

## NEFES ALAN YAPI KABUKLARI

**N. Volkan GÜR**<sup>1</sup>

**Konu Başlık No: 4 Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri**

### ÖZET

Günümüzde mimarlık terminolojisinde sıkça kullanım bulan sürdürülebilir mimarlığın ana ilkelerinden biri, kullanıcı sağlığını ve konforunu gözeten mimarlık ürünlerini ortaya koymaktır. Kullanıcıya ve ihtiyaçlarına odaklanan yaklaşımlardan biri de, binaların iç ortamında yeterli düzeyde doğal havalandırmayı az enerji kullanarak sağlamaktır. İklimin ve koşulların imkan verdiği durumlarda, dış ortamdan iç mekana taze hava girişinin sağlanması için özel çözümler ve yapı bileşenlerinden yararlanılmaktadır. Hasta bina sendromu olarak adlandırılan ve dış ortamdan yalıtılmış binalarda kullanılan yapay havalandırma sistemlerinin sonucu olarak kullanıcı üzerinde ortaya çıkan olumsuz etkilere karşı yönelinen doğal havalandırma yöntemlerinden yeni binalarda günden güne daha fazla yararlanılmaktadır. Bildiride, gelişmiş cephe sistemlerinde uygulanan doğal havalandırma çözümleri hakkında bilgi verilmektedir.

### ANAHTAR KELİMELELER

Yapı kabuğu, doğal havalandırma, kullanıcı ihtiyaçları, cephe sistemleri, sürdürülebilir mimarlık.

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr. N. Volkan GÜR M.S.G.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Bilgisi Anabilim Dalı34427 Fındıklı  
0 212 25216 00-279 volkan.gur@msgsu.edu.tr

## 1. Giriş

Günümüzde mimarlık terminolojisinde sıkça kullanım bulan sürdürülebilir mimarlığın ana ilkelerinden biri, kullanıcı sağlığını ve konforunu gözeterek mimarlık ürünlerini ortaya koymaktır. Kullanıcıya ve ihtiyaçlarına odaklanan yaklaşımlardan biri, binaların iç ortamında yeterli düzeyde doğal havalandırmayı az enerji kullanarak sağlamaktır. Binalarda doğal havalandırmanın iki önemli avantajından biri, iyi hava kalitesi için gereken havalandırmanın elektrik enerjisi gerekmeden sağlanması, ikincisi ise yazın ısı konforunun gün içindeki hava hareketleri ve gece havalandırması ile etkin şekilde gerçekleştirilmesidir [1]. Hasta bina sendromu (sick building syndrome) olarak adlandırılan ve dış ortamdan yalıtılmış binalarda kullanılan yapay havalandırma sistemlerinin sonucu olarak kullanıcı üzerinde ortaya çıkan olumsuz etkilere karşı yönelinen doğal havalandırma yöntemlerinden sürdürülebilirliği gözeterek yeni binalarda günden güne daha fazla yararlanılmaktadır.

## 2. Doğal havalandırma ve temel prensipler

Bina içinde iyi hava kalitesi sağlamak için, kullanıma ve kullanıcı sayısına bağlı olarak düzenli hava değişimi yapılmalıdır. Bina içinde bu hava değişiminin ek enerji tüketimi gerektirmeden sağlanmasına doğal havalandırma denilmektedir [2]. Sürdürülebilir bakış açısıyla binalarda maksimum doğal havalandırma yapılması amaçlanmalıdır [3]. Hasta bina sendromu olarak bilinen ve kullanıcıya rahatsızlık veren sağlık semptomlarının azaltılmasında doğal havalandırma önemli bir etkidir [4]. İklimin ve koşulların imkan verdiği durumlarda, dış ortamdan iç mekana taze hava girişinin sağlanması için özel çözümler ve yapı bileşenlerinden yararlanılmaktadır. Doğal havalandırmada etkili faktörler; rüzgar ve sıcaklık farkı ile oluşan termal kaldırma kuvvetidir [5, 6]. Havalandırma açıklıklarının tür, boyut, konum ve kontrol edilebilirliği de iyi bir doğal havalandırma için önemlidir [7]. Yapı kabuğunu doğal havalandırma sağlayacak şekilde tasarlarırken temel prensipler göz önünde tutulmalıdır. Termik prensiplere göre hava ısındıkça moleküller hızlanır, basınç artar, yoğunluğu azalan hava yükselir. Kapalı bir mekanda sıcak hava yukarıda, soğuk hava ise aşağıda yer alır. Toprak seviyesinden yukarı doğru çıkıldıkça rüzgar hızı, bununla birlikte basınç ve vakum etkisi artar. Bu durum, yüksek yapılarda doğal havalandırma için özel önlemler alınmasını gerektirir.

