

# HVAC SİSTEMLERİNDE KONTROL YÖNTEMLERİ VE ENERJİ TASARRUFU

**A. Kemal YAKUT**  
**Murat KORU**  
**Arzu ŞENCAN**

## ÖZET

Binalarda ve fabrikalarda kurulacak olan HVAC sistemlerinin amacı, insanların buldukları ortamları konfor şartlarına getirmek ve aynı şekilde fabrika ortamlarını da üretim yapılan alanla ilgili olarak gerekli olan ortam şartlarını sağlamaktır.

Bu çalışmada, özellikle gelişen teknoloji ile insanların daha iyi konfor şartlarını arzulamaları ile ortaya çıkan ve halen gelişmekte olan HVAC sistemleri kontrol yöntemlerinden bahsedilerek sistemde bulunan elemanların çalışmaları ve kontrol işlemini nasıl gerçekleştirdikleri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca bu sistemlerde gerçekleştirilen alt kontrollerden bahsedilerek otomatik kontrolle sağlanabilecek enerji tasarrufu irdelenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Otomatik kontrol elemanlarının çalışma yükünü karşılayabilmeleri ve emniyetli çalışma koşullarını sağlayabilmeleri için pnomatik, elektrik mekanik ve elektronik kontrol elemanlarının birlikte kullanılmaları gereklidir.

HVAC sistemlerinde kullanılan kontrol yöntemleriyle, kontrol edilen birimin konfor şartlarında bozulmaya yol açmaksızın kullanılan enerjinin sarfiyatında bir takım iyileştirmeler yapılabilir. Kontrol edilen zonun değişen oda yükü ve dış hava koşullarında sürekli olarak istenilen koşullarda tutulması kontrolün temel amacıdır. Ancak bu arada; enerji sarfiyatını, efektif zon kontrolünü, çalışma ekipman yükünü, ön kestirmeli yük ihtiyacını optimum ekipman performansını da sağlamak için ekstra kontroller şarttır.

HVAC sistemlerinde en uygun kontrol; sistemin sıcaklık ve basınç değerlerini otomatik kumanda ile ihtiyaca göre ayarlamak, kullanılmayan ortamları ısıtma ve soğutma düzenine sokarak konfor şartlarını sağlamak aynı zamanda sınırlı enerji kullanımını ayarlamaktır. Hvac sistemlerinde kullanılan kontrol yöntemleri psikrometrik tabanlı kontroller olup bu kontrollerin tasarımında sistemin tamamen kontrolü düşünülmeli bölgesel kontrollerden kaçınılmalıdır. Aksi takdirde sistemden gerekli verim alınamayacaktır. Bu çalışma ile Hvac sistemlerinde kullanılan kontrol ekipmanları incelenerek Hvac kontrol yöntemleri anlatılmaya çalışılacaktır.

## 2. KONTROL ELEMANLARI

HVAC sistemleri içerisindeki hava, su, buhar veya çeşitli akışları çoğu kez otomatik kontrol aletleri tarafından ayarlanır. Hvac sistemlerinde su ve buhar akışlarını ayarlayan kontrol aletleri valflerdir, aynı zamanda hava akışını düzenleyen ve kontrol altında tutan ise damperlerdir. Aşağıdaki ekipmanlardan oluşmaktadırlar.

**Valfler:** Tek yollu valfler, iki yollu valf veya denge valfi, üç yollu karıştırma valfleri, üç yollu ayırıştırma valfleri.

**Otomatik damperler:** Tek kanatlı tip damperler, çok kanatlı damperler, karıştırma damperleri.

**Sensörler:** Sıcaklık sensörleri, basınç sensörleri, nem sensörleri, su akış sensörleri

### Yardımcı kontrol elemanları

- a) Transformator(Dönüştürücü); Sistem için gerekli voltajı sağlamak için kullanılır.
- b) Elektrik röleleri; Elektrikli ısıtıcılarda yakıt brülörünün motorunun çalıştırılması ve durdurulmasında, soğutma kompresörünün, fanın, pompanın, ve diğer cihazların, kontrolü ile büyük elektriksel yüklerin doğrudan kontrol edilmesi işleminde kullanılır.
- c) Potansiyometre; Elle orantılı kontrol aletlerinin ayarlanması veya elektronik kontrollerde ayar noktasının uzaktan ayarlanması amacıyla kullanılırlar.
- d) Elle kumanda edilen şalterler; İki pozisyonlu veya çok pozisyonlu tip olarak yapılırlar. Tekli veya çoklu kutupların çalışması için kullanılırlar.
- e) Yardımcı Şalterler; Valf ve damperlerin ardışık bir şekilde çalışmalarını sağlamak için kullanılırlar.
- f) Hava kompresörleri ve aksesuarları; Kurutucu ve filtreleri kapsamaktadır. Bu elemanlar sayesinde havayı temizlemek ve kurutmak için gerekli basınç kaynağını sağlamak mümkündür.
- g) Pnömatik elektrik röleleri; Havayı basınçlandırmak veya elektrik devresini kesmek için kullanılırlar.
- h) Elektro pnömatik röleler; Elektriksel kumandalı olan röleler ile hava valflerindeki pnömatik elemanların çalışması sağlanır.
- i) Pnömatik röleler; Basınç kontrolünün kumandası ile sayısal fonksiyonların üretiminde kullanılırlar. Bunlar iki grup olup birinci grup iki pozisyonlu röleleri kapsamaktadır. Bu röleler orantılı aletlerin kumandasının kontrolüne izin verir ayrıca bir veya iki pozisyonlu aletlerin kumandasında tercih edilir. Bu aletler otomatik şalterin çalışmasında da kullanılır. İkincisi ise orantılı rölelerdir. Orantılı kontrollerde, çok yüksek veya daha alçak iki basıncın ayırımında, iki veya daha çok basıncın ortalamasında, farklı iki basıncın yanıtlanmasında, basınç eklenmesi veya çıkartılmasında, basınç değişikliklerini geciktirmede veya büyütmede ve diğer benzer fonksiyonların gerçekleştirilmesinde kullanılırlar.
- i) Ayarlama röleleri; bu röleler valf ve damperlerin çalışma hassasiyetlerini ayarlamak basınç değişikliklerine yanıt vererek kontrol işlemini yapmayı sağlarlar.
- j) Şalter röleleri; pnömatik olarak havalandırma rölelerini açma veya kapama işlemini gerçekleştirmek için kullanılırlar. Aşağıdaki şekilde elektronik ve pnömatik kontrol elemanlarını içeren bir kontrol şeması gösterilmiştir[1].

