



TOTEM

ISI MALZEMELERİ VE MAKİNA
TİC. SAN. VE MÜMESSİLLİK A.Ş.

TEKNİK DOKÜMANLAR SERİSİ

TERMOSTATİK GENLEŞME VALFLERİ

www.totem.com.tr

TERMOSTATİK GENLEŞME VALFİ



GENLEŞME VALFLERİ

Genleşme valfi,soğutma sisteminin yük gereksinimine göre,soğutucu akışkanın akışını başlatan,durduran ve modüle eden soğutma kontrol ekipmanıdır.Genleşme valflerinden verimli şekilde faydalanabilmek için,sistem yabancı maddelerden ,aşırı nemden ve korozyondan korunmalıdır.Valfi bu gibi etkilerden korumak için sisteme, pislik tutucu,filtre ve kurutucu(dryer) eklenmelidir.

Genleşme valflerini genel olarak üç grupta toplayabiliriz;

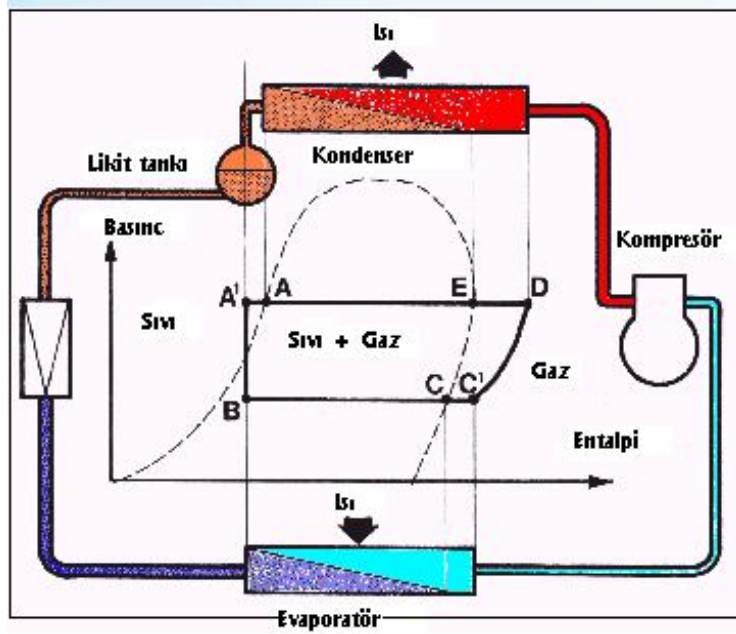
- *Elektronik Genleşme Valfleri*;Günümüzde,bu tip genleşme valfleri yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.Elektronik genleşme valflerini,
 - a-)Isı-motor kontrollü
 - b-)Elektromagnetik modülasyonlu
 - c-)Pulse(darbe) modülasyonlu(on-off)
 - d-)Adım-motor kontrollüolmak üzere kontrol tiplerine göre 4 şekilde sınıflandırabiliriz.
- *Sabit Basıncılı Genleşme Valfleri*;Bu tip genleşme valfleri soğutma sistemlerinde ilk kullanılan genleşme valfleridir.Sabit basınçlı genleşme valfleri,evaporatöre girmesi gereken soğutucu akışkan miktarını,evaporatör veya valf çıkış basıncına göre belirler.
- *Termostatik Genleşme Valfleri*;Bu tip valflerde,evaporatöre girmesi gereken soğutucu akışkan miktarı,evaporatörü terk eden soğutucu akışkanın kızgınlık(superheat) sıcaklığına göre belirler.Bu yazıda Termostatik Genleşme valfleri detaylı olarak incelenecektir.

1-TERMOSTATİK GENLEŞME VALFİ

Termostatik genleşme valflerinin ana işlevi , evaporatörün en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak ve kompresöre likit fazında soğutucu akışkanın ulaşmasını engellemektir.Termostatik genleşme valflerinde,evaporatörde emilen ısı ile soğutucu akışkanın tamamının buharlaşabileceği miktarının evaporatöre girmesine izin verilir.Valf,soğutucu akışkanın kızgınlık(superheat) derecesine ve bu derecedeki değişimlerine göre çalışmakla birlikte,evaporatörün bir kısmını da soğutucu akışkanı kızgınlıktırmak için kullanır.

Bu yazı içerisinde geçen kızgınlık (superheat) ve aşırı-soğutma (subcooling) kavramları kısaca açıklanırsa;

Kızgınlık (superheat):Soğutucu akışkanın gaz fazında, buharlaşma basıncına (*Grafik 1*'de BC arasındaki kısım) karşılık gelen sıcaklıktan, daha yüksek sıcaklıkta bulunma haline "kızgın gaz" ve bu işleme de kızdırma (superheat) adı verilir (*Grafik 1*'de CC' arasındaki kısım).Kızgın gaz içerisinde hiç likit fazında akışkan bulunmaz.



Grafik 1

Aşırı-soğutma(subcooling): Soğutucu akışkanın likit fazında, yoğuşma basıncına (Grafik 1’de AE arasındaki kısım)karşılık gelen sıcaklıktan, daha düşük sıcaklıkta bulunma haline “aşırı-soğutulmuş likit” ve bu işleme de aşırı-soğutma(subcooling) adı verilir(Grafik 1’de AA’ arasındaki kısım). Aşırı-soğutulmuş likit içerisinde,hiç gaz fazında soğutucu akışkan bulunmaz.

Termostatik genleşme valfleri,termostatik element,orifis ve valf gövdesi olmak üzere üç ana kısımdan oluşur.Termostatik genleşme valfleri,termostatik elementin şarjına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

- **Gaz Şarjlı;** Bu tip termostatik element içindeki,gaz sarjı,likit fazındaki soğutucu akışkan miktarı ile sınırlıdır.Gaz şarjlı termostatik elementlerde kullanılan akışkanın cinsi,soğutma sisteminde kullanılan soğutucu akışkan ile aynıdır.
- **Likit Şarjlı;**Bu tip termostatik elementte, akışkanın cinsi,soğutma sisteminde kullanılan soğutucu akışkan ile aynı olmakla beraber,akışkan likit halde bulunur.
- **Likit-Geçişli(Cross)Şarj;** Bu tip termostatik elementte kullanılan akışkan,soğutma sisteminde kullanılan soğutucu akışkan ile aynı değildir.Kızgınlık (superheat) karakteristiği de, klasik gaz şarjlı ve likit şarjlı tip termostatik elementlerden farklıdır.
- **Gaz-Geçişli(Cross)Şarj;** Bu tip şarj,gaz-şarj ile likit-cross şarjın birleşiminden oluşur.Maksimum çalışma basıncını(MOP) sağlamak için,termostatik elementte likit miktarı sınırlandırılmıştır.

- **Absorbsiyon Şarj;** Absorbsiyon şarj, emici olmayan(CO2) ve/veya emici olarak (Silikajel,Aktif Karbon)kullanılan maddeler bağlıdır.Termostatik element içindeki bu maddelerin oranları,termostatik elementin basıncını etkiler.

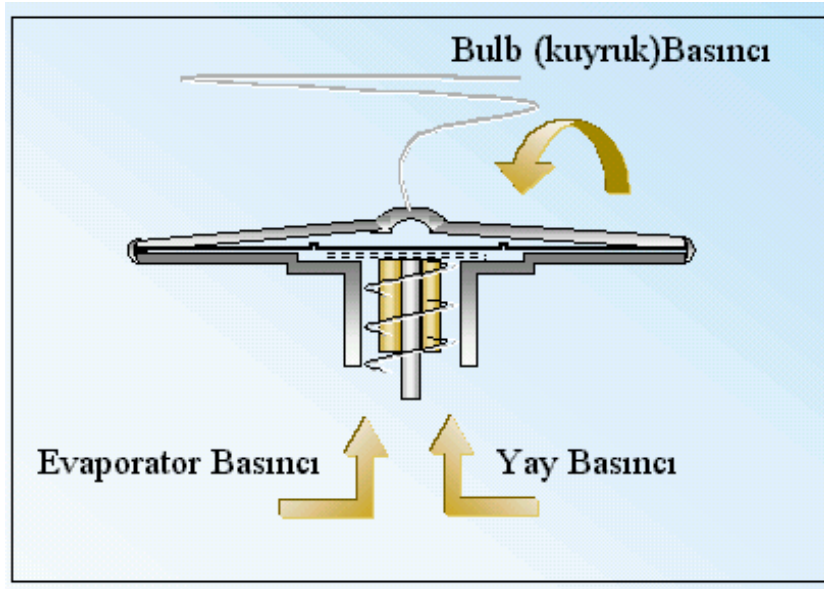
Termostatik genişleme valfleri basınç dengeleme şekline göre,

a-)İçten Dengeli; Bu tip valflerde,valf çıkış basıncı,gövde içindeki bir kanal vasıtasıyla termostatik elementin diyaframının altına iletilir.İçten dengeli valfler,evaporatördeki basınç kaybına karşılık gelen sıcaklık düşümü 1 K geçmediği, bir kompresör-bir evaporatörlü soğutma sistemlerinde kullanılırlar.

b-)Dıştan Dengeli; Evaporatör ve/veya distribütördeki basınç kaybının yüksek olduğu soğutma sistemlerinde,performansı arttırmak için dıştan dengeli valfler kullanılırlar.Evaporatör çıkışındaki basınç dış denge hattı vasıtasıyla,termostatik elementin diyaframının hemen altına iletilir.

