



ar&ge notları



Hasan Acül
Makina Mühendisi
FRİTERM A.Ş. AR-GE Şefi

Entegre Doğal Soğutma Bataryalı Su Soğutma Grubu (Free Cooling Chiller) Uygulaması*

1. GİRİŞ:

Enerji verimliliğinin iklimlendirme ve proses soğutma uygulamalarında giderek ön plana çıkması tesislerde enerji tüketiminin büyük kısmını yaratan soğutma sistemlerinin dizaynlarını da etkilemekte; doğal kaynakların verimliliği artırma amaçlı olarak daha geniş kullanımı için alternatif sistemlere yönelim artmakta, daha az enerji tüketimi yaratan sistemler geliştirilmeye devam etmektedir.

Kazandırdığı verim artışı ile işletme maliyetlerini düşüren doğal soğutma (free cooling) sistemi, düşük hava sıcaklığı periyodunda soğuk su üretici grubun kompresörünün çalışmasını ortadan tamamen veya kısmen kaldırmaktadır. Bu yazıda, "Sulu Soğutma Uygulamaları için Doğal Soğutma" olarak kategorize edilen [2] doğal soğutma tekniklerinden bir tanesi olan "Entegre Doğal Soğutma Bataryalı Uygulaması" kapsamında yapılmış bir uygulama örneği aktararak soğutma tesisatlarında enerji verimliliği vurgusu öne çıkartılacaktır.

2. ISI DEĞİŞTİRGEÇLİ SOĞUTMA UYGULAMALARI

İklimlendirme sistemlerinde, proses su soğutma tesislerinde vb. ihtiyaç duyulan soğuk su üretimi için farklı uygulamalar yapılabilir. Hava / su soğutmalı Chillerler, açık / kapalı su soğutma kuleleri, plakalı / boru-kovan tip eşanjörler bu sistemlerdendir.

Bahsi geçen uygulamalara ek olarak soğuk su üretiminde oldukça yaygın kullanım alanına sahip olan bir diğer sistem de kuru soğutucu (kanatlı-borulu ısı değiştirgeçli soğutma bataryalı) sistemleridir. Bu sistemler uygulamada ihtiyaç duyulan soğuk su sıcaklık değerlerine bağlı olarak herhangi bir soğuk su üretici grup olmaksızın çalışabilmekle birlikte doğal soğutma uygulamaları için bir soğuk su üretici grup ile beraber entegre veya bağlantılı olarak da kullanılabilirler. Ortam sıcaklık değerinin istenilen soğutma suyu sıcaklığının 1,5 – 2.0°C altına düşmesi ile birlikte bu sistemler kullanılmaya başlanabilir.

Sistemin çalışma yapısı,

1. Tamamen mekanik soğutma (Doğal soğutma uygulaması yok),

2. Kısmi doğal soğutma (Yük paylaşımı-ön soğutma),
3. Tamamen doğal soğutma (Soğutma grubu çalışmıyor) olmak üzere üç değişik yaklaşım ile tanımlanabilir.

Su kulelerine alternatif olan bu sistemin kapalı devre çalışması sayesinde soğutma suyunun azalması problemiyle karşılaşmaz, bunun yanı sıra devre içerisinde kirlenme vb. riskler bu uygulamalarda tamamen ortadan kalkmaktadır.

Kanatlı-borulu ısı değiştirgeçli soğutma bataryalı sistemler iki farklı biçimde uygulanabilir:

1. Soğutma Grubu ve Entegre Doğal Soğutma Bataryası Uygulamaları (Free Cooling Chiller)
2. Kuru Soğutucu ve Islak/Kuru Soğutucu Uygulamaları

