

# ISITMA, HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE BASINÇ AYAR PROBLEMLERİ

Uğur KÖKTÜRK

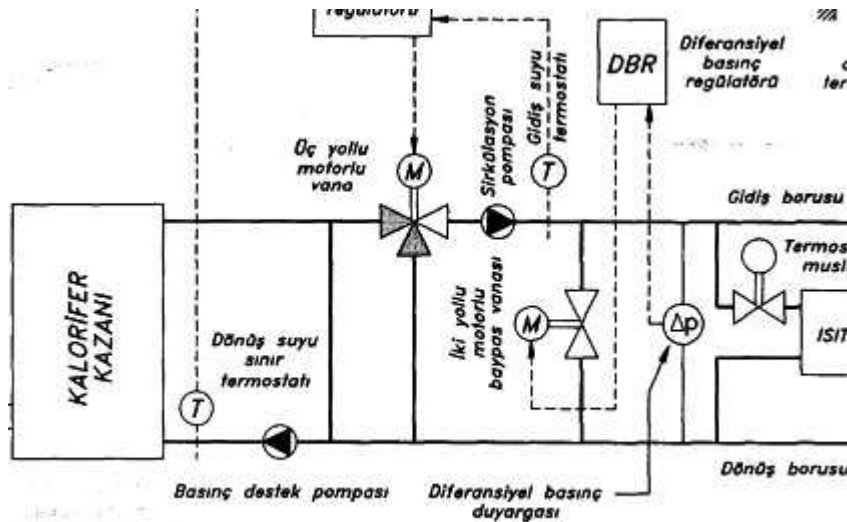
Yozgat doğumludur. İlk, orta, lise öğrenimini memleketi olan bu kentte, yüksek öğrenimini ise İ.T.U. Makina Fakültesi'nde tamamlamıştır. İ.T.Ü. Yapı İşleri Başkanlığı, Alarko Holding A.Ş. ve Uzel Makina Sanayi A.Ş. kurumlarında yaptığı görevler dışında İTÜ'de önce asistan daha sonra da öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. ISITMA, HAVALANDIRMA ve İKLİMLENDİRME TESİSLERİ konusundaki RIEISCHEL-RAISS çevirisi ile önemli bir kaynağı meslektaşlarımıza kazandırmıştır. Tesisat konuları ile yakından ilgilenmiş bu alanda ve makina mühendisliğinin çeşitli uzmanlık dallarında konu ile ilgili, 23 cilt kitap yayınlamıştır. Halen İ.T.Ü'deki görevini sürdürmekte, yayın çalışmalarına devam etmektedir.

Çağdaş tesislerin DİFERANSİYEL BASINÇ REGÜLATÖRLERİ'yle donatıldığını bilmekteyiz. Bunlardan belli başlı olan, en çok bilinen ve en yaygın şekilde uygulanan tesisler aşağıda açıklanmıştır.

- 1- Isıtıcıların veya radyatörlerin çoğunda TERMOSTATİK MUSLUKLAR bulunan merkezi ısıtma veya kalorifer tesisleri;
- 2- Isı dağıtım eşanjörleri iki yollu motorlu ayarlama vanalarıyla donatılmış olan UZAK MESAFELİ KENT ISITMA ŞEBEKELERİ;
- 3- Değişken hava debili iklimlendirme tesislerine ait HAVA KOŞULLANDIRMA ODALARI bunlar arasındadır. Şimdi bu tesisleri sırasıyla inceleyeceğiz.

