



ISI GERİ KAZANIM EŞANJÖRLERİNİN KULLANIM OPSİYONLARI

A. Müjdat ŞAHAN

ÖZET

Bildiride, havadan havaya ısı geri kazanım (özellikle plakalı ve çapraz akımlı tiplerin) eşanjörlerinin değişik kullanım şekilleri ve amaçları, yerleşim pozisyonları, tekli veya çoklu kullanımlara göre hava akış yönleri, kullanımları sırasında ortaya çıkan sorunlar ve çözümleri incelenmektedir. Bu tip ısı değiştiricilerinin, ısı geri kazanım fonksiyonları yanında, üstlenebilecekleri diğer fonksiyonlar da bildiri kapsamı içine alınmıştır.

GİRİŞ

Hangi tipte olursa olsun ve hangi ekipmanlar ile yapılırsa yapılsın, ısı-enerji geri kazanım uygulamalarının, *yatırım ekonomisi* sağlamak amacına yönelik değil, *enerji – işletme ekonomisi* sağlamaya yönelik olduğu kabul edilmeli, ısı-enerji geri kazanım uygulamasının da kendi başına bir yatırım olduğu unutulmamalıdır.

Isı geri kazanımı konusunda yapılacak hesaplamalar, yapılacak yatırımın, tanımlanmış bir zaman dilimi içinde, yatırımcısına getirisi üzerinde yoğunlaştırılmalıdır. Bu hesaplama sonucunda, yatırımın getirisi ile birlikte, yatırım geri dönüş süresi de ortaya çıkacak ve yatırımın fizibil olup olmadığı görülecektir. Doğru ve güvenilir olarak yapılmış hesaplamalar, yatırımın karlı ve mümkün olduğunu ortaya koyuyor ise, o yatırımın yapılmaması için başka bir engel olmamalıdır.

Havalandırma sektöründeki ısı geri kazanım mantığı da yukarıdaki genel mantıktan ayrı düşünülemez. Ancak, gerek yatırım maliyetinin, gerekse geri kazanım - enerji ekonomisi hesaplamalarının doğru yapılabilmesi ve doğru ısı geri kazanım tekniğinin seçilebilmesi için, ısı geri kazanım opsiyonlarının ve uygulama sınırlarının hatırlanmasında fayda vardır. Bildiri içinde bu opsiyonlar ;

- Temel uygulama ve yerleşim şekilleri ile hava akış yönleri,
- Ön ısıtıcı ve / veya ön soğutucu olarak kullanım,
- Ön soğutucu ve son ısıtıcı olarak kullanım,
- Nem alma cihazları bünyesinde kullanım,
- Evaporatif soğutma ile uyarlanmış kullanım,
- Atık ısıların geri kazanılmasında endüstriyel kullanım olarak sıralanmaktadır.

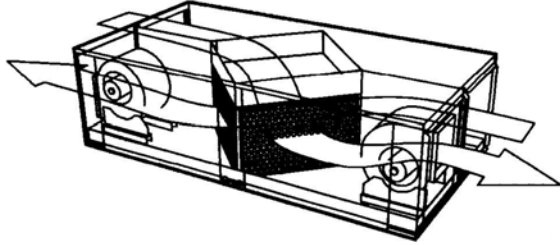
Plakalı ısı geri kazanım eşanjörlerinin her türlü konfor havalandırmasında kullanılması mümkündür. Bunun yanında, üretildikleri malzemelere ve üretimlerinde kullanılan tekniklere bağlı olarak, gazlar ile atmosfere atılan ısıların geri kazanımına yönelik değişik endüstriyel uygulamalarda da kullanılabilirler.

1. TEMEL UYGULAMA VE YERLEŞİM ŞEKİLLERİ

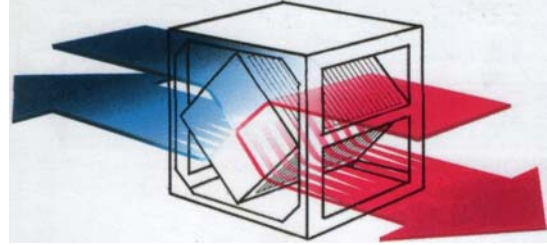
Isı geri kazanım uygulamaları , uygulamalarda yer alan ısı değiştirici miktarı ile hava akımlarının ısı değiştirici üzerinden geçiriliş sayısına bağlı olarak, değişik şekillerde düzenlenebilir. Bu düzenlemeler ;

- Tek ısı değiştirici – tek geçiş ,
- Tek ısı değiştirici – iki geçiş , seri bağlantı ,
- İki ısı değiştirici – iki geçiş , seri bağlantı ,
- İki ısı değiştirici – iki geçiş , paralel bağlantı ,
- İki ısı değiştirici – iki geçiş , karışık bağlantı olarak isimlendirilir. Plakalı, havadan havaya, çapraz akımlı ısı değiştiricilerinin üzerinde, iki ayrı hava akımının olduğu burada tekrar hatırlanmalıdır. Seçeneklerde yer alan “tek geçiş” ve “iki geçiş” kavramları ise, her iki hava akımı (atılan = egzost, alınan = taze hava) için de, ayrı ayrı geçerlidir.

1.1. Plakaların yatay düzleme paralel veya dik duruşu (tek ısı değiştirici, tek geçiş):



Yatay düzleme paralel plakalı

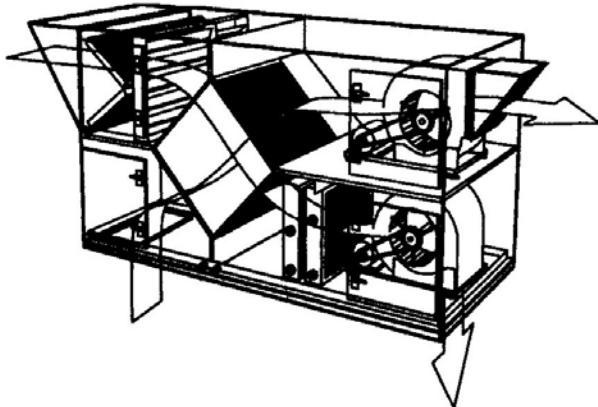


Yatay düzleme dik plakalı

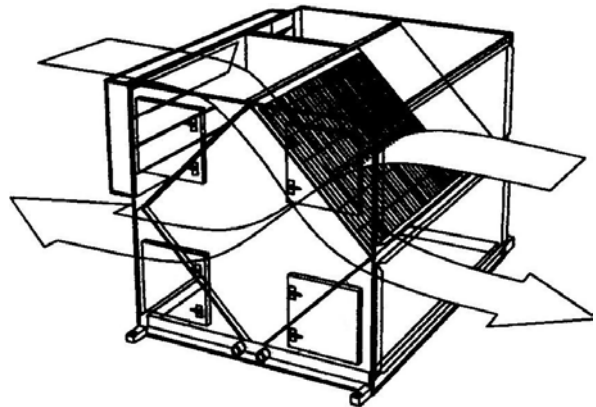
Yatay plakalı yerleşimde ısı değiştiriciye, yoğuşma sularının plaka yüzeylerinden rahatça süzülmesini sağlayacak kadar eğim verilmesi, dikey plakalı yerleşimde ise, yoğuşmanın olacağı sıcak hava tarafındaki hava akımının, yukarıdan aşağıya doğru yönlendirilmesi önerilir. Bu önlemler, hem olası buzlanma risk ve hızını azaltacak, hem de fan motorlarının gereğinden fazla enerji sarfetmesine engel olacaktır.

