

## 18. OTOMATİK KONTROL VE OTOMASYON

### GİRİŞ

**Kontrol** ve **otomatik kontrol** kavramları için şu genel tanımlamalar yapılabilir:

**Kontrol** : İncelenen davranışların belirli istenen değerler etrafında tutulması veya istenen değişimleri göstermesi için yapılanlar, genel anlamda kontrol işlemini tanımlarlar.

**Otomatik Kontrol** : Kontrol işlemlerinin, kontrol edilmek istenen olay etrafında kurulmuş bir karar mekanizması tarafından, doğrudan insan girişimi olmaksızın gerçekleştirilebilmesidir.

Otomatik kontrol, özellikle mühendislik sistemlerinde giderek daha çok önem kazanmaktadır. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir :

1. Otomatik kontrol, insanları monoton tekrarlı işlerden kurtararak zeka ve düşünebilme yeteneklerini daha iyi kullanabilecekleri işlere yönelmelerini sağlar.
2. Otomatik kontrol, insanın fizyolojik yeteneklerini aşan ( çok hızlı, çok hassas, yüksek kuvvetler gerektiren ve tehlikeli gibi) uygulamalarda insanın hakimiyetini kolaylaştırır.
3. Otomatik kontrolün mühendislik sistemlerinde kullanılması, gerek teorik tasarım gerekse gerçekleştirme ve uygulama bakımından daha sade, daha esnek, kolayca ayarlanabilen ve yüksek verimli çözümlere imkan vermektedir.
4. Bilgisayarların mühendislik uygulamalarında yaygın biçimde kullanılması, kontrol yöntemlerinin daha etkin olarak uygulanmasına yolaçmıştır.

Domestik veya Endüstriyel ortamda gerçekleştirilmiş bir otomatik kontrol sisteminden;

- Sistemin güvenliği ve kararlılığını sağlaması
- Kolay anlaşılır, tamir edilebilir ve değiştirilebilir olması
- Sistemin performansını istenen düzeye çıkarması
- Yatırım ve işletme maliyeti açısından ucuz olması istenir.

Sistem elemanlarının seçimi ve ayarı bu ilkeler doğrultusunda yapılır. Bu koşulların gerçekleştirilmesi için kontrol edilecek sistemin yapısının ve dinamik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir.

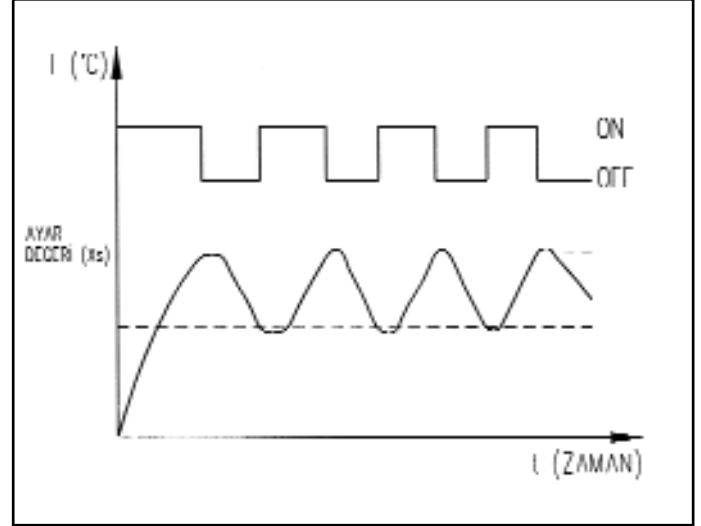
### 18.1. OTOMATİK KONTROL TÜRLERİ

Otomatik kontrol döngüsünde kontrol edici blok (karşılaştırma ve kontrol elemanı) yerine yerleştirilecek herhangi bir kontrol cihazı, kontrol noktası (ayar değeri) etrafında çalışılması gereken hassasiyette sistemi kontrol etmelidir. Prosesin gerektirdiği hassasiyette çalışacak, hatayı gereken oranda minimuma indirecek çeşitli kontrol türleri mevcuttur.

#### 18.1.1 İki Konumlu Kontrol (On-Off)

İki konumlu kontrol türünde; son kontrol elemanı bir konumdan diğerine geçiş anı dışında ya tam açık veya tam kapalı konumdadır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasına geldiğinde son kontrol elemanı belirlenmiş bir konuma (tam açık veya tam kapalı) gelir ve kontrol edilen değişken değişmediği sürece bu konumda kalır. Kontrol edilen değişken, kontrol noktasından belirli bir düzeyde

uzaklaşınca son kontrol elemanı ikinci konumunu alır. Son kontrol elemanının hareketsiz kaldığı bu iki nokta arasındaki değere **fark aralığı** denir. Kontrol edilen değişken, fark aralığının iki sınır değerinden birine erişmediği sürece son kontrol elemanı hareket ettirilmez. İki konumlu kontrol cihazı ile kontrol edilen bir sistemin kontrol edilen değişken - zaman eğrisi **Şekil 18.1**'de verilmiştir.



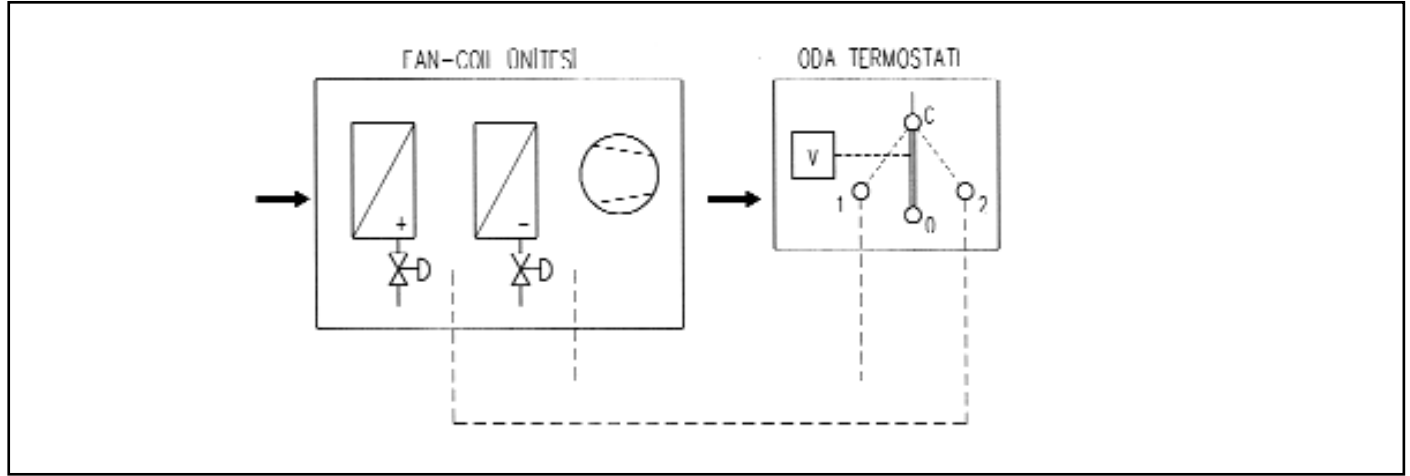
Şekil 18.1. ON-OFF KONTROL DEĞİŞKEN - ZAMAN EĞRİSİ

Bu kontrol çeşidini bir örnek ile açıklarsak; bir mahalde 20 °C sıcaklık kontrolü yapan bir oda termostatu (iki konumlu) ile mahalın ısınmasını sağlayan ısıtma apareyi arasındaki ilişkiyi ele alalım. Oda termostatının fark aralığını  $\Delta t=2$  °C ve ayar değerinin ( $X_s$ ) altında yer aldığını kabul edelim. Ayrıca oda termostatının normalde kapalı (NC) bir anahtara (kontakt) sahip olduğunu ve ısıtma apareyinin elektrik enerjisi ile çalıştığını düşünelim. Oda sıcaklığı 20 °C'ye gelinceye kadar ısıtma apareyi açık (yani ısıtma yapma çalışması) konumdadır. Oda sıcaklığı 20 °C'yi bulduğunda, ısıtma apareyi kapalı konuma gelir ve oda sıcaklığı  $X_s-\Delta t=(20-2)=18$  °C'ye düşene kadar bu konumunu değiştirmez. Oda sıcaklığı 18 °C'nin altına düştüğünde ısıtma apareyi tekrar açık konuma gelir ve bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder.

#### 18.1.2. Yüzer Kontrol (Floatng)

İki konumlu kontrol ile oransal kontrol arasında bulunan bu kontrol türü, üç konumlu (yüzer) olarak da bilinmektedir. İki konumlu kontrolden farklı olarak son kontrol elemanına üç türlü kumanda uygulanabilir; aç-sabit kal-kapa. Bu kontrol şeklinde sistemde istenen ayar değeri yakalandığında, servomotor o anda bulunduğu konumda hareketsizdir. İstenen ayar değerlerinin belli bir miktar dışına çıktığında ise servomotor oluşan farkı düzeltmek üzere açma ya da kapama yönünde hareket eder.

Yavaş hareket eden bir servomotor kullanılması ile sistemin herhangi bir kısmı yükte çalıştırılması mümkün olmaktadır. Bu sayede iki konumlu kontrolde oluşan salınımlar çok daha aza indirgenmiştir. Servomotorun hızı önemlidir. Çok yavaş bir servomotor ile sistemdeki ani değişikliklere uyum sağlama şansı kalmayacaktır. Servomotorun çok hızlı olması ise, iki konumlu kontrole yol açar, yani



Şekil 18.2. YÜZER KONTROL İÇİN ÖRNEK SİSTEM

kısmi yüklerde çalışma mümkün olmaz.

Bu kontrol türünü daha iyi anlatabilmek için; serpantin girişlerinde ayrı ayrı on-off selenoid vanaları olan ısıtma ve soğutma serpantinli bir fan-coil ünitesi incelenecektir. Kontrol elemanı olarak oda termostatu, nihai kontrol elemanı için ise, iki adet selenoid vananın bir bütün olduğu kabul edilerek ömek incelenmiştir.

Oda termostatının ayar değerinin ( $X_s$ ) 20 °C ve fark aralığının ( $\Delta t$ ) 2°C olduğunu kabul edelim. Oda sıcaklığı 18 °C'ye gelene kadar oda termostatu kontağı C- 1 konumunda kalır ve ısıtıcı selenoid vanası (S1) açık konumunu sürdürerek mahal havası sıcaklığını artırma yönünde davranır.