Bina içi mekanlar boş iken 0.3/h gibi minimum bir değer yeterli iken, çalışma saatlerinde 1.1/h değerine erişilmelidir. Kişi başına 40-60 m<sup>3</sup>/h temiz hava girişi sağlanmalıdır. Doğal havalandırma sağlanan odanın alanına göre ise yaklaşık olarak 200 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> oranındaki havalandırma açıklıkları yeterli olmaktadır [8]. Bununla beraber, iç ortamdaki kullanıcının konfor koşulları açısından, hava hızının 0.15 m/s değerinin üzerine çıkmamasına dikkat edilmelidir.

Doğal havalandırma ile ilgili olarak dikkate alınması gereken konular şunlardır [9]:

- Isıtma için gerekli enerjinin artması
- Yaz aylarında iç ortam sıcaklığının artma riski
- İç mekandaki hava hareketleri
- Durgun havalarda havalandırma yetersizliği


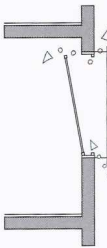

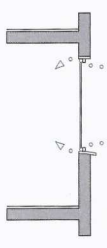
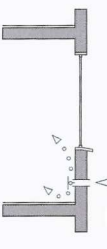
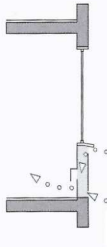
## 3. Yapı Kabuğunda Doğal Havalandırma Elemanları

Çoğu binada iç ortam pencereler yoluyla havalandırılır. Pencereler, havalandırma dışında doğal ışık ve dışarıyı görüş ihtiyacını karşılarırken yeterli enerji korunumu da sağlamalıdır. Birbiri ile çelişen kriterler arasında duruma göre optimum çözüm sağlanması ise kritik konudur. Doğal havalandırma için yapı kabuğunda farklı bileşenlerden yararlanılmaktadır [10]. Tablo 1, havalandırma açıklıklarının özelliklerini göstermektedir.

### 3.1. Pencereler yoluyla havalandırma

Doğal havalandırma; sürme doğramalar, menteşeli pencereler veya paralel açılımlı doğramalar ile sağlanmaktadır. Hava değişim performanslarının yüksek olması ile kullanım ve yapım kolaylığı bu bileşenlerin ayırt edici özellikleridir. Bu havalandırma çeşidi gürültüsü ve rüzgar hızı az olan bölgeler için uygundur. Pencereler etkili hava değişim imkanı sağlamaktadır.

Tablo 1: Havalandırma açıklıkları ve özellikleri

		Hava değişimi	Kontrol edilebilirlik	Ses yalıtımı	Dışarıyı görüş	Notlar
	Pencereler	1-20 h <sup>-1</sup>	Orta	Kötü	Çok iyi	Düşük maliyet
	Çift kabuklu cepheler	0.5-5 h <sup>-1</sup>	Kötü	İyi	Kötü	Fazla ısınma riski
	Havalandırma kapakçıkları	1-3 h <sup>-1</sup>	İyi	Kötü	İyi	İlave çözüm
	Enfiltrasyon	0.5-2 h <sup>-1</sup>	İyi	İyi	-	Az karmaşık
	Kontrollü havalandırma elemanları	0.5-1 h <sup>-1</sup>	İyi	Çok iyi	-	Orta karmaşık
	Ses yalıtımı sağlayan havalandırma elemanları	1-3 h <sup>-1</sup>	Orta	Çok iyi	-	Çok karmaşık

### 3.2. Çift kabuklu cephelerde havalandırma

Özellikle gürültülü ve rüzgarlı bölgelerde çift kabuklu cephe sistemleri avantaj sağlayan çözümlerdir. Yaz aylarında ara boşluktaki hava fazla ısınabildiğinden, çift kabuklu cepheden havalandırma iç ortam sıcaklığına olumsuz yönde etki edebilmektedir. Bu durumda doğrudan havalandırma sağlayacak çözümler dikkate alınmalıdır. Dış tarafta yer alan ikinci kabuk dışarıyı görüş performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna rağmen, kullanıcıyı gürültü ve rüzgardan korumakta, kış aylarında ara mekandaki havanın ısınmasını sağlamaktadır. Ara bölmede yer alan güneş kontrol elemanlarının dış ortam koşullarından korunması da bir diğer avantajdır.

