

# Soğutma Sistemlerinde Borulamada Dikkat Edilecek Hususlar

Mert MİRZA\*  
Ali GÜNGÖR\*\*

## Özet

Bu çalışmada R-22, R-134a ve R-502 soğutucu akışkanlı soğutma sistemlerinin boru hatlarının boyutlandırılmasında dikkat edilmesi gereken önemli noktalar, basınç kayıplarının soğutma kapasitesine olan etkileri açıklanmış ve pratikte kullanışlı olan ölçülendirme yöntemleri tablo ve şekillerle anlatılmıştır. Emme, sıvı ve boşaltma hatlarının nasıl boyutlandırılacağı ayrıca belirtilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Soğutucu akışkan (soğutkan) borulama

## BAŞ TARAFI 96. SAYIMIZDA

### 3.10 Soğutma Sistemlerinde Yağlama

#### 3.10.1 Yağ Dolaşımı

Tüm kompresörler normal çalışma sırasında bir miktar yağlama yağı kaybederler. Yağ, kompresörü kaçmaz bir şekilde basma gazıyla terk ettiğinden, halokarbon soğutucu akışkanları kullanan sistemler bu yağı ayrıldığı miktarda geri döndürmelidir.

Kompresörü ya da yağ ayırıcısını terk eden yağ, yağlaştırucuya ulaşır ve sıvı soğutucu akışkan içinde erir, bu sayede yağ, buharlaştırıcıya sıvı hattından kolayca ulaşır. Buharlaştırıcıda, soğutucu akışkan buharlaşır ve sıvı faz, yağca zengin bir hal alır. So

ğutucu akışkanın yağ içindeki konsantrasyonu buharlaştırıcı sıcaklığına ve soğutucu akışkan tipi ile kullanılan yağa bağlıdır. Yağ/soğutucu akışkan karışımının viskozitesi sistem parametrelerine bağlı olarak belirlenir. Buharlaştırıcıda ayrılan yağ kompresöre yerçekimi ya da dönüş gazının çekim kuvveti ile geri döner. Yağın basınç kaybı üzerindeki etkisi büyüktür, bazı durumlarda basınç kaybındaki artış 10 kat kadar olabilir.

Halokarbon soğutucu akışkan kullanan düşük sıcaklıklı soğutma sistemlerindeki en büyük problemlerden biri yağlama yağının buharlaştırıcıdan kompresöre geri döndürülmesidir. Çok sık kullanılan santrifüj kompresörler ve nadiren kullanılan yağlama yağsız kom

\* Makina Mühendisi

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

yağı kompresörden basma hattına taşır. Yağın büyük bir kısmı bir yağ ayırıcısı ile akıntıdan ayrılıp kompresöre geri döndürülebilir. Birleşmiş yağ ayırıcıları, sis keçeleri (mist pads) ya da yönlendirici kanatçıklar kulanan ayırıcılardan çok daha iyi olmakla beraber bunlarda % 100 verimli değildir. Yağın sistem içinde yolunu bulması sağlanmalıdır.

Yağ, halokarbon soğutucu akışkanlarla daha yüksek sıcaklıklarda iyi karışmaktadır. Sıcaklık düştükçe, karışabilirlik azalır ve yağın bir kısmı taşmalı buharlaştırıcıda sıvı seviyesinin üzerinde yağca zengin bir tabaka oluşturur. Eğer sıcaklık çok düşükse yağ, soğutucu akışkan kontrollerine engel olan, akış bölümlerini kapatan ve ısı transfer yüzeylerini kirleten ya pışkan bir kütleye dönüşür. Düzenli çalışan bir sistem için doğru yağ yönetimi anahtar noktadır.

Genelde, doğrudan genleşmeli ve üstten sıvı beslemeli buharlaştırıcılarda taşmalı buharlaştırıcılara göre daha az yağ dönüş problemi olmaktadır çünkü soğutucu akışkan sürekli bir şekilde yağı buharlaştırıcıdan süpürecek yeterli hızlarda akmaktadır. Sıcak gaz defrostu kullanan düşük sıcaklıktaki sistemler de sistem her defrost yaptığında yağı çevrimden dışarı süpürecek şekilde tasarlanabilirler. Bu, yağın buharlaştırıcı yüzeyini kaplaması ve ısı transferini engellemesi olasılığını düşürür.

Taşmalı buharlaştırıcılar sadece kuru soğutucu akışkan buharını sisteme geri döndürdüğünden buharlaştırıcıdaki yağ kirlenmesi artabilir. Köpük ayırma sistemleri gövde içinde yüzen yağca zengin tabakayı bir ısı kaynağı kullanarak yağ ve soğutucu akışkanı ayırıp, yağı kompresöre döndürürler. Taşmalı halo karbon sistemlerin karmaşık yapıda olmalarından ötürü, bazı tasarımcılar bu tip sistemleri kullanmaktan kaçınırlar.

### 3.10.2 Sistem Kapasitesindeki Azalma

Kompresörlerde otomatik kapasite kontrolü kullanmak dikkatli analiz ve tasarıma ihtiyaç duyar. Kompresör belli bir kapasite aralığındaki sistem yüklemeye gereksinimini karşılayacak şekilde çalıştığından, yüklemeye ve

tam yük kapasitesinin % 25'ine kadar basma yapabilirken, paralel bağlanmış çoklu kompresörler sistem kapasitesinin % 12,5 ya da altına basma yapabilirler. Sistemdeki borulama en düşük yüklerde yağı geri döndürecek şekilde tasarlanmalıdır, aynı zamanda sistem tam kapasitede çalışırken borularda ve donanımda aşırı basınç kaybı oluşmamalıdır.

### 3.10.3 Yağ Dönüşünü Sağlayan Düşey Emme Hatları

Çok sayıdaki soğutma sisteminde buharlaştırıcı kompresörden daha düşük bir seviyede olduğundan bir düşey emme hattı bulunur. Sistemde dolaşan yağ, gaz yükselticilerinde dönüş gazı ile beraber taşınarak ya da sifon ile pompa gibi yardımcı donanımlarla döndürülür. Yağın taşınması için minimum şartlar kaldırma kuvveti ile ilişkilidir (örneğin sıvı ile buhar arasındaki yoğunluk farkı ve buharın momentum akışı gibi).

Yağın taşınması için birincil şartlar gaz hızı, gaz yoğunluğu ve boru iç çapıdır. Yağ-soğutucu akışkan karışımının yoğunluğu oldukça az öneme sahiptir çünkü çok geniş bir aralıkta neredeyse sabittir. Bunun yanında -40 °C'den daha düşük sıcaklıklarda yağ viskozitesi önemli olabilir. Sıcaklık düştükçe ve gaz daha az yoğun hale geldikçe daha büyük gaz hızlarına ihtiyaç duyulur. Bunun yanında boru çapının artması durumunda da, daha yüksek hızlar gerekebilir. Tablo 16 bu şartları, yağın taşınması için ihtiyaç duyulan minimum soğutma kapasitesine çevirmektedir. Düşey emme hatları minimum sistem kapasitesine göre boyutlandırılmalıdır. Yağ, kompresöre, kompresörün çalışacağı minimum yer değiştirme ve minimum emme sıcaklığına karşılık gelen çalışma şartlarında geri dönmelidir. Emme ya da buharlaştırıcı basınç düzenleyicileri kullanıldığında, emme düşey hatları, düşey hattaki gerçek gaz şartlarına göre boyutlandırılmalıdır.

Kapasite kontrolüne sahip tek bir kompresör için, minimum kapasite, ünitenin çalışabileceği en düşük kapasitedir. Kapasite kontrolüne sahip çoklu kompresörler için minimum kapasite çalışan son kompresörün çalışabileceği en düşük kapasitedir.

### 3.10.4 Düşey Hattın Boyutlandırılması

Aşağıdaki örnekte minimum kısmi yüklemeye için ihtiyaç duyulan yağ dolaşımını sağlayacak maksimum düşey hat boyutlandırılması Tablo 16 kullanılarak açıklanmaktadır.

ait minimum yüklemeye yağ taşınmasını sağlayacak maksimum boyuttaki düşey hattını belirleyiniz. 5°C emme ve 40 °C yoğunlaşma sıcaklığında 10 K'lık kızdırmanın ve minimum sistem yükünün 30 kW olduğunu kabul ediniz.