Plakalar yatay düzleme paralel duracak şekilde yapılan uygulamalar, genellikle küçük debili ve düşük cihaz yüksekliği aranan yerlerde ön plana çıkar. Bunun yanında, hava akımlarının yönleri birbirlerine göre paralel veya zıt olabilir. Ancak bu durum, ısı değiştiriciden beklenen verimliliği değiştirmez. Çünkü ısı değiştirici üzerindeki hava akımı, her iki durumda da çapraz akış şeklinde oluşur.

1.2. Klima santrali içine veya havalandırma kanalı üzerine yerleşim (tek ısı değiştirici, tek geçiş):



Klima santrali içinde



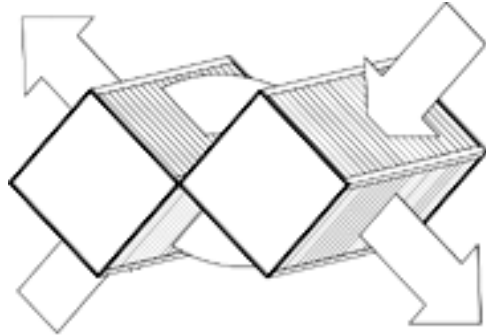
Havalandırma kanalı üstünde

Mevcut fan ve fan motorlarının izin verdiği oranda, kurulu ve çalışmakta olan havalandırma sistemlerine, sağdaki çizimde gösterildiği şekilde, kanal üstü montajlı bir ısı geri kazanım ünitesi – hücresi ilave edilebilir. Bu uygulama, özellikle kapasite yetmezliği yaşanmakta olan tesisatlarda sınırlı da olsa çözümdür. Tam donanımlı bir ısı geri kazanım uygulaması ise sol çizimde gösterilmektedir. Hücre; Taze – egzost havası fanları, filtreler, ısıtma ve soğutma eşanjörleri ve debi ayar damperi ile birlikte tipik bir % 100 dış-taze havalı klima santralini tanımlamaktadır.

Her iki uygulama şeklinde de, yoğuşma, buzlanma ve buz eritme olasılıkları göz ardı edilmemelidir. Yoğuşma suyunu toplayacak tava ve su tahliye sistemi kullanılması zorunludur. Suyun göllenmesine ve durgun kalmasına sebep olacak tava ve su tahliye sisteminin, bakteri üreme olasılığına bağlı olarak, insan sağlığı açısından tehlikeli olabileceği unutulmamalıdır.

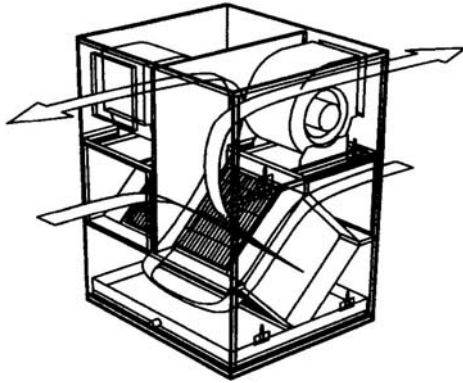
1.3. İki ısı değiştiricinin seri bağlandığı iki geçişli kullanım :

İki ısı değiştiricili, iki geçişli (double pass) kullanımın prensip şeması sağdadır. İki ısı değiştiricili iki geçişli yerleşim, daha yüksek verimlilik hedeflenen ısı geri kazanım uygulamalarında ön plana çıkar. İki ısı değiştiricili ve çift geçişli uygulamalarda yüksek verimlilik aranırken, hava basınç kaybı ve fiyat artışı göz ardı edilmemeli, basınç kaybı, fiyat ve verimlilik optimizasyonu aranmalıdır. Uygulamanın klima santrali içinde, ayrı dizayn edilmiş bir ünite olarak veya kanallar üstünde yapılması mümkündür.



İki geçiş – double pass

1.3.1. İki ısı değiştiricinin seri bağlandığı iki geçişli kullanım için bir özel dizayn :



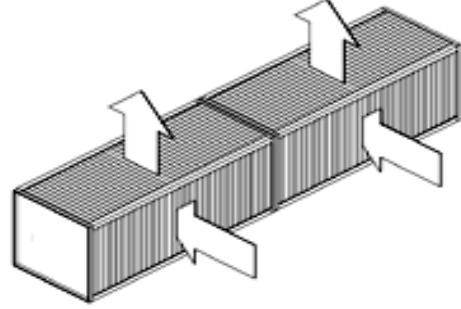
Gösterilen ısı değiştirici iki ayrı parça halinde üretilebileceği gibi, ortasından iki ayrı bölme ayrılmış tek gövdeli olarak ta üretilebilir. Ancak çalışma prensibi ve hava akımlarının düzenlenmesi açısından, iki farklı ısı değiştirici olarak algılanması gerekir.

Zıt taraflardan emilen iki farklı hava, iki ayrı ısı değiştirici üzerinden, ikişer defa geçirildikten sonra zıt yönler gönderilir. Tek geçişli veya paralel bağlı iki geçişli uygulamalara göre çok daha yüksek verimlilik oranları ve ısı geri kazanım kapasiteleri elde edilebilir. Hava basınç kayıpları ise, anılan uygulamalara oranla, iki katı daha yüksektir. Isı değiştirici fiyatının da iki katı

artacağı, iki ayrı ısı değiştirici kullanımı sonucu, ünite boyutlarının büyüyeceği ve fiyatının yükseleceği, daha yüksek basınç kayıpları sebebi ile daha yüksek motor güçlerine ihtiyaç duyulacağı gibi olasılıklar mutlaka detaylı olarak değerlendirilmelidir. Bu uygulama için (seri bağlı iki geçişli iki ısı değiştirici) dizayn edilmiş bir olasılığa ait teknik sonuçlar " ek 2 " de verilmiştir. " Ek 1 " de tek geçişli tek ısı değiştirici'nin, " ek 3 " te ise paralel bağlı tek geçişli iki ısı değiştiricinin teknik verileri bulunmaktadır. Uygulama tipini seçmeden önce bu üç ekte yer alan bilgilerin incelenmesi ve karşılaştırılması önerilir.

1.4. İki ısı değıştircinin paralel bağlandığı tek geçişli kullanım :

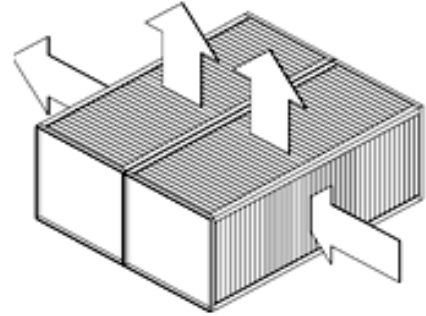
Hem taze hava akımı hem de egzost havası, aynı kaset içine yerleştirilmiş iki ayrı ısı değıştirci üzerinden ve paralel bağlantı esaslarına göre geçirilmektedir. Uygulama, özellikle her iki hava akımının yüksek debilere sahip olduğu durumlarda kullanılır. İlke olarak tek geçişli bir uygulama olup, verimlilik ve basınç kaybı seviyeleri diğer tek geçişli uygulamalar ile aynı seviyededir. Aşırı büyük ve tek parça ısı değıştirci kullanılması opsiyonuna karşılık, hem daha uygun basınç kayıpları, hem de bakım ve temizlik kolaylığı sağlaması açısından tercih edilir.



İki ısı değıştircili, iki geçişli paralel akışlı uygulamada, hava debisi diğer iki tip uygulamadaki ile aynı kaldığı taktirde, büyüyen hava geçiş kesiti sebebi ile hava basınç kaybı çok daha düşük olacaktır. Artan fiyat ve uygulama boyutları dikkate alınmalı, değeriendirme buna göre yapılmalıdır.

