

# MERKEZİ ISITMA VE İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE DİFERANSİYEL BASINCIN AYARLANMASI

**Uğur KÖKTÜRK**

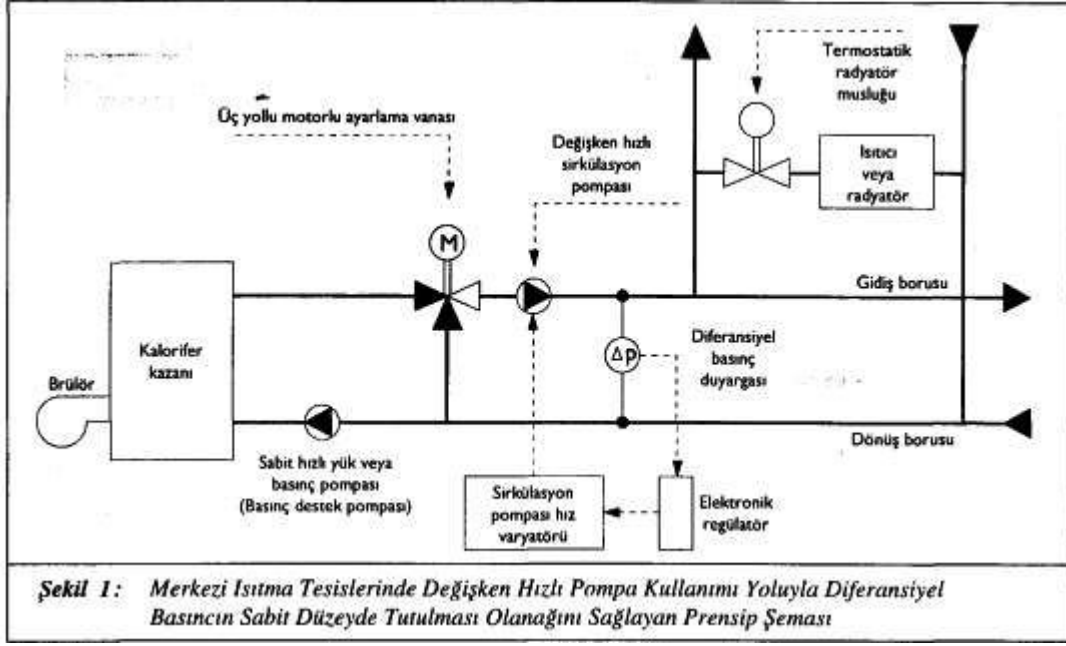
*Yozgat doğumludur. İlk, orta, lise öğrenimini memleketi olan bu kentte, yüksek öğrenimini ise İ.T.Ü. Makina Fakültesi'nde tamamlamıştır. İ.T.Ü. Yapı İşleri Başkanlığı, Alarko Holding A.Ş. ve Uzel Makina Sanayi A.Ş. kurumlarında yaptığı görevler dışında İTÜ'de önce asistan daha sonra da öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. ISITMA, HAVALANDIRMA ve İKLİMLENDİRME TESİSLERİ konusundaki RIEISCHEL-RAISS çevirisi ile önemli bir kaynağı meslektaşlarımıza kazandırmıştır.*

Tesisat konularıyla 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.

