

# İklimlendirme Sistemlerinde Isı Geri Kazanımı

Müjdat ŞAHAN\*

## Özet

Ev, otel, hastane, sinema-tiyatro, alışveriş merkezleri, okul, ofis ..vs kapalı binalarda yaşayan insanlar hem aktiviteleri hem de solunumları ile içerideki havayı kirletirler ve kalitesini bozarlar. Sac telleri ve halı tüyleri ile partiküler, yemek - ter ve parfüm kokuları ile aromatik kirlilik yaratırlar. Solunumları, su kullanımları ve terlemeleri ile nem seviyesini yükseltirken oksijen seviyesini azaltırlar. Ortaya çıkan bu olumsuzlukların giderilmesinin en uygun yolu havalandırma yapılması yani, kirlenen havanın dışarı atılarak yerine fiit re edilmiş ve şartlandırılmış taze hava alınmasıdır. Hem atılan hem de alınan havanın kontrol edilmesi ile iç basınç kontrolü sağlanırken, kontrolsüz sızıntı havası ile gelen kirlilik ve ısı yükleri de önlenir.

Havalandırma yapılması sırasında şartlandırılmış havanın dışarı atılması zorunludur. Atılan hava yeri - ne alınan taze havanın tekrar şartlandırılması ise dış hava yükünü ortaya çıkarır. Küçümsenmeyecek seviyede yüksek olan bu yük, özellikle yaz şartlarında ihtiyaç duyulan toplam serinletme miktarını önemli miktarda artırır. Bu durum, havalandırma yapılmamasının veya eksik miktarda havalandırma yapılmasının en önemli mazeretidir. Çözümü ise ısı geri kazanımı uygulamasıdır.

Havadan havaya ısı geri kazanımı için depolamalı veya direk aktarımlı değişik ısı geri kazanım uygulamaları kullanılabilir. Bu uygulamalar;

- 1) Döner tip ısı değiştiriciler ile depolamalı,
- 2) Plakalı ve çapraz yada zıt akımlı ısı değiştiriciler ile direk aktarımlı,
- 3) Isı borulu ısı değiştiriciler ile direk aktarımlı,
- 4) İkiz ısı değiştiriciler ile depolamalı ısı geri kazanımı olarak sınıflandırılır.

Egzost havası ile atılan ısının, kullanılan geri kazanım tekniğine göre, % 30 ile % 85 arasındaki bir kısmı ekonomik olarak geri kazanılabilir. Bu, taze hava ile gelen dış hava yükünün aynı oranda azaltılması demektir. Yaygın olarak kullanılan ısı geri kazanım tekniklerinde ideal verimlilik aralığı, seçilen uygulama tekniğinin cinsine de bağlı olarak, % 45 ile % 75 arasında değerlendirilmelidir.

## GİRİŞ

İnsan ömrünün % 80 den fazlasının geçirildiği kapalı binaların sahip olması gereken iç hava kalitesi konusunda aranan bazı önemli kriterler;

- 18 ~ 26 °C arası kuru termometre sıcaklığı,
- % 40 ~ % 60 arası oransal nem,
- 10 ~ 15 mikron ve üzerindeki toz, tüy, kıl hav, polen..vs den temizlenmesi,
- Ter, yemek, sigara, duman, is... vs kokulardan arındırılması,
- İnsanların rahat ve yeterli solunum yapabileceği kadar oksijen seviyesine sahip olması

dır.

Kapalı binalarda iç hava kalitesi kurulan iklimlendirme sistemleri ile sağlanır. İklimlendirme sistemleri, uygulamalarındaki özelliklere bağlı olarak; Isıtma, serinletme, nemlendirme, nem giderme, havalandırma ve filtreleme fonksiyonlarının tamamına veya bir kısmına sahip olabilirler. Bu bildiri de, egzost edilen kullanılmış hava yerine dışarıdan alınan taze hava ile gündeme gelen dış hava yükü ve kullanılacak ısı geri kazanım teknikleri ile bu yükün azaltılması anlatılacaktır.

