

Yıl Boyunca Soğutma Suyu Kullanan Tesisler İçin Enerji Ekonomisi

Bekir CANSEVDİ*

Özay AKDEMİR**

Ali GÜNGÖR***

Özet

Enerji dünyamızdaki kıt kaynaklardan biridir. Bilinen fosil yakıtlı enerji kaynaklarının dünyamızda ki azalma sürecinin başladığı bilinen bir gerçektir.

Fosil kaynaklı yakıt türlerinin azalması ile birlikte elektrik enerjisinde olmak üzere enerji maliyetlerinde ciddi artışlar beklenmektedir. Yüksek performanslı ve işletme maliyeti düşük cihazların geliştirilmesi bütün dünyanın uğraşısıdır.

Bu çalışmalardan bir kısmı da soğutma suyu kullanan tesislerde soğutma suyunun maliyetinin düşürülmesidir. Bu bildiri de işletme maliyetlerinde ciddi tasarruflar sağlayan doğal soğutmalı sulu ekonomizer çevrimler "i" (free cooling) tanıtılmaktadır.

Dünyada sulu ekonomizer çevrimli sistemlerinin birçok uygulaması bulunmaktadır. Bu çalışmada sulu ekonomizer çevrim sistemlerinin genel tanıtımı yapılmakta ve bunların özel bir uygulaması olan soğuk su üreten cihazlarda sulu ekonomizer çevriminin kullanımı hakkında bilgi verilmektedir. Bu sistemlerin muhtelif dünya şehirlerinde yapılan uygulamalarında sağlanan tasarruf oranları verilmekte ve Türkiye koşulları dikkate alınarak bazı büyük illerimizde bu sistemlerin uygulanması durumu incelenerek sağlanabilecek enerji tasarruf oranları belirlenmektedir. Doğal soğutma sistemlerinin Ülkemizin bir çok şehrinde uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Doğal soğutma, sulu ekonomizer

1. GİRİŞ

İklimlendirme sistemleri ve endüstriyel amaçlar için soğuk suyun hazırlanmasında kullanılan cihazların (Chiller) soğutma yükü kapasitelerinin düşürülmesi veya işletme maliyetlerinin azaltılması değişik ekonomizer çevrimlerinin kullanılması ile sağlanabilmektedir. Su tarafına uygulanan ekonomizer çevrimleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Dış havalı sulu ekonomizer çevrimi: Eğer dış hava sıcaklığı sistem soğuk su dönüş sıcaklığının en az 2°C ve daha fazla altında ise, dış hava serpanti ni kullanımı ile, dış hava ile soğuk su dönüş sıcaklığı ön soğutulur veya tamamıyla soğutulur. Bu tip bir uygulama Şekil 1'de verilmektedir.

Dış sıcaklık değerleri uygun olduğunda otomatik kontrol sisteminden alınan uyarıyla üç yollu vana doğal soğutma kulesi suyu kullanan sulu ekonomizer

* Makina Mühendisi

** Araş. Gör., Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü.

*** Prof. Dr., Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü.

ğutma serpantininden ön soğutulacak soğutma suyu nun geçmesine izin verir. Doğal soğutmada yararlan ma süresince de açık kalır. Dış sıcaklık değerleri art tığında ise dönüş soğuk suyu direkt olarak evaporatör serpantinine üç yollu vana aracılığıyla yönlendirilir [1,2].

Doğal soğutmalı sulu ekonomizer çevrimleri üç çalış ma moduna sahiptir.

1. Mekanik soğutma
2. Kısmi doğal soğutma
3. Toplam doğal soğutma. Soğutma suyunun soğutma yükü tamamen doğal soğutmayla sağlanıyorsa top lam doğal soğutma, tamamen kompresör devresiyle sağlanıyorsa mekanik soğutma ve soğutma suyu nun ön soğutması doğal soğutmayla sağlanıyorsa kısmi doğal soğutma olarak adlandırılır.