1.5. İki ısı değıştircili karışık akışlı kullanım :

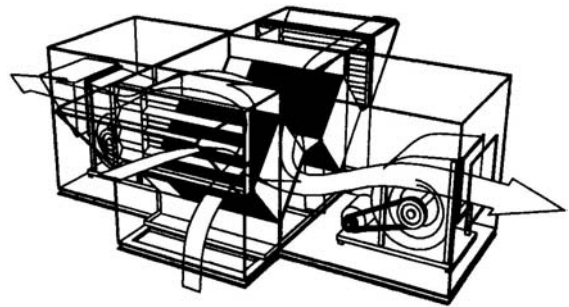
Isı değıştircilerinin üzerinden, bir hava akımı paralel, diğer ise seri bağlantı esasına uygun geçmektedir. Geçiş kesiti açısından daha büyük olması sebebi ile daha fazla debiye sahip olan hava akımı paralel bağlantı devresinden, daha düşük debiye sahip olan hava akımı ise seri bağlı devre üzerinden geçirilmelidir. Bu sayede, düşük debili devredeki basınç kaybı ile yüksek debili devredeki basınç kaybının birbirinden çok farklı olmaması sağlanarak, santral içinde daha dengeli basınç kayıpları sağlanır. Kullanılan her iki ısı değıştircide de, özellikle seri bağlı devre üzerindeki plaka aralıklarının eşit olması, aşırı yüksek basınç kayıpları ve istenilmeyen türbülanslar için aranılması gereken özelliklerdir. Karışık akışlı ısı değıştircilerinin teknik sonuçları "ek 4" ve "ek 5" te verilmektedir. "Ek 4" te taze hava, ek 5 te ise egzost havası paralel devrededir. "Ek 4" te yer alan teknik sonuçlar incelendiğinde görüleceği gibi, seri devredeki taze hava debisi daha yüksek olmasına rağmen, hava basınç kaybı, daha düşük debili olan egzost tarafında daha yüksektir. şayet daha yüksek debili olan taze hava, daha dar kesite sahip olan seri devreden geçirilmiş olsa idi, taze hava tarafı basınç kaybı 46 Pascal, egzost havası tarafı basınç kaybı ise 538 Pascal olacaktı. Halbuki yapılan doğru uygulama sonucu, bu basınç kayıpları, taze hava tarafında 95 Pa, egzost tarafında ise 259 Pa olarak elde edilir.



Yatayda seri düşeyde paralel bağlantı

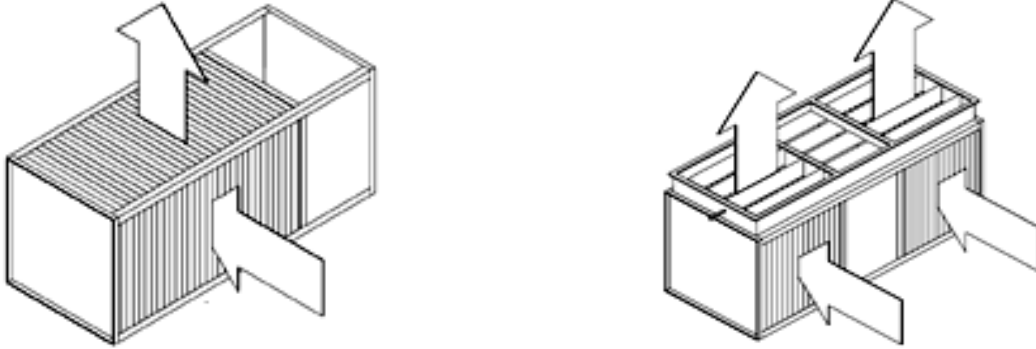
1.6. Çift ısı değıştircili tek geçişli kullanım :

Yüksek hava debili kullanımlar için geliştirilmiş bir başka uygulama şeklidir. Her ısı değıştirci üzerindeki hava akımı tek geçişlidir. Toplam hava debisi ikiye ayrılarak, iki ayrı ısı değıştirci üzerinden geçirilir. Paralel akımlı kullanım ile aynı karakterdedir. Her iki taraftaki hava debisinin de yüksek olduğu durumlarda tercih edilir. İki ayrı yönden emiş yapılabilen hücre dizayni ile farklı zonların aynı klima santrali üzerinden beslenmesini kolaylaştırır. Çizimde



gösterilen hava yönleri değiştirilerek, iki ayrı zondan toplanan dönüş havası ile şartlandırılan taze hava, iki ayrı zona gönderilebilir. Bu tür uygulamalarda, bölünmüş hava debilerinin birbirine eşit tutulmaya çalışılması ve aynı fiziksel özelliklere sahip ısı değiştiricileri kullanılması önerilir.

1.7. By-pass uygulamaları :



Özellikle kış şartlarında çalışacak uygulamalarda ısı değiştiricilerin by-pass yapabilmeye özelliğine sahip olmaları önerilir. By pass kanalı ısı değiştiricinin bir tarafına konulabileceği gibi plaka demetinin ortasına da konulabilir. Prensipte olarak by pass geçişi debi ayar damperi ile kontrol edilir. Yalnızca by-pass geçişine damper konularak bir çalışma yapılması mümkündür. Ancak önerilen uygulamada, hem eşanjör yüzeyinde hem de by-pass geçişinde damper olmalı, birbirine zıt kanatlı olacak şekilde düzenlenmiş bu iki damper, tek hareket milinden kumanda almalıdır. Bu sayede, yüzey damperinin açıldığı oranda by-pass damperi kapanacak veya tam tersi olacaktır. Yüzey damperi tam açık iken by-pass damperi tam kapalıdır.

By-pass kullanımı iki ayrı durumda önem kazanır. Isı değiştirici üzerinde by-pass geçişi ve damperinin bulunması, aşağıda değinilen her iki durumda da, santral otomasyonunu kolaylaştırır ve ilave enerji ekonomisi yapılmasını mümkün kılar. Isı değiştirici üzerinde by-pass geçişi ve damperi bulunması, birçok ilave kanal tesis edilmesi ve farklı klapeler kullanılması ihtiyacını ortadan kaldırır.

1.7.1. Geçiş mevsimlerinde ısı geri kazanımı ;

Dış hava şartları ile iç dizayn şartlarının birbiri ile aynı veya çok yakın olduğu zamanların yaşanması mümkündür. İki hava akımı arasında sıcaklık farkının olmadığı veya çok az olduğu böyle durumlarda, ısı transferi ve ısı geri kazanımı ya hiç olmayacak ya da çok az olacaktır. Isı geri kazanım eşanjörü işlevini yitirecek, daha da önemlisi ısıtma yada soğutma ihtiyacı ortadan kalkacaktır. Tanımlanan durumda ısı değiştirici yüzey damperi kapatılıp, filtre edilmiş temiz ve serin yada ılık taze hava, by-pass kanalı üzerinden iç mekana gönderilebilir. Bu senaryoda, fan motoru üzerindeki ısı geri kazanım eşanjörü direnci kalktığı için, fan motoru daha az enerji sarfedecek ve enerji ekonomisi sağlanacaktır. Bu şekilde sağlanacak enerji ekonomisi, damper üzerindeki hava hızı ve basınç kaybı ile direkt ilişkili olduğu için, by-pass genişliği ve kesitteki hava hızının doğru tespit edilmiş olması önemlidir.

