

1.1.1. Dolaşım Pompaları ve Pompa Seçimi

Dolaşım pompası borularda ortaya çıkan basınç Kayıplarını yenerek, istenen miktarda sıcak suyu sıcak suyu kazandan alıp, ısıtıcılardan dolaştırıp tekrar kazana döndüren cihazdır. Kalorifer tesisatında kullanılan dolaşım pompaları elektrikle tahrik edilen, santrifüj tiptendir.

Pompaların belirgin 4 karakteristiği;debi, basınç(basma yüksekliği), çektiği güç, verimdir.

Pompanın Basınç Değeri: Bu değer kritik boru devresindeki düz boru ve özel direnç basınç kayıpları toplamından büyük olmalıdır. Yani $\Delta P_p > \Delta P = \sum RL + \sum Z$ olmalıdır. Üstten dağıtma ve toplamalı sistemlerde bu denkleme daha önceden de belirtildiği gibi $Hg(\rho_d - \rho_g)$ terimi ilave edilmelidir. Basınç kaybı hesaplarında kazan dairesi kayıpları dikkate alındıysa basınç kaybı değeri %10 arttırılır. Dikkate alınmadıysa 3000-8000Pa hesaplanan basınç kaybına eklenerek, pompa basıncı bulunur.

Debi: \dot{V} (m^3/s) veya m^3/h dolaşım pompasının debisi, tesisatta dolaşan su miktarı ile belirlenir.

$$\dot{V} = \frac{\dot{q}_K}{c_p \rho (T_g - T_d)}$$

\dot{V} : Pompa debisi (m^3)

q_K : Kazan kapasitesi (W)

c_p : 4186j/kg-K

Pompa Verimi: (η_p) (%) Pompa yardımıyla suya geçen gücün veya enerjinin pompanın mil gücüne veya enerjisine oranı olarak tanımlanır. $40 < \eta_p < 85$ aralığındadır.

Pompa Gücü: (IP) (W)

$$IP = \frac{\Delta P_p \dot{V}}{\eta_p}$$

Devir Sayısının Pompa Karakteristiklerine Etkisi:

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_2} = \frac{n_1}{n_2} ; \quad \frac{\Delta P_{P1}}{\Delta P_{P2}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 ; \quad \frac{IP_1}{IP_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Dolaşım Pompaları Tipleri

Kalorifer tesisatında kullanılan santrifüj pompalar, konstrüksiyon ve kapasitelerine göre aşağıdaki sınıflara ayrılırlar.

-Islak rotorlu

-Kuru rotorlu

-Norm pompa

-Doğru hat pompa

-Köşe tipi pompa

-İkiz pompa

1) Islak rotorlu pompalar: Pompayı tahrik eden motor su ile temas halinde olup, su elektrik motorunun soğumasını sağlar. Debi 65m³/h, 1,8*10⁵Pa,130°C,10 bar

2) Kuru rotorlu pompalar: Elektrik motoru ile pompa, salmastra ile birbirinden ayrılmışlardır. Debi 300m³/h, 9*10⁵Pa

Doğru hat ve köşe tipi olmak üzere iki çeşidi vardır. Doğru hat pompada, pompanın emme ve basma ağzları aynı eksen üzerindedir. Köşe tipi pompada ise emme ve basma ağzları birbiri ile 90°C açı yapar.

3) Norm Pompalar: Pompa gövdesi ile elektrik motoru ayrı ayrı olup bir mil ile birbirine bağlıdır ve aynı kaide üzerine tespit edilmiştir. Güçleri büyük olduğu için, titreşim bakımından yalıtılması gereklidir. Debi 2500m³/h, 16*10⁵Pa,140°C

4) İkiz Pompalar: Kalorifer tesisatında dolaşım pompaları birisi yedek olmak üzere iki adet seçilir. Bu seçilde pompalardan birinin arızalanması halinde sistem çalışması devam eder. Islak rotorlu ikiz

pompalarda bir gövde iki motor vardır. Bu şekilde vana ve flanş sayıları azaltılır, sistem kompakt ve yatırım maliyeti azdır.

Not: 2 benzer pompa seri veya paralel olarak bağlanırsa sistemde dolaşan su debisi ile basma yüksekliği artırılabilir.

