

DOĞAL GAZLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİN YARARLARI

-ÖRNEK TESİSATIN TANITIMI-

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 Üniversitesinde 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.

Honeywell Farms Dairy Süt Ürünleri İşletmesi, New York kenti yöresinde bulunan en büyük tesislerden biridir. Bu tesisatta işlem gören süt New York civarındaki süt üretim alanlarından her gün tankerler aracılığı ile anılan tesisatta ulaştırılmaktadır. Queens'in Jamaica kesiminde bulunan 90000 (ft²)= 8361 (m²) alanındaki bu işletmeye getirilen süt pastörize edildikten sonra şişelere doldurulmaktadır. Takriben 50 yıl önce küçük çapta bir işletme olarak çalışma hayatına atılan bu kurum o zamandan beri gitgide büyümüş, Long Island yöresinin en büyük süt işletmesi haline gelmiştir.

Süt işleme tesisleri normal olarak büyük ölçüde soğutma işlemleriyle sıcak suya gereksinim duyar. Büyük miktarlarda sütün depolanması, pastörize edilen ürünlerin tekrar soğutulması, sütün şişelere doldurulması, süt antrepolarında ve süt boşaltma depolarında soğuk ortam koşullarının sağlanması için soğutma tesislerinin öngörülmesi şarttır. Bütün depolama, taşıma ve işlem donatım elemanlarının yıkanıp temizlenmesi için de büyük miktarlarda sıcak suya gerek vardır.

Honeywell Farm Dairy süt ürünleri işletmesinin sahiplen giderek artan elektrik masrafları konusunda hayli endişeli idiler ve enerji verimliliğinin artırılması için çareler araştırılıyordu. Oysa oldukça etkili bir enerji yönetim programı uygulamakta idiler ve işletmede bulunan üç DİESEL gurubu ortaklaşa çalışarak temel elektrik enerjisi gereksinimini ve temizleme işlemleri için gerekli buharı karşılıyordu.

Bu yazıda açıklayacağımız yeni tesisat uygulanmadan önce Honeywell Farms Dairy işletmesinde gerçekleştirilen soğutma tesisatı herbiri ayrı bir elektrik motoru aracılığı ile devitilen (tahrik edilen) alternatif hareketli ya da pistonlu dokuz adet kompresörden oluşmaktaydı.

Bu kompresörlerden yedisi herbiri 264 (kw) = 75 (ton) luk kapasiteyle çalışmak suretiyle asıl temel güç gereksinimini karşılıyor, geride kalan iki kompresör ise aynı kapasiteye sahip olmakla birlikte daha eski olmalarından ötürü sadece yedek olarak kullanılıyor ve destek gücü üretimini sağlıyordu.

Aşağıda açıklanan amaçların gerçekleştirilmesi amacıyla bir çalışma başlatılmıştır.

1) Soğutma proseslerinin gerçekleşmesi için KOJENERASYON deyimiyile tanımlanan soğukluk üretimi teknolojisine geçmek.

2) Yardımcı soğutma proseslerinin gerçekleşmesi için yitici ısı kazanımı yönteminin uygulanmasını sağlamak. ASHRAE Üyelerinden Ronald F. Amberger ile John A. DeFrees bu çalışmaya başlamadan önce kısaca NYSERDA adıyla anılan New York Eyalet Enerji Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nin sponsorluğu altında New York yöresindeki bir bira fabrikasında bu yöntemi önceden inceleme olanağını elde etmiş bulunuyorlardı.

3) Soğutma tesisatı tarafından tüketilen enerji masraflarını azaltmak.

4) Hem soğutma tesisatı kapasitesini, hem de buna koşut olarak süt işlem kapasitesini artırmak.

5) Soğutma düzenli yeni bir süt yükleme ambarının kurulabilmesi amacıyla soğutma tesisatının kapasiteni artırmak.