1.1-Termostatik Genleşme Valfinin Dizayn Esasları

Termostatik genişleme valfinin çalışmasını etkileyen tüm basınçlar *şekil 1*'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1

Termostatik genişleme valfinde matematiksel olarak basınç dengelemesi;

$$P_b = P_e + P_s \text{ dir.} \quad (1.1)$$

Formül (1.3)'den hareket ederek bu noktadaki kuvvet dengesi;

$$(P_b \times A_d) = (P_e \times A_d) + (P_s \times A_d) + [(P_c - P_e) \times A_p] (1.4)$$

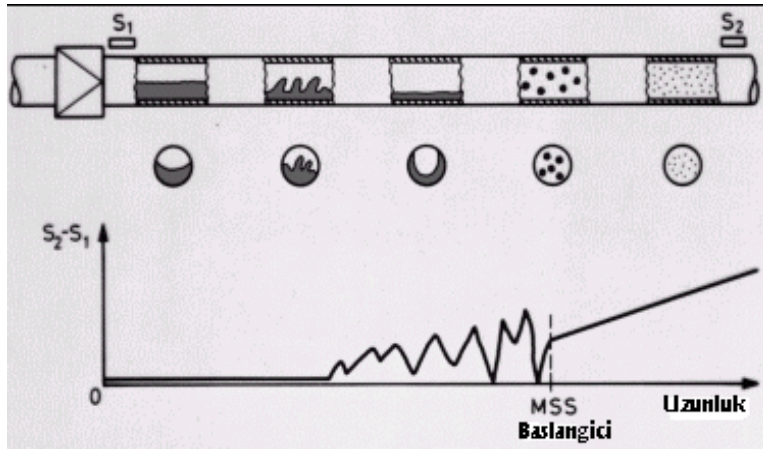
Buradan,

$$P_b = P_e + P_s + [(P_c - P_e) \times A_p / A_d] (1.5)$$

(1.5) eşitliği elde edilir.

Gerekli olan akışkan geçiş(port) alanının dizaynını A_p/A_d oranı belirler.

1.2-Termostatik Genleşme Valfinin Çalışma Prensibi



Şekil 4

Termostatik genleşme valfleri, daha öncede bahsedildiği gibi, evaporatöre girmesi gereken soğutucu akışkan miktarını, soğutucu akışkanın evaporatörü terk ettiği noktadaki kızgınlık(superheat) derecesine göre belirler.

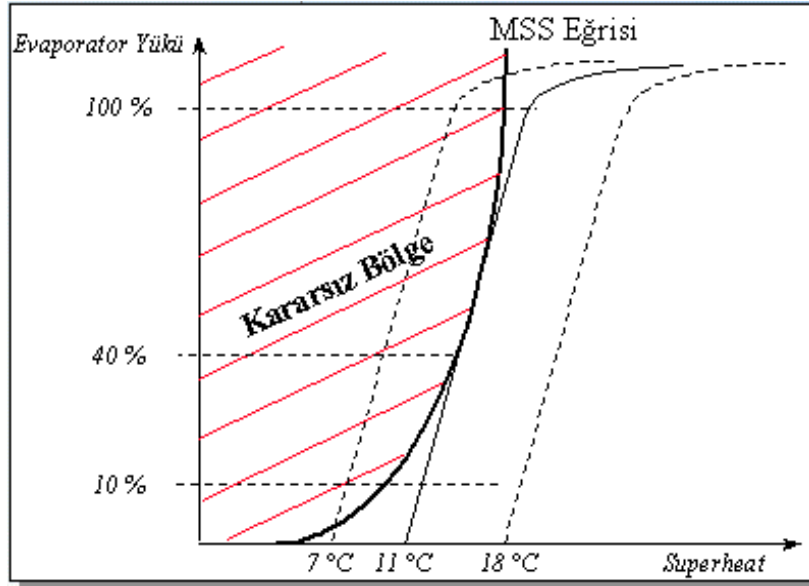
Soğutucu akışkanın superheat derecesinin düşük(kararsız) (Şekil 4) olması,

- Kompresöre likit gelmesi riskini artırır,
- Soğutma sisteminin verimini(COP) düşürür.

Soğutucu akışkanın kızgınlık(superheat) derecesinin yüksek olması,

- Soğutucu akışkanın, evaporatöre düşük derecede enjekte edilmesine,
- Evaporatör alanından verimli şekilde faydalanılamamasına,

sebebiyet verir. Termostatik genleşme valfleri, ihtiyaç duyulan superheat değerini, minimum kararlı kızgınlık(superheat)(MSS) prensibine (Şekil 5) göre belirler.



Şekil 5

MSS,soğutma yükünün,evaporasyon sıcaklığının,hava geçiş miktarının,evaporatör dizaynının,vs. fonksiyonudur.

Burada,Termostatik Genleşme Valfinin,

- Kompresör devre dışında iken,
- Kompresör yeni devreye girdiği anda,
- Kompresör devrede iken,
- Normal çalışma şartlarında,
- Yük değişimlerinde,
- Kompresör devreden çıktığı anda,

gibi değişik şartlarda çalışması, şekiller ile(Şekil 6-18) incelenecektir.

Şekillerde;

Soğutucu akışkan : R22

Evaporasyon sıcaklığı : - 6 C

Soğuk oda sıcaklığı : + 4 C'dir.

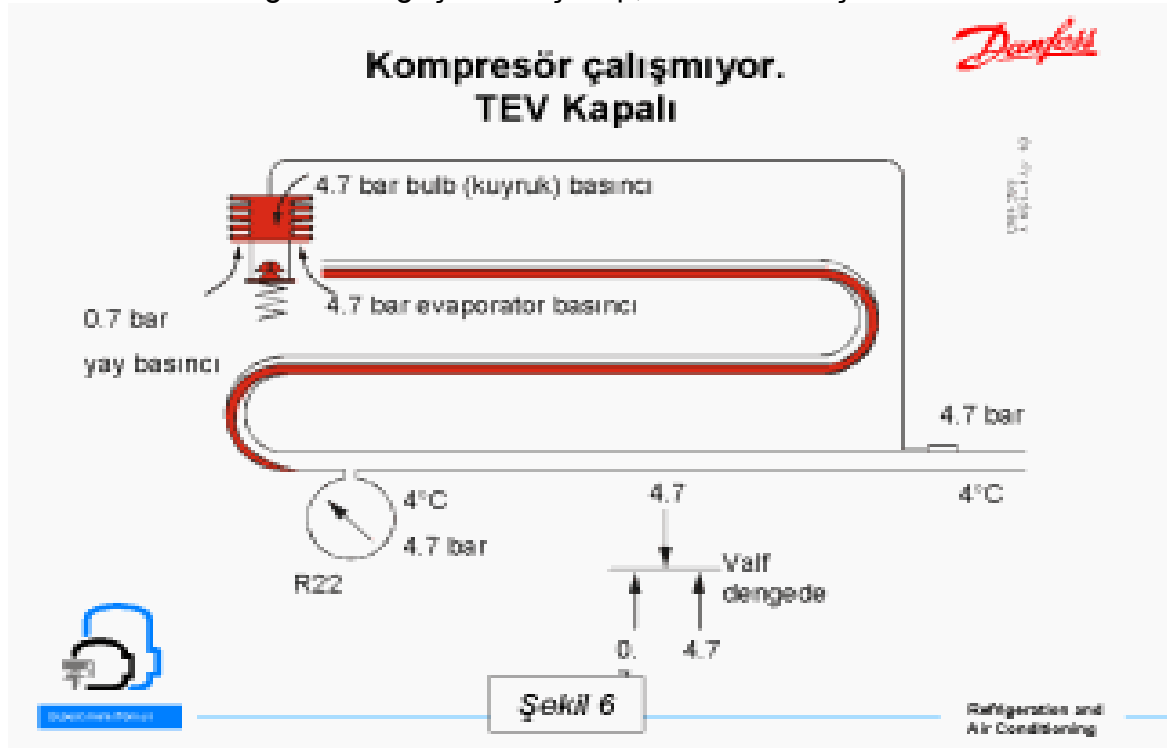
Şekil 6 : Kompresör çalışmamaktadır.Pe(evaporatör basıncı) ile Pb(bulb(kuyruk) basıncı) dengededir.Yay,valfi kapalı tutma yönünde pozitif kuvvet uygulamaktadır.

Şekil 7 : Kompresör çalıştığı anda,Pe(evaporatör basıncı) hemen hemen, kompresörün normal çalışma şartlarındaki emme basıncı değerine düşer.

