

# Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Sıvı Soğutkan Toplanma Deposunun Seçim Kriterleri

İlhan CEYLAN, Mustafa AKTAŞ, Hikmet DOĞAN  
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü  
06500 Teknikokullar, ANKARA

## ÖZET

Sıvı soğutkan toplanma deposu, (receiver) soğutucu akışkanın sistemden toplanıp depolanması, sistemde meydana gelen dalgalanmaların karşılanması, bazı soğutma sistemlerindeki sıvı depolanma gereksiniminin karşılanması maksatlarıyla ve genel anlamda sistemin yüksek basınç tarafında bulunan bir depodur. Soğutma sistemlerinde kullanılan bu depo için uygulamada bilimsel usullere dayalı herhangi bir seçim kriterinin kullanılmayışı ve firma kataloglarına göre tercih edilmesi büyük problemlere yol açmaktadır. Bu çalışmada sıvı soğutkan toplanma deposunun (receiver) soğutma sistemleri için kapasite tayininin bilimsel yöntemlere göre seçilebilirliği ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toplanma deposu, sıvı soğutkan, soğutma, kapasite tayini

# Selection Criterias of Liquid Refrigeration Tank Used In Cooling Systems

## ABSTRACT

The receiver is a tank located generally near the high pressure area of the system and is used for storing of cooling liquid coming from the system, stabilising of heat variations and for liquid storing within the cooling system. Since any selection criteria based on scientific methods is not used and it is chosen according to the company catalogue for the receiver used within cooling systems, it causes big problems. In this work, for the cooling system of receivers determination of capacity was investigated according to scientific methods.

**Key Words:** Receiver, liquid refrigerant, cooling, determination of capacity

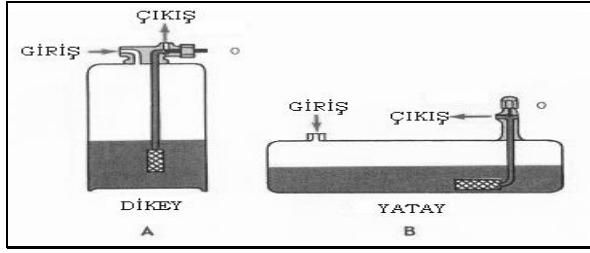
## 1. GİRİŞ

Sıvı soğutkan toplanma deposu, soğutkanın sistemden toplanıp depolanması, sistemde meydana gelen dalgalanmaların karşılanması, bazı soğutma sistemlerindeki sıvı depolanma ihtiyacının karşılanması maksatlarıyla ve genel anlamda sistemin yüksek basınç tarafında sıvı ile sıcak gaz arasında bir tampon/yastık vazifesi görmek buharlaştırıcıya sıcak gazın gitmesini önlemek maksadıyla kullanılır. Soğutma sisteminde kullanım amacına göre yüksek ve alçak basınçlı olmak üzere iki tipi mevcuttur (1). Yoğuşturucu ile genleşme vanası arasında yüksek basınç kısmında bulunan depoya “yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposu”, sistemin hem alçak hem de yüksek basınç kısımlarından her ikisine de bağlanan depoya da “alçak basınçlı sıvı-buhar soğutkan deposu” denir. Uygulamada belirli bilimsel usullere dayalı herhangi bir seçim kriterinin kullanılmayışı ve firma kataloglarına göre kapasite tayininin yapılması, katalogdan katoloğa değişen kapasite değerlerinde bir karmaşıklığa yol açmaktadır. Bu çalışmada soğutma sistemlerinde kullanılan depoların kullanılma amaçları izah edilerek, belirli hesaplamalarla kapasite tayini irdelenmiştir.