### 3. HVAC ALT-SİSTEM KONTROLLERİ

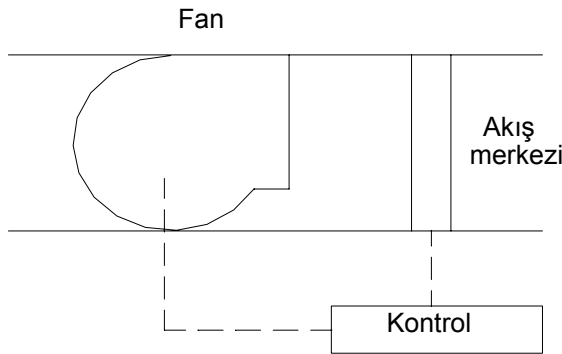
Koşullandırılması yapılacak bina yada proses için dizayn edilen HVAC ekipmanları sistemden sisteme değişse bile HVAC sistemi üzerinde otomatik kontrol sistemi tarafından yapılması istenilen kontrol işlemleri belirli ana başlıklara oturtulabilir. Burada alt kontrollerden kasıt bütün sistemi kontrol edebilen alt parçacıklara bölerek kontrol etmek ve daha sonra bu parçacıkların diğer kısımlar ile olan bağlantılarını da sağlayarak sistemi kontrol açısından tamamlamaktır. Örneğin, bir klima santralinde önce alt kontrol olarak soğutucu serpantin kontrolü yapılır daha sonra bu serpantin dış hava damperleri ve diğer ekipmanlarla olan mantıksal bağlantısı sağlanır.

#### 3.1. Fan Kontrolü

Hava hareketini sağlayan pek çok değişik cihaz mevcuttur. HVAC sistemlerinde kullanılan ise fan olarak adlandırılan Radyal ve Aksiyal şeklinde iki gruba ayrılan cihazlardır. Ayrıca, iklimlendirilmiş havayı vermek maksadıyla kullanıldığında vantilatör, kullanılmış havayı ve egzostları toplamak (almak) maksadıyla kullanıldığında ise aspiratör adıyla anılır. Vantilatör ve Aspiratörün aynı tipleri genel yapı itibarıyla birbirinin aynıdır. Aksiyal veya santrifüj tip fanlarda basıncın meydana gelişi; hava kütlelerinin santrifüj kuvvetinden ve kanatları terk ederken havanın sahip olduğu kinetik enerjinin (hız) statik basınca dönüşmesi ile oluşur. Havanın hızı, kanatların hızı ile havanın kanatlara nazaran relatif hızının geometrik toplamıdır. Öne eğimli kanatlarda bu iki hız birbiriyle aynı yönde, geriye eğimli kanatlarda ise aksi yönlüdür. Bu sebeple geriye eğimli kanatlı bir fan öne eğimliden daha yüksek verimlidir. (daha az enerji hıza dönüştürülüp hız enerjisinin tekrar basınca dönüştürülmesi gerektiği için) Aksiyal fanlar ise basıncının tamamını hız'ın statik basınca dönüşmesinden yararlanarak sağlar ve santrifüj kuvvetlerden yararlanmazlar. Ses yönünden ise aksiyal fanlar bilhassa 150 ile 4800 arasındaki oktav bantlarında radyal fanlardan daha fazla ses meydana getirirler. Radyal fanlar düşük frekanslarda fazla ses üretir ve çok yüksek frekanslardaki ses seviyeleri ise düşüktür. Fanlarla, Hız ayarlaması, giriş fanı veya boşaltma damperi ayarlaması, çevresel fan ayarlaması, kontrol edilebilir mesafenin ayarlanması ve giriş fanı kanatlarının ayarlanması vb ayarlamalar yapılabilir [2].

##### 3.1.1. Sabit Debi Kontrolü

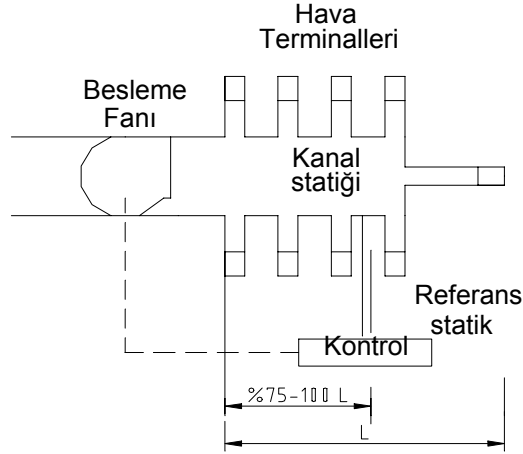
Sabit debi kontrolünde, sabit hava akış sayısı kanal direncinin ayarlanmasını sağlar ( Şekil 1).



Şekil 1. Sabit debi kontrolü

##### 3.1.2. Kanal Statik Kontrolü

Kanal statik kontrolü VAV ve diğer terminal tip sistemlerin statik basınçlarının ölçüldüğü yerlerde yapılır. Bu tip sensörler %75 ila %100 aralığındaki ilk ve son hava terminalinin bulunduğu aralıklara yerleştirilirler (Şekil 2).



Şekil 2. Kanal statik kontrolü [1].