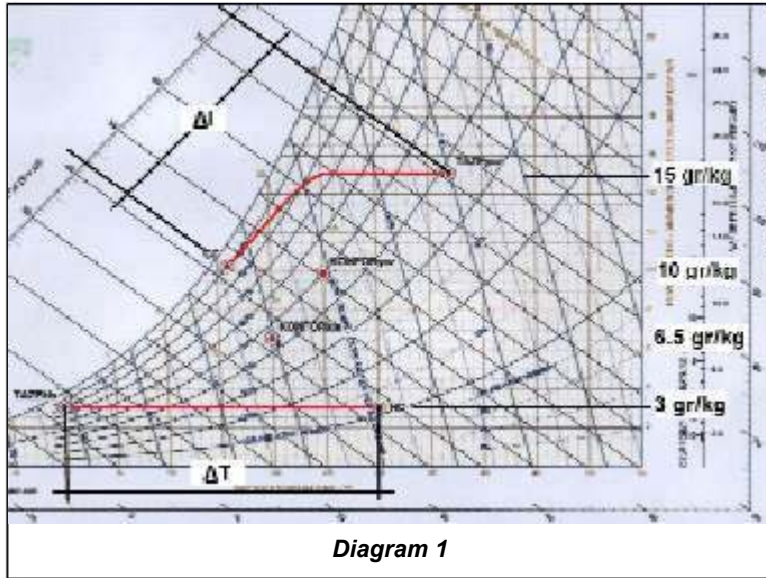
\* Mak. Müh.

Her insan her an aynı miktarda oksijen kullanmaz ve aynı miktarda temiz hava ihtiyacı duymaz. Bulunulan yer ve yapılan iş duyulan temiz hava ihtiyacını değiştirir. İnsanların ihtiyaç duyduğu temiz hava miktarları Ashrae 62-1989 numaralı standart ile tanımlanmıştır. İlgili standart ile tanımlanan bu miktarlar aşağıdaki "Tablo 1"de verilmiştir.

Dış hava yükü, kapalı alandaki insan sayısı ve aktivitesi dikkate alınarak, kişi veya oda başına ihtiyaç duyulan temiz hava ihtiyacı üzerinden hesaplanır. Bulunan bu hava debisi, kullanılacak iklimlendirme sisteminin toplam hava debisi olabileceği gibi, toplam hava debisinin bir kısmı da olabilir. İzmir ortalama yaz ve kış şartları için dış hava yükü "Diagram 1"de entalpi ve sıcaklık farkı şeklinde gösterilmiştir. Hesaplanan dış hava yükü, yaz mevsimi dizayn şartları için 8.15 Kcal/kg, kış şartları için ise 30 °C'dir. Isı geri kazanımı uygulanmadığı durumda bu yüklerin tamamının mekanik ısıtma ve soğutma ile karşılanması gerekir. Temiz hava yükünün; Bina, insan, aydınlatma ve diğer tüm ısıtma-soğutma yüklerine ilave olarak geldiği ve toplam ısı yükü içinde önemli bir miktar oluşturduğu dikkate alınmalıdır.

"Diagram 1"de yaz ve kış konfor şartları ile yaz ve kış temiz hava ortalama şartları işaretlenmiştir. Yaz şartlarında taze hava daha yüksek, kış şartlarında ise daha düşük nemlidir. Yani iklimlendirme sisteminde, gerekli mekanik ısıtma soğutma yanında, kış çalışmasında nemlendirme, yaz çalışmasında ise nem giderme fonksiyonları ilave edilmelidir. Özellikle pahalı olan ve yüksek enerji sarfiyatı gerektiren nemlendirme gereksinimi, uygulanacak doğru ısı geri kazanım uygulaması ile büyük oranda ortadan kaldırılabılır. Dönüş havası ile atılan nem alınan taze fakat kuru havaya aktarılır. Ek bir enerji sarfiyatı gerektirmeyen bu işlem hem iklimlendirme ilk yatırımını, hem de işletme giderlerini azaltır.

