

KONUTLARDA BA İMSİZ HAVALANDIRMA

Konutlarda, dış cephe duvarlarına yerleştirilen ısı geri kazanımlı cihazlar veya içeride uygun yer ayrılması halinde ısı geri kazanımlı paket tip bağımsız havalandırma sistemleri ile sürekli ve kontrollü havalandırma yapılarak insanların sağlıklı korunabilir, binanın ve eşyalarının nem ve küften etkilenmesi önlenir.

Sigara içilmeyen ve az hareket edilen yerler kapsamında düzenlenen konutlarda hava değişim miktarları farklı standartlarda aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Uluslararası ve Türkiye Standartlarında ev ve ofis için havalandırma değerleri

STANDART	TANIM	HAVALANDIRMA MİKTARI
TS 3419, madde 2.2.2.2	Sigara içilmeyen yerlerde, az hareketli yaşam için (evler, ofisler)	20 m ³ /(h·kişi)
DIN 1946-6	Sağlık artlarının sağlanması ve binanın neme karşı korunması için gerekli nominal havalandırma	90 m ² kullanım alanı olan yeni bir ev için 135 m ³ /h ya da 0,54 hacim/saat
EN 15251	Tasarım ve bina enerji performans değerlendirme için iç ortam parametreleri	2,16 m ³ /(h·m ²)
ASHRAE 62.1	Evler ve Ofisler için havalandırma	9 m ³ /(h·kişi) + 1 m ³ /(h·m ²)

Örnek olarak, havalandırma yapılmayan ve iki kişinin olduğu 16 m² lik bir odada 8 saatlik uyku sonrasında durumu ele alacak olursak;

Yeti kin bir insanın O₂ tüketim ve CO₂ üretim miktarları aşağıdaki şekilde hesaplanır:

Oksijen tüketimi [5]:

$$V_{O_2} = 0,00276 \times A_D \times M / (0,23RQ + 0,77)$$

A_D: Beden yüzey alanı (yeti kin bir insan için 1,8 m²)

M: Hareket seviyesi katsayısı

Tablo 2. Hareket durumuna göre M katsayıları

Hareket	Katsayı (M)
Uyku	0,8
Oturma, oturarak okuma-yazma	1,0
Daktilo ile yazma	1,1
Oturarak dosyalama	1,2
Ayakta dosyalama	1,4
Yavaş yürüme (3,2 km/h)	2,0
Ev temizliği	2,0 – 3,4
Spor	3,0 – 4,0

RQ: Solunum katsayısı (CO₂ üretiminin O₂ tüketimine hacimsel oranı) , yeti kin bir insan ve dü ük hareket temposu için 0,83 alınır

Bu durumda O₂ tüketimi, $V_{O_2} = 0,00276 \times 1,8 \times 0,8 / (0,23 \times 0,83 + 0,77) = 0,0042$ L/sn/ki i olur.

2 ki inin 8 saat süresince tüketilece i O₂ miktarı, $V_{O_2} = 242$ L olacaktır.

Yüksekli i 2,5m olan 16 m² lik odanın 40 m³ lük toplam hacminde, ba langıçta %21 olan O₂ oranı 8 saat sonunda %20,4 e dü ecektir.

O₂ miktarının %19,5'a kadar azalmasının ciddi bir sa lık problemi olu turmadı ı kabul edildi inde, odadaki %20,4' e dü mü olan O₂ miktarının önemli bir sa lık sorunu yaratmayaca ı dü ünülebilir.

CO₂ miktarı ise tüketilen O₂ miktarının RQ faktörüyle çarpılması ile bulunur.

Örne imizde, iki ki inin üretti i CO₂ miktarı= $V_{O_2} \times RQ = 242 \times 0,83 = 200$ L olacaktır.

Kullanım ba langıcında odanın iyi havalandırılmı durumunda oldu unu ve CO₂ miktarını 600 ppm kabul edersek, 40 m³ lük odada hacimsel olarak, 24 L CO₂ vardır. ki ki inin 8 saatlik uyku sonunda üretti i CO₂ 200 L oldu una göre, sonuçta oda içerisindeki CO₂ hacimsel olarak 224 L e ula acak ve odadaki CO₂ seviyesi 5600 ppm e yükselecektir.