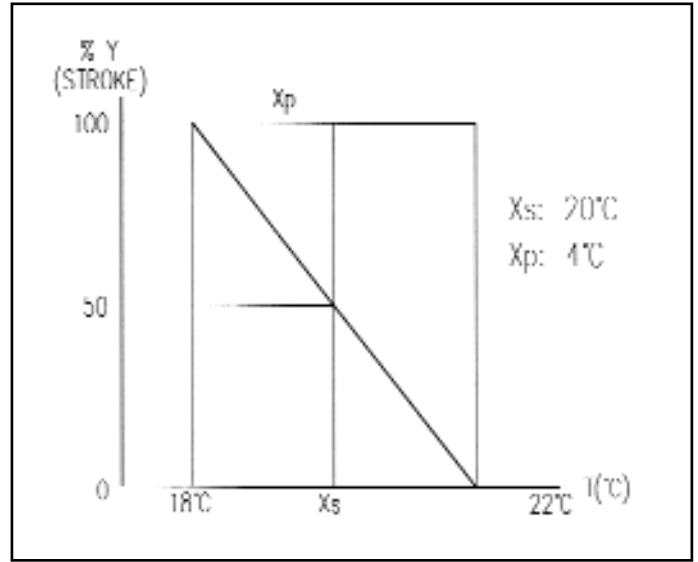
Mahal sıcaklığı değeri 18 °C'ye eriştiğinde, termostat kontağı C-O konumuna gelir ve bu konumda S1 ısıtıcı selenoid vanası kapalı konuma gelir. Sistem yüküne bağlı olarak mahal havası sıcaklığı artarak 21 °C'ye eriştiğinde termostatın kontağı C-2 konumuna gelir ve bu konumda S2 soğutucu selenoid vanası açık konuma gelerek mahal havası sıcaklığını düşürme yönünde davranır. Bu hareket şekli sistem çalışma periyodu içinde aynı şekilde tekrar eder. Oda termostatu kontağının C-O konumunun olduğu süreç ölü bölge olarak tanımlanır. Ayar değeri ( $X_s$ ) genellikle bu ölü bölge ortasında yer alırken, fark aralığı ( $\Delta t$ ) ölü bölge altında ve üstünde yer alır.

### 18.1.3. Oransal Kontrol-P (Proportional)

Oransal kontrolde; nihai kontrol elemanı, kontrol edilen değişkenin değişim miktarına bağlı olarak konumlanır. Kontrol elemanının oransal bandı ( $X_p$ ) içinde kontrol edilen değişkenin her değerine karşılık nihai kontrol elemanının bir tek konumu vardır. Başka bir deyişle kontrol edilen değişken ile nihai kontrol elemanı arasında doğrusal bir bağlantı kurularak gereksinim duyulan enerji ile sunulan enerji arasında bir denge oluşturulur.

Nihai kontrol elemanının hareket boyunu (stroke) değiştirerek, kullanılan enerjinin %0'dan %100'e kadar ayarlanabilmesi için gerekli kontrol edilen değişkendeki (sıcaklık, basınç vb.) sapma miktarı **Oransal band** olarak tanımlanır. Genel olarak oransal band kontrol cihazının kontrol skalası (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri ( $X_s$ ) etrafında eşit olarak yayılır.

Şekil 18.3'de şematik olarak gösterilmiş transfer eğrisi üzerinden,



Şekil 18.3. ORANSAL KONTROL KARAKTERİSTİK EĞRİSİ

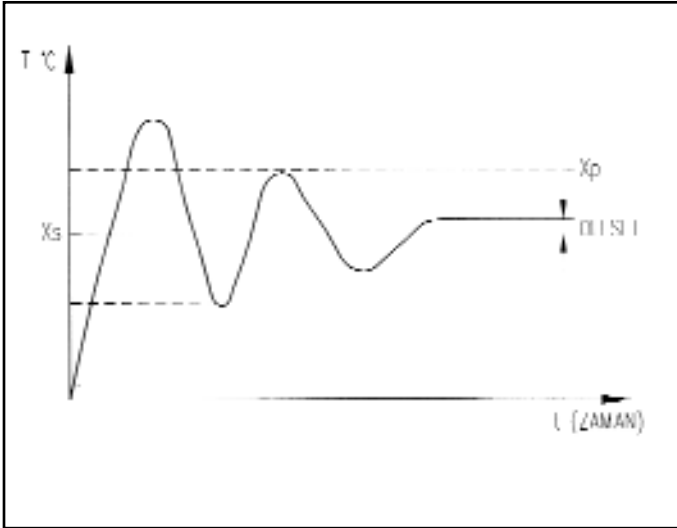
ayar değerinin ( $X_s$ ) 20 °C ve oransal band ( $X_p$ ) değerinin 4 °C olduğu ters hareketli bir oransal kontrol sistemini inceleyelim. Sıcaklık değerinin 18 °C olduğu noktada nihai kontrol elemanı konumu %100 pozisyonundadır. Nihai kontrol elemanı, sıcaklık değerinin ayar değeri ile eşit olduğu noktada %50 pozisyonundadır. Sıcaklık değerinin 22 °C olduğu noktada ise nihai kontrol elemanı %0 pozisyonuna gelir.

Şekil 18.4'de sembolize edilen oransal kontrol reaksiyon eğrisinden de gözüktüğü gibi; set değeri ile sistemin oturduğu ve sabit kaldığı değer arasındaki farka **sapma (off-set)** denir. Sapma'yı azaltmak için oransal band küçültülebilir. Ancak oransal band küçüldükçe, iki konumlu ( on-off) kontrole yaklaştığı için set değeri etrafında salınımlar artabilir ve sistem dengeye oturamaz.

Geniş oransal bant seçeneğinde ise sapma daha büyük olacağından; oransal bandın, kullanıldığı prosesin şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekir.

### 18.1.4. Oransal+Integral Kontrol - PI

Oransal kontrolde oluşan sapmayı azaltmak veya ortadan kaldırmak için kontrol cihazı integratör (integral alıcı devre) kullanır. Ölçülen

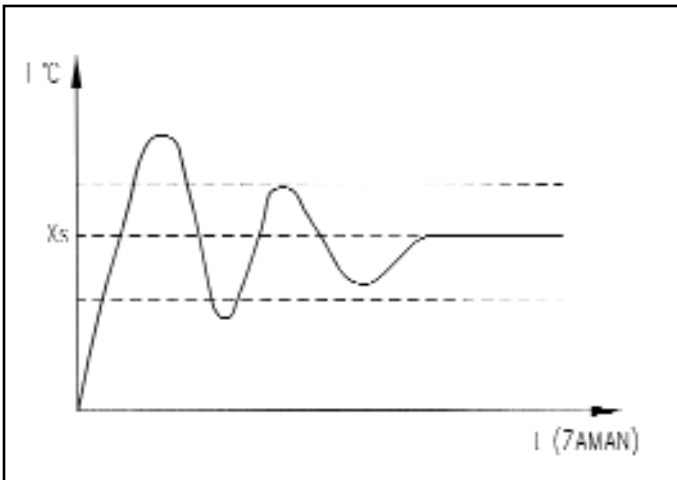


Şekil 18.4. ORANSAL KONTROL DEĞİŞKEN (P)-ZAMAN EĞRİSİ

değer ile set edilen değer arasındaki fark sinyalinin, zamana göre integrali alınır. Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal bant kaydırılmış olur.

Bu şekilde sisteme verilen enerji otomatik olarak artırılır veya azaltılır ve proses değişkeni set değerine oturtulur. İntegratör devresi, gerekli enerji değişkenliğine set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark kalmayınca kadar devam eder. Fark sinyali sıfır olduğu anda artık integratör devresinin integralini alacağı bir sinyal söz konusu değildir. herhangi bir şekilde sistem dengesi bozulup, proses değişkeni değeri set değerinden uzaklaşacak olursa, tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkisini gösterir.

Şekil 18.5'de, saptması kalkmış bir oransal + integral kontrol reaksiyon eğrisinden de görüleceği gibi; oransal + integral kontrolün en belirgin özelliği sistemin başlangıcında proses değişkeni değeri, set değerini önemli bir miktarda aşar ki, bu ilk yükselme noktası **üst tepe değeri** (overshoot) olarak tanımlanır. Üst tepe değerini alt tepe değeri izler (undershoot). Set değeri etrafında sistem yük değerine bağlı olarak birkaç kere salınım yaptıktan sonra, set değerine oturur.



Şekil 18.5. ORANSAL KONTROL (PI) DEĞİŞKEN-ZAMAN EĞRİSİ

Sistem reaksiyon eğrisinde başlangıçtan itibaren olmak üzere eğrinin set değeri etrafındaki tolerans bandına (bir daha çıkmamak üzere) giriş yaptığı noktaya kadar geçen zaman, sistemin kararlı (dengeye oturmuş) rejim süresidir. Başlangıçtan itibaren bu noktaya kadar geçen zaman aralığında sistem set değeri etrafında salınım yapar ve kararsız bir davranış sergiler (kararsız rejim). Otomatik kontrol sistemlerinde amaç, salınımları oldukça azaltıp sistemi kararlı rejime oturtmaktır. Kararlı rejim süresi sistemin zaman sabiti ile doğru orantılıdır. Pratik olarak sistemler, üç zaman sabiti süre toplamı sonunda % 66 oranında kararlı hale geçerler. Dört zaman sabiti süre toplamı sonunda ise sistem % 98 oranında kararlı rejime geçmiş demektir. Her sistemin ve onu oluşturan alt sistemlerin farklı zaman sabitleri vardır.

### 18.1.5. Oransal+ Türevsel Kontrol - PD

Oransal kontrolde oluşan offset, oransal + türevsel kontrol ile de azaltılabilir. Oransal + Türevsel kontrolde set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyalinin türevi alınır. Türevi alınan fark sinyali, tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur. Ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu üst tepe - alt tepeleri azaltmak içindir. üst tepe ve alt tepelerini azaltırken bir miktar sapma kalabilir.

Türevsel etki, düzeltici etkisini hızlı bir şekilde gösterdiği için hızlı değişimlerin olduğu kısa süreli proseslerde kullanılması uygundur. Sürekli tip uzun süreli proseslerde ve sapma istenmeyen durumlarda PI veya PID tip kontrol seçilebilir.

### 18.1.6. Oransal + Integral + Türevsel Kontrol - PID

Kontrolü güç, diğer kontrol türlerinin yeterli olmadığı proseslerde tercih edilen bu kontrol türünde; oransal kontrolde oluşan sapma, integral fonksiyonu ile giderilir. Meydana gelen üst ve alt tepeler bu kontrole türevsel etkinin de eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen ortadan kaldırılır.

Esas amacı ayar değeri ile ölçüm değeri arasındaki hatayı sıfıra indirmek ve bu sayede istenilen değere ulaşmak olan tüm kontrol türlerinde; Oransal (P), integral (I), Türev (D) parametrelerinin uygun bir şekilde ayarlanmaları sayesinde kontrol edilen değişkenin ayar değerine;

- Minimum zamanda
- Minimum üst ve alt tepe (overshoot ve undershoot) değerlerinden geçerek ulaşmasını sağlarlar.

İntegral ve türevsel parametrelerin söz konusu olmadığı ve sadece P tip kontrol cihazları ile kurulan sistemlerde de dengeye ulaşmak mümkündür. Ancak sadece P'nin aktif olduğu bu tür kontrol sistemlerinde az da olsa set değeri ile kontrol edilen değer arasında sıfırdan farklı + veya - değerinde ve de sıfıra indirilmeyen bir sapma mevcuttur. Sadece P ile kontrol edilen böyle bir sisteme I ilavesi saptmayı ortadan kaldırmaya yöneliktir. Diğer bir deyişle P+I türündeki bir kontrol cihazı ile denetlenen bir proseste normal şartlar altında sistem dengeye oturduktan sonra sapma oluşması söz konusu değildir. İntegral etki saptmayı sıfıra indirirken, sisteme faz gecikmesi katarak sistemin kararlılığını azaltır. Bununla beraber integral zamanının çok kısa olması prosesin osilasyona girmesine neden olabilir. P+I

denetim mekanizmasına D ilavesi ise set değerine ulaşmak için geçen zamanı kısaltmaya yaramaktadır. Diferansiyel etki sisteme faz avansı getirir ve sistemin kararlı hale gelmesinde yardımcı olur. Böylece büyük orantı kazançları elde edilebilir. Fakat büyük nakil gecikmeleri olan sistemlerde diferansiyel etkinin önemi çok azalır.