## 2. YÜKSEK BASINÇLI SIVI SOĞUTKAN DEPOSU

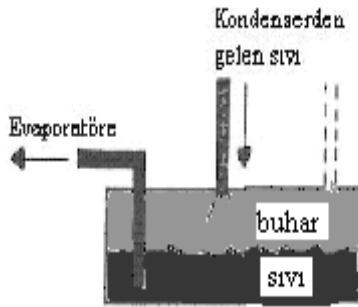
Soğutma sistemlerinde yoğuşturucu ile genleşme vanası arasında yüksek basınç kısmında bulunan ve sıvı soğutkanın toplanmasına yarayan depolar “yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposu” olarak adlandırılırlar. Kılcal borulu küçük kapasiteli soğutma sistemlerinde sıvı soğutkan deposuna gerek yoktur. Yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposu (receiver) soğutma sistemlerinde sezonluk dönüşümlerde sistemdeki soğutucu miktarının tamamını depo edecek büyüklüktedir (2).

Yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposu, ticari soğutma sistemleri için, sistemdeki sıvı hacminden %15 daha büyük seçilir. Bu servis operatörlerinin bir tecrübesi olarak ortaya çıkmıştır. Seçilen depo içerisindeki filtre ve boru hacmi bu şekilde seçilen toplam hacme eklenmiş olunur. Ayrıca depoya içerisindeki soğutkandan daha yüksek sıcaklıkta az da olsa gelen kızgın buhar depodaki sıvıyla karışarak buharlaşmasına sebebiyet verir. Depodaki %15’lik boşluk bu buharlaşmayı barındırabilecektir (3). Receiverler yapısı itibarı ile dikey ve yatay olmak üzere 2’ye ayrılır. Şekil 1’de soğutma sistemlerinde kullanılan dikey ve yatay tip receiver görülmektedir. Şekil 2’de de taşmalı ve karışmalı tip depoların bağlantı şekilleri verilmiştir.

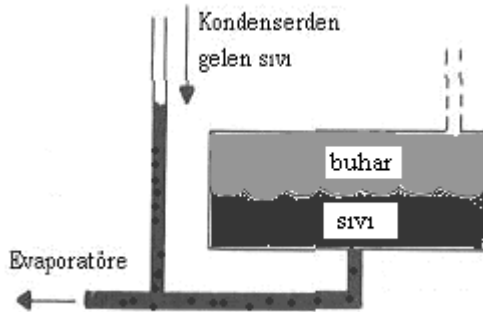


Şekil 1. Dikey ve Yatay Tip Receiver

Bu depoları kullanım amacına göre de üstten girişli ve çıkışlı karışmalı tip (sıvı+buhar) ve alttan girişli yada taşmalı tip olmak üzere 2'ye ayırabiliriz (4).



a. Üstten girişli ve çıkışlı karışmalı tip depo (sıvı+buhar).



b. Alttan girişli ya da taşmalı tip depo

Şekil 2. Taşmalı ve Karışmalı Tip Yüksek Basınçlı Receiver Bağlantı Şekilleri (5).

Bütün yıl boyunca çalışan sistemlerde yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposunun sistemdeki bütün sıvıyı depo edebilmesine gerek yoktur. Bu nedenle depo hacminin bulunmasında iki önemli parametre vardır (6). Bunlardan birincisi; soğutkan depoları çok büyük soğutma sistemlerinde ya da merkezi sistemler tarafından soğutulması sağlanan birimlerde sisteme gazı pompalama görevi yapmalıdır. İkincisi ise; belirli bir zaman dilimi içerisinde sistemdeki bütün soğutkanı depo etmelidir (7).

Sıvı soğutkan deposunun yeri yoğuşturucudan hemen sonradır ve sıvı soğutkanı muhafaza eder. Bir

soğutkan kontrol aygıtı olarak akış buharlaştırıcıya doğrudur, bu yüzden sıvı soğutkan deposundaki sıvı seviyesi değişecektir. Sıvı soğutkan deposu soğutma çevrimi boyunca bir pompa görevi görür. Sıvı soğutkan deposu, pompa görevi gördüğü sistemlerde sistemdeki sıvı miktarının %20'sini güvenli bir şekilde depo edebilir (8). Sıvı soğutkan depoları, hava soğutmalı yoğuşturucularda, yoğuşturucudan gelen sıvı soğutkanı depo ederler. Su soğutmalı yoğuşturucular da ise yoğuşturucu ve sıvı soğutkan deposu tek birimden oluşur (9).

Yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposunun hacminin hesaplanmasında sistemdeki soğutkan ağırlığının hacmi, depodan sıvı borusuna buharlaştırıcıya ulaştırılmak üzere sıvıyı belirli aralıklarla gönderen miktardır. Genellikle 5 dakikalık çalışma aralığı bunun için uygundur. Bu yüzden, ağırlık hacmi 5 dakikalık çalışma aralığında pompalanan akış hacmidir ya da ağırlık hacmi dakikadaki akış hacminin 5 katıdır denilebilir (3).

Buna göre;

$$Q_E = \dot{m}_T (h_1 - h_4) \quad (1)$$

eşitliğinden  $\dot{m}_T$  bulunarak, yüksek basınçlı sıvı deposu yoğuşturucuda yoğuşan soğutucu sıvıyı depo edeceğinden, soğutkanın yoğuşma sıcaklığındaki sıvı yoğunluğuna bölünür ve hacimsel debi ( $m^3/s$ ) bulunur. Bunun için;

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}_T}{\rho_L} \quad (2)$$

eşitliği kullanılır.

Bu değer dakikaya çevirmek için 60, depo hacmi için ise 5 ile çarpılarak;

$$RH = \dot{V} \cdot 300 \quad (3)$$

olarak belirlenir. Ayrıca depo hacmi yüksek basınçlı sıvı deposu içerisindeki filtrenin ve boruların sıvı içerisindeki kapladığı hacimden dolayı %15 büyütülür (3). Bu durumda;

Yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposunun gerçek hacmi ise:

$$V_g = RH (m^3) \cdot 1,15 \quad (4)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Örneğin R-404a soğutucu akışkanı kullanılan bir sistemin;

Buharlaştırıcı sıcaklığı  $7^\circ C$ ,

Yoğuşturucu sıcaklığı  $40^\circ C$ ,

Kompresör gücü 1 HP,

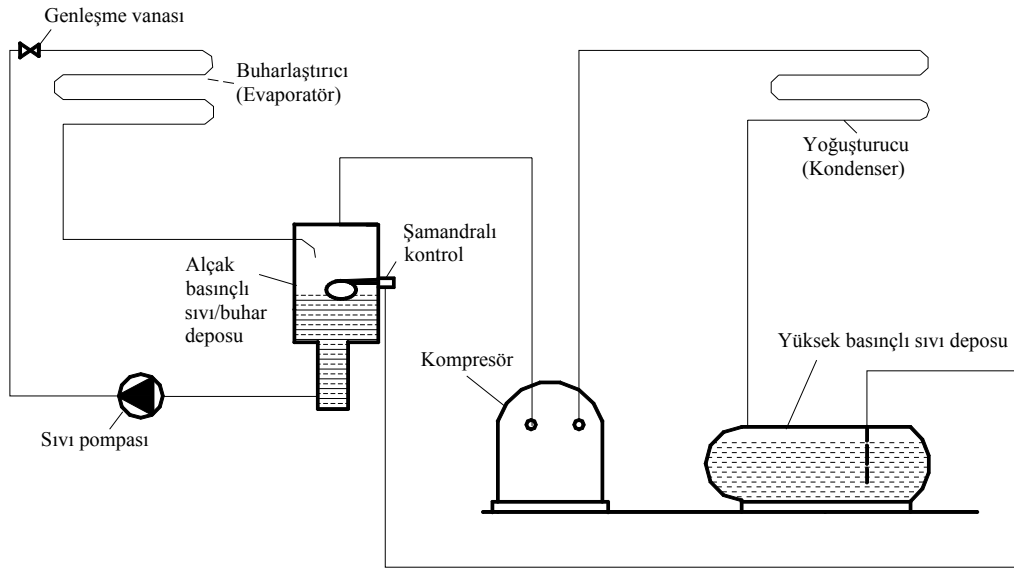
olarak kabul edilirse bu sistemin soğutma kapasitesi 2,2 kW'dır (10). 2,2 kW'lık soğutma kapasitesi ve  $7^\circ C$  buharlaşma sıcaklığı için Eşitlik 1'den soğutucu akışkanın kütleli debisi  $0,0134 \text{ kg/s}$  olarak bulunur.  $40^\circ C$ 'deki soğutucu akışkanın sıvı haldeki yoğunluğu  $833 \text{ kg/m}^3$ 'dür. Eşitlik 2'den soğutucu akışkanın hacimsel debisi de  $1,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/s$  olarak hesaplanır. Bu değeri