ÖRNEK TESİSATA ÖNGÜRÜLEN YENİLİKLER

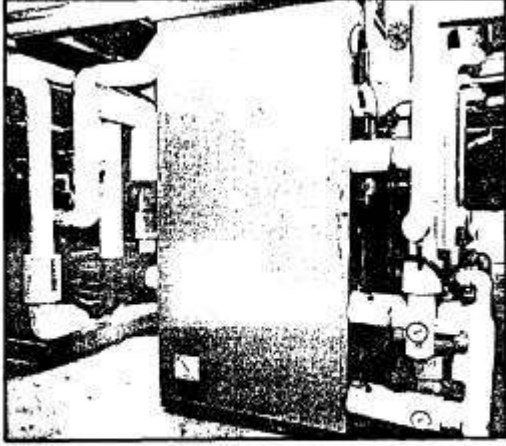
Bu projede başarılı olduğu kanıtlanan üç yenilik uygulama aşamasına konulmuştur. Bu yenilikler şunlardır:

1) Soğutma gücünün sağlanması amacıyla KOJENE-RASYON deyimiyile tanımlanan sistem tasarımının benimsenmesi;

2) Soğutma tesisatının COP kısa adıyla anılan performans katsayısının artırılması amacıyla ikincil derecede soğutma işlemlerinin yapılması için aprospsyonlu soğutma yöntemi uygulanarak kayıp enerjilerin yeniden kazanılması;

3) Bir bilgisayar analiz modeli yönteminin uygulanması.

[bakınız: 29](#)



Honeywell Farms Dairy Süt ürünleri işletmesinde bulunan sıvı emişli apsorspsyonlu soğutucuların görünümü

Tasarlanan ilk çalışma doğal gazlı içten yanmalı bir motorla devitilen kompresörlerden yararlanmak suretiyle kayıp ısılardan tekrar kazanılmasını sağlayan bir sistem kurmaktır. Bu proje NYSERDA ile Brooklyn Union Gas Co örgütlerinin ortak sponsorluğu altında yürütülmektedir. Sponsorlar doğal gaz enerjisinden yararlanmak yoluyla gerçekten etkili bir soğutma tesisatının gerçekleştirilebileceğini göstermek amacıyla projeye destek vermekte ve tekil tesisatın performans katsayısının artırılması için sıvı emişli apsorspsyonlu ünitelerin kullanımı yoluyla soğutma yapılmasını önermekteydiler.

Montajı öngörülen sistem 450 (kW)= 600 (hp) gücünde 12 silindirli türboşarjlı içten yanmalı bir DOĞAL GAZ MOTORU idi. Bu motorun vidalı tip bir amonyak kompresörüne doğrudan doğruya bağlanması planlanmıştır. Bu doğal gaz motorunun silindir gömleğinden alınacak olan ısı herbiri 35 (kW) gücünde 10 (ton) kapasiteli LİTYUM BROMÜR'lü üç adet apsorspsyonlu soğutma ünitesinde soğuk su üretimi amacıyla kullanılacaktır. Böylece üretilen soğuk suyun bir ısı eşanjörüne gönderilmesi ve soğutucu akışkan olarak kullanılan sıvı amonyak soğutulması işinde kullanılması planlanmıştır. Soğutucu akışkan olarak kullanılan SIVI AMONYAK kondansör adıyla anılan yoğunlaştırıcı sisteminden ayrıldıktan sonra bu ısı eşanjörüne gönderilerek soğurulacaktır.

Aprospsyonlu deyimleriyle adlandırılan sıvı emişli bu soğutma ünitelerinden yayımlanan ısı miktarları hava soğutmalı bir su kulesine gönderilmektedir. İçten yanmalı motorun egzoz sisteminden yayılan ısı 150 (kW)= 500.000 (Btu/saat) gücündeki bir kayıp ısı buhar jeneratörü aracılığı ile yeniden kazanılmakta, buhar üretimi 65 (psi) = 450'(kpa) (kilo paskal) lık bir basınç altında gerçekleşmekte, bu basınçtaki buhar süt proses işlemlerinde kullanılmaktadır.