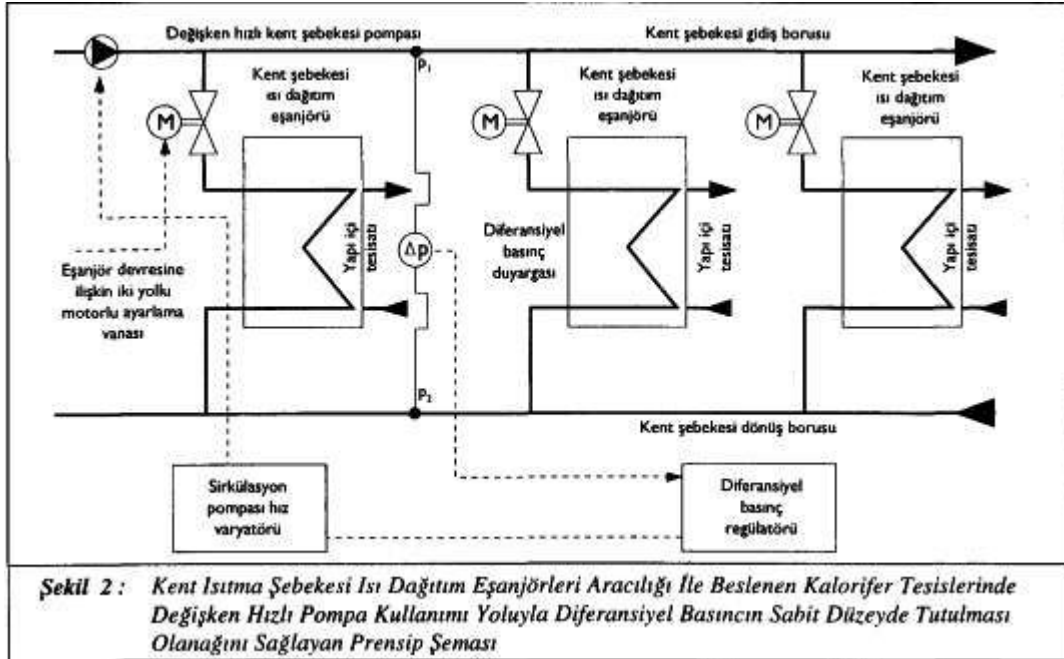
## **MERKEZİ ISITMA VEYA KALORİFER TESİSLERİNDE DEĞİŞKEN DEBİLİ POMPA KULLANIMI**

İklimlendirme tesislerinde diferansiyel basıncın anması konusuna geçmeden önce merkezi ısıtma kalorifer tesislerinde bu konuyla ilgili olarak üzerinde önemle durulması gereken bazı sorunlara kısaca değinmekte yarar görmekteyiz. Gerçekten de merkezi ısıtma veya kaloriferlerinde diferansiyel basıncın ayarlanması amacıyla öngörülen sistemler bir pompa devresi üzerinde su debisinin sabit düzeyde tutulması imkanını sağlamakta ve ayarlama tekniği açısından gerçekten son derece de uygun sonuçların elde edilebilmesine olanak vermekle birlikte öngörülen bu sistemlerin pompalar tadan tüketilen elektrik enerjisinin azaltılabilmesini sağlamaktan uzak olduğu ilmektedir. Pompaların fazladan tükettiği enerji iki yollu motorlu baypas vanaları devresinde harcanmakta ve bu gereksiz tüketimin önlenmesi için yeni önlemlerin alınması içme gelmektedir. İşte diferansiyel basıncın sabit düzeyde tutulabilmesi için uygulanması mümkün olan bir başka çözüm yolu sirkülasyon veya çevrim pompası dönme hızının değiştirilmesidir. Bir kalorifer tesisatının kararlı çalışması bakımından pompa debisinin ORANSAL yoldan yani MODÜLASYONLU olarak ayarlanması yönteminin uygulanması gerektiği için çevrim pompasının dönme hızı da buna uygun olarak oransal yöntemle ayarlanmalıdır. Ancak değişken debili bir pompa kullanımı için yatırım yapılmadan önce tesisata böyle bir pompanın montajından sonra işletme masraflarının gerçekten azalacağından en ufak bir kuşkunun duyulmaması gereklidir. Yapılan hesaplar en azından 100 kadar daireyi besleyen merkezi ısıtma veya kalorifer tesislerinde değişken hızlı ve dolayısıyla değişken debili pompa kullanımının işletme masraflarının azalmasına yol açtığını göstermektedir. En yalın ve en kaba kriter ya da ölçüt budur.

