



soğutma dünyası

•ENDÜSTRİYEL HAVALANDIRMA İKLİMLENDİRME SOĞUTMA KÜMESİ DERGİSİ •ISSN: 1304-1908 / Hakemli Dergi

DOĞU'DAN GELECEĞE İYİ TEKNOLOJİ

Dünyanın geleceğine, çevreye ve insanlığa fayda sağlamak için cihazlarımızı iyi teknolojiyle üretiyoruz.



DOĞU
www.dogu.com.tr

111

EKİM-KASIM-ARALIK
2025

Yeni
sayımızı
incelemek
için
okutunuz.



S.S.I.A.D.
1900

SEKİ SOĞUTMA SANAYİCİLERİ
VE İŞ ADAMLARI BİRLİĞİ

Yayın organidir.
Üç ayda bir yayımlanır.

MAKALE

SOĞUTMA ÇEVİRİMİNDE ALT-SOĞUTMA'NIN ÖNEMİ VE UYGULAMA TÜRLERİNİN İNCELENMESİ

The Importance of Subcooling in the Refrigeration Cycle and an Evaluation of Its Application Types

Turan ERKAN

HAKEMLER*

A. İbrahim ATILGAN, Dr.
Abdülvahap YİĞİT, Prof. Dr.
Ahmet CAN, Prof. Dr.
Ali GÜNGÖR, Prof. Dr.
Arif HEPBAŞLI, Prof. Dr.
Aytunç EREK, Prof. Dr.
Bedri YÜKSEL, Prof. Dr.
Dilek KUMLUTAŞ, Prof. Dr.
Fırat ÖZDEMİR, Dr. Öğretim Üyesi
Fikret PAZIR, Prof. Dr.
Hüsamettin BULUT, Prof. Dr.
Hüseyin BULGURCU, Doç. Dr.
İlhan Tekin ÖZTÜRK, Prof. Dr.

İsmail KARAÇALI, Prof. Dr.
Kadir İSA, Dr.
M. Barış ÖZERDEM, Prof. Dr.
M. Turhan ÇOBAN, Prof. Dr.
Macit TOKSOY, Prof. Dr.
Mehmet KANOĞLU, Prof. Dr.
Moghtada MOBEDİ, Doç. Dr.
Muhsin KILIÇ, Prof. Dr.
Mustafa ACAR, Prof. Dr.
Olca KINCAY, Prof. Dr.
Orhan BÜYÜKALACA, Prof. Dr.
Özay AKDEMİR, Dr. Öğr. Üyesi.
Özgür SOLMAZ, Dr. Öğr. Üyesi

Ramazan KÖSE, Prof. Dr.
Rasim KARABACAK, Prof. Dr.
Recep YAMANKARADENİZ, Prof. Dr.
Selami KESLER, Prof. Dr.
Serhan KÜÇÜKA, Prof. Dr.
Tuncay YILMAZ, Prof. Dr.
Turan ERKAN
Utku ŞENTÜRK, Doç. Dr.
Y. Onur DEVRES, Prof. Dr.
Yunus ÇERÇİ, Prof. Dr.

**Alfabetik olarak sıralanmıştır.
Makale/Makaleler, kurulda yer alan ve
değerlendirme yapmak üzere seçilen
hakemler tarafından incelenmiştir.*



HAKEMLİ MAKALE ARŞİVİMİZE
ULAŞMAK İÇİN OKUTUNUZ.

BİLİMSEL MAKALE ARŞİVİMİZE
ULAŞMAK İÇİN OKUTUNUZ.



ÖZET

Soğutma çevriminde alt-soğutma, sıvı soğutkan sıcaklığının yoğuşma sıcaklığı altına düşürülmesi işlemidir. Soğutma sistemlerinin daha verimli ve kararlı çalışmasını sağlamak için zamanla farklı alt-soğutma teknolojileri uygulanmaya başlanmıştır. Bu makalede alt-soğutma teorisi incelenmiş ve teoriye uygun teknoloji uygulanmasını desteklemek için sınır değerler tanımlı hale getirilmiştir. Alt-soğutmanın soğutma devresi üzerinde doğru yerde uygulanması farkındalığı vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Alt-soğutma, soğutma çevrimi, enerji ekonomisi.

ABSTRACT

In the refrigeration cycle, subcooling is the process of reducing the temperature of the liquid refrigerant below the condensation temperature. Over time, various subcooling technologies have been implemented to ensure more efficient and stable operation of refrigeration systems. In this article, the theory of subcooling is examined, and limit values are defined to support the application of technologies in accordance with this theory. The importance of applying subcooling at the correct location within the refrigeration circuit is emphasized.

Keywords: Sub-cooling, cooling cycle, energy economy.