Valf açılarak,evaporatöre soğutucu akışkan püskürtmesini başlatır

Şekil 8 : Valfin,kapatma yönündeki kuvvette ani bir düşmenin oluşmasıyla birlikte, valf açılma derecesini artırır.Valfin açılmasıyla,evaporatör çıkışındaki

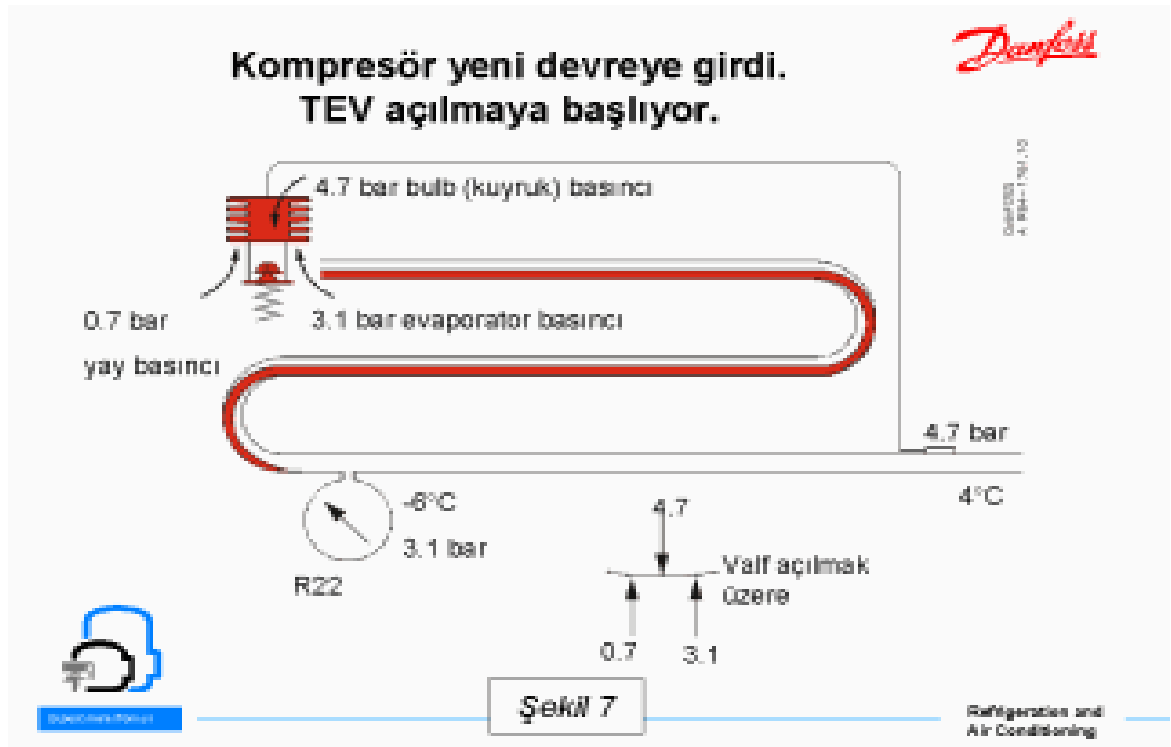
soğutucu akışkanın superheat derecesinde düşme meydana gelir. Bu sebeble valf tekrar kapanma sürecine girer. Bu durum “hunting” olarak tanımladığımız bir geçici süreç olup, kısa bir süre içinde düzelecektir.



Şekil 9 : Valf açık olduğu süre içinde, evaporatör çıkışında soğutucu akışkanın superheat derecesinde düşme olur. Oluşan bu düşme neticesinde valf tekrar kapatma sürecine girer. Evaporatör içine soğutucu akışkan püskürtmesinin durmasıyla birlikte, evaporatör çıkışında soğutucu akışkanın superheat değerinde tekrar yükselme olur.

Şekil 10: Evaporatör çıkışında soğutucu akışkanın superheat derecesindeki artma, valfi tekrar açılma sürecine girmesine neden olur. Bu süreç, evaporatör çıkışındaki soğutucu akışkanın superheat değerinde yeterli düşüş olana kadar devam eder. Soğutucu akışkanın superheat değerinde yeterli düşüş seviyesine ulaşıldığında, valf tekrar kapanma sürecine girer.

Şekil 11: Valf kapatır, fakat valfi kapatan kuvvet ilk seferine oranla daha düşüktür. “hunting” olarak tanımladığımız durum, her açılma ve kapama sonrasında



azalarak yerini “kararlı” açılmaya bırakır. Bu noktadan itibaren valfin açılıp, kapanması, evaporatör üzerindeki soğutma yüküne bağlıdır.

Şekil 12: Valf,artık,evaporatör çıkışında soğutucu akışkanın superheat derecesini sabit tutacak şekilde,evaporatöre soğutucu akışkan püskürtür..Bu noktadan itibaren valfin açılma derecesinde artık çok büyük değişimler olamaz.Valfin açılma derecesindeki küçük değişimleri,evaporatör üzerindeki küçük yük değişimleri etkiler(soğuk odanın kapısının ve ışığının açılıp kapanması gibi).

Şekil 13: Kış mevsimi,gece yada gün içerisindeki sıcaklık değişimleri, valfin açılma derecesini etkileyerek,valfin açılma derecesini azaltır.

Şekil 14: Gün içerisinde soğuk odanın içerisine yeni ürün girmesi gibi durumlar, odanın sıcaklığının yükselmesine neden olur.Valf artan yükü karşılamak ve evaporatör çıkışındaki soğutucu akışkanın superheat derecesini sabit tutmak için,evaporatöre daha fazla soğutucu akışkan püskürtür.

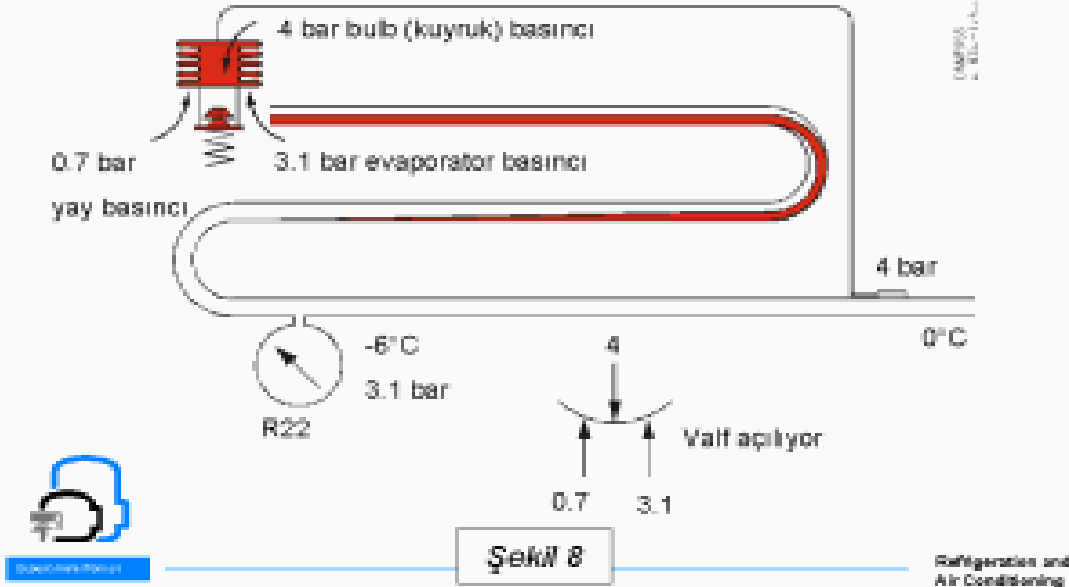
Şekil 15: Kompresör durduğu zaman,kompresör emme basıncı ve sıcaklığı yükselmeye başlar.Valf,evaporatöre hala soğutucu akışkan püskürtmesini devam ettirmekle birlikte,kapanma sürecine girer.

Şekil 16: Evaporatör basınç ve sıcaklığı tamamiyle eşitlenene kadar,valf kapanma sürecini devam ettirir.Sıcaklık ve basınç arasındaki bu fark bir önceki şekile göre(Şekil 15) daha da kapanmış olmasına rağmen,tamamiyle eşitlenmediği için,valf hala tam olarak kapanmamış ve evaporatöre soğutucu akışkan püskürtmesine devam etmektedir.

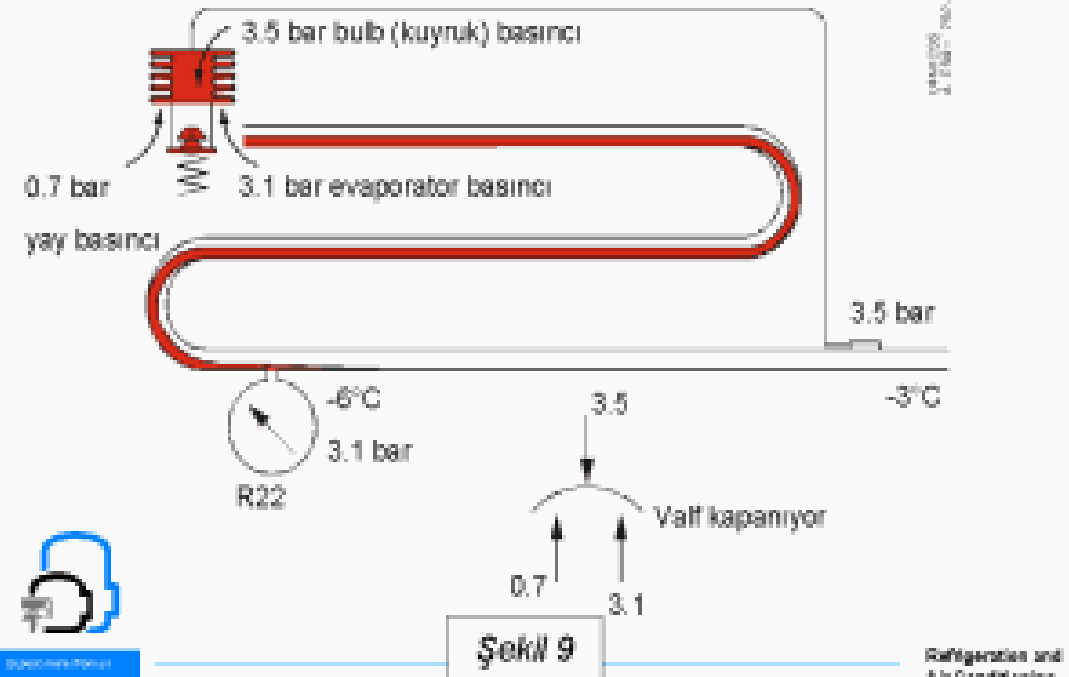
Şekil 17: Basınç ve sıcaklık dengesi tamamiyle sağlanmış durumdadır.Valf tamamen kapatmakla birlikte,valfin kapanma yönünde pozitif bir kuvvet yoktur.Bunun için bir süre daha geçmesi gerekmektedir.