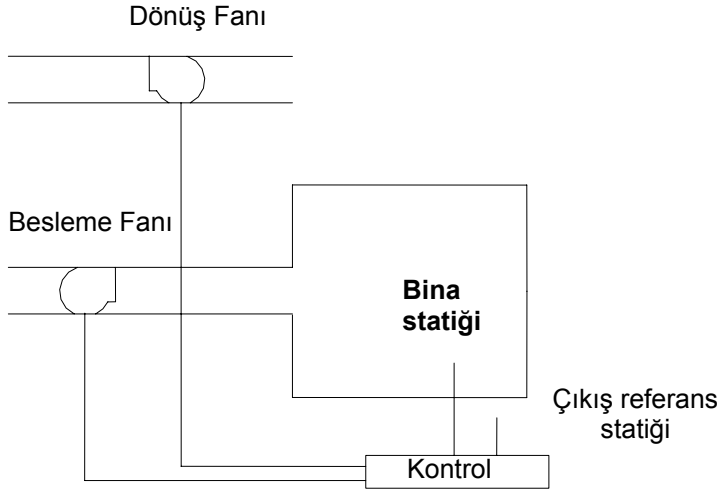
Referans olan statik sensörlerin yerlerinin seçimi dikkate alınmalıdır. Kontrol işleminin bozulmaması için kapı açılıp kapanmasını, asansör hareketini ve diğer kaynaklardan oluşabilecek hava türbülansının önlenmesi gereklidir. Tamamen besleme havasına göre dizayn edilmiş veya tamamen havalı terminal ünitelerde minimum statik basıncı sağlamak için en uygun çalışma basıncı seçilmelidir. Çoklu statik sensörleri tek kanaldan beslenen fanın kullanıldığı bir sistemdir.

Bu sensörler alçak statik basınç şartları için fan kontrolü ile kanal çıkışının ayar noktasının kontrolünü gerçekleştirir. Kanal statik limit kontrolleri genellikle besleme fanını tahliye etmek, aşırı kanal basıncını önlemek için kullanılırlar. İki değişik kullanımı vardır. Fan kapamalı tip, bu tipte yüksek limit kontrollerinde emniyeti sağlamak için fanı kapatarak çevrimi durdurur. ve ikinci tip yüksek limit kontrol tipi sistemler bölgesel yangın damperlerinde kullanılırlar. Bölgesel yangın damperleri kapalı olduğu zaman kanal basıncı düşüktür, fan modülasyonunu artırmak kanal statik kontrolüne sebep olur bununla beraber yüksek limit kontrolü önemini kaybeder. Besleme fanı ısınma kontrolünde dönüş fanı önlenmeli besleme fanı havası dağıtılmalıdır. Dönüş fanını ısınma esnasında maksimum kapasitede hava akışı olmalıdır. Başka bir ifadeyle kanalda aşırı basınç olmamalıdır. Limit basınç kontrolleri yüksek hasarı önlemek veya düşük basınçta kanalın çalışmasını sağlamalıdır [1].

### 3.1.3 Dönüş Fan Kontrolü

Dönüş fan kontrolü VAV sistemlerinde uygun bina basıncı ve minimum çıkış havası sağlayan sistemlerdir. Kanal statik kontrolde besleme fanı ile dönüş fanı gösterilmiştir (Şekil 3). Açık çevrimli olan bu kontrolde aynı besleme ve dönüş fanı hava özelliklerine sahip olmaları gereklidir [1].

Dönüş fanı hava akışı minimum ve maksimum hava akış şartlarını düzenlemek için kullanılırlar. Doğrudan bina basınçlandırma kontrolünde dönüş fanı ile ortamın ve çıkış havasının statik basıncının ölçülmesinde gereklidir. Giriş bölgesindeki statik basıncın ölçülmesi dikkatli bir seçimi gerektirir kapı ve çıkış aralıkları ile asansör boşluğundan uzak bir yere sensör montajının yapılması gereklidir, böylelikle büyük alanlar hava hızı etkilerinden korunmuş olur. Benzeri şekilde çıkış bölgesinde de seçimin dikkatli yapılması gereklidir. 3 ve 4.5 m. Üstündeki yapılarda bütünüyle doğrudan rüzgar etkisine maruz bölgelerde minimum yönlendirme yapılmalıdır. Egzost, fan şalteri ve bina geçirgenliği bir miktar çıkış havasında değişme olabilir. ısınma modu esnasında bina statik basıncı sıfır diferansiyel basınca ayarlanır ve bütün egzost fanları kapalı durumdadır.

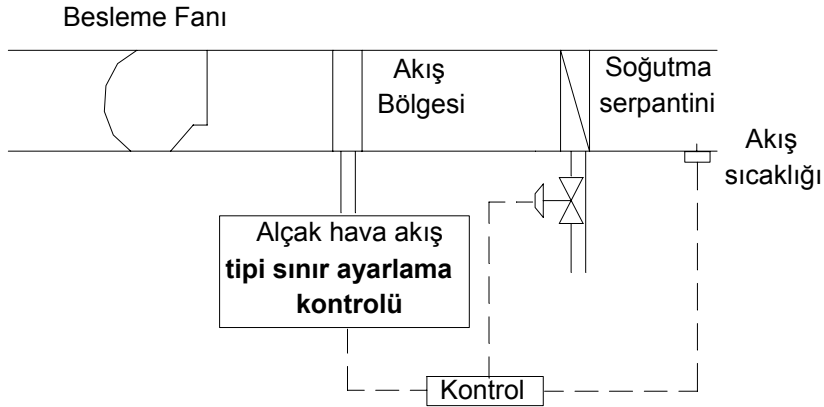


Şekil 3. Dönüş fanlı kanal statik kontrolü

### 3.1.4. Fanın Kararsız Çalışması

VAV sistemlerindeki fan kararsızlığı genellikle uygun fan boyutlandırılması ile önlenir. Buna rağmen hava akışındaki azalma büyükse (%60 üzerindeyse) sabit alan içerisindeki hava akımını korumak için genellikle ardışık fan tekniği gereklidir. Bina soğutma yükleri daha büyük hava akışı gerektirdiği için (Şekil 4) soğutma bobininin tahliyesi daha yüksek sıcaklığa ayarlanarak fan kararsızlığı önlenir. Gerekli fazla hava akışı ve sıcaklık ayarlaması arasında zaman gecikmesi yüzünden ayarlanan değer fan kararsızlığı noktasının güvenli bölgesinde seçilmelidir.