1.7.2. Isı değiştirici yüzeylerinde buzlanma ;

Dönüş havası 18°C ve % 50 RH neme sahip iken, dış hava sıcaklığı - 5°C ve daha soğuk ise , dönüş havası tarafında yoğunlaşma vardır ve yoğunlaşan nem buzlanma sınırındadır. Buzlanma ısı değiştirici plakalarının en soğuk köşesinde başlar. En soğuk köşe, plaka yüzeyinin sıcak hava akımına en uzak, soğuk hava akımına en yakın köşesidir. Buzlanma başlar ve kontrol edilmez ise tüm plaka yüzeyini kaplar, hava akımı durur, fan motorları yanabilir, basınç farkı sebebi ile santral çökebilir ve ısı değiştirici deforme olabilir. Kısaca tüm havalandırma sisteminde onarılması güç tahribat oluşabilir.

Buzlanmanın, zaman zaman eritilerek kontrol edilmesi için ilk yol by-pass kanalı ve damperidir. Buzlanma hissedici sensörün damper motorunu uyarması ile ısı değiştirici yüzey damperi kapanırken,

by-pass damperi açılmaya başlar. Isı değiştiricinin soğuk tarafında azalan veya durdurulan hava debisine karşılık, sıcak dönüş havası tarafındaki hava debisi aynı kalır. Sıcak hava hakimiyetine geçen ısı değiştirici yüzeylerindeki buz erir. Sensörün ikinci uyarısı ile damperler normal pozisyonuna döner.

Yukarıdaki senaryoda buz eritme süresince, by-pass damperinden geçen soğuk havanın, ön ısıtmadan (ısı geri kazanımı ile) geçmeden son ısıtıcıya gittiği ve iç mekanda sıcaklık dalgalanması (soğuma) olabileceği kabul edilmelidir. Bu olumsuzluk, santral otomasyonuna ilave edilecek değişik önlemler ile ortadan kaldırılabilir.

Plakalı ısı değiştiricileri üzerindeki buzlanmanın eritilmesi için en klasik yolun, taze hava akımının yani fanının durdurulması olduğu söylenebilir. Buzlanmanın kabul edilebilir azami limitlere ulaştığını algılayan sensörün uyarması ile taze-dış hava fanı durur, egzost fanı çalışmaya devam eder. Artan sıcak hava hakimiyeti oluşan buzlanmayı eritir. Bu senaryoda havalandırma işlemi zaman zaman durduğu için çok tercih edilmez. Taze hava fanının durdurulması yerine, hızının ve debisinin kademeli veya oransal olarak azaltılması tercih edilmelidir. Hem havalandırma-ısı geri kazanım işlevi tamamen durdurulmayacak, hem de buz eritme işlevi yerine getirilebilecektir.

2. ÖN ISITICI – ÖN SOĞUTUCU OLARAK KULLANIM OPSİYONLARI

Bildirinin giriş bölümünde de ifade edildiği gibi, ısı geri kazanım uygulamaları bir yatırımdır ve uygulama amacı enerji ekonomisi sağlanmasıdır. Bu nedenle “dış-taze-primer hava santrallerinde ısı geri kazanımı enterasan olur, karışım havalı uygulamalarda ise anlamlı değildir” yaklaşımı doğru olamaz. Isı geri kazanımına doğru yaklaşım, egzost edilen hava ile birlikte bir enerjinin atmosfere atıldığının bilinmesi ve bu atığın mümkün olan kısmının geri kazanılmaya çalışılması olmalıdır.

2.1. Ön ısıtma ve ön soğutma kapasitelerinin hesabı :

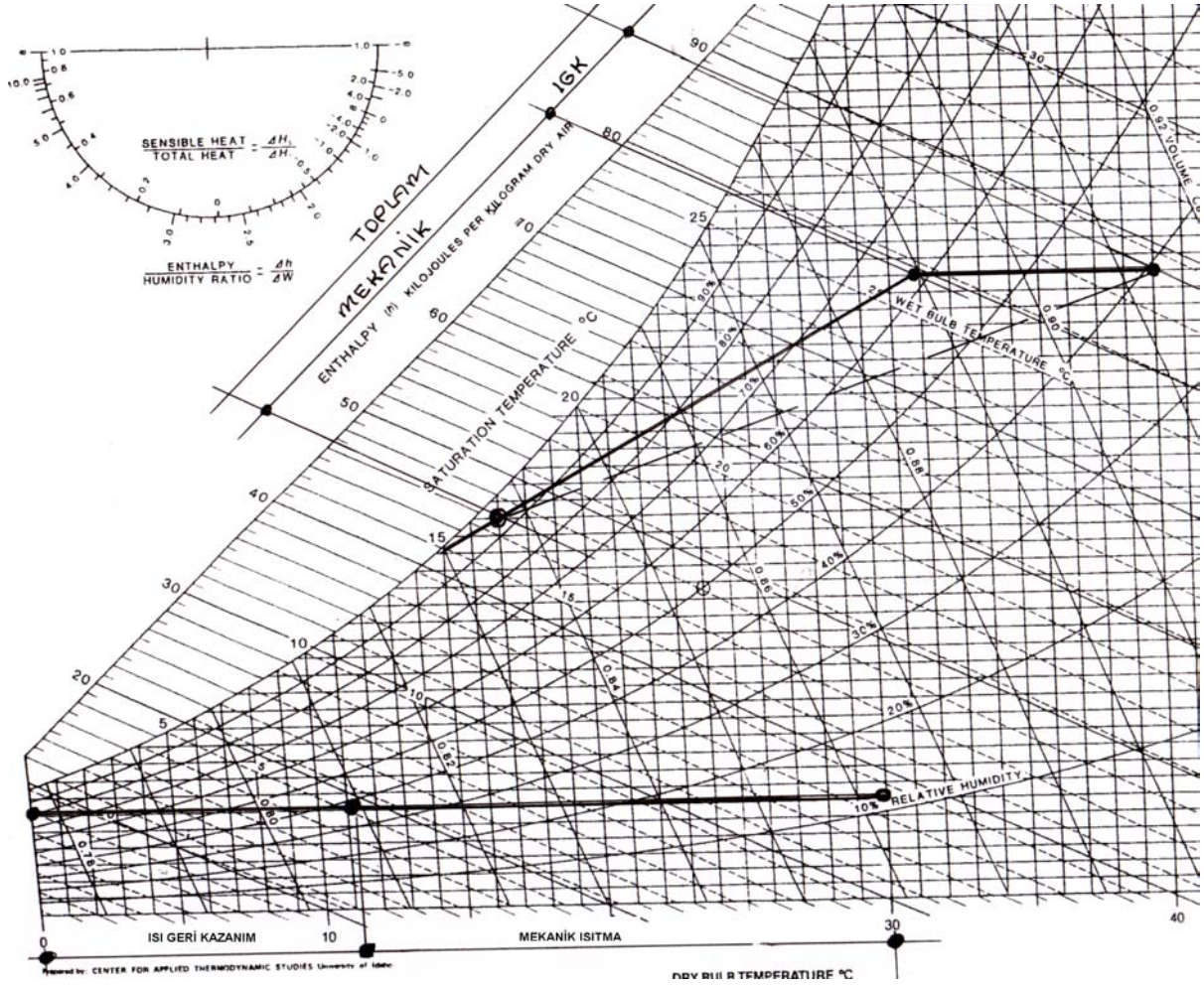
Olay derinliğine incelenmeden bakıldığında, ön ısıtma-soğutma amaçlı ısı geri kazanım uygulamalarının yalnızca pik noktalarda enterasan olduğu, pik noktalardan ayrıldıkça, ısı geri kazanım uygulamasının anlamını yitirdiği gibi bir izlenimin hakim olduğu görülür. Pik noktalardan uzaklaştıkça kapasitelerin azalması, verimliliğin değişmesi, termodinamik yasaları çerçevesinde doğaldır. Ancak, pik nokta dışındaki şartlarda ısı geri kazanım uygulaması anlamsızdır görüşüne katılmak mümkün değildir.

