

# KONTROLLÜ OLARAK BİNA HAVALANDIRILMASI VE ATIK GAZ ISISINDAN YARARLANMA\*

Ömer Samih MERTBAŞI

Balıkesir Üniversitesi

## ÖZET

Bugün enerjinin yansı konutlarda ve küçük enerji kullanıcılarında tüketildiği, bunun ~ % 85'lik kısmının da bina ısıtılmasında kullanıldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Çok yönlü gelişmeler, bizi enerjinin tasarruf edilerek, mantıklı kullanımına zorlamaktadır. Bu da binalarda pencere havalandırması-infiltrasyonun sağlık, konfor açısından ideal bir çözüm olmadığını göstermektedir. Bu bakımdan enerji tasarrufu, çevre koruma ve yapının uğrayacağı zararlar hesaba katılmalıdır. Enerji tasarruflu binalar bugün artık aralık kayıpsız olarak inşaa edilmektedir. Binaların bir mekanik havalandırma düzeni ile kontrollü havalandırılması, geri kazanılan bina atık ısı ile merkezi bir sistemde filtre edilen dış havanın ısıtılıp, binaya verilmesi optimum çözüm olarak görülmektedir. Anahtar kelimeler: İnfiltrasyon, atık ısıdan yararlanma, enerjinin geri kazanılması.

## ZUSAMMENFASSUNG

Besonders berücksichtigen, dass die Hälfte des Energieverbrauches auf den sektor Haushalt und Kleinverbraucher entfällt und % 85 dieses Anteils durch Raumheizungen verbraucht werden. Vielseitige Entwicklungen zwingen zur konsequenten Ausschöpfung aller Energiesparmöglichkeiten. im Zuge der energiesparenden Bauweise werden die Wohnungen heute so fugendicht gebaut. Fensterlüftung stellt keine ideale Lösung dar, da sie weder aus gesundheitlichen Gründen noch im Hinblick auf behaglichkeit, Energiesparung - Umweltschutz und Vermeidung von Bauschaden den steigenden Anforderungen gerecht werden kann.

Schlüsselwörter: Infiltration, Abwärmennutzung, Energierückgewinnung.

## GİRİŞ

Atık ısının geri kazanılması yalnız ekonomik olmayıp, artan ekolojik problemlerin sebeplerine de dayanmaktadır. Çok yönlü gelişmeler ve aynı zamanda atmosferin zararlı maddelerle yüklenmesi, bizleri mantıklı ve kararlı olarak enerji üretimi ve tüketiminde tasarruf imkanlarının araştırılmasına zorlamaktadır. Bu nedenle düşük enerji evlerinde bugünkü kullanılan teknikler ile mümkün olan en az enerji harcanmaktadır, düşük enerji evlerinde hedef, binalarda kullanılan enerjiyi oldukça düşürebilmektir. Bu bilgiler her m2 kullanılan yüzeyde, özgül değer olarak yılda yardımcı elektrik enerjisinin 30÷90 kW-saat'a ulaşabildiğini göstermektedir. Pratik düşüncelerin değerlendirilmesi ile binalarda 60÷70 kW-saat/m2-yıl enerji kullanılabilir. Tablo L, 2. Buna göre bu tür binalar şu yapı tekniği şartlarını karşılamalıdır(1). 1. Isı geçiş köprüsü olmayan konstruksiyonlar seçilmeli,

2. Yapıların nemden zarar görmesi önlenmeli ve bir sistemle kontrol edilmeli,

3. Bina havalandırma sistemlerinde ısı tasarrufu göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 1. Yapılarda enerji kaybının azaltılması için yapılan çalışmalar sonunda ulaşılan Km-W/m2 °K toplam ısı transfer sayısı değerleri.

	Eski yapılar	Yeni yapılar	Düşük enerji evleri
Dış duvarlar	1.4	0.8-0.6	0.4-0.2
Pencereler	5.2	3.1-2.6	1.8-1.5
Çatı ve üst kat tav.	1.0	0.5-0.3	0.2-0.15
Bodrum kat tavanı	0.8	0.7-0.55	0.45-0.30
Ortalama $K_n$	~1.45	~0.77	~0.40

Tablo 2. 150 m2 kullanım alanlı müstakil bir konutun, kW-saat/m2-yıl olarak enerji gereksinimi. Parantez içi değerler m2 kullanım alanı başına litre akaryakıt/yıl ve m3 gaz yakıt/yıl'dır.