Şekil 18: Valfin,kapanma yönünde pozitif kuvvet oluşması için gereken süre geçmiş ve kapanma yönündeki kuvvet maksimum değerine ulaşmıştır.

Termostatik genişleme valfi daha fazla açılıyor. TEV tamamiyle açık.

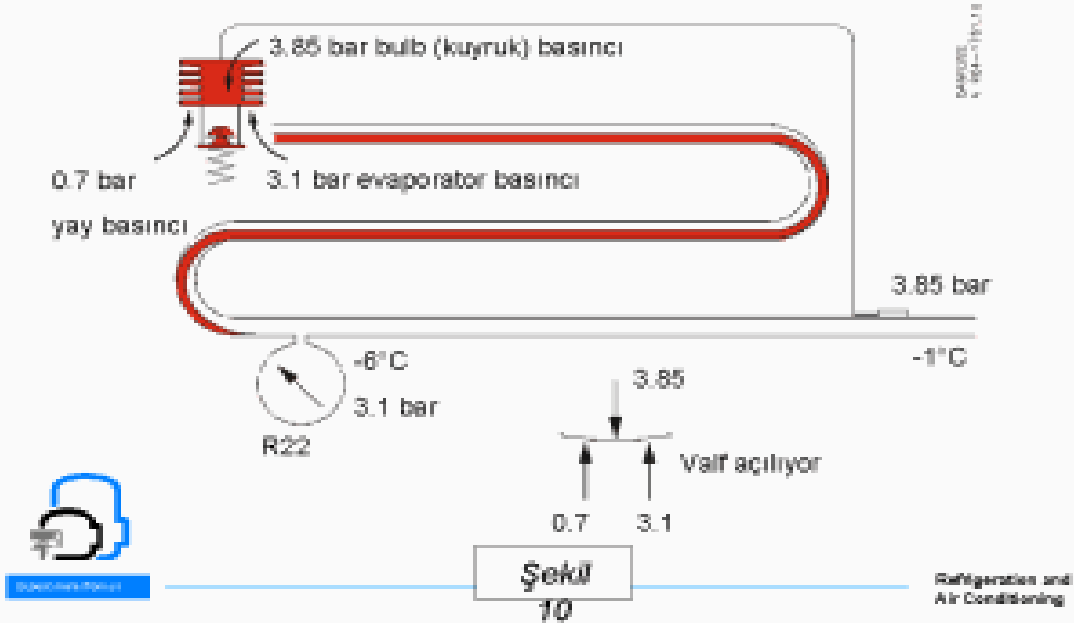


Termostatik genişleme valfi tekrar kapanıyor.



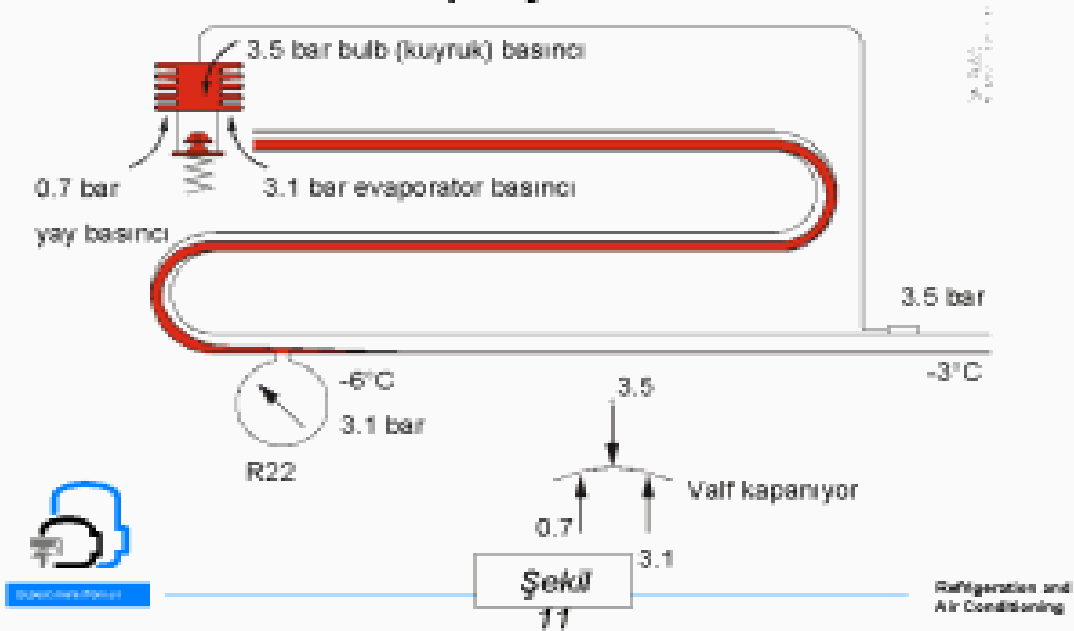
Termostatik genişleme valfi tekrar açılıyor.

Danfoss



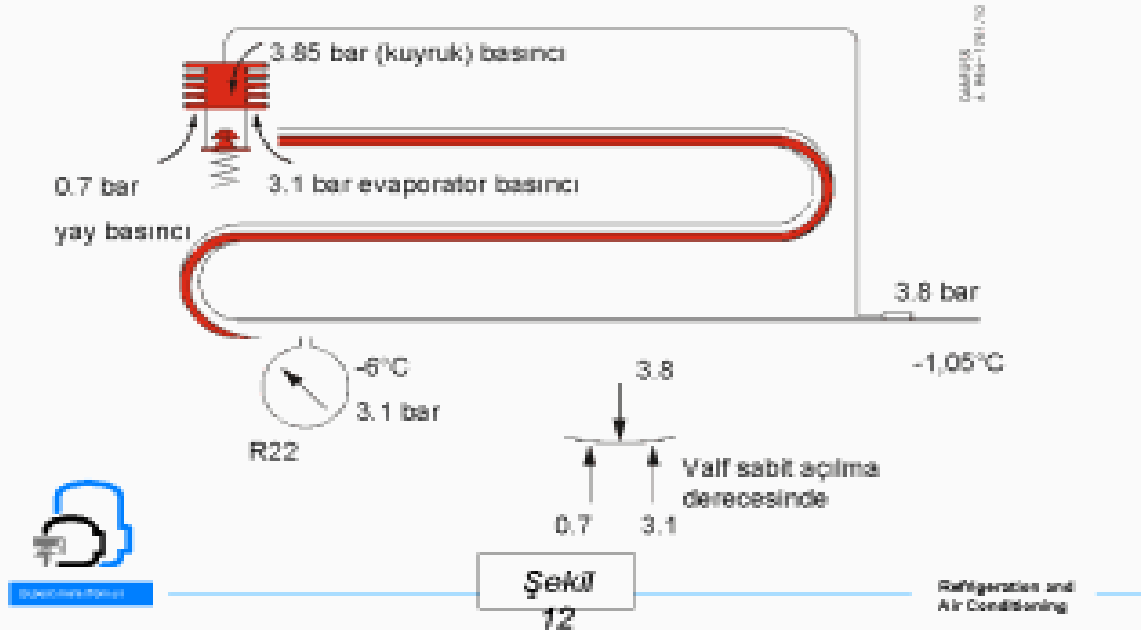
Termostatik genişleme valfi tekrar kapanıyor.

