

HVAC UYGULAMALARINDA ISI GERİ KAZANIMI

A. Müjdat ŞAHAN

GİRİŞ

Isı geri kazanımının mantığı, niçin önemli ve kaçınılmaz olduğu, kaç türlü ısı geri kazanım tekniği bulunduğu, hangi yollarla ve elemanlarla yapılabileceği, hangi uygulamalarda ne tür sistemlerin ya da elemanların tercih edilmesi gerektiği, daha önceki Teskon sunularında detaylı olarak incelenmiştir. Bu bildiri de, önceden incelenmiş konuların üzerinde durulmayacaktır. Bildirinin hedefi; HVAC sistemlerinde, plakalı ısı geri kazanım eşanjörü ile yapılabilecek uygulamaların incelenmesi, havadan havaya plakalı eşanjörler kullanıldığında, projede meydana gelen değişikliklerin irdelenmesi ve sonuçların örnekler üzerinde değerlendirilmesinin sağlanmasıdır.

Ayrıca; Sektörde bir genel kanı haline gelmiş olan, “ Türkiye ılıman iklim kuşağı üzerinde bulunmakta olup, ısı geri kazanımı uygulanması enteresan sonuçlar yaratmaz, Türkiye şartlarında lüks bir uygulamadır” görüşünün doğru olmadığını anlatılacaktır.

ÖZET

Daha önceki bildirimlerde de verildiği gibi, atık ısıların % 25 ile % 90 arasındaki kısmının geri kazanılması mümkündür. HVAC sistemlerinde bu oran, optimum çözümlü uygulamalar için % 35 ile % 80 aralığındadır. Havadan havaya plakalı eşanjörlerin kullanılması durumunda ise bu oranın, projenin optimum çözüm limitlerinde kalabilmesi için, % 45 ile % 65 arasında tutulması gerekmektedir.

-30 °C ile + 600 °C arasında çalışabilecek şekilde üretilmekte ve kullanılmakta olan plakalı eşanjörler; Kağıt, plastik, seramik ve başta alüminyum olmak üzere her türlü işlenebilir metallere üretilmektedir. HVAC uygulamalarında kullanılan plakalı eşanjörlerin çalışma sıcaklık aralığı -30 °C ile + 150 °C arasındadır. HVAC sektöründe kullanılan plakalı eşanjörlerin kanatları, büyük çoğunlukla alüminyum veya epoxy kaplı alüminyum ile üretilir. Kraft ve pvc türü malzemeden üretilen kanatlara sahip plakalı ısı geri kazanım eşanjörleri de, fazla miktarlarda olmasa bile kullanılmaktadır.

Havadan havaya ısı geri kazanımının en büyük handikaplarından birisi, taze hava içine egzost havası karışmasıdır. Plakalı eşanjörler ile yapılan uygulamalarda bu oran;

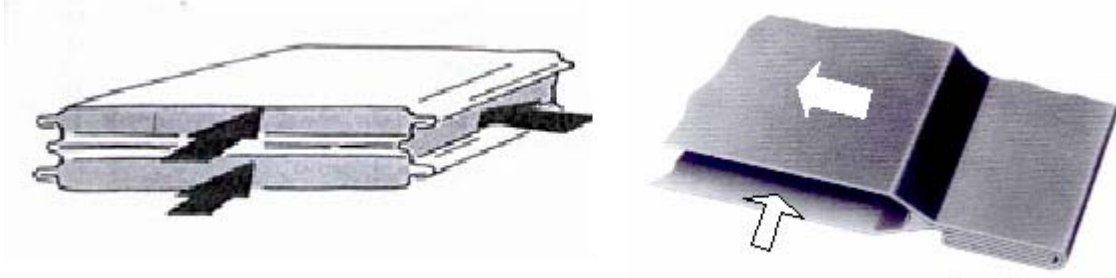
- Eşanjör kanat bloğu içinde % 0 (4500 Pascal basınç farkına kadar),
- Uygulama ünitesi içinde ise en çok % 3 olacak şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Isı geri kazanım eşanjörleri; Restoran, toplantı salonları, tiyatro, sinema, gece kulüpleri, disko, alışveriş merkezleri, okul, spor salonları, kapalı yüzme havuzları ve benzeri insan yoğunluklu mekanların havalandırılması ve iklimlendirilmesi uygulamalarında mutlaka kullanılmalıdır. Kullanılması durumunda, konfor şartlarının temini için gerekli olan taze havanın getireceği yükü % 25 ile % 45 oranında azaltacaktır. Isı geri kazanımı uygulandığı takdirde, % 50 dış hava ile çalışan bir HVAC sisteminde, toplam yükler ve cihaz kapasiteleri % 15 ile % 30 arasında küçülecektir. Yalnızca bu sonuç dahi, ısı geri kazanımının ne kadar önemli ve kaçınılmaz bir uygulama olduğunun altının çizilmesine yeterlidir.

Plakalı eşanjörler hava kirliliğinden, sahip oldukları kanat yüzey formları ve kanat aralıkları sebebi ile aşırı derecede etkilenmezler veya kolayca temizlenebilirler. Plakalı eşanjörlerin çalışma ömürleri, çalışan bir mekanik aksama sahip olmamaları ve malzemeye karşı korozif bir ortamda kalmamaları şartı ile, kullanılan malzemelerin cinsine de bağlı olarak, 25 yıl ve daha fazla olabilmektedir.

PLAKALI EŞANJÖRÜN TANIMI

Plakalı eşanjörler, değişik malzemelerden üretilmiş plakaların ard arda ve birbirlerine 90 ° farklı gelecek şekilde, uçlarından kenetlenip bir taşıyıcı çerçeve içinde toplanmaları ile elde edilirler. Eşanjörlerde kullanılan kanat malzemelerine, cinsine bağlı olarak, nem alma ve gizli ısı transferi yapabilme özelliği de kazandırılabilir.



Soldaki şekilde görüldüğü gibi, üst ve alt plakalar, ortadaki iki plakaya sağ ve sol'dan , ortadaki iki plaka ise birbirlerine, önden ve arkadan kenetlenmişlerdir. Böylece önden arkaya akan havanın enerjisinin, ortadaki iki plaka vasıtası ile, soldan sağa hareket eden havaya aktarılması mümkün olabilmektedir.

Sağdaki şekilde ise, plakaların birbirlerine kenetlenmesine bir örnek görülmektedir. İki kanat birbirlerine, istenilen sızdırmazlık seviyesine göre, tek, ikili, üçlü, silikon destekli üçlü kenetler ile bağlanabilir. Kullanılan malzeme ve uygulanan kenetleme teknikleri ile, eşanjör bloğu içerisinde, 4500 Pascal basınç farkına kadar kesin sızdırmazlık ve deformasyon dayanıklılığı sağlanabilmektedir.