Kontrolsüz pencere/ aralık havalandırması	Özel ısı izalasyonu (mekanik havalandırmasız)	Düşük enerji evleri (mekanik havalandırmalı)
130-180	80-120	50-90
(13-18)	(8-12)	(5-9)

Bu nedenlerle kapalı mekanların sabit bir sıcaklıkta tutulabilmesi için izolasyona büyük önem verilmelidir. Özellikle pencerelerden olan ısı kayıplarında tek pencere ile 12 mm aralıklı çift pencere karşılaştırmasında, ısı kaybının yaklaşık yarlandığı görülmektedir. Cam sayısını artırarak, arasına soy gaz doldurulması ile normal yalıtılmış cama göre ısı geçiş sayısı yaklaşık yarılanmakta ve tek cama göre 1/4 daha iyileştirilmiş olmaktadır.

Sonuçta ısı geçiş sayısı 1,3 W/m<sup>2</sup>K'e ulaşmaktadır. Aşağıda tarifi yapılan kontrollü merkezi ısıtma-havalandırma sisteminin tek dairesel bir binada kullanılması ile (1,2),

Isıl kayıpları 10 W/m<sup>2</sup>

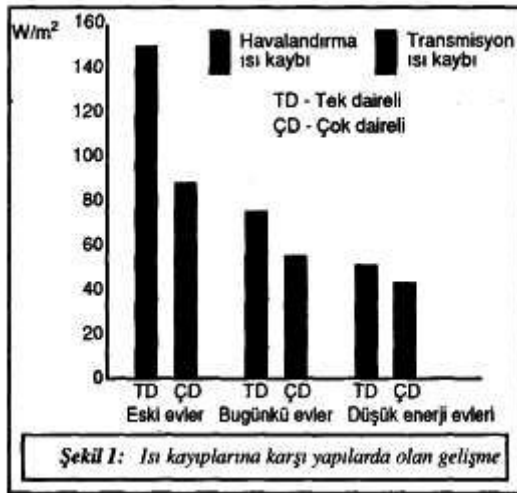
Havalandırma için ısı gereksinimi 25 W/m<sup>2</sup>

Atık havanın ısını geri kazanma 15 W/m<sup>2</sup>

İç ısı kaynakları 10 W/m<sup>2</sup>

Gerekli olan efektif toplam ısı gereksinimi 10 W/m<sup>2</sup>

olmaktadır. Bu düşüncelerden elde edilen mantıksal sonuç, ısı enerjisinin temini ile birlikte tasarruflu kullanılmasıdır. Misal olarak 150 m<sup>2</sup> kullanım alanlı tek dairesel bir binada, ısıtma için gerekli ısı enerjisi 1.5 kW'dan 1350 kullanım saati için yılda 2025 kW-saat'i bulmaktadır. Bu gerçekleştirilmesi mümkün olmayan bir hesap olarak görülse de, düşük enerji evleri böyle bir ısı gereksinimi sınırına inmemektedir. Buradan ortalama 3000 kW-saat/yıl, sıcak su hazırlanmasında oldukça iyi bir değer olduğu görülmektedir. Şekil 1. Isı koruma düzenlemeleri ile pencere ve kapıların aralık oymalarında düzeltmeler yapılarak, tabii aralık havalandırmasının önüne geçilip, aralık kayıpları kontrol altına alınabilmektedir(3).

