



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

KONUTLARDA BAĞIMSIZ HAVALANDIRMANIN ÖNEMİ

TANER YÖNET
İMCO



KONUTLARDA BAĞIMSIZ HAVALANDIRMANIN ÖNEMİ

The Importance of Decentralized Ventilation in the Houses

Taner YÖNET

ÖZET

Toplam enerjinin yaklaşık %40 ı binalarda kullanılıyor. Binalardaki enerji tüketiminin %60 kadarı da ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıhhi tesisat sistemlerinde oluyor.

Avrupa birliği, sera gazı yayılımını 1990 değerlerine göre 2030 yılına kadar %40 azaltmayı hedefliyor. Bu hedefe ulaşmak için fosil yakıta dayalı enerji üretiminin azaltılması ve binaların enerji performansının iyileştirilmesi gerekiyor.

Binalardaki enerji tüketimini düşürmek için alınan önlemler nedeniyle, kapı ve pencere sistemleri hava sızdırmaz hale gelmiş ve artırılan ısı yalıtım uygulamaları iç ortama sızıntı yoluyla hava giriş çıkışını azaltmıştır.

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) 2012 verilerine göre, Avrupa'da yetersiz iç hava kalitesine bağlı olduğu atfedilen ölüm sayısı 99.000 dir [1].

Otel, Hastane, Alışveriş merkezi gibi fonksiyonel binaların havalandırma sistemi tasarım esnasında dikkate alınarak çözümlenmesine rağmen konut projelerindeki yaşam mahallerinin sürekli havalandırılması için bir sistem planlanmamaktadır.

Konut kullanıcıları, dış hava şartlarına göre geçici sürelerle ortam havalandırmasını pencere açarak yapmaktadır. Pencere açılarak yapılan havalandırma mevsimine bağlı olarak büyük enerji kayıplarına ve iç ortam konfor şartlarının bozulmasına neden olur.

Bu durum, konutlarda sağlıklı iç ortam hava kalitesi sağlanmasını zorlaştırır. Yetersiz havalandırma ile bozulan iç ortam hava kalitesi insanların sağlığını olumsuz etkiler, iş ve okul başarılarını azaltabilir. Yetersiz havalandırma nedeniyle bina içerisinde küf ve mantar oluşabilir ve bu durum gerek bina ve eşyalara gerekse de insan sağlığına zarar verebilir.

Anahtar Kelimeler: Bağımsız havalandırma, İç ortam hava kalitesi, Isı geri kazanım

ABSTRACT

Buildings use 40% of total energy. The energy consumption of heating, ventilation, air conditioning and sanitary systems are about 60% in the buildings. Building regulations are getting tightened to reduce energy consumption. European Community targeted that the rate of greenhouse gases emission in 1990 would be reduced 40% until 2030. Thickness of thermal insulation and walls are getting thicker. Windows and doors are leak proof to achieve required energy efficiency figures.

According to the World Health Organization, 99 000 deaths in Europe were attributable to household (indoor) air pollution in 2012 [1].

Generally, there is not any mechanical ventilation system for houses beside that the professional ventilation systems for hotels, hospitals, shopping centres are designed during construction stage.

In this case, habitants open the windows for limited time period to ventilate the houses. This situation causes energy losses and poor indoor air quality. The motivation and performance of people at school and work can decrease because of poor indoor air quality caused by lack of ventilation in the houses the other result of insufficient ventilation is humidity and mould. These can cause damages to the health of people and buildings and the goods.

Key Words: Decentralized ventilation, Indoor air quality, Heat recovery

1. GİRİŞ

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

Sigara içilmeyen ve az hareket edilen yerler kapsamında düşünülen 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-kışı)
DIN 1946-6	Sağlık şartlarının 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 değerlendirmesi için iç ortam parametreleri	2,16 m ³ /(h-m ²)
ASHRAE 62.1	Evler ve Ofisler için havalandırma	9 m ³ /(h-kışı) + 1 m ³ /(h-m ²)

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

Yetişkin bir insanın O₂ tüketim ve CO₂ üretim miktarları şu şekilde hesaplanır:

Oksijen tüketimi [5]:

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

A_D: Beden yüzey alanı (yetişkin 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) , yetişkin bir insan ve düşük 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/kişi olur.

2 kişinin 8 saat süresince tüketileceği O₂ miktarı, $V_{O_2} = 242$ L olacaktır.

Yüksekliği 2,5m olan 16 m² lik odanın 40 m³ lük toplam hacminde, başlangıçta %21 olan O₂ oranı 8 saat sonunda %20,4 e düşecektir.

O₂ miktarının %19,5'a kadar azalmasının ciddi bir sağlık problemi oluşturmadığı kabul edildiğinde, odadaki %20,4' e düşmüş olan O₂ miktarının önemli bir sağlık sorunu yaratmayacağı düşünülebilir.

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

Örneğimizde, iki kişinin ürettiği CO₂ miktarı= $V_{O_2} \times RQ = 242 \times 0,83 = 200$ L olacaktır.