Örnek 5.4: 90/70°C sıcaklıklarında çalışan bir kalorifer tesisatının ihtiyacı $q_k=300\text{kW}$ olup, bu tesisatın kritik devresindeki toplam basınç kaybı ise kazan dairesindeki basınç kayıpları da göz önüne alınarak $\Delta P=8000\text{Pa}$ olarak hesaplanmıştır. Pompa verimi %70, elektrik motoru verimi %60 alınarak, pompa karakteristiklerini belirleyiniz.

$$\dot{V} = \frac{\dot{q}_k}{c_p \rho (T_g - T_d)} = \frac{300 * 10^3}{4180(1000)(90 - 70)} = 0,0036\text{m}^3/\text{h} = 12,9\text{m}^3/\text{h}$$

Pompa basıncı toplam basınç kaybının %10 arttırılmasıyla;

$$\Delta P_p = 1,1 * 8000 = 8800\text{Pa}$$

Pompa elektrik motoru gücü;

$$IP_m = \frac{(8800)(0,0036)}{(0,7)(0,6)}$$

1.1.2. Genleşme Depoları Seçimi

Genleşme depolarının uygulamada 2 tipi bulunmaktadır.

1) Açık genleşme depoları(imbisat deposu)

2) Kapalı genleşme depoları

Sıcak sulu kalorifer sistemlerinde, suyun sıcaklığı arttıkça hacmi de artar. Artan bu hacmin sistem içerisinde dengelenmesi gerekir. Bu dengeleme genleşme depoları ile sağlanır. Genleşme depoları suyun genleşmesi sonucu artan basıncı önleyerek sistemin güvenliğini sağlarken, gerektiğinde belirli ölçüde eksilen suyun ilavesiyle sistemde oluşabilecek havanın tahliyesini de sağlar.

Genleşme depolarının kapasitesinin belirlenmesinde,, öncelikle sistemde genleşen su hacmi bulunmalıdır. Bunun için de kazan, ısıtıcılar ve borulardan oluşan kalorifer tesisatındaki su hacmi bulunmalıdır.

Çizelge 13.1.2’de kalorifer tesisatında kullanılan elemanların içerdikleri su hacimleri verilmiştir. Bu çizelgeden su hacmi hassas hesaplanabilir.

Çizelge 13.1.2 Kazan, ısıtıcı ve boruların içerdikleri yaklaşık su hacimleri.

Cinsi	Su hacmi
Döküm radyatörler (900 mm)	3,5 L/m ²
Döküm radyatörler (200 – 500 mm)	4-5 L/m ²
Çelik radyatörler (900 mm)	5 L/m ²
Çelik radyatörler (200 – 500 mm)	6 L/m ²
Panel radyatörler (tekli)	3 L/m ²
Panel radyatörler (çiftli)	6 L/m ²
Konvektörler	0,2-0,4 L/m ²
Döküm kazanlar	0,5-1 L/kW
Çelik kazanlar	2-4 L/kW
Çelik boru (DN 10, 3/8")	0,123 L/m
Çelik boru (DN 15, 1/2")	0,201 L/m
Çelik boru (DN 20, 3/4")	0,366 L/m
Çelik boru (DN 25, 1")	0,581 L/m
Çelik boru (DN 32, 1 1/4")	1,01 L/m
Çelik boru (DN 40, 1 1/2")	1,37 L/m
Çelik boru (DN 50, 2")	2,16 L/m
Çelik boru (DN 60)	3,22 L/m
Çelik boru (DN 65)	3,85 L/m
Çelik boru (DN 80)	5,35 L/m
Çelik boru (DN 90)	7,02 L/m
Çelik boru (DN 100)	7,93 L/m
Çelik boru (DN 110)	10,0 L/m

Su hacmi yaklaşık olarak şu şekilde hesaplanabilir:

$V_s = w \cdot q_k$ burada V_s su hacmi, w çizelge 13.1.3’de verilen bir katsayıdır.(L/kW)

Kalorifer tesisatındaki suyun genleşme hacmi(ΔV) tesisatta bulunan toplam su hacminin 10°C sıcaklığından $T_m = (T_g + T_d)/2$ sıcaklığına kadar ısıtılması sonucu oluşan genleşme miktarıdır. T_g :Gidiş suyu sıcaklığı(°C), T_d :Gidiş suyu sıcaklığı(°C)

Tesisattaki su hacmi belli ise, bu suyun genleşme hacmi Çizelge 13.1.1’den bulunabildiği gibi;

$\Delta V = nV_s$ eşitliğinden de bulunabilir.

Buradaki “n” katsayısı T_m (°C) kazan ortalama su sıcaklığına göre Çizelge 13.1.4’den alınabilir.

