

Su Soğutma Gruplarında Isının Geri Kazanımı

Erkut BEŞER*

Özet

Bu çalışmada soğutma gruplarında toplam ve kısmi geri kazanım uygulamaları tartışılmıştır. Konuyla ilgili çeşitli tanımlar verildikten sonra hava soğutmalı kondenserli ve su soğutmalı kondenserli soğutma grupları için kısmi ve toplam geri kazanım uygulamaları kapsamlı şekilde anlatılmış ve karşılaştırılmıştır. Soğutma olarak kısmi ısı geri kazanımının özellikle otel uygulamalarında kullanılması tavsiye edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: geri kazanımı, kısmi ısı geri kazanımı, toplam ısı geri kazanımı, soğutma grupları, soğutma çevrimi, soğutma gruplarında enerji tasarrufu

1. GİRİŞ

1. GİRİŞ

Prensipite bilinmesine rağmen geçmiş yıllarda diğer enerji kaynaklarından daha ucuza yararlanma imkanının olması, soğutma gruplarında ısının geri kazanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmemesinin nedenidir.

Ancak 70'li yıllarda yaşanan petrol krizinden sonra çeşitli alanlarda hızlanan ekonomik enerji kullanımı çalışmalarında soğutma teknolojisinde de önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle soğutma gruplarında ısının geri kazanımına yönelik cihaz türleri tasarlanmış ve bunlar uygulamada kullanılabilir hale getirilmişlerdir. Halen bu konudaki geliştirme çalışmaları devam etmekte ve güncelliğini artan bir önemle korumaktadır.

Soğutma gruplarında diğer soğutma sistemlerinde olduğu gibi kondenserde soğutucu akışkanın önce kızgınlığı alınır, sonra soğutucu akışkan yoğunlaştırılır ve aşırı soğutulur.

Bu esnada ortama önemli ölçüde ısı enerjisi bırakılmaktadır. Normalde kondensere atılan ısı enerjisi boşa harcanan enerji olmaktadır. Kondenselerin uygun tasarımı ve ilave tanzimlerle kondensere atılan enerji geri kazanılmakta ve özellikle kullanım suyu ısıtılmasında kullanılmaktadır.

Söz konusu edilen ısı enerjisinin geri kazanımında: tüm kondenser kapasitesinin geri kazanılmasına ısının toplam geri kazanımı, kızgın gaz bölgesindeki kapasitenin geri kazanılmasına ise ısının kısmi geri kazanımı denmektedir.

Bu çalışmada soğutma gruplarında ısının toplam ve kısmi geri kazanımının teoride ne olduğu, her iki geri kazanımın soğutma çevrimi performansı üzerindeki etkileri, ısının geri kazanımını etkileyen parametreler ile ilgili bilgiler verilmektedir.

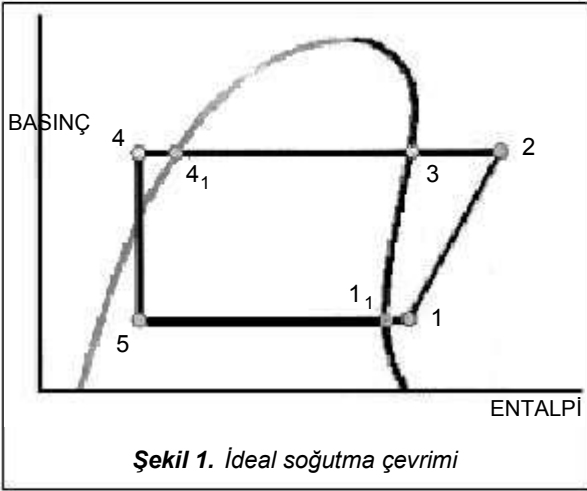
2. ÇEŞİTLİ TANIMLAR

İdeal soğutma çevrimi P-I (basınç - entalpi) diyagramında Şekil 1'de gösterilmiştir.

* Makine Yüksek Mühendisi.

edilir. Bu bölgede ortamdaki ısı çekilir ve soğutucu akışkan buharlaştırılır. Bu bölge alçak basınç bölgesidir. Bu işlemi gerçekleştiren ısı değiştiricilere evaporatör denir.

1-2 entalpi farkı ile kompresör gücü ifade edilir. Bu bölgede alçak basınç bölgesinden gaz haline



Şekil 1. İdeal soğutma çevrimi

de emilen soğutucu akışkan yüksek basınç bölgesine gaz olarak sıkıştırılır.

