



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

DOĞAL SOĞUTMA SİSTEMİNİN BİR ENDÜSTRİYEL SOĞUTMA PROSESİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE MALİYET ETKİSİNİN İNCELENMESİ

HAMİT MUTLU
MEKANİK PROJE MÜHENDİSLİK

M. ZİYA SÖĞÜT
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

DOĞAL SOĞUTMA SİSTEMİNİN BİR ENDÜSTRİYEL SOĞUTMA PROSESİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE MALİYET ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Investigation of Effect on Energy Efficiency and Cost of Natural Refrigeration System in an Industrial Cooling Process

Hamit MUTLU
M. Ziya SÖĞÜT

ÖZET

Endüstriyel proseslerde soğutma sistemlerine bağlı enerji tüketim potansiyeli toplam enerjinin yaklaşık %30'unu karşılamaktadır. Bu tüketim bazı tekstil ve kalıp sektörüne ilişkin uygulamalarda % 50'lere ulaşmaktadır. Bu yönüyle işletmelerin enerji yönetimlerinde verimliliğin değerlendirilmesi gereken proseslerin başında gelmektedir. Türkiye iklimlendirme uygulamalarında doğal soğutma (free-cooling) uygulamaları gibi enerji etkin çözümlerin geliştirilmesinde uygun iklim bölgelerine sahiptir. Özellikle enerji tüketim maliyetleri yüksek endüstriyel uygulamalarda bu tür çözümler enerji verimliliğini yükselttiği gibi çevresel emisyon etkilerini de azaltmaktadır.

Bu çalışmada Bursa'da bir endüstriyel proses için geliştirilmiş bir doğal soğutma prosesinin öncelikle enerji performans analizleri yapılmış ve verimliliği incelenmiştir. Çalışmada proses verimliliğini etkileyen iklimsel veriler yıllık analizler ile şekillendirilmiştir. Çalışmada mevcut prosesin 3 olan SEER değeri, önerilen doğal soğutma prosesi ile 5 SEER'e kadar çıkartılabildiği görülmüştür. Ayrıca prosesin soğutma kapasitesi 3,44 artırılırken, enerji maliyetleri %56,08 azaltılmıştır. Çalışmanın sonunda sistemin enerji yük tüketimlerine göre tasarruf etkisi ve bu tasarrufun CO₂ emisyon yük potansiyeline etkileri de değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel prosesler, proses soğutma, doğal-soğutma, enerji analizleri, verimlilik

ABSTRACT

Energy consumption potential based on cooling system in the industrial process is to meet about 30% of the total energy. This consumption is about 50% of applications that involve some textile and mold industry. With this aspect, in energy management of the business, the cooling application is one of the processes to be assessed efficiency. Turkey has the suitable climate region in the development of energy efficient solutions such as free cooling in air conditioning applications. Particularly, in industrial applications having high energy consumption costs, such solutions provide to reduce the environmental impact of emissions as well as improving energy efficiency.

In this study, firstly, energy performance analyses of the free cooling process developed for an industrial process in Bursa were made and then efficiency was examined. Climatic data affecting the efficiency of processes were shaped by years of analysis. It is observed that SEER value with 3 of existing process is raised, 5 with the free cooling process proposed in the study. Besides, when cooling capacity of process is increased 3.44 times, the energy cost is decreased 56.08%. At the end of the study, saving effect according to the energy load consumption of the system and CO₂ emission load potential effects of these savings were also evaluated.

Key words: Industrial process, cooling, free-cooling, energy analysis, efficiency

1. GİRİŞ

Sanayide üretim proseslerinde enerjinin etkin kullanımı ve enerji verimliliği, enerji maliyetlerin ve çevresel sınırlamaların etkisiyle her geçen gün önemini daha da arttırmaktadır. Sektörel farklılıklar olsa da imalat sanayinde işletmeler için üretim süreçlerinde havalandırma ihtiyacı önemli bir ihtiyaçtır. Ancak işletmelerde bu ihtiyacın karşılanması, bakım onarım, işletme ve enerji maliyetlerini doğrudan etkilediği için yeterince etkin kullanılamamaktadır. Özellikle ısı işlem süreçlerine sahip üretim süreçlerinde ortam sıcaklığının çalışma koşullarında sağlanması, üretim sistemlerinin ve donanımlarının termal sınır koşulları dikkate alınarak çalıştırılması, bu tür sistemlerin önemini ortay çıkartmıştır.