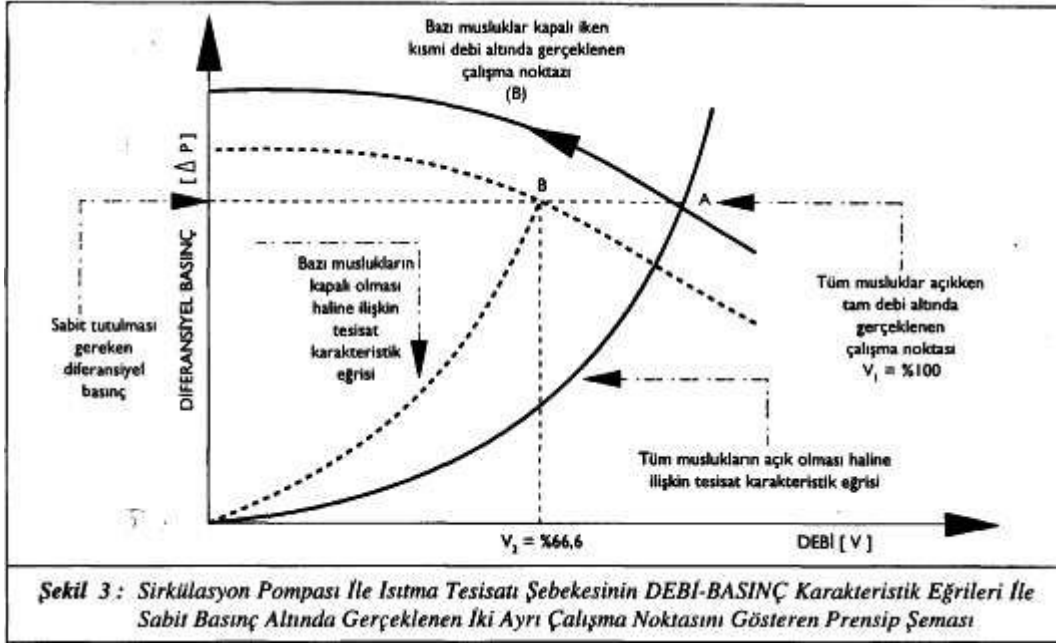
Değişken debili pompalarla donatılan kalorifer tesislerinde basınç değerlerinde azalma görüldüğü zaman pompanın dönme hızı artırılır. Diferansiyel basınç değerlerinin yükselmesi durumunda ise bunun tersi yapılır. Bu tip pompalarda hız değişiminin gerçekleşmesi amacıyla ASENKRON elektrik motorlarından yararlanılmakta, bu motorlarda bulunan frekans ve voltaj varyatör veya değiştiricileri bir regülatörden komut sinyali almaktadır (Şekil 1). Şekil 1'de tanıtılan elektronik regülatör diferansiyel basınç duyargasına bağlıdır. Bu regülatör basınç duyargasından aldığı ölçüm sinyalini hız varyatörüne iletmekte sirkülasyon veya çevrim pompasının hızı bu yolla değiştirilmektedir.



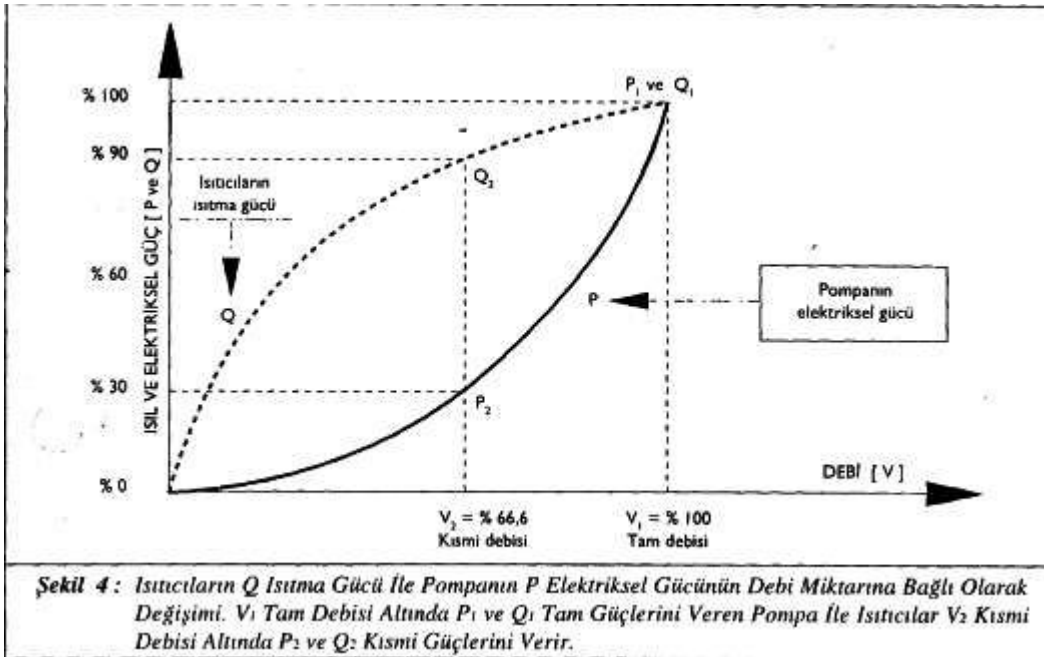
Kent ısıtma şebekesine bağlı kalorifer tesislerinde de diferansiyel basıncın ayarlanması amacıyla Şekil 1'de tanıtlana benzer bir montaj şemasının gerçekleştirilmesi mümkündür (Şekil 2).