1. GİRİŞ

Soğutma çevriminde kompresörden çıkan kızgın buhar fazındaki soğutkan kondenserde önce yoğuşma sıcaklığına soğur ve bu sıcaklıkta yoğuşma başlar. Kondenserde yoğuşma tamamlandıktan sonra, sıvı soğutkanın yoğuşma sıcaklığının altına düşürülmesi işlemi alt-soğutma olarak anılmaktadır. Alt-soğutma uygulaması sonucu elde edilen en önemli iki kazanç; ilki soğutma kapasite artışı olmakta, diğeri ise yüksek basınçlı sıvı soğutkan hattı boyunca gerçekleşecek basınç düşümü sonucu oluşacak kaynama (buharlaşma sonucu gaz kabarcıkları olarak görülür) olmasının önlenmesi olmaktadır. Soğutma çevriminde alt-soğutma uygulanmadığında buhar kabarcıklı sıvı soğutkan genişleme valfinin kararlı çalışmasını bozar, düzensiz çalışmasına sebep olur, hışırtılı çalışır. Bu durum genişleme valfinden sıvı soğutkan akışını zorlaştırdığı için, giriş ve çıkışı arasında fark basınç yükselmesine ve bunun sonucu olarak soğutma kapasitesi düşüklüğüne sebep olabilir. Bu durumda soğutma çevrimi, tasarım kapasitesine ulaşamaz, daha düşük kapasitede çalışmış olur.

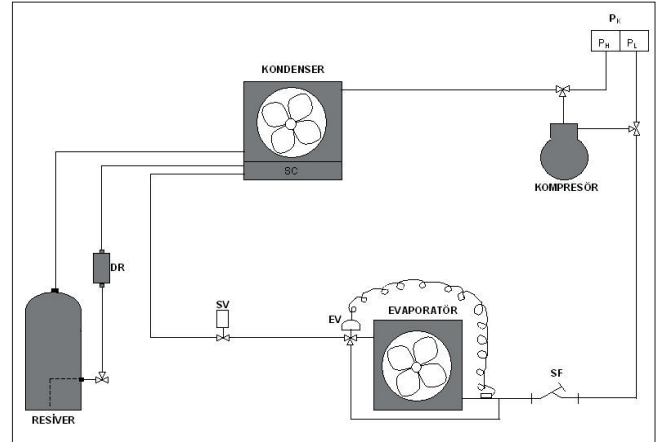
Alt-soğutma uygulamakla elde edilen faydalar [2];

- soğutma kapasitesinde artış,
- elektrik kullanımında azalma,
- soğutma süresinin azalması,
- daha kararlı soğutkan akışı ve soğutma sıcaklıkları, olmaktadır.

Alt-soğutma herhangi bir soğuk kaynak (hava, su, mekanik soğutma) kullanılarak yapılabilir. Sıvı soğutkan hattı basınç düşümü değeri (ΔP), yapılması gereken minimum alt-soğutma (ΔT) değerini belirler. Minimum alt-soğutma (ΔT) değerinin uygulamada daha büyük tutulması uygun olmaktadır.

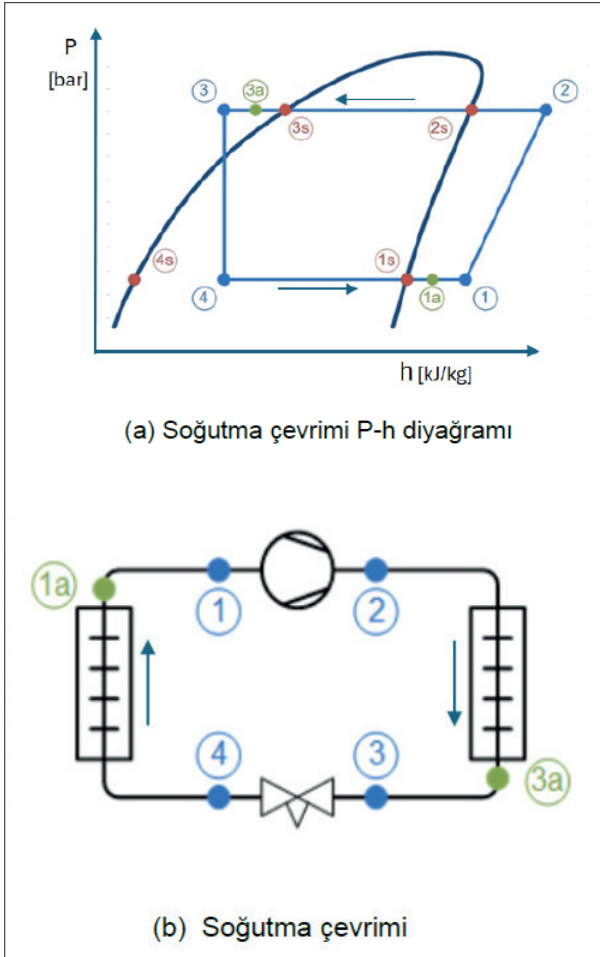
Alt-soğutmanın aynı rejimde çalışan soğutkan türlerinin her birinde sağladığı verim artışı farklı olmaktadır. Soğutkanların termodinamik özellikleri incelendiğinde R404A gazından en verimli sonuç alınacağı görülmektedir [7].

Aşağıda hava soğutmalı kondenserli soğutma çevriminde, kondenser gövdesi içinde yer alan alt-soğutma uygulaması görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Tipik soğutma çevrimi devre elemanları [1].
DR kurutucu filtre; EV genişleme valfi; P_k alçak ve yüksek basınç otomatığı; P_a yüksek basınç otomatığı; P_a alçak basınç otomatığı; SC alt-soğutma; SF emiş hattı filtresi; SV solenoid valf.

