

DOĞAL GAZLA ÇALIŞAN İKLİMLENDİRME TESİSLERİ

Uğur KÖKTÜRK

1940 Yozgat doğumludur. İlk, Orta ve Lise öğrenimini bu kentte yüksek öğrenimini ise İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi'nde tamamlamıştır.

İ.T.Ü. Yapı İşleri Başkanlığı, Alarko Holding A.Ş. ve Uzel Makina Sanayii A.Ş. kurumlarında yaptığı görevler dışında, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde ilkin asistan daha sonra da öğretim görevlisi olarak çalışmıştır.

Tesisat konularına yakın ilgisinden ötürü, özellikle bu alanda ve makina mühendisliğinin çeşitli uzmanlık dallarında bu zamana değin 23 cilt kitabı yayınlanmıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi'ndeki görevini sürdürmekte, yayın çalışmalarına devam etmektedir.

ÖZET

Doğal gazın ısıtma tesisatı alanında! ne denli yararlı bir uygulama alanı bulduğu herkesçe bilinmektedir. Ancak doğal gazın iklimlendirme tesisleri alanında kullanılması yenidir. Doğal gazlı iklimlendirme tesislerinde elektrikle çalışan kompresör ortadan kaldırılmakta, bunun yerine Solvan adıyla anılan bir akışkanın bir APSORBÖR içinde DOĞAL GAZ kullanılarak ısıtılması yöntemi uygulanmaktadır. Ucuzluk-güvenilirlik sessizlik-küçük boyutlu olma ve çevreye zarar vermeme özellikleri bu tesislerin hemen anılması gereken avantajları arasındadır.

DOĞAL GAZLA ÇALIŞAN İKLİMLENDİRME TESİSLERİ

İklimlendirme tesislerinin doğal gazla çalıştırılması özellikle Fransa'da DOĞAL GAZ İŞLETMESİ tarafından teşvik edilmektedir. Bu yakınarda Paris'te "DOĞAL GAZLA İKLİMLENDİRME" konulu bir sergi düzenlendiği, bu serginin standlarında FRANSA DOĞAL GAZ İŞLETMESİ tarafından SU-LİTYUM bilinmektedir. Doğal gaz aracılığı ile iklimlendirme konusunda var olan tüm donatım elemanlarının sergilenmemiş olmasına rağmen gelecek vadede bu iklimlendirme prosesi büyük bir ilgi toplamıştır. Örneğin SU ve AMONYAK esaslı tesisat elemanlarıyla FRANSA DOĞAL GAZ İŞLETMESİ tarafından Karma İklimlendirme Aygıtları adıyla anılan tesisler bu sergide yer almamıştır. Bu serginin asıl amacı elektrik enerjisi kullanmak yoluyla SOĞUK ÜRETİMİ yapan iklimlendirme tesisleriyle, DOĞAL GAZ kullanmak yoluyla ISI ÜRETİMİ'nde bulunan iklimlendirme tesislerini tanıtmaktır. Bu tip iklimlendirme tesisleri günümüzde yaygın olarak ÇATI TİPİ TESİSLER adıyla anılmaktadır.

Bu gibi tesisler süpermarketler, sergi salonları, atölyeler ve depolar gibi büyük hacimli mahallerin çatılarına monte edilmek yoluyla kullanılmaktadır. Ancak, çok yakın bir gelecekte küçük hacimli mahallerde kullanılabilecek tipte SPLIT sistemi uyarınca elektrikle çalışan fakat iç ünitesi doğal gazla beslenen bir ısıtma sistemine bağlı olan kompakt yapılı DOĞAL GAZ'lı iklimlendirme aygıtlarının üretileceği de kesindir.