Amerikan, Güvenli i ve Sa lı daresi (OSHA) verilerine göre 8 saatlik çalı ma yapılan ofiste izin verilebilen en fazla CO₂ seviyesi 5000 ppm dir [2].

ASHRAE 62.1-2013 Standardında, iç hava ile dı hava arasındaki CO₂ miktar farkının 700 ppm civarında olması için ki i ba ı 7,5 l/s lik havalandırmanın yeterli olaca ı bildiriliyor. Dı ortamda ortalama 300 ila 500 ppm olan CO₂ miktarı bu durumda iç ortamda 1000 – 1200 ppm civarında olacaktır. CO₂ miktarı 1000 – 1200 ppm civarında oldu unda dı arıdan içeriye giren ki ilerinin içerideki havada, vücuttan yayılan organizmalar, uçucu organik bile ikler (VOCs) ve e yalardan yayılan gazlardan dolayı rahatsızlık hissetmeme oranı %80 civarında gerçekleşmektedir.

Sa lık açısından risk olu turma sınırı olan 5000 ppm CO₂ de eri dikkate alındı ında ASHRAE Standardında istenen 1200 ppm lik CO₂ miktarı dü ük bir de er gibi görünse de, iç ortamdaki di er gazların kabul edilebilir seviyede olması için referans bir de erdir. Konfor artlarının sa lanması, insanların sa lıklı olması ve bina ve e yaların korunması açısından önemlidir.

Aynı oda için tablo 1 de belirtilen standartlardan Türk Standardı (TS), Avrupa Standardı (EN) ve ASHRAE Standardına göre örnek oda için mekanik olarak sürekli havalandırma yapılırsa;

- ◆ TS 3419 a göre: $20 \text{ m}^3/\text{h-ki i} \times 2 \text{ ki i} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
- ◆ EN 15251 e göre: $2,16 \text{ m}^3/(\text{h-m}^2) \times 16 \text{ m}^2 = 35 \text{ m}^3/\text{h}$
- ◆ ASHRAE 62.1 e göre: $(9 \text{ m}^3/\text{h-ki i} \times 2 \text{ ki i}) + 1 \text{ m}^3/\text{h-m}^2 \times 16 \text{ m}^2 = 34 \text{ m}^3/\text{h}$

Birbirine yakın değerlerde havalandırma debileri çıkmaktadır. Havalandırma sonucunda kişilerin ürettiği CO₂ teorik olarak dışarıya atılmı olacaktır oda içerisinde 1000 ppm civarında CO₂ olacaktır. Oluşan bu değer iç ortam hava kalitesinin kabul edilebilir kalitede olması için referans değerdir [5].

Sürekli havalandırma yapılması ile 1000-1200 ppm aralığında tutulan CO₂ değeri, evlerde insan sağlığına uygun hava kalitesi ile beraber küf ve mantar oluşumunu engelleyici nem kontrolü sağlayacaktır.

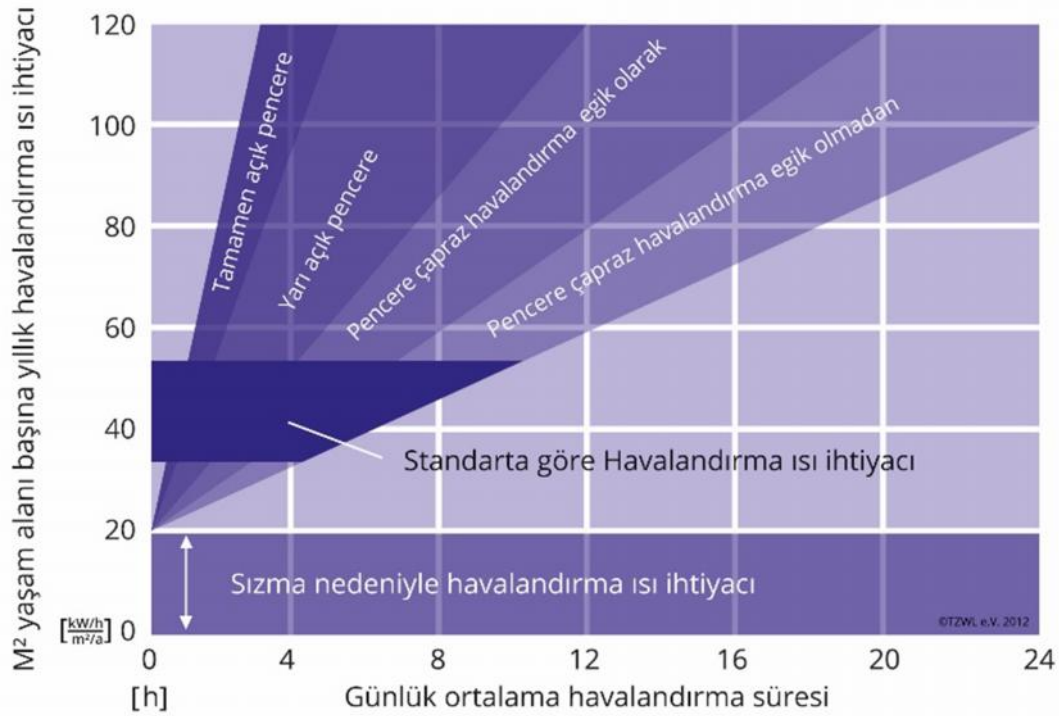
Yapılacak olan havalandırma, doğal yöntemlerin en kolay olan pencere açılarak yapılması durumunda şu olumsuzluklara neden olacaktır;