2-4 entalpi farkı ile ortama aktarılan ısı kapasitesi ifade edilir. Bu bölgede ortama ısı aktarılır ve gaz halindeki soğutucu akışkan yoğunlaştırılır. Bu bölge yüksek basınç bölgesidir. Bu işlevi gören ısı değiştiricilere kondenser denir.

4-2 bölgesi ile genişleme valfi ifade edilir. Burada soğutucu akışkanın basıncı yüksek basınç bölgesinden alçak basınç bölgesine düşürülür.

1-1 alçak basınç tarafı aşırı kızdırma diye ifade edilir. Evaporatörde 1 noktasında doymuş gaz haline getirilen soğutucu akışkan yine aynı yapı içerisinde 1 noktasına kadar aşırı kızdırılır (kompresör emniyeti açısından).

2-3 yüksek basınç tarafı aşırı kızgınlık bölgesi

aşırı kızdırılan gaz haldeki soğutucu akışkan, kompresör tarafından sıkıştırılır, basıncı artırılır kızdırılır. Soğutucu gazın kondenserde yoğunlaştırulmasından önce kızgınlığı alınır.

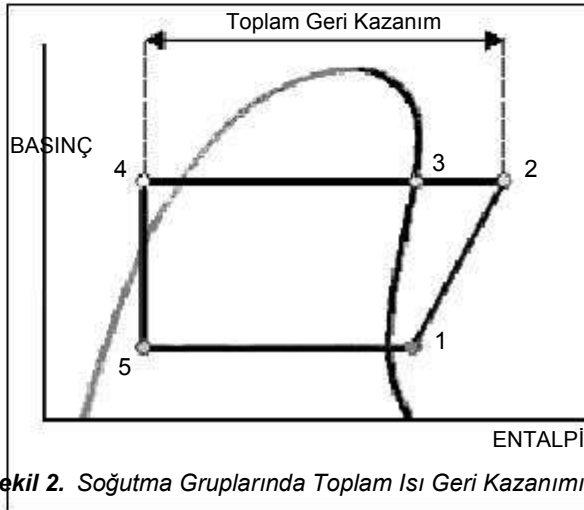
4-4₁ Yüksek basınç tarafı aşırı soğutma bölgesi olarak ifade edilir. Kondenserde aşırı kızgınlığı alınan soğutucu akışkan yoğunlaştırılır ve 4 noktasına kadar aşırı soğutulur. Aşırı soğutma ile soğutma kapasitesinde artış sağlanır.

3. SOĞUTMA GRUPLARI

Evaporatörde su soğutulan soğutma cihazları soğutma grubu olarak adlandırılır. Kondenseri su ile soğutulan soğutma gruplarına su soğutmalı kondenserli soğutma grupları, kondenseri hava ile soğutulan soğutma gruplarına ise hava soğutmalı kondenserli soğutma grupları denir.

4. SOĞUTMA GRUPLARINDA TOPLAM ISI GERİ KAZANIMI

Şekil 2'deki P-I diyagramında da görüleceği üzere 2-4 bölgesinde kondenserde soğutucu akışkanın kızgınlığı alınır, yoğunlaştırılır, aşırı soğutulur ve ortam verilen ısı çoğu zaman dışarı atılır. Yapılacak bazı düzenlemelerle bu ısı geri kazanılabilir.



Şekil 2. Soğutma Gruplarında Toplam Isı Geri Kazanımı

Soğutma gruplarında 2-4 bölgesindeki tüm yoğunlaştırma operasyonu boyunca ısının geri kazanılmasına *Toplam Isı Geri Kazanımı* denir. Bu kazanımın kapasitesi:

$$Q_{\text{geri}} = M(H_{\text{2}} - H_{\text{4}}) = r Q(H_{\text{2}} - H_{\text{4}})$$

Geri kazanım eşanjörü kondenser gövdesi içerisine seri olarak kondenserin üzerine yerleştirilir. 3 yollu vana yardımı ile ısı geri kazanımı su sıcaklığı oransal yada on-off olarak kontrol edilebilir. Prensiş şeması Şekil 4'te, uygulama şeması ise Şekil 5'te verilmiştir.

şeklinde ifade edilebilir.

