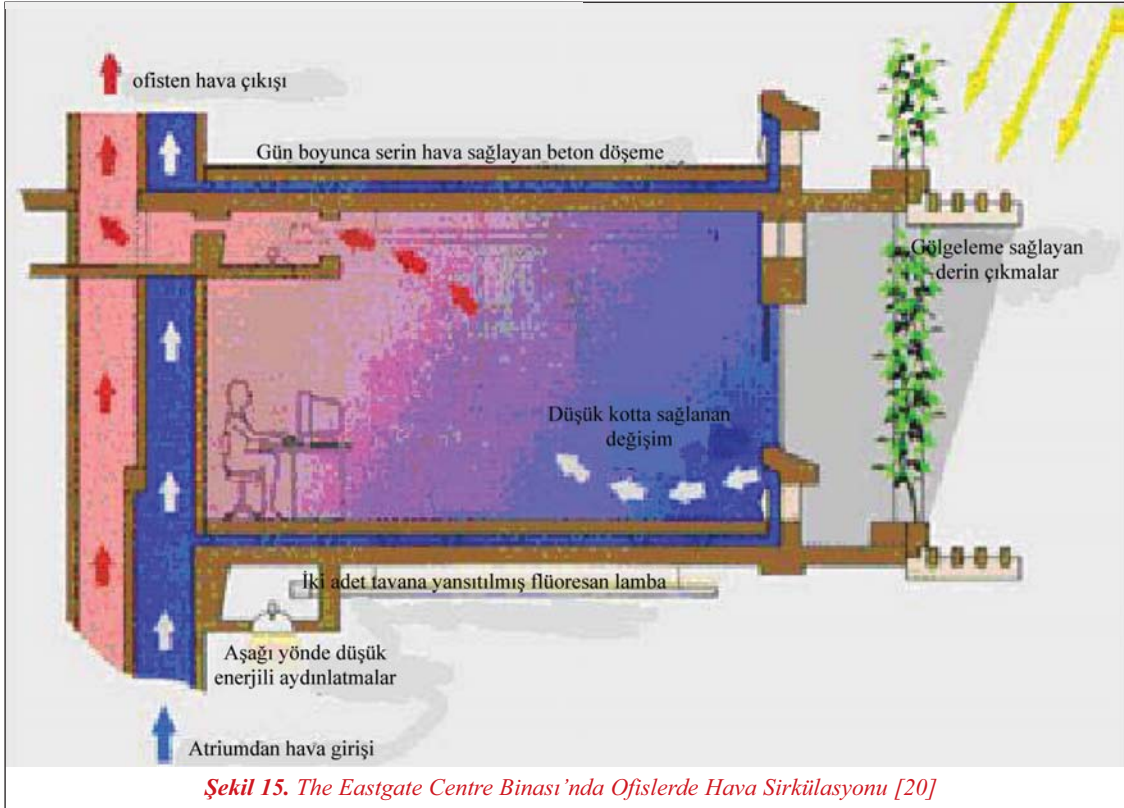
Binanın devasa kütlesi, hava sıcaklığını dengelemede kullanılmıştır. Binada sadece ilk iki katı ve bodrumdaki otoparkı mekanik olarak havalandırılmaktadır. Birinci katın hemen üstünde, yukarıdaki ofislere



**Şekil 14.** The Eastgate Centre Binası'nda Prekast Döşeme Uygulaması [20]

basınçlı hava sağlamak için fanların bulunduğu bir servis katı vardır. Her bloğun merkezindeki çekirdek boyunca yerleştirilmiş 32 dikey destek kanalı aracılığıyla hava dağıtılır. Bu kanallar ofis döşemelerinin altındaki basınç odalarını destekler ve ofisler de pencerelerin altındaki ızgaralar aracılığıyla basınç odalarından faydalanırlar (Şekil 15). Ofislerin tabanında, yerinde döküm betonarme döşeme ve altlık üzerine, içinde kanallar oluşturacak şekilde boşluklar bulunan beton prekast bloklar konularak, içi boşluklu bir döşeme yapısı oluşturulmuştur (Şekil 14). Beton prekast blokların altında dişler vardır, bunlar boşlukların iç yüzey alanını artırarak hava türbülansını teşvik eder. Bu cihazlar kütlede ısı transfer hızını arttırmaya çalışırlar. Beton sıcaklığının 20° C'nin altında kalması beklenir.