## 18.2 KONTROL SİSTEMLERİ İÇİN ENERJİ KAYNAKLARI

Kontrol sistemleri; pnömatik, elektrik, elektronik, hava akımı, hidrolik veya bunlardan bazılarının kombinasyonundan oluşur.

### Pnömatik Sistemler

Pnömatik sistemler, kontrol ve hissedici sinyallerinin 20 psi'den daha düşük basınçlı hava ile oluşturulduğu sistemlerdir. Kontrolör çıkış basıncındaki değişiklikler, kontrol edilen son elemanda bu pozisyon değişikliğine karşılık gelen bir pozisyon yaratır.

### Elektrikli Sistemler

Elektrikli sistemler, reosta veya köprü devrelerinin akım veya voltaj dengesinin değişmesi ile çalışan veya duran bir kontrol temin eder. Bu sistemler hat besleme voltajı olarak alternatif akım kullanır.

### Elektronik Sistemler

Bu sistemler; kontrol ve hissedici sinyallerinin düşük akım veya voltaj ( 24V veya daha düşük) değerlerinde taşındığı, elektronik bir devre tarafından kuvvetlendirilerek son kontrol işlevini yapan servo mekanizmalara iletiildiği sistemlerdir.

### Hava Akımı Sistemleri

Hava akımı sistemleri, kontrol sinyali üreten mekanizmalar gibi davranan statik basınç sinyallerinin dışındaki hava akımı dinamiğini kullanır. Düşük güvenilirliği yüzünden kullanılabilirliği kalmamıştır.

### Hidrolik Sistemler

Bu sistemler, hava yerine sıvı veya yağ kullanan ve yapısı pnömatik sistemlerle benzer olan sistemlerdir. Hidrolik kontrol ve tahrik üniteleri günümüzde HVAC teknolojisinde kullanılmamaktadır.

## 18.3. KONTROL SİSTEMİ PARÇALARI

Temel bir kontrol sisteminin en önemli parçası olan hissetme/ölçme elemanları, HVAC sistemlerinin otomatik kontrolünde çok önemli bir görev yüklenirler. HVAC kontrol sisteminde bu kritik sorumluluğu taşıyan ölçüm elemanlarının performansları aşağıda bahsedilen başlıca tanımlarla ifade edilir :

**Hata :** Ölçme sisteminden elde edilen değer, ölçülmesi gereken doğru değerden farkıdır.

**Doğruluk :** Ölçüm elemanının, ölçülen fiziksel büyüklüğün doğru değerini belirleyebilme kabiliyetidir.

**Kesinlik :** Aynı koşullar altında aynı büyüklüğün ölçüm sonuçlarının tekrarlanabilirliğidir. Ölçümün kesinliği, burada bir büyüklüğün ölçülen değerlerinin, ortalama değer civarındaki dağılımın izafi yoğunluğunu tanımlamak için kullanılmıştır. Bu yüzden bir ölçümün kesinliği ; doğruluğundan çok tekrarlanabilirliği ile ilişkilidir.

**Hassasiyet :** Ölçüm elemanının ölçme faktörünü belirleyen özelliğidir. İstenilen değerde çıkış sinyali üretebilmek için gereken minimum giriş sinyali büyüklüğü olarak ta ifade edilebilir.

**Belirsizlik :** Hata için belirlenen bir değer olup, ölçme elemanı ile ölçüm yapıldığında hatanın ne olacağıın belirlenmesidir.

### 18.3.1. Hissedici Elemanlar

Hissedici eleman, kontrol edilen fiziksel değışkendeki değışiklikleri ölçen ve kontrolörün kullanması için orantılı etki veya sinyal üreten aygıtlardır.

#### (a) Sıcaklık Hisseden Elemanlar

Sıcaklık hisseden elemanlar genelde şunlardan oluşurlar:

1. Bimetal eleman, farklı iki metalin birlikte eriyip kaynaşmasından elde edilen iki ince şeritten oluşur. Her iki malzemenin farklı termal genleşme katsayıları olduğu için, sıcaklık değıştikçe eleman eğilir ve pozisyonda bir değışim meydana getirir. Bimetalik termometre yaklaşık sıcaklık ölçümü için kullanılır. Ölçüm aralığı  $-20/660$  °C olan bu ölçüm cihazlarının belirsizliği yüksektir ve gecikmeli oldukları için uzaktan kullanıma uygun değildir.
2. Rot ve tüp eleman, içerisinde, bir ucu tüpün altına takılı düşük genleşmeli rot bulunan yüksek genleşmeli metal tüpten oluşur. Tüp, sıcaklıktaki değışimle rotun serbest ucunun hareket etmesine sebebiyet vererek uzunluğu değıştirir.
3. Contalı körük eleman, havası boşaltıldıktan sonra ya buharla gazla ya da sıvıyla doldurulmuştur. Sıcaklık değışimleri, gaz veya sıvı basıncında veya hacmindeki değışimlere sebebiyet verir. Bunun sonucu olarak da kuvvet veya hareket miktarında bir değışim meydana gelir. Uzak ampullü eleman, kılcal tüp vasıtasıyla ampul veya kapsül takılı contalı körük veya diyaframdır; bütün sistem buhar-gaz veya sıvıyla doludur. Ampuldeki değışimler, kılcal tüpler vasıtasıyla körük veya diyaframa iletilen basınç veya hacim değışimleriyle sonuçlanır.
4. Rezistans eleman, sıcaklık değışimine göre değışen elektrik rezistanslı telden yapılmıştır. Tipik olarak platin, rodyum-demir, nikel, nikel-demir, tungsten veya bakırdan yapırlar. Bu cihazlar, basit devre yapılarına, yüksek doğrusalığa, duyarlılığa ve mükemmel kararlılığa sahip oldukları için HVAC sistemleri otomatik kontrolünde oldukça yaygın bir şekilde kullanılırlar.
5. Termistör, sıcaklık değışimiyle elektriksel rezistansı değışen özel bir çeşit yarı iletkendir. Belli başlı yarı iletken malzemelerin ( çoğunlukla metaloksitler), dirençleri sıcaklık ile büyük değışim gösterirler ve bu değışim genellikle artan sıcaklık ile direncin azalması şeklindedir. Yarı iletken malzemedan elde edilen bir termistör elemanı, bacaklar ile bir galvanometreli köprü devresine bağlanabilir ve kalibre edilebilir. Bu ölçme yönteminin kolaylık, hassaslık ve hızlık gibi üstünlükleri vardır. Termistörler, çoğunlukla, termoeleman ile sıcaklık ölçümlerinde referans sıcaklığının ayarlandığı elektronik sıcaklık ayarlama devrelerinde veya hassasiyeti büyük olan ve sınırlı çalışma aralıklarına sahip uygulamalarda kullanılırlar (örnek : split klima sistemi).
6. Termokupl, birbirine bağlı uçları arasında sıcaklık değışiminin fonksiyonu olarak değışen voltajın meydana geldiğı iki farklı metalin birleşmesidir. Tellerin yapılmış oldukları malzemelere ve birleşme noktasının bulunduğu ortamın sıcaklığına bağlı olarak teller arasında bir elektromotor kuvveti oluşur (emk). Sıcaklık ölçümlerinde termokuplların platin/nikel dirençli öl-

çüm cihazlarına göre kesinlikleri daha azdır. Düşük maliyetleri, kullanım kolaylıkları ve orta dereceli güvenilirlikleri ile termokupulların kullanımları oldukça yaygındır.

7. Sıcaklıkla değişim gösteren her cihaz, gerçekte bir termometredir, ancak termometre terimi çoğu zaman sıcaklığı gösteren içi sıvı doldurulmuş bir cam tüp için kullanılır. Sıvılı termometreler, ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme endüstrisinde birçok uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu kullanımlardan bazıları, soğutucu ve ısıtıcı akışkan sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları gibi HVAC sistemlerinde kullanılan akışkanların sıcaklıklarının belirlenmesidir. Yüksek doğruluk ve düşük maliyetlerinden dolayı cıvalı cam termometrelerin sıcaklık ölçümlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Fakat gazlardaki ölçümlerde, doğruluk ısı ışınımından etkilenir. Teorik ölçüm aralıkları  $-38/550$  °C'dir.

#### (b) Nem Hisseden Elemanlar

Nem hisseden aygıtlar genelde şunlardır:

1. Higroskopik: Boyutsal veya şekilsel değişerek mekaniksel bir sapmaya sebebiyet veren (saç, ahşap, kağıt veya hayvan zarı gibi organik malzemeler ve naylon gibi yapay malzemeler)
2. Elektriksel: Elemanın higroskopik yapısından dolayı karakteristiğinde (rezistans veya kapasitans) değişime sebebiyet veren.

#### (c) Basınç Hisseden Elemanlar

Basınç hisseden elemanlar, basınç aralığına bağlı olarak iki genel sınıfa ayrılabilirler:

1. Basınç veya vakum değerleri  $kg/cm^2$  veya  $mmHg$  (mm cıva) cinsinden ölçüldüğünden, eleman, genelde körük, diyafram veya Bourdon tüpüdür. Ölçüm elemanının bir tarafı atmosfere açık olabilir ki, bu durumda eleman, atmosferik seviyenin üstündeki veya altındaki basınçlara cevap verir. Fark basınç elemanının, iki basınç aralığındaki farka cevap verebilmesi için her iki tarafla da bağlantısı vardır.
2. Genelde, su sütunu cinsinden ölçüldüğünden hava kanalındaki statik basınç gibi düşük basınç veya vakum için ölçüm elemanı, yağ içerisine daldırılmış ters bir çan, geniş bir diyafram veya geniş esnek bir metal köriktir. Orifislerle bağlantılı olarak kullanıldığında, eleman diferansiyel tiplerden bir tanesidir. Pitot tüpleri ve benzer aksesuarlar statik basınç ölçümü için kullanıldığı gibi akış, hız veya sıvı seviyesini ölçmek içinde kullanılabilir.

#### (d) Su Akışını Hisseden Elemanlar

Su akışını hisseden elemanlar, çeşitli temel hissetme prensiplerini ve aşağıdaki aygıtları kullanabilirler: orifis plakası, Pitot tüpü, venturi, akış nozulları, türbin metre, manyetik akış ölçer ve vorteks geçirmeyen akış ölçer.

Bunların her birisinin ölçüm aralığı karakteristikleri, hassasiyeti ve karmaşıklığına bağlı olarak değişen ve farklı durumlar için kullanılmasını uygun kılan maliyetleri vardır. Genelde, fark basınç tipli aygıtlar ( orifis plakaları, Pitot tüpleri, venturiler ve akış nozulları) basit ve fiyatları makuldür fakat ölçme sahası sınırlıdır. Bu elemanların hassasiyetleri, uygulama ve kullanım şekline bağlıdır.