### 3.3. Havalandırma kapakçıkları

Özellikle yüksek binalarda olmak üzere, rüzgar basıncı pencerelerin güvenli şekilde açılıp kapanmasını engelleyebilmektedir. Yağmur ve rüzgar girişini kontrol edebilecek şekilde tasarlanan kapakçıklar yüksek rüzgar hızlarında bile kullanılabilir. Havalandırma kapakçıklarının şartlara bağlı olarak istenilen düzeyde havalandırma sağlayabilmesi için farklı açılarda açılabilir olması gerekmektedir. Bu türden bir havalandırma geleneksel pencereler veya kutu pencere tipinde çift kabuklu cepheler için uygulanabilir özellikler taşımaktadır.

### 3.4. Enfiltrasyon havalandırması

Pencere kenarlarında yer alan ufak açıklıklar yoluyla sağlanan hava değişimine enfiltrasyon denmektedir. Enfiltrasyon havalandırması sızıntı şeklinde ve sürekli. Yaz aylarında ısı konforun sağlanmasında etkin rolü olan ve kesintisiz şekilde gerçekleşen enfiltrasyon, kış aylarında ise istenmeyen ısı kayıplarına sebep olabilmektedir. Dış ortam gürültüsünün bu dar açıklıklardan az da olsa iç ortama geçişi söz konusudur.

### 3.5. Kontrollü havalandırma elemanları

Kontrol edilebilir havalandırma elemanları da yeterli düzeyde hava değişimi sağlayabilmektedir. Ek bir fan düzeneği olmadan, kullanıcı kontrolü altında havalandırma mümkündür. Hava kalitesi, iç ortamdaki kişi sayısı veya hava akımı düzeyi kontrol karar kriterleri arasındadır. Dış ortam koşullarına bağlı olarak gerçekleşen kontrol daha verimli olmaktadır. Yazın sıcaklık kontrollü bir sistem ile oda içinde ideal ısı koşullar sağlanabilmektedir.

### 3.6. Ses yalıtımı sağlayan havalandırma elemanları

Gürültülü bölgelerde ses kontrollü havalandırma elemanları geleneksel pencereler için yararlı bir seçenektir. Çift kabuklu cephe sistemlerine alternatif olarak düşünülebilir. Olumlu bir diğer özelliği ise geleneksel pencere çözümü ile kullanıldığında kullanıcının dışarıyı görüşünü iyi düzeyde sağlamasıdır.

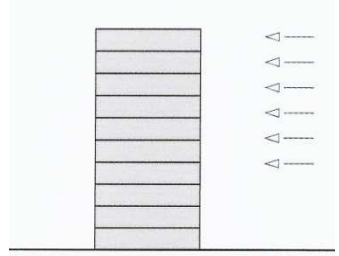
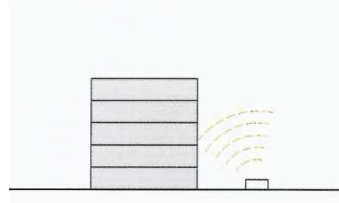
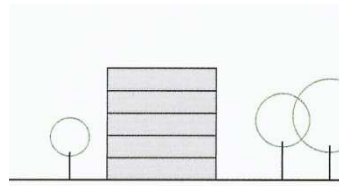
Havalandırma elemanlarının farklı bölgeler ve bina türleri için olumlu ve olumsuz yönleri Tablo 2’de açıklanmıştır [10].