Doğal Gazla Çalışan İklimlendirme Tesislerinin Yararları

Doğal gazla çalışan iklimlendirme tesisleri bütün sene boyunca konfor duygusunun sağlanmasına olanak veren yeni bir tesis tipi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tip iklimlendirme tesislerinde elektrikle çalışan kompresör ortadan kaldırılmakta, bunun yerine solvan adıyla anılan bir akışkanın bir APSORBÖR içinde DOĞAL GAZ kullanılarak ısıtılması yöntemi uygulanmaktadır. Doğal gazla çalışan iklimlendirme tesislerinin avantajları aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

1) Ucuzluk özelliği:

Doğal gazlı iklimlendirme tesislerinin işletme harcamaları elektrikle çalışan iklimlendirme tesisi İKİ ile BEŞ SENE'lik bir zaman aralığı içinde kendi kendini amorti eder.

2) Güvenilirlik özelliği:

Devinim ya da hareket halinde bulunan parça sayısının az oluşu hem tesisatın güvenilirlik özelliğini artırır ve hem de bakım işlemlerini kolaylaştırır.

3) Sessizlik özelliği:

Doğal gazla çalışan iklimlendirme tesislerinde ap- gürültü düzeyleri düşüktür. Bu tesislerde oluşan titreşimler de elektrikle çalışan tesislere oranla daha zayıf genliktedir.

4) Boyutların küçük olması özelliği:

Isı ile soğukluk üretiminin aynı makina aracılığı ile gerçekleştirilebilmesi tesis boyutlarının küçültülebilmesi olanağına elvermektedir.

5) Doğal çevreye zarar vermeme özelliği:

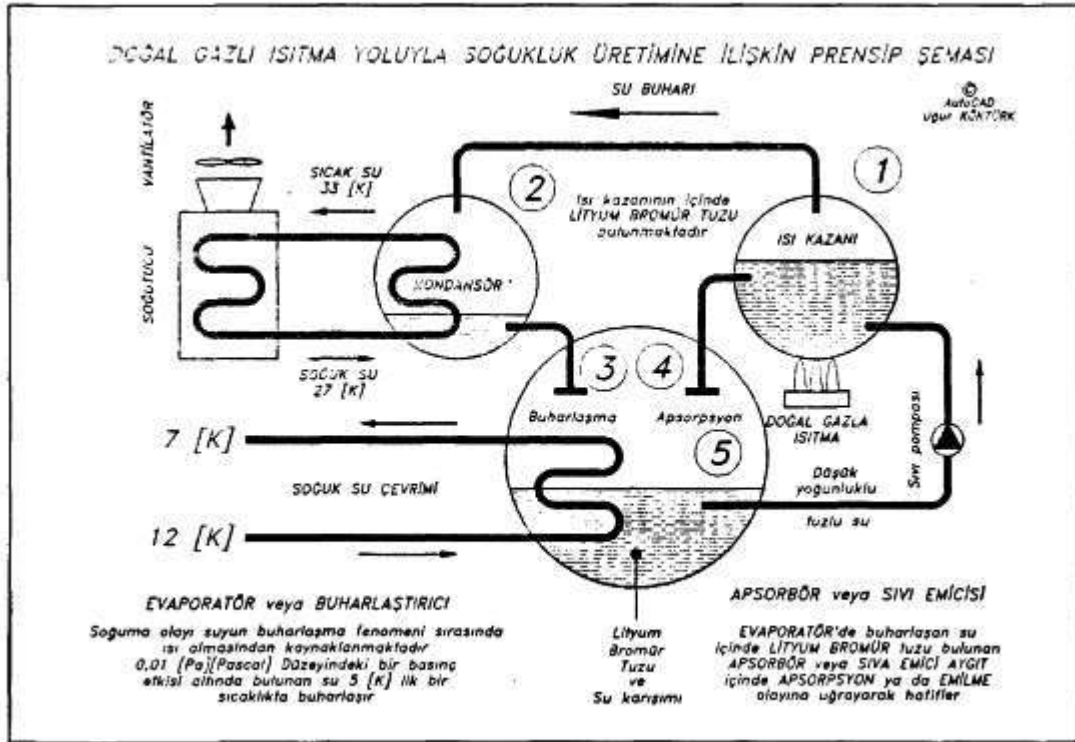
CFC Tipi soğutucu akışkanlara alternatif bir enerji kaynağı olarak ortaya çıkarıldığı için doğal gazlı iklimlendirme tesisleri dünyamızı kuşatan ozon tabakasına zarar vermez ve doğal gazın zaten bilinen temizlik özelliklerinden yararlanan bir endüstriyel proses niteliğini taşır.