Danfoss



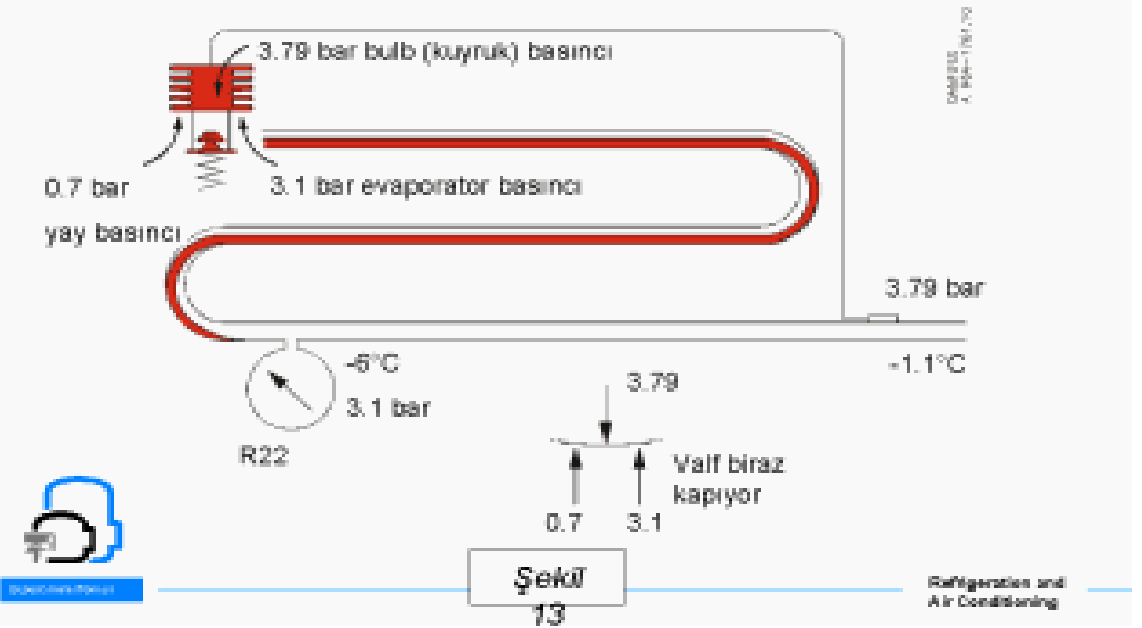
**Termostatik genişleme valfi su an,sabit
superheat(aşırı-kızma)de çalışıyor.**

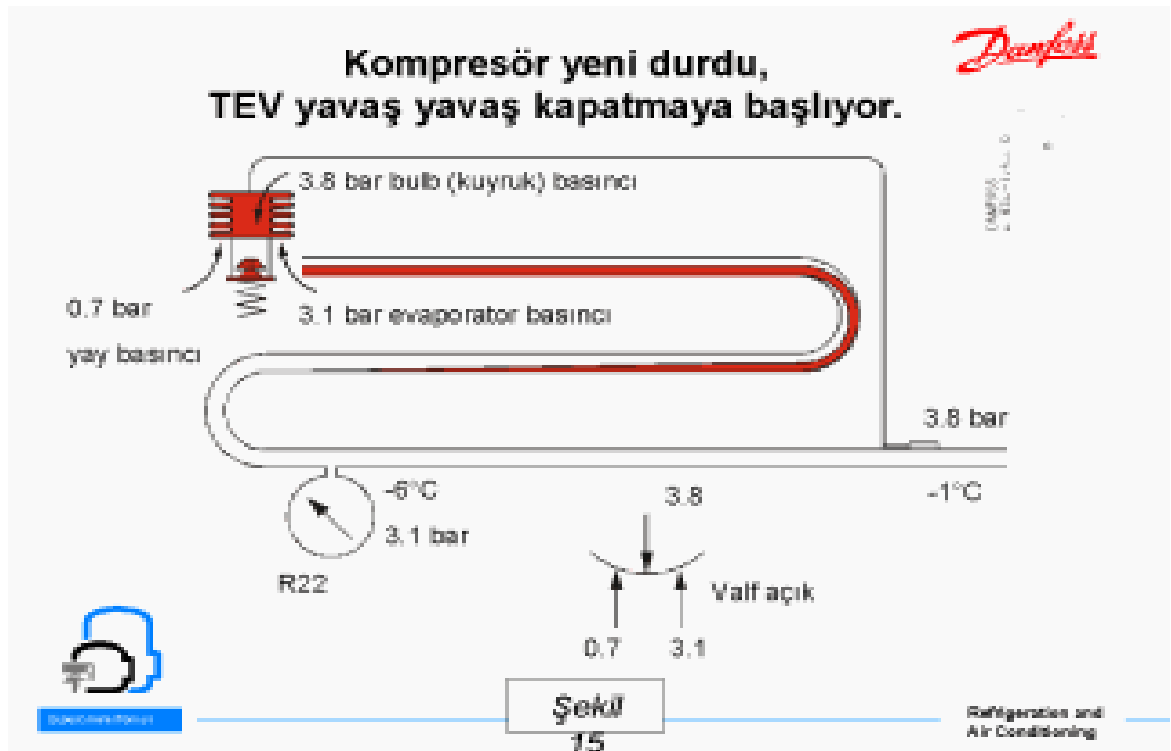
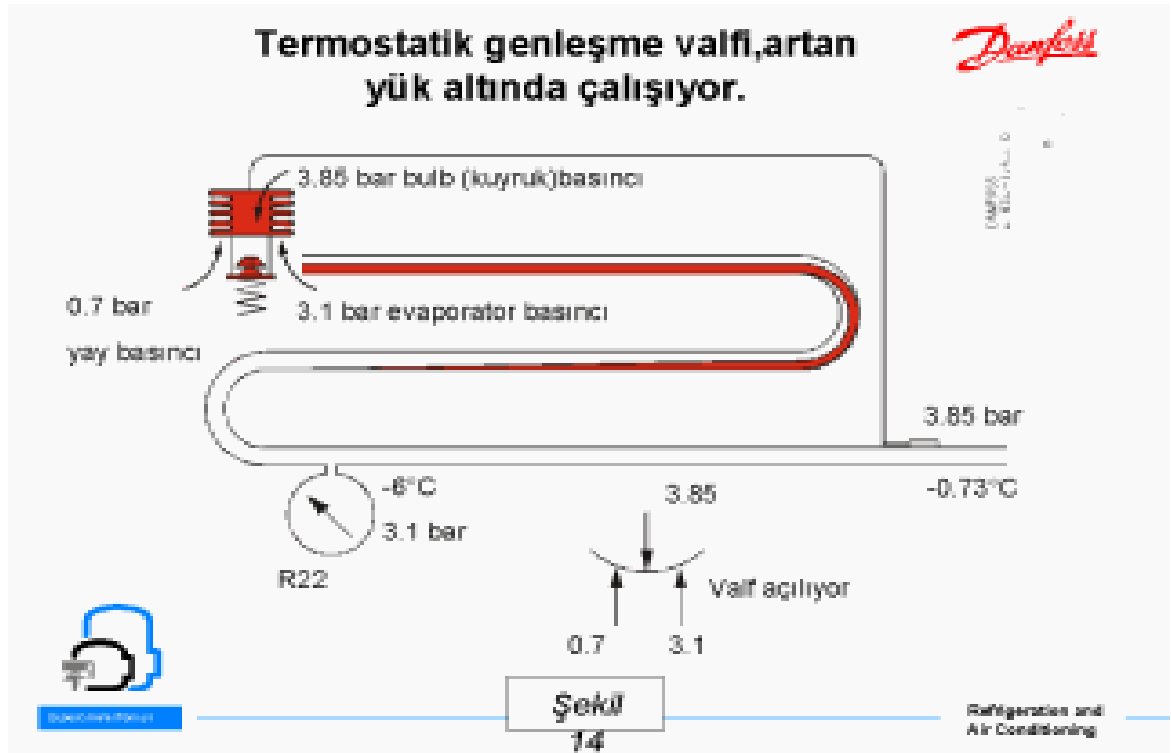
Danfoss