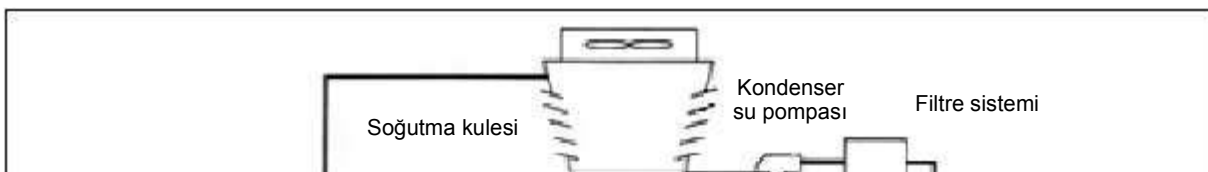
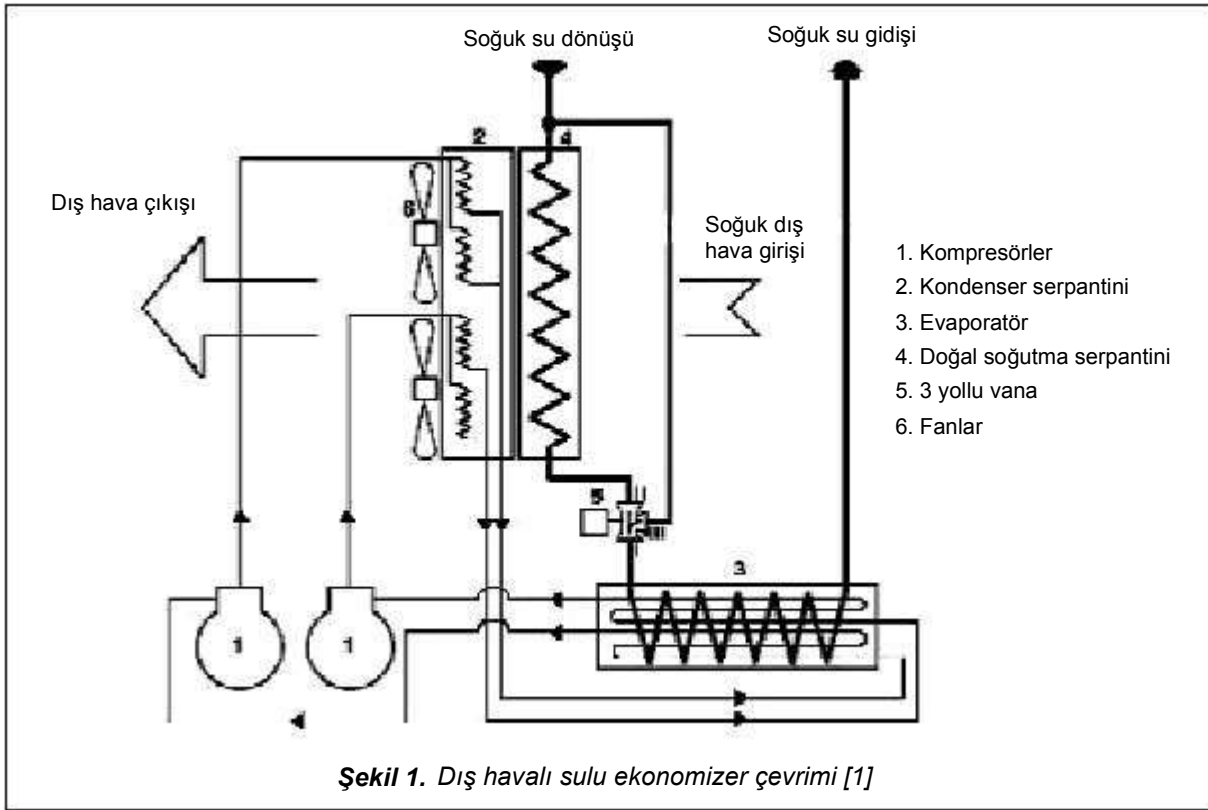
Soğuk suyun ne oranda dış havayla soğutulacağı, çevre havası sıcaklığına, soğuk su dönüş su sıcaklı ğına ve toplam soğutma yüküne bağlıdır.