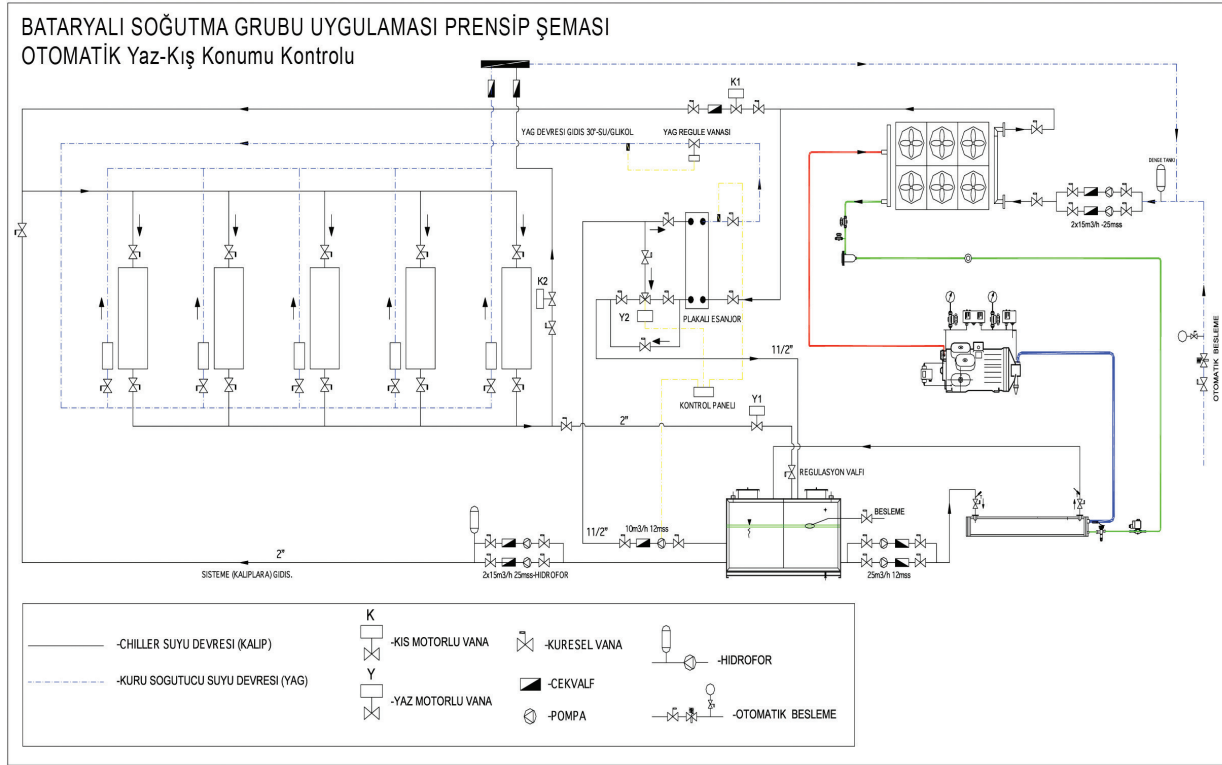
2.1 Soğutma Grubu ve Entegre Doğal Soğutma Bataryası Uygulamaları (Free Cooling Chiller)

Enerji verimliliğinin tesisatlarda giderek ön plana çıkması tesislerde enerji tüketiminin hatırı sayılır bir kısmını yaratan soğutma gruplarının dizaynlarını da etkilemeye başlamıştır. Geleneksel soğutma gruplarından farklı olarak entegre doğal soğutma bataryalı gruplar uygulamalarda kendilerini hissettirir olmuşlardır. Doğal soğutma bataryası hava soğutmalı kondenser bataryasının –ünitenin hava giriş yönüne göre- ön kısmına yerleştirilir. Ortam sıcaklığının dönüş suyu sıcaklığının altına düşmesi ile birlikte kontrol vanası dönüş suyunu doğal soğutma bataryasına ön soğutma yada tam doğal soğutma amaçlı olarak gönderir.

Entegre doğal soğutma bataryalı gruplar yirmi dört saat soğutma ihtiyacı olan büyük bilgisayar ve server odaları, İnternet ve telekomünikasyon veri merkezleri soğutma uygulamaları için alternatif sistemlerdir. Kış ve bahar aylarında binada ısıtma yapılması gerekirken (dış kabuk), binanın iç kısmında (iç kabuk) soğutma ihtiyacı olan enerji yoğun bölümler, ısı yoğun ofisler vb. kısımların soğutmasında da kullanılmaktadırlar. Hem mekanik soğutma hem de doğal soğutma (kısmi ve tam) yapabilme kabiliyetine sahiptirler [2]. Aşağıdaki örnekte doğal soğutma ile ortaya çıkan kazancın bulunması için yapılan hesaplamada, sistemin var olan durumu ile doğal soğutmanın yapılmaması durumu (ikinci bir soğutma grubunun kullanılması) karşılaştırılmıştır.



2.1.1 Uygulama Örneği: Entegre Doğal Soğutma bataryalı su soğutma grubu uygulaması [3]



Şekil 1. Entegre doğal soğutma bataryalı hava soğutmalı su soğutma grubu uygulamasına yönelik prensip şeması [3]

Şekil 1.'de verilen prensip şeması plastik sektörüne yönelik olarak 2002 yılında İstanbul'da yapılmış bir uygulamaya aittir. Sistemde mevsimsel dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak soğutma grubu devreden çıkarılmakta, kalıp ve yağ soğutma için doğal soğutma kullanılmaktadır. Böylelikle sistemde enerji verimliliği sağlanmaktadır. Çalışma otomatik kontrol sistemi ile kumanda edilmektedir. Doğal soğutma bataryası hava soğutmalı grubun kondenseri ile entegre olarak aynı kaset içerisinde yer almaktadır. Böylelikle ünitenin kompakt bir yapıda olması da sağlanmıştır. Soğutma sisteminin kurulu olduğu fabrika plastik sektörü içerisinde faaliyet göstermekte, giyim askıları imalatı yapmaktadır (Bakınız: Şekil 2).