Plakalı eşanjörlerde verimlilik; Hava hızı, kanat yüzey formu, kanat aralığı ve basınç kaybı ile ilişkilidir. Verimlilik arttıkça hava hızı ve basınç kaybı düşecek, eşanjör büyüyecek ve pahalılaşacaktır. Basınç kaybı arttıkça hava hızı artacak, eşanjör küçülecek, ucuzlayacak fakat verimlilik düşecektir. Uygulamaya yönelik HVAC endüstriyel tasarımlarında verimliliğin % 55 civarında tutulması, basınç kaybında ise 100 ~ 250 Pascal aralığında kalınması ve 300 Pascal'ın aşılması önerilmektedir.

ISI GERİ KAZANIM EŞANJÖRÜNDE KALİTE VE GÜVENİLİRLİK

Kalite kriterleri; Maximum verimlilik, sızdırmazlık ve dayanıklılık, minimum basınç kaybı, kirlenme ve tıkanma riski olarak tanımlanır. Kanat yüzeylerinde hem basınç kaybını arttıracak, hem de nem ve toz birikmesine sebep olacak, keskin köşeli girift formlar bulunmamalıdır.

Henüz Ülkemiz'de reel anlamda üretimi yapılmayan çapraz veya paralel akışlı plakalı ısı geri kazanım eşanjörleri, Avrupa genelinde 12 civarında firma tarafından imal edilmektedir. Performans ve kalite denetimleri, ASHRAE rüzgar tüneline , EUROVENT in onayladığı "Technikum Lucerne inst." tarafından yapılmaktadır. Test düzeneğinin fotoğrafı aşağıda görülmektedir.



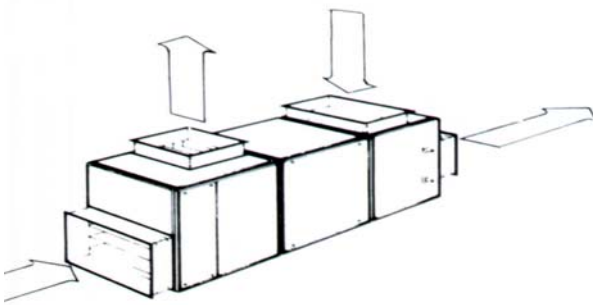
UYGULAMA YERLERİ, AMACI ve KULLANILMASI ÖNERİLEN PLAKA MALZEMELERİ

Plakalı tip ısı geri kazanım eşanjörlerinin HVAC uygulamaları için düzenlenen öneri tablosu şöyledir.

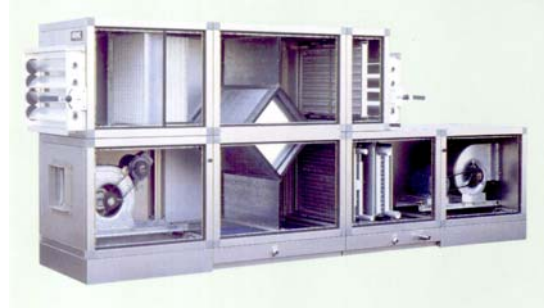
| Konu | Plaka malzemesi | Uygulama şekli |
|--|--|--|
| Endüstriyel şartlandırma veya Havalandırma | Aluminyum, epoxy kaplı Al. paslanmaz çelik | Ön ısıtıcı ve soğutucu AHU içinde |
| Bölgesel uygulamalarda Bar, gazino, disko, lokanta | Kraft , PVC , aluminyum | Kanal üstü uygulamalarda Split tip klima desteklenmesinde |
| Hastanelerde | Epoxy kaplı aluminyum, Paslanmaz çelik | Egzost karışımının istenmediği yerlerde, laminer box desteğinde |
| Kapalı yüzme havuzlarında | Epoxy kaplı aluminyum, Paslanmaz çelik | AHU içinde taze hava devresinde ön ısıtıcı, soğutucu ve nem kontr. |
| Kapalı garajlar | Aluminyum, epoxy kaplı Al. | AHU içinde veya kanal üstünde ısıtıcı olarak |
| Tekstil ve kimya sanayi | Aluminyum, epoxy kaplı Al. Paslanmaz çelik | AHU içinde veya kanal üstünde Ön ısıtıcı, ön soğutucu, nem kont. |
| Kurutma prosesleri | Al., paslanmaz çelik, PVC | Hava kurutma uygulamalarında ön ısıtıcı olarak |
| Matbaa tesislerinde | Epoxy kaplı Al., paslanmaz çelik | Ön ısıtıcı veya soğutucu |

PLAKALI EŞANJÖRLERİN HVAC SİSTEMLERİNDE UYGULANMASI

1. Klima santralleri içinde (AHU)



Tek katlı klima santralleri içinde



Çift katlı klima santralleri içinde

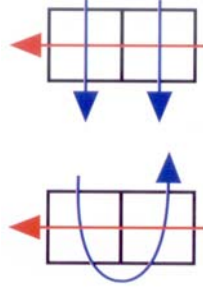
AHU uygulamalarında hava debisi aralığı 5000 ~ 80000 m³/h tir. Eşanjörler klima santralleri içine düz veya diagonal olarak yerleştirilerek kullanılabilirler. Diagonal yerleşim, sağ resimde görüldüğü gibi iki katlı klima santrali olarak tanımlanabilecek bir uygulamadır. Çift katlı AHU uygulamalarında, taze ve egzost havası devresinde bp-pass damperi konulması, cihazın geçiş dönemlerinde veya atmosferik koşulların elverdiği durumlarda, gerekenden fazla enerji sarfetmesinin önüne geçer. Isı geri kazanım eşanjörünün klima santrali (AHU) içindeki temel fonksiyonu, ön ısıtıcı veya ön soğutucu görevini yapmasıdır.

Tüm fonksiyonlara sahip (filtre , karışım , ısıtma , soğutma , nemlendirme .. vs.) bir klima santralinde ısı geri kazanım uygulaması; Klima santrali maliyetini % 40 ~ % 60 , santralin sistemden çektiği toplam enerjiyi % 5 ~ % 15 seviyesinde arttırır.

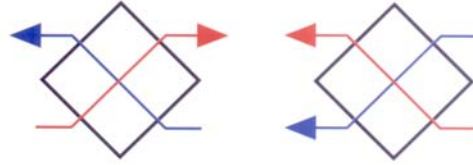
Isı geri kazanım eşanjörleri, sol resimde görüldüğü gibi tek katlı klima santralleri içinde de kullanılabilir. Bu tür uygulamalar genellikle % 100 sabit dış havalı ve son ısıtıcı ilaveli kompakt cihazlar şeklinde dizayn edilirler. Yükseklikleri, normal klima santrallerine oranla daha fazla, çift katlılara oranla daha azdır.