"Resim 1"de ısı geri kazanım uygulaması ile elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Yaz çalışmasında, egzost edilen 26 °C KT ve %50 rh şartlarındaki dönüş havası içindeki enerji kullanılarak, dışarıdan alınan temiz hava 28.7 °C KT ve % 54.7 rh noktasına kadar soğutulabilmektedir. Aynı anda temiz hava nemi 15 gr/kg KH dan 13.5 gr/kg KH indirilerek aşırı nemlilik kısmen



Tablo 1

Uygulama	m <sup>3</sup> / kişi x h	Uygulama	
<b>m<sup>3</sup> / kişi x h</b>			
Ofis alanları	34	Otel odaları - oda başına	51
Restoranlar	34	Güzellik salonları	42.5
Barlar, kokteyl salonları	51	Süpermarketler	25.5
Sigara salonları	102	Oditoryumlar	25.5
Konferans salonları	34	Okul sınıfları	25.5
Hastane odaları	42.5	Deney laboratuvarları	34
Ameliyat odaları	51	Genel maksat alanları	25.5

6  
2005  
TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 88,

Resim 1

### DÖNER TİP DEPOLAMALI ISI DEĞİŞTİRİCİ İLE ISI GERİ KAZANIM UYGULAMASI

Specifications: Temperature/Altitude (20) (18.0) (14.0) (10.0) (6.0) (2.0) (0.0) (Wall height: 2.0m)



Humidity ratio (g/kg)	26.0	26.5	26.9	27.3
Temperature (°C)	17.8	17.8	17.1	17.1
Velocity (m/s)	3.3	3.0	3.8	3.8
WPM	18	14	14	14
Design	1.2	1.2	1.2	1.2
Pressure (Pa)	101325	101325	101325	101325

Supplying air	10000	10000	10000	10000
Mass (kg/h)	120000	170000	120000	120000
Temperature (°C)	40	40	40	40
Relative humidity (%)	50	48	50	50
Absolute humidity (g/kg)	8.0	8.8	10.0	10.0
Enthalpy (kJ/kg)	1.2	10.8	12.8	12.0

Leaving air	15.1	-1.2	28.7	38.8
Temperature (°C)	41.1	36.1	24.2	22.2
Relative humidity (%)	4.4	8.0	15.8	12.0
Absolute humidity (g/kg)	28.3	17.8	80.8	88.8

Energy recovery	20.0	20.0	20.0	20.0
Energy recovery (kJ/kg)	10.0	10.0	10.0	10.0
Mass transfer humidity (g/kg)	1.5	1.5	1.5	1.5

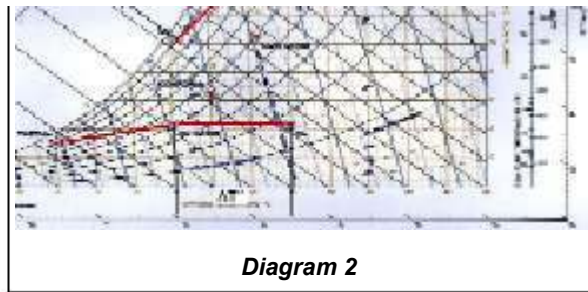


Diagram 2

dir.

Kış çalışmasına bakıldığında ise durum da ha avantajlıdır. Dışarı atılan 20 °C KT ve % 45 rh şartlarındaki sıcak hava ile dışarıdan alınan 0 °C ve % 80 rh şartlarındaki soğuk ve kuru hava, hiçbir mekanik enerji harcanılmadan, 15.1 °C KT ve % 41.1 rh noktasına kadar ısıtılabilir. Isıtma işlemi sırasında, atılan nemli dönüş havasından çekilen 1.5 gr/kg KH su buharı, nem çekme özelliğine sahip rotor dolgusu üzerinden taze havaya aktararak nemlendirme yapılmakta ve yine bu işlem için

önlenebilir. Taze havadan çekilen 1.5 gr/kg nem, ısı değiştirici dolgusu üzerinden egzost havasına aktararak dışarı atılmakta. Bu kurutma için ayrıca bir mekanik enerji harcanılmamakta