Havalandırma çoğunlukla, üretim süreçlerinde lokal (cihaz bazlı) uygulamalarla veya üretim sürecini etkilemeyecek tavadan havalandırma uygulamalarıyla sağlanmaktadır. Üretimde öncelikle üretim fikri değer kazandığı için, bu tür sistemlerin etkinliği dikkate alınmamaktadır. Ancak uygulama problemleri, sistem tercihi ve kapasite hataları, yüksek enerji tüketimi nedeniyle etkin çalıştırılmaması, bakım onarım maliyetlerinin neden olduğu problemler, enerji verimliliği ve havalandırma etkinliğinin sağlanmasında problem noktalar olarak görülebilir. Bu sistemlerde, enerji verimliliği ve işletme maliyet avantajları yönüyle doğal soğutma-havalandırma (free-cooling) uygulamaları, son yıllarda öne çıkan çözüm yöntemi olarak değerlendirilebilir.

Türkiye bulunduğu iklim şartlarına göre doğal soğutma ve havalandırma için %40'lara varabilecek oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle işletmelerde soğutma sıvısı ihtiyacı, hidrolik yağ soğutma, havalandırma gibi üretimi doğrudan etkileyen noktalar dikkate alındığında, doğal havalandırma uygulamaları, enerji tüketiminde mali tasarruf olarak da değerlendirilebilir.

Doğal havalandırma-soğutma uygulamalarında en önemli parametre, iklimsel verilerdir. Özellikle proseslerin kapasite hesaplamalarında, (klasik uygulama) mevsimsel ortalamalar ve pik değerler referans alınır. Son yılları kapsayan literatür çalışmalarında, özellikle kapasite hesaplamaları için iklimsel anlık değerlerin ortalamalara göre oldukça farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu tür proses analizlerinde de anlık değerler kullanılmaktadır. Bu değerler BIN değerleri olarak ifade edilir. BIN değerleri bir yerin belirli bir dönemi için dış hava sıcaklıklarının değerini ve bu dönem için belirlenen her bir sıcaklık değerinin kaç saat olduğunu tanımlayan değerlerdir [1,2]. BIN değerleri ve işletmelerin çalışma saatleri dikkate alınarak yapılan analiz çalışmalarında, sistemlerin enerji kapasite hesapları oldukça etkilenmiştir.

Bu çalışma öncelikle, sanayi sektörleri içinde önemli bir yeri olan pres ve talaşlı imalata sahip bir işletmede soğutma ve havalandırma ihtiyacının enerji etkin ve doğal yöntemlerle (free-cooling) yapılabileceği bir proje tabanlı çalışma olarak değerlendirilmelidir. Çalışmada yüksek soğutma ve havalandırma ihtiyacının mekanik veya lokal yöntemler yerine enerji etkin ve free-cooling uygulamaları sağlanabileceğini tanımlayan karşılaştırmalı analizler sunulmuştur. Ayrıca etkin enerji verimliliği ile sistemde sağlanan enerji verimlilik potansiyeli ile bunun çevresel tasarruf potansiyeli de incelenmiştir.

2. DOĞAL SOĞUTMA (FREE- COOLING)SİSTEMLERİ

Doğal soğutma sistemleri çoğunlukla bir merkezi soğutma grubundan üretilen soğutma su maliyetinin azaltılması veya enerji tüketimlerinin azaltılması amacıyla kullanılan enerji etkin uygulamalardır. Bu sistemler kısaca düşük dış ortam sıcaklıklarının avantajlarından yararlanılarak bir kompresör veya çiller grubunun çalışmasına bağlı kalmaksızın proseslerde su kaynaklı istenilen soğutmaya sağlayan sistemlerdir. Su kaynaklı Doğal soğutma uygulamalar temelde iki kategoride sınıflandırılır.