DOĞAL GAZIN YAKILMASI YOLUYLA SOĞUKLUK ÜRETİMİ NASIL GERÇEKLENİR?

Apsorpsiyon yoluyla ısıtma ve soğutma yöntemi aşağıda açıklanan fiziksel ve kimyasal mekanizmalara dayanır. Yoğuşturucu adıyla da andığımız kondansatörden gelen su hemen hemen vakum etkisi altında bulunan bir evaporatöre ya da buharlaştırıcıya gönderilir. İklimlendirme tesisatı şebekesinde bulunan ısı evaporatörde buharlaşan bu su kütlesi tarafından alınır. Tesisatın soğutma devresindeki suyun sıcaklığı 12 (K) veya 12 (°C) düzeyinden 7 (°C) veya 7 (K) düzeyine iner. Daha sonra bu su yaklaşık 5(K) = (5°) lik bir sıcaklıkta buharlaşır. Atmosfer basıncı altında suyun buharlaşması olayının ancak 100 (K)=100 (°C) lik bir sıcaklık altında oluşabileceği anımsanırsa 5 (K)= 5(°C) lik bir buharlaşma sıcaklığının ne denli düşük olduğu çarpıcı bir açıklıkla anlaşılabilir. Buharlaşan su APSORBÖR adı verilen aygıtın içinde bulunan LİTYUM BROMÜR eriyiği tarafından absorbe edilir yani yutulur. Buhar absorpsiyonu yoluyla ağırlığı azalan tuzlu su ısıtma kazanının içinde DOĞAL GAZ aracılığı ile ısıtılır. Bu tuzlu suyun bir kısmı buharlaşır, kalan kısmı eski yoğunluğuna eriştikten sonra yeniden APSORBÖR'e döner. Isı kazanında buharlaşan su ise soğutucuda dolaşım yapan soğuk su aracılığı ile kondansör içinde ısı kaybına uğrayarak soğur. Yoğuşup sıvı haline geldikten sonra da yeniden evaporatöre döner.

DOĞAL GAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİ TEKNOLOJİSİ

Bu tip tesislerin geliştirilmesi ve ticari açıdan yaygınlaştırılması beklenirken FDĞİ (Fransa Doğal Gaz İşletmesi) de boş durmamakta, yönetim kurumları, özellikle bürolar, çok amaçlı mahaller, oteller, lokantalar vb. işletmeler için DOĞAL GAZLI İklimlendirme tesisleriyle ilgili yeni çözüm önerileri getirmektedir. Elbette bu işi tek başına değil Apsorpsiyonlu Makina Üreticileri, araştırma büroları, tesisatçılar ve işletmeciler gibi meslek guruplarıyla işbirliğine girerek yürütmekle, böylece müşteri taleplerinin karşılanmasına olanak veren doğal gazlı bir iklimlendirme teknolojisinin gelişimi teşvik edilmektedir. Bu ortak çabaların amacı 2000 yılına erişilinceye değin pazarın %20'sini ele geçirmek, tüm Fransa'daki iklimlendirme tesislerinin %20 oranındaki kısmının DOĞAL GAZ'la çalışmasını sağlamaktır. Bu gerçekten iddialı amaca ulaşabilmesi için FDĞİ Kurumu elinde çok önemli iki kozun bulunduğunu düşünmektedir.



Şekil: 1

1) Tesisat kalitesine verilecek olan önem:

Gerçeklenmesi planlanan her tesisata, standartlara uygunluk belgesi verilecek, doğal gazla çalışan her iklimlendirme tesisatı bir Ürün Markası bir Sistem Markası ve bir Tesisat Markası'yla donatılacaktır.