Burada;

M: kompresörün kütleli debisi

Q : kompresörün hacimsel debisi

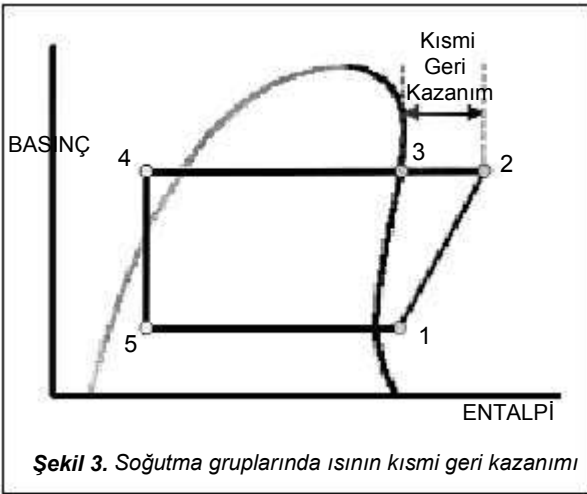
H : ilgili noktanın entalpisi

r : sıkıştırma başlangıcında soğutucu akışkan yoğunluğudur.

5. SOĞUTMA GRUPLARINDA ISININ KISMİ GERİ KAZANIMI

Şekil 3'teki P-I diyagramından da görüleceği üzere, 2-3 bölgesinde yalnızca kızgın haldeki soğutucu akışkanın soğutulmasından doğan duyulur ısının geri kazanılmasına *Isının Kısmi Geri Kazanımı* denir.

Bu kazanımın kapasitesi:



$$Q_{KK} = M(H_2 - H_3) = r Q(H_2 - H_3)$$

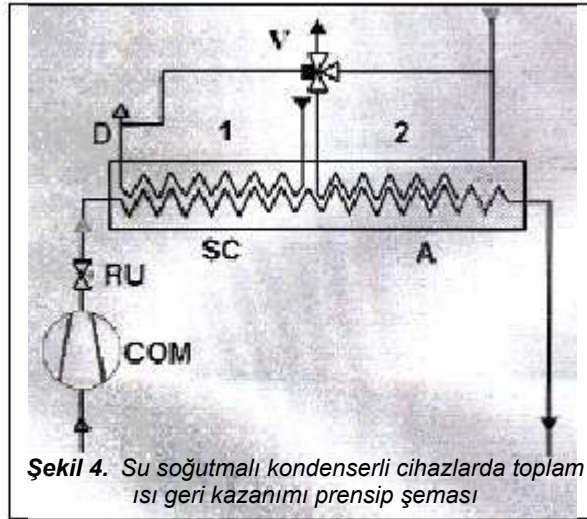
şeklinde ifade edilebilir.

5.1. Su Soğutmalı Kondenserli Cihazlarda Toplam Isı Geri Kazanımı Uygulaması

Oransal kontrolde genelde kule devresi düşük kondenzasyon yapmaya elverişli bile olsa aşırı kızdırma bölgesinden daha büyük ısı geri kazanımlarında da yüksek sıcaklıkta kondenzasyon yapılır.

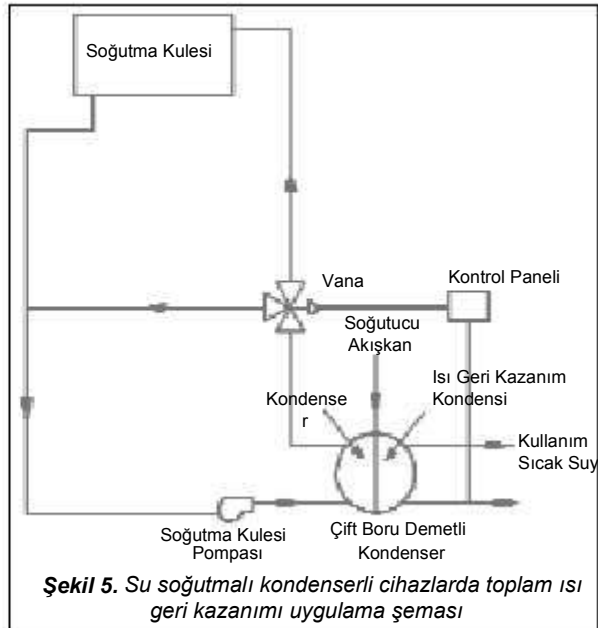
On-off kontrolde ise, gerektiğinde yüksek sıcaklıkta, gerektiğinde ise daha düşük sıcaklıklarda kondenzasyon yapılır. Uygulamalarda on-off kontrol kullanılması tavsiye edilir.