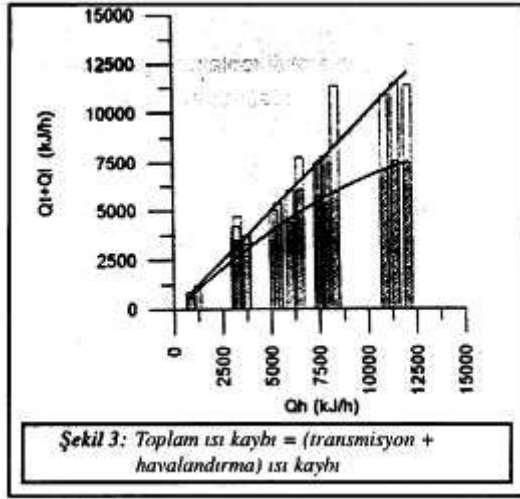
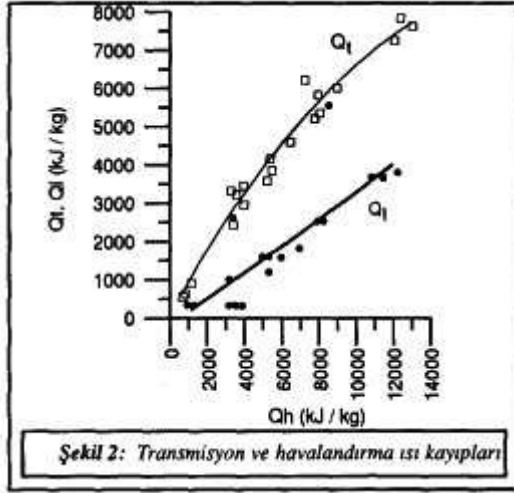


Pencerelerin maksimum aralık geçirme sayıları,

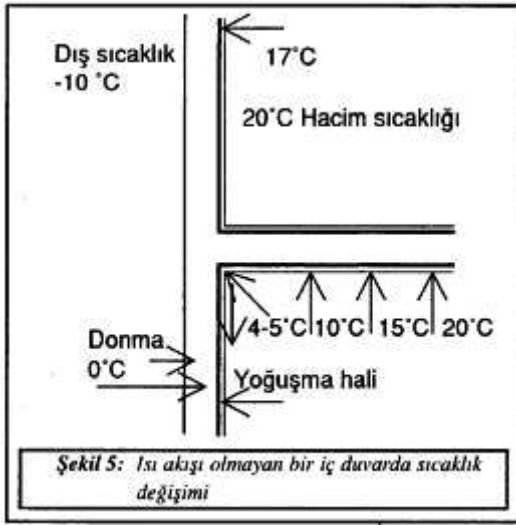
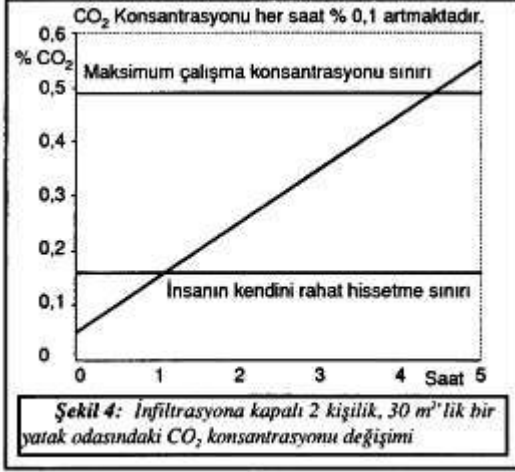
2 kata kadar korunmalı olması halinde  $a = 2.0 \text{ m}^3/(\text{hm})$

2 kattan daha fazla korunmalı olması halinde  $a = 1.0 \text{ m}^3/(\text{hm})$ 'dir.

Bugünkü bilinen pencere aralık geçirme sayıları 0.1'den daha az olmak zorundadır. Pencere açarak günlük havalandırma yeterli değilse, aralık sıklığı önemli sağlık ve fiziksel yapı problemleri meydana getirir. Havalandırma ısı kayıplarının önlenmesinde karşılaşılan zorluklardan biri, mekanlardan yararlanan insanların sağlık koşullarının yükseltilmesidir. Bu bakımdan doğal aralık havalandırması gerekli, yeterli ve emniyetli hava değişimini sağlamalıdır, bu halde de orantısız yüksek enerji kayıpları meydana gelir Şekil 2., Şekil 3. Bu nedenlerle her durumda, havalandırma ile olan ısı kayıpları önemle ele alınmalıdır(4).