$n = v_{T_m} - v_{10^\circ C}$:özellik hacimler farkıdır.

Örnek 5.5: 90/70°C kalorifer tesisatında su hacmi 1200L olarak hesaplanmıştır. Genleşme tankı hesabı için gerekli genleşme miktarını hesaplayınız.

$$\Delta V = nV_s; \text{ burada } V_s = 1200L$$

$$T_m = (90 + 70) / 2 = 80^\circ C$$

$$v_{90^\circ C} = 1,0290, v_{70^\circ C} = 1,0004$$

$$n = 1,0290 - 1,0004 = 0,0286$$

$$\Delta V = 1200 * 0,0286 = 34,3L$$

1.1.3. Açık Genleşme Deposu

Pratikte açık genleşme deposu hacmi(L)

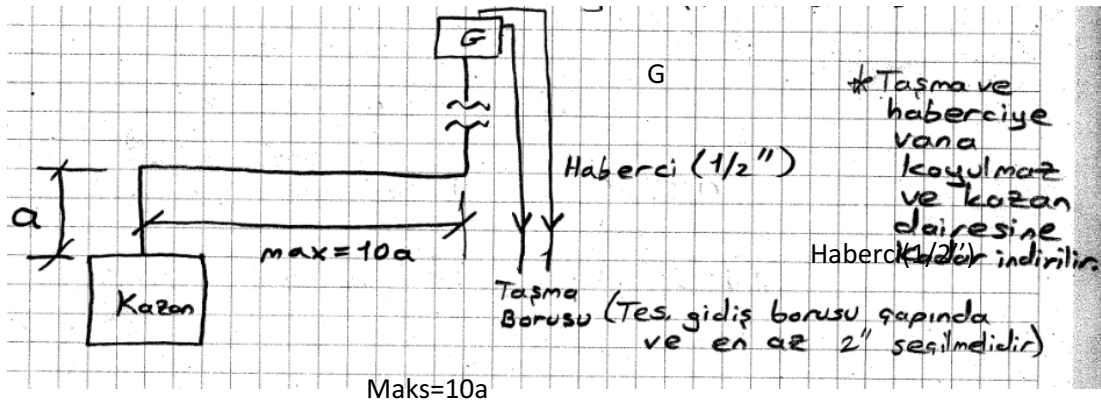
$$V_g = 2\Delta V \quad V_g: \text{Genleşme hacmi(L)}$$

TS 2164'e göre ise $V_g = 0,08V_s$ 'dir. V_s : Tesisattaki su hacmi(L)

Bazı kaynaklarda $V_g = w' q_k$ olarak verilmektedir.

w' katsayısı TS2164'e göre 2,2 Demirdöküm teknik yayınına göre dilimli radyatör için 1,3 panel radyatör için 0,9 önerilmektedir.

Genleşme Deposunun Yerleşimi: Binanın en yüksek noktasına olabildiği kadar kazanla(ısı üreticile) aynı düzey düzlem içine düşecek biçimde yerleştirilmelidir.



Kazan

Taşma

Taşma ve haberciye vana koyulmaz ve kazan dairesine kadar indirilir.

Açık genleşme deposu boyut ve biçim bakımından TS 713'e, yerleşim olarak da TS 2192'ye uygun olmalıdır. Gidiş ve dönüş güvenlik boruları;

$$d_g = 15 + 1,4\sqrt{q_K}$$

$$d_d = 15 + 0,93\sqrt{q_K} \quad d_g, d_d(mm) \text{ ve } q_K(kW)$$

1.1.4. Kapalı Genleşme Depoları

Açık genleşme depolarının işletme zorlukları, korozyon sorunları, buharlaşma sonucu su kaybı gibi sorunları nedeniyle kapalı genleşme tankları tercih edilir. Ayrıca kazan dairesinde bulunabildikleri için yerleşme, donma ve taşma sorunları yoktur.