#### (e) Diğer Hissedici Elemanlar

Yangın algılama veya duman yoğunluğu, iç hava kalitesi, rüzgar yö-

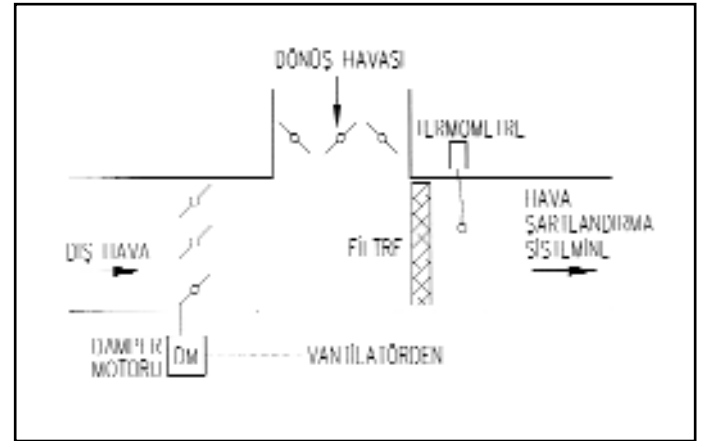
nü/şiddeti, iletkenlik, seviye, mahal meşgüliyeti, spesifik yerçekimi, akım, karbondioksit ( $CO_2$ ), karbonmonoksit (CO) vb. değerleri ölçme gibi başka amaçlar için kullanılan hissedici elemanlar, ısıtma, havalandırma veya hava şartlandırma sistemlerinin komple kontrolü için çoğu kez gereklidir.

### 18.4. TEMEL KONTROL SİSTEMLERİ VE FONKSİYONLARI

#### 18.4.1. Dış Hava Kontrol Metodları

##### 18.4.1.1 Minimum Dış Hava

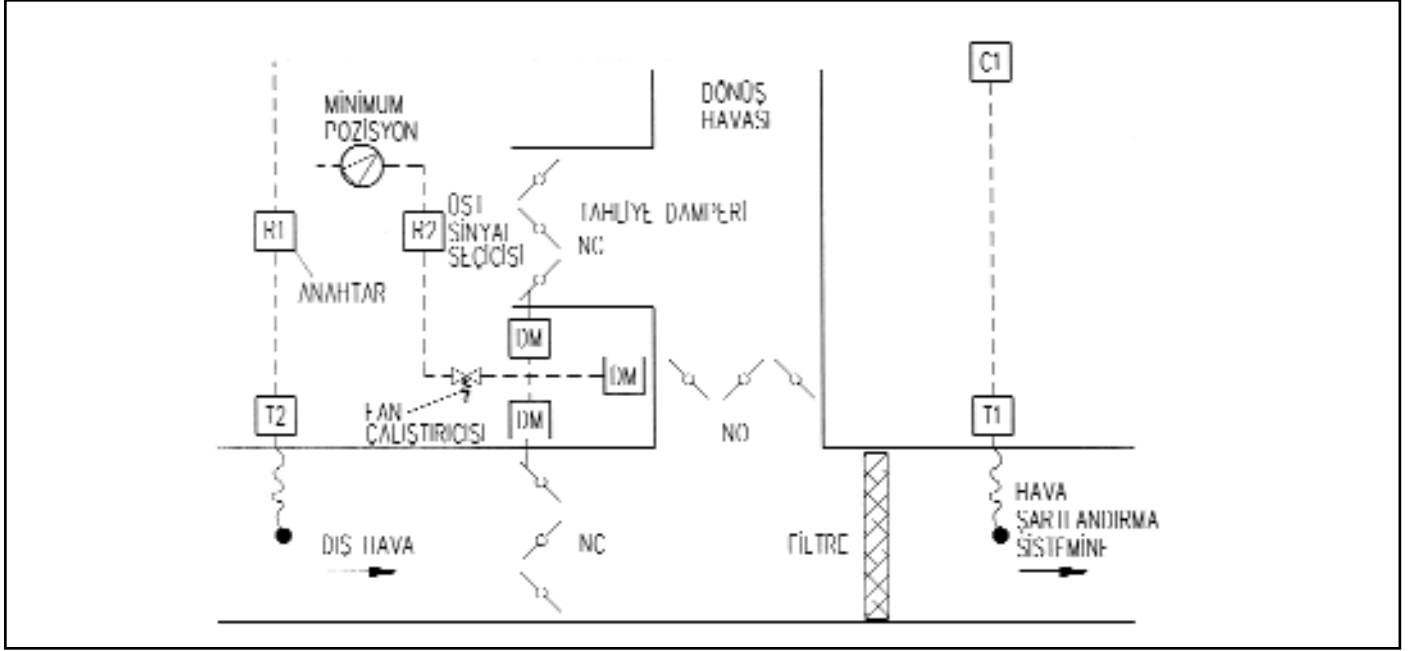
Dış hava kontrolü için en basit metod besleme fanı çalıştığında "minimum dış hava" damperini açmaktır (Şekil 18.6). Bu iki konumlu bir kontrol olup; sistem için gereksinim duyulan minimum taze hava almayı veya egzoz düzenlemesini sağlar. Bu methoda taze hava damperi ve kanalı sistemin ihtiyaç duyduğu minimum taze hava miktarına bağlı olarak seçildiği için, dış havanın uygun olduğu koşullarda daha fazla miktarda serin dış hava kullanımına izin vermez. Bu durum bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Minimum dış hava metodu, oransal termometre damper motorlarıyla yapılırsa bu sakınca ortadan kalkar.



Şekil 18.6. MİNİMUM DİŞ HAVA KONTROLÜ

##### 18.4.1.2 Dış Hava Ekonomi Çevrimi

Sabit miktarda dış hava kullanıldığında, dış hava sıcaklığının serin olduğu zamanlarda bile soğutucu serpantininin çalıştırılmasının gerektiği bazı zamanlar olabilir. Bu gereklilik hava sıcaklığı tarafından kontrol edilen dış, dönüş ve tahliye damperli sistemlerde ekonomi çevrimi (Şekil 18.7) ile ortadan kaldırılabilir. Dış hava, kış sıcaklığı dizayn değerinde iken; dış hava damperi ve egzoz damperleri genelde minimum açık pozisyonundadır (havalandırma ve egzoz ihtiyacının belirlediği oranda), ve dönüş damperi ise daha fazla açıktır. Dış hava sıcaklığı arttıkça, karışım havası termostatı (T1) karışım havası sıcaklığını sabit seviyede tutmak için yavaş yavaş dış hava damperini açar. Dönüş ve tahliye damperleri karşılıklı olarak buna göre kendilerini ayarlarlar. Genelde 10 °C ve 16 °C gibi bazı dış hava sıcaklıklarında % 100 dış hava sağlanacak ve soğutma için kullanılacaktır. Dış hava sıcaklığı artmaya devam ettiğinde ve 21 °C ila 24 °C' ye geldiğinde dış hava termostatı (T2) soğutma



Şekil 18.7. DIŞ, DÖNÜŞ VE TAHLİYE DAMPERLİ SİSTEMLERDE EKONOMİ ÇEVRİMİ

yükünü azaltmak için sistemi minimum dış hava alacak şekilde tekrar konumlandırır. Bir çok dış hava kontrol sistemlerinde fan çalışmadığında dış hava damperi kapansın diye besleme fanından bir kitleme sağlanır. Şemada gösterilen selenoid röle, pnömatik damper motorlarına giden besleme havasının akışını keser.

Ekonomi çevrim kontrolünün başka yöntemleri de vardır. Burada bunlar anlatılmayacak, sadece entalpi kontrolü üzerinde durulacaktır.

#### 18.4.1.3 Entalpi Kontrolü

Teoride, kuru termometre sıcaklığına dayalı dış hava “ekonomi çevrimi” her zaman için en ekonomik yaklaşım değildir. Kuru termometre sıcaklığı daha düşük olsa bile, nemin yüksek olduğu iklimlerde dış hava toplam ısı (veya entalpisini), dönüş havasınınkinden daha büyük olabilir. Örneğin, yaklaşık 21 °C kuru termometre (KT) sıcaklığındaki ve hemen hemen doyma noktasına yakın bölgedeki dış havanın entalpisinin, 27 °C (KT) sıcaklığındaki ve daha kuru dönüş havası entalpisinden daha büyüktür. Genelde soğutucu serpantin istenen şartları sağlamak için toplam ısı yükünü havadan almak zorunda olduğundan, bu durumda dış havayı minimum seviyede tutmak daha ekonomiktir.

Entalpiyi ölçmek için kuru termometre sıcaklığı ile birlikte a) yaş termometre sıcaklığını veya b) bağıl nemi veya c) çığ nokta sıcaklığını ölçmek gerekir. Birçok firma artık aynı anda kuru termometre sıcaklığını ve çığ nokta sıcaklığını hisseden, dış ve dönüş havasından entalpiyi çözen ve damperleri kontrol etmek için çıktı gönderen aletler üretmektedir. (Bkz. Şekil 18.8)

Entalpi kontrolünün bir takım potansiyel faydaları olsa bile, sıcaklığa dayalı ekonomi çevrimiyle karşılaştırıldığında enerji tasarrufu küçüktür. Entalpi ekonomi çevriminin uygulanması da zordur. Ticari nem hissedicilerinin doğruluğunun sağlanması sık sık kalibrasyon yapmadan mümkün değildir ve doğru entalpi hesabının yapılması genelde modern dijital aletlerle sınırlıdır. Çoğu kez entalpi kontrolü

maliyetini ve bundan dolayı oluşmuş daha kompleks yapının gerekliliği ve sağlıklı çalışırılığını ispatlamak zordur.