## 4. Doğal Havalandırma Sağlayan Yapı Kabuğu Uygulama Örnekleri

Doğal havalandırma esas alan yapı kabukları için ilk uygulama örneği içinde bulunduğumuz yıl içinde bitirilmesi planlanan ve Hamburg’da bulunan Şehir ve Çevre Bakanlığı binasının cephesidir (Şekil 1, 1). Tek katlı cepheden havalandırılan binada her cephe modülü üç camlı pencere kanadı yanında ısı yalıtımlı alüminyum havalandırma kapakçığı içermektedir. Havalandırma kapakçıkları metal cephe kaplaması arkasında yer almakta, bu sayede dış ortam koşullarına doğrudan açık olmaması sağlanmıştır. İç ortamın soğutulması da yine bu kapakçıklar yoluyla gece havalandırması yapılarak gerçekleştirilebilmektedir.

7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3–4 Nisan 2014  
Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş - İstanbul

Tablo 2: Farklı bölgeler ve bina türleri için havalandırma elemanlarının olumlu ve olumsuz yönleri

Havalandırma elemanı	Olumlu yönü	Olumsuz yönü	Bölge ve dış koşullar
<b>Çift kabuklu cephe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korunaklı güneş kontrol elemanı</li> <li>• Kışın iç ortama verilen havanın ılık olması</li> <li>• Gece havalandırması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüksek maliyet</li> <li>• Dışarıyı görüş iyi değil</li> <li>• Yazın aşırı ısınma riski</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve havalandırma kapakçıkları</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maliyet etkin</li> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korunaksız güneş kontrol elemanı</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve kutu tipi pencere</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Esnek çözüm</li> <li>• Gece havalandırması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kısmen korunaklı güneş kontrol elemanı</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve kontrollü havalandırma elemanı</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Gece havalandırması</li> <li>• Kullanıcı kontrolünde havalandırma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrol sistemi ihtiyacı</li> <li>• Yüksek maliyet</li> <li>• Korunaksız güneş kontrol elemanı</li> </ul>	Yüksek bina, rüzgara açık
<b>Kutu tipi pencere</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gece havalandırması</li> <li>• Kışın iç ortama verilen havanın ılık olması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi değil</li> <li>• Yazın aşırı ısınma riski</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve kutu tipi pencere</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Esnek çözüm</li> <li>• Gece havalandırması</li> </ul>		
<b>Pencere havalandırması ve enfiltrasyon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ses yalıtımlı temel havalandırma</li> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Maliyet etkin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sınırlı düzeyde ses yalıtımı</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve ses yalıtımlı havalandırma elemanı</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ses yalıtımlı havalandırma</li> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karmaşıklık düzeyi yüksek</li> </ul>	Gürültülü bölge
<b>Pencere havalandırması</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Maliyet etkin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korunaksız gece havalandırması</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve şaşırtma paneli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gece havalandırması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sınırlı düzeyde dışarıyı görüş</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve enfiltrasyon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Temel hava değişimi</li> <li>• Temel gece havalandırması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fark edilmeyen hava değişimi</li> </ul>	
<b>Pencere havalandırması ve kontrollü havalandırma elemanı</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dışarıyı görüş iyi</li> <li>• Kullanıcı kontrolünde temel havalandırma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüksek maliyet</li> <li>• Kontrol sistemi ihtiyacı</li> </ul>	Sessiz bölge