İçten yanmalı doğal gaz motoru, kompresör ve ısı kazanım donatımı hepsi birlikte yüksek verimli bir ortak tesisat oluşturulmalıdır. Bu üçlü tesisat hem vidalı kompresörün devitimi için gerekli mekanik enerjinin üretimi işini üstlenir, hem kayıp ısı boilerlerinden alınan buharın süt işlem proseslerinde kullanılmasını sağlar, hem de içten yanmalı doğal gaz motorunun soğutma sisteminden kazanılan ısı miktarlarının soğutucu akışkan sıcaklığının düşürülmesi işleminde kullanılması görevini yerine getirir. Böylece, buharın klasik yoklan ayrıca üretildiği ve soğutma işleminin elektrikle gerçekleştirildiği önceki tesisata oranla çok miktarda yakıt ve elektrik enerjisi ekonomisi yapılmıştır. Bu yeni tesisatın bir başka avantajı da şudur: yakıt olarak doğal gazdan yararlanılmasından ötürü hava kirlenmemekte ve sera gazları oluşumu son derece azalmaktadır.

BİLGİSAYAR MODELLEMESİ YOLUYLA YAPILAN SİSTEM ANALİZİ

Bu projenin başlıca amacı ekonomik olduğu bilinen doğal gaz enerji teknolojilerinden yararlanılması yoluyla süt ürünleri üretiminin %100'e kadar varan oranda artırılmasının mümkün olup olmayacağı idi. Bu amacın gerçekleştirilmesi için özellikle bilgisayar modelleme tekniğine dayalı bir yaklaşım benimsenmiştir. Toplam olarak yeniler ve eskiler arasında 16 adet tesisat donatımı inceleme kapsamına alınmıştır. Mukayese amacıyla bir temel oluşturulması ve modelleme tekniğinin gerçeğe uygun olması için mevcut işletmenin enerji performansı özenle modellenmiştir. Yılın her ayı ayrı ayrı dikkate alınmak koşuluyla gerek duyulan soğutma yükü, üretim günleri ile temizlik günlerinde ihtiyacı hissedilen elektrik ve buhar miktarları yapılan modellemenin kapsamına alınmıştır. İşletmenin genişletilmesinden ve tadil edilmesinden ötürü soğutma yükünde gerçekleştirilecek olan çeşitli artışlara ilişkin koşulların saplanması amacıyla modellemesi yapılan tüketim miktarları

ekstrapolasyon işlemine tabi tutulmuştur. Önerilen yeni soğutma donatımının başlıca özelliği ana güç kaynağı olarak doğal gazla çalışan alternatif devinimli bir içten yanmalı motorun kullanılması olmuştur. Donatım elemanları yapımcılarından sağlanan performans verileri bilgisayar modelleme sistemine eklenerek oluşturulan modelin tamamlanması sağlanmıştır. Her bileşenin çalışma karakteristiklerini belirleyen algoritmalar bu verilerden türetilmiş bulunmaktaydı. Gerekli kompresör gücü ile dış hava sıcaklığı ve soğutma yükü gibi bu gücü etkileyen faktörler arasındaki ilişkiler bu yolla belirlenmiştir. Soğutma kompresörlerinin bilinen koşullar altındaki enerji tüketiminin hesaplanabilmesi amacıyla bu algoritmalar bir bilgisayar programına yüklenmiş, kompresör gücünün yüke ve yoğunlaşma basıncına bağlı olarak belirlenmesi için saat saat simülasyon esasına dayalı tekrarlı bir modelleme programı uygulanmıştır. Soğutma tesisatına ilişkin beş ayrı konfigürasyon modeli tesis edilmiş, bir temel oluşturması ve modelleme tekniklerinin kontrolü bakımından mevcut eski tesisat da simülasyon programı kapsamına alınmıştır. Diğer dört konfigürasyon modeli tesisatın aşağıda açıklanan şekilde düzenlenmesi halinde ne gibi yanıtlar alınacağına anlaşılmasına yararmıştır. Bu düzenleme biçimi şudur: 880 (kW) gücünde 250 (ton) kapasiteli alternatif devinimli kompresör; 880 (kW) gücünde 250 (ton) kapasiteli vidalı kompresör; 1400 (kW) gücünde 400 (ton) kapasiteli vidalı kompresör ve 2100 (kW) gücünde 600 (ton) kapasiteli vidalı kompresör.

Tesisatın bilgisayar modellemesinin hazırlanması aşamasında normal bir iş haftası içinde üç farklı tip çalışma gününden söz edilebileceği ortaya çıkmıştır.