Hacim havasının daha az zararlı madde ve nem değerine düşürülmesi için en azından 0.5 oranında dış hava ile sürekli olarak karıştırılmalıdır. Mesela her bir şahıs için oturma mekanlarına 17 m<sup>3</sup>/saat dış hava verilmesi gereklidir. İnsanların oturma mekanlarında çıkardığı CO<sub>2</sub> miktarının hijyenik sınır değerinin hacimsel olarak % 0.15'in altında tutulması için bu değer, insan vücudunun aktivitesine göre 40 m<sup>3</sup>/saat'in üstüne de çıkar. Fakat yapı malzemeleri, mobilya ve diğer düzenleme meteryalleri, temizlik ve bakım malzemeleri de önemli miktarda hava kirlenmesine katılmaktadır(5) Şekil 4. Basit camlanmış pencere yapısı ile pencere aralığından olan alışveriş, yalnız ısı kayıpları için olmayıp, nemin binadan problemsiz olarak uzaklaştırılması ile de fonksiyonunu yerine getirmektedir. Düşük sıcaklıkta cam yüzeyinde yoğuşan mekan nemi pencere çerçevesinden dışarı alınmakta ve doğal hava değişimine uygun olarak bilinen miktardan daha fazla artmamaktadır. Pencere destekleri, tavan ve duvar köşeleri gibi yapı konstruksiyonuna bağlı ısı yığılmasının olduğu yerlerdeki ısı köprüsünde, düşük yüzey sıcaklıklarının meydana geldiği noktalarda mekan nemi kondanse olarak, zamanla duvara zarar vermekte ve mekan havasında ağırlaşma meydana gelmektedir, Şekil 5. Düşük sıcaklık nedeni ile nem bölgesi genişleyecek zarar sınırları artacaktır. Çünkü nem geçiren duvarın ısı izolasyonu değeri de düşmekte ve bozulmaktadır. Bu bölgede sadece nemin yoğuşması söz konusu olmayıp, alerjik rahatsızlıkların nedeni olan küf ve mantarların üremesine de sebep olur. İnsanların bina içi faaliyetlerinden dolayı eskiye göre daha fazla nem-su buharı bina içine verilmektedir. Bu da normal olarak bir evde ortalama ~2,5 litre/saat suyun buharlaşması demektir Tablo 3.



Tablo 3. Tek daireli bir binada nemi oluşturan kaynaklar

Tablo 3. Tek daireli bir binada nemi oluşturan kaynaklar

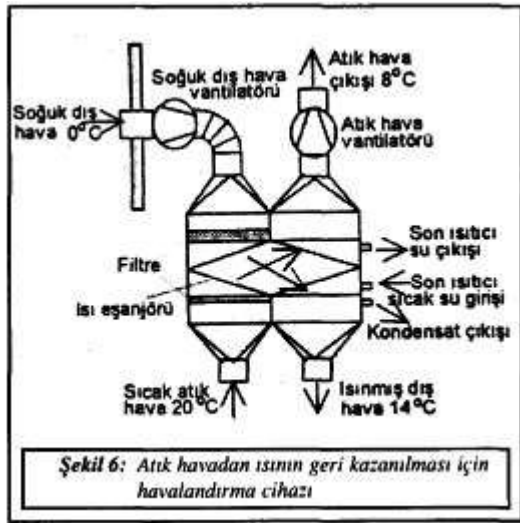
Nem kaynak grupları		g/saat
İnsan	düşük aktivite	30-60
	ortak aktivite	120-200
	yüksek aktivite	200-300
Banyo	küvetli banyo	~700
	duş	~2600
Mutfak	yemek pişirme	600-1500
Bitkiler	çeşitli	5-20
Çamaşır kurutma	Santrifüj kurutma	50-200
	damlalı kurutma	100-500
Su birikinti yüzeyi-m <sup>2</sup>		~400

Burada değinilen nedenlerden dolayı insanların bulunduğu mekanların çok iyi havalandırılması gerektiği, enerji tasarrufu için yapı tekniğindeki değişiklikler, aralık kayıpsız ısı izolasyonu ve gürültüye karşı yalıtım öngörülmektedir. Şimdiye kadar olan klasik ve pratik pencere havalandırmasının enerji ve havalandırma tekniği bakımından yeterli bir çözüm olmadığı hemen görülmektedir. Bu tür havalandırma aynı zamanda kontrol edilemeyen bir çözümdür. Trafığı yoğun caddelere kenar olan, endüstri bölgelerinde bulunan ve özellikle kış aylarında soba ve kaloriferlerin de yakıldığı zamanlarda binaların havalandırılması problemleri bir hal almaktadır. Binaların tabii havalandırılmasında bugün uygulanan usul, pencere konstruksiyonundaki açıklıkların daha iyi hale getirilerek belirli miktarda havanın binaya alınması şeklindedir. Bu tür doğal havalandırma soğuk, toz, diğer