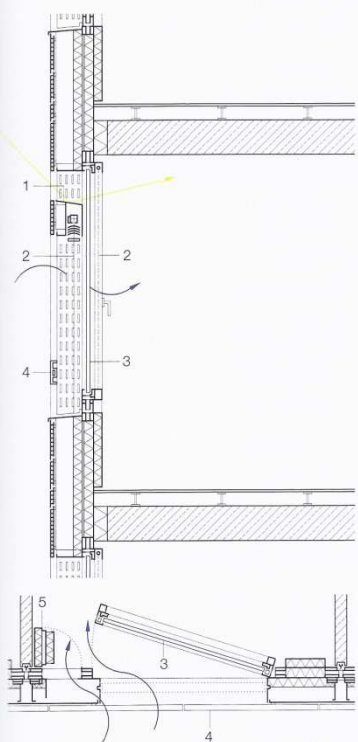
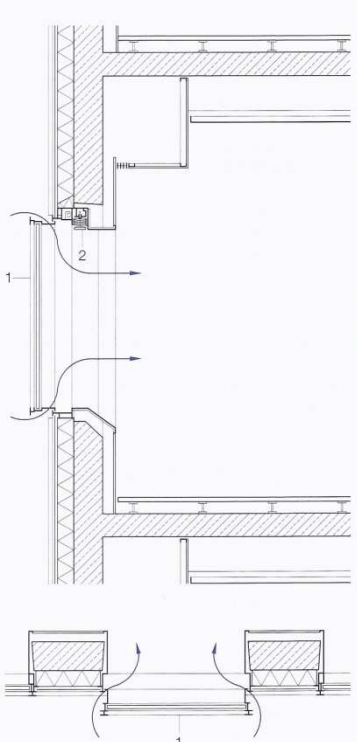
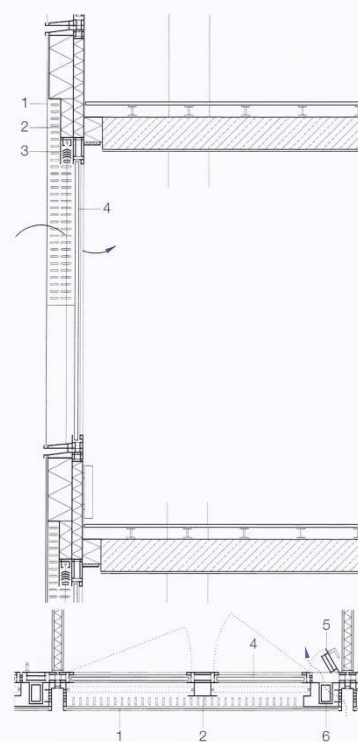
Şekil 1’de görülen ikinci cephe uygulaması, Frankfurt’ta yer alan 155 m yüksekliğindeki banka binasına aittir. Avrupa’nın en büyük yenileme projesi olan bina, LEED platinyum ve Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi altın madalyasını almıştır. Enerji tüketiminin yarı yarıya azaltılmasında üç camlı enerji verimli cephenin büyük rolü vardır. Motor ile çalışan pencereler, 180 mm dışarıya ve cepheye paralel şekilde açılmaktadır. Yağmur ve rüzgar arttığında pencereler otomatik olarak kapanmaktadır. Yazın gece havalandırması için yine otomatik olarak açılmaktadır. Ortam şartlarına adapte olabilen cephe sistemi sayesinde bina servislerine bağlı enerji maliyetleri etkin şekilde azaltılmaktadır.

Havalandırılmalı kutu pencere tipinde çift kabuklu cephe sistemine sahip ADAC merkez binası Munich’te bulunmaktadır (Şekil 1, 3). Cephe modülünde dış tarafta yer alan lamine cam, güneş kontrol elemanını korumakta ve bir tampon bölge yaratmaktadır. 92 m yüksekliğindeki binanın cephesinde cam ve alüminyum malzeme kullanılmıştır. Cephe modülünün iç tarafına temizlik için açılır iki kanat ve yalıtımlı havalandırma kapakçığı yerleştirilmiştir. Dış taraftaki lamine cam ile iç kabuk arasında havalandırılmalı boşluk bulunmaktadır. Ofis katlarında bölme duvarları bulunmadığından, rüzgarlı zamanlarda havalandırma kapakçıkları açıkken karşıt cephelerde etkin olan basınç ve vakum etkisi iç ortamda kontrolsüz hava hareketlerine sebep olabilmektedir. Bu noktada sabit hava debisini sağlayan kontrol elemanı devreye girmektedir. İklimlendirme cihazlarının enerji tüketimi azaltılırken iç ortama taze hava girmesi mümkün olmaktadır. Hava, cephe üzerinde negatif basınç varsa ünitenin valflerinden dış ortama çıkmakta, pozitif basınç varsa iç ortama girmektedir. Valfler 120 m<sup>3</sup>/saat ( $\pm 10\%$ ) değerinden itibaren hava debisini sınırlandırmak için kendiliğinden ve sessizce kapanmaktadır. Dış ve iç ortamlar arasındaki basınç farklılığı minimal düzeyde olduğunda, hava, kontrol elemanından doğrudan geçmektedir.