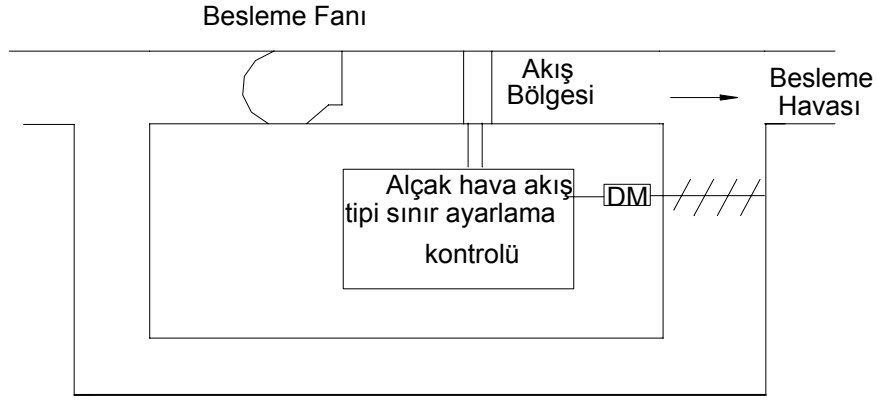
Bu teknik kullanıldığında ortaya çıkabilecek kurutma gereksinimi ihtiyacı belirlenmelidir. Fan bypass hava akışının muhafaza edilmesi için fan çevresindeki dolaşımını azaltmaya imkan verir. Şekil 5 bu teknik düşük hava akışını sınırlamak için sabit kontrol hacmi yöntemini kullanır [1].



Şekil 4. Besleme fanının kararsızlık kontrolü

### 3.2. Dış hava miktarı kontrolü

Çoğu HVAC sistemlerinde maliyeti hemen hemen sıfır olduğu için yılın uygun zamanlarında dış hava kullanılır. Bu kullanım sırasında amaca göre değişik kontrol mantıkları ayrı ayrı yada birlikte kullanılır [3].

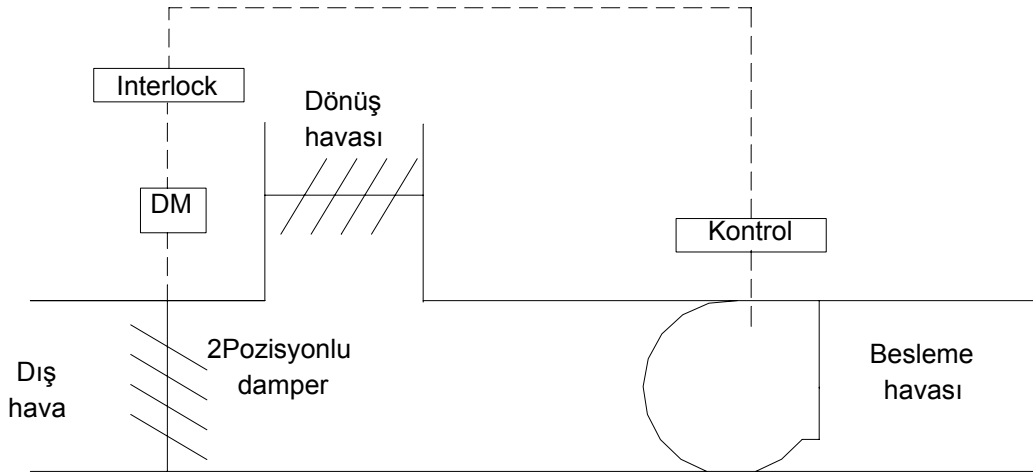


Şekil 5. Fan by-pass kontrolü ile besleme fanı kararsızlığının önlenmesi

### 3.2.1. Minimum sabit dış hava kontrolü

Zon içerisindeki havanın temizlenmesi içerdeki insanların konforu açısından şarttır. Ayrıca oda içindeki hava basıncının dış hava atmosfer basıncının üzerinde olması, bu sayede dışarıdan gelebilecek kirli hava ve toz zerreciklerinin filtre edilmeden içeri girmesini engellemiş olur. Dönüş fanı olmayan klima santrali tiplerinde (Şekil 6) taze hava damperi üfleme fanına kilitli olarak çalışır ve fanın çalışmaya başlamasıyla otomatik olarak açılır. Ancak taze hava damperi vantilatör çalışmaya başlar başlamaz açılmalıdır. Aksi takdirde kanalların zarar görmesine neden olabilecek negatif basınç oluşabilir. Bu amaçla bazı sistemlerde, fanın on off anahtarı taze hava damperinden belirli bir süre sonra çalıştırılır. Kanal boyunca mahale verilen taze havanın miktarı, taze hava damperinin açıklığıyla ve karışım havası hücresi ile taze hücresi arasındaki basınç farkıyla belirlenir [3].

Dönüş fanı bulunan sistemlerde minimum taze hava kontrolü iki şekilde yapılır. Bu sistemlerde minimum taze hava, üfleme havası ve dönüş havası arasındaki basınç farkına göre belirlenir.

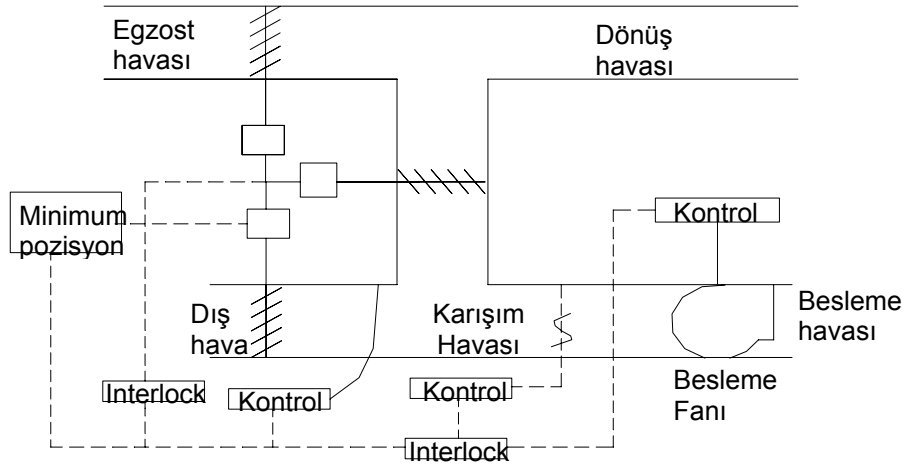


Şekil 6. Dönüş Fansız sistem [1].