Teoriye uygun alt-soğutma uygulaması, sıvı deposu kullanılmayan kompakt soğutma cihazı çevriminde kondenser çıkışı sıvı soğutkan akış hattı üzerinde olmalıdır. Soğutma çevriminde sıvı deposu kullanıldığında alt-soğutma, sıvı deposu çıkışı ile genişleme valfi girişi arası sıvı hattı üzerinde olmalıdır. Çünkü sıvı deposu çift fazlı akış hattı üzerinde yer alır. Bu sebeple kondenser içinde ve çıkışında alt-soğutma uygulanmamalıdır.



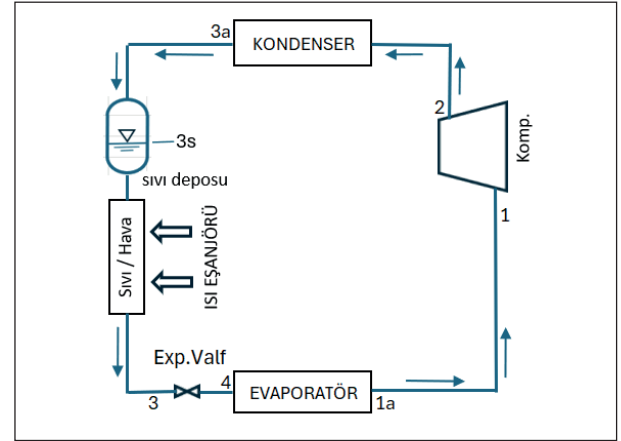
Şekil 2. Soğutma çevrimi ve basınç (P) entalpi (h) diyagramı [3].

1 kompresör girişi; 2 kompresör çıkışı; 2s yoğuşma başlangıcı; 3s yoğuşma sonu; 3a kondenser çıkışı; 3 genişleme valfi girişi; 4 evaporatör girişi; 1s buharlaşma sonu; 1a evaporatör çıkışı; 1 kompresör girişi.

Şekil 2'de görülen P-h diyagramı ve soğutma çevrimi Danfoss firması malzeme seçim yazılımından [3] alındı. Diyagram üzerinde belirtilen 3s, yoğuşmanın bittiği noktadır. Danfoss soğutma çevriminde sıvı deposu kullanımı düşünülmemiştir. Dolayısı ile kondenser soğutkan çıkışı bölgesinde yoğuşma bittikten sonra minimum seviyede sıvı fazda soğutkan olacağı ve bu sebeple düşük seviyede alt-soğutma olabileceği öngörülmüştür. Danfoss yazılımında, söz konusu minimum seviyede oluşan alt-soğutma büyüklüğünü yaklaşık olarak 2 K öngörmüştür. Bu sebeple kondenser çıkış (3a) sıcaklığı, ((yoğuşma sıcaklığı 3s) - 2) olmaktadır.

$$T_{3a} = T_{3s} - 2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Sıvı deposu kullanıldığı uygulamada sıvı deposu sıvı seviyesi, yoğuşmanın bittiği (3s) noktası olmaktadır. Yapılması tasarlanan alt-soğutma, harici soğuk kaynak eşanjörü sıvı deposu sıvı seviyesi olan (3s) noktası ile genişleme valfi girişi olan (3) noktası arasında olmalıdır.



Şekil 3. Soğutma çevrimi sıvı deposu uygulaması.

Sıvı deposu kullanılmayan tek gövdeli kompakt soğutma cihazlarında alt-soğutma, kondenser ısı transfer alanı büyük tutularak kondenser çıkışına (3a) yakın bölgede, fazla soğutkan şarjı ile %100 sıvı bölgesi oluşması sağlanarak kullanılmaktadır. Bu tür uygulamada kondenser ısı transfer alanının, tasarlanan alt-soğutma kapasitesini karşılayacak kadar büyük tutulması gerekmektedir. Bu metod uygulandığında kondenser içinde soğutkan akışı yukardan aşağıya doğru olmalıdır.

Soğutma çevriminde yoğuşma sonu (3s) ve genişleme valfi girişi (3) noktaları entalpi değerleri farkı, alt-soğutma kapasitesini belirler. Bu tür uygulamalar için alt-soğutma kapasitesi hesap formülü;

$$\dot{Q} = \dot{m} \times (h_{3s} - h_3) / 3600 \text{ (kW) olmaktadır.}$$

Kütlesel debi: \dot{m} (kg/h)

Entalpi: h (kJ/kg)

R404A soğutkanla çalışan harici hava soğuk kaynaklı alt-soğutmalı soğutma çevrimi kapasite hesap örneği;

Veriler;