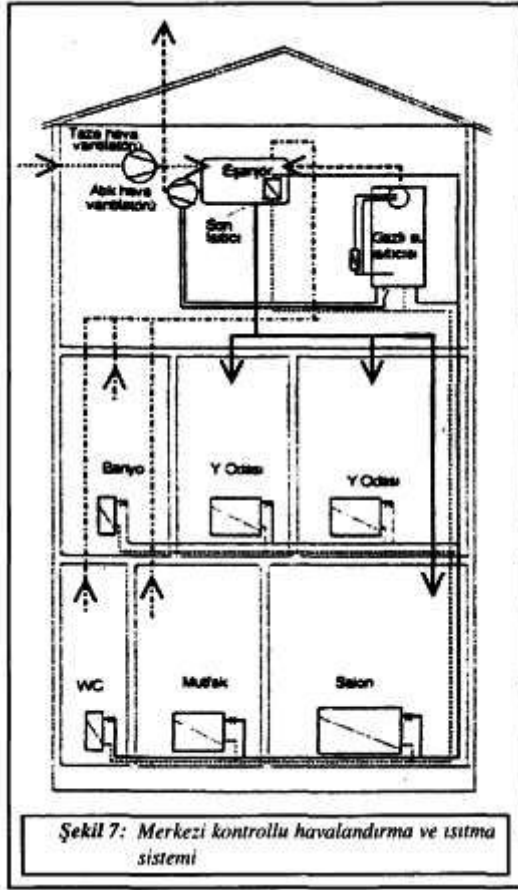
zararlı maddeler ve gürültünün binaya dolmasına neden olmakta, dış atmosferik şartlara bağlı kalınmaktadır. Bu da belirli bir enerji kaybına neden olup, enerji tasarrufu şartlarına uymamaktadır. Bu tür yeterli olmayan havalandırma, uzun sürede meydana gelen zararların kaynağı olarak görülmelidir.

## 2. KONTROLLÜ HAVALANDIRMA VE ISITMA

Havalandırma tekniği problemlerini, pencerelerden kontrol edilemeyen havalandırmaya alternatif olarak, kontrol edilebilir makina ve sistemlerle çok değişik şekillerde çözmek mümkündür. Mesela bir vantilatörle sürekli merkezi havalandırma sırasında dış hava filtre edilir, ihtiyaca göre ısıtılır veya soğutulur, oturma, yatak odaları, hol, mutfak, banyo, WC vs.ye sevkedilip dış atmosfere serbestçe atılabilir. İkinci ilave bir çözüm olarak iç havanın dış ortama atılmadan önce taşımış olduğu ısının ~% 70'ini, bir ısı eşanjöründe, dışarıdan alınan havaya aktararak ısının geri kazanılması, oldukça önemli ısı tasarrufu potansiyeli gösterir. Bu şekilde ısı yalıtımlı binalarda ortalama 1/4 kadar ısı enerjisi gereksinimi azaltılmış olur. Dış hava binaya mekanik olarak alınıyorsa, mekanlara verilmeden önce en azından mekan sıcaklığının altında ısıtılması, aralık kayıpsız olarak düşünülen havalandırma ısı gereksinimini muhafaza edecek ve dolayısıyla sıcak yüzeylerden mekanlara olacak ısı taşımını dengelenecektir. Bu maksatla 6'da görülen kontrollü merkezi mekan havalandırma ve son ısıtma fonksiyonunun sisteme integre edilmesi gerekmektedir.