%100 taze hava kullanılan sistemlerde, tüm taze hava besleme fanı yardımıyla içeriye verilir ve mahalden hiçbir dönüş yapılmaz. Taze hava damperleri üfleme fanına bağımlı çalışır ve genellikle fandan önce açılmaya başlar.

### 3.2.2. Ekonomizer çevrimi kontrolü

Ekonomizer çevrimi kontrolü, dış hava şartlarının istenen değerde olması durumunda, dış havanın kullanılarak sistemin soğutma yükünün azaltılması açısından faydalıdır. Örneğin dış hava sıcaklığı soğutma amacıyla kullanılacak seviyede düşük ise eğer dış hava sıcaklığı üst sıcaklık limitinin altında ise, örneğin 65 F, taze hava, egzost ve karışım damperleri oda sıcaklığını tipik set değeri olan 55, 60 F civarında tutmak için konumlanırlar. Dış hava sıcaklığı üst sıcaklık limit set değerini aşarsa dış hava damperleri sadece minimum taze hava sisteme girecek derecede kapatılır ki bu da yaklaşık %20 taze hava almaya izin verir. Bu arada egzost damperleri taze hava damperleri ile genellikle eşlenik çalıştığı için kapanır ve bunlara ters çalışan by-pass damperleri ise açılır. Böylece dışarıdaki oda havasından daha sıcak havanın içeriye üflenerek daha fazla soğumaya neden olması engellenmiş olur. (Şekil 7)



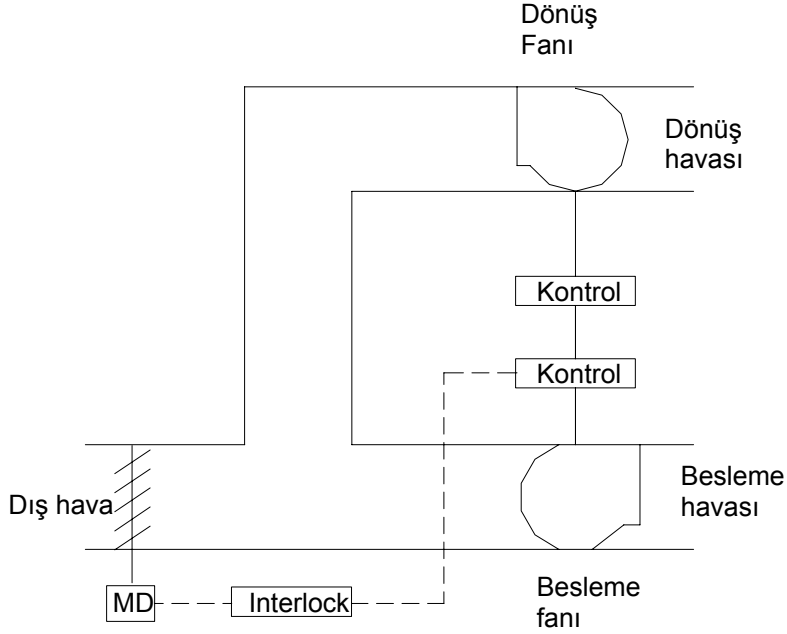
Şekil 7. Ekonomizer çevrim kontrolü

### 3.2.3. Entalpi Ekonomizer kontrolü

Entalpi ekonomizer kontrolü, gizli ısının yeterli seviyede olduğu binalarda, soğutmadan fazla tasarruf edebilmek amacıyla, ekonomizer çevriminin sıcaklık üst limit set değerinin daha yüksek bir değere ayarlanması ile sağlanır. Bu işlem; Sabit entalpi limit set değeri şeklinde girilerek, Dönüş havası entalpisi ile karşılaştırılmalı ve bu değeri aşmayacak şekilde oluşturularak yada her ikisinin karışımı şeklinde olabilir. (Şekil 7)

### 3.2.4. Isınma -son hazırlık (warm-up ) kontrolü

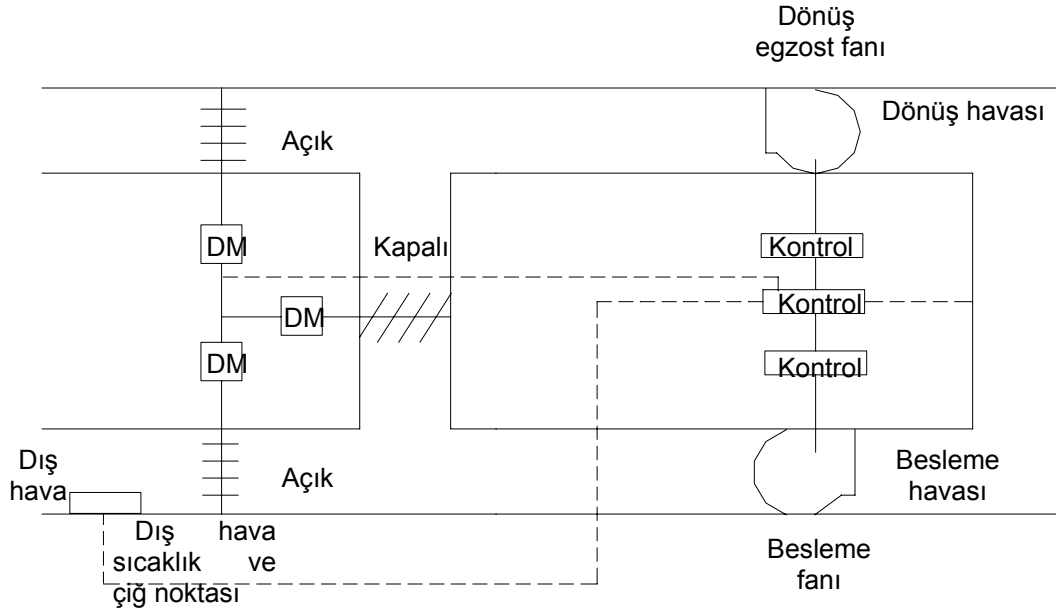
Koşullandırılmanın yapıldığı periyotta dış havaya ihtiyaç duyulmaz . Bu durumda taze hava ve egzost damperleri kapalı kalır. Ancak dönüş fanlı sistemlerde taze hava damperleri kanallarda oluşabilecek zararlı basınç farkını engellemek amacıyla minimum miktarda açık tutulur. Aksi takdirde dönüş fanı çalışmasına rağmen taze hava damperleri kapalı kalacağı için oda içersinde negatif basınç oluşur ve kanallar bu durumdan zarar görür. Bu amaçla taze hava damperleri minimum açıklıkta tutulur. (yaklaşık %20) Şekil 8 'de böyle bir sisteme ait şema görülmektedir [3].