\dot{Q}_s : 10 kW Evaporatör alt-soğutma hariç soğutma kapasitesi,

T_b : -10 °C Buharlaşma sıcaklığı,

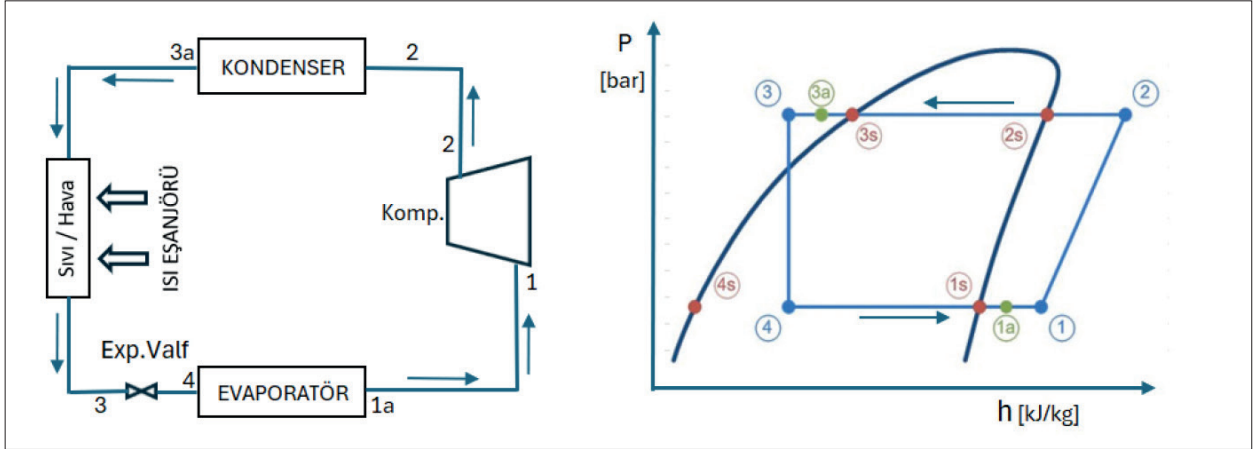
T_y : 50 °C Yoğuşma sıcaklığı,

T_{sh} : 10 K Emiş hattı toplam kızgınlığı,

ΔT_{sc} : 15 K Alt-soğutma sıcaklık farkı.

Tablo 1. R404A alt-soğutmasız soğutma çevrimi verileri [3].

Çevrim süreci adı R404A		Sıcaklık	Basınç	Yoğunluk	Entalpi
Nokta	Alt-soğutma yok	[°C]	[barA]	[kg/m ³]	[kJ/kg]
1	Kompresör emişi	0	4,342	20,84	369,5
2	Kompresör basma çıkışı	87,1	22,98	95,96	432,4
2s	Yoğuşma başlama noktası	50	22,98	137,1	381,6
3s	Yoğuşma bitiş noktası	49,7	22,98	903,4	276,8
3a	Kondenser çıkışı noktası	49,7	22,98	903,5	276,8
3	Genleşme valfi giriş noktası	49,7	22,98	903,5	276,8
4	Genleşme valfi çıkış noktası	-10,3	4,342	41,49	276,8
4s	Buharlaştırma başlama noktası	-10,6	4,342	1190	185,6
1s	Buharlaştırma bitiş noktası	-10	4,342	22,05	360,1
1a	Evaporatör çıkış noktası	-2	4,342	21,06	367,6



Şekil 4. Harici soğutkan hava kaynaklı soğutma çevrimi.

Bilinmeyen kütleli debiyi hesaplamak için evaporatör kapasitesi \dot{Q}_s hesap formülünü kullanabiliriz.

$$\dot{Q}_s = \dot{m} \times (h_{1a} - h_4) / 3600$$

Tanımlı verileri formülde yerine koyarak kütleli debiyi hesaplayabiliriz.

$$\dot{m} = \dot{Q}_s / (h_{1a} - h_4) \times 3600 = (10 / (367,60 - 276,80)) \times 3600 = \mathbf{396,48 \text{ kg/h}}$$

Tablo 2. R404A Alt-soğutmalı soğutma çevrimi verileri [3].

Çevrim süreç adı R404A		Sıcaklık	Basınç	Yoğunluk	Entalpi
Nokta	Alt-soğutma var	[°C]	[barA]	[kg/m ³]	[kJ/kg]
1	Kompresör emişi	0	4,342	20,84	369,5
2	Kompresör basma çıkışı	84,6	22,98	97,47	429,4
2s	Yoğuşma başlama noktası	50	22,98	137,1	381,6
3s	Yoğuşma bitiş noktası	49,7	22,98	903,4	276,8
3a	Kondenser çıkışı noktası	49,7	22,98	903,5	276,8
3	Genleşme valfi giriş noktası	34,7	22,98	995,9	251,4
4	Genleşme valfi çıkış noktası	-10,4	4,342	56,77	251,4
4s	Buharlaştırma başlama noktası	-10,6	4,342	1190	185,6
1s	Buharlaştırma bitiş noktası	-10	4,342	22,05	360,1
1a	Evaporatör çıkış noktası	-2	4,342	21,06	367,6

Soğutma çevrimi alt-soğutma kapasitesi,

$$\dot{Q}_{sc} = \dot{m} \times (h_{3a} - h_3) / 3600$$

$$\dot{Q}_{sc} = 396,48 \times (276,80 - 251,40) / 3600 = \mathbf{2,80 \text{ kW}}$$

Alt-soğutmalı soğutma çevrimi toplam soğutma kapasitesi,

$$\dot{Q}_t = \dot{Q}_s + \dot{Q}_{sc} = 10,00 + 2,80 = \mathbf{12,80 \text{ kW}}$$
 veya doğrulama olarak,

$$\dot{Q}_t = \dot{m} \times (h_{1a} - h_4) / 3600$$

$$\dot{Q}_t = 396,48 \times (367,60 - 251,40) / 3600 = \mathbf{12,80 \text{ kW}}$$
 olmaktadır.

$$\text{Alt-soğutma verimi: } 12,80 / 10,00 = \mathbf{1,28}$$

✓ İşletme masrafı olmayan alt-soğutma uygulaması ile çok yüksek verim elde edilmiş olmaktadır.