- 1) Bir temizlik gününden sonra gelen üretim günleri,
- 2) Bir temizlik gününden önceki üretim günleri,
- 3) Temizleme günleri bu ayırımın öğelerini oluşturmaktadır.

İki tip üretim günü arasında var olan en önemli fark muksimal yük altında çalışma yapılan günün süresiydi. Maksimal yükün büyüklüğü ile bu yüke tekabül eden enerji gereksinimi arasında fark olmadığı için bilgisayar modellemesi yapılırken sadece iki tip çalışma günü yani üretim günleri ile temizlik günleri dikkate alınmıştır.

Mevcut tesisatın mevcut işlem yüklerine göre yapılan simülasyon ya da benzeşim modellemesi sonucunda elde edilen bilgisayar sonuçları saat esasına göre kaydedilen gerçek enerji tüketimi ile uyuşmaktadır.

Tesisatın verimliliği konusunda bilgi vermesinden ötürü bu modelleme işletme sahipleri açısından da yararlı olmuştur. Bununla birlikte, güdülen asıl amaç tesisatın performansı konusunda ya da verimliliği konusunda temel alınabilecek bir ekonomi modelinin oluşturulması idi.

ANALİZ TEKNİĞİ

Kuru ve ıslak hava termometre sıcaklıkları için meteorolojik verilerden yararlanılmıştır. Islak havanın ler-metre sıcaklığı soğulma kuleleriyle buharlaştırmak kondansatörlerin ya da yoğunlaştırıcıların verimliliğini etkilemekte, kuru havanın termometre sıcaklığı ise soğuk depolama yükü ile soğutma yükü üzerinde etkili olmaktadır. Hava etkisinden ötürü yüklemeye özelliği de mevsimlere bağlı olarak değişmektedir. İşlem yükleri ise bir günün muhtelif saatlerine göre, üretim yüküne göre ve iş günü tipine göre değişim göstermektedir. Soğutma yüküne ilişkin tahminler işletme sahiplerinden sağlanan geçmiş yıllara dönük temel değerler esas alınarak geliştirilmiştir. Böylece her saat başı düzgün olarak enerji verileri ve parametre değerleri toplanmış, bu verilerden hareketle de üretim ve temizlik günleri için ay be ay saatlik yük özellikleri elde edilmiştir. Bu özelliklerin saptanması içinde donatım elemanı üreticilerinden alınan verim donelerinden yararlanılmıştır.