Şekil 8. Isınma-son hazırlık kontrolü [1].

### 3.2.5. Gece soğutması kontrolü

Bu kontrolde sisteme koşullandırmanın yapıldığı gece periyodu boyunca %100 taze hava verilir (Şekil 9). Zon dış hava sıcaklığının yaklaşık 9 F üzerindeki bir set değerine soğutulur. Limit kontrolü, eğer dış hava sıcaklığı aşırı yüksekse yada kuru termometre sıcaklığı 50 F gibi çok düşük bir değerde ise operasyonu durdurur. Gece soğutmasının yapıldığı periyot gün ışımadan önce ve gecenin en soğuk zaman dilimi olan sabaha karşı başlatılır ve bu zaman dilimi genellikle koşullandırılmanın yapılmasından belirli bir süre önce başlar. Bu işlemler sırasında daha önce bahsi geçen optimum başlatma algoritmaları kullanılır [3].



Şekil 9. Gece soğutması kontrolü [1].

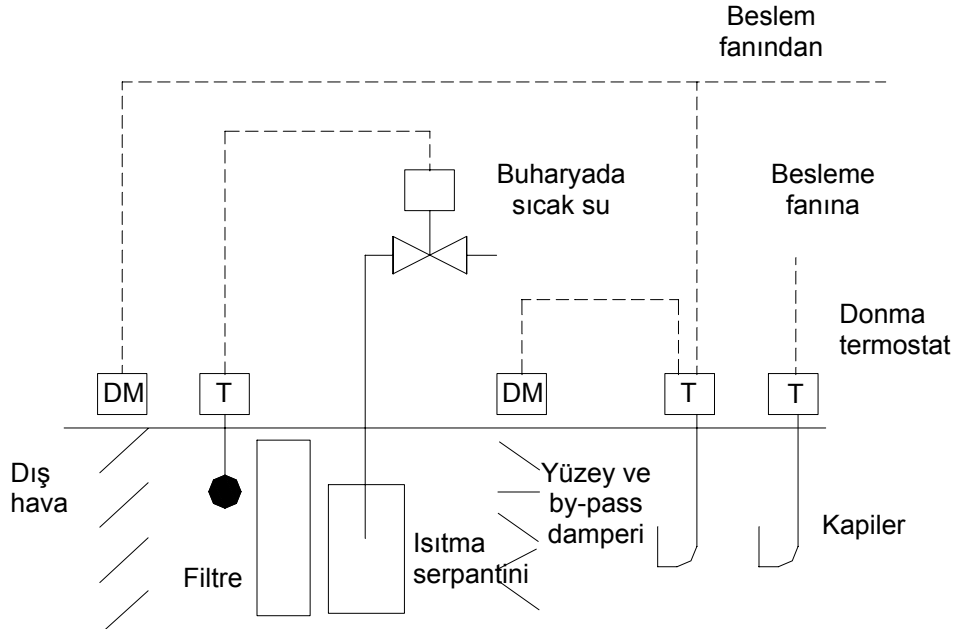


### 3.3. Isıtma serpantini kontrolü

Merkezi ısıtma ünitelerinde kullanılan ısıtıcı serpantinler ön-ısıtma, son ısıtma ve ısıtma amacıyla alınan minimum taze hava miktarına göre seçilmiştir.

#### 3.3.1. Ön-ısıtıcı serpantin kontrolü

Ön-ısıtıcı serpantin kontrolünde kullanılacak kontrol sistemi, dönüş havasından alınacak minimum karışımla bile donma olayını engelleyebilecek dahi olsa yine de donmaya karşı korunmalı olmalıdır. Çünkü ortalama miktardaki uygun bir karışım serpantini donmaya karşı koruyabilecekse de, damperin uygunsuz konumlandırılmasından dolayı oluşabilecek karışımlar serpantin yüzeyinin donmasına sebep olabilir. Buhar ön-ısıtıcı serpantin iki yollu vanaya ve serpantin yüzeyinde yoğuşmayı önleyici vakum kırıcılara sahip olmalıdır. Taze hava sıcaklık değeri donma değerinin altına düştüğünde ısıtıcı serpantin vanası tamamen açılmalıdır. Ancak bu olay, aynı zamanda serpantin çıkışında sıcaklığın kontrolsüz bir biçimde yükselmesine de sebep olur. Bu nedenle by-pass damperini ile son kontrol yapılır (Şekil 10). By-pass damperini tam açıkken oluşan basınç düşümü ile damper ve serpantin tam açıkken içinden geçen havada oluşan basınç düşümü aynı değerde olacak şekilde by-pass damperini boyutlandırılmalıdır [1].