Tekmil şebeke uzunluğu boyunca diferansiyel basıncın kararlı bir şekilde ayarlanabilmesi için diferansiyel basınç duyarğası hemen pompanın çıkışı üzerine değil şebeke uzunluğunun 1/3'lük bir bölümü üzerine yerleştirilmelidir.



Şekil 3'te görüldüğü gibi debi azaldığı zaman diferansiyel basınç ok yönünde artar. Bazı musluklar kapatıldığı zaman şebekenin karakteristikleri değişir. Bu durumda pompanın çalışma noktası A konumundan B konumuna doğru ötelenir. Pompa hızının değişiminden ötürü bütün musluklar açıkken A noktasında %100 debi sağlayan pompa yeni çalışma noktasında örneğin %66.6 oranında bir debi sağlayabilir (Şekil 3).



Şekil 4'te tanıtıldığı gibi ısıtıcıların Q ısıtma gücü ile pompanın P elektriksel gücü A noktasında geçerli olan %100 oranlarından sırasıyla %90 ve %30 düzeylerine iner. Gerçekten de pompanın n hızı ile V debisi ve P elektriksel gücü arasında,

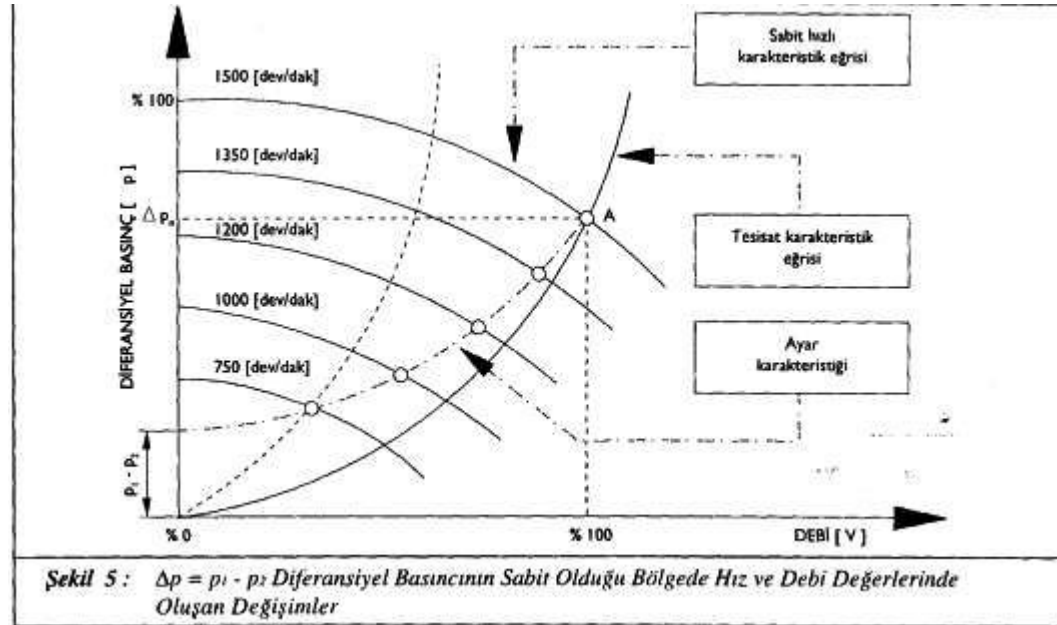
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt[3]{\frac{P_2}{P_1}}$$

bağıntısının varlığı söz konusudur. Eşitliğin ikinci tarafı için,

$V_1 = \%100$   $V_2 = \%66.6$  ve  $P_1 = \%100$  değerlerinden yararlanılırsa,

$$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^3 \times P_1 = \left(\frac{66.6}{100}\right)^3 \times 100 = \%29.54 \cong \%30$$