Soğutma kompresörü enerji giriş gücü (\dot{W}) hesabı;

$$\dot{W} = \dot{m} \times (h_2 - h_1) / 3600 = 396,48 \times (429,40 - 369,50) / 3600 = \mathbf{6,60 \text{ kW}}$$

Alt-soğutmalı soğutma çevrimi COP değeri hesabı;

$$\text{COP} = \dot{Q}_t / \dot{W} = 12,80 / 6,60 = \mathbf{1,94}$$

Alt-soğutmasız soğutma çevrimi COP değeri hesabı;

$$\text{COP} = \dot{Q}_s / \dot{W} = 10,00 / 6,60 = \mathbf{1,52}$$



2. ALT-SOĞUTMA TÜRLERİ

Alt-soğutma türlerini "Çevrim dışı harici soğutkan kaynaklı" ve "Çevrim içi dahili soğutkan kaynaklı" olmak üzere iki grupta toplayabiliriz.

2.1. Çevrim Dışı Harici Soğutkan Kaynaklı Alt-soğutma

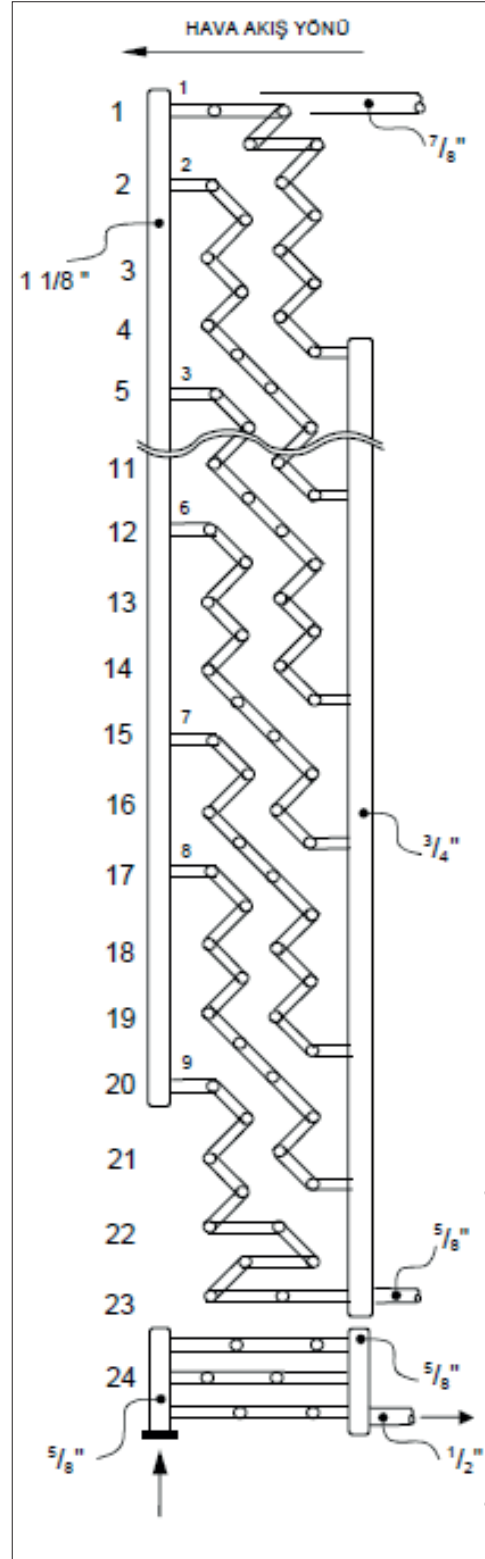
Çevrim dışı harici soğutkan kaynaklı uygulamada alt-soğutmanın devrede olması veya olmaması durumunda kütleli debi (kg/h) değişmez, sabit kalır.

2.1.1. Çevrim Dışı Harici Soğutkan Hava Kaynaklı Alt-soğutma Uygulaması

Yukarıda görülen (Şekil 1) soğutma çevriminde yer alan hava soğutmalı kondenser gövdesi içinde, harici soğutkan hava kaynaklı (Şekil 4) alt-soğutma uygulandığı görülmektedir. Hava soğutmalı kondenser devrelendirme detayı (Şekil 5), tasarım ve üretim çiziminde ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Şekil 5'te görülen hava soğutmalı kondenser, soğutma çevriminde sıvı deposu kullanıldığı durumlar için tasarlanmıştır. Bu tür alt-soğutma en az masraflı üretim şekli olduğu için yaygın olarak uygulanabilir.

İhtiyaç kapasitede hava soğutmalı kondenser yoğuşma sıcaklığı ve dış ortam sıcaklığı farkı, tasarım sürecinde üretici firmalar tarafından belirlenir. Bu fark yaygın olarak 10-15 K civarında olmaktadır. Alt-soğutmanın bu farktan daha düşük olması gerektiği dikkate alınarak kondenser ısı transfer alanı belirlenmelidir.