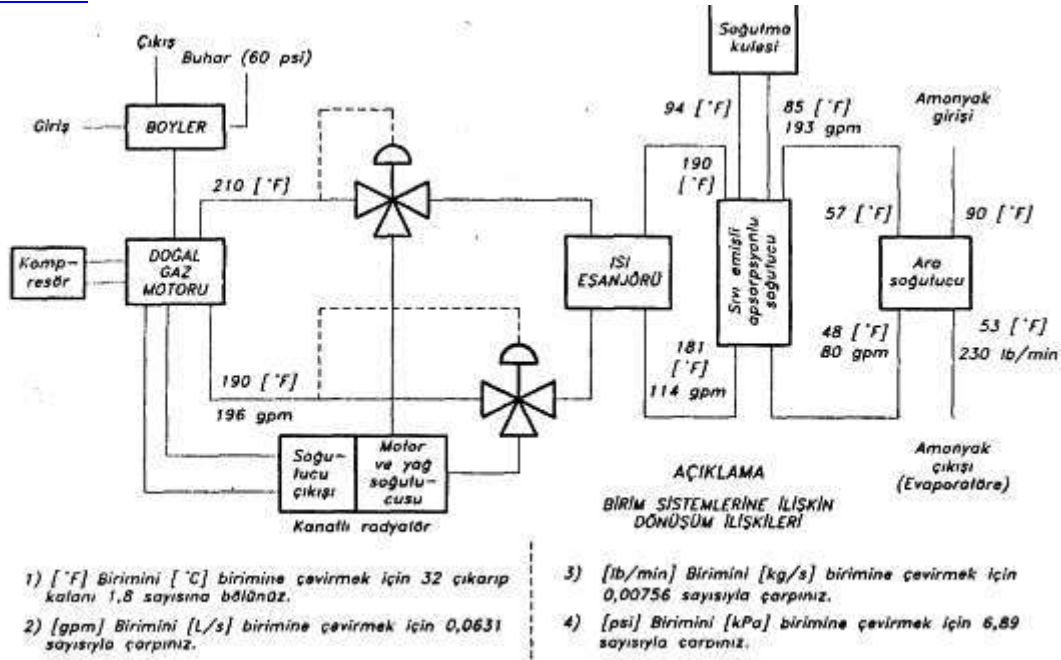
Geleceğe ilişkin yük tahminleri yapılırken işletme sahiplerinin bu konudaki düşüncelerinden istifade edilmiş, geleceğe yönelik yük artış senaryoları hazırlanmıştır. Mevcut üretim tesisatının daha uzun süre çalıştırılması yoluyla üretimin bir miktar arttırılması mümkün olabilirdi. Bunun ötesinde bir üretim artışının sağlanabilmesi için ek üretim kapasitesine gerek vardı. Yükleme özellikleri istek durumu dikkate alınarak tahmin edilmiştir. İlk bir saallik maksimal soğulma talebine ilişkin tahminler yapılmış, genel talep miktarları bu yolla hesaplanmıştır. Böylece belirlenen istem tutarları ile yeni üretim oranları arasında uyum sağlanması için gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra bu özel senaryoya ilişkin yük tahmininin belirlenebilmesi amacıyla düzeltilen istem tutarları daha önceki maksimal istem miktarlarıyla çarpılmıştır. Bilgisayar modelleme analizi içinde, donatım elemanları üreticilerinden elde edilen verim eğrilerinden ve verilerden yararlanılarak türetilen denklemlerden istifade edilmesi yoluyla önerilen sisteme ilişkin tüm elemanlar modelleme kapsamına alınmıştır. Son olarak da, doğalgaz tüketimiyle elektrik tüketimine ilişkin yıllık tutarların elde edilmesi amacıyla üretilen yüklemeye senaryoları tesisat modeline bağlanmıştır. Bir temel oluşumu bakımından bu veriler mevcut tesisatın modeliyle mukayese edilmiştir. Tesisatın ekonomiklik özellikleri belirlenirken çeşitli senaryo modelleri sonuçları dikkate alınarak basit bir amortisman hesabının yapılmasıyla yetinilmiştir.

SİSTEM TASARIMI

Sistem tasarımı 1400 (kW) gücünde 400 (ton) kapasiteli bir vidalı kompresörün seçilmesi yönünde gerçelenmiştir. Sistem dizaynı yapıldıktan sonra bu sistemin en önemli bileşenlerinin seçilmesi mümkün olmuştur. İşletme sahiplerinin onayı alınarak tesisat mahallinin yeniden düzenlenmesi ve mevcut bazı tesisat elemanlarının yerlerinin değiştirilmesi koşuluyla yeni tesisat donatımının mevcut yapılardan birinin içine monte edilmesi kararlaştırılmıştır. Sonunda derlitoplu, verimli ve fazla yer kaplamayan bir tesisatın gerçekenmesi olanağı elde edilmiştir. Sistem şeması ŞEKİL 1'de tanıtılmıştır. Yeni tesisat eski soğutma tesisatına paralel

olarak monte edilmiştir. Eski soğutma tesisatı herbiri 265 (kW) gücünde 75 (ton) kapasiteli elektrikle devritilen alternatif devrinimli yedi adet amonyak kompresörü ile aynı kapasiteye sahip iki yedek kompresörden oluşmaktaydı ve bu elemanlardan hiçbiri servis dışı bırakılmış değildi.

[bakınız: 30](#)



ŞEKİL 1. İçten yanmalı doğal gaz motoru ara soğutma sistemine ilişkin prensip şeması

Kayıp ısı boyleri mevcut gaz ısıtmalı paket boylere paralel olarak tesisatın buhar devresi üzerine bağlanmıştır.