Kısıtlamalar



Şekil 4. Su soğutmalı kondenserli cihazlarda toplam ısı geri kazanımı prensip şeması

- COM Kompresör
- RU Kapatma vanası
- SC Geri kazanım eşanjörü
- V Üç yollu vana (müşteri tarafından monte edilecek)
- D Sıcaklık sensörü
- 1 Hidrolik geri kazanım devresi
- 2 Hidrolik yoğuşma devresi



Şekil 5. Su soğutmalı kondenserli cihazlarda toplam ısı geri kazanımı uygulama şeması

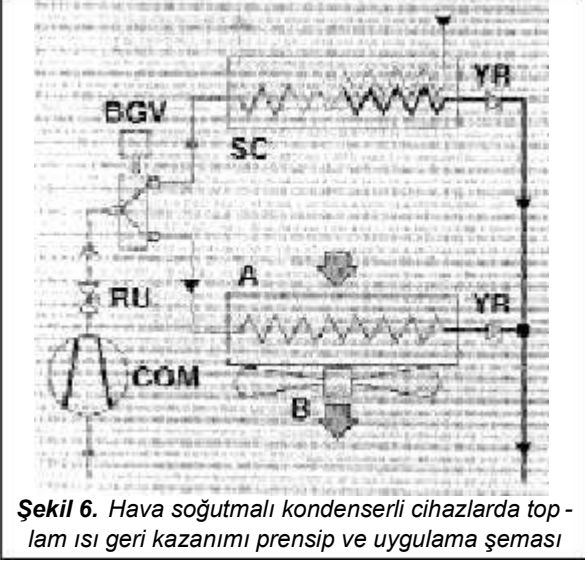
ISI GERİ KAZANIMININ SOĞUTMA ÇEVİRİMİ PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Hem su soğutmalı kondenserli hem de hava soğutmalı kondenserli su soğutma gruplarında da benzer bir etki söz konusudur.

Gerçek kazanım modunda elde edilecek sıcak suyun ilgili kondensere giriş ve çıkış sıcaklıkları tanımlanmış olup genelde 40°C giriş ve 45°C

5.2. Hava Soğutmalı Kondenserli Cihazlarda Toplam Isı Geri Kazanım Uygulaması

Isı geri kazanım eşanjörü ile hava soğutmalı kondenser paralel olarak yerleştirilir. On-off kontrollü bir üç yollu vana soğutucu akışkanı mikroişlemci kontrolüne bağlı olarak birinden diğerine doğru yönlendirir. Prensipte ve uygulama -



Şekil 6. Hava soğutmalı kondenserli cihazlarda toplam ısı geri kazanımı prensip ve uygulama şeması

ma şeması Şekil 6'da verilmiştir.

Kısaltmalar

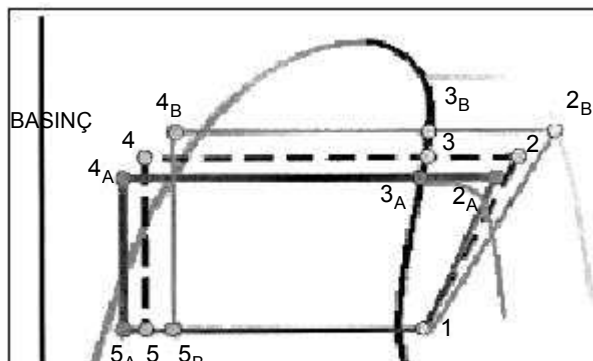
- COM Kompresör
- RU Kapatma Vanası
- SC Geri kazanım eşanjörü
- BGVAyrıştırıcı vana
- YR Çekvalf
- A Kondenser
- B Fan

6. SOĞUTMA GRUPLARINDAKİ TOPLAM

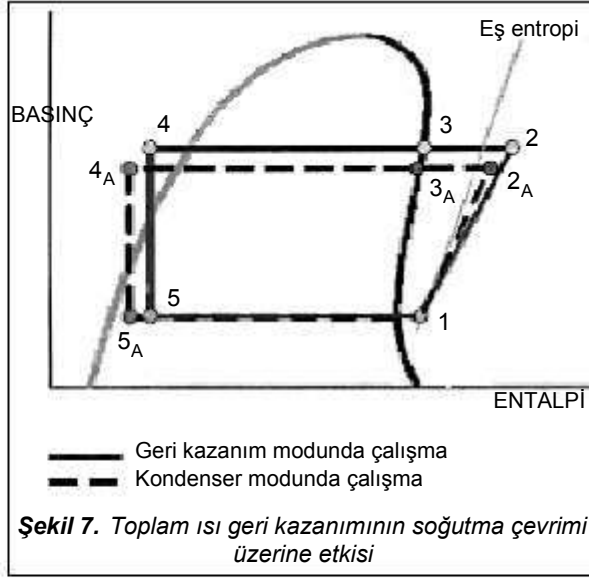
8

e. Kompresör verimidir.