1. Isı kaybına neden olarak bina enerji performansını olumsuz etkileyecektir.

Günlük iki saat süreyle pencere açılarak yapılacak olan doğal havalandırma 50 kW/h-m² yıllık ısı kaybına neden olmaktadır. 100 m² lik bir evin sadece kış ayları için günlük iki saat açık pencereyle havalandırılması sonucunda, yıllık olarak verilen değerlerin 4 aylık kış mevsimine indirgenmesi halinde ısı kaybı yaklaşık olarak;

$(100 \text{ m}^2 \times 50 \text{ kW/h-m}^2\text{-yıl})/3 = 1700 \text{ kW}$ olacaktır.

ekil 1. Kontrolsüz havalandırma durumunda ısı kaybı [4].



2. Pencere açılarak yapılan havalandırma esnasında dış ortamın gürültüsü içeriye taşınır ve iç ortam konforunu bozar.
3. Açık olan pencerelerden giren toz ve polen gibi kirleticiler ve alerjen parçacıklar iç ortamın ve eşyaların kirlenmesine, hassasiyeti olan kişilerde alerjik hastalıklara ve solunum yolu rahatsızlıklarına neden olur.
4. Açık olan pencerelerden sinek, böcek girebilir, bu durum iç ortam sağlığını olumsuz etkileyebilir.
5. Açık olan pencereler, yerine göre güvenlik eksikliğine ve hırsızlığa neden olabilir.

Kısıtlı zaman aralığında yapılan, tüm gün ve geceyi kapsamayan doğal havalandırmanın yukarıda bahsedilen olumsuzluklarından kurtulmak için;

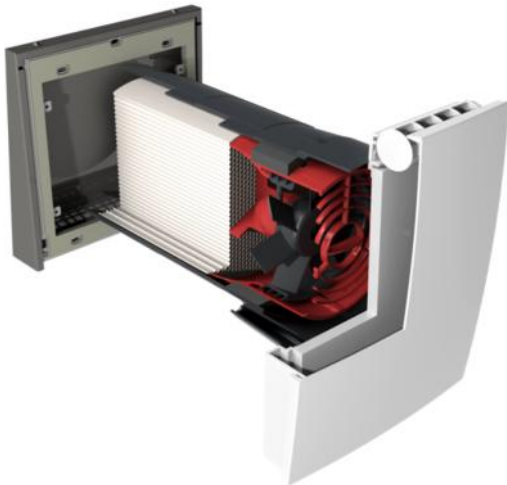
- ◆ Enerji tüketiminin en aza indirildiği
- ◆ Doğrudan duvar içerisine, dolap içerisine veya varsa asma tavana gizlenebilen
- ◆ Havanın filtre edilerek toz ve polenden temizlendiği
- ◆ Yüksek verimli ısı değişimci ile ısının %90'a varan verimlilikle geri kazanıldığı
- ◆ EC motorlu, düşük ses seviyeli, ihtiyaca göre hızı değiştirilebilen

Küçük, sessiz ve verimli bağımsız havalandırma cihazları ile sürekli havalandırma yapmak mümkündür.