Evaporatif soğutma uygulamaları

Açık devre (Direct free-cooling coil) soğutma kulesi uygulamaları

Kapalı devre (Indirect free-cooling) soğutma kulesi uygulamaları

Isı değiştiricili soğutma uygulamaları

Entegre (Integrated Free Cooling Coil) Soğutma Bataryası Uygulamaları

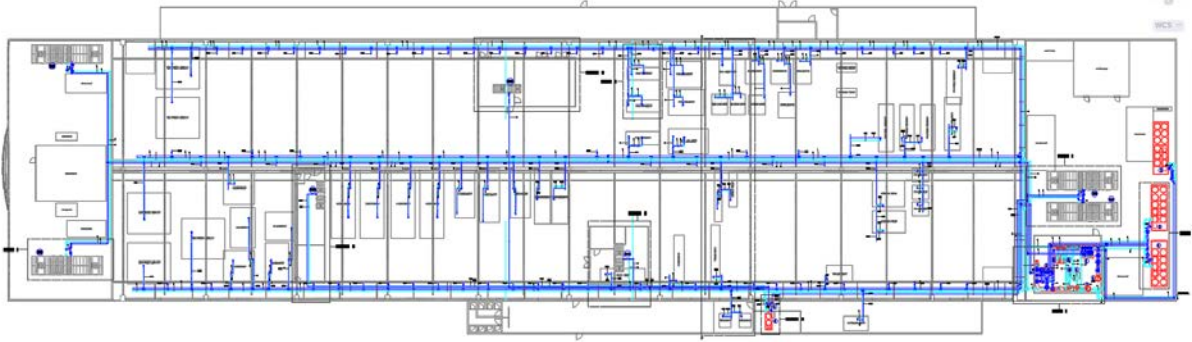
Kuru ve Islak/kuru (Dry and Wet/Dry Cooler) Soğutucu Uygulamaları[3,4]

Her bir sistem kendi içinde farklı özelliklere sahip Doğal soğutma uygulamalarının seçiminde sistemin kullanım amaçları ve ihtiyaç duyulan soğutma yükleri önem kazanır. Bu tür uygulamalarda sistemin avantajını sağlayan etki mevsimlerde spesifik sıcaklıklar olarak değerlendirilebilir. BIN değerleri olarak ifade edilen sıcaklık aralığına bağlı olarak proses sularının doğal soğutulması kolaylıkla yapılır. BIN değerleri, herhangi bir yerin belirli bir dönemi için dış hava sıcaklığının belirli aralıklarla kaç saat olduğunu tanımlayan değerlerdir. Bu sistemlerin maliyet analizleri yapılırken soğutma kapasitesi, chillerin çalışma zamanı ve çalışma süreçleri, doğal soğutma maliyeti ve geri ödeme süreci, sistemde diğer ekipmanların etkileri, bölgesel değerler ve enerji maliyetleri göz önüne alınır.

3. DOĞAL SOĞUTMA VE HAVALANDIRMA MODELİ

Sanayide üretim süreçleri dikkate alındığında, lokal veya bütüncül olarak havalandırma, soğutma ihtiyacı olan pek çok yapıya sahiptir. Bu yönüyle havalandırma veya soğutma ihtiyaçlarının karşılanmasında süreklilik dikkate alındığında yüksek işletme maliyetler göze çarpmaktadır. Bu maliyetlerin içinde enerji maliyetleri önemli bir yer alır. Özellikle yaz ayları ve mevsim geçişlerinde bu ihtiyaç belirli oranlarda çevreden karşılanabilir.