eşitlik 3'de yerine koyarak, R-404a soğutucu akışkanı kullanılan 2,2 kW'lık soğutma kapasiteli bu sistemin receiver hacmi 4825 cm<sup>3</sup> olarak bulunur.

Anlatımı ve hacim hesabı yapılan yüksek basınçlı sıvı soğutkan deposu, buharlaştırıcıda sıcak gaz defrost uygulaması yapılan sistemler için uygun değildir. Bu amaçla kullanılan depolar alçak basınçlı depolar olup sistemin alçak ve yüksek basınç kısımlarından her ikisine de bağlıdır. Bu tip depolarda buharlaştırıcıda sıcak gaz defrostu yapıldıktan sonra dönen gaz depo üzerinden tekrar kompresöre akar. Böylelikle dönüş borusunda bulunabilecek sıvı soğutkanın tamamı buharlaştırılarak kompresöre gönderilmiş olunur.

### 3. ALÇAK BASINÇLI SIVI/BUHAR DEPOSU

Alçak basınçlı sıvı-buhar soğutkan deposunun görevi; sıvı ve buhar karışımındaki sıvıyı depolayarak



Şekil 3 . Mekanik Sıvı Pompalı Alçak Basınçlı Sıvı-Buhar Deposunun Uygulama Örneği

buhardan ayırmasıdır. Şekil 3'de alçak basınçlı sıvı-buhar soğutkan deposunun uygulaması verilmiştir.

#### 3.1 Ağırlık Hacminin Bulunması

Ağırlık hacmi, alçak basınçlı sıvı-buhar soğutkan deposundan sıvı borusuna buharlaştırıcıya ulaştırılmak üzere sıvıyı belirli aralıklarla gönderen miktardır. Diğer bir ifade ağırlık hacmi depodaki sıvı miktarıdır. Genellikle 5 dakikalık çalışma aralığı bunun için uygundur. Bu yüzden ağırlık hacmi, 5 dakika süresince pompalanan akış hacmidir. Ya da dakikadaki akış hacminin 5 katıdır denilebilir.

#### 3.2. Sıvı İçerisindeki Taşma Hacminin Bulunması

Basma ve emme hattında ortak kullanılan bu depolar; yoğuşturucudan gelen sıvı haldeki soğutkan ve buharlaştırıcıdan gelecek kompresöre dönen buhar ha-

lindeki soğutkan olmak üzere soğutucu akışkanı iki türlü depo ederler. Bu iki akış sırasındaki dalgalanmalar sistem içerisindeki soğutkanın taşma hacminin muhafaza edilmesi için bir kap bulunmasını zorunlu kılar. Kap içerisindeki sıvının toplam kaba oranı için tecrübelerle edinilmiş değer %33 olarak kabul edilebilir.

Bunun yanında bir de hesap yapılmak istenirse;

$$\text{Kap içinde sıvı yüzdesi} = 1 - \frac{1}{1,2 n^{0.2}} \quad (5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Daha ayrıntılı bir hesaplama için 2 model söz konusudur. Model 1'de, boru içerisindeki sıvı ve buharın aynı hızda aktığı kabul edilir ve

$$F_L = \frac{(n-1)\rho_V}{(n-1)\rho_V + \rho_L} \quad (6)$$

eşitliği ile bulunur.