UYG.	YAZ MEVSİMİ UYGULAMASI						KIŞ MEVSİMİ UYGULAMASI			
	GİRİŞ KT °C	GİRİŞ RH %	ÇIKIŞ KT °C	ÇIKIŞ RH %	VERİM %	KAPST Watt	GİRİŞ KT °C	ÇIKIŞ KT °C	VERİM %	KAPST Watt
1	43.0	38.0	33.2	65.5	54.6	3300	-5.0	9.3	57.3	4800
2	40.0	39.0	31.8	61.8	54.6	2700	0.0	11.2	56.1	3800
3	37.0	38.0	30.4	55.2	54.6	2200	5.0	13.2	54.6	2700
4	34.0	42.0	29.1	55.8	54.6	1600	10.0	15.5	54.6	1800
5	31.0	39.0	27.7	47.3	54.6	1100	14.0	17.3	54.6	1100
6	28.0	47.0	26.4	51.8	54.6	500	17.0	18.6	54.6	500

- Örneklemede her iki taraftaki hava debisi 1000 m³/h ,
- Egzost havası yaz için 25.0 °C KT - % 50 RH , kış için ise 20.0 °C KT - % 40 RH alınmıştır.

Tablo incelendiğinde net olarak görülebildiği gibi, yaz ve kış şartlarında, iç-dış sıcaklık farkı 3 °C iken 500 W enerji geri kazanımı sağlanabilmektedir. İç dizayn şartları ile dış-taze hava şartları arasında 15 °C bir sıcaklık farkı olduğunda, havanın çiglenme noktasına kadar soğumadığı, yani kuru yüzeyli çalıştığı şartlarda geri kazanım kapasitesi, yaz ve kış mevsimi için de, her 1000 m³/h debi başına 2700 Watt tır. Yani, tanımlanan şartlar için, saatte 2.7 Watt/m³ duyulur ısı geri kazanımı sağlanabilmektedir.

2.2. Ön ısıtma - soğutmanın psikrometrik diagramda incelenmesi ;



Tamamen duyulur ısı transferi olarak gerçekleşen yukarıdaki IGK uygulaması, mutlaka % 100 dış-taze havalı olacak bir uygulama olarak algılanmamalıdır. Egzost edilen bir miktar havanın sahip olduğu enerji ile, dışarıdan alınan bir miktar taze hava, ön ısıtılmakta veya ön soğutulmaktadır. Bu uygulama ile dış-taze hava yükü, tanımlanan şartlarda, soğutma için % 22, ısıtma için ise % 37 azaltılmaktadır.

3. ÖN SOĞUTUCU VE SON ISITICI OLARAK KULLANIM OPSİYONU (TEK ISI DEĞİŞTİRİCİ, İKİ GEÇİŞ)

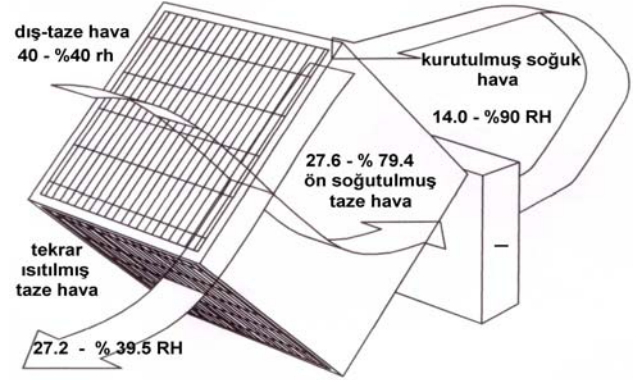
Klasik sistemlerden farklı olarak, iki yerine tek fan, tek bir hava akımı ve tek bir ısıtma-soğutma eşanjörü vardır. % 100 dış-taze havalı bir sistem olarak düşünülebileceği gibi, daha büyük bir sistemin, dış-taze hava ihtiyacını karşılamak üzere kullanılabilir.

Uygulamanın iki önemli özelliğinden ilki, aynı plakalı ısı değiştiricinin bir devresinde ısıtma, diğer devresinde soğutma yapılmasıdır. Temel soğutma fonksiyonunun mekanik soğutma eşanjörü ile yapıldığı dikkate alınır, plakalı ısı değiştirici üzerindeki soğutma ön soğutma, ısıtma ise tekrar ısıtma (reheat) işlevindedir. Aşırı soğuk havanın kullanılabilir daha sıcak bir konfor şartına ısıtılmasını amaçlar.

Kapalı hacimde nemliliğin giderek arttığı, şartlandırılmış hava kaçaklarının bulunduğu veya kuru havanın ihtiyaç duyulduğu uygulamalar için ekonomik çözümler elde edilmesine yönelik bir uygulama şeklidir.

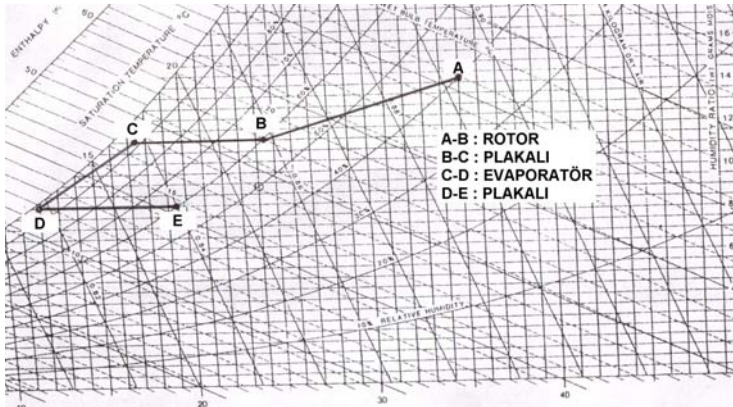
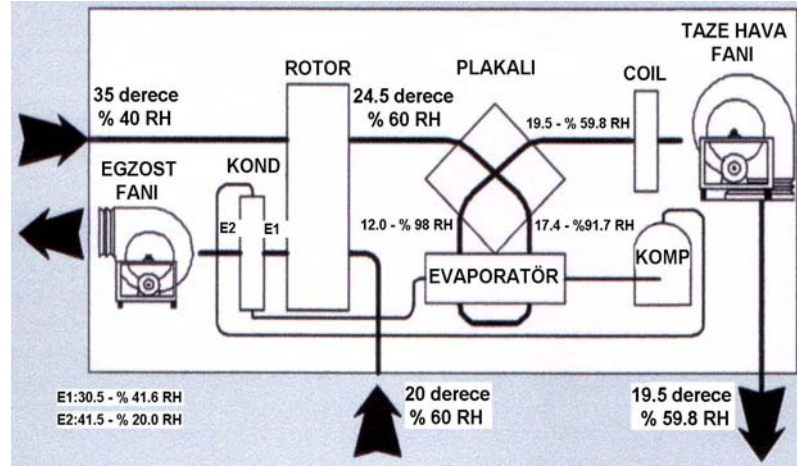
Soğutma eşanjörü olarak freon evaporatörü kullanılması, % 100 veya yüksek oranlı dış havalı, direk genişmeli iklimlendirme cihazlarının geliştirilmesini sağlamıştır. Uygulama sayesinde, çok sıcak ve çok soğuk havalarda aşırı zorlanan bu tür cihazların çalışma şartları iyileştirilmektedir.