## 1. ISITICILARI TERMOSTATİK MUSLUKLARLA DONATIMLI OLAN MERKEZİ ISITMA VEYA KALORİFER TESİSLERİ

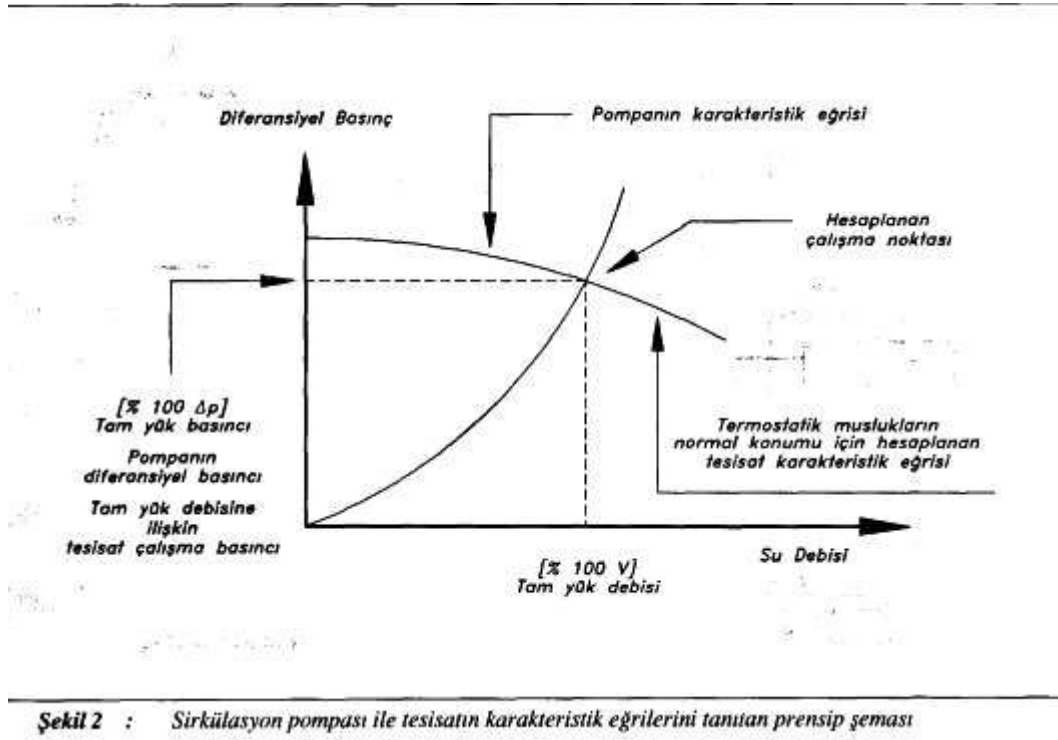
Şekil 1'de bu tip bir tesisatın prensip şeması tanıtılmıştır. Bir ısıtma tesisatında gidiş yönündeki diferansiyel basınç en çok kapalı olan veya kapalıya yakın konumda bulunan termostatik musluklar üzerinde yoğunlaşır. Bu diferansiyel basıncın yüksek değerler alması halinde diğer sakıncalarının yanı sıra termostatik muslukların gürültülü çalışması tehlikesi de açığa çıkar. İşte merkezi ısıtma veya kalorifer tesislerinde diferansiyel basıncın aşırı şekilde artmasının önlenmesi ve hemen hemen sabit bir değerde tutulmasının sağlanması amacıyla DİFERANSİYEL BASINÇ REGÜLATÖRLERİ'nin kullanılmasına gerek duyulmaktadır. Öte yandan sirkülasyon veya dolaşım pompası debisinin minimal düzeyde tutulması gereği vardır. Ancak termostatik muslukların tümü veya büyük çoğunluğu kapalı konumda bulunursa, sirkülasyon pompasının bozulması tehlikesi de gündeme gelebilir. Çünkü, debi değerleri azaldığı zaman gürültülerin ve titreşimlerin oluşumu riski de artmaktadır.



Merkezi ısıtma veya kalorifer tesislerinde iki yöllü motorlu bir baypas vanasından yararlanır. Diferansiyel basınç azaldığı zaman kapanan vana diferansiyel basınç artınca açılır.  $\Delta p$  Diferansiyel basınç duyargası,  $\Delta p$  diferansiyel basınç regülatörü ve iki yöllü motorlu baypas vanasından oluşan üçlü sistem yerine yalnızca  $\Delta p$  DİFERANSİYEL BASINÇ REGÜLATÖRÜ'nden yararlanması da olanaklıdır. Böylece hem fazladan enerji tüketimi yapılması önlenmiş gibi basınç prizleri öngörülmesi gereği de ortadan kalkar.

### 1.1. İKİ YOLLU MOTORLU BAYPAS VANASININ BOYUTLANDIRILMASI

Daha önce de değindiğimiz gibi sirkülasyon veya dolaşım pompasının sağlıklı çalışması ve özellikle kapanış sırasında termostatik musluklar için kabul edilen diferansiyel basınç sınırının aşılmaması için motorlu vanadan geçen su debisinin minimal düzeyde bulunması gerekir. Bu vananın hesabı tesisata özgü parametrelere bağlıdır. Bunlar su debisi, vanada oluşan yük kaybı ile pompanın ve tesisatın DEBİ-DİFERANSİYEL BASINÇ karakteristik eğrileridir (Bakınız: Şekil 2).



Şekil 2 : Sirkülasyon pompası ile tesisatın karakteristik eğrilerini tanıyan prensip şeması

Pratikte baypas debisi olarak tam yük debisinin 1/3'ü veya 2/3'ü dikkate alınır. Öngörülen yük kaybı ise baypas debisinin tam yük debisinin 1/3'üne eşit olması halinde çalışma noktası diferansiyel basıncının %11'i düzeyindedir. Baypas debisinin tam yük debisinin 2/3'üne eşit olması durumunda yük kaybı olarak çalışma noktası diferansiyel basıncının %44'üne eşit olan bir değer benimsenir. Hidrolik kanunlarına göre debi ile yük kaybı arasında ikinci dereceden KUADRATİK bir bağıntı mevcuttur. Bu kanun uyarınca, bir pompadan, bir diyaframdan veya bir tesisattan geçen V su debisi ile bu pompanın, bu diyaframın veya bu tesisatın girişi ile çıkışı arasında ölçülen  $\Delta p$  basınç farkı arasında,