Şekil 2. Üretilen farklı giyim askıları örnekleri [4]

Fabrika 12 ay, 6 gün/24 saat üretim yapmaktadır. Toplam 7 adet enjeksiyon makinesi prensip şeması verilen entegre doğal soğutma bataryalı hava soğutmalı su soğutma grubuna bağlı çalışmaktadır.

Sistem Yaz konumunda 4 ay (Haziran - Eylül); Kış konumunda 8 ay (Ekim - Mayıs) çalışmaktadır.

Yaz Konumunda (Haziran - Eylül)

1. Kalıpları soğutmak için soğutma grubu çalıştırılmaktadır. Soğutma suyu çalışma sıcaklık aralığı alt sınır değeri: 24,5 °C, üst sınır değeri : 26 °C'dir. Sistemde Chiller grubu saatte toplam 30 dk. beklemekte, 30 dk. çalışmaktadır. Üretilen giyim askılarının malzemesi polistren ve polipropilendir. Üreticinin yaptığı çeşitli denemeler sonrasında kalıpların daha düşük sıcaklıklarda soğutulmasının üretilen bu ürünün üretim hızını çok fazla etkilemediği, ihmal edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Bu nedenle de görece yüksek sıcaklıkta kalıp soğutulması yapılmaktadır. Ürün için farklı bir malzeme kullanılması veya ürün kalınlıklarının artması durumunda daha düşük sıcaklıkta kalıp soğutma suyuna ihtiyaç duyulabilir ve düşük sıcaklıkta su kullanımı ile üretim hızı artırılabilir.

2. Enjeksiyon makineleri hidrolik yağı soğutulması için entegre doğal soğutma bataryası (Entegre kuru soğutucu ünitesi) kullanılmaktadır. Yağ soğutma için soğutma suyu çalışma sıcaklık aralığı alt sınır değeri: 30 °C, üst sınır değeri: 36 °C'dir. Mevsim normallerinin üzerindeki aşırı hava sıcaklıklarında Plakalı eşanjör devreye girmektedir.

Kış Konumunda (Ekim - Mayıs)

1. Kalıpları soğutmak için entegre doğal soğutma bataryası (Entegre kuru soğutucu ünitesi) kullanılmaktadır. Chiller grubu kapalıdır. Soğutma suyu çalışma sıcaklık aralığı alt sınır değeri: 24,5 °C, üst sınır değeri: 26 °C'dir. Altı fandan oluşan ünitenin ikisi sürekli çalışmakta, diğer fanlar termostat kontrolü ile sisteme girmektedir.



(Bunun yanı sıra Ocak ve Şubat aylarında bazı günlerde Lodos estiği zaman oluşan hava akımı fanları kendisi çevirmekte böyle durumlarda fanlar günde sadece 5 saat çalışmakta, ek bir enerji kazancı sağlamaktadır. Bu durumun oluşma zamanları belirsiz olduğundan dolayı uygulama için yapılan analizde dikkate alınmamıştır.)

2. Enjeksiyon makineleri hidrolik yağı soğutulması için entegre doğal soğutma bataryası (Entegre kuru soğutucu ünitesi) kullanılmaktadır. Yağ soğutma için soğutma suyu çalışma sıcaklık aralığı alt sınır değeri: 24,5 °C, üst sınır değeri: 26 °C'dir. Yağ sıcaklığı kışın düşük kaldığından makinelere giden hattaki su debisi ayarlanarak yağ sıcaklığı istenilen değerde tutulmaktadır.

Tablo 1. Varolan sisteminin çalışma durumu ve doğal soğutma olmaması senaryosundaki durum

Soğutma İşlemi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
VAROLAN DURUM												
Kalıp Soğutma	Kuru Soğutucu						Soğutma Grubu(Chiller)		Kuru Soğutucu			
Yağ Soğutma							Kuru Soğutucu					
DOĞAL SOĞUTMA UYGULANMAMASI SENARYOSUNDAKİ DURUM												
Kalıp Soğutma	Soğutma Grubu (Chiller) 1											
Yağ Soğutma	Soğutma Grubu (Chiller) 2											

Doğal soğutma ile ortaya çıkan kazancın bulunması için yapılan hesaplamada, sistemin varolan durumu ile doğal soğutmanın yapılmaması durumu (ikinci bir soğutma grubunun kullanılması) karşılaştırılmıştır.