Kapalı yüzme havuzu, mobilya salonları, kitap depoları, arşiv odaları, baskı tesisleri gibi, nem kontrolünün önem kazandığı uygulamalara, ekonomik ve güvenilir çözümler yaratılmasında önerilir. Tekrar ısıtma devresinde, DX sistemin hava soğutmalı kondenseri ilave bir ısıtıcı olarak kullanılabilir. Bu durumda cihazdan / sistemden daha yüksek bir C.O.P oranı elde edilebilir, daha büyük bir enerji ekonomisi sağlanabilir.



4. NEM ALMA (DEHUMİDİFİER) CİHAZLARI BÜNYESİNDE KULLANIM OPSİYONLARI

DX freon soğutma devresi, nem çekme özelliğine sahip rotorlu ve plakalı çapraz akımlı ısı değiştirici ile donatılmış tipik bir hava kurutma devresi prensip şeması yanda verilmiştir. Prensip şeması herhangi bir proses düşünülerek değil, bir nem alma uygulamasında plakalı ısı değiştiricinin nasıl kullanılabileceğini göstermek üzere düzenlenmiştir. Buna rağmen ilgili şema, havanın 10 - 25 gr/kgKH nemlilikten, 5 - 10 gr/kgKH nemliliğe kurutulmasında yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır.



Yandaki psikrometrik diyagramdan da görüldüğü üzere, rotorlu ısı değiştirici üzerinde ön kurutma, evaporatör üzerinde ise temel kurutma gerçekleştirilmektedir. Kullanılan plakalı ısı değiştirici, duyulur ısı transferi yapmak üzere seçilmiş olması gereği, bir önceki bölümde anlatılan, ön soğutma ve tekrar ısıtma fonksiyonlarını üstlenmiştir. Uygulama sonucunda dış havanın mutlak nemi 14.5 gr/kg seviyesinden 8.5 gr/kg seviyesine indirilmiştir. Ayrıca KT sıcaklığı 35°C

den 19.5 °C ye soğutulmuştur. Bu uygulamada plakalı ısı değiştirici kullanılmamış olsa idi ;

- $\Delta I = 2.03$ Kcal/kg kapasitesindeki (B - C arası) ön soğutmanın kompresör kapasitesine,
- $\Delta T = 7.6$ °C tekrar ısıtma yükünün kullanılan ısı merkezi kapasitesine ilave edilmesi gerekirdi.

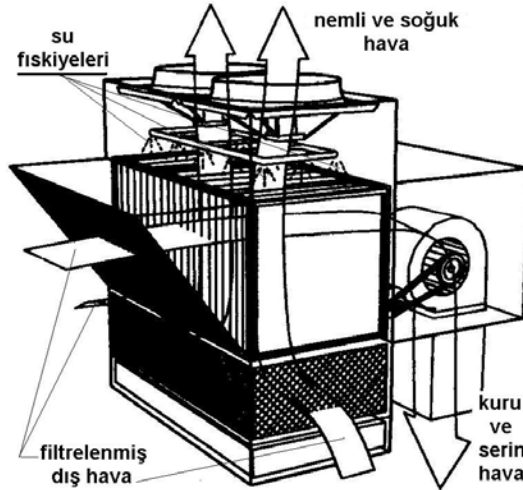
Çevrimde kullanılan plakalı ısı değiştirici nem çekme özelliği kazandırılmış yapıda seçilebilir veya uygulamada ilave olarak, tekrar aktive edilebilir “ desiccant “ bir (kimyasal nem çekme özelliği) rotor kullanılabilir idi. Bu şekilde düzenlenmiş bir kurutma cihazı ile 20 °C KT sıcaklığında dahi, 2 gr/kgkh mutlak nem seviyesine inilmesi kolaylıkla mümkündür.

Yukarıdaki uygulamanın bir diğer önemli özelliği ise şöyle açıklanabilir. Akış şemasında görüldüğü gibi, freon devresi kondenseri üzerinden kısmen nemli ve daha serin bir hava geçirilmektedir. Bu sayede soğutma kompresörü daha düşük kondenser basınç-sıcaklığında çalışabilmekte ve daha yüksek kapasite üretmesine karşılık daha düşük enerji sarfetmektedir.

5. DOLAYLI EVAPORATİF SOĞUTMA İLE UYARLANMIŞ PLAKALI ISI GERİ KAZANIM EŞANJÖRÜ KULLANIMI

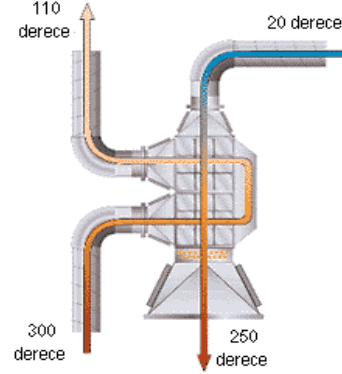
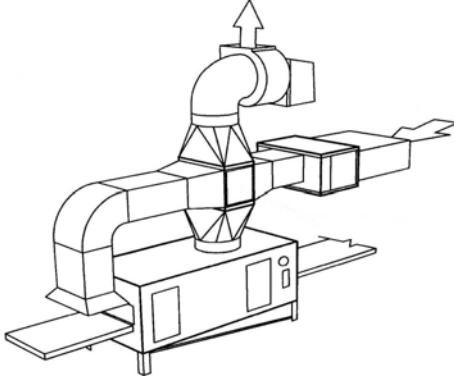
Bilinen en eski serinletme tekniklerinden birinin uyarlamasıdır. Direk evaporatif soğutma, suyun buharlaşma enerjisi kullanılarak havanın soğutulması esasına dayanır. Hava hem nemlenmekte hem de soğumaktadır. Soğuma sınırı nemlendirilen havanın yaş termometre sıcaklığıdır. Serinlik açısından yeterli sıcaklığa ulaşılsa dahi, resirküle su ile nemlendirilmiş yüksek nemli bir hava elde edilmesi, solunum ve kullanım açısından günümüzde sorgulanmaktadır.

Dolaylı evaporatif soğutma uygulamasında ise resirküle su ile kullanım havasının teması yoktur. Sekonder devrede dolaşan dış hava, evaporatif olarak nemlendirilmekte ve soğutulmaktadır. Yüksek neme ulaşarak soğuyan bu hava ise, plakalı ısı değiştiricinin temas ettiği yüzeylerini soğutmaktadır.



Su ile teması olmayan diğer devrede dolaşan filtre edilmiş taze hava, bu daha soğuk plakalara temas ederek serinlemektedir. Bünyesine su almadığı için nemlilik seviyesi, temiz hava nem oranı ile aynıdır. Taze ve egzost havası fanları, plakalı ısı değiştirici ve su deposu, sirkülasyon pompası ve fışkiyeleri ile temel bir hava serinletme cihazıdır. Soğutma kompresörü ve soğutkanlara ihtiyaç duymadan çalışması üstünlük sebebidir.

6. ENDÜSTRİYEL KULLANIM OPSİYONLARI



Plakalı-çapraz akımlı ısı geri kazanım eşanjörleri, üretimlerinde kullanılan yarı mamuller ve üretim teknolojilerine bağlı olarak, geniş bir sıcaklık aralığında çalışabilecek şekilde dizayn edilebilirler ve kullanılabilirler. Bu sıcaklık aralığı - 50 °C ile + 800 °C arasındadır. En yaygın olarak kullanıldıkları proses uygulamaları ;

- Baca veya yanma gazları yada kurutma havası ile atılan ısının geri kazanımı ,
- Soğuk hava veya olgunlaştırma odalarının havalandırması sırasında kaybedilen soğukluğun geri kazanılmasıdır.