Model 2'de ise uygulamalarda daha çok kabul görülür ve gerçeğe yakın değerler verir. Bu modelde, boru içerisindeki buharın hızı sıvıdan daha yüksektir ve emiş borusunda sürüklenen bu buhar yanında bir miktar sıvıyı da taşır.

Bu model için de;

$$F_L = \frac{(n-1)R}{(n-1)R + I} \quad (7)$$

eşitliğinden faydalanılabilir.

Eşitlik 7'deki "R" değeri;

$$R = \frac{\rho_V}{\rho_L} + \sqrt{\frac{\rho_V}{\rho_L}} \quad (8)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

Sıvı-buhar deposunun hacmi ise:

$$V = \frac{5(dk) \cdot 60(s/dk) \cdot \dot{m}_T (kg/s) \cdot 3}{\rho_L (kg/m^3)} \quad (9)$$

eşitliği ile bulunur. Soğutucu akışkanın kütleli debisi ( $\dot{m}_T$ ) için Eşitlik 1'den faydalanılır.

Eşitlik 9'da verilen "3" değeri alçak basınçlı deponun yaklaşık %33' ünün sıvı ile dolu olduğu kabul edildiğinden toplam hacim için çarpma katsayısıdır. Hacmi "m<sup>3</sup>" olarak bulunan deponun uzunluğu ya da çapı için;

$$D = \sqrt{\frac{RH \cdot A}{\pi \cdot L}} \quad (10)$$

eşitliği kullanılabilir.

Sıvı-buhar soğutucu deposunun içerisindeki sıvı hacminin bulunması eşitliklerinde dolaşma oranı "n" kullanılmıştır. Alçak basınçlı deponun kullanıldığı sistemlerin en önemli faydası; sıvının tekrar kullanılması buharlaştırıcıdaki ısı transfer katsayısını artırır. Soğutucu tarafındaki yüzeyin ıslaklığı özellikleri iyileştirir ve soğutucu hızını artırır. Bu fazla beslemenin büyüklüğü "yeniden dolaşma sayısı" ya da "oranı (n)" olarak adlandırılır.

Yeniden dolaşım sayısı için;

$$n = \frac{\dot{m}_T}{\dot{m}_V} \quad (11)$$

eşitliği kullanılır.

Eşitlik 11'de görüleceği üzere; buharlaştırıcıda buharlaşmadan alçak basınçlı depoya gelen sıvı tekrar buharlaştırıcıda kullanılacaktır. İşte bu sıvının yeniden buharlaştırıcıya gönderilmesi, yeniden kullanma sayısı ya da dolaşma oranını belirler. Alçak basınçlı depoya gelen buhar ise; kompresör tarafından emilerek yoğunlaştırıcıya gönderilir. Buna göre eşitlik "12" düzenlenir ise;

$$n = \frac{\dot{m}_T}{\dot{m}_V} \quad (12)$$

buradan

$$\dot{m}_T = n \times \dot{m}_V$$

şeklini alır, ve;

$$\dot{m}_L + \dot{m}_V = \dot{m}_T \quad (13)$$

$$\dot{m}_L + \dot{m}_V = n \times \dot{m}_V \quad (14)$$

$$\dot{m}_L = (n - 1) \dot{m}_V \quad (15)$$

$$\dot{V} = v \times A \quad (16)$$

eşitliklerinden;

$$\dot{V}_V = v_V \times A_V \quad (17)$$

$$\dot{V}_L = v_L \times A_L \quad (18)$$

$$\dot{m}_T = \dot{V} \times \rho \quad (19)$$

$$\dot{m}_V = \dot{V}_V \times \rho_V \quad (20)$$

$$\dot{m}_L = \dot{V}_L \times \rho_L \quad (21)$$

olarak bulunur.