$$V = k \times \sqrt{\Delta p}$$

ilişkinin arlığı söz konusudur. k sabit bir katsayı göstermek üzere,

$$V_1 = k \times \sqrt{\Delta p_1} \quad \text{ve} \quad V_2 = k \times \sqrt{\Delta p_2}$$

eşitlikleri yazılır, bu eşitlikler taraf tarafa bölünürse,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{k \times \sqrt{\Delta p_1}}{k \times \sqrt{\Delta p_2}} = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2}$$

formülü elde edilir. Şimdi yeniden başlangıç haline dönelim ve V2 debisi ile  $\Delta p_2$  basıncı için çalışma noktasına ilişkin değerleri benimseyelim (Bakınız: Şekil 2). Bu değerlerin ikisi de % 100 oranına eşittir. V2 Tam yük debisi,  $\Delta p_2$  ise tam yük basıncıdır. Baypas devresindeki V1 debisinin V2 tam yük debisinin 1/3'üne eşit olması durumunda motorlu baypas vanasında oluşturulması gereken  $\Delta p_1$  yük kaybı bu formül aracılığı ile hesaplanır.

$$\sqrt{\Delta p_1} = \sqrt{\Delta p_2} \times \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \Delta p_1 = \Delta p_2 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2$$

eşitliği sayısal verilerle,

$$\Delta p_1 = \%100 \times \left(\frac{1/3}{\%100}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \approx 0.11 = \%11$$

sonucunu verir. Demek oluyor ki, iki yollu motorlu vanadan geçen baypas debisinin çalışma noktasında geçerli olan %100 V tam yük debisinin 1/3'üne eşit olması halinde bu vanada gerçekleşmesi gereken yük kaybı çalışma noktasına ilişkin %100  $\Delta p$  diferansiyel basıncının % 11 oranı düzeyinde bulunmalıdır. İki yollu motorlu vanadan geçen baypas debisinin çalışma noktasında geçerli olan %100 V tam yük debisinin 2/3'üne eşit olması durumunda motorlu vanada gerçekleşmesi gereken yük kaybı çalışma noktasına ilişkin %100  $\Delta p$  diferansiyel basıncının,

$$\Delta p_1 = \%100 \times \left(\frac{2/3}{\%100}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \approx 0.44 = \%44$$

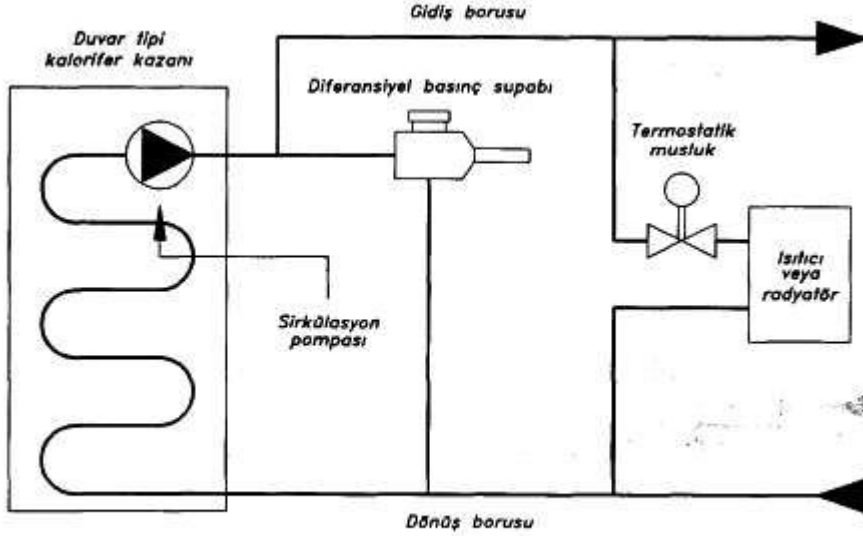
düzeyindedir. İşte iki yollu motorlu baypas vanası hesaplanan bu yük kayıplarına göre seçilmelidir.

## 1.2. BASINÇ AYARLAMA YÖNTEMLERİ

Fazladan enerji tüketimi gerektirmeyen ve diferansiyel basınç subapları kullanılmasına gerek duymadan DİFERANSİYEL BASINÇ REGÜLATÖRLERİ oransal etkili aygıtlardır. Elektronik regülatörlerin ayarlama yöntemleri ORANSAL, ORANSAL-İNTEGRAL veya ORANSAL-BÜTÜNSEL ve ORANSAL-BÜTÜNSEL-TÜRETSEL tipte olabilir. Büyük ölçüde bir çalışma kararlılığı sağlaması nedeniyle genellikle ORANSAL tip elektronik regülatörlerin seçilmesi yeğlenmektedir. Diferansiyel basıncın duyarlılık özelliğinden fedakarlık yapılması pahasına benimsenen bu oransal ayarlama yönteminde diferansiyel basıncın mutlak şekilde duyarlı olması da aranmamaktadır. Çünkü bu tip tesislerde diferansiyel basıncın bir miktar yükseltilmesi tesisatın uygun çalışma özelliği bakımından sakıncalı değildir.