#### 18.4.1.4 Statik Basınç Kontrolü

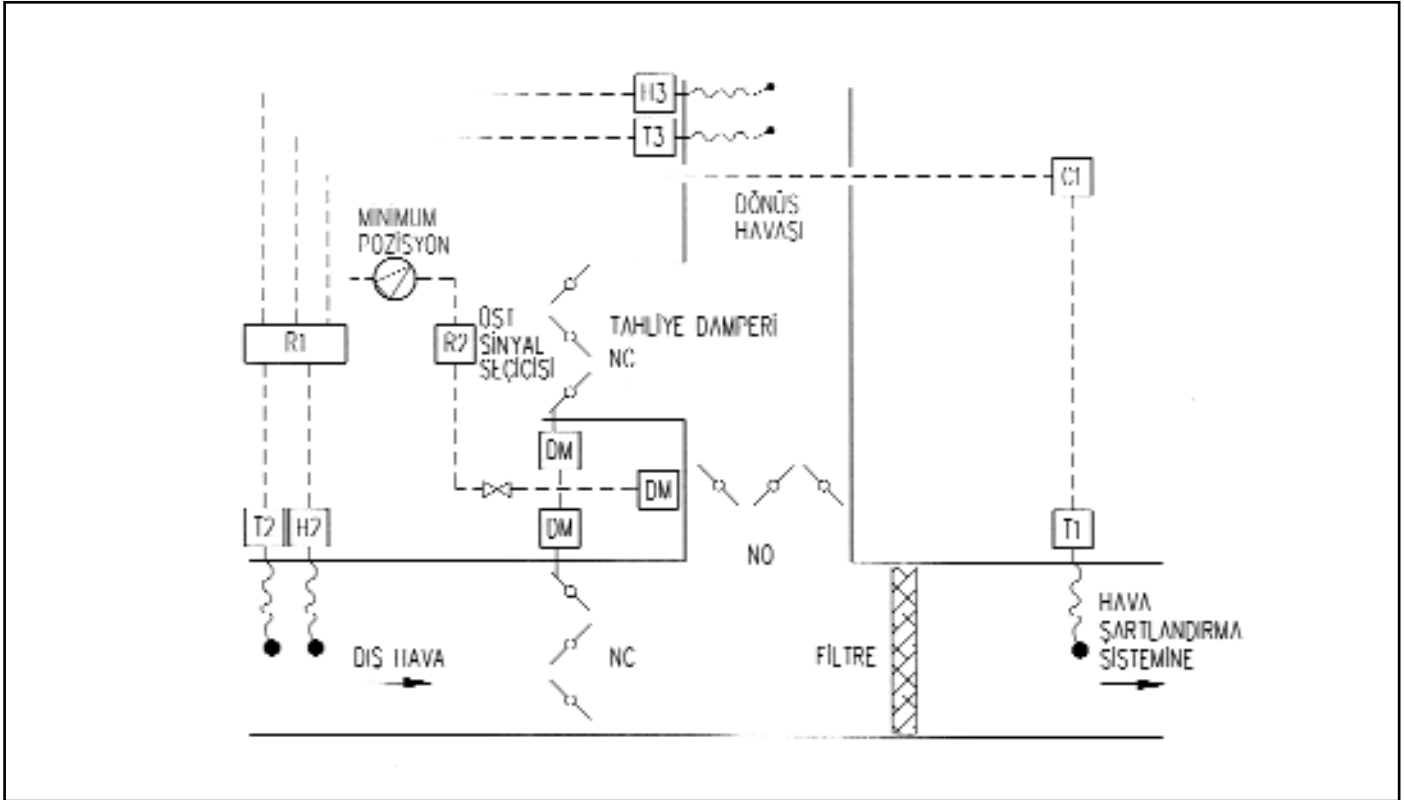
Çevresine göre sabit pozitif veya negatif basınca gereksinim duyan mahallerde dış, dönüş ve tahliye havası damperleri statik basınç kontrolörleriyle kontrol edileceklerdir. En basit şekliyle Şekil 18.9’da görülen statik basınç kontrolörü; kontrol edilen alanla, referans bölge (ya kontrol edilen alana yakın bir bölge ya da dışarı) arasındaki basınç farkını hisseder ve bu basınç diferansiyelini korumak için damperleri ayarlar. Sağlanan dış hava miktarı egzoz oluşturmak ve alanı basınç altında tutmak için yeterli olmak zorundadır. Kapılar açıldığında meydana gelen basınç dalgalanmalarından dolayı kararsızlığı önlemek için düşük oransal kazanç gerektiğinden, oransal artı integral (PI) kontrolü istenir. Bu metod, egzoz miktarları geniş ve değişken olan sistemler için uygundur. Egzoz havasındaki artma/azalma, basınç değişimleri meydana getirir. Bu değişimler fark basınç transmitteriyle hissedilerek, kontrol panelinin sistemi dengelemek amacıyla hava miktarını ayarlaması sağlanır. Bu metod çok yaygın değildir. Bu amaçla, değişken debili fan kullanan kontrol sistemleri daha yaygındır.

#### 18.4.2. Isıtma Kontrolü

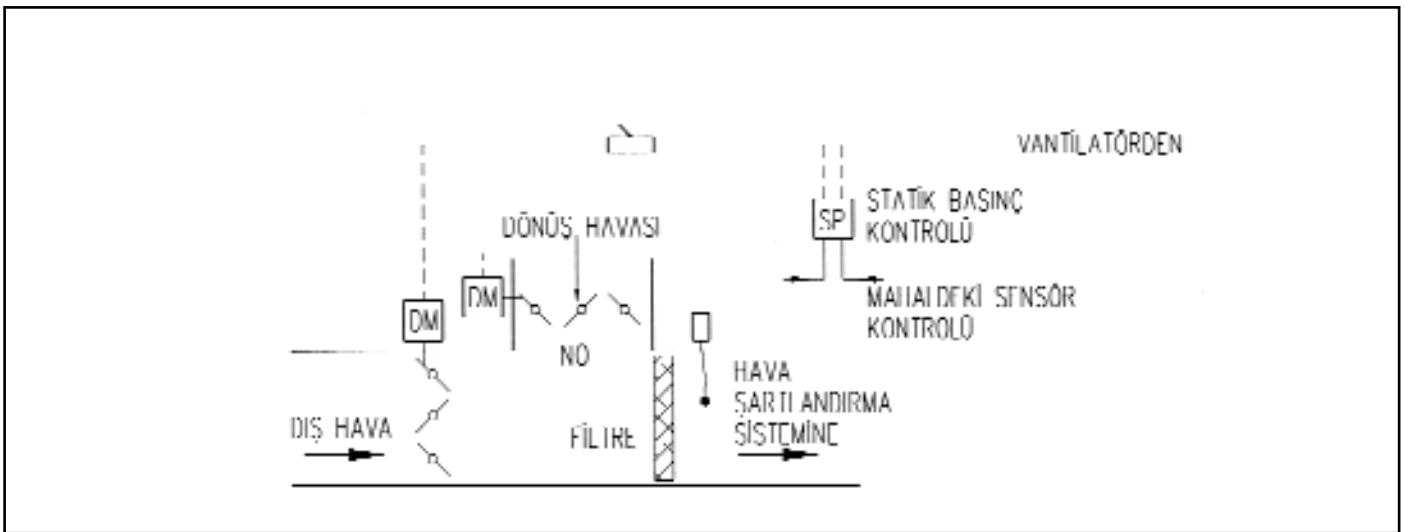
HVAC sistemlerinde ısıtma işlemi genelde buhar veya sıcak su serpantinleriyle sağlanır. Elektrik ısıtıcı serpantinler, ısı pompaları ve doğrudan gaz yanmalı kanal ısıtıcıları da kullanılır.

##### 18.4.2.1 Ön ısıtma

Ön ısıtma, büyük oranlarda dış hava alındığında, alınan dış havanın ısıtma ve soğutma serpantinlerinin donmasına sebebiyet verdiği durumlarda kullanılır. Ön ısıtmada temel problem ön ısıtma serpantininin donmasıdır. Bunu önlemek için bazı kontrol metotları kullanılır.



Şekil 18.8. ENTALPİ KONTROLÜ ŞEMASI

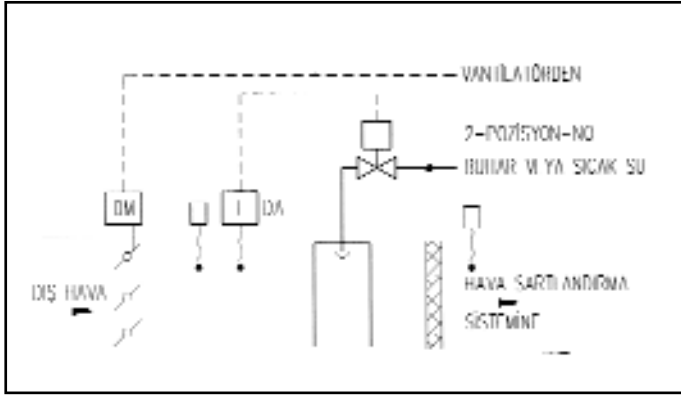


Şekil 18.9. EN BASİT ŞEKLİYLE STATİK BASINÇ KONTROLÖRÜ

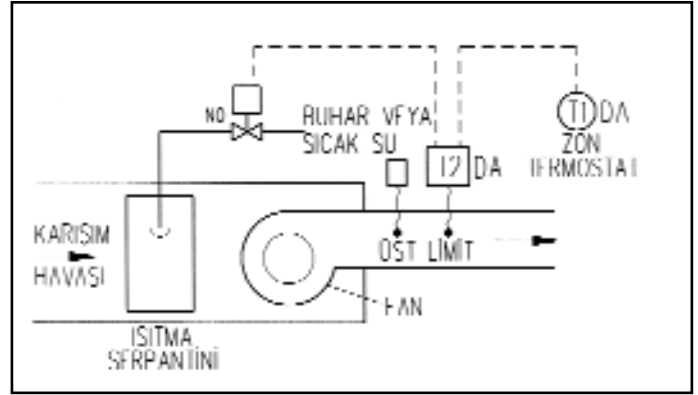
**Şekil 18.10** en kolay yaklaşımı göstermektedir. Dış hava sıcaklığı 2°C veya 4,5 °C değerinin altına düştüğünde, buhar veya sıcak su taşıyıcısı üzerindeki iki yönlü bir vana açılarak ısıtma yapılır (Bu bir açık çevrimli kontroldür). Ön ısıtıcı serpantinden sonra filtre bulunur. Ön ısıtıcıyı terk eden havanın sıcaklık kontrolü sağlanmadığından, ön ısıtma serpantini, aşırı ısınmayı önlemek için, dikkatlice seçilmelidir. Bu, olanaksız olmasa bile başarılması oldukça zordur. Bu nedenle daha gelişmiş ön ısıtma kontrol yöntemleri geliştirilmiştir. Sıcak sulu ısıtıcı serpantinde boru içinde akan suyun hızı 0,75 ile 1 m/s mertebelerinde olduğunda, -35 °C sıcaklıklara kadar, sıcak su-

yun donması söz konusu değildir. Ancak böyle düşük sıcaklık koşullarında glikol solüsyonu kullanmak daha güvenli bir alternatiftir. -40 °C ve altındaki sıcaklıklarda, doğrudan gaz yanmalı sistemler veya elektrik kullanımı tavsiye edilir.

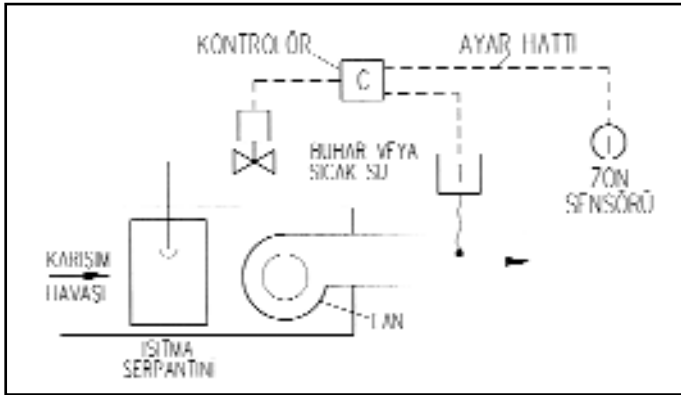
Donma havasına maruz kalacak buharlı serpantinler yeterli kondensatör kapasitesinde ve vakum kırıcılarıdaki gibi yoğuşma suyunu akıtmak için iyi eğimli veya yatay düzenlemeli iki boruyla dağıtan tip olmalıdır. Buna rağmen bile buhar akışı kısıldığında problemler ortaya çıkabilir. Kondensatör ve boşaltma hatları donma havasına açıksa izole edilmelidir ve mümkün olduğunca düşey borulama yapılmalıdır.