Tablo 2		BİRİM	YAZ ÇALIŞMASI		KIŞ ÇALIŞMASI	
TANIM			IGK var	IGK yok	IGK var	IGK yok
Dizayn kuru termometre sıcaklığı		°C	37.0		0.0	
Dizayn yaş termometre sıcaklığı		°C	25.0		-1.2	
Dizayn noktası oransal nem		%	38		80	
Dizayn noktası mutlak nem		Gr/kgKH	15.09		3.03	
Dizayn noktası entalpisi		Kcal/kg°C	18.17		1.81	
Isı geri kazanım çıkışı KT		°C	28.7	37.0	15.1	0.0
Isı geri kazanım çıkışı YT		°C	21.7	25.0	8.7	-1.2
Isı geri kazanım çıkışı RH		%	54.5	38	41.1	80
Isı geri kazanım çıkışı W		Gr/kgKH	13.5	15.09	4.38	3.03
Isı geri kazanım çıkışı H		Kcal/kg°C	15.16	18.17	6.28	1.81
Topl. proses kapasitesi	<sup>3</sup> I	Kcal/kg°C	18.17 – 10.07 = 8.10		-----	
	<sup>3</sup> T	°C	-----		30.0 – 0.0 = 30.0	
Isı geri kazanım kapasitesi	I	Kcal/kg°C	18.17 – 15.16 = 3.01		-----	
	T	°C	-----		15.1 – 0.0 = 15.1	
İhtiyaç duyulan mekanik kapasite	<sup>3</sup> I'	Kcal/kg°C	8.10 – 3.01 = 5.09		-----	
	<sup>3</sup> T'	°C	-----		30.0 – 15.1 = 14.9	
Sağlanan tasarruf		%	37.2		-----	
			-----		50.3	

ayrıca bir mekanik enerji kullanılmamaktadır.

"Resim 1"de gösterilen ısı geri kazanım uygulamasının psikrometrik gösterimi "Diagram 2"de ve rilmıştır.

Görüldüğü üzere uygulanan ısı geri kazanımından sonra, taze hava için ihtiyaç duyulan

toplam mekanik soğutma <sup>3</sup>I' den <sup>3</sup>I'ne, mekanik ısıtma ihtiyacı ise <sup>3</sup>T den <sup>3</sup>T' ne inmiştir. So nuçlar karşılaştırmalı olarak "Tablo 2"dedir.

### ISI GERİ KAZANIM HESAPLAMALARINA ESAS OLAN DEĞERLER

Isı geri kazanım kapasite hesaplarında da diğer tüm ısı yük hesapları yapılırken dikkate alınan dizayn noktası değerleri kullanılır. Bu noktalar ға

Tablo 3						
POZ	TAZE HAVA		TANIMLAR	BİRİM	ÇIKIŞ ŞARTLARI	
	KTYT				SA	EA
1	3725		Kuru termometre sıcaklığı	°C	28.7	11.1
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	54.5	11.1
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	
			Nem transferi verimliliği	%	34.3	
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	28.0	
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	41.9	
2	3525		Kuru termometre sıcaklığı	°C	28.2	32.8
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	59.6	38.9
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	
			Nem transferi verimliliği	%	30.1	
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	22.9	
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	37.5	
3	3324		Kuru termometre sıcaklığı	°C	27.7	31.3
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	59.1	41.3
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	
			Nem transferi verimliliği	%	28.6	
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	17.8	
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	29.5	
4	3124		Kuru termometre sıcaklığı	°C	27.2	29.8
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	63.3	46.0
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	
			Nem transferi verimliliği	%	29.0	
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	12.7	
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	26.5	
5	2922		Kuru termometre sıcaklığı	°C	26.7	28.3
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	62.3	49.9
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	
			Nem transferi verimliliği	%	31.6	
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	7.6	
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	20.5	
6	2722		Kuru termometre sıcaklığı	°C	26.2	26.8
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	61.3	54.4
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	
			Nem transferi verimliliği	%	36.1	
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	2.5	
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	15.1	
<b>SA</b> : Isı geri kazanımından çıkan taze hava şartları				<b>EA</b> : Egzost edilen havanın şartları		

8  
2005

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 88,

ze hava tarafında en yüksek ve en düşük sıcaklık ortalamaları, dönüş havası tarafında ise öngörülen - önerilen konfor şartlarıdır. Özellikle taze hava tarafında maksimum ve minimum sıcaklık ortalamalarının kullanılması tartışılabilir. Ha-

ta, kurulan iklimlendirme sisteminin çoğunlukla dizayn şartlarından daha ılımlı şartlarda çalışacağı öngörüsü ile yapılan ısı geri kazanım hesaplarına şüpheli yaklaşımlar gösterilebilir. Ancak "Tablo 3"te verilen değerler incelendiğinde bu

Tablo 3						
POZ	TAZE HAVA		TANIMLAR	BİRİM	ÇIKIŞ ŞARTLARI	
	KTYT				SA	EA
1	0-1.2		Kuru termometre sıcaklığı	°C	15.1	4.9
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	41.1	96.7
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6	