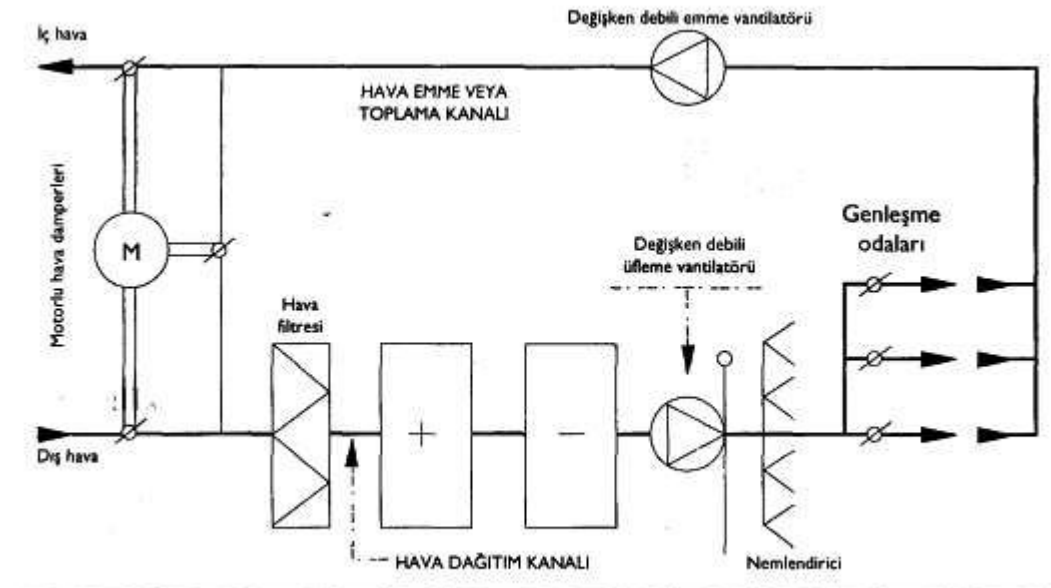
sonucu elde edilir. Ancak pompa/hız varyatörü sisteminin toplam verim oranının da dikkate alınması gerekir. Çünkü kısmi debi altında gerçekleştirilen bu ikinci çalışma noktasında verim oranı değerinde düşme gözlenir. Örnek olarak 15 (kW) gücünde bir motor/varyatör sistemini dikkate alalım. Bu sistemin tam yük altındaki verim oranı 0.93 düzeyindedir. Yani 15 (kW)'lık bir güç tüketimi yapılması haline ilişkin verim oranı 0.93 değerine eşittir. Tüketilen gücün 6.7 (kW) düzeyine inmesi durumunda verim oranı da düşer, 0.67 değerini alır.



Tüketilen güç 1.6 (kW) düzeyine indiği zaman verim oranı daha da düşerek 0.3 değerine indirgenir. Görüldüğü gibi verim oranının düşmesine karşın düşük hızlarda tüketilen güç değerleri sabit debili pompalara oranla çok daha zayıftır.

Şekil 2'de benimsenen tesisat şemasında ölçme noktasında geçerli olan  $\Delta p = p_1 - p_2$  diferansiyel basıncın hemen hemen sabit düzeyde tutulması sağlanabilir. Bundan dolayı debi değişiminin hayli geniş bir hız aralığına tekabül etmesi için karakteristik eğrisi yeterince dik olan bir pompanın seçilmesi gerekir (Şekil 5). Öte yandan pompanın çalışması gitgide karakteristik eğrinin sol tarafına kayacağı için verim oranı da buna bağlı olarak hızla azalacaktır. Değişken debili pompaların hızı sonsuz derecede küçülerek debinin sıfır değerine indirgenmesine yol açmaz. Debi yük kaybına bağlı olarak değişim gösterir. Kapalı bir çevrimde oluşan yük kaybı debinin karesiyle doğru orantılı olarak değişir. Şebekenin iç kayıpları şebekede dolaşım yapan debinin yarattığı kayıplardan daha büyük olursa düşük debi değerlerinde tesisat kararsız bir şekilde çalışır ve bu durumun sonucu olarak şebekenin su

dağıtım dengesi bozulur. Bundan dolayı göz önüne alınan tesisat için bir minimal hız seçiminin yapılması ve tesisatın su dağılım dengesinin bozulmaması için pompanın bu minimal hızın altında çalışmasına izin verilmesi gerekir.