Bu çalışma soğutma ve havalandırma ihtiyacı olan bir işletmenin proses soğutma ihtiyacı ile iç ortam konfor sıcaklığının konfor çalışma sıcaklığında korunması istenmiştir. Yapılan incelemede, özellikle proses soğutma sıvısı içi lokal özümler uygulanmış ve buna rağmen talebin ancak 1/5'inin karşılandığı görülmüştür. Bir diğer önemli problem özellikle iç ortam sıcaklığının yüksek yoğunluklu çalışan prosesler ve üretim hattı nedeniyle 45 °C'nin üzerine çıktığı görülmüştür. Ayrıca fabrika içinde 21 lokal soğutma prosesleri iç ortamın kontrol edilemez ısınmasına katkı verdiği görülmüştür. Tüm bu değerlendirmeler dikkate alınarak öncelikle proses için yeni bir havalandırma ve soğutma sistem tasarımı değerlendirilmiştir. Çalışmada Proses için yeterli soğutma suyu ihtiyacının karşılanması ve çalışma ortam sıcaklığının 28 °C'de korunması hedeflenmiştir. Çalışmada havalandırma ve soğutma ihtiyacı doğal soğutma destekli bir sistemle sağlanırken, tesisin ısıtma ihtiyacında mevcut kullanılan radyant ısıtma sisteminin kullanılmasına devam edilecektir. Bu amaçla proses soğutma kapasitesi işletme öngörülerini ile birlikte 1500 kW kapasite ile 13°C ile 18 °C arasında çalışan bir soğutma prosesi planlanmıştır. Çalışmada düşük deplasmanlı difüzörler ile çalışma ortamında iş güvenliği ve sağlığı içi etkin konfor havalandırma ve soğutma hedeflenmiştir. Bu verilere göre projelendirilen işletmenin plan şeması ve uygulaması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1 Havalandırma ve soğutma sistem plan şeması

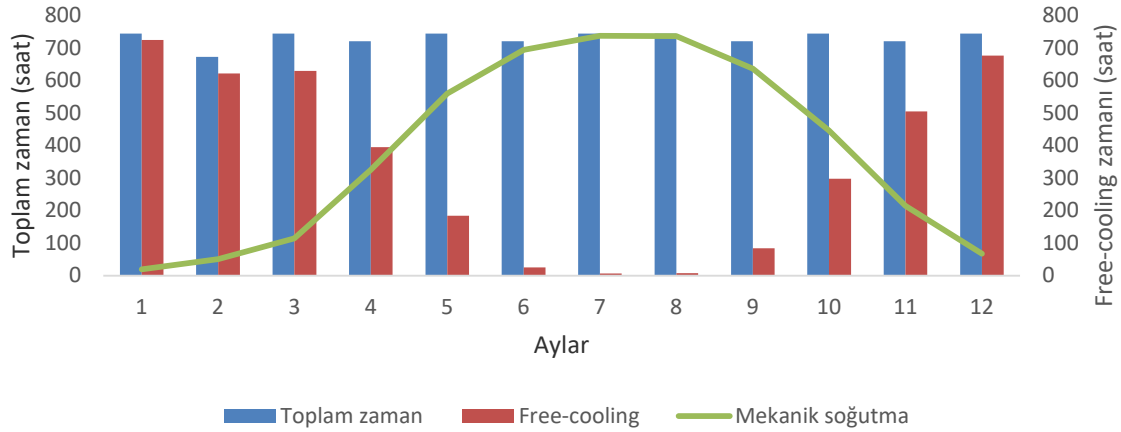
Yapılan çalışma Bursa ili iklim verileri üzerinden BIN değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bursa ili dış sıcaklık değişimleri ve aralıklarına göre yapılan incelemede doğal soğutma yeterliliği yaklaşık %42 olarak bulunmuştur. Tablo 1'de Bursa ili doğal ve mekanik soğutma dağılımı verilmiştir.

Tablo 1 Bursa ili dış hava sıcaklığına göre doğal ve mekanik soğutma dağılımı[5]

Sıcaklık Aralığı	<-15	-15/-12	-12/-9	-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18<
Sıcaklık tekrar sıklığı (Saat/yıl)	0	0	2	5	36	237	568	810	1028	961	942	985	3166
Çalışma Yöntemi	%100 Doğal Soğutma								Kısmi Soğutma Bölgesi			Mekanik soğ	
									Mek. Soğ. Bölgesi				
									20%	45%	72%	100%	
									80%	55%	28%		
									Doğal soğutma Bölgesi				

Bu genel değerlendirme kriterine göre uygulama yapılacak Bursa merkez için BIN değerleri proje yılı referans alınarak tekrarlanmıştır. Saatlik ölçüm aralıklarına göre Bursa aylık ortalama sıcaklık BIN değerlerinin dağılımı Şekil 3'de görülmektedir.