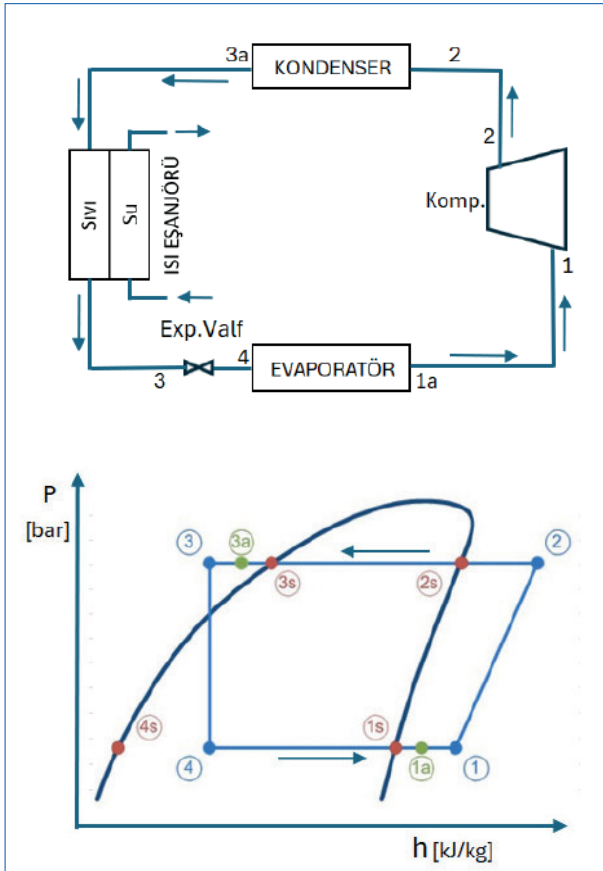
Soğutma çevrimi kondenser boruları içinde, buhar ve sıvı soğutkan olmak üzere çift fazlı akış gerçekleşmektedir. Kondenser boru devrelendirme tasarımı yapılırken, akış boyunca yoğuşan sıvı soğutkanın cazibesi ile kondenserin çıkış noktasına akabilmesi önemli bir detaydır ve mutlaka bu detaya uyulmalıdır. Bu sebeple kondenser çıkışı kollektörden çıkış borusu çapı, sıvı deposu çıkışı sıvı hattı boru çapından büyük bir üst çap (Şekil 5'de görüldüğü gibi) olmalıdır.



Şekil 5. Alt-soğutma devreli hava soğutmalı kondenser [1].

2.1.2. Çevrim Dışı Harici Soğutkan Su Kaynaklı Alt-soğutma Uygulaması

Çevrim dışı harici soğutkan hava kaynaklı alt-soğutma uygulamasından farkı, soğutkan kaynak olarak su kullanılması olmaktadır (Şekil 6). Bu metot uygulandığında soğutkan su sıcaklığı ortam hava sıcaklığının altına düşürülebileceği için daha büyük alt-soğutma kapasitesi elde edilebilir. Soğutkan su sıcaklığı, artezyen kuyu suyu kullanıldığında 16 °C civarında olabilmektedir. Diğer bir seçenek olarak soğutkan soğuk su, su soğutma kulesi ile elde edilebilir.



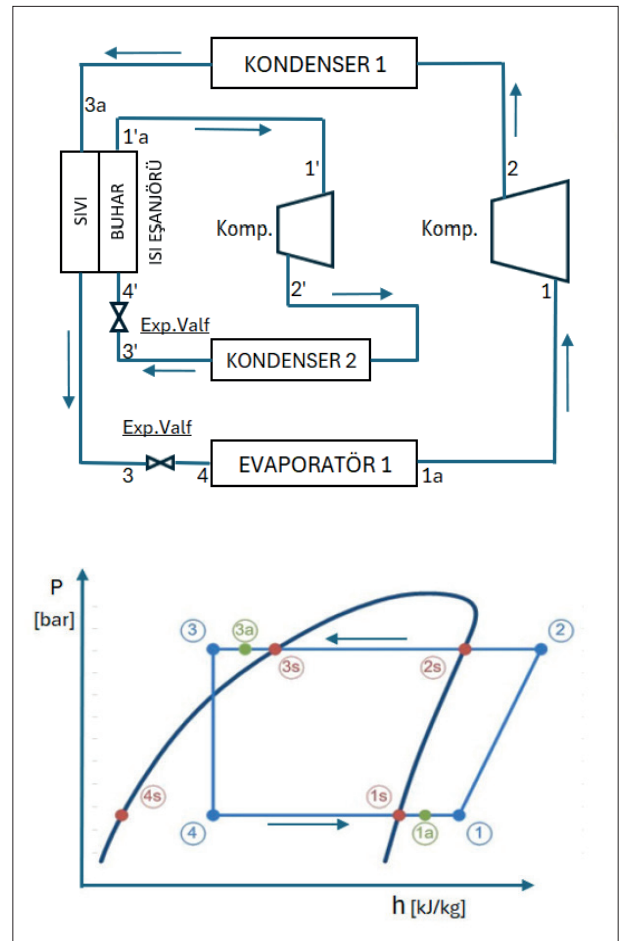
Şekil 6. Harici soğutkan su kaynaklı soğutma çevrimi.

Bu metot çevrim dışı harici soğutkan hava kaynaklı alt-soğutma uygulamasına göre daha büyük yatırım harcaması gerektirebilir.