7.1. Enerji Geri Kazanım Eşanjöründen Çıkan Su Sıcaklığının Toplam Isı Geri Kazanımına Etkisi



çıkış şeklindedir. Bu sıcaklıkların tanımlanmış olması çoğu zaman normal çalışma koşullarına göre daha yüksek kondenzasyon sıcaklığına



Şekil 7. Toplam ısı geri kazanımının soğutma çevrimi üzerine etkisi

ğında çalışmayı gerektirir ve aynı zamanda soğutma kapasitesinde düşüşe de neden olur ve kompresör güç tüketimini artırır. Şekil 7'deki P - I diyagramı üzerinde her iki değişim gösterilmektedir.

7. SU SOĞUTMA GRUPLARINDA TOPLAM ISI GERİ KAZANIMINI ETKİLEYEN PARAMETRELER

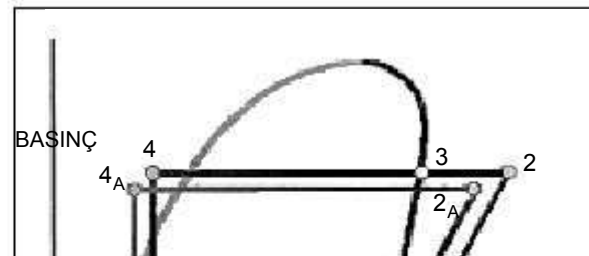
Bu parametreler:

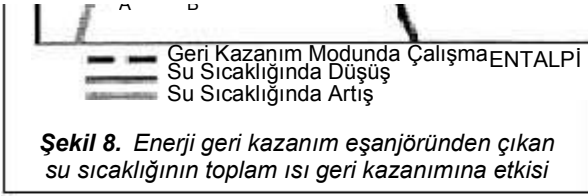
- a. Enerji geri kazanım eşanjöründen çıkan su sıcaklığı,
- b. Enerji geri kazanım eşanjörüne giren su sıcaklığı,
- c. Soğutma yükü,
- d. Evaporasyon basıncı,

şim de Şekil 8'de gösterilmektedir.

7.2. Enerji Geri Kazanım Eşanjörüne Giren Su Sıcaklığının Toplam Isı Geri Kazanımına Etkisi

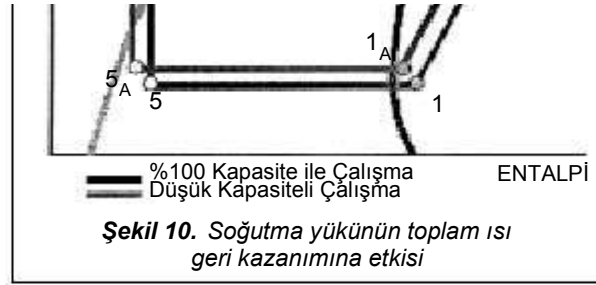
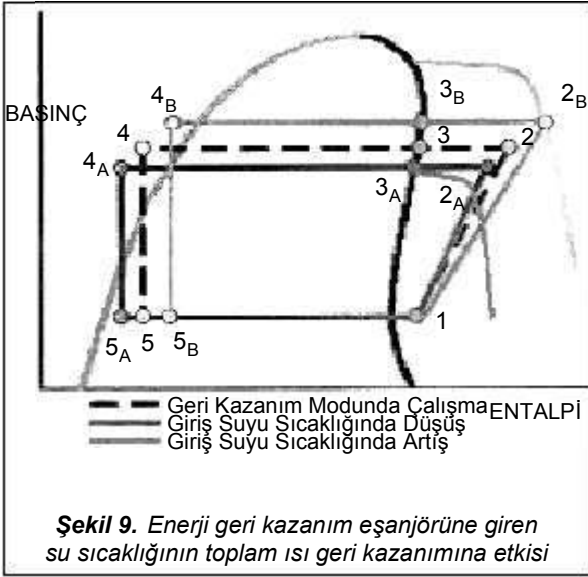
t sabitken belirli şartlarda enerji geri kazanım eşanjörüne giren ve su sıcaklığında düşüş meydana geldiğinde ısı geri kazanım miktarı artar ve verim iyileşir. Eşanjöre giren su sıcak -