## 2. ISITICILARI TERMOSTATİK MUSLUKLARLA DONATIMLI OLAN BİREYSEL ISITMA TESİSLERİ

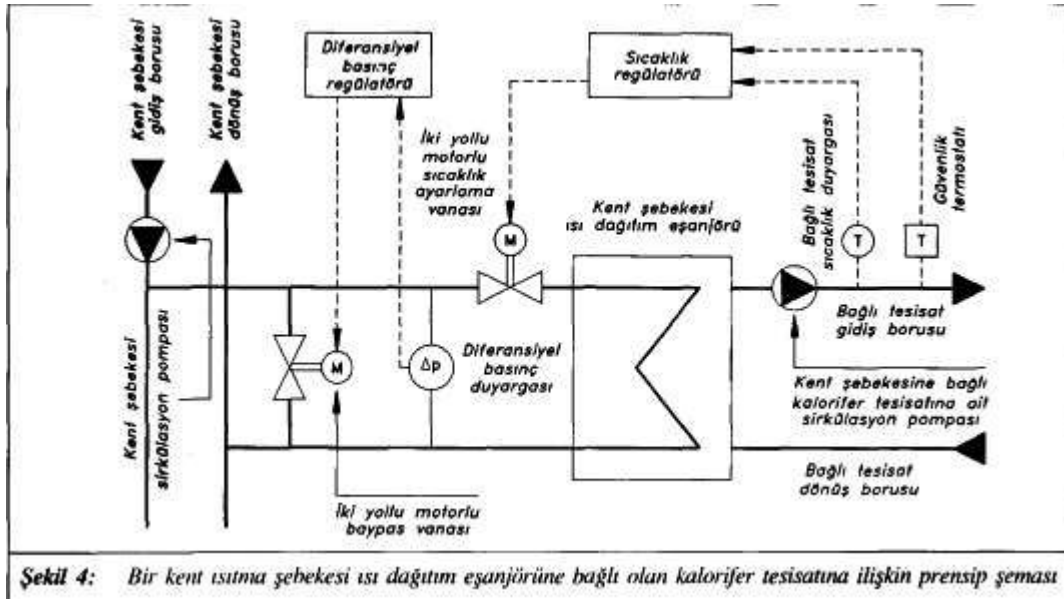
Şekil 3'te bu tip bir kalorifer tesisatının prensip şeması tanıtılmıştır. Bireysel ısıtma tesislerinde, örneğin duvar tipi kalorifer kazanlarına sahip olan bağımsız tesislerde sirkülasyon veya dolaşım pompasına baypas olarak monte edilen bir diferansiyel basınç subapı diferansiyel basıncın hemen hemen sabit düzeyde tutulmasını sağlar ve pompanın korunması işlevini yerine getirir. Bu diferansiyel basınç subapı için basınç prizi öngörülmesi de gerekli değildir.



Şekil 3 : Isıtıcıları termostatik musluklarla donatılmış olan bireysel bir ısıtma tesisatına ilişkin prensip şeması

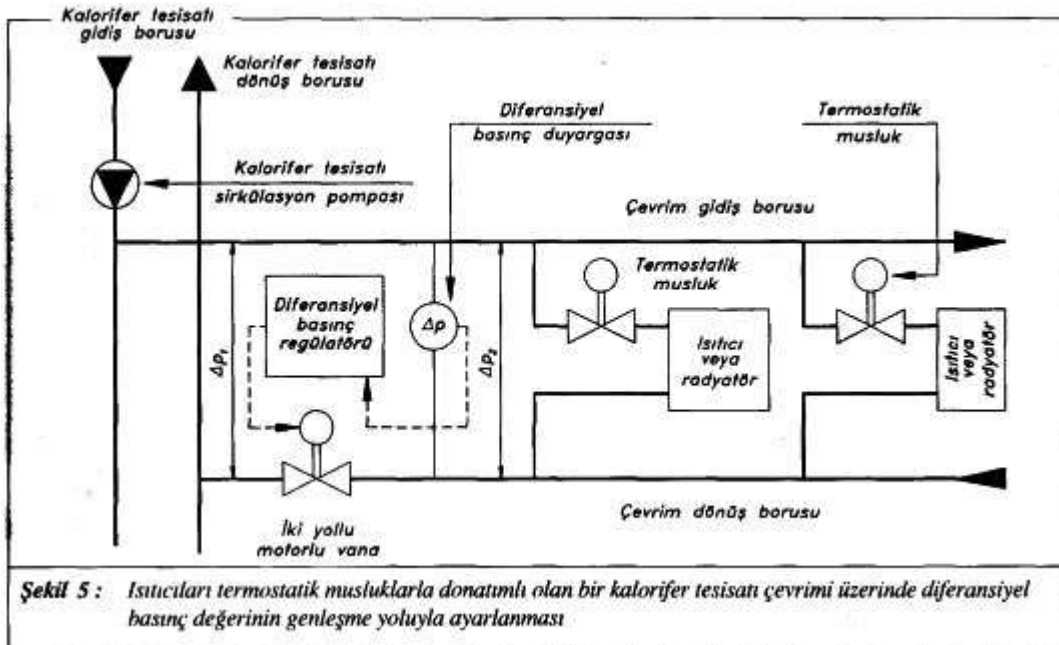
### 3. BİR KENT ISITMA ŞEBEKESİ ISI DAĞITIM EŞANJÖRÜNE BAĞLI OLAN ISITMA TESİSLERİ