Isı geri kazanım eşanjörü üzerindeki egzost ve taze hava hareketleri, AHU nun tek veya çift katlı olması durumuna göre aşağıdaki gibidir;

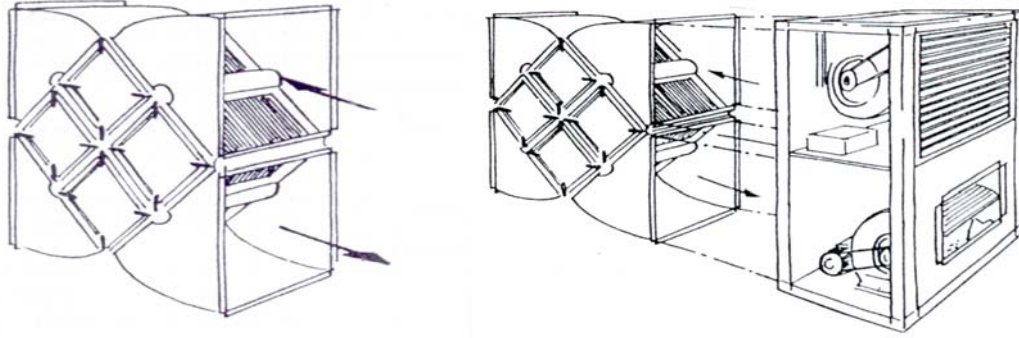
Tek katlı klima santrallerinde



Çift katlı klima santrallerinde



2. Havalandırma kanalları üstünde uygulama

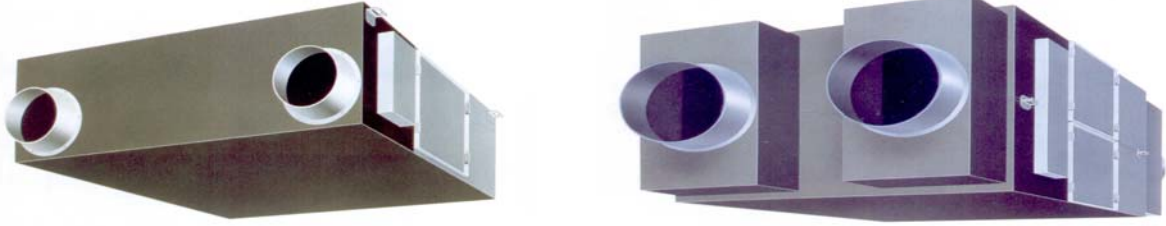


Plakalı ısı geri kazanım eşanjörleri şekilde görüldüğü gibi bir düzenek vasıtası ile kanal üzerine monte edilebilir. Bu tür uygulamalarda dikkat edilmesi gereken en önemli konu, olması muhtemel yoğuşma sularının kanal boyunca yayılmasına engel olunup, kanal dışına alınmalarıdır. Isı geri kazanım eşanjörünün sisteme sonradan uygulanması durumunda, mevcut sistemin fan ve fan motorları ısı geri kazanım eşanjörü dirençlerini yenemeyebilir. Sağ resimde gösterilen uygulama bu tür sorunları ortadan kaldıracaktır. Bu tür uygulamalarda karşılaşılan hava debisi aralığı 1000 ~ 25000 m³/h tir.

İki katlı klima santrali yüksekliğinin sorun yarattığı yerlerde ilk akla gelebilecek çözümlerden birisi kanal üstü uygulamalarıdır. AHU devresinde çalışmak üzere kanal üstü montaj ile HVAC sistemine ilave edilen ısı geri kazanım eşanjörlerinin, ön ısıtıcı ve / veya ön soğutucu pozisyonunda çalışacakları unutulmamalıdır. Bir başka ifade ile, ısı geri kazanım eşanjörü santral girişinden önceki kanallara bağlanmalıdır.

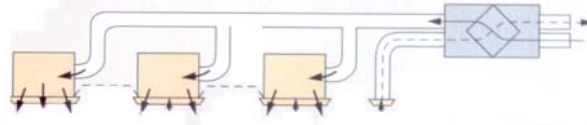
3. Isı geri kazanım cihazı (klimabox)

Uygulamalarda 500 ~ 6000 m³/h hava debisi aralığında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Küçük hava debililer kanallı fan-coil, daha büyük hava debililer ise çatı tipi klima cihazı yerine kullanılabilirler. Ön ısıtıcı veya ön soğutucu gibi çalışan ısı geri kazanım eşanjöründen eksik kalan kapasite, cihaz içine konulacak son ısıtıcı ve son soğutucu eşanjörler ile karşılanmalıdır. Isıtıcı eşanjörler genelde sıcak sulu (80 / 60 veya 60 / 50 °C) yada elektrikli, soğutucu eşanjörler ise soğuk sulu veya DX evaporatör destekli olabilir. % 100 iç hava ile çalışan split klima uygulamalı mekanlarda, taze hava ihtiyacının karşılanmasında ortaya çıkan, dış hava yükünün yarattığı kapasite eksikliğini ortadan kaldırmak için ideal çözümlerdir. Seçilecek özel plaka malzemeleri ile, hacmin nem kaybının önüne de geçilebilir.

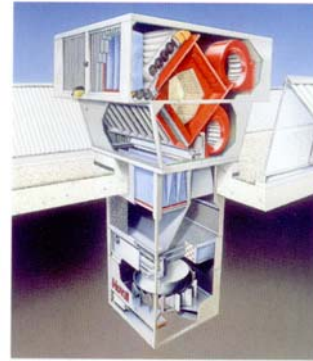
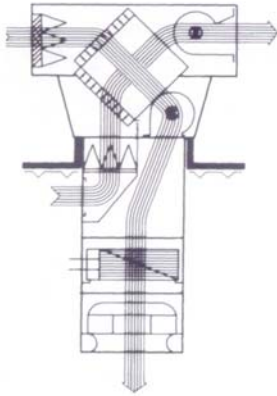


Üstün iç hava kalitesini yaratabilecek, % 50 ~ % 75 ısı geri kazanım verimliliğine sahip, sulu ısıtılmalı ve soğutulmalı, son ısıtıcı ve soğutuculu, komple HVAC cihazı olarak kullanılabilirler. Cihazlar, sulu son ısıtıcı ve soğutucuların yerine uygulanan ısı pompası ile daha kompakt ve ekonomik hale getirilebilmektedir. Yaygın olarak kullanıldıkları yerler; Restoran, ofis ve alışveriş birimleri, disko, sinema, tiyatro, okullar, yüzme havuzları, banyolar ve spor salonlarıdır.