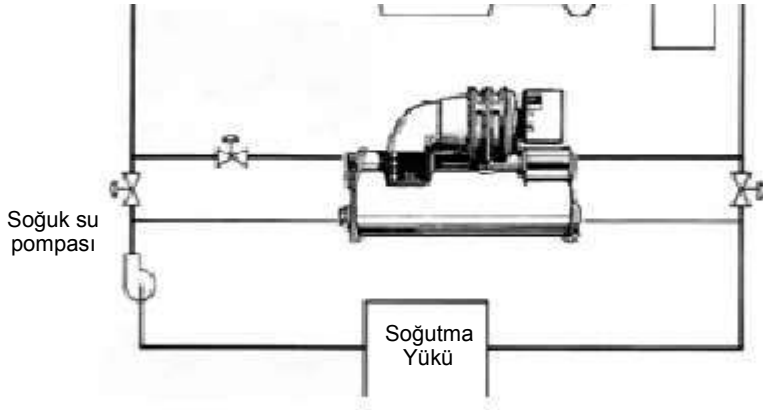
çevrimi (Strainer cycle): Bu çevrimde eğer sistem de mevcut soğutma kuleleri varsa soğutma kulesi çı kışındaki su sıcaklıkları tesiste gereksinim duyulan soğuk su gidiş sıcaklığına eşit veya düşük ise so ğutma kulesi suyu direkt olarak yükün karşılanma sında kullanılmaktadır. Bu durumda soğutma kulesi suyunun bir filtre sisteminden(strainer) veya ısı de ğiştiriciden geçirilmesi gerekir. Eğer soğutma kulesi çıkış suyu sıcaklıkları uygun değil ise soğutma yü kü buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi ile sağlanır. Bu çevrimin uygulama şeması Şekil 2'de gösteril mektedir [3,4].

Bu tip sistemin uygulanabilirliği dış hava özellikleriyle de direkt olarak ilgilidir. Soğutma kulesinde soğuk su üretimi dış havanın özellikle yaş termometre sıcaklığı na bağlıdır.

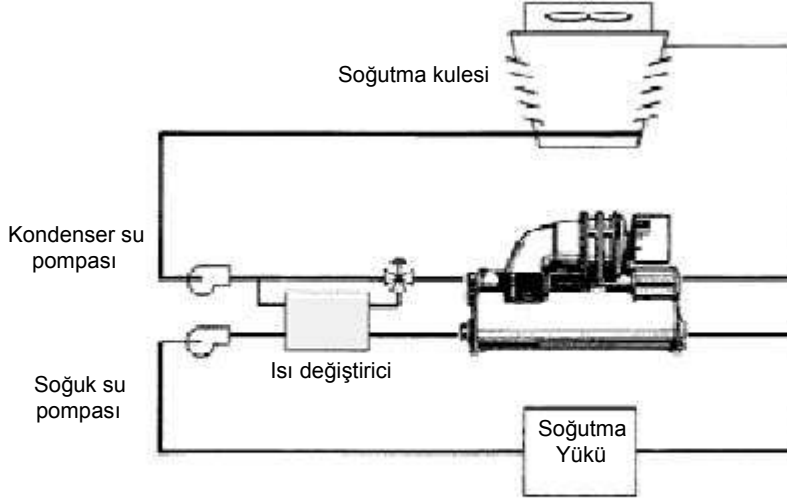
Dış hava veya soğutma kulesi çıkış suyu kullanan su lu ekonomizerli sistemlerin avantajları;

- Soğutma suyunun ön soğutulması doğal soğutmayla sağlanarak kompresör gücü azaltılmaktadır





(a) Filtre sistemli (strainer)



(b) Isı deęiřtiricili

Şekil 2. Soğutma kulesi çıkış suyu kullanan sulu ekonomizer çevrimi

- Eğer dönüş havası kışın gereken nem değerini içermektedir yorsa hacim nemlendirmesi gerekemeyebilmektedir
- Hava kanallarına ihtiyaç duyulmamaktadır
- Sistemler kompakt olarak merkezi yapılabilmekte ve az yer işgal etmektedir
- Kontrol sistemleri çok karmaşık değildir
- Ekonomizerler mekanik olarak temizlenebilmektedir
- Soğutma kulesi suyunun temizlenmesi maliyeti artırır
- Hava tarafındaki basınç kayıpları artmaktadır
- Kondenser su pompasının kapasitesi artmaktadır
- Soğutma kulesi kış koşullarında çalışabilecek şekilde tasarlanmalıdır
- Soğutma kulesi kış koşullarında da çalışacağı için ömrü azalmaktadır

DIŞHAVALI SULU EKONOMİZER ÇEVİRİMİ

75
2006

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 6,

Yıl boyu soğutma yapan tesislerde kış aylarında ihtiyaç duyulan soğuk suyun doğal soğutma metodu ile sağlanmasının soğuk su hazırlama maliyetlerinde ciddi tasarruflar sağladığı yapılan birçok çalışmayla belirlenmiştir [1].