Şekil 18.10. ÖN ISITMA KONTROLÜ



Şekil 18.11. TEK ZONLU SANTRALDA NORMAL ISITICI SERPANTİN KONTROLÜ



Şekil 18.12. TEK ZONLU SANTRALDA NORMAL ISITICI SERPANTİN ALTERNATİF KONTROLÜ

#### 18.4.2.2 "Normal" Isıtma

Normal ısıtmada; serpantin hava giriş sıcaklığı en az 5 °C ile 10 °C mertebelerindedir. Tek zonlu santral ünitesindeki Şekil 18.11'deki ısıtıcı buhar veya sıcak su kontrol vanası, çıkış havasındaki yüksek sıcaklık limit termostatının (T2) limitlediği bir oda termostatı (T1) tarafından kontrol edilir.

Alternatif olarak kontrol vanası, oda sıcaklığından ayar değeri resetlenebilen çıkış havası sıcaklığına bağlı olarak kontrol edilebilir

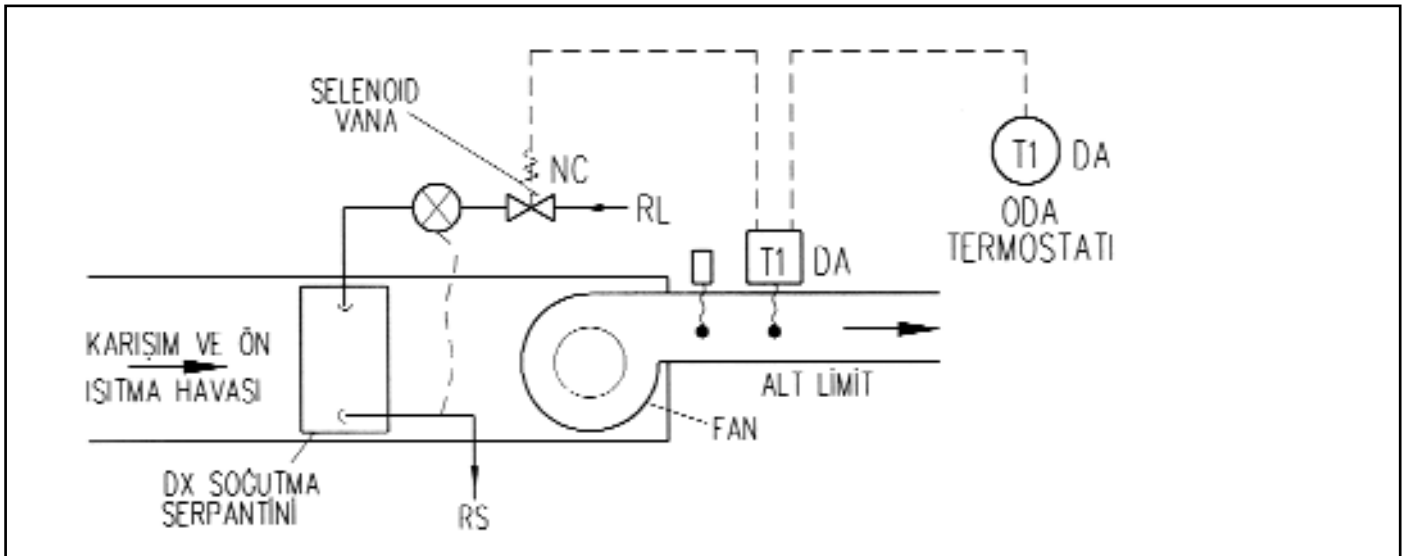
(Şekil 18.12). Bu sistemlerin her biri veya her ikisinin kombinasyonu; soğutma, ısıtma veya ısıtma ve soğutma serpantinlerinin sıralı olarak kontrolünde kullanılabilir.

#### 18.4.3. Soğutma Kontrolü

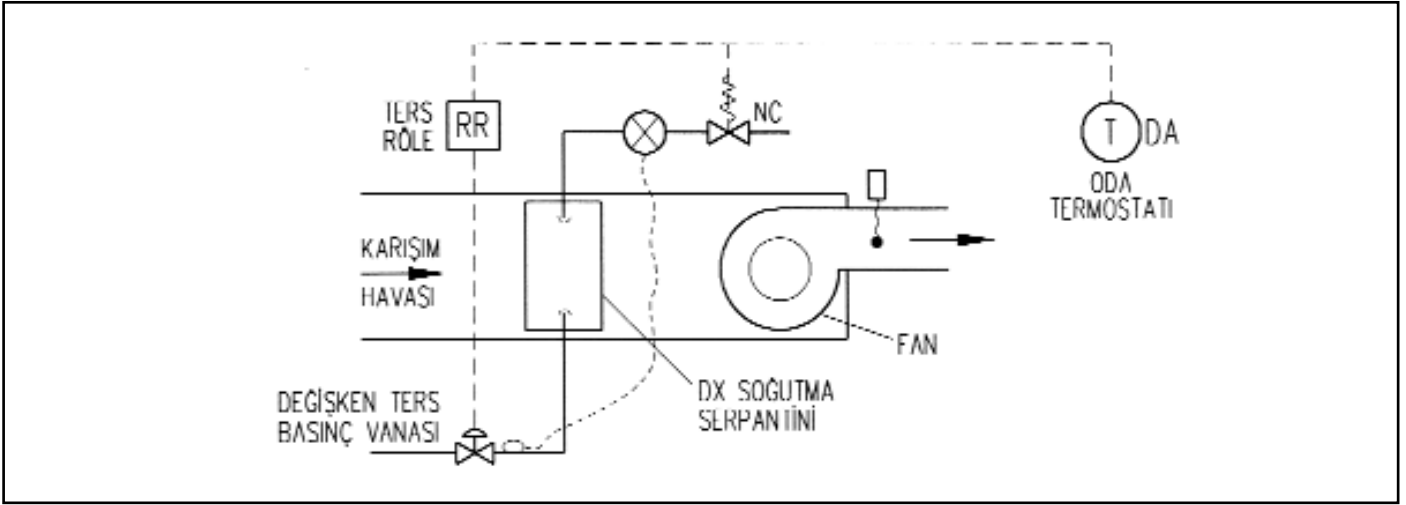
Soğutma serpantinleri, genelde klima santrali (AHU) içerisinde tek olarak bulunurlar. Doğrudan genişlemeli DX serpantinler ve soğutma suyunu veya salamura suyunu kullananlar olmak üzere başlıca iki tipi mevcuttur.

##### 18.4.3.1 Doğrudan Genişlemeli Serpantinler

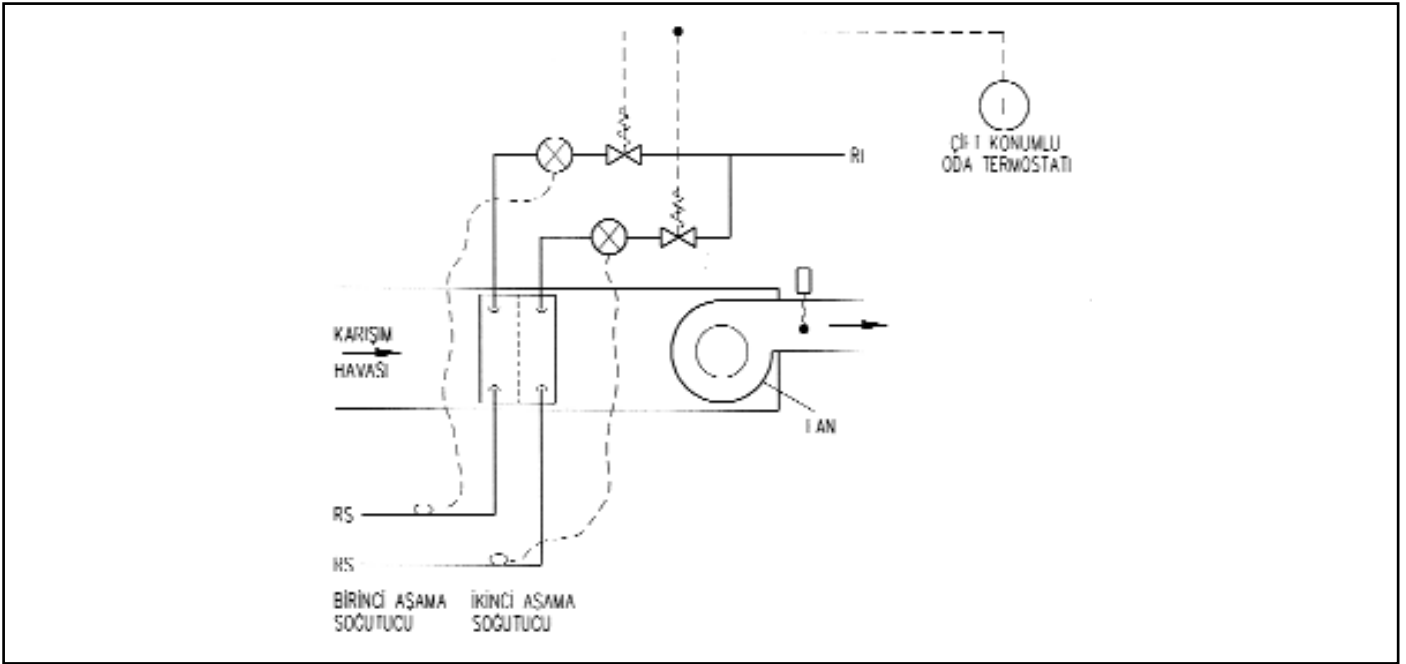
DX serpantinler, doğası gereği kendine özgü geniş işletim aralığına sahip iki konumlu kontrol türünü kullanmak zorundadır. Özellikle küçük birimlerde ve kapalı kontrolün istenmediği yerlerde sıkça kullanılan bir sistemdir. Şekil 18.13 tipik bir DX serpantin kontrolünü göstermektedir. Oda termostatı, soğutucu akışkanın genişleme vanasından serpantine akmasına izin veren, selenoid vanayı açar. Genleşme vanası minimum soğutucu emme sıcaklığını korumaya çalışmak için set değerine göre ayarlama yapar. Üfleme havası alt sıcaklık limit termostatı T2, besleme havası sıcaklığını çok soğuk olmaktan korur.



Şekil 18.13. DX SERPANTİN KONTROLÜ



Şekil 18.14. EMİŞ HATTINDA ODA TERMOSTATI TARAFINDAN KONTROL EDİLEN DEĞİŞKEN DEBİ YETENEĞİNDE BİR VANA BULUNMASI HALİ



Şekil 18.15. İKİ KADEMELİ DOĞRUDAN GENLEŞME

Farklı bir yaklaşım, soğutucu akışkan emiş hattında oda termostati tarafından kontrol edilen değişken debi yeteneğinde bir vana ilave etmekle (Şekil 18.14) gerçekleştirilir. Oda sıcaklığı düştükçe vana kısılarak serpantindeki emme sıcaklığı azaltılır ve serpantin soğutma kapasitesi düşürülür. Ters çevirici röle vasıtası ile, selenoid vananın ilk açılma koşulunda gerekli şart olan, basınç vanasının açık konumda olmasına imkan sağlanır.