İmalat tekniklerinde büyük çoğunlukla kendinden motorlu ve devir kontrollü radial fanların kullanılması, cihazların otomatik kontrollerini kolaylaştırır. Ayrıca, kayış-kasnak sistemi ve gerdirme donanımlarının kullanılmaması, cihazın daha küçük boyutlu yapılabilmesine olanak tanır. Genelde kanal üstünde ve aşağıda gösterilen şekilde kullanılırlar.



4. Çatı tipi uygulamalar



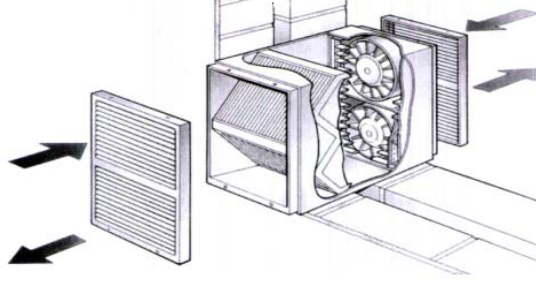
Depo, hangar, kapalı garaj ve büyük fabrika sahaları gibi, iklimlendirilen veya temiz hava ihtiyacı için havalandırılan hacimlerden atılan, havanın içindeki ısıyı geri kazanılmasına yönelik tasarlanmış cihazlardır. Soğutmadan ziyade ısıtmaya ve nem kontrolüne yönelik kullanılırlar. Bu kullanım özelliklerinden dolayı, geri kazanım eşanjörü plakaları çoğunlukla kraft ve pvc' den imal edilmiştir.

5. Konut tipi uygulamalar

Ülkemizde henüz; Konut, ofis, birahane, kahvehane, disco vs. özel ve küçük ölçekli genel yaşam mahallerinde, iç hava kalitesi ve temiz hava ihtiyacı üzerinde pek durulmamaktadır. Hatta, söz konusu yaşam birimlerinde, kişisel iklimlendirme cihazları bile yeni yeni yaygınlaşmaktadır. Split veya pencere tipi klima cihazı şeklinde, hayatımıza hızla girmekte olan bu cihazlarda ise, havalandırma özelliği veya temiz hava temini olanağı yoktur. Bugün bile, büyük iş merkezleri ve yaşam birimleri dışında, temiz hava ihtiyacımızı camları açmak sureti ile karşılanmaktadır. Fakat, genel mekanlarda, modern alışveriş merkezleri ve ofis birimlerinde alışılan hava kalitesinin, çok yakında özel mekanlarda da aranılır hale gelmesi kaçınılmazdır.

Konut tipi HVAC uygulamaları için geliştirilmiş cihazlar, aynen bildiğimiz klima cihazlarında olduğu gibi, pencere tipi klima cihazı veya kanallı tip split klima cihazı espirisini taşırlar. Pencere tipi diye adlandırabileceğimiz tipler (Frivent) 50 ile 600 m³/h hava debisi aralığında, diğerleri ise (HRV , heat recovery ventilator) 500 ile 6000 m³/h aralığında kullanılmaktadırlar.

Frivent tipi cihazlarda aksial veya fan-coil fanları, HRV cihazlarda ise genelde DD radial fanlar kullanılmaktadır. Frivent ve HRV cihazların yapı ve şekilleri aşağıdaki resimlerde görülmektedir.



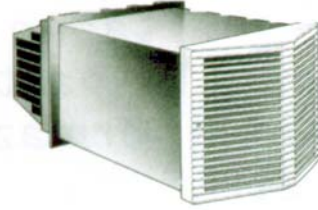
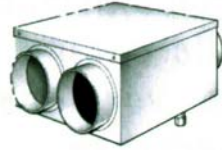
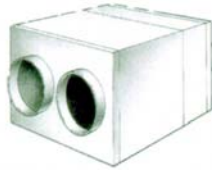
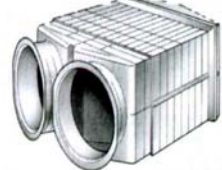
Frivent



Heat Recovery Ventilator (HRV)

Konut tipi ısı geri kazanım cihazları, tek bir oda veya banyo gibi ev birimlerinde müstakil (Frivent) olarak kullanılabileceği gibi, tüm konuta hitap edebilecek kanallı uygulamalar da mümkündür (HRV). HRV türü cihazlar, DD radial fanları sayesinde 6000 m³/h hava debisine ve 250 Pascal kullanılabilir basınç kaybına ulaşabilirler. Bu özellikleri ile de, büyük olmayan genel mahallerde de kullanılabilirler.

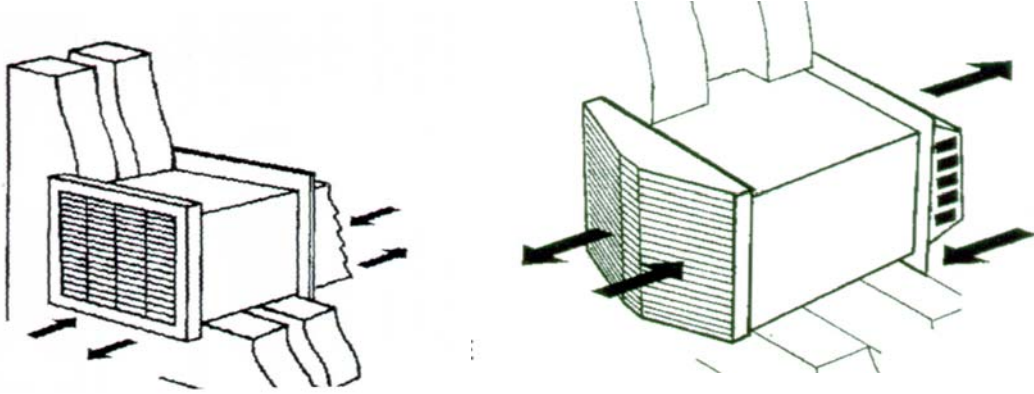
Konut tipi ısı geri kazanım cihazları, aşağıda verilen bilgilere ve kriterlere göre hızlı olarak seçilebilir.