2.1.3. Çevrim Dışı Harici Mekanik Soğutma Kaynaklı Alt-soğutma Uygulaması

Endüstriyel proses soğutmasında çalışan soğutma sisteminde alt-soğutma kullanılmadığı durumlarda soğutma çevrimi kapasitesini artırma ihtiyacı olduğunda

alt-soğutma tesis edilerek yüksek oranda soğutma kapasitesi artışı sağlanabilir. Soğutma sistemi kapasitesini artırabilmek için yüksek basınçlı sıvı soğutkan sıcaklığını düşürmek gerekmektedir. Hava veya su soğuk kaynak olarak kullanıldığında yüksek basınçlı sıvı soğutkan sıcaklığı alt sınır değerlere (30 °C) ulaştığında, daha büyük alt-soğutma kapasitesi elde edebilmek için, sıvı soğutkan sıcaklığı 30 °C'nin altına düşürülerek aşırı soğutma (daha düşük sıcaklık) sağlanması gerekmektedir. Bu amaçla harici olarak ikinci bir mekanik soğutma sistemi oluşturulması iyi bir seçenektir. Bu metot ikinci bir soğutma çevrimi yatırımı gerektirmektedir. İlave olarak enerji tüketimi işletme masrafı olmaktadır.



Şekil 7. Soğutma çevrimi.

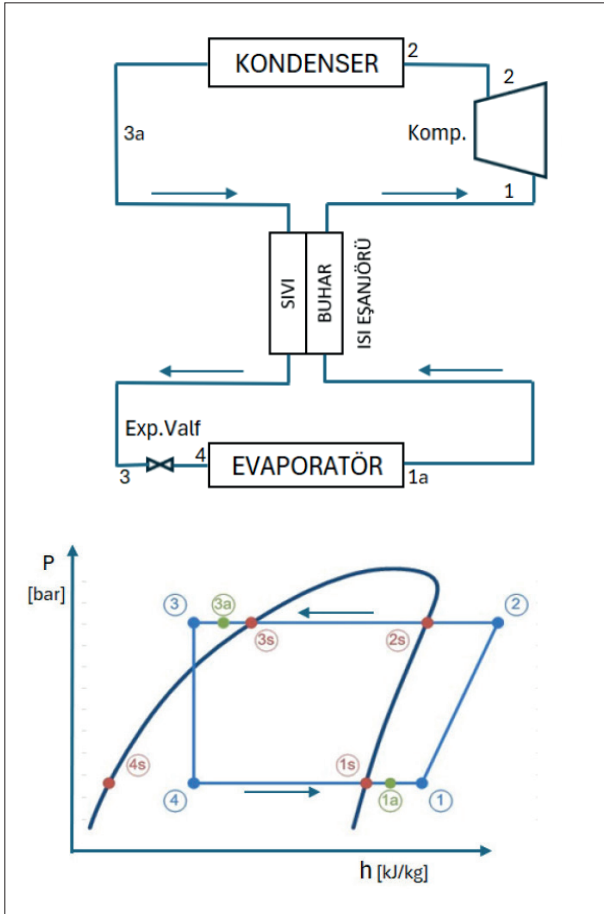
İki soğutma devresinin buhar ve sıvı gözlü ısı eşanjörü ile nasıl ilişkilendirildiği soğutma çevriminde (Şekil 7) görülmektedir [6].

2.2. Çevrim İçi Dahili Soğutkan Kaynaklı Alt-soğutma

Çevrim içi dahili soğutkan kaynaklı uygulama 2 grup altında toplanabilir. İlki Şekil 7'de görüldüğü gibi alçak basınç hattı içindeki soğuk buharın soğuk kaynak olarak kullanıldığı ısı eşanjörü içinde yüksek basınçlı sıvı soğutkan soğutulur ve alt-soğutma uygulanmış olur. İkinci yol ise, yüksek basınç (HP) sıvı hattından ayrıştırılan ikinci bir devre üzerine monte edilen ısı eşanjörü ile alt-soğutma uygulanması olmaktadır (Şekil 9).

2.2.1. Emiş Hattında Isı Eşanjörü Kullanılması ile Alt-soğutma Uygulanması

Küçük kapasiteli soğutucularda alt-soğutma uygulamaları yaygın olarak emiş (SL) hattında sıvı/buhar ısı eşanjörü (Şekil 9) kullanılarak yapılmaktadır.



Şekil 8. Soğutma çevrimi ve basınç entalpi diyagramı [5].



Şekil 9 Sıvı/Buhar ısı eşanjörü [3].

Bu tür uygulamada yoğuşma sıcaklığındaki sıvı soğutkan, dönüş hattı (SL) üzerine monte edilen ısı eşanjörü diğer devresinden geçerken düşük sıcaklıkta olan dönüş hattı buhar fazındaki soğutkan tarafından soğutulmaktadır. Alt-soğutma eşanjörü ile etkili soğutma yapılabilmesi için boru bağlantısının ters akışı (Şekil 7) sağlayacak şekilde montaj yapılması gerekmektedir. Bu tür uygulamada oransal olarak büyük kapasiteli alt-soğutma kapasitesi elde edilmesi mümkün değildir. Yaygın olarak beyaz eşya grubunda yer alan buzdolaplarında ve market soğutucularında kullanılmaktadır. Ev tipi buzdolaplarında genleşme valfi kullanılmaz, yerine kılcal boru kullanılır. Kılcal boru dönüş hattı ile lehimlenir ve eşanjör etkisi yaratılmış olur. Bu yöntemle de alt-soğutma uygulanmış olur.