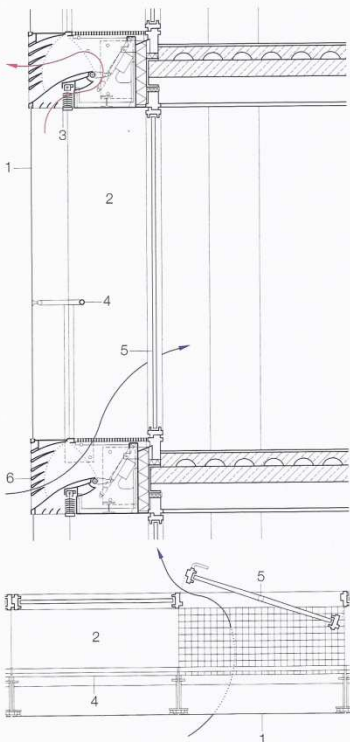

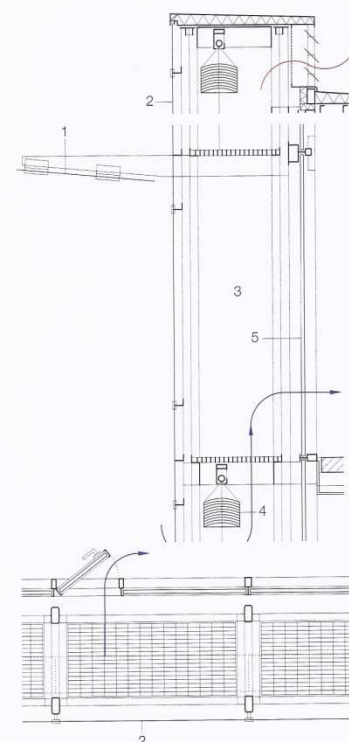

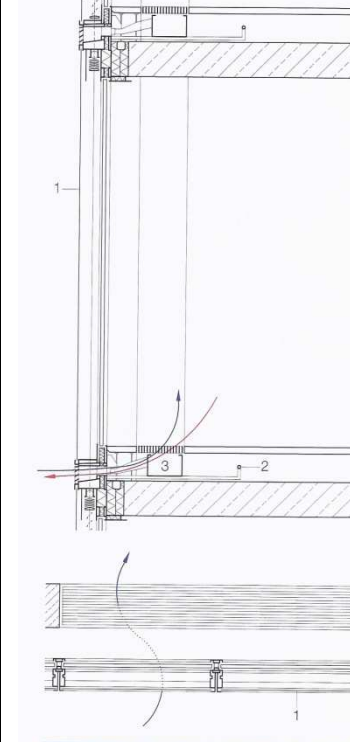

Düsseldorf City Gate binası kontrollü havalandırma üniteli çift kabuklu cephe sistemine sahiptir (Şekil 2, 4). Dış ve iç kabuk arasında yer alan boşluğa hava girişi ve buradan dış ortama çıkışı paslanmaz çelik havalandırma kutuları ile sağlanmaktadır. Kabuklar arasındaki koridor 140 cm genişliğe kadar erişmekte, güvenlik açısından küpeşte bulunmakta ve kullanıcıların erişimine imkan vermektedir. Kat döşemesi hizasında bulunan havalandırma kutuları içinde motor ile kontrol edilen hava kapakçıkları vardır. Dış ortam hava sıcaklığı iç ortamdakinden az ise, soğuk havanın havalandırma üniteleri yoluyla ara boşluğa alınması sağlanmaktadır. Buradan da iç kabuktaki açılır ahşap doğramalar ile iç ortama girmektedir. Bunun tersi olarak, dış ortam hava sıcaklığı iç ortamdakinden fazla ise havalandırma kapakları kapatılarak iç ortama sıcak havanın girişi engellenmekte, bu sayede soğutma enerjisinden tasarruf edilebilmektedir. Havalandırma sırasında dışarıya verilen atık havanın ve içeriye alınan taze havanın birbirine karışmaması için açıklıkların diyagonal yerleşimi yapılmıştır. Cephe ara boşluğunda gerçekleşen doğal hava akımı sayesinde ofis mekanlarında ayrıca iklimlendirmeye ihtiyaç olmamaktadır.