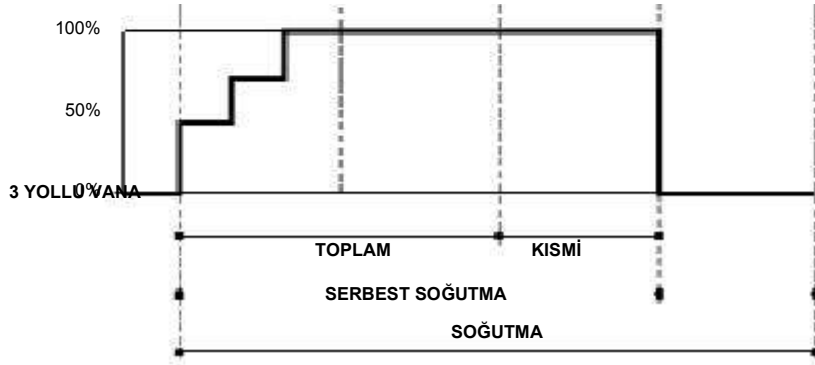
Doğal soğutma sistemine etki eden faktörler;

- Isı atılan kaynağın sıcaklığı
- Soğutma sistemi sıcaklık set değeri

soğutma ile yapılan tasarruf miktarı artırılabilir.

Kontrol sistemi: Isı atılan kaynağa göre uygulanabilirliği değişkenlik gösteren kontrol sistemi de doğal soğutma ile yapılan tasarruf miktarını artırabilir.

Şekil 4'de örnek bir doğal soğutmalı dış havalı sulu ekonomizer çevriminin kontrol senaryosu anlatılmaktadır. Bu şekilde görüldüğü üzere mekanik soğutma esnasında soğutma yüküne ve ısı atılan kaynağın sıcaklığına



Şekil 4. Dış havalı sulu ekonomizer sistemi için örnek kontrol mantığı [1]

bu sistemler ile değişik miktarlarda tasarruf elde edilebilir. Sistem bazındaki doğal soğutma tasarruflarının, sistemlerin diğer faktörlerinin etkileri göz önüne alınarak proje bazında bir fizibilite yapılarak incelenmesi hem mevcut soğutma sistemi olan tesisler için hem de yeni kurulacak olan tesisler için önem teşkil etmektedir.

Bu araştırmada yaygın kullanımı olan hava soğutmalı kondenserli su soğutma sistemlerinin doğal soğutma içeren hava soğutmalı sistemler ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu sistemlerle elde edilen tasarruf miktarlarının kış ortalaması; soğuk iklim kuşağındaki bölgelerde %75 mertebesinde, ülkemiz iklim kuşağı ile benzer karakter gösteren Milano'da ise %40 civarındadır. Değişik Avrupa şehirleri için doğal soğutmalı sistemlerde elde edilen tasarruflar Şekil 5'de gösterilmiştir. Ülkemizin değişik bölgelerinde seçilen örnek iller için hangi miktarlarda tasarruf yapılabileceği konusu incelenmiş ve sonuçlar grafikler halinde verilmiştir.