Bu mekanizma dönüşümlü olarak gündüz süresince serin havayı, gece süresince de sıcak havayı kullanır. Döşemelerin altı etki yüzeyini arttırmak için tonozludur. Isınan hava, ofisten yüksek kotta bulunan çekirdeğe geçitlere girerek, dikey shaftlara doğru yatay olarak hareket eder. Sonunda atık hava, çatı



**Şekil 15.** The Eastgate Centre Binası'nda Ofislerde Hava Sirkülasyonu [20]







## Makale

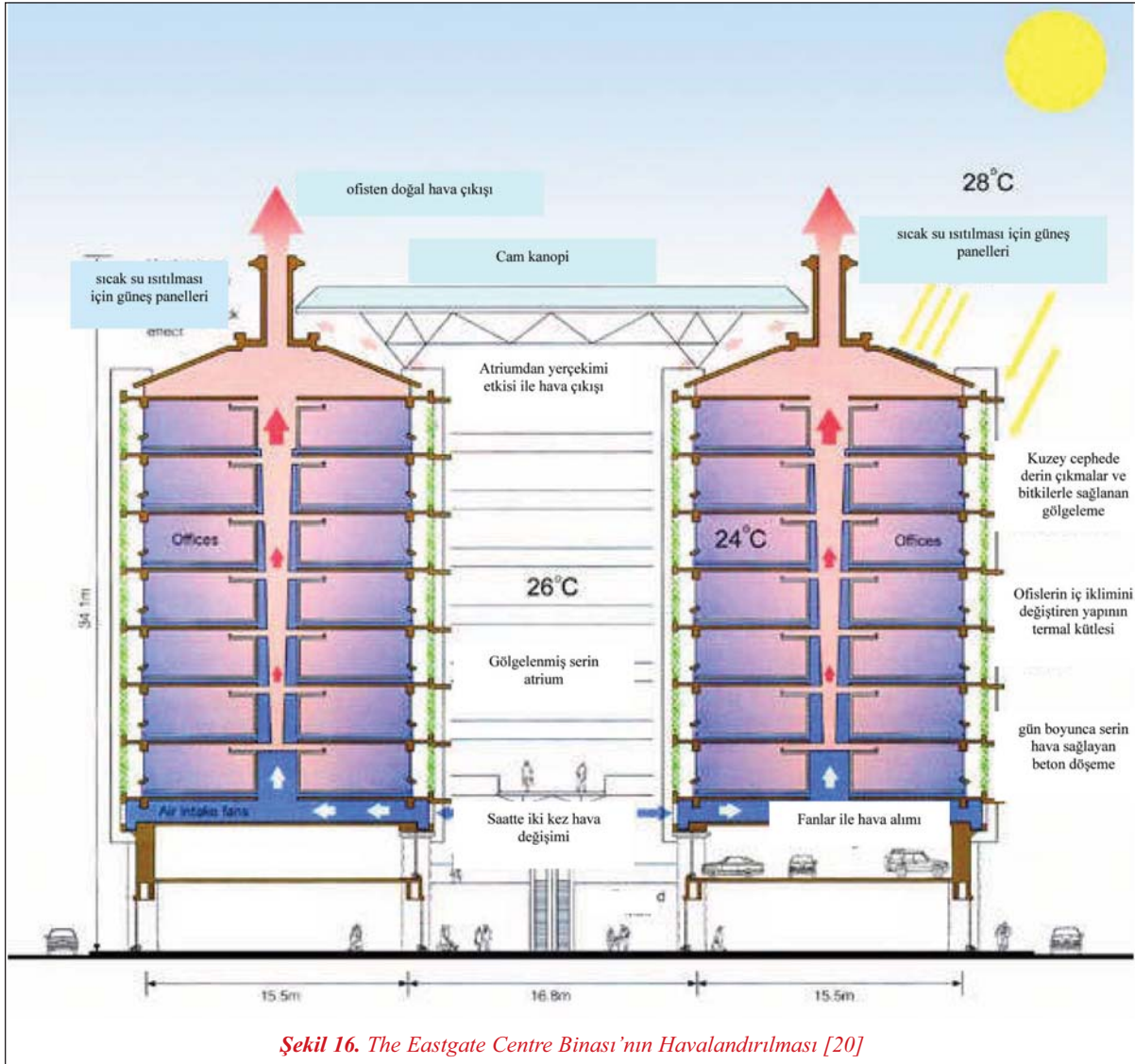
seviyesinden 48 adet baca aracılığıyla tahliye edilir [20].