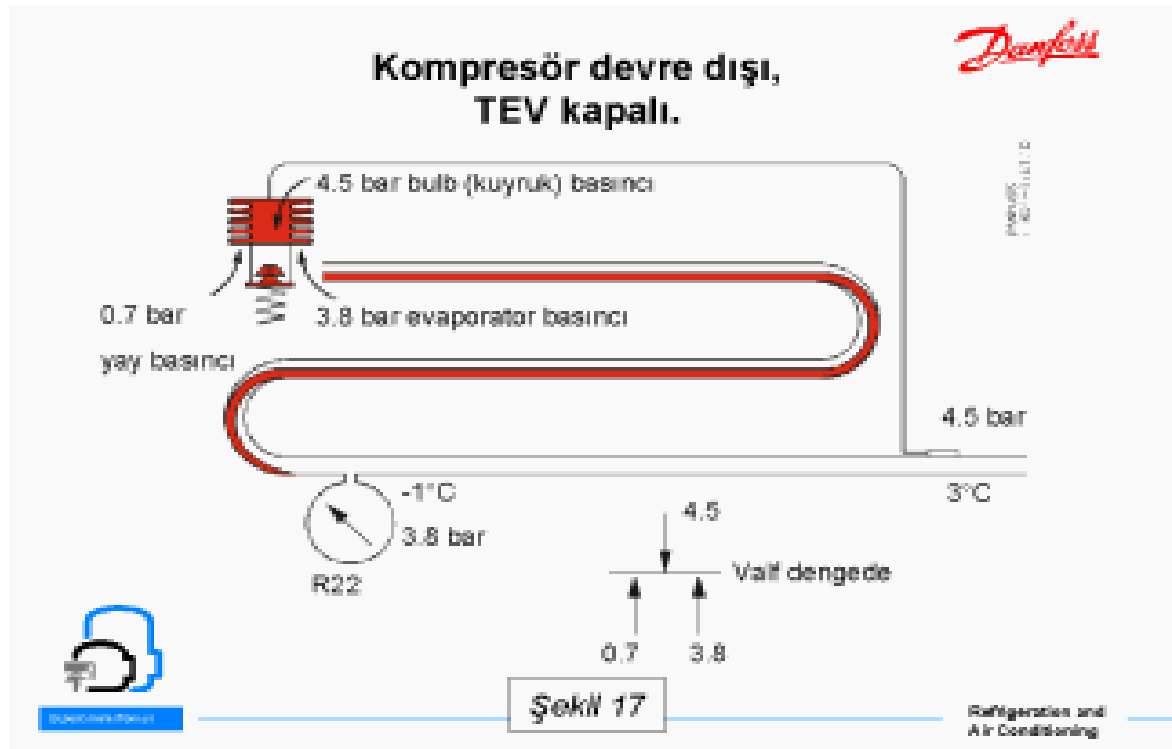
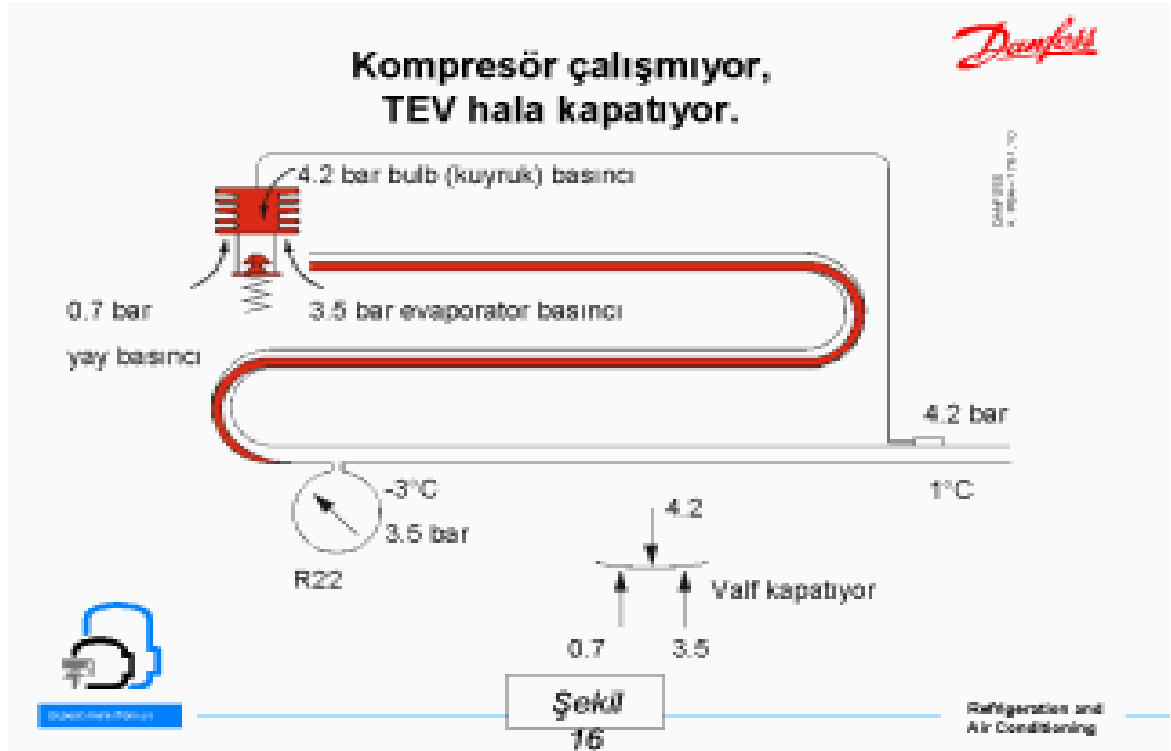


**Termostatik genişleme valfi,biraz azalmış
yük altında çalışıyor.**

Danfoss

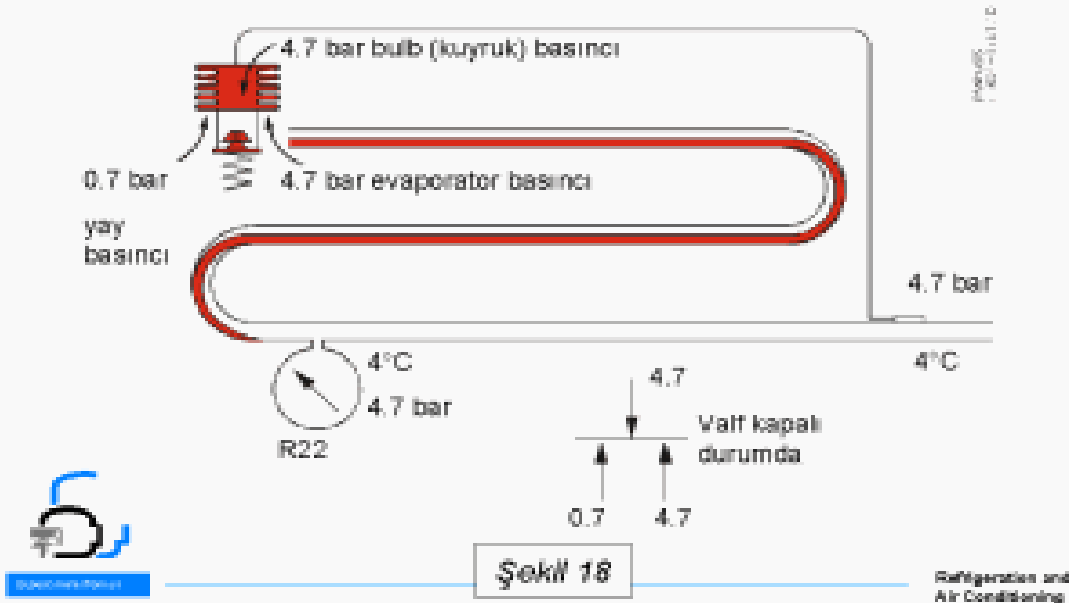






Kompresör devre dışı, TEV pozitif yönde kapalı.

Danfoss



1.3-Termostatik Genleşme Valfinin Seçim Kriterleri

Termostatik genleşme valfi seçilirken aşağıdaki noktalar tespit edilmelidir;

- Uygulama alanı / soğutucu akışkan
- Evaporatör kapasitesi(maksimum ve minimum),
- Evaporasyon derecesi(maksimum ve minimum),
- Kondansasyon derecesi(maksimum ve minimum),
- Aşırı-soğutma(subcooling) değeri,
- İç / dış dengeli seçimi,
- Bağlatısı,köşeli / düz gibi fiziksel özellikleri,
- Termostatik element kılcal uzunluğu,
- Ayar aralığı,
- MOP(Maksimum Çalışma Basıncı) fonksiyonu,

Bu noktaların tespitinden sonra basınç düşümü ve aşırı-soğutma(subcooling) derecesi de gözönünde tutularak kapasite belirlenir.

Basınç düşümü tespiti; Bir sistemdeki basınç kaybı;

$$\Delta P = (P_c - P_e) - (\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5) \quad (1.6)$$

ΔP : Sistemdeki toplam basınç kaybı,

ΔP_1 : Sistemin likit hattındaki basınç kaybı,

ΔP_2 : Sistemin,drayer,gözetleme camı vs.elemanlarındaki basınç kaybı

ΔP_3 : Sistemin,dikey yükselmelerinin sebep olduğu basınç kaybı (*Tablo 1*)

ΔP_4 : Sistemin likit distribütöründeki basınç kaybı,

ΔP_5 : Sistemin distribütör hatlarındaki basınç kaybı,

P_e : Evaporasyon basıncı,

P_c : Kondansasyon basıncı,

Yukarıdaki (1.6) formülüyle hesaplanır.

Soğutucu akışkan	Statik basınç düşümü,evaporatör ile likit tankı arasındaki yükseklik farkı"h"				
	6 m	12 m	18 m	24 m	30 m
R22	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5
R134a	0.7	1.4	2.1	2.8	3.6
R404A	0.6	1.3	1.9	2.5	3.2
R507	0.6	1.3	1.9	2.5	3.2

Tablo 1

Aşağıda basınç düşümü hesabına ilişkin örnek verilmiştir;

Soğutucu Akışkan : R22

Evaporasyon Basıncı : 3.6 bar(-10 C)

Kondansasyon Basıncı : 13.9 bar(+36 C)

Evaporasyon Kapasitesi(Qe) : 9 KW

Valf Bağlantısı : Rakorlu,köşeli

Aşırı-soğutma(subcooling) : 4 K

ΔP_1	: 0.1 bar
ΔP_2	: 0.2 bar
ΔP_3	: 0.7 bar (h = 6 m)
ΔP_4	: 0.5 bar
ΔP_5	: 0.5 bar

Basınç düşümü (1.6) formülü kullanılarak;

$$\Delta P = (13.9 - 3.6) - (0.1 + 0.2 + 0.7 + 0.5 + 0.5)$$

$$\Delta P = 8.3 \text{ bar}$$

elde edilir.

Kapasitenin belirlenmesi: Toplam basınç düşümünün tespitinden sonra aşırı-soğutma (subcooling)düzeltilme tablosundan (*Tablo 2*),gerekliyorsa kapasite düzeltilmesi yapılır.