Bu tesisat Şekil 7. de görüldüğü gibi, binada çatı arasına yahut merkezi bir yere konulan havalandırma cihazındaki vantilatör ile mutfak, banyo, tuvaletten alınan sıcak atık hava bir ısı eşanjöründe ısını bırakarak dış ortama atılırken, diğer bir vantilatör vasıtasıyla toz filtresi ve havalandırma cihazı üzerinden geçirilip, ısı eşanjöründe ısıtılan dış havanın da belirli bir mekan veya duvara konulan aralıklardan bina içine verilmesi şeklinde çalışmaktadır. Isının geri kazanılması sırasında havanın nemi-kondensat toplayıcı bir sifon vasıtası ile binada atık su sistemine verilmelidir. Havanın emilmesi mutfak, banyo, tuvaletten olacağı için bu bölgelerde oluşan düşük basınç nedeni ile oturma ve yatak odalarından, bu bölgelere doğru bir hava akımı olacaktır. Tablo 4.'de görülen hava değişimleri, dış ortamdan alınan hava debisinin, binanın toplam hacmine bölünerek elde edilen havalandırma hacim oranında yapılmalıdır. Mesela 150 m<sup>2</sup> lik bir dairenin mutfak, banyo, tuvaletinde kat yüksekliğinin 2.60 m olduğu kabul edilecek olursa, bu hacmi, 208m<sup>3</sup>dür. Bu durumda havalandırma hacim oranı 150/208= 0.72'dir. Bu şekilde sağlık ve yapı fiziği nedenleri ile en az dış hava miktarı daima yeterli olur. Sıhhi tesisat kurallarına göre tüm bina için en az hava değişimi 0.72 defa/saat olmayıp, oturma mekanları da direkt olarak ısıtılan dış hava ile irtibatlandırılmalıdır. Yukarıda misal olarak verilen 150 m<sup>3</sup>/saat dış hava miktarı, ~70 m<sup>2</sup> oda alanının ilavesi ile havalandırma hacim oranı artık 0.72 olmayıp,  $330 / ((80 + 70) \cdot 2,60) = 0.85$  olacaktır. Hava kanalları ve ısı eşanjörünün çabuk kirlenmemesi için, mutfakta ortaya çıkan koku ve yağ zerrelere atık hava ile birlikte havalandırma sistemine verilmeden önce tutucu ve ayırıcı filtreden geçirilmeli, filtre tertibatı dışarıdan kolaylıkla temizlenip, kontrol edilebilir olmalı, dış hava da ayırıcı filtreden geçirilmeden havalandırma sistemine verilmemelidir. Havalandırma sistemindeki hava çekiş kapağı, çevre havası emiş kapağı ile integre edilmelidir. Odalarda konforlu, gürültüsüz ve rahat bir düzenin sağlanması için hava akım hızı 0.15 m/s'den büyük olmamalıdır. Çok dairesel binalarda düşük basınçtaki atık hava için konulan çok duvarlı ortak bacada, ortak bir vantilatörün kullanılması ile yatırım ve enerji masrafları azalacak, verim artacaktır.



Tablo 4. Kontrollü bina havalandırmasında hava değişimi değerleri.

Tablo 4. Kontrollü bina havalandırmasında hava değişimi değerleri.

m <sup>3</sup> /saat	Nor. havalandırma	İlave hava
Mutfak	60	60
Oturma Y. odası	90	90
Duşsuz banyo	60	-
Duşlu banyo	60	30
Küçük ban. (<5 m <sup>2</sup> )	60	-
Tuvalet	30	-

### 3. HAVALANDIRMADA ATIK ISININ GERİ KAZANILMASI

Atık ısının geri kazanılması, havalandırma cihazı ile entegre edilen kanatlı, kondensattan etkilenmeyen, alüminyumdan imal edilen, reküperatör tipi ısı eşanjöründe gerçekleşmektedir(6). Eşanjör yüzeyi ile temasta olan relatif nemli atık gaz, ısısını daha soğuk olan dış ortam havasına verip soğuyacağından, içinde bulundurduğu su buharı kondanse olacak ve hissedilir kondensasyon ısısı geri kazanılarak binaya geri sokulmuş olacaktır, 1 it suyun yoğunlaştırılması ile ~694 W enerji geri tutulmaktadır. Tablo 3.'de görüldüğü gibi normal ev işlerinde saatte ortalama ~2.5 it suyun bu-harlaşacağı düşünülecek olursa, günde kaybolacak 41.7 kW ısıyı geri kazanma yollarının araştırılması gereği ortadadır. Geri kazanımın büyük kısmı, atık havadan geri kazanılan faydalanılabilir ısı-(Entalpi)'dir. Bu ısının içine, binaya giren diğer tür ısılar, mesela ısıtma ile giren güneş enerjisi, elektrikle çalışan cihazlardan, hava vantilatöründen, sıcak sudan, insan vücudundan kaynaklanan ısılar da dahil edilmelidir. Misal olarak ısıtılmadan önceki dış hava entalpisi, ısıtıldıktan sonraki dış