Bursa ili Nisan-Ekim dönemi için referans aylık dış ortam sıcaklığı 12,14 °C ile 23,54 °C aralığında değişmektedir. Bu dağılımda yıllık BIN değerleri üzerinden saatlik doğal ve mekanik soğutma potansiyelleri üzerinde inceleme yapılmıştır. Çalışmada doğal soğutma ile mekanik soğutma potansiyellerinin yüzde dağılımları bulunmuş ve bunların aylara göre dağılımları Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3 Bursa merkezi dış hava sıcaklıklarına göre doğal soğutma dağılımı

Bu analizlere göre yapılan proje çalışmasında doğal soğutma potansiyeli %45,47 olarak, mekanik soğutma potansiyeli ise yaklaşık %52,53 olarak bulunmuştur. Çalışmada doğal soğutma toplam 8760 saat için 4157 saattir. Bu veriler dikkate alınarak işletmenin yük analizleri ayrı ayrı çalışılmıştır.

4. DOĞAL SOĞUTMA (FREE-COOLING) UYGULAMALARDA YÜK VE ENERJİ ANALİZLERİ

Proses soğutma uygulamaları, imalat sektörü başta olmak üzere pek çok sektörde ihtiyaç duyulan uygulamalardır. Bu proseslerde hidrolik sıvılarının soğutulması, doğrudan veya dolaylı soğutma uygulamaları ile yapılır. Soğutma işlemi temelde sürekli akışlı prosesler için tanımlanır. Bu akışta soğutma, bir ısı değiştiricisinin termodinamik çözümüne bağlı olarak değerlendirilebilir. Buna göre bir proses soğutmada enerji dengesi;

$$\sum E_g = \sum E_\zeta \quad (1)$$

dır[6]. Burada $\sum E_g$ proses soğutmada sistemde alınması gereken ısı yükü, $\sum E_\zeta$ proses soğutmada soğutucu akışkanın çektiği ısı yükü olarak görülebilir. Birim enerjide kinetik ve potansiyel etkiler ihmal edildiği durum için sistemin entalpiye bağlı enerji dağılımı;

$$\dot{m}_{sl} \cdot (h_{sl,g} - h_{sl,\zeta}) = \dot{m}_{sog} \cdot (h_{sog,\zeta} - h_{sog,g}) \quad (2)$$

dır. Burada \dot{m} her iki devre için proses sıvısı ve soğutucu akışkanın kütlesi, h ise her bir nokta için tanımlanmış entalpi değerleridir[6]. Proses soğutma akışları sürekli değişken ve farklı sıcaklıklarda olabilir. Proses sıvılarının yük değerlerini bulmak için her bir akışkan devresinin enerji yüküne göre enerji dengesi;

$$\dot{m}_{sl} \cdot C_{p,sl} (T_{sl,in} - T_{sl,\zeta}) = \dot{m}_{sog} \cdot C_{p,sog} (T_{sog,\zeta} - T_{sog,g}) \quad (3)$$

dir. Burada $C_{p,si}$ proses sıvısının özgül ısı kapasitesi, $C_{p,soğ}$ soğutma sıvısının özgül ısı kapasitesi,

T her iki devre için proses sıvısı ve soğutucu akışkanın sıcaklık değerleridir. Proses soğutmalarda yük dağılımları bir buhar sıkıştırma çevrime bağlı olarak yapılıyorsa yük analizleri soğutulmak istenilen yük için soğutma makinalarının analizlerine bağlı olarak yapılır. Bir soğutma çevrimi için kompresör güç tüketimi sıcak kaynak ve soğuk kaynak yük farkı olarak tanımlanabilir.