**Örnek 3.3:** % 25, 50, 75 ve 100 kapasite adımlarına sahip 120 kW'lık kompresör kullanan R-22'li sisteme

**Çözüm:** Tablo 16'dan 54 mm dış çapındaki boru 5°C emme ve 30 °C sıvı sıcaklığında 23.1 kW minimum

**Tablo 16. Emme düşey hatlarında yağın sürüklenmesi için kilowatt cinsinden minimum soğutma kapasite si (bakır borulama, ASTM B 88M B Tip, metrik ölçü) [1].**

Sıvı Akışkan	Doymuş Sıvı Sıcaklığı, °C	Emme Gazı Sıcaklığı, °C	Nominal Boru Çapı (D), mm												
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130	
R-22	-40	-33	0.182	0.234	0.261	0.296	1.817	3.228	5.203	9.977	14.238	26.135	33.963	98.419	
		-23	0.173	0.217	0.232	0.267	1.723	3.037	4.936	9.161	16.371	24.311	31.189	88.617	
		-13	0.168	0.207	0.216	0.250	1.672	2.967	4.791	9.185	15.888	24.080	49.681	86.006	
	-30	-17	0.261	0.371	0.385	1.308	7.867	1.021	8.711	15.748	7.7719	41.781	31.171	147.449	
		-7	0.274	0.381	0.341	1.414	7.774	4.894	7.804	14.964	7.8807	37.735	80.970	140.107	
		3	0.264	0.485	0.315	1.388	2.636	4.680	7.555	14.487	25.058	37.977	78.355	135.642	
	-5	0	0.389	0.713	1.198	2.011	3.879	6.983	11.112	21.306	36.851	55.856	115.210	199.199	
		10	0.368	0.676	1.136	1.935	3.678	6.326	10.533	20.200	34.940	52.934	109.234	189.136	
		20	0.351	0.630	1.092	1.861	3.537	6.273	10.131	19.125	33.600	50.924	103.065	181.884	
	5	10	0.470	0.887	1.449	2.468	4.897	8.324	14.441	24.771	44.177	67.980	119.887	241.907	
		20	0.440	0.807	1.356	2.311	4.395	7.294	12.587	24.176	41.711	63.746	110.481	225.896	
		30	0.427	0.774	1.301	2.217	4.213	7.476	12.089	23.141	40.077	60.685	105.167	216.671	
R-134a	-10	-5	0.271	0.302	0.311	1.137	2.732	4.818	7.826	15.006	25.957	39.340	51.161	110.509	
		3	0.213	0.150	0.256	1.287	2.187	4.382	7.010	13.110	23.218	35.235	72.695	123.817	
		15	0.258	0.136	0.232	1.217	2.370	4.206	6.790	13.019	22.519	34.129	70.111	121.898	
	-5	0	0.296	0.341	0.311	1.355	2.955	5.144	8.467	16.714	28.081	47.559	81.805	157.006	
		10	0.273	0.300	0.340	1.431	2.720	4.827	7.792	14.941	25.843	39.168	80.809	139.894	
		20	0.254	0.284	0.311	1.386	2.684	4.614	7.546	14.468	25.076	37.979	78.754	135.471	
	5	10	0.357	0.655	1.100	1.874	3.562	6.321	10.204	19.565	33.843	51.292	105.823	183.297	
		20	0.335	0.615	1.033	1.761	3.387	5.938	9.536	18.380	31.792	48.181	99.112	172.098	
		30	0.317	0.582	0.978	1.667	3.188	5.621	9.073	17.101	30.099	45.617	94.115	162.929	
	10	15	0.393	0.721	1.211	2.093	3.921	6.957	11.232	21.535	37.250	56.456	116.499	201.643	
		25	0.340	0.619	1.141	1.944	3.685	6.555	10.581	20.791	35.898	53.195	109.149	189.991	
		35	0.358	0.657	1.104	1.891	3.576	6.345	10.243	19.640	33.971	51.486	106.234	183.891	
R-502	-40	-33	0.170	0.248	0.297	0.426	1.782	3.729	6.679	12.184	22.703	38.493	63.187	86.048	
		-24	0.158	0.229	0.285	0.417	1.748	3.514	6.455	11.858	21.977	37.070	64.190	84.190	
		-15	0.121	0.223	0.374	0.638	1.212	2.151	3.472	6.658	11.516	17.453	36.000	62.337	
	-20	-15	0.210	0.385	0.647	1.102	2.095	3.718	6.003	11.510	19.909	30.173	62.353	107.769	
		-5	0.204	0.374	0.628	1.070	2.033	3.607	5.823	11.166	19.314	29.272	60.392	104.549	
		3	0.198	0.360	0.611	1.041	1.978	3.510	5.666	10.865	18.793	28.482	58.763	101.726	
	-5	0	0.288	0.528	0.887	1.510	2.871	5.094	8.224	15.770	27.277	41.341	84.292	147.635	
		10	0.279	0.511	0.859	1.464	2.783	4.937	7.970	15.282	26.494	40.063	82.656	143.071	
		20	0.271	0.496	0.834	1.421	2.701	4.798	7.737	14.833	25.662	38.891	80.239	138.907	
	5	10	0.347	0.637	1.071	1.824	3.487	6.151	9.831	18.041	32.936	49.917	102.986	178.236	
		20	0.336	0.617	1.036	1.765	3.350	5.954	9.613	18.431	31.881	48.318	99.688	173.577	
		30	0.330	0.598	1.007	1.713	3.250	5.777	9.376	17.887	30.917	46.880	96.473	167.419	

**Notlar:**

1. Kilowatt cinsinden verilen soğutma kapasitesi, tabloda gösterilen doymuş buharlaştırıcı ve 40 °C'deki yoğunlaştırıcı sıcaklıklarına bağlıdır. Diğer sıvı hattı sıcaklıkları için, aşağıda verilen tablodaki düzeltme faktörlerini kullanın.

Soğutucu Akışkan	Sıvı Sıcaklığı, °C		
	20	30	50
22	1,17	1,08	0,91
134a	1,20	1,10	0,89
502	1,26	1,12	0,86

2. Bu tablolar R-22 için ISO 32 mineral yağı ve R-502 ile R-134a için ISO 32 ester-bazlı yağ kullanılarak hesaplanmıştır.

kapasiteye sahiptir. Tablo 16'nın altındaki diyagramdan 40 °C emme sıcaklığındaki düzeltme katsayısı yaklaşık 1'dir. Bu yüzden 54 mm dış çapa sahip boru uygundur.

Tablo 16'ya bağlı olarak, daha küçük boyuttaki boru, limit halinde (marjinal) düşey hatlar için kullanılabilir. Düşey hat boyutları yeterli minimum gaz hızlarını sağlayacak boyutlarda düzenlendiğinde, tam kapasite

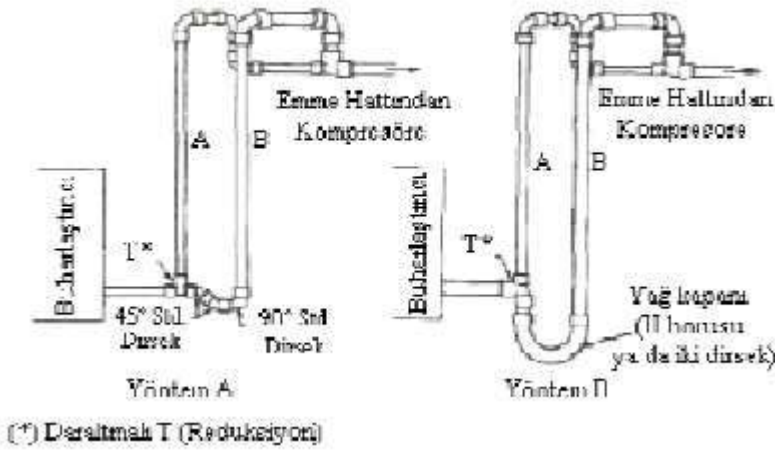
**3.10.5 Yağ Döndürücü Düşey Emme Hatları - Çoklu Sistemler**

Çoklu sistemlerin emme hatlarındaki yağın hareketi için tek kademeli sistemlerde kullanılan tasarım yaklaşımına aynen ihtiyaç duyulur. Yağın boru cidarında akabilmesi için, gaz akışına ait minimum bir direnç olması gerekmektedir. Direnç sürtünme değişim ölçüsü (gradyen) ile ifade edilebilir; Tablo 17 minimum sürtünme değişim ölçüsü için değerleri göstermektedir. Tab

yağlı gazın hızlarında düşürülmesi, tam kapasite-  
teki basınç kaybı önemli şekilde artmaktadır, yatay  
hatlar toplam basınç kaybını pratikte limitlerde tuta-  
cak şekilde tasarlanmalıdır. Yatay hatlar aynı hizada  
ve kompresörle aynı yönde yerleştirildiği sürece, yağ  
normal tasarım hızlarında taşınabilir.