2) Ozon tabakasının korunuyor olması güvencesi:

Gerçekten de bu, ikinci kez DOĞAL GAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİ'nin dünyamızı kuşatan OZON TABAKASI'nın tahrip olmasına yol açan CFC tipi soğutucularla çalışan klasik iklimlendirme tesislerine rakip olarak ortaya çıkarılmasıdır. DOĞAL GAZ'ın OZON tabakasının DOSTU olduğu gerçeği ikinci bir koz olarak kullanılacaktır.

Elbette ki bu gelişim projesinin ardında endüstriyel ve teknolojik bir destek bulunmaktadır. İlk defa piyasaya sürülen ürünler AÇIK ALEVLİ APSORPSYON MAKİNALARI olmuştur. Doğal gaz brülörü ayrı bir ünite halinde değil bu makinaların içindedir. Açık alevli apsorsiyon makinaları 7 ila 12 (K) aralığında soğuk su üretimi yapan aygıtlar olarak kullanılabilirdiği gibi 55 ila 60 (K) aralığında sıcak su üretiminde bulunan aygıtlar olarak da kullanılabilir.

FDGİ (Fransa Doğal Gaz İşletmesi) tarafından geliştirilen Doğal Gazlı İklimlendirme Tesisleri'nde sudan soğutucu akışkan, lityum bromürden ise apsorsiyon olarak yararlanılmakta, çift etkili olan tesis çevriminde soğutma işlemi su aracılığı ile yapılmaktadır. Soğutma halinde bu makinaların nominal performans katsayısı 1 düzeyindedir. Alt ısı değerle ısıtma haline ilişkin verim oranı $\eta = 0,85$ dolayındadır. Doğalgazla çalışan iklimlendirme tesislerinin elektrik tüketimi 30 (VA/kW) tan daha düşüktür. Sürdürülen araştırma ve geliştirme çabaları sayesinde öyle görünüyor ki doğal gazlı iklimlendirme tesisleri tek etkili çevrimli makinalardan ve sıcak su ile beslenen ısıtıcılara sahip olan tesislerden daha verimli olabilecektir. 1980'li yıllarda Fransa'da hizmete sunulan tesisler bu son andığımız tiplerdendi. Ayrıca, doğal gazlı iklimlendirme tesislerinin yönetilmesi buhar ısıtmalı tesislere oranla daha kolaydır.

Üstelik, SU+LİTYUM BROMÜR eriyiğinin kristalleşmesi sorunu apsorsiyon çevrimlerinin iyileştirilmesi ve mikro-prosesörler yani mikroişlemciler aracılığı ile yönetilen yeni güvenlik önlemleri alınması yoluyla çözümlenmektedir.

Bugün, Fransa'da dört ayrı yapımcı bu tip apsorsiyonlu makinalar üretmektedir. Bunlar CARRIER/EBARA, TRANE/KAWAZAKI, MITSUBISHI ve YORK/HITACHI firmalarıdır. Bu endüstri kurumlarının ürettiği doğal gazlı iklimlendirme tesislerinin soğutma güçleri birkaç megawatt düzeyine kadar çıkmaktadır. Yakın geçmişte Paris'te düzenlenen sergide işte bu dört firma tarafından üretilen doğal gazlı apsorsiyonlu iklimlendirme tesisleri tanıtılmıştır.

DOĞAL GAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİNE İLİŞKİN TİCARİ TAAHHÜTLER

Bir ürün ortaya çıkarılıp piyasaya sürüldüğü zaman elbette servis sorununun da düşünülmesi gereği vardır. Ürün yapımcılarının ürünün malzeme kalitesiyle çalışma performansını garanti etmeleri zorunlu olduğu gibi tesisin uygun şekilde işletilmesini ve özenli biçimde bakıma tabi tutulmasını sağlamaları da gereklidir. İşte bundan dolayıdır ki, doğal gazlı apsorsiyonlu iklimlendirme tesislerini üreten firmalar bir KALİTE SİSTEMİ kurmuşlardır. FDGI Kurumu tesis yapımcısı firmalarla işbirliği yaparak tesislerin uygun çalışma koşullarının, performans düzeylerinin standartlara uygunluk özelliklerinin kontrol edilebilmesi amacıyla bir YÜKÜMLÜLÜK BELGESİ bir ŞARTNAME hazırlanmıştır.