hava entalpisi,  $h_i$  iç hava entalpisi, ( $m_d=m_i$ ) dış ve iç hava kütleleri,  $\eta$  ısıyı geri kazanma derecesi veya eşanjör verimi olduğuna göre, taze havanın ön ısıtılması için ısı eşanjöründe geri kazanılacak ısı:

$$q' = q'' = m'_d \cdot h_d - m'_i \cdot h_i = \eta \cdot (m'_d \cdot h'_d - m'_i \cdot h_i)$$

dir. Bu durumda ele alınan misale göre sadece ısınma için sarfedecek ısı enerjisinden geri kazanılabilir enerji:

Eşanjörde ısıtılan dış havanın sıcaklık artışı  
 $\Delta t = t_a - t_{a0} = 20 - (-10) = 30 \text{ }^\circ\text{C}$   
Eşanjörde kabul edilen ısı geri kazanma derecesi  
 $\eta = \% 60$  olduğuna göre  
Isı transferinde faydanılabilir sıcaklık  
 $t_{a0} = \Delta t \cdot \eta = 30 \cdot 0,60 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$   
Isı eşanjöründe dış havanın ısınması ile  
 $t_{a0} = t_a + t_{a0} = -10 + 18 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$   
Eşanjör verim değeri tekrar  
 $\eta = \frac{\Delta t_a = 8 - (-10)}{\Delta t_i = 20 - (-10)} = 0,60$

150 m<sup>3</sup>'lük bir dairenin yaklaşık ısı gereksinimi  
 $q = 137500 \text{ kJ/h}$   
İnfiltrasyon ile kaybolacak ısı  
 $q_p = 41250 \text{ kJ/h}$   
Isı eşanjöründe geri kazanılacak ısı  
 $q_e = 41250 \cdot 0,60 = 24750 \text{ kJ/h}$   
Yılda 1900 saat için yapılacak enerji tasarrufu  
 $\Delta q = 47025000 \text{ kJ olur.}$