Şekil 6 : Değişken Hava Debisi Sağlayan Genleşme Odalarıyla Donatılmış Olan Bir Hava Koşullandırma Santraline İlişkin Prensipten Şeması

## İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE KULLANILAN DEĞİŞKEN DEBİLİ VANTİLATÖRLER

Değişken debili vantilatörler havalandırma ve iklimlendirme tekniğinin çeşitli alanlarında ve özellikle DEĞİŞKEN DEBİLİ İKLİMLENDİRME TESİSLERİ'nde kullanılmaktadır (Şekil 6). Değişken hava debisi sağlayan hava koşullandırma santrallerinde püskürtülen havanın %30 ile %40 düzeylerine kadar azaltılmasına olanak veren genişleme odaları bulunur. Tesisattan yararlanan hacimlerin ısı gereksinim durumlarına bağlı olarak hava debisinin ayarlanması işlemi genişleme odalarına monte edilen klapeleler aracılığı ile sağlanır. Bu gibi tesislerde vantilatör debilerinin de değişken nitelikte olması gerekir. Bu amaçla ya vantilatör kanatlarının ayarlanması ya da daha iyisi değişken hızlı elektrik motorlarından yararlanılması zorunluğudur.

Değişken hava debili bir iklimlendirme tesisatında değişken hızlı motor kullanımı yoluyla sağlanabilen enerji kazancı konusunda somut bir fikir edinilebilmesi için maksimal debisi 14000 (m<sup>3</sup>/ saat) olan bir püskürtme vantilatörünü dikkate alalım. Tesisatın hava koşullandırma santralinde bulunan bu vantilatörün tükettiği elektriksel güç tam debi ile çalışma halinde yani 14000 (m<sup>3</sup>/saat)'lik bir hava debisi için 4.45 (kW) düzeyinde bulunsun. Sağlanan hava debisi maksimal debinin %60 oranı düzeyine indiği zaman yapılan enerji tüketimi 1.87 (kW) düzeyindedir. Bu oran %45 düzeyine inince 1.33 (kW) düzeyinde bir elektrik tüketimi yapılır. Vantilatör tarafından püskürtülen hava debisi 14000 (m<sup>3</sup>/saat)'lik maksimal debinin %39 oranı düzeyine indiği yani  $14000 \times 0.39 = 5460$  (m<sup>3</sup>/saat) değerine düştüğü zaman vantilatörü deviten değişken hızlı elektrik motoru aracılığı ile yapılan elektrik tüketimi daha da azalarak 1.21 (kW) düzeyine iner. Bu sayılar açıkça gösteriyor ki senenin büyük bir bölümü süresince maksimal debinin %40'ı ile %50'si oranında bir hava debisi ile çalışan iklimlendirme tesislerinde değişken hava debili vantilatör kullanımının ekonomik bakımdan gerçekten büyük bir yararı vardır. Değişken hava debili iklimlendirme tesislerinde diferansiyel basıncın ayarlanması amacıyla kanal uzunluğuna bağlı olarak iki ayrı yöntemden yararlanılır.

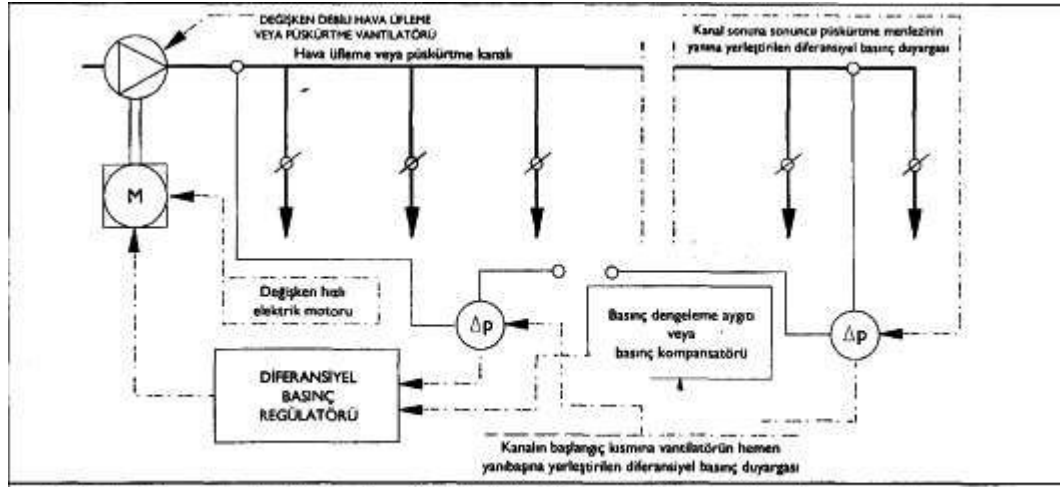
## KISA KANALLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE DİFERANSİYEL BASINCIN AYARLANMASI