na Etkisi

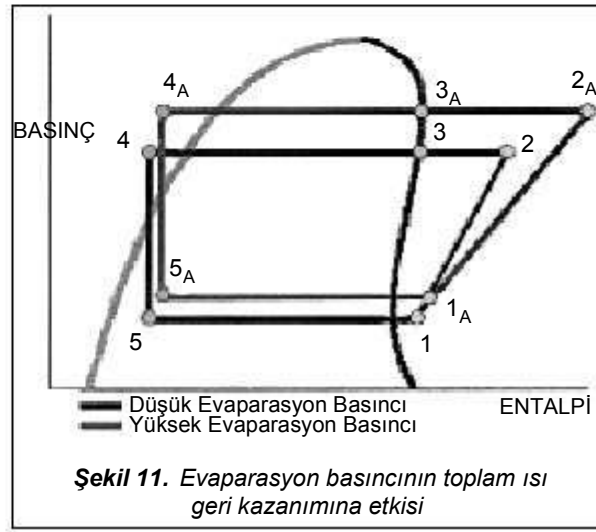
Isı geri kazanımı su giriş çıkış sıcaklıkları farkı olan ΔT sabitken belirli şartlarda enerji geri kazanım eşanjöründen çıkan su sıcaklığında düşüş meydana geldiğinde ısı geri kazanım miktarı artar ve verim iyileşir. Eşanjörden çıkan su sıcaklığı arttığında ise ısı geri kazanım miktarı azalır ve verim kötüleşir. Her iki değ



İği arttığında ise ısı geri kazanım miktarı azalır ve verim kötüleşir. Her iki değişim de Şekil 9'daki P-I diyagramında gösterilmektedir.

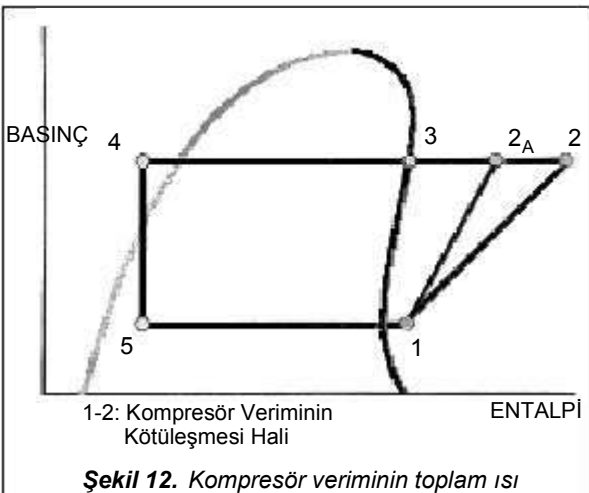
7.3. Soğutma Yükünün Toplam Isı Geri Kazanımına Etkisi

ΔT sabitken belirli şartlarda soğutma yükü düştükçe sağlanabilecek ısı geri kazanımı mikta



rı azalır. Soğutma çevrimi yükün %100'ünde çalıştığında maksimum ısı geri kazanımı sağlanabilir. Bu durum Şekil 10'daki P-I diyagramında gösterilmiştir.

7.4. Evaporasyon Basıncının Toplam Isı Geri Kazanımına Etkisi



ramında gösterilmiştir.

7.5. Kompresör Veriminin Toplam Isı Geri Kazanımına Etkisi

Kompresör veriminin kötüleşmesi geri kazanımı artırır, ancak enerjinin ekonomik kullanımı uygulamalarda esas oluşturduğundan bu yöntem uygulanmaz.

8. SOĞUTMA GRUPLARINDA KİSİMİ ISI GERİ KAZANIM UYGULAMASI

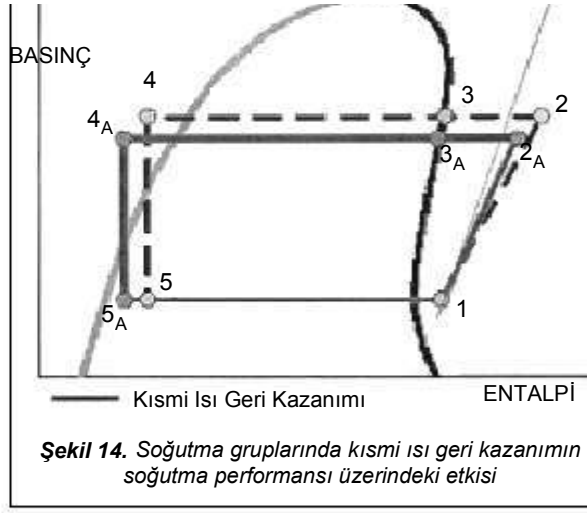
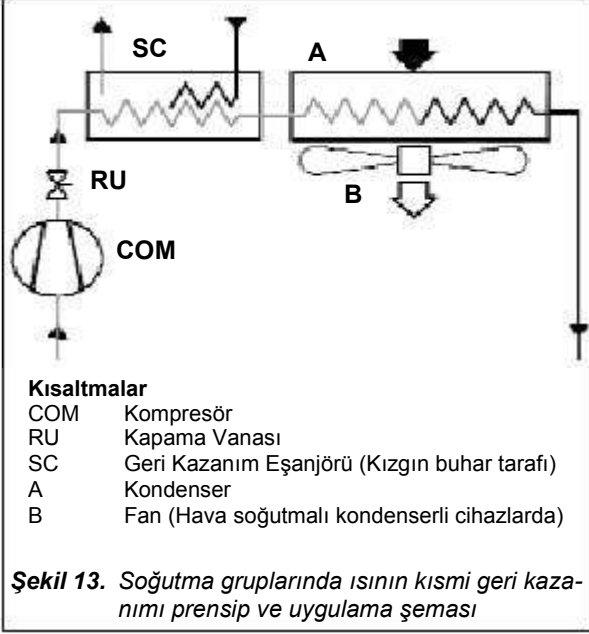
Kısmi ısı geri kazanım her zaman ana kondenseler ile seri şekilde bağlanmış duyulur ısı deştiştiricide gerçekleştirilir. Şekil 13'te prensip ve uygulama şeması verilmiştir.