Şekil 4'te bu tip bir ısıtma tesisatının prensip şeması tanıtılmış, diferansiyel basıncın sabit tutulması amacıyla iki yollu motorlu vana baypas devresi üzerinde monte edilmiştir. Kent ısıtma şebekesi aracılığıyla beslenen kalorifer tesisatından diferansiyel basınç değeri arttığı zaman iki yollu motorlu baypas vanası açılmakta ve kent şebekesinden gelen bir kısım su debisini eşanjöre göndermeyip, bağlı olduğu baypas devresinden geçirek gerisingeri kent şebekesine ulaştırmaktadır. Baypas vanasının boyutlandırılması işlemi tıpkı Şekil 1'deki tesisattaki baypas vanasının boyutlandırılması işlemine benzer. Vanada oluşturulması gereken yük kaybının nasıl hesaplanması gerektiğini daha önceden açıklamıştık (Bakınız: Paragraf 1.1).



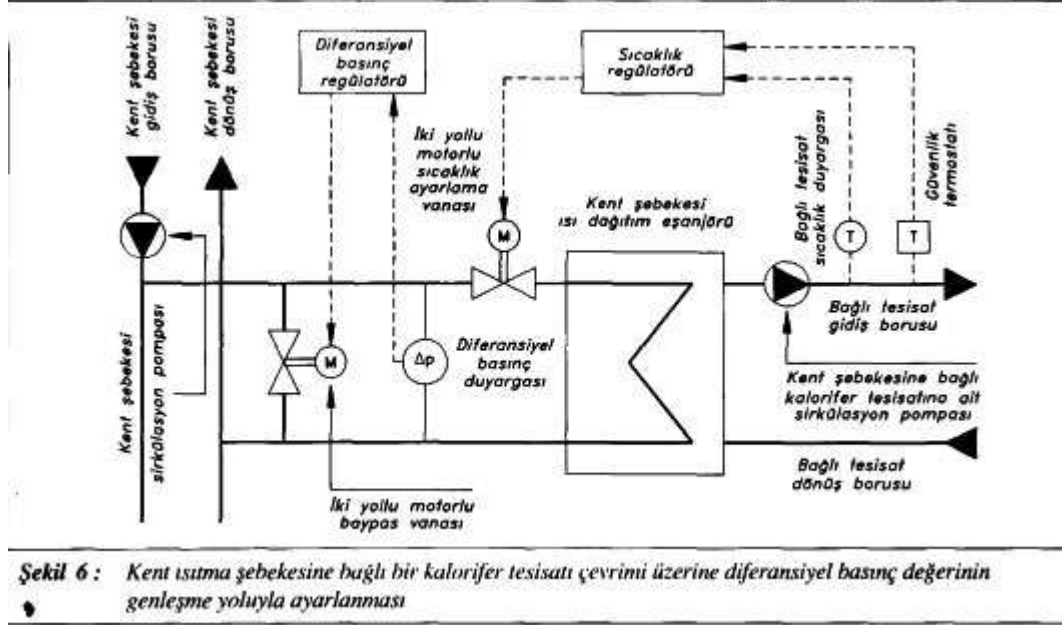
#### 4. ISITICILARI TERMOSTATİK MUSLUKLARLA DONATIMLI OLAN BİR ISITMA ÇEVİRİMİ VEYA BİR KENT ISITMA ŞEBEKESİNE BAĞLI BİR KALORİFER TESİSATI ÜZERİNDE DİFERANSİYEL BASINÇIN GENLEŞME YOLUYLA AYARLANMASI

Şekil 5'te ısıtıcıları termostatik musluklarla donatılmış olan bir kalorifer tesisatı çevriminin dönüş borusu donanımı üzerine iki yönlü motorlu bir vana monte edilmiştir. Çevrimdeki diferansiyel basıncın artması durumunda bu motorlu vana açılmakta, böylece sağlanan genişleme etkisi diferansiyel basıncın düşmesini sağlamaktadır. Aynı dönüş borusu donanımı üzerine bir diferansiyel basınç regülatörünün seri olarak bağlanması da olanaklıdır. Bu tip bir montaj sistemi termostatik muslukların çok yüksek düzeyde diferansiyel basınç değerlerine karşı korunmasını sağlarsa da pompa debisinin aşırı şekilde düşmesi tehlikesine karşı koruma işlevini yerine getiremez.