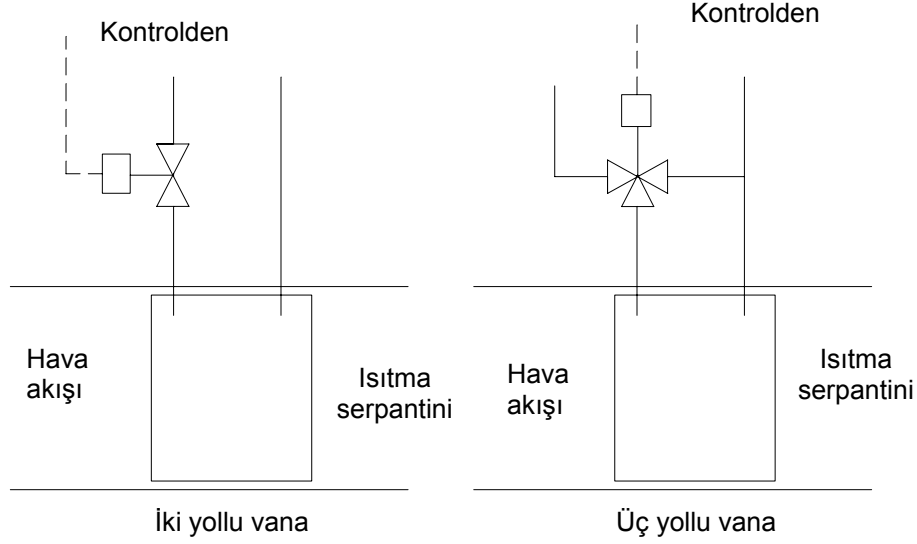
Şekil 10. By-pass ve yüzey damperli ön ısıtma

#### 3.3.2. Son-ısıtıcı ve ısıtıcı son kontrolü

Buhar ve sıcak sulu son-ısıtma ve ısıtma serpantinleri donma gibi bir sorunla karşı karşıya olmadıkları için basit iki yollu yada üç yollu vana sistemi ile kontrol edilebilirler (Şekil 11). Buhar dağıtıcı serpantinler uygun buhar serpantin kontrolüne ihtiyaç duyarlar. Sistemdeki vana, HVAC sistemine bağlı olarak serpantin çıkış sıcaklığı yada oda sıcaklığına göre kumanda edilir. Vanalar genellikle herhangi bir kontrol hatası durumunda açık kalarak sisteme enerji sağlayabilecek şekilde bağlanır.

Elektrikli ısıtıcı serpantinler iki konumlu yada oransal olarak kontrol edilebilirler. İki konumlu operasyonda genellikle ısıtıcı serpantin için gerekli güce göre seçilmiş kontaklı güç röleleri kullanılır. Zaman bağlı iki konumlu kontrolde ise zaman röleleri kullanılır. Step kontrolör elektrikli ısıtıcı kapasitesine kadar kumanda verebilir. Her kademede kullanılacak step kontrolün kontak hızına uygun

kontaktör kullanılır. Mekanik yada mercury kontaktörleri seri değişimi bakım problemi oluşturabileceği için SCR (Silicon Control Rectifiers) yada triacs türü katı-hal (solid state) kontaktörler tercih edilir. Bu cihazlar çok hızlı çevrim yapabildikleri için step kontrol oransal kontrole yaklaşıp. Emniyet nedeniyle elektrikli ısıtıcı, minimum hava akışı anahtarına, üst limit sensörüne, otomatik ve manuel reset anahtarına sahip olmalıdır.



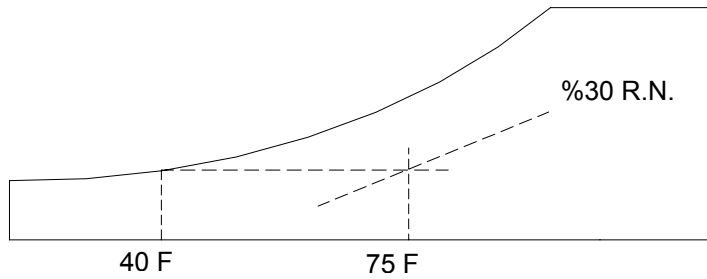
Şekil 11. Isıtma kontrolü [1].

### 3.4. Soğutma serpantini kontrolü

Soğutma serpantiniinde soğutucu akışkan olarak soğutulmuş su, glikol yada direkt genişlemeli soğutucu kullanılır. Hemen tüm soğutma prosesleri ile aynı zamanda nem alma ve soğutma görevi görür.

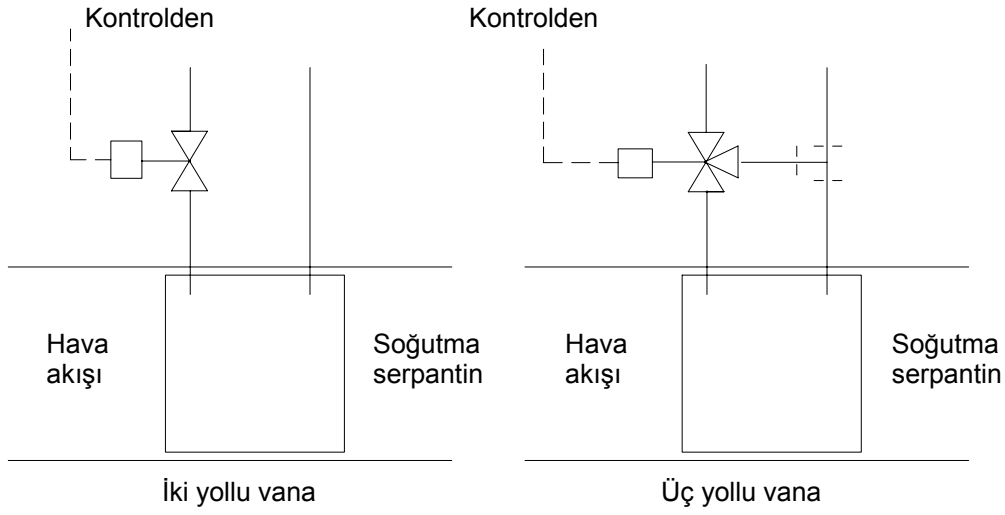
#### 3.4.1. Nem-alma kontrolü

Nem alma işleminin miktarı soğutucu serpantin yüzeyine ve soğutucu akışkanın donma noktasına bağlıdır. Eğer havada yoğuşmaya başlayan su serpantin yüzeyinde donarsa serpantin boyunca hava akışı azalır. Serpantin yüzeyinde pratikteki sıcaklık limiti 40 F civarındadır. Şekil 12' de gösterildiği gibi bu sistem ile rölatif nemin 75 F oda sıcaklığında %30 değerinde tutulması sağlanabilir ki buda bir çok proses için yeterli bir değerdir. Daha düşük nem değerine ulaşılmak istendiği takdirde kimyasal nem alıcılara ihtiyaç vardır [3].