Birçok kompresör çoklu kapasite düşürme özelliğine  
sahip olduğundan, yağı tüm yüklemeye şartlarında dü-  
şey hatta yukarı taşıyacak gaz hızlarını sağlamak  
zordur. Düşey hat, sistemin minimum çalışma kapa-  
sitesine göre yağı döndürecek şekilde tasarlanırsa,  
hattın bu bölümündeki basınç kaybı tam kapasitede  
çalışırken çok büyük olabilir. Doğru tasarlanmış bir  
düşey hat tam kapasitede çok büyük bir basınç kay-  
bı oluşturuyorsa, çift düşey hat kullanılmalıdır.

Doyma Sıcaklığı, °C	Boru Çapı	
	50 mm ya da daha küçük	50 mm'den daha büyük
-18	80 Pa/m	45 Pa/m
-46	100 Pa/m	57 Pa/m



Şekil 9. Çift düşey hat yapısı [1] [2].

57  
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

alanına eşit ya da bir miktar daha büyük olmalıdır.  
Bununla beraber toplam kesit alanı, maksimum yük  
şartlarında yukarı akışlı bir düşey hatta yağı  
döndürecek tek bir hattın kesit alanından daha bü-  
yük olmamalıdır.

3. Tüm yöntemlerde gösterildiği gibi, iki düşey hat  
arasında kapan yerleştirilir [1]. Kısmi yük altında,

gaz hızı, yağın her iki hatta dönüşüne yeterli olma-  
dığına, ikinci hat B kapanıncaya kadar kapan ya-  
vaş yavaş yağla dolar. Daha sonra yağ yalnızca A  
hattında ilerler ve yeniden yatay emme hattına dö-  
necek bir hıza ulaşır [2].

Kapanın yağ tutma kapasitesi, hatların en altında bulu-

Tablo 17. Sıcak-gaz düşey hatlarında yağın sürüklenmesi için Kilowatt cinsinden minimum soğutma kapasitesi (bakır borulama, ASTM B 88M B Tip, metrik ölçü) [1].

Soğ. akış hızı	En yüksek Etkinlik, %	En yüksek Gaz Sıc., °C	Minimum Boru Çapı (Dn), mm											
			12	15	18	21	25	30	40	54	67	79	108	130
22	20	60	0.583	0.082	0.735	2.016	3.619	0.940	16.094	30.839	43.377	80.897	116.904	268.988

		70	0,519	1,006	1,691	2,881	5,177	9,717	15,687	24,078	32,027	40,551	49,682	59,430
		80	0,535	0,962	1,670	2,811	5,383	9,180	15,505	23,516	30,761	39,335	48,000	57,665
30		70	0,596	1,092	1,836	3,121	5,945	10,547	17,029	22,649	28,474	35,591	43,000	50,702
		80	0,610	1,067	1,785	3,040	5,779	10,754	16,554	21,740	27,001	33,788	41,671	49,730
		90	0,625	1,035	1,740	2,964	5,625	9,993	16,140	20,943	25,531	31,131	37,380	43,973
10		70	0,618	1,132	1,908	3,212	6,163	10,931	17,473	23,817	30,316	38,732	48,069	57,622
		90	0,601	1,103	1,853	3,157	6,001	10,617	17,189	23,459	30,009	38,105	47,263	56,603
		100	0,588	1,071	1,800	3,067	5,820	10,313	16,698	22,013	28,382	35,936	43,773	52,071
50		90	0,620	1,156	1,943	3,210	6,291	11,162	18,020	24,552	31,766	40,590	50,082	59,823
		100	0,611	1,121	1,894	3,209	6,100	10,823	17,473	23,503	30,951	39,331	48,209	57,602
		110	0,595	1,087	1,844	3,175	5,941	10,540	17,026	22,677	29,435	37,517	46,467	55,493
134a	70	60	0,460	0,560	1,445	2,462	4,631	8,305	13,408	21,709	34,489	51,936	74,050	100,718
		70	0,441	0,535	1,378	2,314	4,199	7,885	12,601	20,159	31,788	47,134	67,668	92,707
		80	0,431	0,790	1,377	2,261	4,296	7,676	12,911	20,605	30,890	45,851	67,671	92,070
30		70	0,193	0,901	1,519	2,587	4,918	8,704	14,087	21,011	30,722	43,812	61,596	85,916
		80	0,163	0,819	1,426	2,430	4,260	8,196	13,232	20,371	30,883	43,312	60,725	83,760
		90	0,152	0,829	1,393	2,374	4,313	8,007	12,926	20,783	30,870	43,974	62,032	83,066
40		80	0,117	0,910	1,561	2,667	5,061	8,979	14,406	21,794	32,075	45,863	65,038	89,047
		90	0,117	0,874	1,469	2,502	4,756	8,430	13,624	20,122	30,184	42,490	60,265	82,588
		100	0,165	0,927	1,487	2,430	4,637	8,777	13,781	20,466	30,048	42,789	61,735	83,848
50		90	0,110	0,906	1,573	2,679	5,093	9,037	14,589	21,973	32,385	45,332	63,296	86,918
		100	0,119	0,878	1,476	2,511	4,779	8,180	13,690	20,218	30,102	42,811	61,969	84,772
		110	0,167	0,957	1,441	2,454	4,665	8,278	13,964	20,624	30,322	43,173	62,590	84,921
502	20	60	0,453	0,531	1,397	2,380	4,524	8,027	12,959	20,848	30,980	43,141	59,396	81,661
		70	0,441	0,537	1,370	2,311	4,193	7,795	12,585	20,110	30,177	42,757	59,509	81,911
		80	0,429	0,788	1,324	2,255	4,286	7,605	12,378	20,542	30,720	43,715	60,329	82,427
30		70	0,159	0,811	1,414	2,499	4,900	8,125	13,216	20,152	30,506	42,997	60,018	81,501
		80	0,146	0,816	1,375	2,343	4,454	7,907	12,787	20,461	30,511	42,176	59,307	80,056
		90	0,135	0,798	1,311	2,285	4,383	7,706	12,411	20,851	30,260	42,531	60,017	80,350
40		80	0,151	0,827	1,389	2,567	4,489	7,933	12,888	20,711	30,743	42,790	60,650	81,574
		90	0,139	0,804	1,332	2,303	4,378	7,767	12,540	20,044	30,589	43,001	60,044	80,327
		100	0,127	0,783	1,316	2,241	4,260	7,559	12,203	20,399	30,472	42,340	60,554	80,026
50		90	0,152	0,791	1,330	2,266	4,307	7,641	12,336	20,652	30,012	42,006	60,927	81,463
		100	0,118	0,767	1,289	2,196	4,171	7,406	11,936	20,903	30,651	42,100	60,996	81,165
		110	0,105	0,745	1,253	2,134	4,056	7,197	11,639	20,579	30,536	42,404	60,490	80,602

## Notlar:

1. Kilowatt cinsinden verilen soğutma kapasitesi,  $-5^{\circ}\text{C}$ 'deki doymuş buharlaştırıcı ve tabloda gösterilen yoğunlaştırıcı sıcaklıklarına bağlıdır. Diğer sıvı hattı sıcaklıkları için, aşağıda verilen tablodaki düzeltme faktörlerini kullanın.

Soğutucu Akışkan	Doymuş Emme Sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$						
	- 50	- 40	- 30	- 20	0	5	10
22	0,87	0,90	0,93	0,96	---	1,02	---
134a	---	---	---	---	1,02	1,04	1,06
502	0,77	0,83	0,88	0,93	---	1,04	---

2. Bu tablolar R-22 için ISO 32 mineral yağı ve R-502 ile R-134a için ISO 32 ester-bazlı yağ kullanılarak hesaplanmıştır.

nan sabit bağlantılı bağlantı elemanlarıyla bir minimum seviyede sınırlanmıştır. Bu yapılmadığı zaman, kapalı sistemde, kısmi çalışma şartlarında kompresör karterinde yağ seviyesini düşüren yeterli miktarda yağ toplama işlemi gerçekleşir. Şekil 9'da düşey hatlar A ve B üst kısımda ters bir dönüşle yatay emiş hattına geçiş yapmaktadır. Bu, kısmi çalışma şartlarında boş olabilen düşey hatlara yağ akışını önler. Aynı amaç, ana hattı düşey hatlardan daha büyük çapta seçmek şartıyla, düşey hatları ana boruya yatay olarak bağlayarak da sağlanabilir.

Sık bir şekilde düşük sıcaklık sistemlerinde çok küçük basınç kayıplarını karşılayabilen çift düşey hatlar gereklidir. Bu tür düşey hatları kullanan herhangi bir sistemde yağ yavaş yavaş döndüren bir yöntem olan emiş kabını (accumulator) bulunmalıdır.

daha büyük hale gelir. Bu durum çift düşey hatları gerektirir.