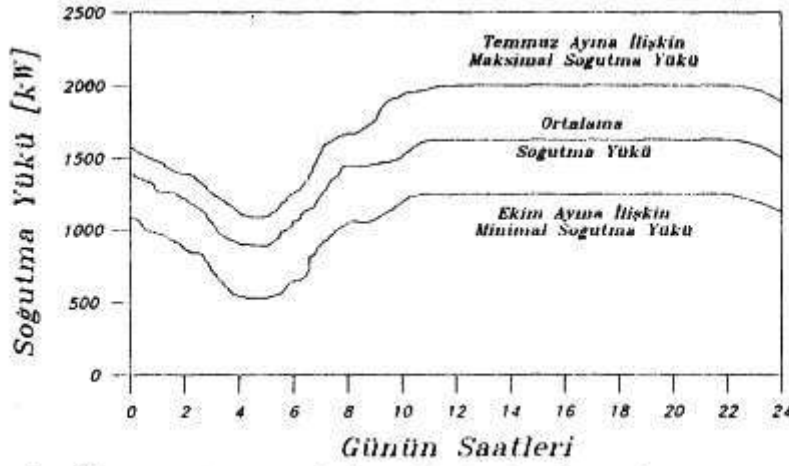
Doğal gaz motoru çalıştığı zaman gaz ısıtmalı boylerler devreden çıkarılır. Kayıp ısı boyleri kullanılmadığı zaman egzoz ya da çıkış debisi yönünün değiştirilmesi için kayıp ısı boyleri yakınına bir baypas vanası monte edilmiştir. Motor silindir gömleklerinden ve yağ soğutucusundan çıkan ısının uzaklaştırılması için normal olarak sıvı emişli apsorsiyonlu üniteler çalıştırılır. Apsorsiyonlu ünitelerinin çalıştırılmaması durumunda motor soğutma sisteminden yayman ısının binanın yerleştirilen klasik tip bir motor radyatörün aktarılması için gerekli önlemler alınmıştır. Böylece tesisata maksimal düzeyde bir verimlilik ve esneklik özelliği kazandırılmıştır. Bu özgün ara soğutma sistemleri çalışmadığı zaman işlemlerin aksamadan devamının sağlanması amacıyla da alternatif çözümler üretilmiştir.

SOĞUTMA YÜKLERİ

ŞEKİL 2'de tipik üretim günlerinde geçerli olan 24 saatlik maksimal ve minimal soğutma yük profilleri ile ortalama yük profili tanıtılmıştır. Üretim kapasitesi ile hava koşullarının değişmesinden ötürü soğutma yüklerinin mevsime göre değiştiği gözlenmektedir. Süt üretiminin yapılmadığı günlere ilişkin yük eğrilerinden bir hayli farklıdır. Gerçekten de EKİM ayı eğrisinin TEMMUZ ayı eğrisinin hayli altında olduğu görülmektedir.

Süt üretiminin yapılmadığı günlere ilişkin yük eğrileri bir hayli basıktır. Bu eğrilerin genliği mevsime bağlı olarak 100 ila 200 (ton) veya 350 ile 700 (kW) arasında değişim gösterir.

[bakınız: 31](#)



ŞEKİL 2. Üretim günleri için geçerli olan maksimal, minimal ve ortalama soğutma yükü eğrileri.

Motor/kompresör sistemi artık temel soğutma yükünün karşılanmasında kullanılmaktadır. Diğer ara soğutma sistemiyle birlikte kullanıldığı zaman motor/kompresör sisteminin gücü gerekli soğutma kapasitesinin %80 oranından daha fazlasına karşılayabilecek bir düzeye erişmektedir.

Bu ara soğutma sistemi soğutma yükü ne olursa olsun tesisatın verimini ya da performans katsayısını %6 oranında artırmakta, verim artışı enerji tüketimi üzerine de yansıtarak bu tüketimi azaltmaktadır. Doğal gaz moturu ve kompresör sisteminden yararlanılması sonucunda elektrik gereksiniminin hemen hemen %50 oranında azaldığına elektrik enerjisi tüketiminde ise %75 oranında bir düşüş gözlemlendiğine tanık olunmuştur.