50 ~ 100 m³/h arası, 1 ile 3 kişi için150 ~ 350 m³/h arası, 5 ile 8 kişi için250 ~ 500 m³/h arası, 8 ile 12 kişi için400 ~ 1000 m³/h arası, 10 ile 20 kişi için

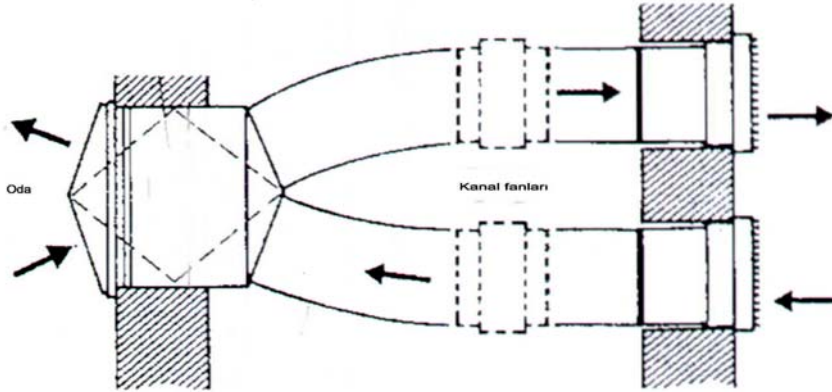
Örneklenen cihazların tamamı, aksial veya küçük radial fanlar ile hava sirkülasyonu sağlamaktadır. Cihazların kullanılabilir basınç kayıpları, kullanılan fan tiplerine göre 250 Pascal seviyesine çıkabilmektedir. Bu sayede ve konstrüktif olarak bağlantıya müsait yapıda olmaları kaydı ile, fazla girift ve uzun olmayan kanal bağlantıları ile çalışabilirler. Temizlenebilir hava filtreleri, üç veya beş devirli fanları, yoğuşma suyu drenaj sistemi ve ısı geri kazanım eşanjörüne sahip olan bu cihazlar, pencere tipi veya kanallı tip hava şartlandırma cihazı görüntüsündedirler. Çok özel uygulamalar ve modeller dışında, cihaz içinde son ısıtıcı veya son soğutucu fonksiyonları yoktur. Bu nedenle temiz hava üfleme sıcaklıkları, çalıştıkları iklim koşullarına da bağlı olarak; Yaz şartlarında 35 °C olan dış ortam için 28 °C , Kış şartlarında 0 °C olan dış ortam için 14 °C civarındadır. Anlaşılacağı gibi, tek başlarına ısıtma veya serinletme amacına yönelik kullanılmazlar. Kullanılma amaç ve yerleri, iklimlendirilen mekanlarda taze hava ihtiyacının karşılanması sırasında kaybedilen ısının bir kısmının geri kazanılmasıdır.

Konut tipi uygulamalar için örnekler

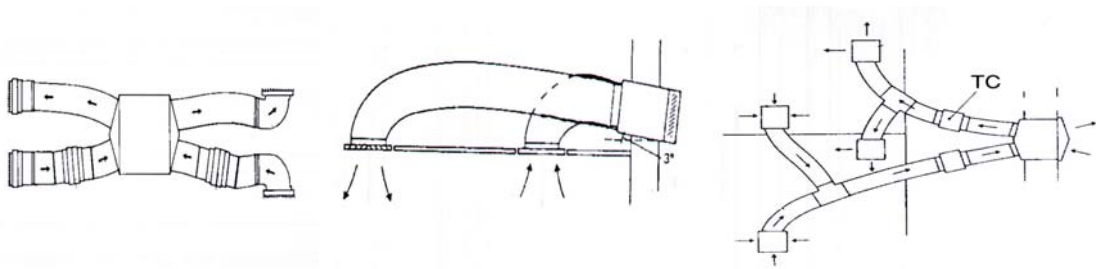
Frivent olarak isimlendirdiğimiz konut tipi küçük debili cihazlar, pencere tipi klima cihazı gibi monte edilirler. Cihazlara, yoğunlaşma sularını mekan dışına yönlendirecek şekilde, yatayla $1 \sim 7^\circ$ arası aç



verilmelidir. Bu amaçla üretilen cihazların karşılayabileceği cihaz dışı statik basınçların düşük olduğundan bahsedilmiştir. Aşağıda görüldüğü gibi, yüksek basınç kaybı olan uygulamalarda, hava akışı kanal fanları ile desteklenmelidir. Aksi takdirde cihazların belirtilen hava debileri düşecek, menfezlerden yeterli hava alınamayacak ve gerekli havalandırma sağlanamayacaktır. Örnekte olduğu



gibi, dış ortam duvarına ulaşmak için kullanılması gereken kanal, fittings, filtre ve benzeri ekipmanlar, cihazda izin verilen cihaz dışı basıncı aşmakta olup, sorunun giderilmesi için kanal tipi fanlar kullanılmıştır. Cihazların; Duvar, çatı ve asma tavan arası montajlarında, bir veya birden fazla hacmi havalandırmasına olanak tanıyan uygulama örnekleri aşağıda gösterilmiştir. Konut tipi uygulamalarda dairesel kesitli ve şekil verilebilir kanalların kullanılması, montajları kolaylaştırmakta ve yer kayıplarının



önüne geçilmesini sağlamaktadır. Bu tür cihazlar ve uygulamaları, özellikle Kuzey Avrupa Ülkeleri'nde son derece yaygın olup, çoğunlukla kış şartlarında kullanılmaktadırlar.

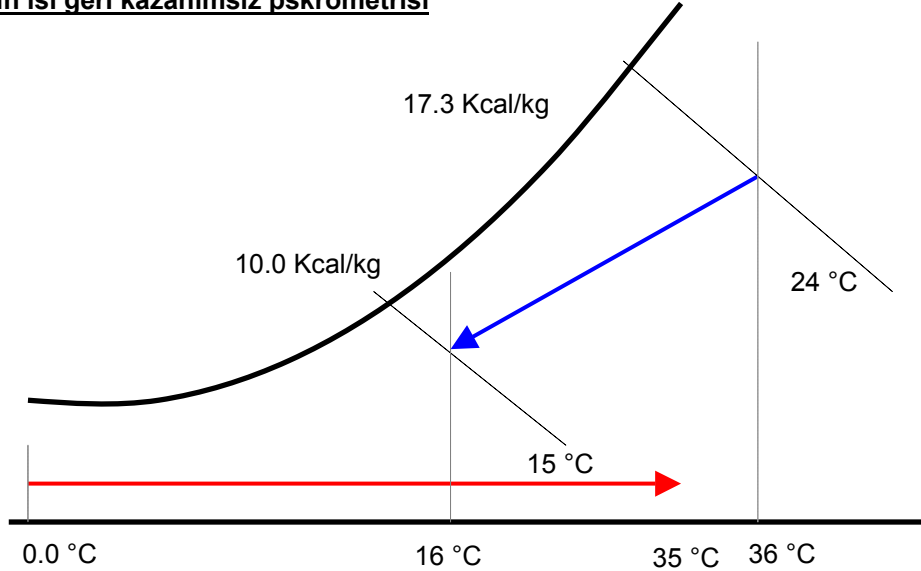
PLAKALI EŞANJÖRLERİN SEÇİMİ, İLK YATIRIM VE YATIRIM GERİ DÖNÜŞ ANALİZLERİ

Bildirinin bu bölümünde, tanımlanan şartlar için örnek bir plakalı ısı geri kazanım eşanjörü seçilip; Geri kazanılan ısı miktarı, ilk yatırım maliyeti ve yatırımın geri dönüşü incelenecektir. Örnekleme; Yapılacak bir HVAC uygulamasında, ısı geri kazanımsız düşünülmüş bu uygulamaya, bir ısı geri kazanım ünitesi eklendiği takdirde, değişen verilerin ve sonuçların irdelenmesi ve karşılaştırılması şeklinde olacaktır.