3. DIŞ HAVALI SULU EKONOMİZER ÇEVİRİMİNİN ÜLKEMİZ KOŞULLARINDA

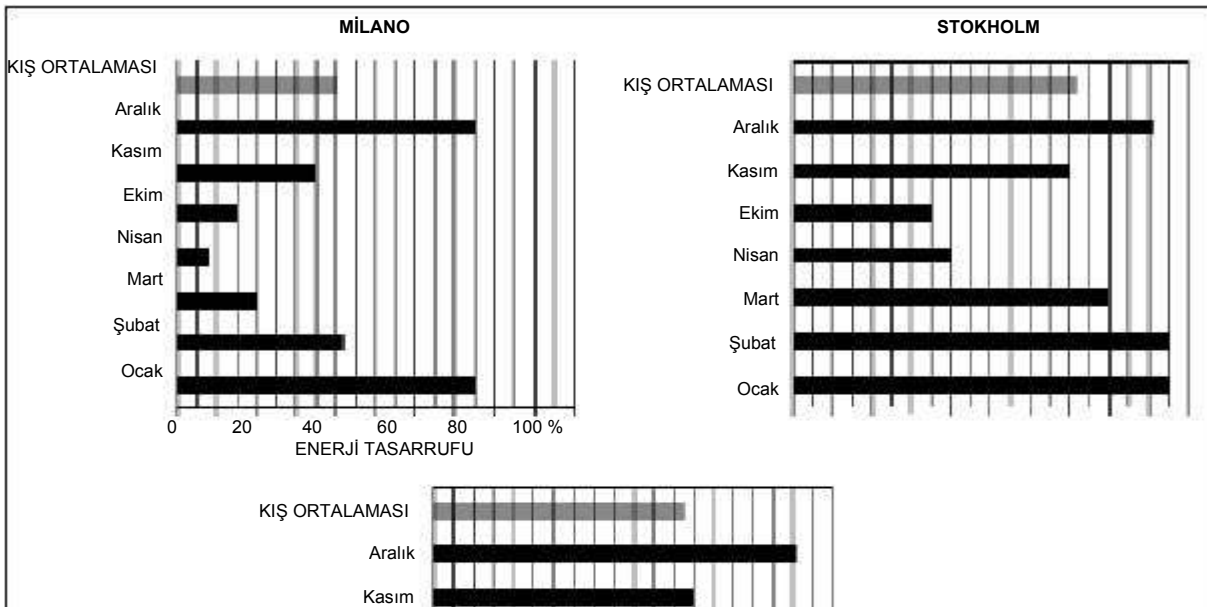
DEĞERLENDİRİLMESİ

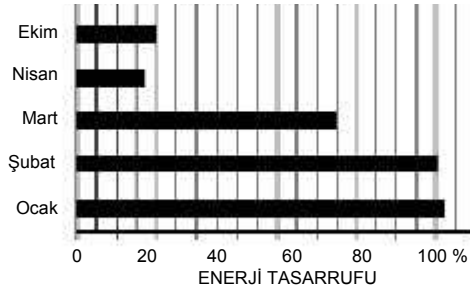
Dış havalı sulu ekonomizer çevriminin değerlendirilmesi için aynı kompresör, aynı soğutucu akışkan, aynı kumanda senaryosuna sahip doğal soğutmalı ve hava soğutmalı iki cihaz karşılaştırılmıştır. Ayrıca bir fikir vermesi açısından karşılaştırmaya, diğerleri ile aynı tip kompresör ve soğutucu akışkana sahip su soğutmalı kondenserli bir cihaz da dahil edilmiştir.

Bu araştırmamızda örnek olarak alınan iller İzmir, İstanbul ve Ankara'dır. Bu illerimizdeki aylık düşük sıcaklık ortalaması; ilgili ile ait gece boyu sıcaklık değeri olarak, yüksek sıcaklık ortalaması ise; gün boyu sıcaklık değeri olarak alınmıştır. Bütün illerimizde gündüz ve gece uzunlukları birbirine yakın olması nedeni ile aynı alınmıştır [6].

Bu karşılaştırma tamamen üretilen cihazların performans karakteristikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İzmir, İstanbul ve Ankara illeri için sonuçlar Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.

Proseste istenilen soğutma kapasitesi : 1.625kW
Kapasite kullanım oranı : %100 (fabrika, sis -





Şekil 5. Değişik Avrupa ülkelerinde yapılan doğal soğutmalı sistemlerde elde edilen aylık enerji tasarrufları [1]

tem odası, telekom santralleri v.b.)
 Proses günlük çalışma süresi : 24 saat
 Proseste istenilen su rejimi : 10-15 °C
 Minimum gece uzunluğu : 9,31 saat
 Maksimum gece uzunluğu : 14,69 saat

lık işletme giderlerinde yaklaşık % 15 tasarruf sağlanmakta ve su soğutmalı kondenserli cihazlara yaklaşık olarak başa baş bir işletme maliyetine sahip olmaktadır. Su soğutmalı kondenserli sistemlerin zorlukları ve sorunları dikkate alındığında aynı işletme maliyeti ile doğal soğutmalı havalı sulu ekonomizer çevrimleriyle temiz ve rahat bir soğutma yapılabilmektedir.