Δt	4 K	10 K	15 K	20 K	25 K	30 K	35 K	40 K	45 K	50 K
Düzeltilme faktörü	1.00	1.06	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.39	1.44

Tablo 2

Buradan termostatik genişleme valfi seçimine geçilirse,

Valf Tipi	Orifis No	Toplam Basınç düşümü,bar							
		2	4	6	8	10	12	14	16
Evaporasyon Derecesi,-10 C									
TX 2 / TEX 2-0.15	0X	0.37	0.47	0.53	0.57	0.60	0.63	0.64	0.64
TX 2 / TEX 2-0.3	00	0.79	0.96	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
TX 2 / TEX 2-0.7	01	1.6	2.0	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8
TX 2 / TEX 2-1.0	02	2.2	2.9	3.3	3.6	3.8	4.0	4.1	4.1
TX 2 / TEX 2-1.5	03	3.9	5.1	5.9	6.4	6.8	7.1	7.3	7.3
TX 2 / TEX 2-2.3	04	5.8	7.6	8.7	9.5	10.1	10.5	10.8	10.9
TX 2 / TEX 2-3.0	05	7.4	9.6	11.0	12.0	12.8	13.3	13.6	13.8
TX 2 / TEX 2-4.5	06	9.1	11.8	13.5	14.7	15.6	16.2	16.6	16.8

Tablo 3

Önce interpolasyon ile kapasite hesaplanarak,

$$Q_e = 9.5 + (8.3 - 8) / (10 - 8) \times (10.1 - 9.5)$$

$$Q_e = 9.6 \text{ KW}$$

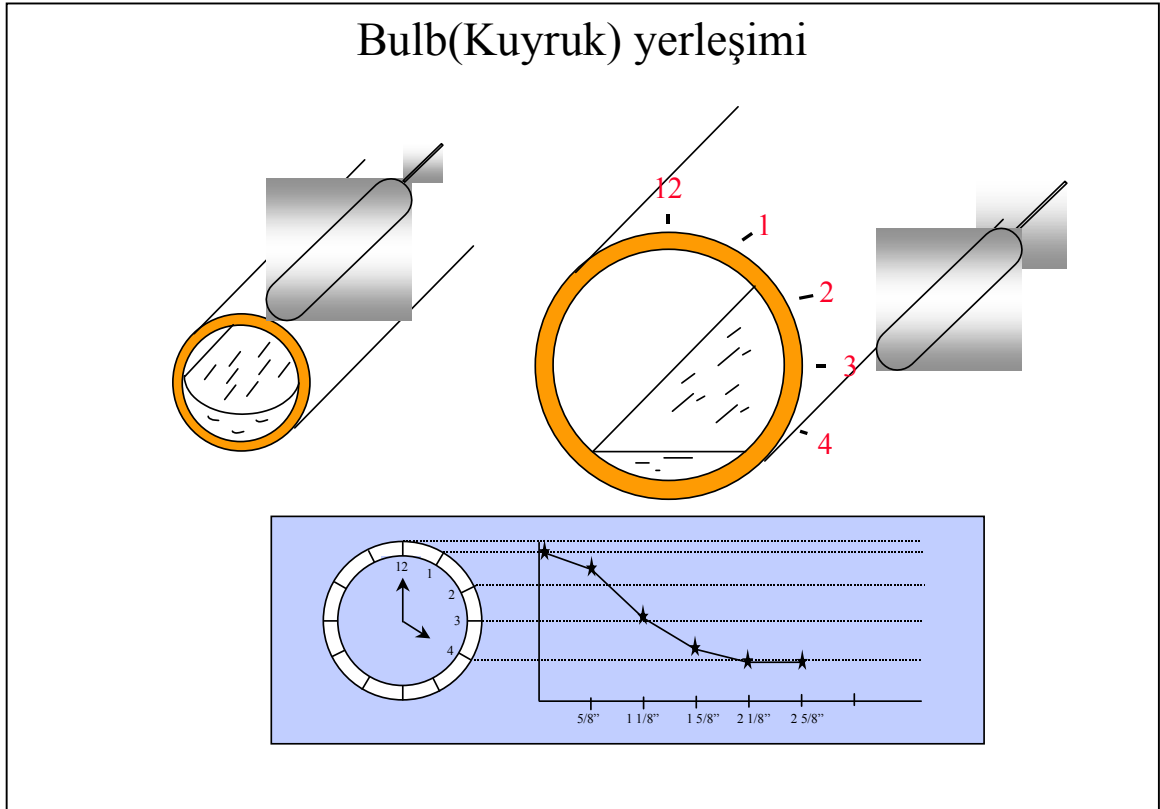
Bulunur. Hesaplanan kapasiteye göre *Tablo 3*'den TEX 2-2.3 valf (veya TEX 2 + 04 nolu) orifis seçilir.

Termostatik valfin seçiminde, valf üretici firmalarının seçim abaklarına sadık kalınmalıdır. Burada verilen örnekte, Danfoss A/S firmasının seçim abakları kullanılmıştır.

1.4-Termostatik genleşme valfi uygulamalarında dikkat edilecek konular

Termostatik genleşme valfinin uygulamalarında bazı pratik uygulama detaylarına dikkat etmek gereklidir. Bu kurallara bazı örnekler aşağıda şekiller ile açıklanmıştır.

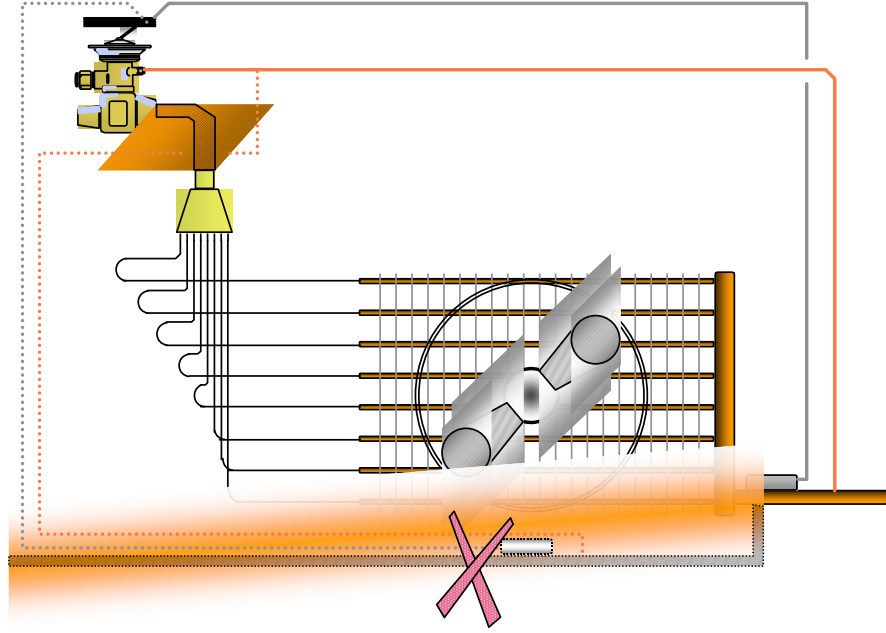
- Kompresör emme hattı çapına göre, kuyruk(bulb) uygun şekilde emme hattına yerleştirilmelidir(Şekil 19).



Şekil 19

- Bulb(kuyruk) ne çok soğuk bir yere nede çok sıcak bir yere yerleştirilmemelidir. Bulb(kuyruk) emme gazı kızgınlığını(superheat) değerini hiç bir ısı kaynağının etkisinde kalmadan ölçmelidir. Bulb(kuyruk) yerleşim yeri Şekil 20'de gösterilmiştir.