Açıklanan koşullara uyulması halinde piyasaya sunulan malzemeye bir ÜRÜN MARKASI verilmektedir. Araştırma büroları ve malzeme yapımcıları sendikasıyla işbirliği yapan FDGI kurumu iklimlendirme tesisatının tasarım kalitesinin güven altına alınması amacıyla da yeni bir yöntem geliştirilmiş, SİSTEM MARKASI ihdas edilmesini kararlaştırmıştır.

Bu sisteme göre, enerji performansı seviye kalitesinin mükemmel olabilmesi için 1988 yılına ilişkin ısı standartlarına uyulması zorunlu kılınmıştır. Nihayet, ürün markasına sahip olan malzemelerle donatılmış olan tesislere aranan sistem özelliklerine sahip olmaları ve gerçekten yetkili meslek elemanları tarafından monte edilmeleri koşuluyla tesisat markası taşıma izni verilmesi kararlaştırılmıştır.

DOĞALGAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİNE İLİŞKİN GARANTİ ÖZELLİKLERİ

Tesis yapımcıları tarafından verilen garanti şimdilik 1 yıllık bir zaman dilimini kapsamaktadır. Ancak, bakım sözleşmeleri yapılırken ek garantilerin verilmesinde yarar vardır. Çünkü, doğalgazlı iklimlendirme tesisleri henüz yaygın şekilde kullanılmadığı için bu meslek dalının güvence altına alınması, talebin arttırılması amacıyla garanti süresinin 10 yıla çıkarılması uygun olur. Doğal gazlı iklimlendirme tesislerinin gelişmesi böyle uzun süreli bir servisle desteklenmelidir. Fransa'da CARRIER firması böyle uzun süreli bir servisi öneren ilk kuruluş olmuştur.

2) DOĞAL GAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİNE İLİŞKİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

FDGİ Kurumunun araştırma merkezinde bu tesislere ilişkin birkaç sistem sürekli şekilde çalıştırılmakta, hizmet sektörünün doğal gaz konforunun artırılması amacına yönelik yeni araştırmalar yapılmaktadır. DETN kısa adıyla anılan Yeni Araştırmalar ve Teknolojiler Müdürlüğü kendi deney binasını 1991 yılının Ağustos ayında doğal gazla çalışan YAZAKI marka apsorsiyonlu bir iklimlendirme tesisatıyla donatmıştır.

CH-20-H model bu makinanın soğutma gücü 70 (kW) ısıtma gücü ise 83 (kW) tir. Tesisatın soğutulması işlemi açık bir su kulesi tarafından sağlanmaktadır. Bu makina iki borulu, vantilatörlü 10 adet konvektörü ve bir yük simülasyon çevrimini beslemektedir. Bina tek debili ve çift debili olmak üzere farklı iki tipte vantilatörlerle donatılmıştır. Tesisat JOHNSON CONTROL aygıtları aracılığı ile nümerik olarak ayarlanmaktadır. Sistemin uzaktan komutalı bir şebekeye bağlanması da olanaklıdır.

Gerek soğutma ve gerekse ısıtma aşamaları sırasında tesisat üzerinde yapılan deneyler ısı performans özelliğinin son derecede iyi olduğunu göstermiş, çevreye zarar verilmediği anlaşılmıştır. Pilot uygulamalar yapılması yoluyla doğal gazlı iklimlendirme tesislerinin ekonomik ve teknik açıdan yeni çözümlere açık olduğu kanıtlanmakta, gerçekleşen tesislerin performansları izlendiği zaman bu hakikat daha iyi anlaşılmaktadır. Doğalgazlı iklimlendirme tesislerinin toplam tüketim bilançoları yani doğal gaz, elektrik ve su bilançoları tesisat tasarımcıları ve tüketiciler için çok yararlı mukayese olanakları ortaya koymaktadır.

Yakın geçmişte montajları tamamlanarak faaliyete geçirilmiş olan DOĞAL GAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİ'ne ilişkin örnekler aşağıda açıklanmıştır.