$$W_{komp} = Q_h - Q_L \quad (4)$$

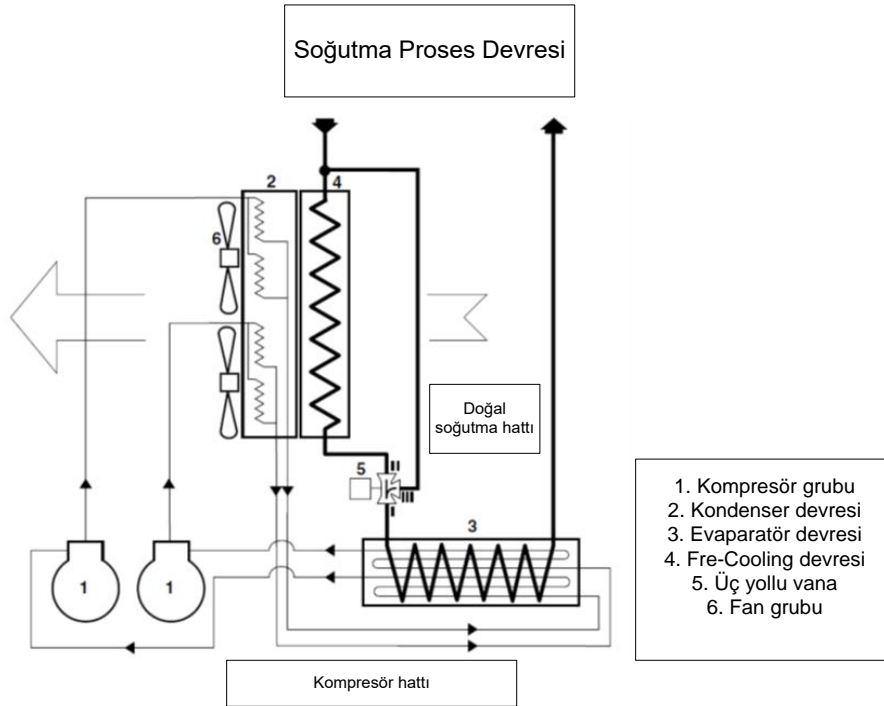
Burada W_{komp} kompresörün güç tüketimi, Q_h sıcak kaynak yükü, Q_L soğuk kaynak yüküdür[10].

Doğal soğutma uygulamalarda tasarruf miktarı yük değerlerine bağlı olarak yapılır. İşletmede doğal soğutma kapasitesi, prosesin ihtiyaç duyduğu soğutma ihtiyacının yük değeri için yapılan tasarruf miktarı olarak tanımlanabilir[5].

$$\sum W_{free-cooling} = \sum n_{h,BIN} \cdot Q_{cooling} \quad (5)$$

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Proje çalışması işletmenin talaşlı imalat ve preslerin soğutma ihtiyaçlarının karşılanması, işletmenin üretim süreçlerinde de havalandırma ihtiyacının karşılanması olarak planlanmıştır. Mahal içinde mevcutta 21 makine için lokal soğutma uygulaması yapılmaktadır. Proses soğutma için çalışma öncelikle 45 makine olacak şekilde ve daha sonra kapasite artış eğilimi dikkate alınarak planlama yapılmıştır. Bu amaçla merkezi soğutma için 2x750 kW soğutma prosesi free-cooling özellikli projelendirilmiş ve prensip şeması Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4 Proses soğutmada free-cooling uygulama[7]

Çalışma öncelikle soğutma hattını beslerken havalandırma için kullanılan 4 klima santrali için doğrudan besleme hattı olarak kullanılacaktır. Çalışma bu bölümde free-cooling ve soğutma prosesi dikkate alınarak verilecektir. Bu amaçla öncelikle mevcut soğutma tanımlanmıştır. 21 adet farklı özellikte lokal soğutma prosesi 291 kW soğutma kapasitesi ile anlık yükte 97 kWh ile toplam yıllık 849720 kWh elektrik tüketimi söz konusudur. Özellikle iç ortam sıcaklığının 45 °C'ye ve cihaz sayısının 45'e çıkması, öncelikle proses soğutmada kapasite yetersizliğini tanımlamaktadır. Mevcut yapının ortalama EER değeri yaklaşık 3 olarak alınmıştır.