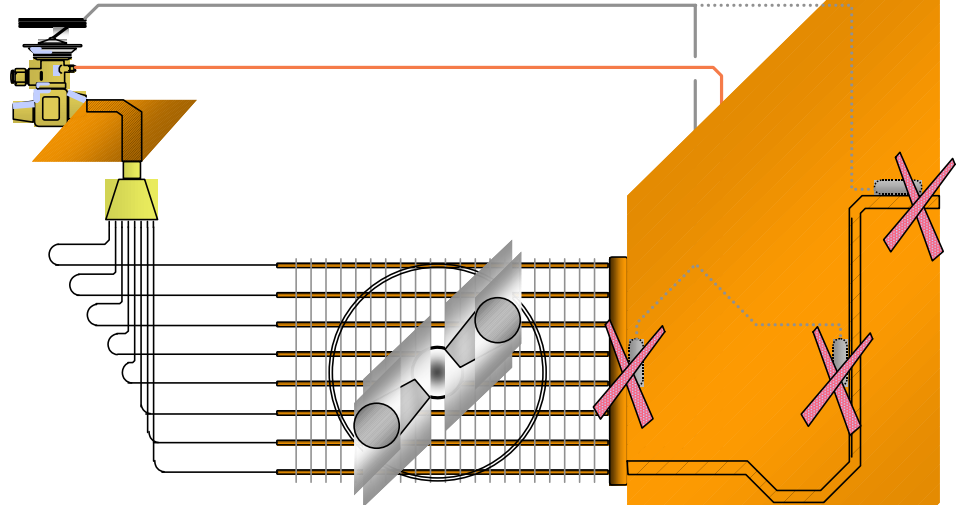
Bulb(Kuyruk)Yerleşimi ve Hava Akışı



Şekil 20

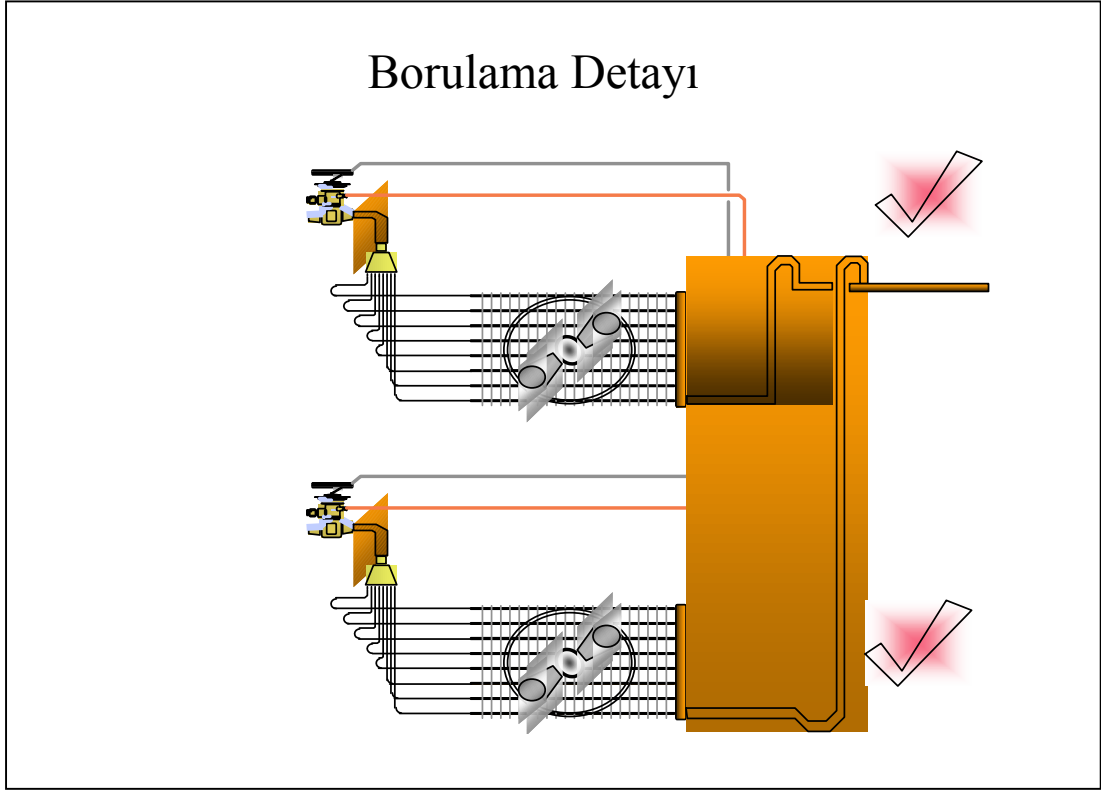
- Bulb(kuyruk) evaporatörden hemen sonra,yağ cebinden ve dikey yükselmelerden önce,emme hattı üzerine yatay olarak yerleştirilmelidir.Bulb(kuyruk),emme hattı üzerine yerleşimi Şekil 21’de gösterilmiştir.

Emme Hattı Üzerine Bulb(Kuyruk) yerleşimi



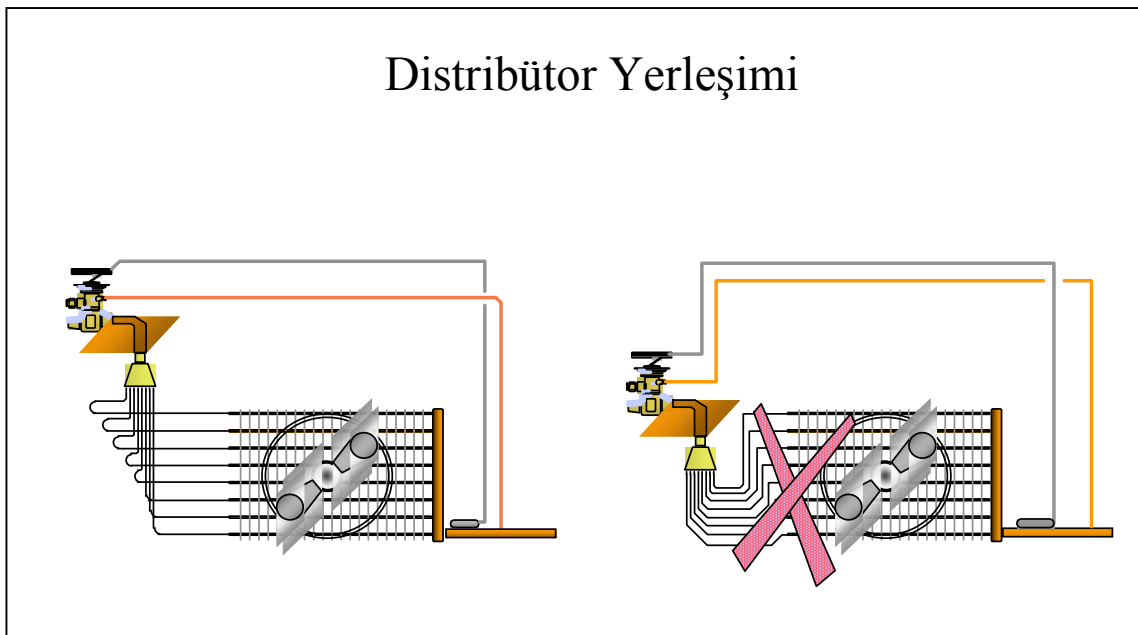
Şekil 21

- Evaporatörden sonraki emme hattı tasarımı, bulb(kuyruk) diğer yanlış yönlendirici etkilerden koruyacak şekilde yapılmalıdır(Şekil 22). Örneğin, emme hattı, bu hatta oluşabilecek likitin geri dönüşünü engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır.



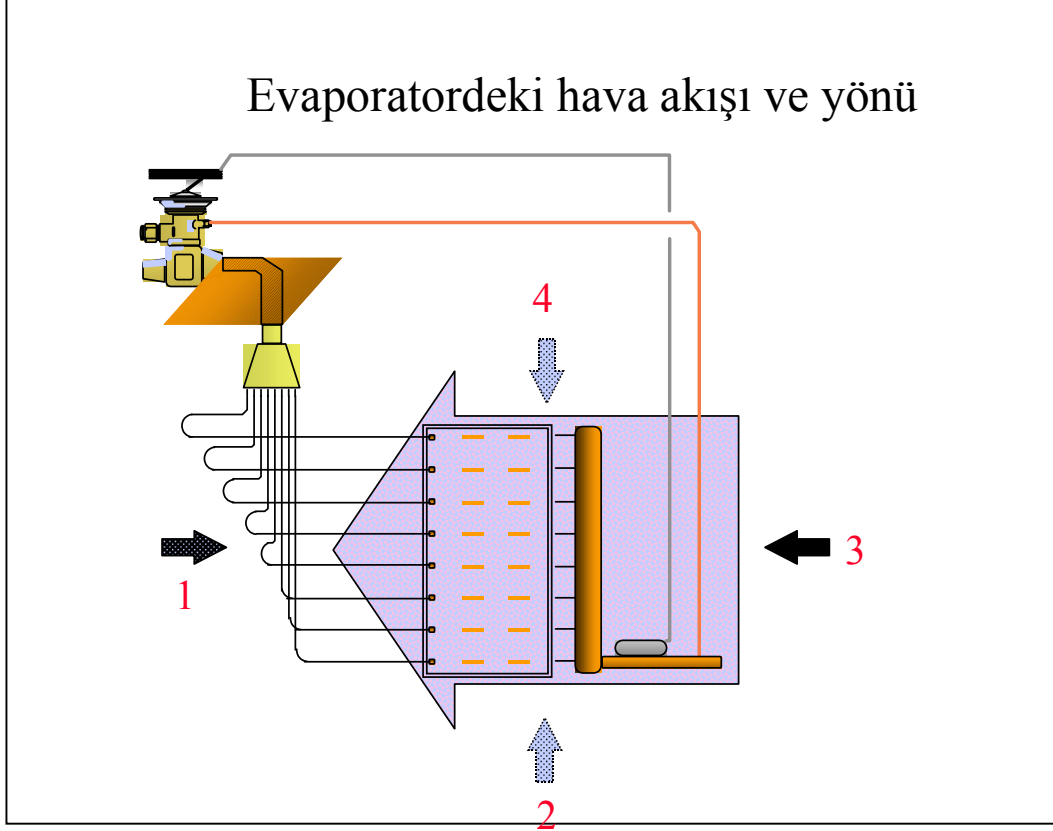
Şekil 22

- Distribütör boruları aynı uzunlukta ve çapta olmalıdır. Borulama likit birikmesine yol açmayacak şekilde ve konstrüksiyon şartlarına uygun yapılmalıdır(Şekil 23).



Şekil 23

- Eğer distribütör kullanılıyorsa, evaporatördeki hava akışının yönünün doğru olması çok önemlidir. Şekil 24'deki hava akış yönlerinden "1" ve "3" numaralarıyla belirtilen akış yönleri kullanılmakla birlikte, "3" nolu akış yönü daha verimli ve doğrudur. Diğer önemli parametre ise ,akışın tüm evaporatör kesitini karşılayacak şekilde olmasıdır.



Günümüzde kullanılan, Termostatik Genleşme Valf'leri, 1933 yılında *Danfoss A/S* firmasının keşfi ile birlikte soğutma ve klima sektörüne tanıtılmış, ve ilerleyen yıllar içinde çok küçük değişikliklere uğramıştır.

1982 yılından itibaren, Termostatik Genleşme Valflerinin yerini yavaş yavaş ,önce analog kontrollü, daha sonra ise mikroprosesör kontrollü Elektronik Genleşme valfleri almaya başlamıştır.

Termostatik genleşme valfleri, halen günümüzde mekanik kontrollü evaporatörlerde çok sıkça kullanılmaktadır.

Kaynak;

- *Danfoss A/S Eğitim Semineri Notları*
- *Ashrae Handbook, Refrigeration 1994*