			Nem transferi verimliliği	%	38.5(*)		
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	50.9		
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	62.6		
2	4	2	Kuru termometre sıcaklığı	°C	16.1	7.9	
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	41.5	81.6	
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6		
			Nem transferi verimliliği	%	37.9(*)		
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	40.7		
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	50.7		
3	7	4	Kuru termometre sıcaklığı	°C	16.8	10.2	
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	41.0	71.3	
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6		
			Nem transferi verimliliği	%	40.7(*)		
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	33.1		
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	42.1		
4	10	6	Kuru termometre sıcaklığı	°C	17.6	12.4	
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	40.8	63.0	
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6		
			Nem transferi verimliliği	%	39.0(*)		
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	25.5		
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	33.2		
5	13	8	Kuru termometre sıcaklığı	°C	18.3	14.7	
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	40.8	56.4	
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6		
			Nem transferi verimliliği	%	36.8(*)		
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	17.8		
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	23.8		
6	1610		Kuru termometre sıcaklığı	°C	19.0	17.0	
			Isı tekerleğinden çıkış oransal nemi	%	41.3	50.8	
			Sıcaklık verimliliği	%	75.6		
			Nem transferi verimliliği	%	30.8(*)		
			Duyulur ısı geri kazanım kapasitesi	KW	10.2		
			Toplam ısı geri kazanım kapasitesi	KW	14.0		
<b>SA</b> : Isı geri kazanımından çıkan taze hava şartları				<b>EA</b> : Egzost edilen havanın şartları			

(\*) Tablo 3 ve Tablo 4 te verilen nem transferi verimliliğinin kabul edilen taze hava nemliliğine bağlı olarak değiştiğine dikkat edilmelidir. Nem transferi verimliliği ve miktarı taze havanın taşıdığı su buharı miktarına göre değişmektedir.

şüpheliğin yersiz ve dayanaksız olduğu açıkça görülmektedir.

Taze hava dizayn şartları ile oda havası şartları arasındaki sıcaklık farkı ne kadar küçülürse küçülsün, taze havanın ısı geri kazanım tekerleğinden çıkış sıcaklığının, dizayn kriterlerine göre hesaplanan değer üstüne çıkmadığına dikkat edilmelidir. Bu, pik değerlere göre hesaplanan ısı geri kapasitesinin, toplam soğutma yükü kapasitesinden indirilmesi konusundaki endişeleri ortadan kaldırır. Böylelikle, tablo 2 de incelenen iklimlendirme projesinde, soğutma gurubunun % 37, ısı merkezinin ise % 50 küçültülebileceği sonucuna varılır. Bu noktada önemle üstünde durulması gereken konu, oda şartlarına ulaşılan kadar % 100 iç hava ile çalışılması ve bu ulaşma süresinin proje -

## DÖNER TİP ISI DEĞİŞTİRİCİLİ ISI GERİ KAZANIM YATIRIMI VE YATIRIM GERİ DÖNÜŞÜ

"Tablo 5"te 6 ayrı yaz ve kış çalışma noktalarında geri kazanılan kapasiteler 10,000 m<sup>3</sup>/h hava debisi için değerlendirilmiştir. Bu hava debisi 300 kişilik bir restoran veya ofis binası, 200 kişilik bir düğün-kokteyl salonu veya 400 kişilik bir oditoryum için gerekli temiz hava miktarıdır. Milyonlarca insanın aynı anda benzer aktiviteler için kapalı alanlarda bulunduğu düşünülür ise atılan enerjinin ne kadar büyük boyutlarda olduğu görülür.

Isı geri kazanım uygulaması için 1500 mm çapında, 70 mikron kalınlığında alüminyum folyo

ile yapılmıştır ve bu amaçla seçilen proje uygulama karakterine uygun hesaplanması ile ilgilidir. "Tablo 3"ün kış şartları için düzenlenmiş hali "Tablo 4"te verilmiştir. "Tablo 3" ve "Tablo 4"te verilen kapasite değerleri 10,000 Nm<sub>3</sub>/h hava debisi için ve deniz seviyesi şartlarına göre hesaplanmıştır.

ile üretilmiş, yoğun dolgulu ve nem çekme (sorbent) özelliğine sahip rotor dolgusu kullanılmıştır. Rotor 0.18 KW güce sahip bir motor ile kayış-kasnak düzeneği kullanılarak ve dakikada 10 tur hız ile döndürülecektir. Döndürme ünitesi sabit hızlı seçilmiştir.