Bu sonuca, bina içindeki diğer ek ısı kaynaklarından gelen ısıların da ilave edilmesi ile  $\Delta q$  daha da artacaktır. Yukarıda sayılan ısıların geri kazanılması ile dışarıdan alınan havanın düşük sıcaklığı oldukça arttırılmış olacaktır. Atık havadan ısı geri kazanımı, eşanjörün konstruksiyonuna bağlı olarak % 80, yüzeyden gerekli ısı transferi üst sınırı da % 70 ve bundan başka ısı kazancının % 10'undan daha az bir elektrik enerjisi kullanımı da gerekli olacağına göre, % 60'luk geri kazanılabilir enerjinin, ilave enerji ile vantilatör elektrik enerjisi kullanımı ve yüksek yatırım masraflarını karşılayıp karşılayamayacağı sorusu sorulabilir. Isı kazanılmasına karşılık havalandırma cihazı yatırım masrafları bugünkü enerji fiyatları ölçüsünde 3-5 yıl içerisinde kendini amorti edebilecektir. Genel ısı dönüşümü kayıplarının minimuma indirilmesinde imkanların tükenmesi, ekonomi ve ekolojik bakış açısından kontrollü bina havalandırmasında, havalandırma ısı kayıplarının karşılanması için bina atık ısısının geri kazanımının önemini ortaya koymaktadır. Şekil 1., 2., 3.'de bu enerji tasarruf potansiyelinin mevcut olduğu görülmektedir. Hacim havasının ısıtılmasında, atık gaz ısısı yanında, bina ısıtma sisteminin duman gazları ısısından da yararlanılarak tasarruf sağlanabilir. Bu şekilde duman gazlarını bacaya vermeden önce, atık hava ile karıştırılarak ısı eşanjöründen geçirilmelidir. Dış hava sıcaklığının düşük olması nedeni ile atık hava ve duman gazları içindeki relatif nemin, yani yanma sırasında oluşan su buharının yoğunlaşarak bağlanmış olduğu ısı geri kazanılacak, bu da yanma ısısından diğer bir yararlanma şekli olacaktır. Kontrollü bina havalandırma ve ısıtılmasında, atık gaz ve havanın ısıtmada kullanılması kombinasyonları Şekil 7'de misal olarak verilmiştir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmanın hedefi, binaların taşıma ve havalandırma ısı kayıpları şeklinde hesaplanan toplam ısı gereksimini, bir havalandırma sisteminde tutulan atık hava ısısından yararlanarak karşılamaktır. Bina havalandırmasında ısı kayıplarının önlenmesi için pencere ve kapı aralık sıklığı ve sızdırmazlığı geniş ölçüde sağlanmalı, hacim sıcaklıklarının korunması için yüzeyli ısıtma sistemlerinin ısı gücü, dış hava sıcaklığına bağlı olarak otomatik kontrol edilmeli, hava bir ısı toplayıcıda ısıtılıp, hacim sıcaklığının altına düşürülmeden termostatik ventil üzerinden binaya verilmelidir. Kontrollü bina havalandırması yatırım masrafları, imalat şekillerine göre değişecektir. Mesela 2 oda, mutfak, hol, banyo, WC'li 150 m2 alanlı tek dairesel bir binanın, kontrollü havalandırma montaj ve diğer masrafları için yaklaşık 5000 DM bir harcamayı gerektirmektedir. Bu yatırım masraflarına karşılık oldukça yüksek bir enerji tasarrufu sağlanacaktır. Bugünkü yapı tür ve standartlarına göre tasarruf edilecek ısı, kullanılacak tüm ısı enerjisinin % 25 - 30'una erişmektedir Şekil 2., 3. Düşük enerji evlerinde ise bu ölçü % 50 ve daha fazlasını bulmaktadır. Kontrollü bina veya konut havalandırması yalnız enerji tasarrufu için olmayıp, birçok kalitatif avantajları nedeni ile de yapılmalıdır. Bu avantajlar,

1. Filtreleme ve ayırma ile toz, nem ve polenler tutularak hava kalitesinin yükseltilmesi,
2. Mutfak banyo ve tuvaletten, binanın diğer kısımlarına koku ve buhar geçişinin önlenmesi,
3. Uygun yapı malzemelerinin seçimi ile nem giderilerek, küf ve mantarların sağlık yönünden önüne geçilmesi,
4. Pencere açma gerekmeyeceğine (fakat mümkün olacağına) göre, cadde ve sokaklardan toz, is, kurum ve gürültü girişinin önüne geçilebileceği,
5. Gereksiz ve fazla havalandırma yapılmaması nedeni ile yüksek enerji kaybının önüne geçileceği, güneş ışınları, bina içinde ortaya çıkan değişik diğer tür enerjiler ve atık hava ısısının geri kazanılması ile enerji tasarrufu yapılacağı,
6. Enerjinin bina içinde maksada uygun ve tasarruflu kullanılması dışında, çevrenin de ısı ve atıklarla yüklenmesinin önüne geçilmesi, şeklinde sıralanabilir.

#### KAYNAKLAR

1. Wohnen 2000 im Niedrigenergiehaus, Sanitar und heizungstechnik. Heft 10, S. 644-645, 1988.
2. Adolf Golbach - Heinrich Birkelbach, Neue Perspektiven der Gas-Warmluftzentralheizung, Gas. Heft 1189, S. 18-23, 1989.
3. Arno J. Kloep, Wende - Fenster spart im Winter Heiz - Sommer Kühlenergie im Büro, Sonnenenergie & Wärmepumpe. Heft I, S. 13 - 15, 1989.
4. P. Höltkemeier, Rationelle Energieverwendung, BWK Bd. 42 Nr. 4., S. 196-199,1990.
5. Klaus Hansmann, TA Luj't Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, S. 93 - 101, 104 - 111, Verlag C.H. Beck, ISBN 3406328415, 1987 München.
6. Dr. Ing Eberhard Stief, Prinziplösungen zur Luftreinhaltung und Abprodukt - erfassung, S 161 -177, VEB Verlag Technik, 1982 Berlin.

\* Bu makale ULBITK 97 11. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı'ndan alınmıştır.