1. DUVAR TİPİ BAĞIMSIZ HAVALANDIRMA:

Dış cephe duvarına açılan bir delik içerisine yerleştirilen havalandırma cihazı ile

- ◆ En kısa yoldan taze hava sağlanması ve kirli hava atımı yapılır
- ◆ Çift yönlü EC motorlu aksiyal fanlar bir süre dışarıdan içeriye bir süre de ters yönde içeriden dışarıya hava hareketi sağlar
- ◆ Seramik malzemeden balpeteğinde yüzeyi artırılmış ısı değişimci ile atılan havanın ısısı %90'a varan verimlilikle taze havaya aktarılır.



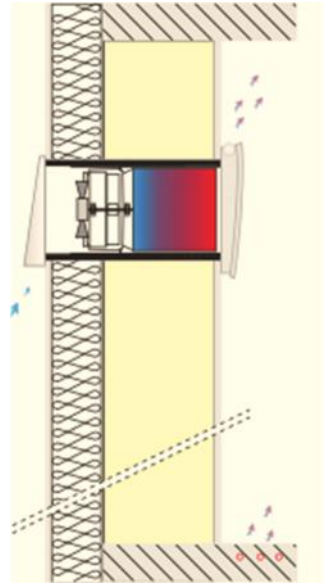
- ◆ Filtre vasıtasıyla hava toz ve polenden temizlenir

- ◆ Hız değiştirilerek istenilen miktarda havalandırma yapılabilir

- ◆ Yaz mevsiminde gece soğutması için cihaz tek yönlü çalıştırılır

- ◆ Farklı program seçimiyle sürekli çift yönlü havalandırma, tek yönlü havalandırma, nem kontrolüne bağlı havalandırma, fasıllı çalışmaya imkânı sağlanabilir.

- ◆ Bakım ve temizlik kolaylığı sağlar



40 m³/h kapasiteli EC motorlu duvar tipi baımsız havalandırma cihazlarının elektrik tüketimi 4 W/h civarındadır. Bakım ve temizlik amaçlı durmalar dında tüm yıl 24 saat çalışması düünüldüünde yaklaık 8500 saat yıllık havalandırma saılar ve toplam 34 kW enerji tüketimi vardır.

Pencere açılarak yapılan havalandırma örneğinde 100 m² ev dikkate alınmıktır. 100 m² ev için en fazla 5 cihaz kullanılabilirdüünülürse 5ad x 34kW/ad-yıl = 170 kW/yıl enerji tüketimi olur.

Günde 2 saat havalandırma için ve sadece 4 aylık kış döneminde enerji kaybı 1700 kW olacaktır. 24 saat sürekli ve kontrollü bir havalandırma için 170 kW/yıl enerji tüketimi ile sağlıklı ve sürekli bir iç ortam hava kalitesi sağlanırken, 10 kat enerji tasarrufu yapılır.

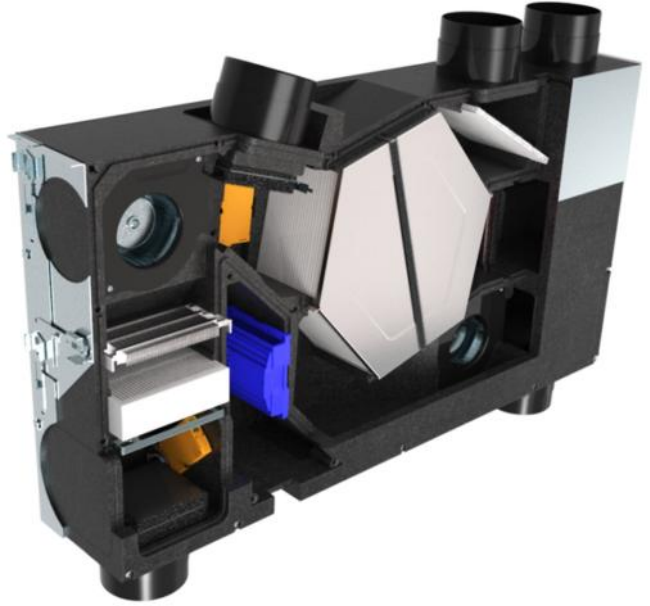
2. DOLAP VEYA TAVAN TİPİ BAıMSIZ HAVALANDIRMA CİHAZLARI:

Konut içerisinde küçük kesitli kanallarla hava dağıtım ve toplama imkânı olduğunda tek bir ısı geri kazanımlı baımsız havalandırma cihazı ile evdeki yaşam mahallerinin tümü sürekli olarak havalandırılabilir. Bu cihazlarda taze hava ve kirli hava için ayrı fanlar vardır.