Hem su soğutmalı kondenselerli hem de hava soğutmalı kondenselerli cihazlarda benzer prensip-



Kazanımına Etkisi

Evaporatör su giriş-çıkış sıcaklıkları farkı olarak ifade edilen ΔT sabitken evaporasyon basıncı yükseldiğinde su çıkış sıcaklığı ve kondensasyon basıncı yükselir ve ısı geri kazanım miktarı artar, düştüğünde ise ısı geri kazanım miktarı azalır. Bu durum Şekil 11'deki P-I diyag



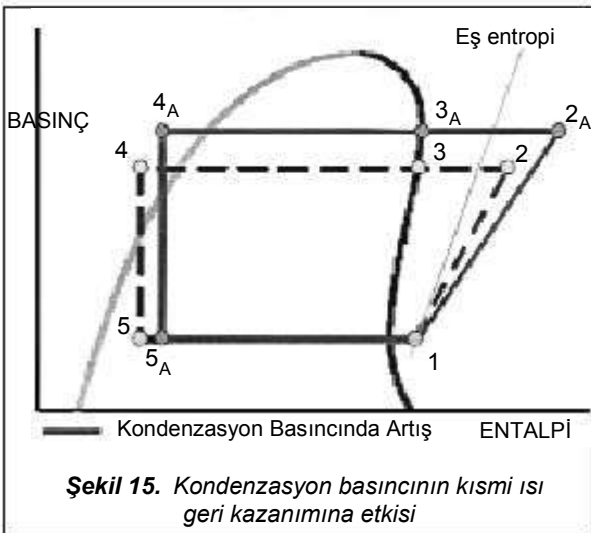
ler uygulanır.

9. SOĞUTMA GRUPLARINDA KISMİ ISI GERİ KAZANIMIN SOĞUTMA PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

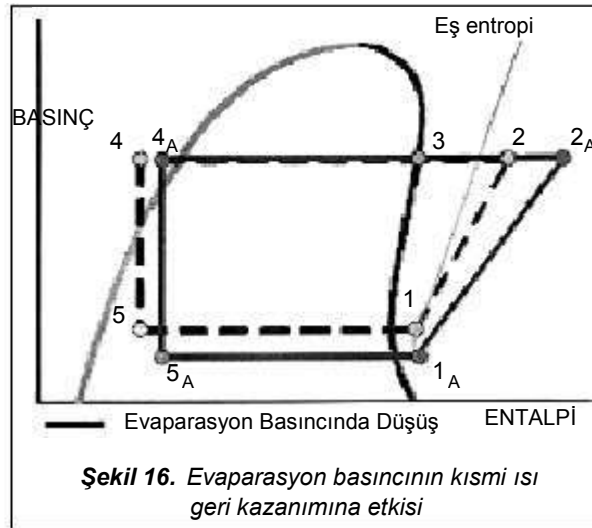
Kısmi geri kazanımının soğutma çevrimi performansı üzerinde olumlu etkisi vardır. Kısmi ısı geri kazanımı eşanjörü kondensere ısı transfer yüzeyi ekler ve kondensere gaz haldeki kızgın soğutucu akışkanın soğutulması için ayrılan yüzeyde yoğuşma ve aşırı soğutma için kullanılır.

Kondensasyon basıncı düşer, aşırı soğutma kapasitesi artar, kompresör işi azalır ve verim artar. Bu durum Şekil 14'teki P-I diyagramında gösterilmiştir.