Kullanım başlangıcında odanın iyi havalandırılmış durumda olduğunu ve CO₂ miktarını 600 ppm kabul edersek, 40 m³ lük odada hacimsel olarak, 24 L CO₂ vardır. İki kişinin 8 saatlik uyku sonunda ürettiği CO₂ 200 L olduğuna göre, sonuçta oda içerisindeki CO₂ hacimsel olarak 224 L e ulaşacak ve odadaki CO₂ seviyesi 5600 ppm e yükselecektir.

Amerikan, İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi (OSHA) verilerine göre 8 saatlik çalışma yapılan ofiste izin verilebilen en fazla CO₂ seviyesi 5000 ppm dir [2].

ASHRAE 62.1-2013 Standardında, iç hava ile dış hava arasındaki CO₂ miktar farkının 700 ppm civarında olması için kişi başı 7,5 l/s lik havalandırmanın yeterli olacağı bildiriliyor. Dış ortamda ortalama 300 ila 500 ppm olan CO₂ miktarı bu durumda iç ortamda 1000 – 1200 ppm civarında olacaktır. CO₂ miktarı 1000 – 1200 ppm civarında olduğunda dışarıdan içeriye giren kişilerin içerideki havada, vücuttan yayılan organizmalar, uçucu organik bileşikler (VOCs) ve eşyalardan yayılan gazlardan dolayı rahatsızlık hissetmeme oranı %80 civarında gerçekleşmektedir.

Sağlık açısından risk oluşturma sınırı olan 5000 ppm CO₂ değeri dikkate alındığında ASHRAE Standardında istenen 1200 ppm lik CO₂ miktarı düşük bir değer gibi görünse de, iç ortamdaki diğer gazların kabul edilebilir seviyede olması için referans bir değerdir. Konfor şartlarının sağlanması, insanların sağlıklı olması ve bina ve eşyaların 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: $20 \text{ m}^3/\text{h-kişi} \times 2 \text{ kişi} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
- ◆ 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: $(9 \text{ m}^3/\text{h-kişi} \times 2 \text{ kişi}) + 1 \text{ m}^3/\text{h-m}^2 \times 16 \text{ m}^2 = 34 \text{ m}^3/\text{h}$

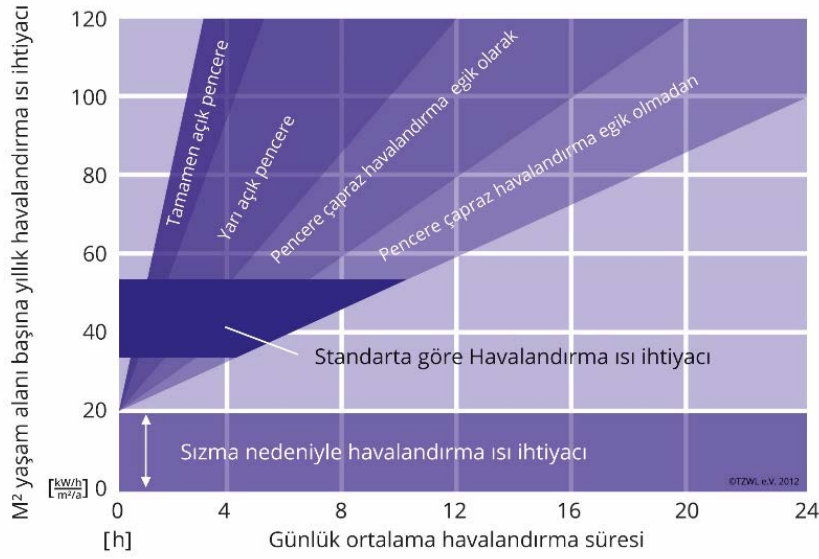
Birbirine yakın değerlerde havalandırma debileri çıkmaktadır. Havalandırma sonucunda kişilerin ürettiği CO₂ teorik olarak dışarıya atılmış olacak oda içerisinde 1000 ppm civarında CO₂ olacaktır. Oluşan bu değer iç ortam hava kalitesinin kabul edilebilir kalitede olması için referans değerdir [5]. Sürekli 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 şartları için günlük iki saat açık pencereyle havalandırılması sonucunda, yıllık olarak verilen değer 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.