Emiş hattının geri kalan parçaları buharlaştırıcılar ve kompresörler arasında kabul edilebilir bir basınç kaybına izin verecek şekilde boyutlandırılır çünkü yağ yatay hatlarda oldukça düşük gaz hızlarıyla taşınmaktadır. Kompresöre giden bu hatlara bir miktar eğim vermek, iyi bir uygulamadır.

### 3.10.7 Çalışmayan Buharlaştırıcılarda Yağ Birikiminin Önlenmesi

Emme hatları, yağın çalışan bir buharlaştırıcıdan çalışmayan bir buharlaştırıcıya akmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Şekil 10 A, kompresörün yukarıda olduğu farklı seviyelerdeki çoklu buharlaştırıcıları göstermektedir. Her emme hattı yağın aktif olmayan bu

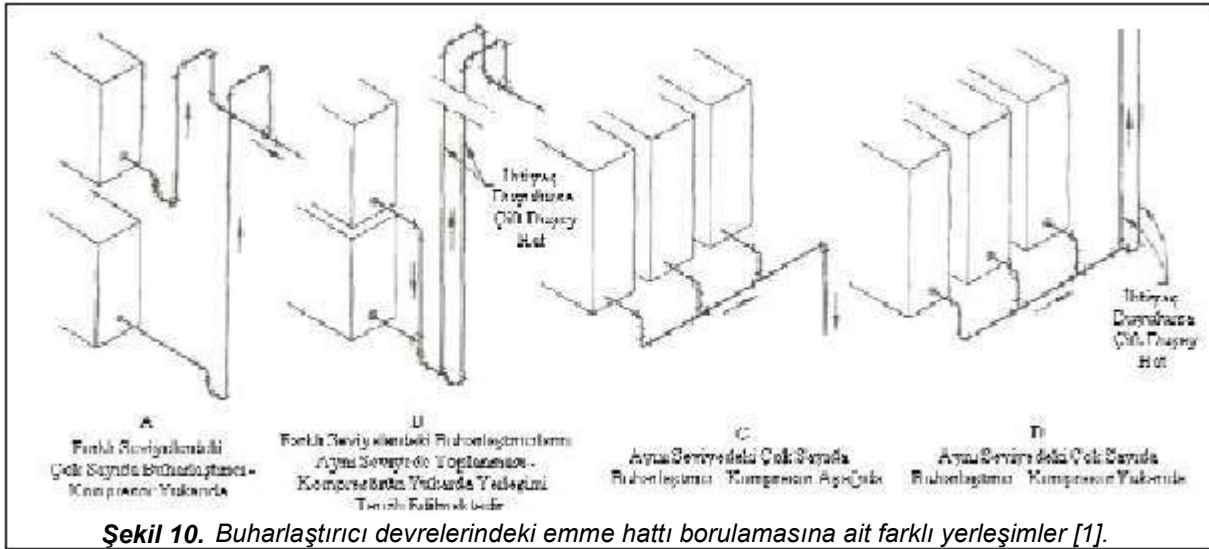
Konfor amaçlı havalandırma cihazları gibi daha yüksek emiş sıcaklıklarında çalışan sistemler için, minimum yükte yağ döndürebilecek tek bir düşey hat kullanılabılır. Tekli kompresörler kapasite kontrolü ile beraber kullanıldığında minimum kapasite genellikle maksimum yer değiştirmenin % 25 ya da % 33'ü olacaktır. Bu düşük oranla beraber, minimum yükte yağın dönüşünü sağlamak için tasarlanan tekli düşey hatlarda tam kapasitede basınç kaybı nadiren önemlidir.

Çoklu kompresörler kullanıldığında, bir ya da birkaç kompresör diğer bir kompresör çalışmaya devam ederken kapatılabilir ve maksimum minimum oranı

harlaştırıcı serpantinlerine geri dönmemesi için ortak emme hattına daha yüksek bir noktadan bir döngüyle bağlanır.

Şekil 10 B, kompresörün yukarıda olduğu çoklu buharlaştırıcıların aynı seviyede birbirine bağlandığı durumu göstermektedir. Yağ en düşük seviyedeki buharlaştırıcıya geri dönemez çünkü ortak emme hattı, düşey emme hattına bağlanmadan önce en düşük seviyedeki buharlaştırıcının çıkış noktasından daha düşük bir seviyededir.

Şekil 10 C, kompresörün aşağıda olduğu aynı seviyedeki buharlaştırıcıları göstermektedir. Her buhar



Şekil 10. Buharlaştırıcı devrelerindeki emme hattı borulamasına ait farklı yerleşimler [1].

laştırıcıdan gelen emme hattı, daha düşük seviyede bağlantılar dikkatli bir biçimde seçilmelidir.

bulunan ortak emme hattına bağlanmaktadır, böylece sıcak-gaz vurutusunun, kompresör titreşimlerinin yağ çalışmayan bir buharlaştırıcıya geri dönemez.

Kompresörün yukarıda olduğu durum için alternatif bir yerleşim Şekil 10 D'de görülmektedir.

ya da her ikisinin yarattığı aşırı gürültü ve titreşimin önüne geçilmelidir.

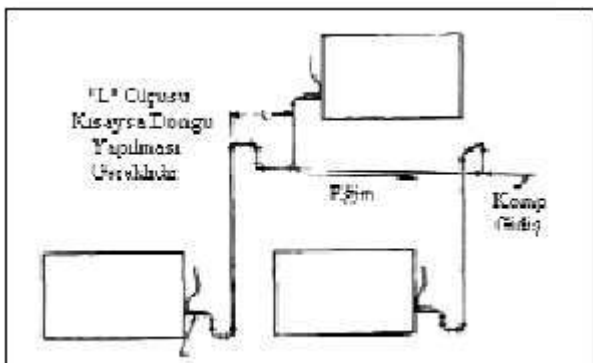
Şekil 11 ortak emiş hattının altında ve üstünde bulunan buharlaştırıcılar için genel boru tesisatını göstermektedir. Bütün yatay hatlar aynı seviyede ya da yağ dönüşünü sağlayacak şekilde eğimli olmalıdır.

#### 4.1 Normal Yüklerde Yağın Düşey Hatlarda Yukarı Taşınması

Küçük bir miktar basınç kaybı istense de, normalin üzerinde boyutlandırılmış sıcak-gaz hatlarının kullanımı gaz hızlarını, soğutucu akışkanın yağı taşıyamayacağı bir noktaya düşürebilir. Bu nedenle, kapasite kontrolüne sahip çoklu kompresörler kullanıldığında, sıcak-gaz düşey hatları yağ mümkün olan tüm kapasitelerde taşınmalıdır.

#### 4.2 Düşey Hatlarda Yağın Taşınması İçin Minimum Gaz Hızları

Düşey sıcak-gaz hatlarında yağın taşınması için minimum kapasiteler Tablo 17'de gösterilmiştir. Çoklu kompresör uygulamalarında, olabilecek en düşük sistem kapasitesi hesaplanmalıdır ve düşey hat boru



**Şekil 11.** Buharlaştırıcıların ana hattın altında ve üstünde yer aldığı durumlara ait boru tesisatı [1].

Buharlaştırıcı emiş çıkışından sonra emme hatlarında gösterilen kapanlar, çok sayıdaki ısıl genleşme vanası üreticileri tarafından ısıl genleşme vanalarının düzensiz çalışmasını önlemek için önerilmektedir. Genleşme vanası hissedicileri buharlaştırıcılar ve bu kapanlar arasına yerleştirilmektedir. Kapanlar sıvı akışını sağlayacak şekilde çalışırlar ve kompresörün çalışmadığı çevrimlerde genleşme vanası hissedicisinin altında sıvı birikmesini önlemede yardımcı olurlar. Bunlar sadece buharlaştırıcı çıkışında emme hattıyla karşılaşılacak düz ya da düşey hatlar için uygundur.

#### 4. BOŞALTMA (SICAK-GAZ) HATLARI

Sıcak-gaz hatlarının tasarımında:

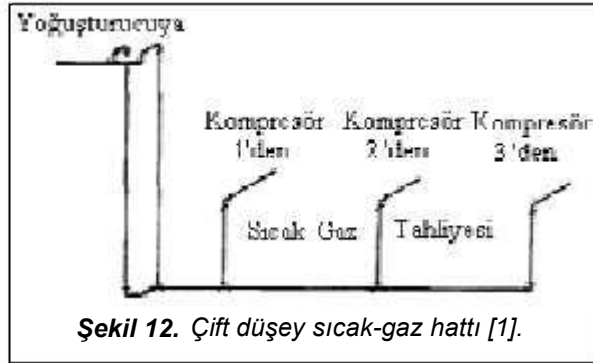
- Kısmi çalışma şartlarında yağın birikmesinden kaçınılmalıdır.
- Yoğunlaşan soğutucu akışkan ve yağın kompresörün üst kısmına dönmesi engellenmelidir.
- Ortak hattan çoklu kompresörlere geçiş kısmındaki

sistem kapasitesi hesaplanırken ve düşey hatte yağın başarıyla taşınması için tabloda verilen minimum kapasiteyi sağlayacak şekilde seçilmelidir.