Bu düzen soğutucu devresinde problemlere yol açabilir ve soğutucu boru dizaynında uzman birisi tarafından kullanılmalıdır.

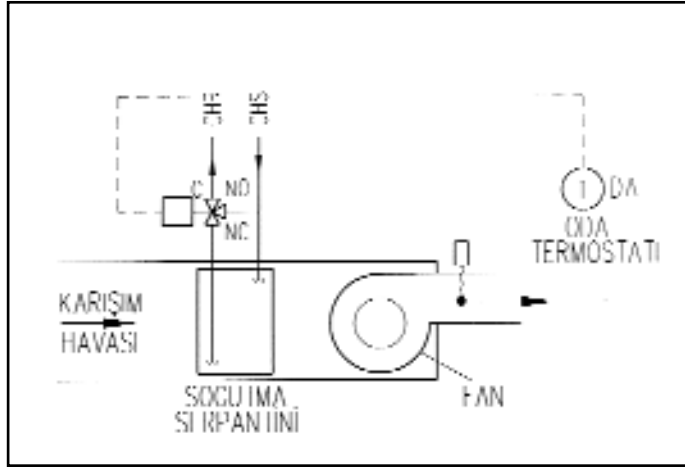
İki kademeli doğrudan genişleme, çoğu kez yeterli kapasite kontrolü sağlayacaktır. Serpantinlerin yatay kısımlara ayrılmasındansa, kademelerin serpantin boru dizinleri ile yapılması gerekir. Üç veya dört sıralı bir serpantinde ilk sıra soğutmanın en az yarısını yaptığı için çok sıralı serpantinlerde ilk devre hava akışı yönündeki ilk dev-

re ve diğer sıralar ikinci devre olmalıdır. İki aşamalı termostat kullanılır (Şekil 18.15).

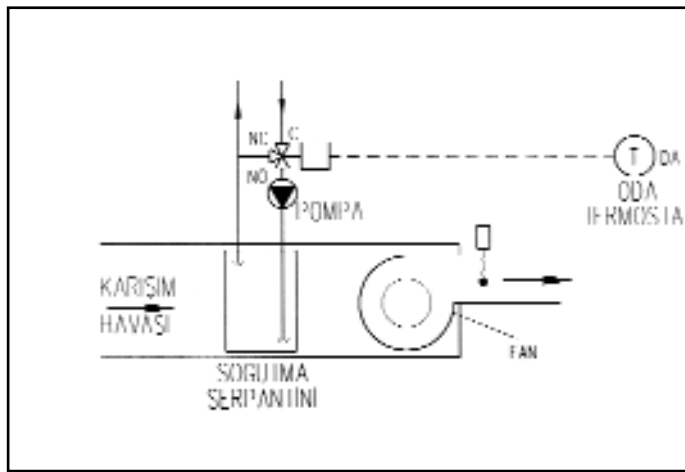
#### 18.4.3.2 Soğutulmuş Sulu Serpantinler

Soğutulmuş sulu veya salamuralı serpantinler, üç yollu veya iki yollu vana ile ısıtma serpantinlerinin kontrolüne oldukça benzer bir şekilde oransal veya iki konumlu olarak kontrol edilirler. Genelde soğutma serpantini vanaları, doğru hareketli kontrolörlerin kullanımına izin verdiğinden normalde kapalı olarak monte edilirler. Onun için resirkülasyon pompası kullanılmışsa Şekil 18.16'da veya Şekil 18.17'de görüldüğü gibi üç yollu vana düzenlemesi ortaya çıkar.

Sirkülasyon pompası düzenlemesi iki yönden dolayı çok kullanışlıdır: (1) aşırı derecede doğru sıcaklık kontrolü için ve (2) karışım ve-



Şekil 18.16. ÜÇ YOLLU VANA İLE KONTROL



Şekil 18.17. ÜÇ YOLLU VANA İLE KONTROL

ya ön ısıtmalı hava tabakalaşımından kaçınmayı sistem geometrisinin olanaksız kıldığı yerlerde donma durumlarından kaçınmak için.

#### 18.4.4. Nem Kontrolü

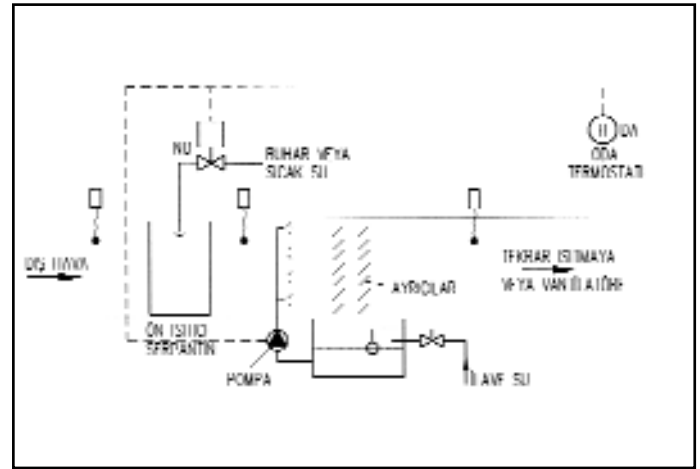
Havayı şartlandırılan mahallin, seçilmiş nem şartlarında kalmasını sağlamak için ortama alınan havanın nemini azaltmak veya yükseltmek gerekebilir.

##### 18.4.4.1. Yıkayıcı

Genelde, duyulur soğutma kabiliyeti nedeniyle evaporatif soğutucu olarak bilinir. Pahalı olmayan elverişli bir nemlendirme sağlayan ve büyük endüstriyel tesislerde ince spreyleme ve damla tutucu sistemi ile uygulanabilir. Soğutma buharlaşan suyun havanın duyulur ısısını çekmesi ile olur. Böylece yıkayıcıdan geçen hava şartları sabit bir yaş termometre sıcaklığı boyunca değişir. Yıkayıcı çıkışındaki durum, havanın yıkayıcı giriş şartları ve yıkayıcının doyurma verimine bağlıdır. Genelde yıkayıcı doyurma verimi %70 ila %90 arasındadır.

Sıradan bir sulu nemlendiriciye uygulanabilecek tek kontrol senaryosu, su pulverizasyonunu ( ya da pompayı) açmak ya da kapamaktır. Bazı durumlarda, havanın istenen ıslak termometre sıcaklığına kadar ısıtılması gerekebilir. Şekil 18.18'de buna benzer bir sistem gösterilmiştir. Odada bulunan higrostat, düşük nem değerini hissederek ve y-

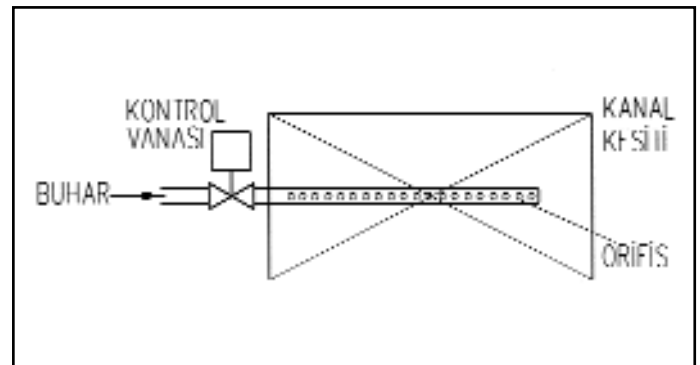
kayıcı/atomizer pompasına yol verir. Sonra da ön ısıtıcı serpantin besleme vanasını açar. Odadaki nem değeri yükseldikçe; önce ön ısıtıcı serpantin vanası, daha sonra da atomizer pompa kapatır. Yüksek dış hava nem değerlerinde; soğutma kapasitesi çok kısıtlıdır. Mahallerdeki sıcaklık kontrolü, son ısıtıcı serpantinler aracılığıyla yapılır.



Şekil 18.18. ÖN ISITMALI YIKAYICI SİSTEM KONTROLÜ

#### 18.4.4.2. Buharlı Nemlendiriciler

Buharlı nemlendiriciler kolaylıklarından dolayı sıkça kullanılırlar. Borulara açılmış küçük orifislerden oluşan buhar dağıtıcı, hava kanalının veya hava toplama kutusunun içinde bulunur (Şekil 18.19). Buhar besleme vanası mahal veya kanal tipi nem ölçer vasıtasıyla kontrol edilir. Doyma noktasına kadar herhangi bir nem oranı, nemlendirici çıkışında elde edilebilir. Mahal tipi nem ölçer kullanılırsa, kanalda yoğuşma oluşmasından kaçınmak için kanal tip yüksek nem limitörü kullanılmalıdır.

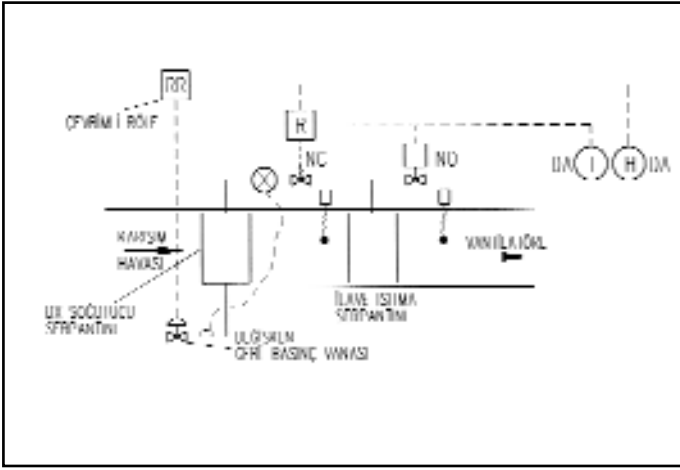


Şekil 18.19. BUHARLI NEMLENDİRİCİ KONTROLÜ

#### 18.4.4.3. Soğutma Yoluyla Nem Alma

Düşük sıcaklıktaki soğutma serpantinleri nemi düşük değerlere düşürmek içinde kullanılabilirler. Serpantin yüzey sıcaklığı buz oluşumundan dolayı donma sıcaklığının altında olacağından, geniş yüzgeç aralıklı özel DX serpantinlerinin kullanılması gerekir ve sıcak gaz, elektrik ısısı ve sıcak hava vasıtasıyla buzları çözmek için hazırlık yapılmalıdır. Bu yaklaşım çok düşük sıcaklıklarda yetersiz kalmaya yönelir ve buzların çözülmesi için aralıklı kapanmaya veya birisinin buzları çözünürken diğerinin çalıştığı paralel serpantinlere gereksinim duyar. Mahal sıcaklığını kontrol etmek için tekrar

ısıtma gereklidir. Mahal nemi çoğunlukla serpantin sıcaklığının bir fonksiyonu olduğu için, değişken ters basınç vanasının nem hissedicisinin kontrolüyle oldukça iyi bir kontrol başarılabilir (Şekil 18.20). Nem hissedicisi yeterli seviyeye geldiğinde seçici röle, oda termostatının soğutma serpantinini minimum kapasitede çalıştırmasına izin verir.