Ara soğutma sisteminin gücü fazla büyük tutulmamış, bu sistem motor/kompresör gurubu tam yükün altında bir yükte çalışırken tam kapasitesini verebilecek bir şekilde boyutlandırılmıştır. Ekonomik bakımdan uygun görüldüğü zaman, ileriki bir tarihte ara soğutma sisteminin gücünün artırılması mümkün olabilecektir.

İŞLETME VE BAKIM ÖZELLİKLERİ

Soğulma tesisatı 1991 yılı başından beri sürekli olarak çalışmaktadır. Yıllarca elektrikli bir soğutma tesisatını çalıştırmış olan işletme sahipleri bu yeni doğal gaz motoru ve ısı kazanım boyleri sisteminin bakım masraflar: ve işletme karakteristikleri açısından eski tesislerinden farklı olmadığını görmekten hoşnutlar.

On yıldır çalışmış olan ve bakımının hayli masraflı olduğu anlaşılan yedili bir alternatif devinimli kompresör gurubunun yerini tek bir vidalı kompresör almıştır. Yeni kurulan sıvı emişli! absorpsiyonlu soğutma tesisatı için 1991 yılından bugüne kadar bakım yapılması gerekmemiştir.

Öngörülen doğal gazlı bu soğulma tesisatının parasal avantajı hayli önemlidir. Bu tesisata ilişkin enerji masrafları ile tümü elektrikle çalışan bir tesisata ilişkin tahmini enerji masrafları arasındaki fark 1992 yılı Mayıs ayı ile aynı yılın Ekim ayını kapsayan dönemde 40.000 dolar olarak hesaplanmıştır. Yani altı aylık bir dönem boyunca 40.000 dolarlık bir enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Elektrik fiyatlarındaki mevsimsel değişiklikler dikkate alındığı zaman yıllık tasarrufun 70.000 dolar düzeyinde olacağı tahmin edilmektedir. Sadece ara soğutma sisteminin yıllık enerji tasarrufu 14.000 dolar düzeyindedir. Bu ise ara soğutma sisteminin dört yıl içinde kendini amorti edeceği anlamına gelir.

ÇEVREYE İLİŞKİN YARAR ÖZELLİKLERİ

Doğal gaz motoru/ vidalı kompresör soğukluk üretimi tesisatının birçok yararı vardır. Bu projenin asıl amacı çevrenin korunması olmamakla birlikte gerçekleştirilen soğutma tesisatının çevre için çok yararlı olduğunu bilmekteyiz.

Her şeyden önce, kullanılan soğutucu akışkanlar yani ana sistemdeki amonyak ile absorpsiyonlu sistemdeki su çevreye zarar vermeyen ürünlerdir. Motor/kompresör sisteminin verimi birbirlerinden ayrı çalışan soğulma tesisatı ile buhar tesisatının veriminden bir hayli yüksek olduğu için çevre daha az kirlenmekte, doğal kaynaklar daha iyi korunmaktadır.

New York Belediyesi bu tesisatın havayı temizleyici özellikte olduğunu tescil etmiştir. Doğal gaz motoru/vidalı kompresör ortak tesisatı merkezi bir elektrik üretim santraline oranla CO2 yayılımının %23 oranında azalmasını sağlamaktadır.

SON SÖZ

Kurulan soğulma tesisatı fabrika sahiplerine büyük oranda tasarruf yapmaları olanağını vermiştir. Doğal gaz motoru ve kompresör sisteminin ortak çalışması esasına dayanan bu tip soğutma tesislerinin ekonomik özellikleri çok uygundur.

Ara soğutma sisteminden yararlanılması tesisatının ekonomik yararlanması tesisatın ekonomik yararlarının daha da artmasını sağlar. Nedeni de şudur: ara soğutma sistemi kayıp ısı miktarlarından yararlanarak bunun yerine eşdeğer miktarda mekanik enerjinin elde edilmesine olanak verir. Gerek elektrik enerjisi yükü gerekse elektrik enerjisi talebi azaldığı için ara soğutma prosesinin uygulanması son derece avantajlıdır.

Bir soğutma veya hava koşullandırma yükünün mevcut olması halinde ara soğutma işleminin elektrikle beslenen soğutma tesislerinde uygulanması da olanaklıdır. Yüksek basınçlı buhar üretimi için motorun egzoz donanımından yararlanır.