Mevcut 21 adet lokal soğutma yerine merkezi soğutma hattı oluşturulmuştur. Böylece lokal sistemlerden kaynaklı iç ortam ısı yükselmesi de engellenmiştir. Çalışmada 2 adet 750 kW soğutma grubu tercih edilmiş, bunların çalışmada ESEER 4, kısmi yükte ise 5 olarak bulunmuştur. Prosesin mekanik soğutma ve free cooling enerji yük dağılımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2 Prosesin mekanik soğutma ve free cooling enerji yük dağılımları

PROSES SOĞUTMA ENERJİ GİDERİ			FREE COOLING SOĞUTMA		
TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ	1.000	kW	DRY COOLER FANLARI	45	kW
SOĞUTMA GRUBU			FAN KONTROLÜ ÇARPANI	0,6	
KAPASİTESİ	750	kW	FREE COOLING UNİT POMPASI	7	kW
MİKTARI	2	Ad	PROSES SOĞUTMA SİRKÜLASYON POMPASI	14,5	kW
ESEER	4		ÇALIŞMA ZAMANI	4157	Saat
KİSMİ YÜK ESEER	5		TOPLAM SOĞUTMA MİKTARI	4157000	kWh
ÇALIŞMA ZAMANI	4603	Saat	ELEKTRİK TÜKETİMİ	230.714	kWh
TOPLAM SOĞUTMA MİKTARI	4603000	kWh	ELEKTRİK BİRİM FİYATI	0,17283	TL/kWh
SİRKÜLASYON POMPALARI			TUTAR	39874,21	TL
SOĞUTMA GRUBU SİRKÜLASYON POMPASI	7	kW			
PROSES SOĞUTMA SİRKÜLASYON POMPASI	15	kW			
ELEKTRİK TÜKETİMİ	1051786	kWh			
ELEKTRİK BİRİM FİYATI	0,17283	TL/kWh			
TUTAR	181780,1	TL			

Bu değerlendirme birim enerji yük tüketimi dikkate alınarak mevcut yapı ile uygulanan proje birim enerji yük dağılımı arasındaki ilişki de incelenmiştir. Buna göre proses birim soğutma kWh başına enerji maliyeti yaklaşık 0,058 TL/kWh iken, free-cooling uygulamada bu değer yaklaşık 0,025 TL/kWh olarak bulunmuştur. İşletmede güç tüketimi artarken birim kWh soğutma başına enerji tüketim maliyetinde % 56,07'lik bir tasarruf sağlanmıştır.

Bu tür uygulamalarda prosesin neden olduğu emisyon tasarruf potansiyeli de ayrıca değerlendirilmiştir. Prosesin mevcut tüketimde kWh başına emisyon yükü 0,16 kgCO₂/kWh iken, doğal soğutma destekli sistemde bu yük 0,07 kgCO₂/kWh olarak bulunmuştur. Bu toplam yükte yaklaşık %56,08'lik bir CO₂ emisyon tasarrufunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada proses soğutma ihtiyacı duyan bir işletme için, doğal soğutmanın sağladığı enerji çevre ve maliyet etkinliği verilmiştir. Uygulaması yapılan projenin işletme tüketim maliyetleri üzerindeki etkisi çevresel etkiler ile birlikte değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Doğal soğutma uygulaması, yaklaşık %42'lik potansiyeli olan Bursa için, işletmede birim kWh tüketim 0,333 kWh'ten, 0,146 kWh'e düşürülmüştür.

Proseslerde doğal soğutma uygulamasına bağlı tasarruf maliyeti, proje öncesi tüketime göre birim soğutma yük için 0,032 TL/kWh olarak bulunmuştur.

Doğal soğutmaya bağlı işletmenin toplam Emisyon tasarruf potansiyeli enerji tüketim indeks ile birlikte %50,08 olarak bulunmuştur.