2.2.2. Çevrim İçi Dahili Sıvı Soğutkan Kaynaklı Alt-soğutma Uygulanması

Çevrim içi dahili soğutkan kaynaklı uygulamada, soğutma çevrimi yüksek basınçlı sıvı hattı ikiye bölünür. Ana hattan ayrıştırılan ikinci devre üzerine monte edilen ısı eşanjörü ile alt-soğutma gerçekleştirilir. Bu tür uygulamada ana soğutma çevrimi debisi ikiye bölündüğü için soğutma kapasitesi düşer, ancak ikinci devre üzerinde ısı eşanjörü ile alt-soğutma uygulandığı için soğutma çevrim kapasitesi daha büyük olur.

2.2.2.1. Çevrim İçi Dahili Sıvı Soğutkan Kaynaklı Isı Eşanjörü ile Alt-soğutma Uygulanması

Endüstriyel proses soğutmasında çalışan soğutma sisteminde alt-soğutma kullanılmadığı durumlarda soğutma çevrimi kapasitesini artırma ihtiyacı olduğunda alt-soğutma tesis edilerek yüksek oranda soğutma kapasitesi artışı sağlanabilir. Alt-soğutmalı soğutma sistemi oluşturulurken, harici mekanik soğutma soğuk kaynaklı alt-soğutmalı sistemde olduğu gibi ikinci kompresör kullanılmasının istenmediği durumlarda çevrim içi yüksek basınçlı sıvı soğutkan kullanılması ile alt-soğutma yapılması tercih edilebilir.

Alt-soğutma uygulamasında, yüksek basınç hattı sıvı soğutkan sıcaklığını 30 °C'nin altına düşürülmesi gerektiği durumlarda, çevrim içi sıvı soğutkan kullanılması ile alt-soğutma yapılması tercih edilebilir. →

Aynı soğutma çevriminde birden fazla kompresör kullanıldığında, paralel çalışan kompresörler sorunsuz çalışabilir. Ancak Şekil 13'de görüldüğü gibi paralel değil farklı rejimde çalıştığında, kompresörler karterindeki yağlama yağı seviyeleri farklı olabilir ve bunun sonucunda kompresör yağlama sorunları yaşanabilir.

SONUÇ

Alt-soğutma, kapasite artışı sağlamanın yanında enerji verimliliğini kategorik olarak yüksek oranda artıran bir uygulamadır. Farklı alt-soğutma türleri vardır ve hepsinin amacı yüksek basınç hattı sıvı soğutkan sıcaklığını yoğunlaşma sıcaklığının altına düşürmektir. Alt-soğutma türleri teori ve teknoloji bakımından incelenmiş ve seçim kriterleri belirlenmiştir. Bu makale ile tasarımcı, üretici ve uygulamacıların alt-soğutma çeşitliliği ve özellikleri hakkında daha fazla farkındalık sağlanması hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Erkan, Turan - Timsan Isı Sanayi Ltd. (Kuruluş 1983) üretim tasarımları.
 [2] Dinçer, İbrahim - Refrigeration systems and applications-John Wiley & Sons (2018)
 [3] Danfoss, Coolselector2 Untitled. csprj malzeme seçim yazılımı.
 [4] Copeland, Technical Information Ref: D7.4.2/0205-0705/E Page: 13/17

[5] Shyam Agarwal – Journal of Thermal Eng. Vol.7, No.1, pp. 109-132, January, 2021

[6] Kasni Sumeru et al./Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering) 81:5 (2019) 155-170

[7] Guentner Subcooling EN. Technical Article. First published 2010.▪

ÖZGEÇMİŞ

Turan ERKAN

1952 Alaşehir-Manisa doğumlu, bir kız bir oğlan çocuk babasıdır. 1970 yılında İzmir Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Lisans eğitimine başladı. Akademi tasfiye olup Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesine dahil oldu ve 1977 Şubat ayında Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1977 yılı Temmuz ayında Pınar Süt fabrikasında Enerji Tesisleri Şefi ünvanı ile çalıştı. 1978 Mayıs ayında Alarko İzmir satış mağazasında teklif hazırlama mühendisi olarak çalışmaya başladı. 1983 yılı içinde çalışmakta olduğu Alarko'dan ayrılıp kendi şirketini kurma kararı aldı. 1983 yılı Ekim ayında gıda soğutması alanında üretim yapma hedefi ile TİMSAN ünvanlı şirketini kurdu. Şirket ünvanı 2002 yılı sonunda TERKAN olarak değiştirildi. Şirket faaliyeti 2012 yılında ikinci nesil tarafından yönetilmeye başladı. Yaşadığı ağır sağlık sorunları sonucu 2020 Mart sonunda şirketle olan ilişkisi sonlandı. Yaşamını evde sürdürmekle birlikte birikmiş bilgi ve tecrübelerini yazılı eserleriyle sürdürme gayreti içindedir.

www.sogutmadunyasi.com

Markanızı Geleceğe Taşımak için

Soğutma Dünyası'nda yer alın!

Basılı dergi ve dijital reklam alanlarında yer almak için reklam teklifimizi inceleyebilirsiniz.

Teklif almak için bize ulaşın!

info@sogutmadunyasi.com
essiad@essiad.org.tr

soğutma
dünyası