Tablo 5								
ENERJİ KAZANCI [KW]						DOĞAL GAZ KARŞI -		
LİĞİ								
POZ	MEVSİM	SAATLİK	Ç.SÜRESİ	YILLIK	TOPLAM	KAPASİTE	VERİM	FİYAT
1	Yaz	41.9	300	12,570	25,090	8,250 Kcal/m <sup>3</sup>	%90	0.295 YTL/m <sup>3</sup>
	Kış	62.6	200	12,520				
2	Yaz	37.5	350	13,125	25,800			
	Kış	50.7	250	12,675				
3	Yaz	29.5	400	11,800	24,430			
	Kış	42.1	300	12,630				
4	Yaz	26.5	450	11,925	23,545			
	Kış	33.2	350	11,620				
5	Yaz	20.5	350	7,175	16,695			
	Kış	23.8	400	9,520				
6	Yaz	15.1	250	3,775	8,675			
	Kış	14.0	350	4,900				
		TOPLAM	3,950	124,235 KW/yıl		14,390 m <sup>3</sup> /yıl		4,245
YTL/yıl								
saat/yıl						106,842,100 KCal/yıl		
ISI GERİ KAZANIM YATIRIM TUTARI						10,000 YTL		
<b>YATIRIM GERİ DÖNÜŞ SÜRESİ</b>				10,000 : 4,245		<b>2.4 YIL (#)</b>		

(#) İşletme giderlerinin eklenmesi için formül 1 ve formül 2 nin kullanılmasına dikkat edilmelidir.

10  
2005

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 88,



Resim 2

Alüminyum profil karkas yapı içine yerleştirilen dolgu yatay ve düşey kullanılabilir şekilde yataklanmıştır. Karkas yapı galvanize sac kapaklar ile kapatılmış, yüksek sızdırmazlık özelliğine sahip contalar kullanılmıştır. Rotor yatakları kendi kendini yağlayabilen rulmanlar

$$P_f = (173 \times 2) (10,000 / 3,600) = 962 \text{ Watt} = 0.962 \text{ KW}$$

Resim 1'de verilen  $P_m = 0.18 \text{ KW}$  döndürme motoru gücü de fan motoru sarfiyatlarına eklendiğinde

$$P_t = P_f + P_m \dots\dots\dots \text{Formül 2}$$

$$P_t = 0.962 + 0.18 = 1.142 \text{ KWh birim,}$$

$$P = 1.142 \text{ KWh} \times 3,950 \text{ saat/yıl} = 4,511$$

KW/yıl toplam işletme sarfiyatı hesaplanır. İşletme gideri yatırım geri dönüş süresini 0.087 yıl yani yaklaşık 1 ay uzatır. Sonuç olarak çek yatırım geri dönüş süresi 29 ay değil 30 ay olarak hesaplanır.

### SONUÇ

1. Isı geri kazanım uygulaması kendi adına ve başına bir yatırımdır. Yukarıda verimlilik

dan seçilmiştir. Kristalize olmayan inorganikaçısından ele alınan örnek bu mantık ile düzenlenmiştir. Geri kazanılan soğutma ve ısıtma miktarlarının toplam ısı yüklerinden indirilerek su soğutma gruplarının ve ısı merkezlerinin küçültülmesine bağlı yatırım indirimi, konuya değinilmesine rağmen hesaplara dahil edilmemiştir. Buradaki amaç, ısı geri kazanım uygulamasının kendi başına bir yatırım olduğu bilincinin yerleşmesine katkı sağlanmaktır.