Proses soğutma bu tür işletmeler için en çok kullanılan süreçlerden biridir. Bursa örneğinde görüleceği gibi bu sistemlerde doğal soğutma prosesinin etkinliği öncelikle doğru projelendirme ve uygulamaya bağlıdır. Sistemde sınır şartların sağlanması ile birlikte doğal soğutma uygulamalar iklimsel veriler dikkate alınarak % 50'leri aşan tasarruf potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Bu tür enerji etkin çözümler işletmelere maliyet ve çevresel etki yönüyle önemli katkılar sağlayabileceği değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1]B. Cansevdi “Doğal Soğutmanın Önemi Ve Daha Etkin Kullanımı İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar” XI. Uluslararası Tesisat Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul, 08-10 Mayıs, 2014 Sayfa 290-297
- [2] Bulut H., Buyukalaca O., Yılmaz T., “Bin weather data for Turkey”, Department of Mechanical Engineering / University of Cukurova, Applied Energy 70(2001) 135 -155
- [3] H. Acül “Soğuk Sulu İklimlendirme Ve Proses Soğutma Uygulamalarında Enerji Tasarruflu Serbest (Doğal) Soğutma Sistemleri” VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – TESKON 2007, İzmir
- [4] H. Acül, “Kuru Soğutuculu Doğal Soğutma Uygulamaları ile Binalarda Enerji Verimliliği”, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, 2009, Friterm A.Ş Teknik Dokümanları ve Uygulamaları (<http://www.friterm.com>)
- [5] M.Ziya Söğüt, Salih Coşkun, Recep Yamankaradeniz, Hikmet Karakoç, Proses Soğutma Sıvılarında Doğal Soğutma(Free-Cooling) Uygulamaları Ve Enerji Verimliliği, 2. Ulusal İklimlendirme Soğutma Eğitimi Sempozyumu ve Sergisi, 23-25 Ekim 2014 Balıkesir
- [6] Y. Cengel, M Boles “Thermodynamics: An engineering approach.” 5th ed.McGrawHill; 2006.
- [7] RC group, Free-Cooling Systems For Chillers, RC group Letteratura Tecnica , FC/CHL_G B_0205, <https://www.rcgoup.it/EN/Prodotti/?idP=225>



ÖZGEÇMİŞ

M. Ziya SÖĞÜT

2005 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden Makine Mühendisliği yüksek lisans programını, 2009 yılında aynı enstitünün Makine Mühendisliği doktora programını tamamlayıp doktor unvanını almış, 2009 yılında yardımcı doçentlik kadrosuna atanmış ve 2013 yılında Makine Mühendisliği Enerji Teknolojileri dalında doçentlik unvanını almıştır. Halen Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde, Piri Reis Üniversitesi Denizcilik Fakültesinde Misafir Öğretim elemanı olarak Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora dersleri vermektedir. Ayrıca Sertifikalı Bina enerji yöneticisi, Enerji Verimliliği Derneği Bursa Şubesi Yönetim Kurulu Üyeliği, Ulusal ve uluslararası bilimsel dergilerde hakemlik görevlerine devam etmektedir. Enerji, Ekserji, Eksergoekonomik analizler ve optimizasyon, Isı geri kazanımı, Yenilenebilir Enerjiler ve uygulamaları, Enerji yönetimi, Soğutma teknolojileri ve uygulamaları, çevre teknolojileri ve analizleri konularında proje ve çalışmaları vardır.

Hamit MUTLU

1967 Kırşehir doğumludur. İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünü bitirdikten sonra, makine mühendisi olarak 1991–1998 yılları arasında TC Emekli Sandığı Genel Müdürlüğü İnşaat Emlak Daire Başkanlığı (Yeni çelik Palas Otel İnşaatı – Bursa – Kontrol Mühendisi) kontrol mühendisi olarak, 1998 – 2004 yıllarında Akkor Mühendislikte Proje Müdürü olarak görev yapmıştır. 2004 yılı sonunda Mekanik tesisat konusunda uygulamaya yönelik Proje – Proje Yönetimi – Müşavirlik – Danışmanlık Hizmetleri vermek üzere Mekanik Proje Mühendislik SAN. TİC.LTD. ŞTİ'ni kurmuş ve çalışmalarına devam etmektedir. Makine Mühendisleri Odası, Enerji Verimliliği Derneği Bursa Şubesi Yönetim Kurulu Üyeliği ve TTMD üyesidir. Evli ve 3 çocuk babasıdır.