Önceki sayfada kurutma tüneline ve yanma havası ile atılan gazların içindeki ısının geri kazanımı için tasarlanmış bazı düzenekler gösterilmiştir. Soldaki çizimde gösterilen sıcak havalı kurutma tüneline. Bu tür tüneller, taze hava ile çalışıldığı durumda aşırı ısı yükleri oluştuğu için, genelde % 100 iç hava sirkülasyonu ile çalıştırılarak kullanılmaktadır. Bu çalışma şekli ise, resirküle havanın gittikçe nemlenmesine ve kurutma süresinin uzayarak, kurutma kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Böyle bir kurutma prosesinin ısı geri kazanımı ile desteklenmesi sonucu ;

- Tünel içindeki kurutma havası neminin giderek yükselmesi önlenir,
- İlk çalışma ile son çalışma arasındaki kuruluk derecesi farkı ortadan kalkar ,
- Daha düşük sıcaklıklarda daha yüksek kuruluk derecelerine ulaşılması mümkün olur ,
- Tünel içinde meydana gelen yoğuşmalar ortadan kalkar, kurutulan malın kalite kaybı önlenir ,
- Kurutma süresi kısalır, kurutma kapasitesi artar, kurutma maliyeti azalır,
- Tünelin ekonomik kullanım süresi uzar, tesisin rekabet gücü yükselir.

Baca veya yanma gazları ile atılan ısının geri kazanılması uygulamaları için de aynı şeyleri söylemek mümkündür. Ancak, baca – yanma gazları için yapılan uygulamada, diğerinden farklı olarak, çok daha önemli iki nokta sürekli olarak hatırlanmalıdır ;

- Yüksek sıcaklıklı ve yüksek oranlı oksijene sahip yakma havası kullanımı sayesinde, daha yüksek yanma verimliliklerine ulaşarak, önemli oranda yakıt ve enerji ekonomisi sağlanır ,
- Baca gazı emisyonlarının çevreye verdiği büyük zararların birçoğunun önlenmesini kolaylaştırır veya önler. Kısacası insanı, doğayı, malzemeyi, yatırımı ve çevreyi korur.

SONUÇ

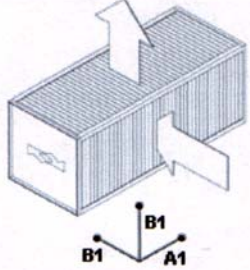
Bildiride plakalı ve çapraz akımlı ısı değiştiricileri ile yapılagelmekte olan veya bilindiği halde değişik nedenler ile gerekli düzeyde kullanılmayan, ısı geri kazanım uygulama opsiyonları incelendi. Gerek insana, gerek konfora, gerek üretime, gerek eşyaya, gerekse endüstriyel uygulamaya yönelik tüm opsiyonlara değinilmeye çalışıldı. Her bir opsiyonun, kendi başına bir çalışma olarak ele alınabilecek kadar detaylı olduğu dikkate alınırsa, tüm opsiyonların yeterli düzeyde incelenememiş olmasının doğal

karşılanması gerektiğini düşünüyorum. Buna rağmen şu sonuçların ortaya çıkmasının sağlandığını umuyorum ;

- Isı-enerji geri kazanımı kendi başına bir yatırımdır, yatırım ekonomisi sağlamak adına değil, enerji ekonomisi sağlamak adına uygulanmalıdır.
- Her yatırım ve çalışma bir proje gerektirdiği gibi, ısı geri kazanım uygulamaları da bir proje çalışması gerektirmektedir. Projelendirilen ve fizibilitesi pozitif olan her ısı geri kazanım yatırımı yapılmalıdır. Bu yatırım, yatırımcısına olduğu kadar, topluma, çevreye ve Ülkemiz'e de faydalıdır. Hele azalan doğal enerji kaynaklarının korunmasına bir katkı koyuluyor ise, o ısı geri kazanım yatırımının fizibil oluşunun sorgulanmasında daha hoş görülmesi olmalıdır.
- İnsan ve canlı hayat için oksijenin vazgeçilmezliği tartışılmaz. O halde insanın olduğu her kapalı hacimde temiz hava ihtiyacı olduğu da tartışılmaz. Çünkü eksilen oksijenin tamamlanması için tek mantıklı ve ekonomik yol havalandırma değildir. Bu mantıktan hareket ile, insanın sağlıklı, mutlu, verimli, başarılı, yaratıcı ..vs olabilmesi adına, havalandırma yapılmasının ekonomik olup olmadığı da tartışılmaz. Bu konuda tartışılacak tek şey, hangi tür havalandırma yapılmasının uygun ve fizibil olduğu ile hangi argümanların kullanılması gerektiğidir.
- Isı geri kazanımı adına yapılan projelerde de insana ve çevreye daha saygılı olunmalıdır. Bakteri üretebilecek havalandırma tesisatlarına veya asit yağmurlarına sebep olabilecek ısı geri kazanım uygulamalarına sebebiyet verilmemeli yada gerekli tedbirler önceden alınmalıdır..
- Isı-enerji geri kazanım uygulamalarının sanayi tesislerindeki enerji giderlerini azaltacağı, tesislerin kendi pazarlarındaki ve global rekabet güçlerinin artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları ve ısı geri kazanımı ile daha fazla dost olunması gerekmektedir.

EKLER

EK-1

Özellikler		Alüminyum plakalı esanjör		Çalışma sıcaklığı -30°C +90°C	
		Alüminyum çerçeve		En yüksek basınç farkı 1500 Pa	
		Esanjör bloğunda ilave sızdırmazlık		Dis hava basıncı 1013 mbar	
Performans			Kullanım şekli		
Verimlilik	%			- Tek	
Geri kazanım	kW			Tekli kullanımlı	
		Taze hava	Egzost havası		
Standart debi	m ³ /h	5000	5000		
Kütleli debi	kg/h	6000	6000		
Hava giriş KT sıcaklığı	°C	-5,0	20,0		
Giriş havası oransal nemi	%	80,0	50,0		
Hava çıkış KT sıcaklığı	°C	8,4	8,8		
Çıkış havası oransal nemi	%	29,0	92,0		
Basınç düşümü	Pa	191	202		
Yüzey hızı	m/s	4,08	4,08		
Yogusma miktarı	l/h		4,9		
Buzlanan yüzey	%				
Ölçüler ve ağırlık					
Yükseklik (B1)	(mm):	400			
Uzunluk (A1)	(mm):	1040			
Derinlik (B1)	(mm):	400			
Kösegen	(mm):	566			
Ağırlık	(kg) :	18			
					

EK-2

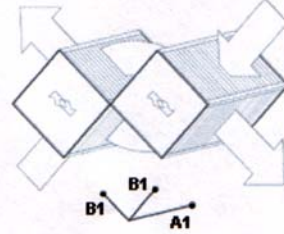
Özellikler Aluminyum plakalı esanjör Aluminyum çerçeve Esanjör bloğunda ilave sızdırmazlık	Çalışma sıcaklığı -30°C +90°C En yüksek basınç farkı 1500 Pa Dis hava basıncı 1013 mbar
--	---