Şekil 7'de böyle bir tesisatın prensip şeması tanıtılmıştır. Vantilatör tarafından sağlanan basıncın kısmi yüklerle çok yüksek düzeylere erişmemesi için diferansiyel basınç duyargasının debi değerlerinin en az, basınç değerlerinin en yüksek olduğu son püskürtme menfezinin hemen yanı başına yerleştirilmesi gerekir. Bu basınç prizi Şekil 7'de A noktası ile gösterilmiştir. Oysa gerçekte en uygun yer burası değildir. Zira basıncın bu nokta dikkate alınarak ayarlanması tesisatın kararsız çalışması sonucunu doğurur. Kanat etkilerinden ötürü diferansiyel basınç regülatörünün bu uç bölgeye müdahalesi gecikmeye uğrar. Tesisatın daha kararlı bir şekilde çalışması bakımından diferansiyel basınç duyargasının kanal uzunluğunun 1/3'üne tekabül eden bir noktaya yerleştirilmesi daha güvenilir bir çözüm yoludur. Şekil 7'de bu yeni basınç prizi B noktası ile tanıtılmıştır. Bu noktanın vantilatöre uzaklığı toplam kanal uzunluğunun 1/3'üne eşittir. Diferansiyel basınç duyargasının B noktasına yerleştirilmesinin hiçbir sakıncası olmadığı söylenemez. Sakıncalardan birisi şudur: kanalın son kesimlerinde düşük debi değerlerine ihtiyaç duyulduğu zaman bu kesimlerde basınç değerleri yükselecek, ancak

bu gereksinim diferansiyel basınç duyargası tarafından algılanamayacağı için vantilatör beyhude yere yüksek basınç altında çalışacak, bu da enerji tüketiminin artmasına yol açacaktır. Daha açık anlatımla kanalın uç kesimlerinde düşük debi değerlerine gerek duyulması halinde bu bölgelerde oluşan basınç değerlerinin artması ve hız değişimi yapılmadığı sürece karakteristik eğri uyarınca vantilatörün daha yüksek basınçta çalışması gerekir. Ancak diferansiyel basınç duyargası kanalın daha önceki yüksek debili bölümlerinde geçerli olan daha düşük basınç değerlerini algılayacağı için vantilatöre basıncın düşürülmesi ve azalan debinin yüksek basınçta ve yüksek hızda sağlanması yerine basıncın ve hızın küçültülmesi yoluyla yani daha düşük basınçlı ve daha düşük hızlı bir karakteristik eğri uyarınca gerçekleştirilen bir çalışma rejimiyle karşılanması yolunda uyarı sinyali iletilmeyecek, vantilatör boş yere yüksek basınç üretmek zorunda kalacak, bu da yapılan elektrik tüketimini artıracaktır.