Sistemde gerekli olan soğutma kapasitesi ihtiyacı: 180 kW'dır. Varolan durumda kalıp soğutma için 60 kW ve yağ soğutma için 120 kW güç gerekmektedir. Su soğutma grubu daha sonra yapılacak yatırımlar içerisinde ortaya çıkacak kapasite gereksinimlerini karşılaması için gereken kapasiteden daha büyük seçilmiş bu nedenle de saatte toplam 30 dk. beklemekte, 30 dk. çalışmaktadır. Doğal soğutma bataryası hava soğutmalı grubun kondenseri ile entegre olarak aynı ünite içerisinde yer almaktadır. Üniteye 6 adet yüksek devirli Ø630 mm çaplı fan mevcuttur.

Doğal soğutma uygulanmaması durumundaki senaryoda ise sistemdeki yağ ve kalıp soğutma prosesleri için gerekli toplam 180 kW lik soğutma kapasitesini karşılamak için iki adet 120 kW lik chiller kullanımı öngörülmüştür. Sistemde ihtiyaç duyulan 180 kW soğutma yüküne karşılık toplam 240 kW kapasiteli chillerlerin 18'er saat çalışması yeterlidir. Analizde elektrik birim fiyatının KDV ve benzeri eklentiler dahil 0,09 Euro/kWh olduğu kabul edilmiştir. Doğal soğutma uygulamalı ve doğal soğutma uygulanmaksızın Yaz ve Kış aylarında yapılan proses soğutma esnasında harcanacak enerji bedelleri dönemlere bağlı olarak yıllık toplamda aşağıdaki tabloda verilmiş, ekonomik kazanç gösterilmiştir. Ele alınan uygulamada yıllık 15.998,73 Euro (%63,72) kazanç sağlanmaktadır.

Tablo 2. Doğal Soğutma ile ortaya çıkan kazanç hesap tablosu

VAROLAN DURUM (CHILLER + DOĞAL SOĞUTMA BATARYASI UYGULAMASI)		
KALIP SOĞUTMA & YAĞ SOĞUTMA	4 Aylık YAZ DÖNEMİ	5.612,52 €
	8 Aylık KIŞ DÖNEMİ	3.498,08 €
	YILLIK TÜKETİM BEDELİ	9.110,60 €
CHILLER + CHILLER SENARYOSU (DOĞAL SOĞUTMA YOK)		
KALIP SOĞUTMA & YAĞ SOĞUTMA	4 Aylık YAZ DÖNEMİ	10.761,14 €
	8 Aylık KIŞ DÖNEMİ	14.348,19 €
	YILLIK TÜKETİM BEDELİ	25.109,33 €
EKONOMİK KAZANÇ (EURO/YIL)		15.998,73 €
EKONOMİK KAZANÇ (%)		%63,72

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yukarıda uygulama örneği de kullanılarak açıklanmaya çalışıldığı üzere sulu soğutma uygulamaları için doğal soğutma sistemlerinin getirdiği verim hiçbir tereddüde yer bırakmayacak kadar açıktır. Verimliliği arttırmak ve böylece birim maliyeti en düşük düzeye indirmek günümüzün rekabetçi ortamında en can alıcı noktadır. Tesisat sektörü içerisinde yer alan mühendislerin proje ve uygulamalarında yukarıda tanımlanan sistemlerin kullanımını yaygınlaştırması ile birlikte işletmelerimizde verimlilik artacak ve ülke olarak rekabet gücümüz yükselecektir. Bu sistemlerin aynı zamanda çevreci sistemler olduğu akıldan çıkartılmamalıdır.

4. KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE Handbook 2000 Systems And Equipment, Chapter 36, Chapter 38, ASHRAE, 2000
- [2] De Saulles,T., " BSRIA Guide: Free Cooling Systems", BSRIA,2004
- [3] Friterm A.Ş Teknik Dokümanları ve Uygulamaları (<http://www.friterm.com>)
- [4] İsko Plastik Firması Ürün Kataloğu (<http://www.isko-grup.com>)

*Bu makale Friterm A.Ş Ar-Ge Şefi Hasan ACÜL tarafından, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'nin düzenlemiş olduğu "8.Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu'nda" (12-14 Mayıs 2008, İstanbul) sunulmuş olan "Soğuk Sulu İklimlendirme ve Proses Soğutma Sistemlerinde Kuru Soğutuculu Doğal Soğutma Uygulamaları" makalesinden alınmıştır. Makalenin tamamına ulaşmak için, <http://www.friterm.com/makaleler.asp> sayfasını ziyaret ediniz.