1) Fransa'nın Toulouse kentindeki 500 m2 lik bir büro binası YAZAKI marka çift etkili apsorsiyonlu bir doğal gaz tesisatıyla donatılmıştır. Soğutma gücü 37 kW olan bu tesisat lamamiyle aerolik bir sistemle SPIREC tipindeki bataryaları beslemektedir.

2) LYON bölgesinde 2200 m2 lik bir iş merkezi çift etkili CARRIER model apsorsiyonlu bir doğal gaz makinasıyla donatılmış, soğutma gücü 140 kW olan bu iklimlendirme tesisatı aracılığı ile vantilatör düzenekli iki borulu konvektörler beslenmiştir.

3) CARRASSONNE yöresindeki üç yıldızlı bir otele çift etkili CARRIER model apsorsiyonlu bir doğal gaz makinası monte edilmiş, vantilatörlerle donatılmış olan iki borulu konvektörler doğal gazla çalışan 240 kW soğutma gücündeki bu iklimlendirme tesisatı aracılığı ile beslenmiştir.

Seçilen referans sistemine göre, bu tesislerin dört ile yedi yıllık bir zaman dilimi içinde kendilerini amorti edecekleri umulmaktadır. Bu tesisler yapının teknik bakımdan yönetilmesine olanak veren elemanlarla da donatılmıştır.

YENİ ARAŞTIRMALARA DOĞRU

Gözden geçirmekte olduğumuz bu teknolojilerden başka katı veya gaz yakıtlarla beslenen yeni iklimlendirme tesislerinin ortaya çıkarılması yolunda hem Fransa'da hem de diğer tüm gelişmiş ülkelerde sürekli araştırmalar yapılmakta ve bu konuda ilginç gelişmeler sağlanmaktadır.

ABSORPSYONLU YA DA SIVI EMİŞLİ İKLİMLENDİRME TESİSLERİ

Su ve lityum bromür karışımından yararlanılarak apsorsiyon yöntemi uyarınca çalıştırılan doğal gazlı iklimlendirme tesisleri konusundaki en yeni gelişmeler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

a) HITACHI marka doğal gazlı bir iklimlendirme tesisatında soğutma prosesüsü hava aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu makinanın soğutma gücü 70 kW düzeyindedir.

b) KAWAZAKI ve YAZAKI marka doğal gazlı iklimlendirme tesislerinde soğutma veriminin 1,2 değerinden daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

c) Fransız ENTROPIE firması 400 kW gücünde iki kademeli çevrimli yeni bir makina üretmeyi planlamakta, doğal gazlı bu yeni iklimlendirme tesisatı sadece soğuk su üretiminde kullanılabildiği gibi, istenirse aynı zamanda hem sıcak hem soğuk su da üretilebilmektedir.

d) YAZAKI firması konutlar için 3,5 kW gücünde makinalar üretmeyi planlamaktadır.

e) Bazı iklimlendirme tesislerinin ISI POMPALARI olarak kullanılabilmesi olanakları araştırılmaktadır.

Yürütülen yeni araştırmalar özellikle zayıf güçlü çift etkili makinaların maloluş bedellerinin azaltılması ve Amerika Birleşik Devletleri'nde TRANE firmasında gözleendiği gibi ÜÇ ETKİLİ makina yapımı konusunda yoğunlaşmış bulunmaktadır. Öte yandan Avrupa kökenli bazı gruplar da AMONYAK-SU

karışımı çevrimlerin düzeltilmesi ve başka akışkan çiftlerinin bulunması yönünde araştırma yapmakta, JOULE-CEE programı bu çalışmalara destek vermektedir.

ADSORPSYONLU YA DA KATI EMİŞLİ İKLİMLENDİRME TESİSLERİ TASARIMI

Fransa'da iki laboratuarda adsorpsiyonlu iklimlendirme makinalarının üretimi için çalışmalar yapılmaktadır. KATI EMİŞLİ deyimiyle tanımlanabilecek olan bu makinalar AMONYAKAT esaslı termokimyasal ISI POMPASI'yla ZEOLİT veya AKTİF KARBON-METANOL madde ikilisini kullanan Adsorpsiyon'lu bir sistemden oluşmaktadır.