Şekil 18.20. SOĞUTMA YOLUYLA NEM ALMA SİSTEMİ KONTROLÜ

#### 18.4.5. Elektrikli Isıtma Kontrolü

Elektrikli ısıtıcılar diğer ısıtma cihazları gibi iki konumlu, zaman ayarlı iki konumlu ve oransal olarak aynı temel çevrime göre kontrol edilebilirler. Elektrik enerji kaynağı olarak kullanıldığından, bazı özel emniyet gereksinimleri gereklidir. Bütün elektrikli ısıtıcılar, yüksek limit kontrolüyle beraber temin edilmelidir. Bazı kodlar yüksek sıcaklık limiti ile birlikte hem otomatik hem de manuel reset gerektirir. Cebri havalı ısıtıcılarda elektrik elemanının aşırı ısınmasını önlemek için öngörülen hava akışı minimum oranda olduğu zaman fan durduğunda ısıtıcıyı korumak için hava akışı anahtarı olmalıdır.

Küçük kapasiteli ısıtıcıların iki konumlu kontrolü, ısıtıcı elektrik enerjisini sağlayan kontaköre kumanda eden bir termostat tarafından sağlanır (Şekil 18.21). Büyük ısıtıcılar da çok kademeli termostat veya her biri ısıtma serpantininin bir kısmındaki mevcut akışı

kontrol eden birkaç kontaktörlü ardışık dizili anahtar kullanımı yaygındır.

#### 18.4.6. Soğutma Kuleleri

Sadece soğutma mevsiminde işletilecek olan soğutma kuleleri kontrolü, genelde fan kontrolü ile sağlanır (Şekil 18.22). Kondenser besleme suyu termostatı, sıcaklığın artıp azalmasına göre fanı açacak ya da kapatacaktır. Daha büyük kulelerde iki veya üç aşamalı termostat kontrollü iki hızlı fanlar kullanılabilir.

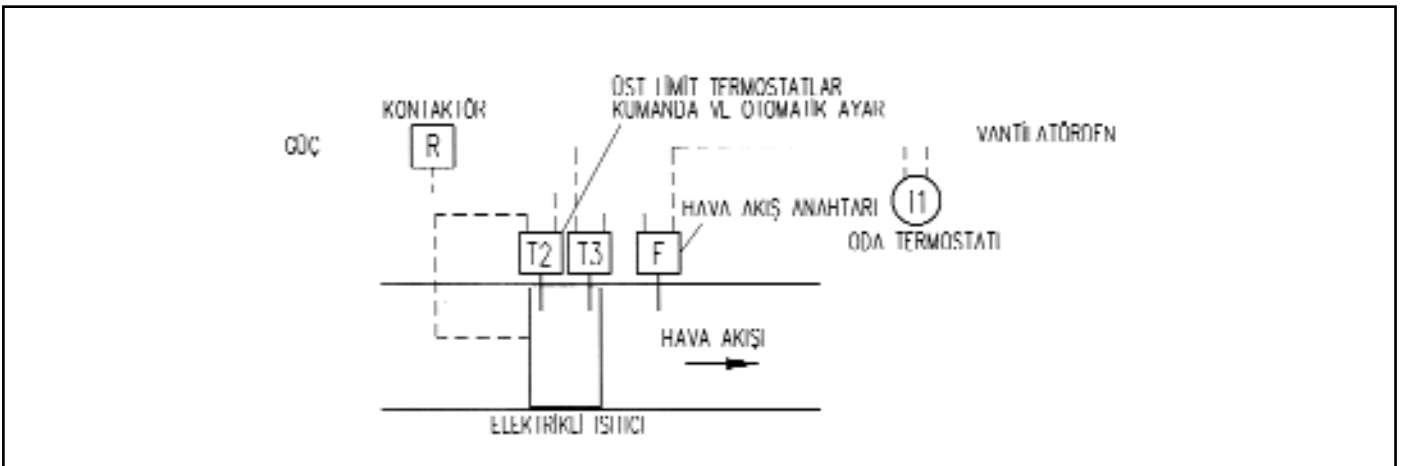
Tüm sene boyunca kullanılan kuleler, by pass vanalarını ve donmayı önlemek için ısınmayı da içeren daha kapsamlı kontrol sistemlerine gereksinim duyar. Her hangi bir şekilde dondurucu soğuk bir havada kulenin içerisinden düşük hızlı su akışı, kulenin içinin buzla dolmasına sebebiyet verir ki bu da kuleye zarar vermeye sonuçlanır.

#### 18.5. SENSÖR YERLEŞİMİ

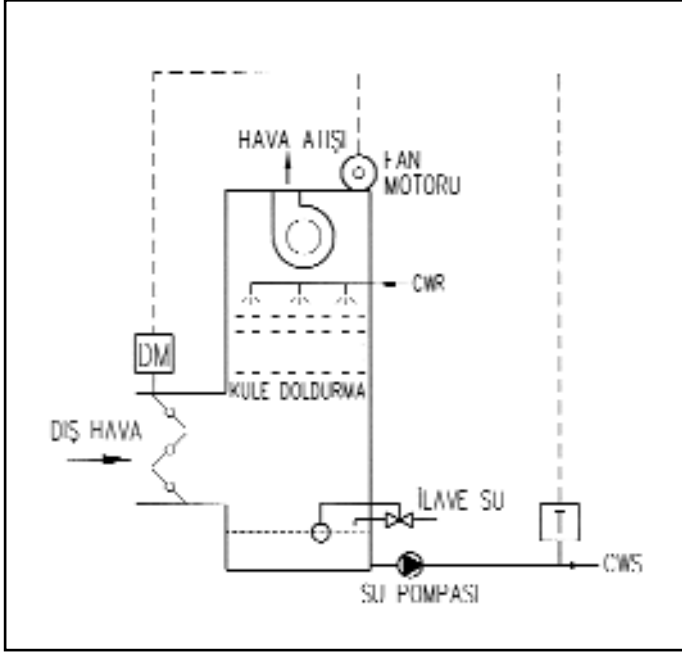
Uygun sensör yerleşimi neyin kontrol edileceğinin özel olarak sunulmasıyla en iyi saptanabilir. Eğer oda sıcaklığı ise o zaman yerleşim besleme havasına maksimum uzaklıkta, cihazlardan veya pencerelerden dolayı meydana gelen draft veya radiant etkilerden minimum etkilenecek şekilde ve sensörün ortalama oda sıcaklığını okuyabileceği şekilde olmalıdır. Sensörün dönüş havası açıklığı kenarına veya dönüş havası kanalına konulması önerilir.

Geniş bir çalışma hacminde özel bir çalışma istasyonunda en iyi kontrolün olmasını isteyebilirsiniz. O zaman sensörü buraya yerleştiriniz. Kaçınılması gereken ana problem sensörün şartları doğru görmesini önleyen harici/kenar etkileridir. Bunlar sıcaklık sensörleri için radyasyon (sıcak veya soğuk), draft, yeterli hava sirkülasyonu kilitlenmesi veya yerleştirmeden dolayı ısı transferi (dış duvardaki gibi) olabilir.

Tek bir bölgede birden çok odalı sistemlerde sensör yerleşimi için "ortalama" oda seçilmesi esastır. Konferans odaları veya büyük değişken yüklü odalar farklı bölgelerde olmalıdır. Fakat bu mümkün değilse, bu odaların zon için hissetme noktası olmasına izin vermeyiniz. Büyük ve küçük odalar arasında seçme şansınız varsa büyük olanı tercih ediniz. Tek zondaki bütün odalar ortak tek yöne yönlendirmelidir (güney, kuzey, doğu veya batı, fakat bunların karışımı değil).



Şekil 18.21. KÜÇÜK KAPASİTELİ ISITICILARIN İKİ KONUMLU KONTROLÜ



Şekil 18.22. SOĞUTMA KULESİ KONTROLÜ

### 18.5.1. Elektrikli Kilitlemeler

Bazı noktalarda elektrik motor kontrolüyle ara yüzey oluşturmak için sıcaklık ve basınç kontrolleri gerekli olacaktır. Küçük motorlar bazen doğrudan, elektrik kontrolleriyle çalıştırılırlar. Eğer motorlar büyükse veya bu kontrol devrelerinden farklı voltajlı ise veya pnömatik veya elektronik kontrol kullanılmışsa, o zaman rölelere gereksinim vardır.

### 18.6. BYS-BİNA YÖNETİM SİSTEMİ

Bina yönetim sistemlerindeki, sistem mimarisindeki ve cihaz seçeneklerindeki hızlı değişim nedeniyle; doğru yönetim sisteminin kurulması işi düzgün bir analizi gerektirmektedir. Bina yönetim sistemi tasarımının teori ve bilgisayar sistem uygulamasını kontrol etmek için entegre bir yaklaşıma ihtiyacı vardır. Bu yüzden performans ihtiyaçları kombine sistem temeli üzerinde tanımlanmalıdır. Bu ihtiyaçlar büyüklük ve cinsine göre değişir. Bu spesifikasyonlar-

dan bazıları şunlar olmalıdır :

- Tekil (bağımsız) kontrolör gereklilikleri
  - Kontrolör programlanabilme yeteneği
  - Kontrolör veri saklama ve işleme gereklilikleri
  - Analog giriş-çıkış cihazlarının doğruluğu
  - Fiziksel değişime ve alarma göre sistem tepki süresi
  - Data iletişim gereklilikleri
  - Paylaşılan iletişim sistemlerinin integrasyonu ve güvenlik gereklilikleri
  - Kontrolörler arası (peer to peer) iletişim
  - Kontrolör için giriş/çıkış gereklilikleri
  - Sistemin gelecekte genişletilebilmesi için gereklilikler
  - Mekanik ve elektriksel paket cihazlarla sağlanacak integrasyon (arayüz).
  - Veri merkezi (kullanıcı) sistemi arayüz gereklilikleri
  - Kullanıcı (çalışma istasyonlarının) adedi ve yeri
  - Kullanıcı programlama yeteneği
  - BYS'ne uzaktan erişim gereklilikleri
  - Bina güvenlik (yangın, deprem korunum) sistemleriyle entegrasyon
  - Donanımdaki şartların (karmaşıklık) minimum olması
  - İzlenecek ve kontrol edilecek ekipmanın çalışma sıraları (eğer çizimlerde gösterilmemişse)
  - Ekipman standartları (UL, vs)
- Bu maddeleri açıkça belirlememek, yönetim sistem üreticileri ve taahhütçüleri tarafından farklı yorumlamaların oluşmasına sebep olur. Projenin uygulama safhasında çeşitli tartışmalara, ilave maliyetlere ve de en önemlisi ihtiyacı karşılamamaya yol açar. Böylece "ihtiyaç duyulanı" sağlayamama söz konusu olur. "Eşit" ürün tanımlaması çoğu kez sorun oluşturabilmektedir. Örneğin, sıcaklık hissedicisi termistör olarak ya da platinyum rezistans sıcaklık dedektörü olarak algılanabilir ki bu iki ürün asla eşit değildir. Termistör daha ucuz olduğu gibi, daha az hassasiyet ile çalışır ve bakımı da daha maliyetlidir. Her seçim, maliyeti beraberinde getirir. Bu yüzden bütçe hazırlanırken, üstünde yeterince düşünülerek karar verilmelidir.