Isı değirici verimi %90'dır.

Mevsim geçişlerinde ısı değirici üzerinden hava geçişine ihtiyaç olmadığında damper otomatik olarak kısa devre kanalı üzerinden hava hareketini yönlendirerek basınç kaybı azaltılarak fanların daha düşük devirde çalıştırılması sağlanır, enerji tüketimi azalır. Ayrıca iç ortamın CO₂ veya nem değerlerine göre fan hızları otomatik olarak değirilerek ihtiyaç olunan noktada çalıştırma ve enerji tasarrufu sağlanır.

100 m² kullanım alanı olan bir ev için farklı standartlara göre ortalama 150 – 160 m³/h havalandırma ihtiyacı vardır.



160 m³/h kapasiteli EC motorlu fanları olan, hızı kontrol edilebilir, By-Pass damperli, filtreli ve kontrol panelli bir baımsız havalandırma cihazı yaklaık olarak 60 W/h enerji tüketir.

Yıllık enerji tüketimi: 8500 saat x 60 W/h = 510 kW



Günlük sadece iki saatlik pencere açılarak yapılan havalandırma ile sadece 4 aylık kış döneminde enerji kaybı olacaktır dikkate alınarak 1700 kW'lık enerji tüketimi ile karşılaştırıldığında;

- ◆ Sessiz
- ◆ Filtre edilmiş
- ◆ Isı geri kazanımlı
- ◆ Sürekli ve kontrollü

Havalandırma, pencere ile doğal havalandırmaya göre 1/3 den daha az enerji tüketerek sağlanabilmektedir.

Büyük şehirlerde, trafik ve kentsel dönüşüm nedeniyle çevredeki toz ve gürültü kirliliği, yaz ve kış aylarındaki iç-dış ortam sıcaklık farkları nedeniyle iç ortam konfor şartları bozulduğundan sürekli olarak doğal havalandırma yapmak mümkün olmamaktadır.

Bu durumda, sınır değerlerini zorlayan ve hatta geçebilen iç havadaki CO₂ ve diğer kirletici gazlar nedeniyle konut kullanıcılarının sağlığı için tehlike oluşmakta, odaklanma ve ilgisinde azalma olabilmektedir.

Ayrıca, yeterli havalandırma yapılmayan ortamlarda oluşan nem ve küf hem bina ve eşyalara hem de sağlığa zarar verir.

Konutlarda bağımsız havalandırma sistemleri kullanılarak iç ortam hava kalitesinin sağlıklı seviyede olması sağlanırken enerji tüketiminden de tasarruf edilir.

Konutlarda bağımsız havalandırma sisteminin kullanımı, tasarım esnasında mimarlarla birlikte çalışılarak mümkün olacaktır. Bu nedenle havalandırmanın önemi tüm paydalarla vurgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Sara Kunkel, Eleni Kontonasiou, Aleksandra Arcipowska, Francesco Mariottini, Bogdan Atanasiu *Indoor Air Quality, Thermal Comfort and Daylight*. BPIE Buildings Performance Institute Europe, March 2015

[2] CA Erdmann, KC Steiner, MG Apte *Indoor CO₂ Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in the Base Study Revisited: Analyses of the 100 Building Dataset*. Indoor Environment Dept. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA

[3] Pawel Wargocki *Effect of ventilation and thermal climate on health and productivity*. Seminar Notes 2010. International Centre for Indoor Environment and Energy Department of Civil Engineering. Technical University of Denmark.

[4] Hellmuth Weiss. *Technical Basics of Decentralized Ventilation*. Seminar Notes 2016. Ventomaxx-International GmbH, Germany.

[5] ANSI/ASHRAE Standard 62-2013, Appendix C