Bina yüksekliğinde ara boşluğu bulunan ve çift kabuklu cephe sistemine sahip olan Boston’daki Cambridge Kütüphanesi ek binası dört kat yüksekliğindedir (Şekil 2, 5). Cephe sisteminin en altından hava kapakçıkları ile ara boşluğa alınan hava yükselerek en tepedeki hava kapakçıklarından dışarıya çıkmaktadır. Güneş kontrolü 30 cm genişliğindeki jaluziler ile sağlanmaktadır.

Kapalı boşluklu kutu pencere tipinde cephe sistemi olan yönetim binası İsviçre’de bulunmaktadır (Şekil 2, 6). Bina, kat döşemeleri hizasındaki entegre havalandırma üniteleri ile havalandırılmaktadır. Hava delikleri, kat yüksekliğindeki kutu pencere ünitelerinin altında yatay yarıklar şeklinde düzenlenmiştir. İç kabukta üç camlı ünite, dış kabukta ise tek parça lamine cam bulunmaktadır. Binanın cephe sistemi ısıtma ve soğutma sistemlerini de destekler niteliktedir. Soğuk günlerde taze hava iç ortama verilmeden, üniteler içinde bulunan ısı değiştiricileri ile önceden ısıtılmakta, dış ortam hava sıcaklığı fazla olduğunda ise soğutulmaktadır.

Cephe uygulaması 1	Cephe uygulaması 2	Cephe uygulaması 3
<p>Havalandırma kanatları ve kapakçıkları bulunan tek kabuklu cephe, Hamburg, 2014</p> <p>Bina yüksekliği: 23 ve 50 m Modül boyutları: 2.60 x 3.33 m Havalandırma kapağı: 34 x 200 cm</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. gün ışığı kontrolü</li><li>2. güneş ışınları kontrol elemanı</li><li>3. üç camlı açılır kanat</li><li>4. seramik profilli korkuluk</li><li>5. havalandırma kapağı</li></ol>	<p>Paralel açılımlı havalandırma pencereleri bulunan tek kabuklu cephe, Frankfurt, 2011</p> <p>Bina yüksekliği: 155 m Modül boyutları: 1.25 x 1.66 m</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. üç camlı havalandırma kanadı, güneş kontrolü için gümüş kaplama</li><li>2. güneş ve gün ışığı kontrolü sağlayan jaluzi</li></ol>	<p>Havalandırma kapakçıklı ve hava yönlendirmeli debi kontrollü kutu pencere tipinde çift kabuklu cephe, Munich, 2012</p> <p>Bina yüksekliği: 92 m Modül boyutları: 2.50 x 3.65 m</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. hava yönlendirme: lamine cam, havalandırılmalı</li><li>2. alüminyum levha</li><li>3. güneş kontrolü</li><li>4. üç camlı ünite</li><li>5. havalandırma kapakçığı</li><li>6. hava debisi kontrollü</li></ol>
		

Şekil 1: Doğal havalandırma sağlayan farklı cephe uygulamaları 1-3 [11]

Cephe uygulaması 4	Cephe uygulaması 5	Cephe uygulaması 6
<p>Kontrollü havalandırma sağlayan havalandırma üniteli çift kabuklu cephe, Düsseldorf, 1997</p> <p>Bina yüksekliği: 70 m Modül boyutları: 1.50 x 3.50 m</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. lamine cam</li><li>2. kat yüksekliğinde bölünmüş hava boşluğu</li><li>3. güneş kontrolü</li><li>4. küpeşte</li><li>5. ahşap doğramalı çift camlı ünite</li><li>6. havalandırma ünitesi</li></ol>	<p>Bina yüksekliğinde kesintisiz havalandırma boşluklu çift kabuklu cephe, Boston, 2009</p> <p>Bina yüksekliği: 4 kat Modül boyutları: 1.68 x 2.65 m</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. çıkıntılı güneş kontrol elemanı</li><li>2. lamine cam</li><li>3. bina yüksekliğinde hava boşluğu</li><li>4. güneş kontrolü</li><li>5. çift camlı ünite</li></ol>	<p>Havalandırma üniteli kapalı boşluklu kutu pencere tipinde çift kabuklu cephe, İsviçre, 2011</p> <p>Bina yüksekliği: 68 m Modül boyutları: 1.35 x 3.78 m</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. lamine cam</li><li>2. kuru havalı kapalı boşluk güneş kontrolü için jaluzi üç camlı ünite</li><li>3. kuru hava besleme</li><li>3. ısı değiştiricili havalandırma ünitesi</li></ol>
 	 	 