Performans			
Verimlilik	%	73,0	
Geri kazanım	kW	30,5	
		Taze hava	Egzost havası
Standart debi	m ³ /h	5000	5000
Kütleli debi	kg/h	6000	6000
Hava giriş KT sıcaklığı	°C	-5,0	20,0
Giriş havası oransal nemi	%	80,0	50,0
Hava çıkış KT sıcaklığı	°C	13,2	5,8
Çıkış havası oransal nemi	%	0,0	100,0
Basınç düşümü	Pa	382	404
Yüzey hızı	m/s	4,08	4,08
Yogusma miktarı	l/h		9,3
Buzlanan yüzey	%		

Kullanım şekli
- Seri
Seri kullaným
Yüksek verimlilik arandığında önerilir

Ölçüler ve ağırlık

Yükseklik (B1)	(mm): 400
Uzunluk (A1)	(mm): 1040
Derinlik (B1)	(mm): 400
Kösegen	(mm): 566
Ağırlık	(kg) : 18 x 2



EK-3

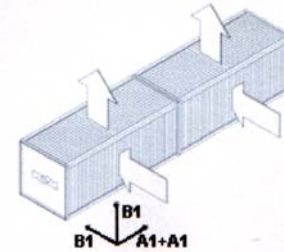
Özellikler Aluminyum plakalı esanjör Aluminyum çerçeve Esanjör bloğunda ilave sızdırmazlık	Çalışma sıcaklığı -30°C +90°C En yüksek basınç farkı 1500 Pa Dis hava basıncı 1013 mbar
--	---

Performans			
Verimlilik	%	57,5	
Geri kazanım	kW	12,0	
		Taze hava	Egzost havası
Standart debi	m ³ /h	5000	5000
Kütleli debi	kg/h	6000	6000
Hava giriş KT sıcaklığı	°C	-5,0	20,0
Giriş havası oransal nemi	%	80,0	50,0
Hava çıkış KT sıcaklığı	°C	9,4	8,1
Çıkış havası oransal nemi	%	27,1	94,0
Basınç düşümü	Pa	60	63
Yüzey hızı	m/s	2,04	2,04
Yogusma miktarı	l/h		5,8
Buzlanan yüzey	%		

Kullanım şekli
- Parelel
Parelel kullaným
Çok uzun tek parça esanjöre karşılık önerilir

Ölçüler ve ağırlık

Yükseklik (B1)	(mm): 400
Uzunluk (A1+A1)	(mm): 2004
Derinlik (B1)	(mm): 400
Kösegen	(mm): 566
Ağırlık	(kg) : 18 x 2



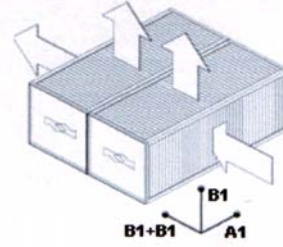
EK-4

Satis kosullari		
Teslim :		Teslim yeri
Teklif geçerliliği :		Ödeme
Paketleme :		Tasima katkisi : No

Özellikler		
Aluminyum plakali esanjör		Çalışma sıcaklığı -30°C +90°C
Aluminyum çerçeve		En yüksek basınç farkı 1000 Pa
Esanjör bloğunda ilave sızdırmazlık		Dis hava basıncı 1013 mbar

Performans				Kullanım şekli
Verimlilik	%		82,6	- Egzost havası seri - taze hava paralel
Sıcaklık değişim oranı (ENV 308 Standard)	%		49,6	Taze havanın paralel egzost havasının seri bağlı olduğu akis şekli. Taze hava debisi egzost havası debisinden fazla ise önerilir.
Geri kazanım	kW		20,7	
		Taze hava	Egzost havası	
Standart debi	m ³ /h	5000	3000	
Kütleli debi	kg/h	6000	3600	
Hava giriş KT sıcaklığı	°C	-5,0	20,0	
Giriş havası oransal nemi	%	80,0	50,0	
Hava çıkış KT sıcaklığı	°C	7,4	1,6	
Çıkış havası oransal nemi	%	32,7	83,4	
Basınç düşümü	Pa	95	259	
Yüzey hızı	m/s	2,40	2,88	
Yogusma miktarı	l/h		13,4	
Buzlanan yüzey	%			

Ölçüler ve ağırlık	
Yükseklik (B1+B1)	(mm): 400
Uzunluk (A1)	(mm): 852
Derinlik (B1)	(mm): 400
Kösegen	(mm): 566
Ağırlık	(kg) : 20 x 2

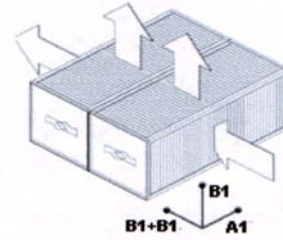


EK-5

Özellikler		
Aluminyum plakali esanjör		Çalışma sıcaklığı -30°C +90°C
Aluminyum çerçeve		En yüksek basınç farkı 1000 Pa
Esanjör bloğunda ilave sızdırmazlık		Dis hava basıncı 1013 mbar

Performans				Kullanım şekli
Verimlilik	%		79,5	- Taze hava seri - egzost havası paralel
Geri kazanım	kW		20,0	Taze havanın seri egzost havasının paralel bağlı olduğu akis şekli. Egzost havası debisi taze hava debisinden fazla ise önerilir.
		Taze hava	Egzost havası	
Standart debi	m ³ /h	3000	5000	
Kütleli debi	kg/h	3600	6000	
Hava giriş KT sıcaklığı	°C	-5,0	20,0	
Giriş havası oransal nemi	%	80,0	50,0	
Hava çıkış KT sıcaklığı	°C	14,9	10,0	
Çıkış havası oransal nemi	%	18,9	85,6	
Basınç düşümü	Pa	256	101	
Yüzey hızı	m/s	2,88	2,40	
Yogusma miktarı	l/h		4,4	
Buzlanan yüzey	%			

Ölçüler ve ağırlık	
Yükseklik (B1+B1)	(mm): 400
Uzunluk (A1)	(mm): 852
Derinlik (B1)	(mm): 400
Kösegen	(mm): 566
Ağırlık	(kg) : 20 x 2





KAYNAKLAR

- [1] Ashrae Handbook Series HVAC Systems and Equipment
- [2] The Source for Renewable Energy web sitesi ve yayımları. October 2002 , Colorado - USA
- [3] Mr. Intex , Plate type heat exchangers, air preheater, dioxins protection in town scale incinerator. 2-19-3-503 Higashi , Tokyo – Japonya
- [4] Mr. J. Vanderlinden and Belgian National Team, 1998 Mechelen - Belgium, Heat recovery from flue gases with absorption cooling.
- [5] Arısoy, A., Uğural, G., Termas A.Ş. yayımları, Yayın 3, Isı geri kazanma sistemleri.
- [6] Mr. Leone & Mr. Bawa , Test of plate type heat exchangers in wind tunnel on Eurovent rules. 2001 , Arge çalışmaları sonucu Firma yayını , Recuperaor srl. Milano – İtalya ,
- [7] Energy Technology Support Unit, September 1984 , Industrial Heat Recovery , Appendix 4
- [8] Furter, R., Enventus AB eğitim yayınları ve laboratuvar test raporları., 07/1999

ÖZGEÇMİŞ

01-01-1952 İzmir doğumlu, evli ve iki çocukludur. İlk, orta,lise ve yüksek tahsilini İzmir' de yapmıştır. Makine mühendisliği lisans eğitimini, o tarihteki ismi ile, Buca Mimarlık Mühendislik Yüksek Okulu'ndan almış ve 1975 yılında mezun olmuştur. Sırası ile Desa A.Ş. , Türboterm A.Ş. , Ahmet Yar A.Ş. Firmalarında çalışmıştır. Çalışmalarını 1994 yılından bu yana kendi firmasında sürdürmektedir.