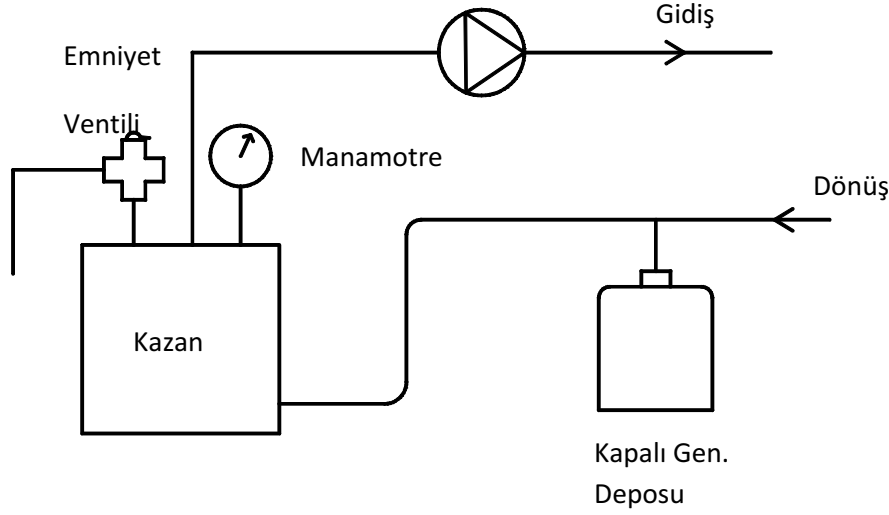
Kapalı genleşme depoları diyaframlı ve kompresörlü olmak üzere iki çeşittir.

Değişik firmaların diyaframlı kapalı genleşme depoları; 8, 12, 25, 35, 50, 80, 110, 140, 280, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500L şeklindedir.

Diyaframlı genleşme depoları biçimlerine göre küresel, silindirik, oval diyafram türüne göre değiştirilebilir, değiştirilemeyenler, çalışmasına göre kıvrılan şişen olarak ayrılırlar.

Diyaframsız kapalı genleşme depoları biçimlerine göre küresel, silindirik, gaz tarafına doldurulan gaz cinsine göre havalı, azot, bağlantı konumuna göre yatay, düşey olarak ayrılırlar.

Kapalı genleşme deposunun bağlantı şekli şu şekildedir:



1.1.5. Kapalı Genleşme Deposu Hacminin Belirlenmesi

Bir kapalı genleşme deposu hacmini etkileyen faktörler;

- Tesisatın su hacmi(L)
- Sistemin işletme sıcaklığı ile temiz kullanma suyu sıcaklığı arasındaki fark
- Suyun depoya ilk girişinde genleşme deposundaki gaz basıncı
- Sistemin statik basıncı
- Suyun buharlaşma efektif basıncı
- Emniyet ventili açma basıncı

1.1.6. Kapalı Genleşme Deposunun Nominal Hacmi(V_n)(L)

$$V_n = (V_v + \Delta V) \frac{P_e + 1}{P_e - P_o}$$

V_v :Başlangıç(ön) su hacmi(L)

ΔV : Sistemde genleşen su miktarı(L)

P_e : Sistemin işletme üst basıncı(bar)

P_o : Depo ön basıncı(bar)

Bu denklemde;

1) Tesisatta bulunan su hacminin genleşen miktarı(ΔV); $\Delta V=nV_s$ eşitliğinden bulunur.

2) V_v için nominal hacmi 15L büyüklüğüne kadar, nominal hacmin en az%20'si, daha büyük depolarda sistemdeki su hacminin %0,5'i(veya en az 3L) $V_v=0,005V_s$ değerindedir.

3) P_o : Sıcak su sistemlerinde tesisattaki suyun statik basıncına eşit alınır. Statik su basıncı kapalı genleşme deposu manşonu ile tesisatın en üst noktası arasındaki seviye farkına eşittir.

Su sıcaklığı 100°C üzerinde ise $P_o=P_s+P_d$ eşitliğinden bulunur. Burada P_s , statik basınç P_d , suyun buharlaşma efektif basıncı(bar)dır. Örneğin $T=120^\circ\text{C}$ için, $P_d=0,97$ bar'dır.

4) P_e : Emniyet ventilinin açma basıncından bulunur.

$$P_e=P_{açma}-0,5$$

$P_{açma}$ ise kapalı genleşme deposunun dayanım basıncından($P_{dayanım}$) 0,5bar daha düşük ayarlanmalıdır.

Örneğin 3 bar dayanım basıncı olan bir kapalı genleşme deposunun üst işletme basıncı;

$$P_e=3-0,5-0,5=2 \text{ bar'dır.}$$

5) Denklemden bulunan V_n değerine göre firma kataloglarından emniyetli davranarak bir üstteki standart alınmalıdır.