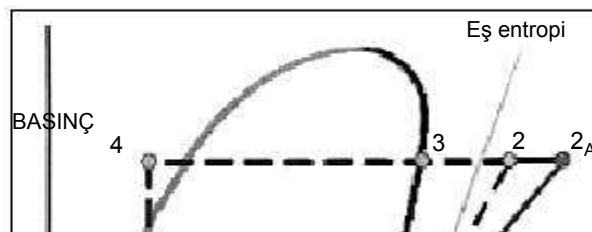
10. SOĞUTMA GRUPLARINDA KISMİ ISI



GERİ KAZANIMINI ETKİLEYEN PARAMETRELER



Kondensasyon basıncı arttığında kompresörün karşılanması gereken basınç farkında artış



PARAMETRELER

Bu parametreler:
o Kondenzasyon basıncı,
o Evaporasyon basıncı,
o Kompresör verimidir.



10.1. Kondenzasyon Basıncının Kısmi Isı Geri Kazanımına Etkisi

11. SOĞUTMA GRUPLARINDA TOPLAM ISI GERİ KAZANIMI İLE KISMİ ISI GERİ KAZANIMININ KARŞILAŞTIRILMASI

	Toplam Isı Geri Kazanımı	Kısmi Isı Geri Kazanımı
Kapasite	Büyük kapasite Takribi soğutma kapasitesi x (1,2-1,4)	Küçük kapasite Takribi soğutma kapasitesi x (0,15- 0,4)
Verim	Kötüleşir	İyileşir
Isı Geri Kazanım Suyu Sıcaklığı	50°C Maksimum	R 22 ve R 407 için 55°C maksimum R 134 A için 70°C maksimum
Kullanım Yeri	Yüksek miktarda sıcak su ihtiyacı için, özellikle proses uygulamalarında	Otel ve villaların kullanım sıcak suyu ihtiyaçları için
Uygulama Sıcak Su Depolama ve Dağıtım Tesisatı Isı Geri Kazanım İle İlgili Ana Otomasyon	Gereklidir Montajı uygulama yerinde yapılır	Gereklidir Cihaz üzerinde montajlıdır
Cihaz Soğutucu Akışkan Miktarı	Isı geri kazanımı olmayan soğutma grubuna göre oldukça fazla	Isı geri kazanımı olmayan soğutma grubuna göre bir miktar fazla

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 90, 2005

11

meydana gelir ve genellikle kompresör verimi kötüleşir ve kısmi ısı geri kazanım eşanjörü - nün kapasitesi artar. Şekilde gösterildiği üzere kompresörden sıkıştırılmış, kızdırılmış soğu - tucu akışkan 2 yerine 2noktasından çıkar. Bu durum Şekil 15'deki P, I diyagramında gösteril - miştir.

10.2. Evaporasyon Basıncının Kısmi Isı Geri Kazanımına Etkisi

Şekil 16'daki P-I diyagramında da görüleceği üzere evaporatörde üretilen su sıcaklığı dü - ştükçe evaporasyon basıncı da düşer, komp - resör verimi kötüleşir ve kısmi ısı geri kazanımı eşanjörü kapasitesi artar.

10.3. Kompresör Veriminin Kısmi Isı Geri Kazanımına Etkisi

Kompresör verimi düştüğünde kısmi ısı geri kazanım eşanjörü kapasitesi artar. Bu durum Şekil 17'deki P-I diyagramında gösterilmiştir.

12. SONUÇ

Bu güne kadar ülkemizde çok az miktarda, özellikle de otellerde kullanım sıcak suyu elde etmek için toplam ısı geri kazanımlı soğutma

grupları kullanılmıştır.

Gerek verimin kötüleşmesi, gerekse ihtiyacın çok üzerinde sıcak su üretme kapasitesinin ortaya çıkması nedeniyle bu konuda çeşitli so - runlar yaşanmıştır.

Kısmi ısı geri kazanımı cihazları, özellikle otel uygulamalarında yukarıda bahsedilen dezavantajlara sahip olmadıklarından tercih edilebilirler.

KAYNAKLAR

- [1] "Refrigeration Circuit - Didactics 9", RC Group Yayınları.
- [2] BEŞER E., CANSEVDİ B., Soğutma ve Klima Sistemlerinde Enerji Tasarrufu, 1995 Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Biliriler Kitabı, Cilt 2, Sf: 625-636, 1995.
- [3] Bulletin A9610, Acme Division Heat Transfer Group Yayınları.