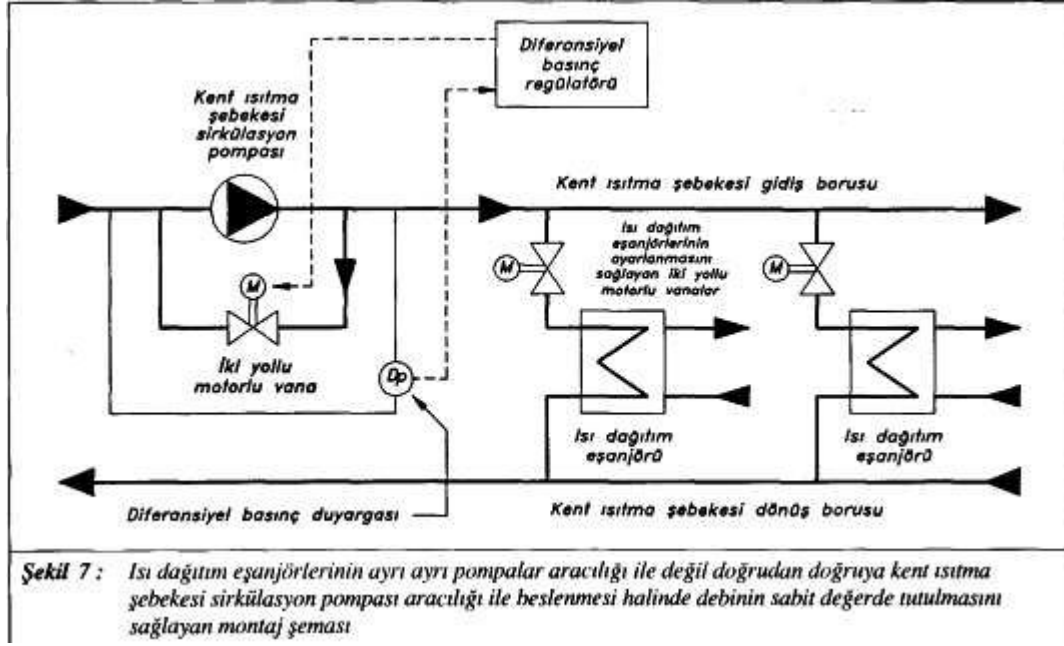
Şekil 6'da tanıtılan prensip şeması kent ısıtma şebekesine bağlı bir kalorifer tesisatı ile ilgilidir. Bu tesisatta da kalorifer tesisatı dönüş borusu donanımı üzerine iki yönlü bir motorlu

vananın monte edildiği görülmektedir. Kalorifer tesisatındaki diferansiyel basıncın artması durumunda bu motorlu vana açılmakta, böylece sağlanan genleşme etkisi diferansiyel basıncın düşmesine yol açmaktadır. Gerek Şekil 5'teki ve gerekse Şekil 6'daki tesisatta iki yollu motorlu vananın hesabında maksimal debi dikkate alınmalı, maksimal debiye ilişkin  $\Delta p$ , diferansiyel basıncı ile sirkülasyonu sağlamaya yeterli olan  $\Delta p_2$  diferansiyel basıncı arasındaki fark vanada oluşması gereken yük kaybı olarak düşünülmelidir.