Proje verileri:

| | |
|---|--|
| Egzost havası debisi..... | : 10,000 m ³ /h |
| Taze hava debisi | : 10,000 m ³ /h |
| Yaz mevsimi dış ortam şartları | : 36.0 °C KT , 24.0 °C YT |
| Yaz mevsimi iç ortam şartları | : 25.0 °C KT , % 50 RH |
| Kış mevsimi dış ortam şartları | : 0.0 °C KT , % 30 RH |
| Kış mevsimi iç ortam şartları | : 20.0 °C KT , % 50 RH |
| Soğutma yükü..... | : 88,000 Kcal/h |
| Isıtma yükü | : 102,000 Kcal/h |
| Soğuk su kaynağı | : 7.0 °C / 12.0 °C su soğutma grubu. |
| Sıcak su kaynağı | : 80.0 °C / 60.0 °C sıcak su kazanı. |
| Kullanılacak iklimlendirme cihazı fonksiyonları | : Isıtma , soğutma , ön filtre (EU 3-5) , son filtre |
| | : (EU 7-9) , karışım , vantilatör , aspiratör. |
| AHU dış kullanılabilir basınç kaybı | : 500 Pa |

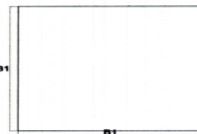
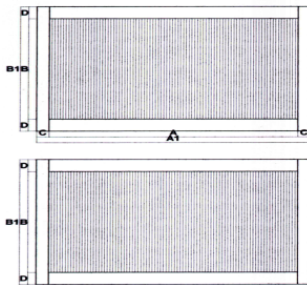
Uygulamanın ısı geri kazanımsız pskrometrisi



olup;

| | |
|--|----------------------------------|
| Gerekli soğutma grubu kapasitesi | : 87,600 Kcal/h, |
| Soğutma grubunun sistemden çekeceği toplam güç | : 40 KW , (hava soğutmalı) |
| Sıcak su kazanı kapasitesi | : 101,500 Kcal/h, (80 / 60 °C) |
| Kazanın doğal gaz sarfiyatı | : 13.5 m ³ /h, |

Bu uygulamada plakalı ısı geri kazanım eşanjörü kullanılması düşünüldüğünde, kullanılması mümkün olabilecek alternatiflerden birisi şu eşanjör olabilir.



| | |
|----|------|
| kg | 102 |
| mm | 805 |
| mm | 719 |
| mm | 43 |
| mm | 1200 |
| mm | 1260 |
| mm | 30 |

KT AL 08 N 120 M üretici firma kod sistemi ile tanımlanan bu eşanjör, adı geçen HVAC uygulamasında kullanıldığında, yaz ve kış şartlarına göre göstereceği performans şöyle olacaktır.

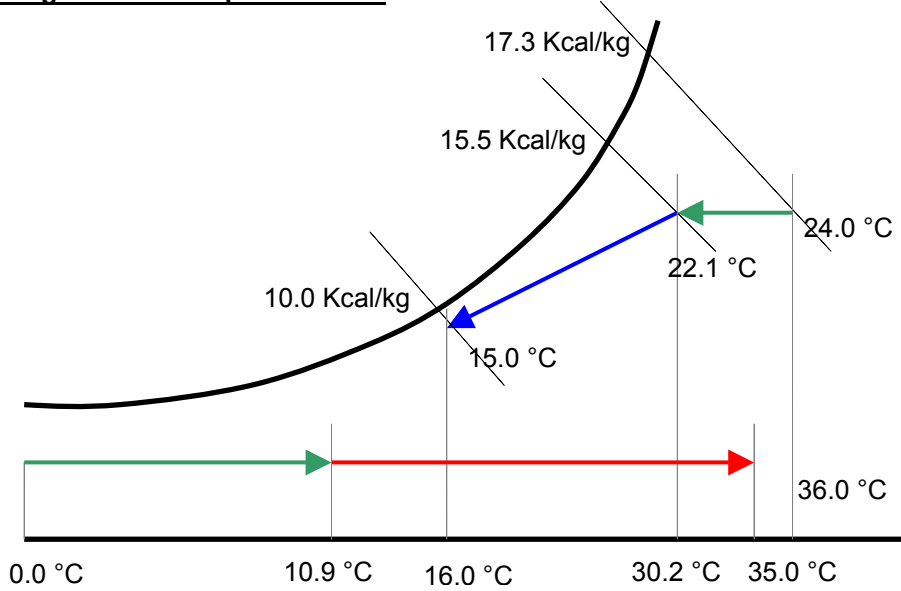
Yaz şartlarında;

| | |
|--|---------------------------|
| Eşanjöre taze havanın giriş şartları | : 36.0 °C KT , 24.0 °C YT |
| Eşanjöre egzost havasının giriş şartları | : 25.0 °C KT , % 50 RH |
| Taze havanın çıkış şartları | : 30.2 °C KT , % 52 RH |
| Egzost havasının çıkış şartları | : 30.8 °C KT , % 35 RH |
| Taze hava tarafı basınç düşümü | : 123 Pascal |
| Egzost tarafı basınç düşümü | : 121 Pascal |
| Yoğuşma veya gizli ısı transferi | : Yok |
| Eşanjör verimliliği | : % 52.4 |

Kış şartlarında;

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Taze hava giriş | : 0.0 °C KT |
| Egzost havası giriş | : 20.0 °C KT , % 50 RH |
| Taze hava çıkış | : 10.9 °C KT , % 3 RH |
| Egzost havası çıkış | : 10.4 °C KT , % 87 RH |
| Taze hava tarafı basınç düşümü | : 110 Pascal |
| Egzost havası tarafı basınç düşümü | : 115 Pascal |
| Yoğuşma | : Egzost tarafında 5.6 kg/h |
| Eşanjör verimliliği | : % 54.4 |