Kapasite kontrolüne sahip çoklu kompresörlerin bazı uygulamalarında, yağı minimum yükte taşıyacak şekilde boyutlandırılan düşey sıcak-gaz hattında maksimum kapasitede aşırı bir basınç kaybı oluşur. Bu problem ortaya çıktığında, yağ ayırıcısına sahip tek ya da çift düşey hatlar kullanılabilir.

#### 4.3 Çift Düşey Boşaltma Hatları

Çift sıcak-gaz düşey hattı, emme hattındaki gibi aynı şekilde kullanılabilir. Şekil 12 sıcak-gaz hattına uygulanmış çift düşey hattın prensibini göstermektedir. Çalışma şekli ve boyutlandırma tekniği çift emme



**Şekil 12.** Çift düşey sıcak-gaz hattı [1].

düşey hatlarında anlatılmıştır.

#### 4.4 Tek Düşey Hat ve Yağ Ayırıcısı

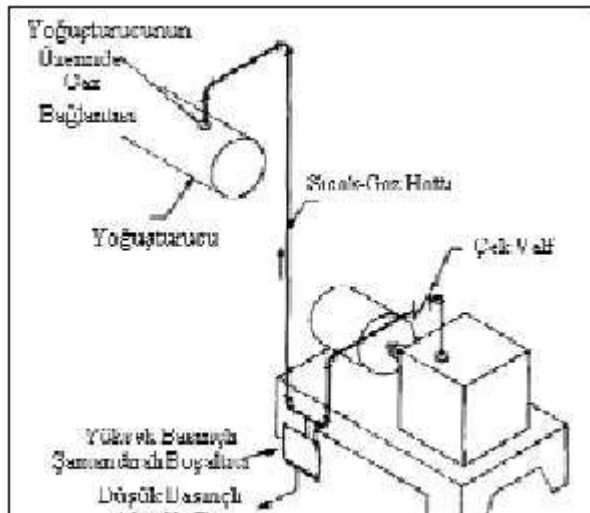
Bir alternatif olarak, düşey hattın hemen önce basma hattına yerleştirilmiş olan yağ ayırıcısı, düşey hattın boyutlandırılması sırasında küçük bir basınç kaybına izin vermektedir. Düşey hattın aşağıya doğru kaçan yağ, yağ ayırıcısında toplanmaktadır. Büyük çoklu kompresörler ile ayırıcının kapasitesi, basma hattı ile ana basma hattı arasına yerleştirilen her kompresör için ayrı üniteler kullanılmasını gerektirir. Yatay hatlar yağın sistemde ve kompresöre dönüşü sırasındaki yolculuğunu kolaylaştırmak için gazın akış yönü ile aynı seviyede ya da aşağı doğru eğimli olmalıdır.

#### 4.5 Sıvı ve Yağın Kompresörün Üst Kısmına Akmasını Engelleyecek Boru Tesisatı

Bir yoğuşturucu kompresörün üstüne yerleştirildiğinde, sıcak-gaz hattı özellikle sıcak-gaz düşey hattı uzun ise, yoğuşturucu seviyesine ulaşmadan önce kompresöre yakın tutulmalıdır. Bu, soğutucu akışkanın çevrimin olmadığı durumda hatta yağın birikmesi ve kompresörün üst kısmına akması olasılığını minimuma indirir. Ayrıca boru cidarını aşan yağ, kompresör

çek valf kompresörün sıcak gaz hattına monte edilmelidir. Çek valf çevrim duruyorken soğutucu akışkanın yoğuşturucu ya da toplayıcıda (receiver) kaynağı kompresörün üst kısmında yoğunlaşmasının önüne geçer.

Bu çek valf, kompresörün çalışması durduğunda yer çekimi ile kapanacak olan pistonlu tip olmalıdır. Yay baskılı kontrol kullanılması durumunda özellikle düşük hızdaki pistonlu kompresörler titreşime maruz



rün üst kısmına geri dönmeyecektir.

Şekil 13'de gösterilen sıcak gaz hattına ait döngü re - zervuar gibi çalışır ve hat kapalıyken yoğunlaşan sıvı - yı tutar, buna ilave olarak sıvının ve yağın yerçekimi - ile kompresörün üst kısmına dönmesini engeller. Kü - çük, yüksek basınçlı bir şamandıralı boşaltıcı (float - drainer), toplayıcı ya da düşük basınçlı toplayıcı gibi - düşük seviyedeki elemanlara, yoğunlaşan önemli bir - miktar soğutucu akışkanın akıtmak için kapanın altına - monte edilmelidir. Bu şamandıra, kapanda aşırı de - recede sıvı birikmesini ve kompresör yeniden çalıştı - rıldığında oluşabilecek sıvı çekici etkisini engeller.

Çoklu kompresör uygulamaları için her basma hattın - da çalışan kompresörlerdeki gazın, çalışmayan - kompresörlerin üst kısmında yoğunlaşmasının önü - ne geçmek için bir çek valf olmalıdır.

Tek kompresör uygulamaları için, yoğunlaştırıcı ve - toplayıcı çevre sıcaklığının kompresörün sıcaklığın - dan yüksek olduğu her durum için, sıkıca kapanan bir

ALICI YA DA  
Toplayıcıya Ulaşım

Kompresör

Şekil 13. Sıcak-gaz döngüsü [1].

kalabilirler.

Su-soğutmalı yağ soğutucular ile beraber üretilmiş - kompresörlerde, su selenoid ve su ayar vanası su hat - tına monte edilmelidir, böylece ayar vanası çalışma - sırasında ihtiyaç duyulan soğutmaya sağlar ve seleno - id çevrim duruyorken soğutucu akışkanın yerel yo - ğunlaşmasını engellemek için akışı durdurur.

#### 4.6 Sıcak-Gaz (Defrost) Hattı Susturucuları

Susturucular sıcak-gaz hatlarına gazdan meydana - gelen vuruntuları sönmölemek ve titreşimle gürültüyü - azaltmak için kullanılabilirler. Susturucular, sıcak-gaz - hattı kompresörden ayrıldıktan hemen sonra akışın - yatay ya da aşağı doğru olduğu bir bölüme takılabilir.

Susturucudaki gaz hızı sıcak-gaz hatlarındaki hızlara - oranla önemli bir şekilde düşük olduğu için, susturu - cu bir yağ kapağı gibi davranabilir. Susturucu, yağın

61  
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

içinden geçmesine olanak verecek ve birikmesini en - gelleyecek şekilde monte edilmelidir.

#### 5. DEFROST GAZ BESLEME KOLONU

Bir ya da daha fazla buharlaştırıcıya besleme defrost - gazı sağlayacak soğutma hattının boyutlandırılması - tam bilimsel temele dayandırılmamaktadır. Besleme - defrost gaz hattını boyutlandırmak için gerekli para - metreler izin verilen basınç kaybı ve defrost sırasın - daki soğutucu akışkan akış oranı ile ilgilidir.

Mühendisler, etkin bir soğutucu akışkan akış oranı - için hattı ihtiyaçlara göre boyutlandırırken buharlaştı - rıcı yükünü iki kat olarak değerlendiriyorlardı. Basınç - kaybı defrost çevrimi sırasında hız kadar önemli bir - kıstas değildi ve çok sayıda mühendis hattın boyutu - nu belirlerken hızı bir kıstas olarak kullanmışlardır. - Etkili yoğunlaşma sıcaklığı ve gazın ortalama sıcak - lığı ele alınmalıdır. Doymuş şartlarda kullanılan hız - koruyucu bir hat ölçüsü verecektir.

R-22 ile küçük boru demetlerinde yapılan bazı kon - trollü testler göstermiştir ki defrost akış oranı yoğun - laşma sıcaklığı yükseldikçe artış gösterme eğilimin - dedir. Akış oranı, normal buharlaştırıcı akış oranı - nın iki ya da üç kat üzerinde bir mertebededir ki bu da - mühendisler tarafından pratikte iki kat olarak tahmin - edilen değeri desteklemektedir [1].

Tablo 18 (R-22, R-134a ve R-502) defrost gaz besle - me kolonunun, 21 °C doymuş yoğunlaşma sıcaklı - ğında hıza bağlı olarak seçilebilmesine rehberlik et - mektedir. İlk boyutlandırmanın buharlaştırıcı akış - oranının iki misline bağlı olması önerilmektedir ve 5 - ile 10 m/s arasındaki hızlar defrost gaz besleme kolo - nunun boyutlandırılması sırasında kullanılmaktadır.