3.1. İzmir ili için hesaplama sonuçları

Minimum dış hava sıcaklığı : 5,6 °C
 Maksimum dış hava sıcaklığı : 33 °C
 Yıllık enerji tüketim miktarı* : 4.207.680 kW
 Yıllık tasarruf miktarı* : 625.549 kW
 Yıllık tasarruf oranı* : 15 %
 Yapılan tasarrufun parasal karşılığı* : 50.044 ₺

Yapılan tasarrufun parasal karşılığı, doğal soğutmalı cihazlar ile hava soğutmalı cihazlar arasındaki tesis maliyet farkını da bir kış sezonunda geri ödeyebilmektedir.

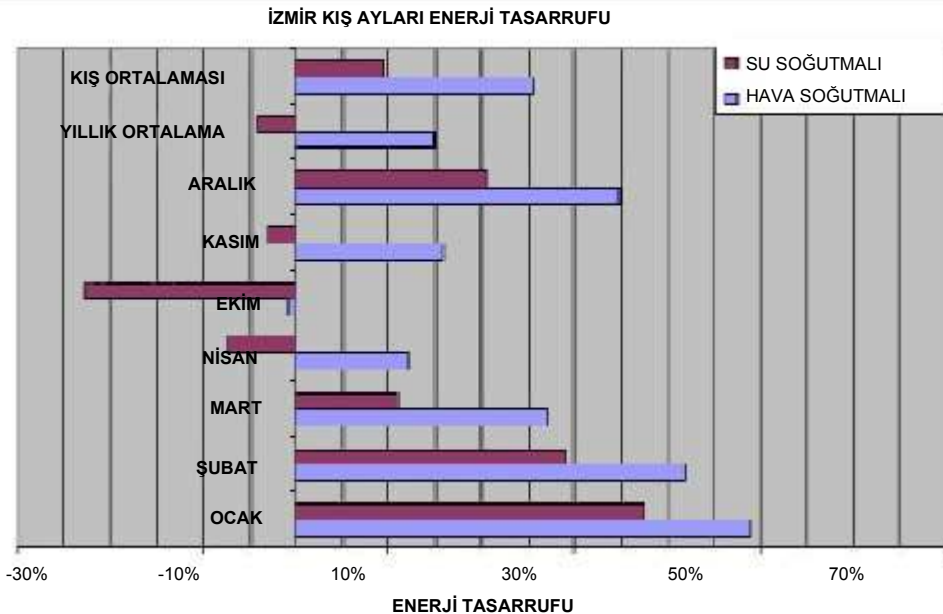
Bir başka bakışta, yapılan tasarruf ile doğal soğutmalı bir sistem yatırımı takriben 3 ~ 4 yılda kendini amorti edebilmektedir.

* Hava soğutmalı su soğutma grubuna ait değerlerdir.

3.2. İstanbul İli için Hesaplama Sonuçları

Doğal soğutma içeren su soğutma cihazları İzmir şartlarında hava soğutmalı kondenserli sistemlere göre yıl

Minimum dış hava sıcaklığı : 2,8 °C
 Maksimum dış hava sıcaklığı : 28,5 °C



Şekil 6. Kış aylarında İzmir'de sağlanacak enerji tasarrufu

Yıllık enerji tüketim miktarı* : 4.080.672 kW
 Yıllık tasarruf miktarı* : 1.222.027 kW

re yıllık işletme giderlerinde yaklaşık % 30 tasarruf, su soğutmalı kondenserli cihazlara göre % 15 tasarruf

Yıllık tasarruf miktarı* : 1.228.88 / kW
 Yıllık tasarruf oranı* : 30 %
 Yapılan tasarrufun parasal karşılığı* : 98.311