Uygulamanın ısı geri kazanımlı pskrometrisi



Yaz koşullarında geri kazanılan ısı.: $10,000 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.2 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (17.3 - 15.5) \text{ Kcal}/\text{kg} = 21,600 \text{ Kcal}/\text{h}$,
 Kış koşullarında geri kazanılan ısı.: $10,000 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.29 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (10.9 - 0) \text{ °C} = 31,610 \text{ Kcal}/\text{h}$,
 tir. Veriler ve sonuçlar tabloda şöyle özetlenebilir;

| | ısı geri kazanımsız | ısı geri kazanımlı | fark |
|---|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Soğutma grubu kapasitesi | 87,600 Kcal/h | 66,000 Kcal/h | 21,600 Kcal/h |
| Soğutma grubunun çektiği enerji | 40 KW | 33 KW | 7 KW |
| Soğutma grubu fiyatı | 22,000 DM | 20,000 DM | 2,000 DM |
| Soğuk su pompa debileri | 17.5 m ³ /h | 13.5 m ³ /h | 4 m ³ /h |
| Sıcak su kazanı kapasitesi | 101,500 Kcal/h | 69,890 Kcal/h | 31,610 Kcal/h |
| Kazan doğalgaz sarfiyatı | 11 m ³ /h | 7.5 m ³ /h | 3.5 m ³ /h |
| Sıcak su kazanı fiyatı | 3,600 DM | 3,100 DM | 500 DM |
| Sıcak su pompa debisi | 5 m ³ /h | 3.5 m ³ /h | 1.5 m ³ /h |
| Sıcak su kazanının çektiği enerji | 2.0 KW | 1.5 KW | 0.5 KW |
| Proje verilerinde tanımlanan AHU fiyatı | 13,000 DM | 19,000 DM | 6,000 DM |
| AHU'nun sistemden çektiği enerji | 8 KW | 9 KW | 1 KW |

Tablonun incelenmesinden anlaşılacağı gibi, tanımlanan projenin ilk yatırım maliyeti, temel argümanlar bazında;

- Isı geri kazanımı uygulanmıyor ise..... 38,600 DM,
- Uygulanıyor ise 42,100 DM dir.

Yani ısı geri kazanımlı ilk tesis maliyeti, 3500 DM ve % 10 seviyesinde daha yüksektir.

Buna karşılık;

- Sistemden çekilen enerji, sirkülasyon pompaları dahil 7 KWh ,
- Kullanılan doğalgaz ise 3.5 m³/h seviyesinde azalmaktadır.

Azalan bu işletme giderlerinin maddi karşılığı (0.15 DM/KW x 7 KWh) + (0.4 DM/m³ x 3.5 m³/h) = 2.4 DM/h tir. HVAC sisteminin yılda 200 gün ve günde 8 saat çalıştığını varsaydığımızda, yıllık tasarruf 3,840 DM/yıl olarak tespit edilmektedir. İlk yatırım maliyetindeki artışın 3,500 DM seviyesinde olduğu hatırlandığında, yatırım geri dönüş süresinin, 1 yıl gibi çok enteresan bir süre olduğu görülmektedir.

İlman iklimlerde ve özellikle Ülkemiz'de, ısı geri kazanımının enterasan değil, lüks olduğuna dair bir kanı olduğunu belirtmiştim:

Bu kanı'ya göre;

1. Yukarıda verilen ısı geri kazanım miktarları pik değerler için geçerlidir. Halbuki dış sıcaklıklar, değişen saat, gün ve ay'lara göre, Yaz'ın daha düşük, Kış'ın daha yüksek, yani farklı olacaktır. Dış sıcaklıklar ile iç sıcaklıklar arasındaki fark azalınca da, ısı geri kazanım verimliliği ve kapasitesi, pik değere göre hesaplanandan daha düşük olacaktır.
2. HVAC uygulama cihazı AHU'nun ısıtma ve soğutma kapasiteleri, pik değere göre hesaplanmış ısı geri kazanım miktarları kadar azaltılır ise, uygulamada kapasite yetmezliği yaşanacaktır.

Uygulamanın % 100 taze (dış) havalı olduğu ve bu tür uygulamalarda toplam yükün büyük çoğunluğunun dış hava yükü tarafından oluşturulduğu bilinmektedir. O halde;

1. Pik değerlerden sapan noktalarda, ısı alışverişi yapılacak iki havanın sıcaklıkları arasındaki farkın azalması sonucu, ısı geri kazanım verimliliği ve kapasitesi düşük olacak ancak, aynı şekilde dış hava yükü, yani toplam yükler de düşmüş olacaktır.
2. Isı geri kazanım kapasitesi ile beraber toplam yük' te düştüğü için, seçilen soğutma grubunda, kazanda ve eşanjörlerde kapasite yetmezliği olmayacak, aksine sürekli olarak kapasite fazlalığı oluşacaktır.

| Taze hava şartları | Toplam kapasite Kcal/h | IGK kapasitesi Kcal/h | Mekanik kapasite Kcal/h |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 36 °C KT / 24 °C YT | 87,600 | 21,600 | 66,000 |
| 33 °C KT / 22 °C YT | 66,000 | 16,800 | 49,200 |
| 30 °C KT / 20 °C YT | 45,600 | 7,200 | 38,400 |
| 27 °C KT / 18 °C YT | 26,400 | 1,200 | 25,200 |
| 0.0 °C | 101,500 | 30,160 | 71,340 |
| 4.0 °C | 89,900 | 24,650 | 65,250 |
| 8.0 °C | 78,300 | 18,270 | 60,030 |
| 12.0 °C | 66,700 | 12,180 | 54,520 |

Tabloda da görüldüğü gibi, pik değerler için seçilmiş bir ısı geri kazanım ünitesi kapasitesine göre tespit edilen, su soğutma grubu, kazan ve ısıtma – soğutma eşanjörleri kapasiteleri, değişen şartların karşısında, bir kapasite yetersizliği riski yaratmamaktadırlar.

Bu çalışmaların % 100 taze havalı ve insan yoğunluklu mekanlara yönelik uygulamalar için hazırlandığını tekrar vurgulamak isterim. Uygulamada kullanılan taze hava oranı azaldıkça, ısı geri kazanım uygulaması daha az enteresan olacaktır. Herşeye rağmen, yine insan ağırlıklı uygulamalara yönelik olmak kaydı ile, % 50 oranında taze hava kullanan HVAC uygulamalarında dahi, ısı geri kazanımının mutlaka uygulanmasının gerektiği inancındayım. Bu tür uygulamalarda bile ısı geri kazanımı ilk yatırımının geri ödeme süresi 3 yıl'ı aşmamaktadır.

SONUÇ

HVAC uygulamalarında ısı geri kazanımına iki açıdan bakılmalıdır.

1. İç hava kalitesi ve
2. Enerji tasarrufu açısından.