Gaz defrost hatları yoğunlaşan her sıvının sürekli - olarak akmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Tablo 18. Defrost hatları için soğutucu akışkan akış kapasiteleri [1] .

Nominal Hız Çapı, mm	R-22 Kütlesel Debi, kg/s			R-134a Kütlesel Debi, kg/s			R-502 Kütlesel Debi, kg/s		
	Hız	Hız	Hız	Hız	Hız	Hız	Hız	Hız	Hız
Balut	5 m/s	10 m/s	15 m/s	5 m/s	10 m/s	15 m/s	5 m/s	10 m/s	15 m/s
12	0.012	0.024	0.035	0.016	0.032	0.049	0.024	0.049	0.072
15	0.019	0.038	0.057	0.026	0.053	0.079	0.040	0.079	0.119
18	0.024	0.058	0.087	0.040	0.080	0.119	0.050	0.120	0.180
22	0.044	0.088	0.133	0.061	0.122	0.183	0.092	0.184	0.276
28	0.074	0.148	0.222	0.102	0.204	0.305	0.154	0.307	0.461
35	0.120	0.240	0.360	0.160	0.320	0.480	0.240	0.480	0.720



40	0.176	0.366	0.516	0.546	0.676	0.716	0.566	0.716	1.076
54	0.290	0.580	0.870	0.490	0.800	1.190	0.600	1.200	1.800
67	0.450	0.890	1.340	0.620	1.230	1.850	0.930	1.860	2.790
79	0.630	1.260	1.870	0.860	1.770	2.580	1.300	2.990	3.890
100	1.100	2.200	3.300	1.530	3.070	4.600	2.310	4.630	6.940
130	1.730	3.460	5.190	2.380	4.760	7.140	3.590	7.180	10.800
156	2.500	5.000	7.500	3.450	6.900	10.350	5.360	10.700	16.050
Çelik									
mm	WCH								
16	30	0.018	0.035	0.053	0.024	0.049	0.073	0.037	0.074
15	30	0.028	0.056	0.084	0.029	0.078	0.116	0.059	0.120
30	30	0.049	0.099	0.148	0.068	0.136	0.204	0.103	0.216
25	30	0.080	0.160	0.240	0.110	0.220	0.330	0.166	0.330
32	40	0.139	0.278	0.417	0.191	0.382	0.570	0.290	0.580
40	40	0.190	0.380	0.570	0.260	0.520	0.780	0.390	0.780
50	40	0.310	0.620	0.930	0.430	0.860	1.290	0.640	1.290
65	40	0.440	0.880	1.330	0.610	1.220	1.830	0.920	1.840
89	40	0.680	1.370	2.050	0.940	1.890	2.830	1.420	2.840
100	40	1.180	2.360	3.540	1.620	3.250	4.870	2.430	4.900
125	40	1.850	3.700	5.550	2.550	5.100	7.650	3.820	7.640
150	40	2.680	5.360	8.030	3.690	7.370	11.060	5.530	11.060
200	40	4.670	9.340	13.910	6.380	12.800	19.100	9.550	19.100
250	40	7.300	14.600	21.900	10.100	20.180	30.200	15.200	30.300
300	40	10.500	20.900	31.400	14.400	28.800	43.300	21.800	43.300

**Not:** Soğutucu akışkana ait akış verileri 21 °C doymuş yoğunlaşma sıcaklığına göre hazırlanmıştır.

## 6. TOPLAYICILAR (RECEIVERS)

Soğutucu akışkan toplayıcıları sistemde dolaşan fazla soğutucu akışkanı depolayan tanklardır. Toplayıcı aşağıdaki işlevleri gerçekleştirir:

1. Sistemin farklı bir bölümü bakıma alındığında ya da sistem uzun bir süre kapatılacağı zaman, depolama kapasitesi sağlar. Bazı su-soğutmalı yoğunlaşma sistemlerinde, toplam soğutucu akışkan şarjı yoğunlaştırıcunun depolama kapasitesini aşmazsa yoğunlaştırıcı ayrıca toplayıcı gibi davranır.
2. Taşmalı-tip (flooding-type) yoğunlaşma basınç kontrolü kullanan hava-soğutmalı yoğunlaştırıcılar da meydana gelen aşırı soğutucu akışkan şarjını karşılar.
3. Çalışma yükünün buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı da farklı yüklemelerde değiştiği sistem üzerinde, uygun etkinlikte yoğunlaşma yüzeyi sağlamak için düşük tarafta dalgalı yük sağlar ve sıvının yoğunlaştırıcıya akmasını sağlar. Buharlaştırıcı ısıl genişleme vanası, elle kontrol edilen genişleme vanası ya da düşük basınçlı şamandıra ile beslendiğinde, buharlaştırıcı içine çalışma şarjı önemli bir şekilde yüklemeye bağımlıdır. Düşük ısıl yüklerde, buharlaştırıcıdaki kaynama çok şiddetli olmadığı sürece daha büyük bir şarja ihtiyaç duyar. Yük arttığında, buharlaştırıcıdaki çalışma şarjı düşer ve toplayıcı fazla soğutucu akışkanı depolar.
4. Çok devreli buharlaştırıcı bulunan sistemlerde kapalı devredeki bütün şarjı muhafaza eder, kullanılan devrelerdeki pompalamayı durdurur ve azaltır.

Havalandırma deliği kullanılmadığı durumda, yoğunlaştırıcı ve toplayıcı arasındaki boru hattı (kondens hattı) sıvının bir yönde ve gazın da karşı yönde akacağı şekilde boyutlandırılır. 0,5 m/s sıvı hızı için kondens hattını boyutlandırmak bu akışı sağlamak için genelde uygundur. Borulama esnasında 20 mm/m eğim verilmeli ve doğal sıvı kapanları ortadan kaldırılmalıdır. Şekil 14'de bu tip bir yapı görülmektedir.

Yoğunlaştırıcı ve toplayıcı arasındaki boru hattına ayrı bir havalandırma (dengeleyici) hattı ilavesiyle yoğunlaştırıcı ve toplayıcı basınçlarının eşitlenmesine olanak sağlanır. Dışarıdan yapılan bu havalandırma hattı çek valf kullanılarak ya da kullanılmayarak tasarlanabilir (Şekil 16 ve 17). Borulama konfigürasyonunun bilinmediği durumlarda yoğunlaştırıcıya doğru akış yönünde bir çek valf kullanılmalıdır. Çek valf minimum açılma basıncına uygun şekilde seçilmelidir (yaklaşık 3,5 kPa). Yoğunlaşma suyu (kondensat) düşme yüksekliği (drop leg) tespit edilirken çek valf önündeki ve yoğunlaştırıcıdaki soğutucu akışkanın basınç kaybını karşılamasına dikkat edilmelidir. Bu sayede çoklu yoğunlaştırıcı uygulamalarında bir ya da daha fazla yoğunlaştırıcı çalışmıyorken, çalışan yoğunlaştırıcıya sıvı akışı engellenmiş olur. Kondens hattı 0,75 m/s hızı aşmayacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

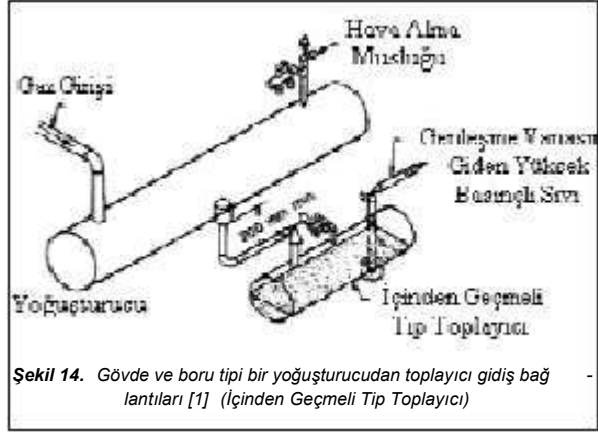
Toplayıcı sıcaklığı yoğunlaşma sıcaklığından daha yüksek ise havalandırma hattı akışı toplayıcıdan yoğunlaştırıcıya doğrudur. Toplayıcı etrafındaki hava sıcaklığı yoğunlaşma sıcaklığının altında ise akış yoğunlaştırıcıdan toplayıcıya doğru gerçekleşir. Akış

lan yükte çalışan bir veya daha çok devreye sıvı sağlanmasını keser.