İlk uygulama sonuçları sürekli olmamak koşuluyla değişik sıcaklıklarda soğukluk üretimi yapılması şeklinde elde edilmiştir. İklimlendirme tesisleri için sürekli şekilde soğukluk üretimi henüz mümkün olabilmiş değildir.

Bu yeni Adsorpsiyon yani katı emişli tasanın önceki Adsorpsiyonlu yani sıvı emişli tasarıma oranla daha çekici olacağı benzenmektedir. Japon ve Amerikan firmaların bu araştırmalara duyduğu ilgi bunu göstermektedir.

NEM ALMALI YA DA KURUTMALI İKLİMLENDİRME TESİSLERİ TASARIMI

Temiz havanın ADSORBAN adı verilen katı emişli bazı maddelerle nem alma veya kurutma işleminden geçirilmesi esasına dayalı yeni çalışmalar AMERİKA'da yürütülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde süpermarketlerdeki soğuk vitrin havasının koşullandırılması ve ıslak ekvator iklimine sahip olan bölgelerde bulunan otellerin iklimlendirilmesi amacıyla iki ayrı ürün piyasaya sürülmüş bulunmaktadır.

Dönel ısı değiştirgeci ya da ısı eşanjörü kurutucu bir malzemeyle kaplıdır. Bu nemalıcı ürün ya doğrudan doğruya doğal gazla ya da doğal gaz aracılığıyla ısıtılan sıcak su ile devamlı şekilde rejenerasyon ya da canlandırma işlemine tabi tutulur. Gizli yükün tretmanı amacıyla uygulanan bu sistem proses işlemlerinde de kullanılabilir.

İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE KULLANILAN DOĞAL GAZ MOTORLARI

Doğal gazla çalışan içten yanmalı termik motorlar iklimlendirme tesisatı alanında farklı iki alanda uygulanma olanağı bulmaktadır.

1) Bunlardan biri gücü büyük olan soğutma kompresörleridir. Amerika Devletleri'nde 500 kW ile 1500 kW gücündeki soğulma kompresörleri CARRIER-TECOGEN marka doğal gaz motorlarıyla devitilmekte ya da tahrik edilmektedir.

2) Bir diğer uygulanma alanı 3 ile 60 kW aralığında güce sahip olan ve hava-su akışkan çiftiyle çalışan tersinir ISI POMPALARI'dır. Japonya'da ve Amerika'da uygulanan bu sistemlerde kullanılan doğal gazlı içten yanmalı termik motorlar sayesinde tesisatın kışın da çalıştırılabilmesi olanağı sağlanmakta, elektrik tüketiminin azaltılması mümkün olmaktadır. İngiltere, İspanya ve İtalya gibi ülkelerde de bu tip ısı pompaları konusunda araştırmalar yapıldığını bilmekteyiz. Gücü zayıf olan ısı pompaları daha çok konutlarda ve küçük çaptaki hizmet sektöründe kullanılmaktadır. Daha büyük güç değerlerinde aynı zamanda hem sıcak hem de soğuk su üretimi yapılması halinde olduğu gibi özel amaçlarla da uygulanmaları olanaklıdır.

İçten yanmalı doğal gaz motorları konusunda JAPONYA'da da araştırmalar yapılmaktadır. MITSUBISHI firması STIRLING çevrimli, SANYO firması ise VILLEUMIER çevrimli motorlar üzerinde test çalışmalarını sürdürmektedir. Fransız Doğal Gaz İşletmesi de bu yeni teknolojilerle yakından ilgilenmekte, doğal gazla çalışan iklimlendirme tesisleri alanındaki tüm yeniliklere önderlik etmeyi ve bu alanda yapılan çalışmalara destek olmayı görev bilmektedir.

Kaynakça:

1- CHAUD-FROID-PLOMBERIE dergisi

2- ASHRAE JOURNAL dergisi