Şekil 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 sağlık şartlarını 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;

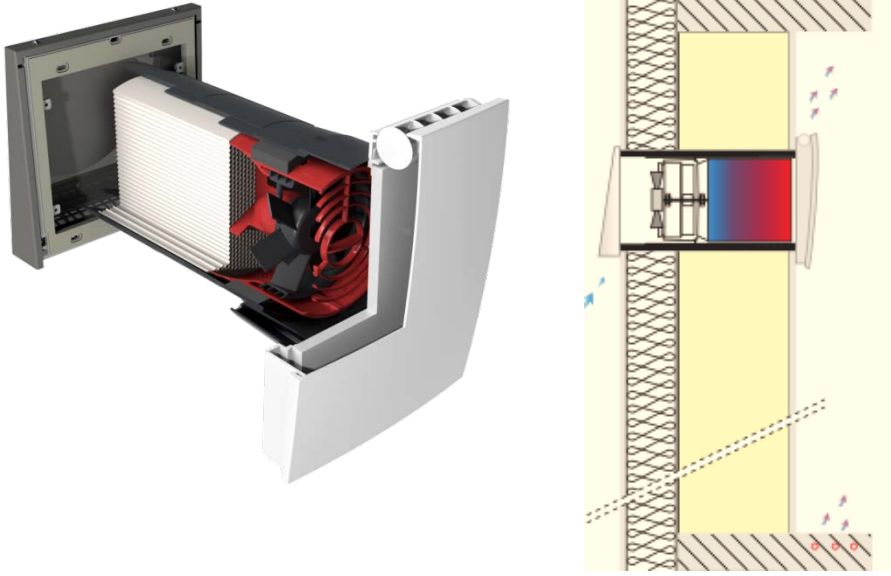
- ◆ Enerji tüketiminin en aza indirildiği
- ◆ Doğrudan duvar içerisine, dolap içerisine veya varsa asma tavana gizlenebilen
- ◆ Havanın filtre edilerek toz ve polenden temizlendiği
- ◆ Yüksek verimli ısı değiştiricileri ile ısının %90 a varan verimlilikte geri kazanıldığı
- ◆ EC motorlu, düşük ses seviyeli,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

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

2. 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 malzemenen bal peteği şeklinde yüzeyi arttırılmış ısı değiştirici 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 çalışma imkânı sağlanabilir.
- ◆ Bakım ve temizlik kolaylığı sağlar

40 m³/h kapasiteli EC motorlu duvar tipi bağımsız havalandırma cihazlarının elektrik tüketimi 4 W/h civarındadır. Bakım ve temizlik amaçlı durmalar dışında tüm yıl 24 saat çalışması düşünüldüğünde yaklaşık 8500 saat yıllık havalandırma sağlar ve toplam 34 kW enerji tüketimi vardır.

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

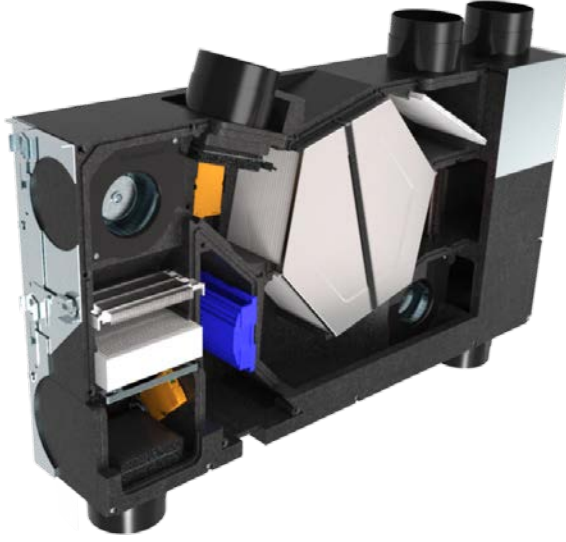
Günde 2 saat havalandırma için ve sadece 4 aylık kış döneminde enerji kaybı 1700 kW olacaktır. 24 saat sürekli ve kontrollü bir havalandırma için 170 kW/yıl enerji tüketimi ile sağlıklı ve sürekli bir iç ortam hava kalitesi sağlanırken, 10 kat enerji tasarrufu yapılır.

3. DOLAP VEYA TAVAN TİPİ BAĞIMSIZ HAVALANDIRMA CİHAZLARI:

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

Isı değiştirici verimi %90'dır.

Mevsim geçişlerinde ısı değiştirici 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 değiştirilerek ihtiyaç olunan noktada çalışma 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 bağımsız havalandırma cihazı yaklaşık 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 olacağı 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.

SONUÇ

Büyük şehirlerde, trafik ve kentsel dönüşüm nedeniyle çevredeki toz ve gürültü kirliliği, yaz ve kış aylarındaki iç-diş 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 kirlenici 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 çalışarak mümkün olacağından havalandırmanın önemi tüm paydaşlara 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

ÖZGEÇMİŞ

Taner YÖNET

1962 Yılında, İzmir, Bergama'da doğdu. 1979 Yılında İzmir Atatürk Lisesinden mezun oldu.1983 Yılında 9 Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu.1986 Yılında 9 Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans derecesini aldı.1984 – 1992 yıllarında endüstriyel tesisler ve otel şantiyelerinde mekanik tesisat uygulamalarında şantiye mühendisi olarak çalıştı.1992 den itibaren kurucu ortağı olduğu firmalarda havalandırma sistemlerine yönelik imalat, satış ve pazarlama alanlarında yönetici olarak çalışmaktadır.MMO, TTMD ve İSKİD üyesidir.