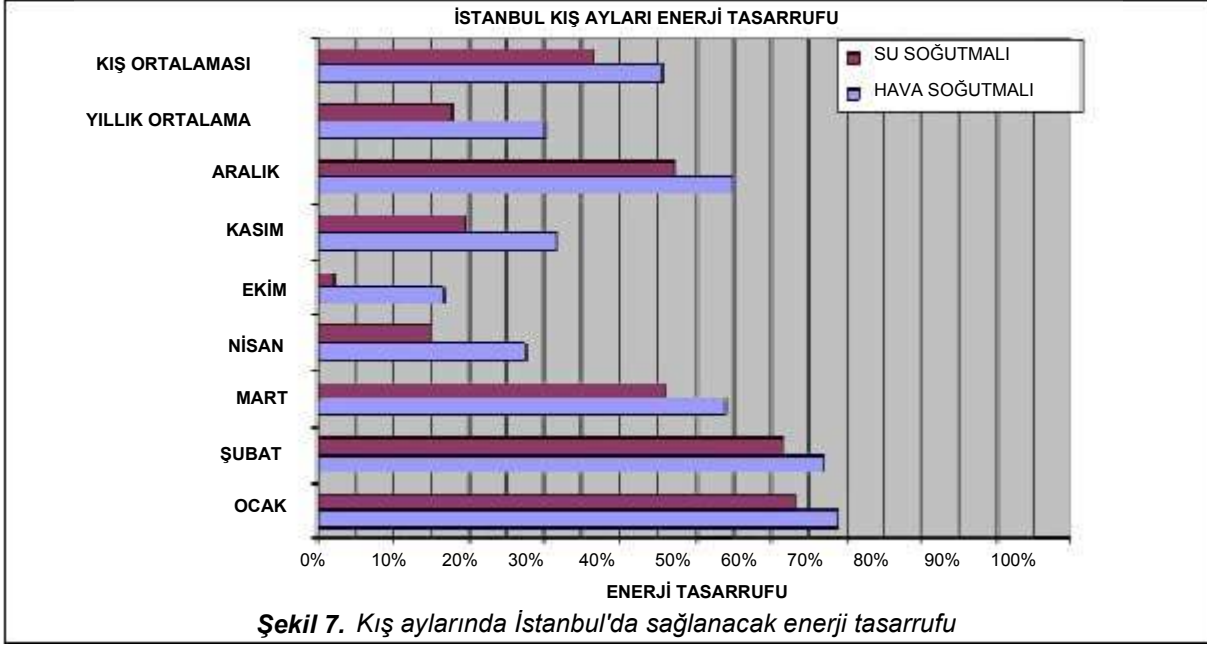
†

* Hava soğutmalı su soğutma grubuna ait değerlerdir.
 Doğal soğutma içeren su soğutma cihazları İstanbul şartlarında hava soğutmalı kondenserli sistemlere göre

su soğutmalı kondenserli cihazlara göre %15 tasarruf sağlamaktadır.

Yapılan tasarrufun parasal karşılığı doğal soğutmalı cihazlar ile hava soğutmalı cihazlar arasındaki tesis maliyet farkını da kış sezonu bitmeden birkaç ayda geri ödeyebilmektedir.

Bir başka bakışta, yapılan tasarruf ile doğal soğutma ile bir yatırım takriben 1 ~ 2 yılda kendini amorti edebilir.



Şekil 7. Kış aylarında İstanbul'da sağlanacak enerji tasarrufu

79
2006

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 6,

mektedir.

3.3. Ankara İli İçin Hesaplama Sonuçları

Minimum dış hava sıcaklığı : -3,5 °C
 Maksimum dış hava sıcaklığı: 30 °C
 Yıllık enerji tüketim miktarı* : 4.094.496 kW
 Yıllık tasarruf miktarı* : 1.542.329 kW
 Yıllık tasarruf oranı* : 38 %
 Yapılan tasarrufun parasal karşılığı* : 123.386

* Hava soğutmalı su soğutma grubuna ait değerlerdir.

Doğal soğutma içeren su soğutma cihazları Ankara şartlarında hava soğutmalı kondenserli sistemlere göre yıllık işletme giderlerinde yaklaşık % 37 tasarruf, su soğutmalı kondenserli cihazlara göre %25 tasarruflu işletme maliyetine sahiptir.