Umulan optimum performans gün boyunca saatte iki defa hava değişiminin sağlanmasıdır. Bu hava değişimi geceleyin döşeme plağının soğumasını hızlandırmak için saatte yedi kez hava değişimi yapacak şekilde artırılmıştır. Geceleyin ön soğutma için büyük fanlar, gündüz havalandırması için ise daha küçük fanlar kullanılmıştır. Gece/gündüz değişikliklerinin zamanlaması, çevre sıcaklıklarının değişimlerinden yararlanmak için mevsimlere göre değişir. Flüoresan tüplerle yapılan yapay aydınlatma, yukarı doğru tonozlu beton tavana yöneliktir. Bu durum

daha az kamaşma oluşturmanın yanı sıra, hacme ısı vermek yerine, ısının döşeme tarafından emilmesini sağlamaktadır. Soğuk kış ayları için odalarda ısıtıcılar bulunur. Bu ısıtıcılar, hem lokal, hem de merkezi olarak çalıştırılabilirler, böylece kullanıcılar odadaki ısıyı kontrol edebilirler ve yükün azalması bina yönetimi tarafından kontrol edilebilir. Doğal ısıtma ve soğutma için bu sistemin kullanılmasıyla ulaşılan en yüksek elektrik talebi, geleneksel iklimlendirme sistemlerine kıyasla 20 kez daha düşük olduğu tahmin edilmektedir [20].

## SONUÇ

Enerji kullanımı, türüne ve miktarına bağlı olarak



Şekil 16. The Eastgate Centre Binası'nın Havalandırılması [20]



önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Yapılar da yaşam döngüleri boyunca çeşitli nedenlerle enerji kullanarak bu sorunlara katkıda bulunurlar.

Yapıların çevre üzerindeki olumsuz etkileri en çok bu nedenle olmaktadır. Çünkü yapıların küresel ve bölgesel olarak toplam enerji tüketimindeki payları önemli miktardadır.

Yapıların görevi, insanları barındırırken aynı zamanda dış ortamın olumsuz etkilerini azaltarak/yok ederek iç ortamlarda insan sağlığı için uygun ortamı ve konfor koşullarını sağlamaktır. Bunun için çeşitli yöntemler uygulanabilir. Ancak enerji etkinliği açısından doğal yöntemlerin seçilmesi beklenmektedir. Doğal iklimlendirme yöntemleri, genel olarak mekanik sistemlere gereksinimi azaltacak şekilde, istenen koşulların yapının çeşitli performanslarının ve fiziksel kuralların kullanılarak elde edildiği yöntemlerdir. Bu uygulama yapıya enerji etkinliği kazandırarak önemli bir ekolojik özellik katmaktadır.

Enerji kullanan her sektör gibi yapı sektöründe de enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir. Bu çalışma ile insan sağlığı için çok önemli olan iç hava kalitesinin iyileştirilmesi ve iklimlendirme için mekanik sistemler yerine uygulanabilecek doğal havalandırma yöntemlerine dikkat çekilmiştir.