Tecrübelerle edinilmiş dolaşma oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge1. Bazı Soğutucular İçin Dolaşma Oranları (1)

Soğutucu	Dolaşma Oranı (n)
Amonyak (R-717)	
Geniş çaplı borular için	6 ile 7
Dar çaplı borular için	2 ile 4
R-22	3
R-134a	2

Yukarıda hacimsel hesabı yapılan alçak basınçlı sıvı-buhar soğutucu deposu gibi, sıvı ve buhar karışımında, sıvıyı toplayarak ayıran diğer depolarda da [flash tank (subcooler)/desuperheater, thermosyphon receiver] aynı usül ve eşitliklerle hacim hesabı yapılabilir (4).

#### 4. SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile soğutma sistemlerinde çeşitli amaçlar için kullanılan soğutucu depolarının bilimsel usullere dayalı hesaplamalarla boyutlarının belirlenmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada sıvı soğutucu deposu boyutunun belirlenmesi örnek bir hesaplama ile izah edilmiştir. Soğutma sisteminde bir soğutucu deposu seçecek uygulayıcı için pratik hesaplama usulleri ile kapasite tayini yapılmıştır.

Bu şekilde sıvı soğutucu deposunun seçiminde meydana gelen karmaşıklığın önüne geçilerek soğutma sistemlerinde oluşabilecek dalgalanmalar da önlenecektir.

#### 5. SEMBOLLER

$A$	Alan, (m <sup>2</sup> )
$D$	Soğutucu deposunun çapı, (m)
$F_L$	Alçak basınçlı sıvı-buhar deposundaki sıvı yüzdesi (%)
$h_1 - h_4$	Buharlaştırıcıya giriş ve çıkış entalpisi, (kJ/kg)
$L$	Soğutucu deposunun uzunluğu, (m)
$\dot{m}_T$	Soğutucu akışkanın kütleli debisi, (kg/s)
$\dot{m}_V$	Buharlaştırıcıda buharlaşan soğutucu debisi, (kg/s)

$\dot{m}_L$	Buharlaştırıcıda buharlaşmayan soğutucu debisi, (kg/s)
$n$	Dolaşma oranı
$RH$	Sıvı soğutkan deposu hacmi, (m <sup>3</sup> )
$Q_E$	Buharlaştırıcı kapasitesi (kJ)
$\rho_v$	Soğutkanın (soğutucu akışkanın) buhar halindeki yoğunluğu, (kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_L$	Soğutkanın sıvı haldeki yoğunluğu, (kg/m <sup>3</sup> )
$v$	Hız, (m/s)

## 6. KAYNAKLAR

1. "Refrigeration" 1998 Ashrae Handbook , SI Edition.
2. WANG, SHAN K. "Handbook of Air Conditioning and Refrigeration", Second Edition, McGraw-Hill, 2001.
3. STOCKER, WILBERT F. "Industrial Refrigeration Handbook" McGraw-Hill, 1998.
4. ALTHOUSE / TURN QUİST / BRACCIANO "Modern Refrigeration and Air Conditioning", The Good Heart Willcox Company Publisher, 1988.
5. ALTHOUSE / TURNQUIST / BRACCIANO "Modern Refrigeration and Air Conditioning", The Goodheart-Willcox Company , INC.,1992.
6. LANGLEY, BİLLY C "Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration", Prentice Hall, Printed in the United States of America, p-137, 1990.
7. W. F. STOECKER, J. W. JONES "Refrigeration And Air Conditioning" Second Edition, McGraw-Hill, 1985.
8. BOAST, M., F., G., "Refrigeration and Air Conditioning", British Library Catalogue in Publication Data, p-88, 1986.
9. REED, G., H., "Refrigeration a Practical Manual for Mechanics", Elsevier Applied Science Publishers Ltd, Second Edition, p-31, 1986.
10. Akdeniz soğutma kompresör seçim kataloğu, [www.akdenizsoğutma.com.tr](http://www.akdenizsoğutma.com.tr)