Isı tekerleği santral içine veya iki kanal arasına sürülerek monte edilebilecek şekilde seçilmiştir. Fan motorlarına karşı 173 Pascal hava basınç kaybı yaratır. Rotor dolgusu direncini yenecek toplam motor gücü;

$$Pf = (APL \times 2) \times CM \dots\dots\dots \text{Formül 1}$$

Formülü kullanılarak hesaplanabilir. Bu formülden;

- Pf : Watt cinsinden ideal motor gücünü,
- APL : Pascal cinsinden hava basınç kaybını,
- CM : Lt/sn cinsinden hava debisini gösterir.
- 2 ise taze ve egzost havası için olması gereken ayrı ayrı iki adet fan için kullanılmıştır.

zenlenmiştir. Geri kazanılan soğutma ve ısıtma miktarlarının toplam ısı yüklerinden indirilerek su soğutma gruplarının ve ısı merkezlerinin küçültülmesine bağlı yatırım indirimi, konuya değinilmesine rağmen hesaplara dahil edilmemiştir. Buradaki amaç, ısı geri kazanım uygulamasının kendi başına bir yatırım olduğu bilincinin yerleşmesine katkı sağlanmaktır.

2. Azalan kapasitelere paralel olarak küçülen boru çapları, fittingsler, otomatik kontrol devreleri, kullanılan su miktarı, izolasyonlar, tesisat ile işgal edilen yer azalmaları vs.'de, yine aynı sebep ve mantık ile verimlilik ve yatırım geri dönüş hesapları dışında tutulmuştur.

3. Isı geri kazanımına da diğer yatırımlara bakıldığı gibi bakılmalıdır;

- Ilıman iklim kuşaklarında uygulanması faydadan ziyade zarar getirir,
- Kışın kısmen faydalı olabilir ama yaz uygulamalarında getirisi yoktur,
- Isı değiştiricilerinde kazanılan enerjinin daha fazlası fan motorlarında harcanır, vs. gi-

- bi sorumluluk almayan ve bir hesap-araştırırmaya dayanmayan söylemler ile ısı geri kazanımı yıpratılmamalıdır. Isı geri kazanım uygulaması yapılıp yapılmamasına, aynı aynen diğer yatırımlarda olduğu gibi, verimlilik hesap ve araştırmalarından sonra karar verilmeli, şayet sonuçlar verimli bulunuyor ise mutlaka yapılmalıdır.
- 4. Bu bildiri, konfor şartları için uygulanacak en detaylı ısı geri kazanım yatırımının dahi üç yıldan daha kısa sürede geri döneceğini göstermiştir. Isı geri kazanımına, ekonomik ömürleri 10 yıl ve üzerinde olan bu yatırımların her birinin, kendisi gibi 3 – 4 yatırıma daha kaynak yaratacağı bilinci ile bakılmalıdır.
- 5. İklimlendirme sistemlerinde, her uygulamada ve her insan için, standartlarda önerildiği kadar temiz hava alınması, insan sağlığı, verimliliği ve mutluluğunun sağlanması adına zorunludur. Alınan temiz havanın yarattığı dış hava yükünün azaltılması ise global enerji krizinin geciktirilmesi adına bir zorunluluktur.
- 6. "En ucuz enerji kullanılmayan enerjidir" anla-

## KAYNAKLAR

- 1) Ashrae 62-1989 sayılı standart ve 1987 Pocket Handbook.
- 2) Hochschule Technik + Architektur Luzern Prüfstelle HLK Prüfbericht Nr: HP-9929, -1999-07-01, STS 179
- 3) SN EN 308 – 1997
- 4) Enventus GmbH Firma test laboratuvarı kütüphanesi 2002,
- 5) Enventus GmbH Firma teknik yayınları, katalogları ve yazılımları,
- 6) Treating Fresh Air by Mr. Deepak Pahva, -ISHVAC'99, Shenzhen – China,
- 7) ARI Air Conditioning & Refrigeration Institute, Standard 1060, Rating Air to Air Heat Exchangers for Energy Recovery Ventilation Equipment, Arlington - Virginia
- 8) BYGGFORSK Norwegian Building Research Institute, Oslo – Norway, 2002-10-01 Test Protocol for Residential Ventilation Units with Heat Recovery
- 9) National Renewable Energy Laboratory, Ot-

yışını kendimize slogan edinmeyi öneririm.to Van Geet, On Energy Recovery  
Isı geri kazanım yatırımları çoğalmaya baş - 10) Rotary Heat Exchanger, Kjell Folkenson,  
ladıkça, eski yatırımların getirisi yeni yatı - Member of Eurovent WG 6  
rımların kaynağı olacak, hem yatırımlar hem  
de işletmeleri bedavaya gelecektir.