Yapıların kullanım aşamasında iklimlendirme ve havalandırma için tüketilen enerji miktarının bazı bölgelerde ve yapı türlerinde çok fazla olduğu bir gerçektir. Buna karşılık doğal yöntemlerle bu enerji yükünün azaltılmasının mümkün olabileceği de ortaya çıkmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] EPA- 402-K-01-003; "Healthy Buildings, Healthy People: A Vision for the 21st Century" <http://www.epa.gov/iaq/hbhp/index.html>, October 2001.
- [2] Scheuer, C., Gregory, A., Reppe, P., "Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications", *Enerji and Building* Volume 35, Issue 10, 2003, p. 1049-1064.
- [3] Roodman, D.M., Lenssen N., "A Building Revolution:

- How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction", *World watch Paper* 124, March 1995, <http://worldwatch.org/press/>
- [4] TÜBİTAK, "Vizyon 2023" Teknoloji Öngörüsü Projesi Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Ön Rapor", 24 Ocak, Ankara 2003.
  - [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Eastgate\\_Centre,\\_Harare](http://en.wikipedia.org/wiki/Eastgate_Centre,_Harare)
  - [6] Halacy, D., Technical Paper 48, "Understanding Passive Cooling Systems", , Published By, VITA 1600 Wilson Boulevard, Suite 500, Arlington, Virginia, USA.
  - [7] Lechner, N., "Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects", John Wiley & Sons, Canada, 1991.
  - [8] Aynsley, R., "Natural Ventilation in Passive Design", *BEDP Environment Design Guide*, May 2007 • Tec 2 • Summary
  - [9] Brown, G.Z., Dekay, M., Sun, Wind, Light, -Architectural Design Strategies-, John Wiley&Sons, 2001.
  - [10] Kleiven, T., "Natural Ventilation in Buildings, Architectural concepts, consequences and possibilities" Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doktor Ingeniør at Norwegian University of Science and Technology Faculty of Architecture and Fine Art Department of Architectural Design, History and Technology, March 2003.
  - [11] [http://www.cce.ufl.edu/current/green\\_building/passive.html](http://www.cce.ufl.edu/current/green_building/passive.html)
  - [12] [http://www.dyerenvironmental.co.uk/natural\\_vent\\_systems.html](http://www.dyerenvironmental.co.uk/natural_vent_systems.html)
  - [13] <http://unu.edu/unupress/unupbooks/80a01e/80A01E0z.gif>
  - [14] [http://www.trekearth.com/gallery/Middle\\_East/Qatar/South/Ad\\_Dawhah/Doha/photo617290.htm](http://www.trekearth.com/gallery/Middle_East/Qatar/South/Ad_Dawhah/Doha/photo617290.htm)
  - [15] [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/vita/coolingp/en/coolingp.htm](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/coolingp/en/coolingp.htm)
  - [16] Kim, D., "The Natural Environment Control System Of Korean Traditional Architecture: Comparison With Korean Contemporary Architecture", *Building and Environment* Volume 41, Issue 12, December 2006, Pages 1905-1912
  - [17] Naciri, N., "Sustainable Features Of The Vernacular Architecture: A Case Study of Climatic Controls in the Hot-Arid regions of the Middle Eastern and North African Regions", 2007.
  - [18] <http://projects.bre.co.uk/envbuild/index.html>
  - [19] <http://projects.bre.co.uk/envbuild/envirbui.pdf>
  - [20] Slessor, C., "Critical mass - use of principles of natural heating, cooling and ventilation for building in Harare, Zimbabwe". *Architectural Review*, The. FindArticles.com. 16 Jan, 2011. [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m3575/is\\_n1195\\_v200/ai\\_19007171/](http://findarticles.com/p/articles/mi_m3575/is_n1195_v200/ai_19007171/)
  - [21] Chown, M., "Building Simulation As An Aide To Design", Eighth International IBPSA Conference Eindhoven, Netherlands August 11-14, 2003.