1.1.7. Emniyet Ventili Seçimi

Emniyet ventili kazan ısıtma gücüne göre belirlenir. Diyaframlı tip(2,5 bar basınca kadar) ve yaylı tip olmal üzere iki çeşittir. Bir emniyet ventilinde $D_{\text{emniyet ventili}}$, ve $P_{\text{açma}}$ değerleri belirtilir. Açma basınçları firmalarca ayarlanır. Diyaframlı tipler için 13.5.1, yaylı tipler için ise çizelge 13.5.2 kullanılır.

Çizelge 13.5.1 Diyaframlı emniyet ventilleri seçimi (2,5 bar basınca kadar kullanılır)

Emniyet ventili anma çapı	Isıtma gücü (kW)
DN 13 (1/2")	≤ 50
DN 20 (3/4")	100
DN 25 (1")	200
DN 32 (1 1/4")	350
DN 40 (1 1/2")	600
DN 50 (2")	900

Çizelge 13.5.2 Yaylı emniyet ventili seçimi (sistem ısı gücüne göre)

Basınç, P_{eff} (bar)	Sistem ısı gücü (kW)							
	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100
1,0	119	186	310	477	746	1261	1910	2987
1,5	157	245	406	626	978	1653	2504	3912
2,0	173	270	448	691	1080	1825	2765	4320
3,0	234	366	608	936	1463	2472	3743	5852
3,5	264	412	685	1055	1648	2786	4220	6593
4,0	292	456	758	1168	1824	3083	4670	7297
4,5	318	497	826	1273	1989	3361	5092	7956
5,0	344	538	894	1378	2154	3640	5514	8615
5,5	370	578	960	1480	2313	3908	5920	9251

Örnek 5.6: Kazan kapasitesi 250kW olan 90/70°C sıcak su tesisatında dilimli döküm radyatörler kullanılmaktadır. Bu tesisat için açık genleşme deposu hacmini belirleyiniz.

$$V_s = wq_k \quad w=12, \text{ çizelge 13.1.3'den}$$

$$V_s = 12(250) = 3000L$$

90/70°C için $T_m = 80^\circ\text{C}$ çizelge 13.1.4'den $n = 0,0286$

$$\Delta V = nV_s = 0,0286(3000) = 85,8L$$

Açık genleşme deposu bu hacmin 2 katı alınabilir.

$$V_g = 2\Delta V = 2(85,6) = 171,6L \text{ Standartlardan genleşme deposu hacmi } 200 \text{ L seçilir.}$$

Daha önceden de belirtildiği gibi TS 2164'e göre $V_g = 0,08V_s = 0,08(3000) = 240L$ Standartlardan 250L seçilir.

Örnek 5.7: 100 kW gücünde döşemeden ısıtma yapan 55/45°C bir kalorifer tesisatı için 3 bar dayanım basıncı olan kapalı genişleme deposu ve emniyet ventili seçimlerini yapınız. (Bina yüksekliği 10 metredir)

$$V_s = wq_k \quad w = 18,5, \text{ çizelge 13.1.3'den}$$

$$V_s = 18,5(100) = 1850L$$

$$55/45^\circ C \text{ için } T_m = 50^\circ C \text{ çizelge 13.1.4'den } n = 0,0117$$

$$\Delta V = nV_s = 0,0117(1850) = 21,6L$$

$$\text{Ön su hacmi } V_v = 0,005(1850) = 9,25L$$

$$\text{Ön basınç } P_o = 1 \text{ bar} (10 \text{ mss} = 1 \text{ bar}) \quad h_{\text{bina}} = 10 \text{ m}$$

$$\text{İşletme üst basıncı } P_e = P_d - 0,5 - 0,5 = 2 \text{ bar}$$

$$V_n = (V_v + \Delta V) \frac{P_e + 1}{P_e - P_o} = (9,25 + 21,6) \frac{(2 + 1)}{(2 - 1)}$$

$V_n = 92,6L$ Diyaframalı kapalı genişleme depolarından 110L seçilir.

Emniyet ventili seçimi;

$$P_{\text{açma}} = P_{\text{dayanım}} - 0,5 = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ bar}$$

Çizelge 13.5.1'den 100kW kazan kapasitesi için DN20(3/4") anma çapında ve 2,5bar açma basıncında diyaframalı emniyet ventili seçilir. Yaylı tip emniyet ventilinde 100kW ve 2,5bar için en küçük DN20 dahi seçilse kapasite yaklaşık 200kW olmaktadır dolayısıyla yaylı tip seçmek gereksiz olduğundan diyaframalı tip seçilmiştir.