### 6.1 İçinden Geçmeli (Through) Tip Toplayıcı İçin Bağlantılar

Bu tip bir toplayıcı kullanıldığı zaman, sıvı her zaman yoğuşturucudan toplayıcıya doğru akmalıdır. Toplayıcıdaki basınç, yoğuşturucu çıkışındaki basınçtan daha düşük olmalıdır. Toplayıcı ve onunla bağlantılı borular, yoğuşturucudan toplayıcıya bu iki donanım arasındaki basınç eşitleninceye kadar serbest akış sağlar böylece toplayıcı yoğuşturucuya göre daha yüksek bir basınç oluşturamaz.

debisi sıcaklık farkına bağlı olduğu gibi toplayıcı yüzey alanına da bağlıdır. Havalandırma hattının boyu



Şekil 14. Gövde ve boru tipi bir yoğuşturucudan toplayıcı gidiş bağlantıları [1] (İçinden Geçmeli Tip Toplayıcı)

63  
2007

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 9 7,

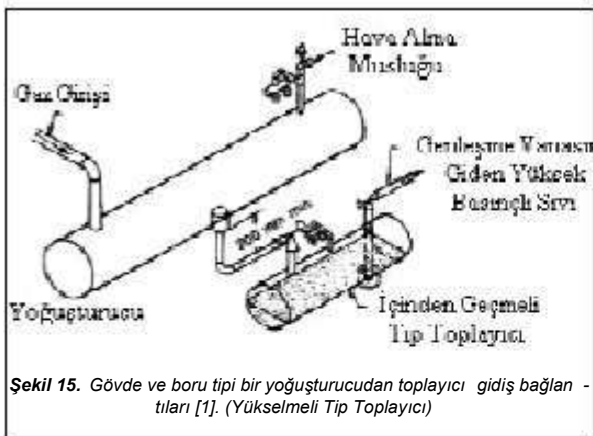
tu bu akış debisine göre hesaplanabilir.

### 6.2 Yükselmeli (Surge) Tip Toplayıcı İçin Bağlantılar

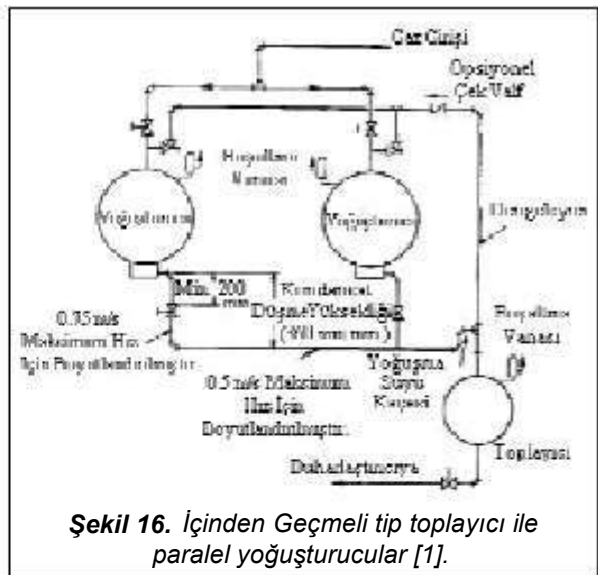
Bu tip toplayıcının amacı, sıvının toplayıcıda soğutucu akışkana maruz kalmadan genişleme vanasından akmasıdır, böylece soğutucu akışkan aşırı soğumuş durumda kalmaya devam edebilir. Toplayıcı hacmi, sistemden uzaklaştırılacak sıvı için uygundur. Bu tip toplayıcıya ait bağlantılar Şekil 15'de görülmektedir. h yüksekliği, toplayıcı ortam sıcaklığı ve yoğuşturma sıcaklığı arasındaki maksimum sıcaklık farkında, en azından yoğuşturucu, sıvı hattı ve havalandırma hattında oluşan basınç kaybına uygun sıvı basıncında olmalıdır. Tahmin edilen en büyük ısı atımında, yoğuşturucu basınç kaybı üreticiden elde edilmelidir. Böylece h için minimum değer hesaplanabilir ve mevcut yüksekliğin bu tip toplayıcı kullanımına

yebilmek için yeteri kadar uzun olmalıdır. Sıvı çıkışlarında akıntı olmaması için düşme yüksekliği hesaplanan değerden 150 ile 300 mm daha uzun olmalıdır. Yoğuşturma suyu düşme yüksekliği 0,75 m/s hıza göre boyutlandırılmalıdır. Ana kondens hattı ise 0,5 m/s hızına göre boyutlandırılmalıdır.

Şekil 17 yükselmeli tip toplayıcı ile birlikte paralel yoğuşturucuların boru yerleşimini göstermektedir. Sistem düşük kapasitede çalışırken devrelerdeki akış yolu simetrik olmayabilir. Küçük basınç farklılıkları anormal olmayacaktır fakat sıvı hattı birleşme yeri yoğuşturucunun altından 600 ile 900 mm aşağı



Şekil 15. Gövde ve boru tipi bir yoğuşturucudan toplayıcı gidiş bağlantıları [1]. (Yükselmeli Tip Toplayıcı)

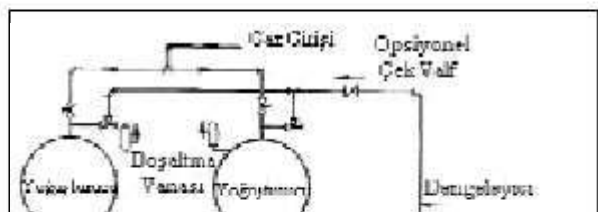


Şekil 16. İçinden Geçmeli tip toplayıcı ile paralel yoğuşturucular [1].

izin verip, vermemesi durumuna göre karar alınır.

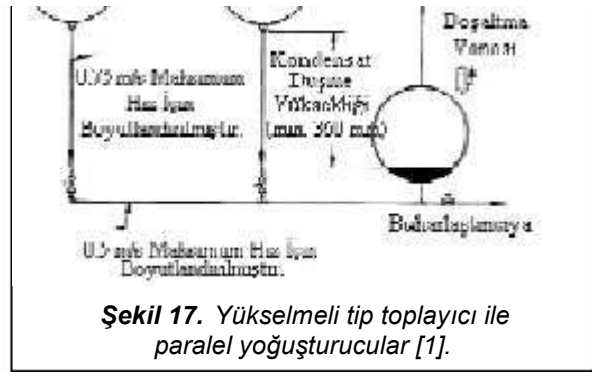
### 6.3 Çoklu Yoğuşturucular

İki ya da daha fazla yoğuşturucu seri ya da paralel olarak soğutma sistemlerinde kullanılabilir. Yoğuşturucular seri olarak bağlanırsa her birinin basınç kaybı ilave edilmelidir. Yoğuşturucular daha sık bir şekilde



paralel olarak yerleştirilmektedir. Paralel devredeki basınç kaybı, paralel devreler içerisinde herhangi bir ünitenin içi sıvıyla doluyken bir diğerinden gaz geçiyor olsa bile her bir ünite için aynıdır.

Şekil 16 yükselmeli tip toplayıcı ile birlikte paralel yerleştirilmiş yoğuşturucuları göstermektedir. Yoğuşma suyu düşme yüksekliği tüm çalışma şartlarında yoğuşturucular arasındaki basınç kaybını dengele



Şekil 17. Yükselmeli tip toplayıcı ile paralel yoğuşturucular [1].

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ , Sayı 97, 2007

64

da olmalıdır.

## 7. ÇOKLU KOMPRESÖRLERDE BORULAMA

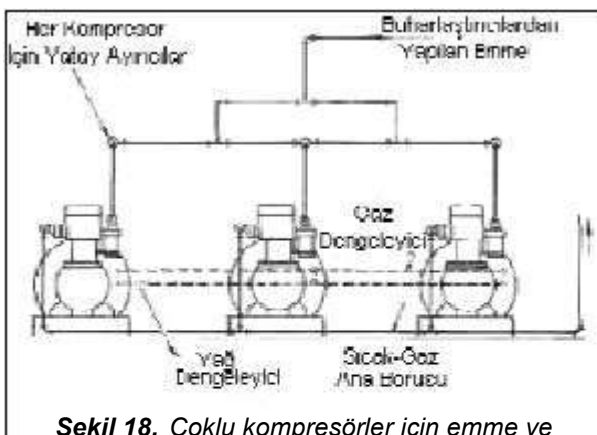
Paralel çalışan çoklu kompresörlerde uygun çalışmayı sağlamak için borulamaya özen gösterilmelidir.

### 7.1 Emme Hattı Borulaması

Bütün kompresörler aynı emme basıncında çalıştıklarından, eşit miktarda yağ dönüşü için emme boruları uygun tasarlanmalıdır. Bütün emme hatları, ortak emme hattıyla birleştirilerek her bir kompresöre yağ dönüşünü eşit olarak sağlayabilmelidir. Kompresörün boyut ve tipine bağlı olmak üzere, aşağıda belirtilen yöntemlerden bir veya birkaçı borulama tasarımında kullanılarak yağ dönüşü sağlanabilir.