## 5. KENT ISITMA ŞEBEKESİNE DOĞRUDAN BAĞLI BİR ISITMA TESİSATINDA DEBİNİN AYARLANMASI

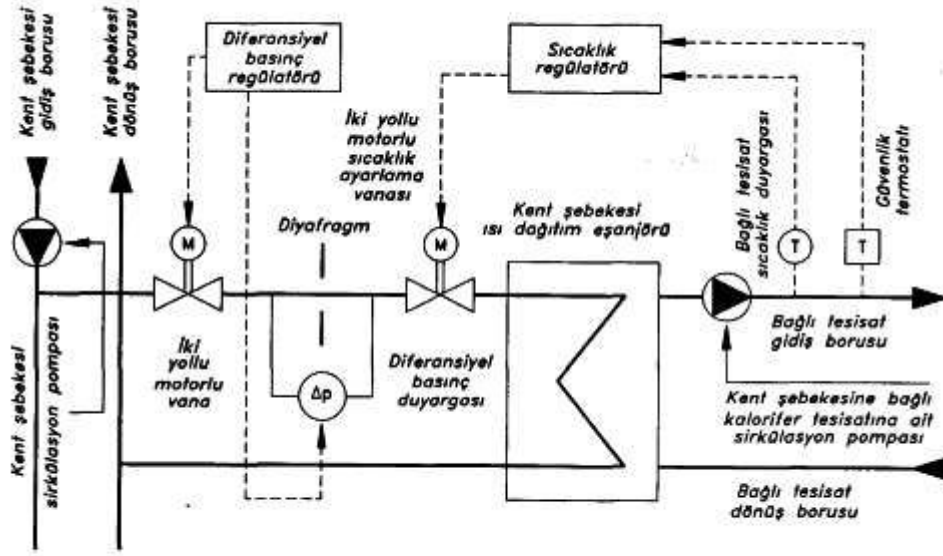
Şekil 7'de tanıtilan ısı dağıtım eşanjörlerinin doğrudan doğruya kent şebekesi sirkülasyon pompası aracılığı ile beslendiği görülmektedir. Isı dağıtım eşanjörleri iki yollu motorlu ayarlama vanalarıyla donatılmış olan bir kent ısıtma şebekesini besleyen sirkülasyon pompaları için gerçekleşmesi gereken koşul şudur: Sirkülasyon pompası hemen hemen sabit bir debi altında çalıştırılmalı, fakat su debisi hiçbir zaman sıfır düzeyine indirgenmemelidir. Bir koşul da iki yollu motorlu ayarlama vanaları için geçerlidir. Isı dağıtım eşanjörü devresi üzerine monte edilen iki yollu motorlu vanalar için benimsenen diferansiyel basınç değeri bu vanaların kapanışı sırasında aşılmamalıdır. Şekil 7'de belirtilen montaj sisteminin uygulanması bu ikinci koşulun sağlanmasına olanak verir. Isı dağıtım eşanjörleri devreleri üzerinde bulunan iki yollu motorlu ayarlama vanalarının kapanması nedeniyle diferansiyel basınç arttığı zaman sirkülasyon pompası devresi üzerinde bulunan iki yollu vana derece derece açılarak pompanın emiş yolu üzerine V1 değerinde bir su debisi gönderir. Bu debinin değeri öyle ayarlanır ki, ana hattan geçen su debisi V2 sembolüyle gösterilirse V1 ve V2 debilerinin toplamı daima çalışma noktasında geçerli olan %100 V anma debisine eşit olur. Benzer tip ayarlama işlemi Şekil 4'te tanıtilan montaj şemasına iki yollu motorlu baypas vanası aracılığı ile de sağlanabilir.



## 6. BİR KENT ISITMA ŞEBEKESİ ISI DAĞITIM EŞANJÖRÜ DEVRESİ ÜZERİNE YERLEŞTİRİLEN DİYAFRAGM VE DİFERANSİYEL BASINÇ DUYARGASI ARACILIĞI İLE DEBİ AYARI

Şekil 8 bu tip tesislerle ilgilidir. Sıcak su, kaynar su, soğuk su ve bazı termik akışkanlar aracılığı ile ısı ve soğukluk dağıtımı yapılırken ana hat üzerindeki sirkülasyon pompalarından uzakta bulunan ve bu nedenle uygun şekilde beslenemeyen tesislerin bu uygunsuz durumdan kurtarılması için bir ısı dağıtım eşanjörü tarafından kullanılan akışkan debisinin kısılması zorunlu olur. Gerçekten de bu amaçla kullanılan sabit tipte klasik dengeleme organları devre girişinde geçerli olan sadece tek bir diferansiyel basınç değeri için sabit düzeyde bir debi gerçekleşmesi olanağı sağlar. Oysa değişken karakteristikli genel bir şebeke üzerinde böyle bir yöntemin uygulanması olanaksızdır. Şekil 8'de tanıtıldığı gibi ısı dağıtım eşanjörü devresi üzerine bir diyafragm yerleştirilirse bu diyafragmın içinde geçen akışkan debisi ile diyafragmda oluşan basınç arasında daha önce görmüş olduğumuz,

ilişkisi yürürlüktedir. Görüldüğü gibi debi ile diferansiyel basınç arasındaki bağıntı doğrusal değişimli değildir. Bu bağıntının ikinci dereceli olması nedeniyle diferansiyel basınç sinyalinin ilkin kare kökünün alınması gerekir. Diferansiyel basınç böylece doğrusal değişimli hale dönüştürüldükten sonra buna karşılık olan debi değerleri de keza doğrusal değişimli olarak elde edilir. Bu yolla her tüketim bölgesinde debinin uygun şekilde dağılımı sağlanabilir.