Günümüzde, yaşanan ortamlardaki konfor şartlarının yalnızca sıcaklık ve nem ile tanımlanmadığı, solunan havanın içindeki oksijen oranının da son derece önem kazandığı bilinmektedir. Kapalı hacimlerde kullanılan havanın oksijeni, kullanım oranı ve süresine bağlı olarak azalmakta, buna karşılık karbonmonoksit ve dioksit oranları artmaktadır. Bu kullanılan havanın, tekrar oksijen yönünden zenginleştirilmesinin ve temizlenmesinin, en doğal ve kolay yolu, taze dış hava ile değiştirilmesi veya desteklenmesidir. Bunun da HVAC uygulamalarına, ilk yatırım giderleri açısından artı maliyetler getirmesi doğaldır.

HVAC uygulamalarının olmasa olmaz temel fonksiyonlarından birinin, havalandırma ve uygun iç hava kalitesi yaratılmasına katkıda bulunmak olduğuna göre, yapılan uygulamalarda veya kullanılacak AHU' larda mutlaka ;

- Yaşam biriminde bulunan her insan için 25 ile 100 m³ / h x kişi arasında taze hava hesaplanmalı,
- % 50 ve daha fazla taze hava kullanılan yerlerde mutlaka ısı geri kazanımı uygulanmalı,
- % 50 den daha az dış hava kullanılan yerlerde ise ısı geri kazanım uygulaması fizibilitesi mutlaka yapılmalıdır.

Havadan havaya plakalı eşanjörler ile yapılacak ısı geri kazanımı, HVAC uygulaması ilk yatırımını, % 100 taze havalı uygulama için % 10 seviyesinde, % 50 taze havalı uygulama için ise % 25 seviyesinde arttırmaktadır. Bu ilk yatırım maliyeti artışlarına rağmen, yatırım geri dönüşü;

- % 100 taze havalı uygulamalarda 1 yıl,
- % 50 taze havalı uygulamalarda ise 3 yıl civarındadır.

Isı geri kazanımına yalnızca enerji tasarrufu açısından bakıldığında, verilen örnek projede incelendiği gibi, taze hava oranının % kaç olduğuna bakmaksızın, her 10,000 m³/h egzost havası için;

- 7 KWh elektrik enerjisi,
- 3.5 m³/h doğalgaz tasarruf edildiği unutulmamalıdır.

Yurdumuzda her yıl; Yaklaşık 10,000 adet AHU, 25,000 adet aspiratör hücresi imal edildiği, 100,000 adet pencere tipi aksiyal aspiratör satıldığı dikkate alındığında, HVAC sistemlerinden atmosfere attığımız enerjilerin ne kadar büyük olduğu rahatça anlaşılmaktadır.

Ayrıca, en basit plakalı ısı geri kazanım uygulamasının, en az 10 yıl sorunsuz çalışacağı bilindiğine göre, kurulacak ısı geri kazanım sistemleri, nerede ise tüm çalışma süreleri boyunca, sıfır sayılabilecek işletme giderleri ile enerji tasarrufuna katkıda bulunacaktır. Bildiride kullanılan örneklemedeki ısı geri kazanım sistemi, 9 yıl boyunca, yılda 1600 saat çalışarak ;

- 1600 h/yıl x 9 yıl x 7 KWh = 100,800 KWh elektrik enerjisi, 15,120 DM ,
- 1600 h/yıl x 9 yıl x 3.5 m³/h = 50,400 m³ doğalgaz ve 20,160 DM tasarrufu sağlayacaktır.

Bu bildirinin okunmasından sonra, Türkiye iklim kuşağında, HVAC sistemlerinde ısı geri kazanım uygulaması enteresan değildir, görüşünün değişeceğini umuyorum.

KAYNAKLAR

- [1] Dr. Michael Gettings / Industrial heat recovery, market study no 1 / Energy Technology support unit / Eylül 1985
- [2] Dr. Carloe Leone / Recuperator srl / BKH heat Recovery Units / Haziran 1996
- [3] Doç. Dr. Ahmet Arısoy / Termas A.Ş. teknik Yayınları No: 3 / Isı geri kazanma sistemleri
- [4] Prof. Ali Güngör / Enerji geri kazanım sistemleri / Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler kitabı
- [5] ASHRAE Handbook / HVAC Systems and Equipment / Air to air energy recovery / 1996
- [6] Prof. Tuncay Yılmaz / Çukurova Üniversitesi Mak. Müh. Böl. Bşk. / Isı geri kazanım sistemleri Teskon bildiriler kitabı
- [7] Willis H. Carrier / Modern Air Conditioning, Heating and Ventilating / litman Publishing Corporation

Ayrıca aşağıda isimleri verilen üretici veya uygulayıcı firmaların teknik yayın ve kataloglarından faydalanılmıştır.

- [8] Recuperator srl / Milan - Italy
- [9] DAIKIN – Teba HRV cihazları / Epar Endüstri ve Tesisat Pazarlama A.Ş. / İzmir
- [10] Contardo / Engineering Manual / Varese - Italy
- [11] Koolair SA / Poligono Industrial , Madrid - Spain
- [12] Aermec S.p.A. / Verona - Italy
- [13] Hoval PWT / Aluminium Plate Heat Exchangers for Heat Recovery in Ventilation Systems / Liechtenstein
- [14] Henatherm Luft und Wärmetechnik GmbH / Germany
- [15] Josef Friedl Ges. m.b.H. / Frivent Heat Exchangers and Recovery
- [16] Forclima Technologie Climatiche / Padova – Italy
- [17] SIRE Sistemi Per Il Recupero Dell'energia / Milan – Italy

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1951 yılında doğmuştur. İlk, orta ve lise tahsilini İzmir'de tamamlamıştır. Yüksek tahsilini, sonradan Ege Üniversitesi'ne bağlanan Buca Mimarlık Mühendislik Yüksek Okulu'nda tamamlamış ve Makine Mühendisi Lisans diploması almıştır. Desa Kazan fabrikası'nda stajyer saha mühendisi, Türboterm Isı Cihazları A.Ş. fabrikası'nda proje mühendisi olarak çalışmıştır. Askerlik görevini tamamladıktan sonra, 1983 yılına kadar Türboterm A.Ş. Teknik Müdürlüğü görevinde bulunmuştur. 1983 ~ 1994 yılları arasında Ahmet Yar A.Ş. finansmanı ile AIRFIN ısı eşanjörleri üretim tesisini kurmuş ve çalıştırmıştır. 1994 ten itibaren serbest çalışmaya başlamış olup, bazı Avrupa Firmalarının Türkiye temsilciliğini sürdürmektedir. İmbat Makine Sanayi ve Ticaret isimli şirketinde, HVAC konusunda , teknik ofis, mümessillik, danışmanlık ve malzeme temini hizmetleri vermektedir. 25 yılı aşan bir süredir ısı eşanjörleri ile uğraşan A. Müjdat Şahan, evli ve iki kız çocuk babasıdır.