1. Her bir kompresöre emme gazı ile yağ dönüşünü.
2. Yağ içeren bir emme kapağı (accumulator) ve kontrollü olarak kompresöre dönüş sağlanması.
3. Basma hattı ayırıcısında yağın kapanlanması ve kompresöre kontrollü olarak döndürülmesi.

Emme ana hattı, emme gazının her bir kompresöre eşit olarak dağılımını sağlar. Tasarlanan ana hat emme gazı ve yağ karışımını serbestçe geçirebilmeli veya yağ için bir emme kapağı bulundurulmalıdır. Bu ana hat kompresör emme girişinin üst seviyelerinde gerçekleştirilmelidir ve böylelikle yağ kompresör içine



Şekil 18. Çoklu kompresörler için emme ve basma hattı borulaması [1].

yerçekimi etkisi ile akabilir.

Şekil 18, piramit tip bir emme ana hattını göstermektedir ve her üç kompresör emme girişlerinin her birinde basınç ve akış dengelemesi en iyi hale getirilecek şekilde paralel olarak borulanmıştır. Bu tip tasarım iki veya daha fazla kompresörün paralel bağlandığı uygulamalarda önerilmektedir.

Emme kapanları paralel kompresör, taşmalı buharlaştırıcı, çift emme düşey hattı, uzun emme hatları, çoklu genişleme vanaları, sıcak gaz defrostu, ters çevrim çalışması ve emme basınç düzenleyicileri mevcutken kullanılabilir.

Şekil 19 çoklu kompresör uygulamalarında emme kapağı, yağ toplayıcı ve boşaltma hattı yağ ayırıcısının birlikte kullanımını göstermektedir. Yağ toplayıcısı ayrıca kompresörlere yağı sağlayan bir depodur ve sistem yükü ile yağın sistem içine değişen miktarlarda gönderilmesini sağlar. Sistemde bulunan ısıtıcı daldırmalı tip olarak uygulanır.

### 7.2 Basma Hattı Borulaması

Şekil 16'da basma hattı düzenlenmesi gösterilmektedir. Gerçekleştirilen borulama soğutucu akışkan sıvısının ve yağın çalışmayan kompresör kafası içine dönüşüne engel olacak şekilde düzenlenmelidir. Basma hattında soğutucu akışkanının ve yağın kompresöre dönüşüne engel olmak için bir çek valf de (Şekil 17) kullanılabilir [1].

## 8. SOĞUTUCU AKIŞKAN BORULAMA DONANIMLARI VE FARKLI SİSTEM ELEMANLARI İÇİN BORULAMA

Sıvı hattı, emme hattı ve boşaltma hattı için farklı soğutucu akışkan borulama donanımları bulunmaktadır. Bunlardan "sıvı emme değiştiricileri", "sıvı göstergeleri", "pislik tutucular", "soğutucu kurutucuları", "filtre kurutucuları", "manyetik (selenoid) vanaları", "soğutucu yükleme bağlantıları" ve "genleşme vana



**Tablo 19. Bakır boru ölçüleri (TİP – K) [7].**

Bakır Boru Ölçüleri (TİP-K)								
Dış Em. Çap O.D.	Dış Çap mm	İç Çap mm	Et Kalınlığı mm	1 m Ağırlığı (kg)	1 m Dış Yüzeyi (m <sup>2</sup> )	İç Kesit Alanı (m <sup>2</sup> )	1 m Boru İç Hacmi (lt)	İşletme Man.Bas. (bar)
1/4"	6,35	4,85	0,75	0,120	0,02	0,185	0,02	63,7432
3/8"	9,65	7,85	0,90	0,216	0,03	0,47	0,05	63,7432
1/2"	12,7	10,2	1,25	0,400	0,04	0,82	0,08	63,7432
5/8"	16,0	13,5	1,25	0,513	0,05	1,41	0,14	53,9365
3/4"	19,0	16,5	1,25	0,623	0,06	2,15	0,22	49,0332
7/8"	22,3	19,0	1,65	0,955	0,07	2,81	0,28	49,0332
1-1/8"	28,7	25,4	1,65	1,250	0,09	5,02	0,50	39,2266
1-3/8"	35,0	31,7	1,65	1,550	0,11	7,87	0,79	34,3232
1-5/8"	41,4	37,7	1,83	2,026	0,13	11,1	1,11	29,4199
2-1/8"	54,2	50,0	2,10	3,07	0,17	19,4	1,94	24,5166
2-5/8"	66,8	62,0	2,40	4,37	0,21	30,1	3,01	24,5166
3-1/8"	79,5	74,0	2,77	5,96	0,25	42,8	4,28	24,5166
3-5/8"	92,2	86,1	3,05	7,63	0,29	58,1	5,81	21,5746
4-1/8"	104,9	98,1	3,40	9,70	0,33	75,5	7,55	21,5746
Bakır Boru Ölçüleri (TİP-L)								
1/4"	6,35	4,95	0,70	0,112	0,02	0,192	0,02	58,8399
3/8"	9,65	8,05	0,80	0,174	0,03	0,508	0,051	53,9365
1/2"	12,7	10,9	0,90	0,295	0,04	0,933	0,093	49,0332
5/8"	16,0	14,0	1,02	0,424	0,05	1,539	0,154	44,1299
3/4"	19,0	16,9	1,07	0,539	0,06	2,246	0,225	39,2266
7/8"	22,3	20,0	1,14	0,677	0,07	3,146	0,315	34,3232
1-1/8"	28,7	26,2	1,27	0,974	0,09	5,400	0,540	29,4199
1-3/8"	35,0	32,2	1,40	1,315	0,11	8,155	0,816	29,4199
1-5/8"	41,4	38,3	1,52	1,700	0,13	11,537	1,154	24,5166
2-1/8"	54,1	50,5	1,78	2,607	0,17	20,058	2,006	19,6132
2-5/8"	66,8	62,7	2,03	3,689	0,21	30,92	3,092	19,6132
3-1/8"	79,5	74,9	2,28	4,949	0,25	44,1	4,410	19,6132
3-5/8"	92,2	87,1	2,54	6,386	0,29	59,67	5,967	17,6519

Nominal Çap (OD)	Taşıyıcı Destekleri Arası En Çok Uzaklık (m)
5/8	1,524
7/8	1,82881
1/8	2,13361
3/8	2,43841
5/8	2,74322
1/8	3,048
	-----1-----
25/8	3,3528
31/8	3,6576
35/8	3,9624
41/8	4,2672

-1- CSA B52 Koduna göre taşıyıcı destekleri arası en çok uzaklık

## SONUÇ

Soğutma sistemlerinde boru tasarımında önceki bö

lülmlerde anlatıldığı gibi, bileşenlerde olması isteni -  
 len bazı özellikler arasında karşılaştırmalar yapmak -  
 ve çelişen özellikler arasında en uygun çözümü belir -  
 lemek için pratik bilgiler gereklidir. Bir soğutma siste -  
 minin: en çok kapasite, en az maliyet, uygun yağ dö -  
 nüşümü, en az güç tüketimi, en az soğutucu akışkan -  
 şarjı, düşük gürültü oluşturması, uygun sıvı soğutu -  
 cu akışkan kontrolü, yağlama problemi olmadan tüm -  
 yüklerde sistemin mükemmel esnek, uyumlu ve ve -  
 rimli bir şekilde çalışması arzulanır. Buradaki talep -  
 lerin hepsini birden karşılamak, örneğin en çok kapa -  
 site-en az maliyet gibi, olanaksızdır. Burada tasarım -  
 cıya düşen görev nasıl bir uzlaşmanın kabul edilebi -  
 lir olduğuna karar verebilmek açısından, sistemin her -  
 hangi bir yerindeki boru tasarımının sistem perfor -  
 mansını nasıl etkilediğini çok iyi anlayabilecek ölçüde -  
 uzmanlaşmasıdır.

**KAYNAKLAR**

- [1] ASHRAE Refrigeration Handbook (SI), Chapter 2 System Practices For Halocarbon Refrigerants, 1998
- [2] Carrier Hava Koşullandırma Sistem Tasarımı Cilt 1, 2004
- [3] Genceli, O.F. Soğutma Tesisatı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın No: MMO/2003/ 295-3
- [4] Denison, G. "Refrigerant Piping Handbook", Du Pont, 2001
- [5] Yıldırım, E. "Soğutma Sistemlerinde Borulama", Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Bitirme Projesi, 2003
- [6] Çengel, Y. "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik", 1999
- [7] Özkol, N. "Uygulamalı Soğutma Tekniği, Güncellenmiş Beşinci Baskı", 1999
- [8] Tesisat Mühendisliği Uygulama Kitabı, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayın No: 9, İstanbul, 2001