Şekil 2: Doğal havalandırma sağlayan farklı cephe uygulamaları 4-6 [11]



## 5. Sonuçlar

Bina içinde hava değişimini gerçekleştirmek üzere doğal havalandırmadan yararlanırken kış aylarında bununla birlikte ısı konforu sağlamak amaçtır. Rüzgarlı zamanlarda yeterli hava değişimi sağlanmakla beraber hava hızını sınırlandırmak gerekmektedir. Durgun havalarda bile iç ve dış ortamlar arasındaki sıcaklık farkları yeterli hava değişimini sağlayabilmektedir. Yaz aylarında ise genellikle yüksek dış hava sıcaklığı söz konusu olduğundan hava değişimi sınırlı olabilmektedir. Mekanik havalandırma sistemi olmayan binalarda cephe açıklıkları etkin havalandırma sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Yapı kabuğunda doğal havalandırma sağlayan açıklıkların değişen ortam şartlarına ve ihtiyaçlara uyum sağlayacak şekilde değişken özellikte tasarlanmasının iyi bir yaklaşım olduğu bilinmelidir.

Günümüzde, binaya ve bölgeye bağlı olarak, verimli havalandırma çözümleri geliştirilebilmektedir. Doğal havalandırmadan yararlanan cephe sistemleri ile kullanıcının kendini iyi hissetmesi sağlanırken, iklimlendirme için harcanan enerjiden önemli oranda tasarruf edilebilmekte, böylelikle doğaya salınan karbondioksit emisyonunun azaltılması da mümkün olmaktadır. Her geçen gün daha fazla kirletilen ve tahrip edilen doğayı elimizden geldiğince korumak, inşa ettiğimiz binalar ile ona az zarar vermek ve onunla uyum içinde olmak başlıca amaçlarımız arasında yer almalıdır.

## 6. Kaynakça

- [1] Shulze T., Eicker, U. (2013). Controlled natural ventilation for energy efficient buildings, *Energy and Buildings*, 56, 221-232. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.044>.
- [2] Gratia, E., Bruyere, I., Herde, A. D. (2004). How to use natural ventilation to cool narrow office buildings, *Building and Environment*, vol. 39, issue 10, 1157-1170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.02.005>.
- [3] Hegger, M., Fuchs, M., Stark, T., Zeumer M. (2008). *Energy manual- sustainable architecture*, Birkhauser Verlag AG, Munich.
- [4] Fisk, W. J., Mirer, A. G. and Mendell, M. J. (2009). Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates, *Indoor Air*, 19: 159–165. doi: 10.1111/j.1600-0668.2008.00575.x.
- [5] Gratia, E., Herde, A. D. (2004). Natural ventilation in a double-skin facade, *Energy and Buildings*, vol. 36, issue 2, 137-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2003.10.008>.
- [6] Germano, M., Roulet, C. A. (2006). Multicriteria assessment of natural ventilation potential, *Solar Energy*, vol. 80, issue 4, 393-401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2005.03.005>.
- [7] Roetzel, A., Tsangrassoulis, A., Dietrich, U., Busching, S. (2010). A review of occupant control on natural ventilation, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, issue 3, 1001-1013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.005>.
- [8] Schittich C. (2001). *Building Skins: Concepts, Layers, Materials*, Edition Detail- Institut für internationale Architektur- Dokumentation GmbH, Birkhäuser Publishers for Architecture, Basel.
- [9] Herzog T., Krippner R., Lang W. (2004). *Fassaden Atlas*, Institut für Internationale Architektur- Dokumentation GmbH & Co. KG, München.
- [10] Hausladen, G., Saldanha, M., Liedl, P. (2006). *Climate Skin*, Birkhauser Verlag, Berlin.
- [11] Rudolf B. (2012). Breathing façades: façade technology toward decentralized natural ventilation, *Detail- Review of Architecture*, vol. 5, 512-517.