Yapılan tasarrufun parasal karşılığı doğal soğutmalı cihazlar ile hava soğutmalı cihazlar arasındaki tesis

maliyeti farkını bir kış sezonu bitmeden bir kaç ayda geri ödeyebilmektedir. Bir başka bakışta, yapılan tasarruf ile doğal soğutmalı bir yatırım takriben 1 yıldan biraz fazla bir sürede kendini amorti edebilmektedir. Soğuk su dönüş set sıcaklığı otomatik kontrol v.b. sistemler ile 15°C'den 16°C'ye çıkartıldığında kış aylarında yapılan tasarruf %4 oranında artırılabilir. Bu çalışma şeklinde İzmir için ulaşılan tasarruf sonuçları Şekil 9'da verilmektedir.

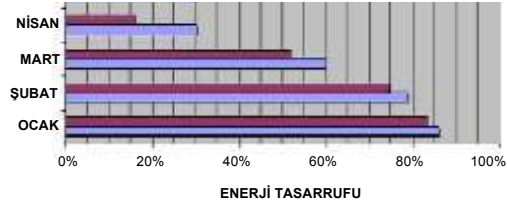
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yukarıda yapılan analizler, yıl boyu soğutma suyu kullanan tesislerde yüksek performanslı doğal soğutmalı sistemlerin kullanılması ve sistem düzenleme ve tasarımlarının buna uygun olarak yapılması durumunda üretim ve işletme maliyetlerinde iyileştirmeler yapılabileceğini göstermektedir.

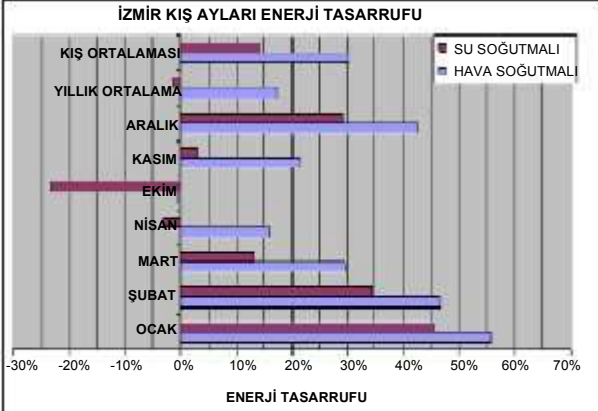
Doğal soğutmalı sistemlerine yapılan yatırımlar geri dönüş süreleri çok kısa olması nedeni ile oldukça ekonomik yatırımlar olarak görülmektedir. Mevcut tesislerde fizibilite çalışmaları yapılarak revize edilmeleri ve doğal soğutmalı sistemlere dönüştürülmesi çalışmaları da anlaşılacağı gibi incelenen şehirlerimizde oldukça karlı olabilmektedir.

Doğal soğutmalı sistemlerin enerji tüketimini azaltması





Şekil 8. Kış aylarında Ankara'da sağlanacak enerji tasarrufu



Şekil 9. Soğuk su dönüş set sıcaklığını 15°C'den 16°C'ye çıkarttığımızda kış aylarında İzmir'de sağlanacak enerji tasarrufu

Yoğun enerji tüketen endüstriyel tesislerin enerji verimliliği artırılması nedeniyle de çevreci sistemler olarak tanımlanabilmektedir. Yoğun enerjinin tüketildiği endüstriyel soğutma tesislerinde çevre kirliliğinin azaltılması ve işletme maliyetlerinden tasarruf sağlanması açısından bu sistemler çok önemli yer tutmaktadır.

Yeni projelendirme ve revize çalışmalarında doğal soğutma olanaklarının değerlendirilmesi vazgeçilmez olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] "Free-cooling systems for chillers", RD Grup (Teknik Literatür), 2005.
- [2] Levenhagen, J. I., Spethmann, D. H., "HVAC Controls and Systems", McGraw-Hill, 1993.
- [3] <http://tristate.apogee.net/>
- [4] <http://cipco.apogee.net/>
- [5] ASHRAE Handbook, "HVAC Systems and Equipment", Chapter 5, 2000.
- [6] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, İllerin Sıcaklık Ortalamaları Raporu, 2005.
- [7] Technicalreport, Marley, "The Application of Cooling Towers for Free Cooling", Number: H-002, December 1982.