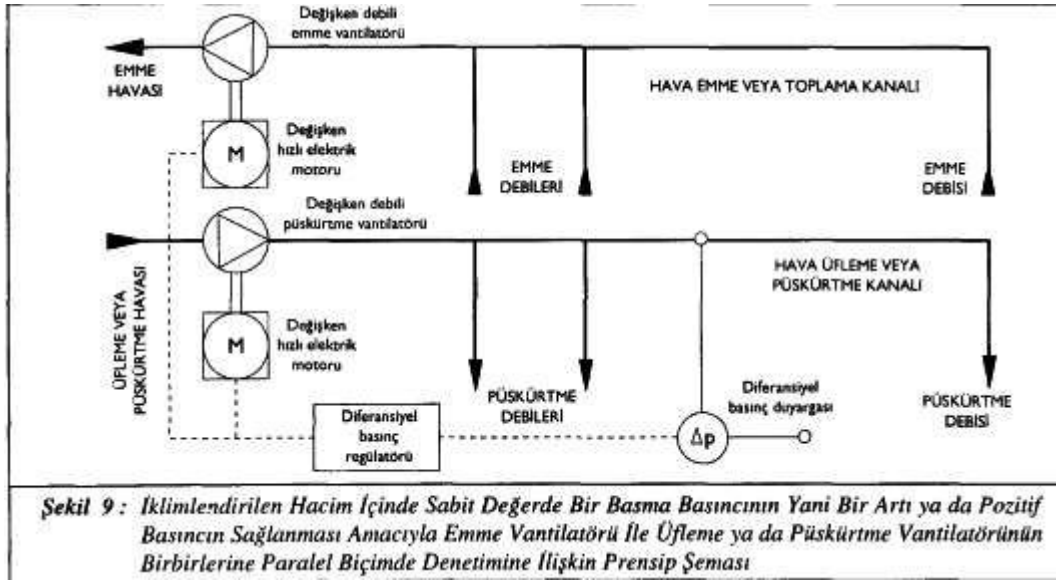
## UZUN KANALLI İKLİMLENDİRME TESİSLERİNDE DİFERANSİYEL BASINCIN AYARLANMASI

Bu gibi tesislerde vantilatörün hemen yanı başına yerleştirilen bir diferansiyel basınç duyargası aracılığı ile vantilatöre öyle bir basınç sinyali gönderilir ki, bu sinyali alan vantilatör maksimal miktarda debi üreterek kanalın uç kısımlarında yeterli düzeyde bir diferansiyel basıncın sağlanmasına olanak verir (Şekil 8).



Şekil 8 : Uzun Kanallı İklimlendirme Tesislerinde Diferansiyel Basıncın Ayarlanmasını Gösteren Prensiş Şeması

Bir başka diferansiyel basınç duyargası da kanalın son kısmına sonuncu püskürtme menfezinin yanına yerleştirilir. Hava debisinin azaltılmasının gerekli olması durumunda bu ikinci basınç duyargası kompensatör yoluyla basınç regülatörüne vantilatör basıncının düşürülmesi yolunda sinyal gönderir. Vantilatörün basıncı ve dolayısıyla debisi azalır. Böylece vantilatör tarafından yapılan elektrik tüketimi de beyhude yere artırılmamış olur. İklimlendirme tesislerinde yapı içi hacimlerine püskürtülen hava debileri ile yapı içi hacimlerinden emilen hava debileri arasındaki farkın sabit düzeyde alıkonulması için bu kez de emme vantilatörünün ayarlanması gerekir (Şekil 9).



Bu amaçla püskürtme vantilatörü ile emme vantilatörünün birbirlerine paralel şekilde denetim altına alınabilmesi mümkündür. Şekil 9'da tanıtılan prensip şeması bu tip bir paralel denetimle ilgilidir. Bu sayede yapı içi hacimleri içinde sabit değerde bir basma basıncının yani bir pozitif ya da artı basıncın alıkonulması olanağı sağlanır. Üstelik vantilatör karakteristiklerinin de birbirlerinden farklı olması gerekmez. Ancak tesisatın karakteristiği değiştiği için püskürtme debisi ile emme debisi arasında fark oluşur. Bu sorunun çözülmesi için emme vantilatörü ile püskürtme vantilatörünün birbirlerine paralel biçimde denetiminden vazgeçilerek iki hız duyarğası aracılığı ile emme vantilatörünün püskürtme vantilatöründen bağımsız bir şekilde denetim altına alınması yöntemi uygulanır. Hız duyarğalarından biri püskürtme kanalı, diğeri emme kanalı içine yerleştirilir. Güdülen amaç hız farkının sabit düzeyde tutulmasıdır. Çünkü emme havası ile püskürtme havası arasındaki hız farkı sabit tutulduğu zaman debiler arasındaki fark da sabit düzeyde kalır.

Ancak bu konu diferansiyel basıncın ayarlanması alanına girmediği için üzerinde daha fazla durmayacağız.

## SONUÇ

Değişken hızlı motorlar aracılığı ile gerçekleştirilen enerji ekonomisi gerek İklimlendirme ve gerekse merkezi ısıtma tesisleri alanında sadece bu motorlar tarafından yapılan elektrik tüketimiyle sınırlı kalmaz. İklimlendirme tesislerinde değilse bile özellikle uzak mesafeli kent ısıtma şebekelerinde değişken debili pompa kullanımı yoluyla ısı kayıplarının dolaylı yoldan önemli ölçüde azaltılabilmesi olanağı da elde edilebilir.