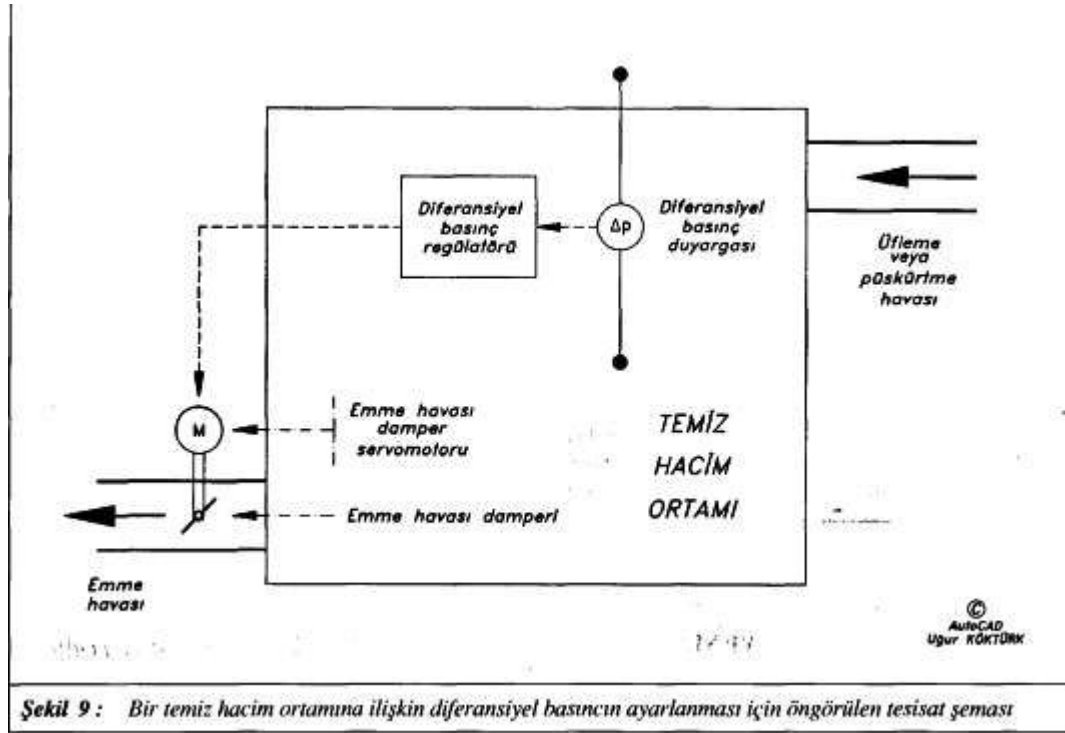


**Şekil 8:** Bir kent ısıtma şebekesi ısı dağıtım eşanjörü devresi üzerine yerleştirilen diyafragmın ve diferansiyel basınç duyargası aracılığı ile debi ayarı yapılması

## 7. TEMİZ HACİMLERE İLİŞKİN DİFERANSİYEL BASINÇ DEĞERLERİNİN AYARLANMASI

Hava yoluyla her türlü bulaşım ya da kir intikali tehlikesinin önlenmesi bakımından temiz hacimler ortamdaki hava basıncının komşu hacimler ortamdaki hava basınçlarından daha yüksek tutulması gerekir (Bakınız: Şekil 9). Temiz hacimler ortamından emilerek dışarı atılan hava debisinin günün değişen koşullarına göre sürekli olarak ayarlanması gerekir. Dış hava sıcaklığında değişiklik olması, hatta bir kapının açılması bile debinin ayarlanmasını gerektirebilir. Temiz hacim içine sokulan dış hava miktarı hem mahalden dışarı atılan hava miktarını karşılayabilecek, hem de mahal ortamdaki hava basıncının komşu ortamlardan daha yüksek olmasını sağlayacak kadar yüksek olmalıdır. Bu işlevin yerine getirilmesi için temiz hacim ile komşu ortam arasında bir diferansiyel basınç duyargası yerleştirilir. Şekil 9'da şematik olarak gösterilen diferansiyel basınç duyargası bir diferansiyel basınç regülatörüne bağlıdır. Bu regülatör duyargadan aldığı sinyal üzerine egzost havası damperine kumanda eden servomotoru harekete geçirerek damper konumunun değişmesini sağlar. Temiz hacim ortamdaki diferansiyel basıncın azalması halinde damper aracılığı ile egzost havası kanal açıklığı daraltılır. Diferansiyel basıncın gerekenden daha yüksek olması durumunda damper aracılığı ile bu kez egzost havası kanal açıklığı artırılır ve bu yolla daha fazla miktarda havanın temiz hacim ortamından dışarı atılması olanağı sağlanır.





**Şekil 9 :** Bir temiz hacim ortamına ilişkin diferansiyel basıncın ayarlanması için öngörülen tesisat şeması

Temiz hacimler içinde sağlanan pozitif basınç ya da basma basıncı veya artı basınç genellikle 10 ila 20 (Pa=N/m<sup>2</sup>) düzeyindedir. Bir başka anlatımla, bir temiz hacmin basıncı komşu ortam basıncından 10 ile 20 (Pa) kadar yüksek olmalıdır. Bu basma basıncının ya da pozitif veya artı basıncın 25 (Pa) değerinden daha büyük olması durumunda temiz hacim içinde oluşan hava kaçaklarında artım görülür; kapıların açılması ve kapanması güçleşir. Bundan dolayı, temiz hacim ortamındaki hava basıncının gereksiz yere artırılmasından kaçınılmalı, komşu ortamlara oranla sağlanması gereken basınç farkı özenle değerlendirilmeli ve mümkün olabilen en uygun minimal değer benimsenmesi yoluna başvurulmalıdır.