Şekil 12. Soğutma ve nem alma-pratik alt limit kontrolü

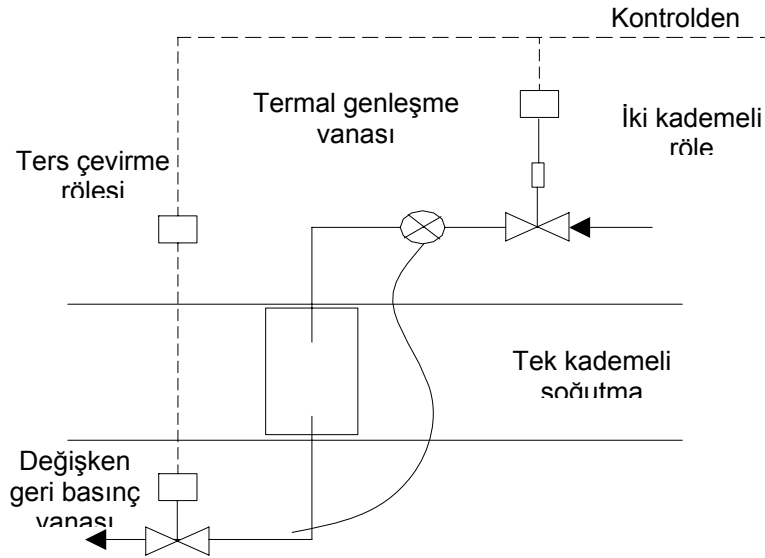
Soğutulmuş su kullanan serpantinler iki veya üç yollu vana ile kumanda edilirler(Şekil 13). Vanalar genellikle ısıtmada kullanılanlara benzer ancak fanlar kapandığında vana da kapanacak şekilde kontrol edilirler. Vana genellikle soğutma serpantinini çıkış sıcaklığına yada oda sıcaklığına göre kontrol edilir. Dış hava ardışık çalışması genellikle uygulanır. Maksimum rölative nem kontrolü yapılacağı zaman oda içersine yada dönüş kanalına higrostat yerleştirilir. Oda içersinde oluşabilecek maksimum nemi sınırlamak için kontrolör soğutma ve nem alma için gerekli olan iki sinyalden büyük olanını seçer ve soğutucu motoruna gönderir. Bunda amaç soğutucu serpantinini aynı anda hem soğutma ve hemde nem alma için kullanılmasıdır. Nem alma olmayan bir sistemde hem ısıtıcı hemde soğutucu vananın aynı anda açılması söz konusu değildir. Ancak nem almalı sistemlerde bu mümkündür[3].



Şekil 13. Soğutulmuş su kontrolü

### 3.4.2. Evaporatif soğutma kontrolü

Bu tür soğutma standart evaporatif soğutucular yada hava yıkayıcılar kullanılarak yapılabilir(Şekil 14).



Şekil 14. Ayarlı evaporatif soğutmalı

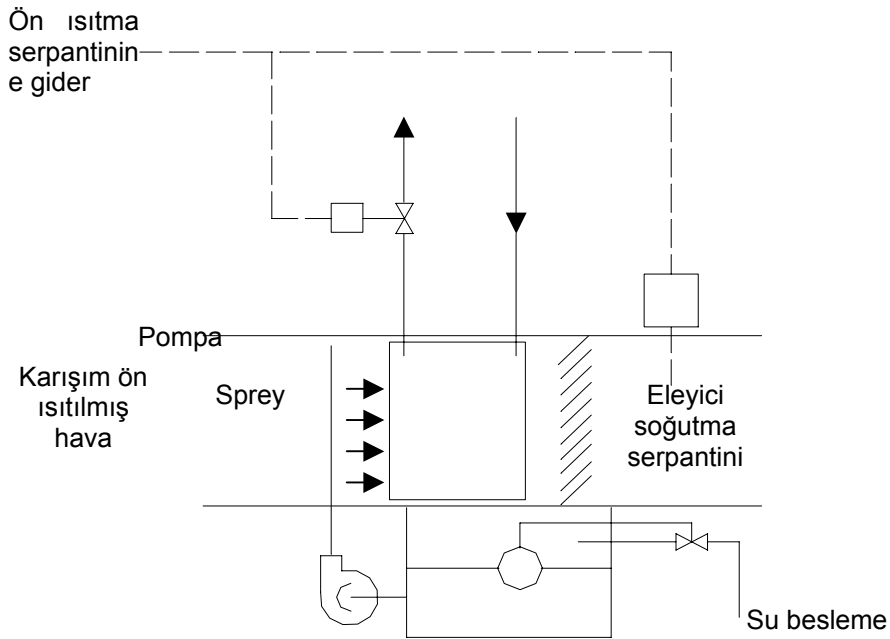
Prosesin verimi, giriş ve çıkış kuru termometre sıcaklıkları farkının, giriş kuru termometre çıkış yaş termometre farkına bölünmesi ile bulunur. Hava yıkayıcı sistemler genelde %90-%95 verimlilikle çalışır. Evaporatif soğutucularda ise verim %50-%90 arasında değişir. Püskürtücü (sprey) pompalar oda sıcaklığına göre kumanda edilir. Oda nemi dış hava yaş termometre sıcaklığına bağlı değiştiği için kontrol edilmesi gereksizdir[3].

### 3.5. Nem kontrolü

Soğutma yoluyla oda içerisinde oluşabilecek yüksek nemin limitlenmesi yapılabilir de asıl nem alma işlemi için özel ekipmanlara ihtiyaç vardır.

#### 3.5.1. Nem alma kontrolü

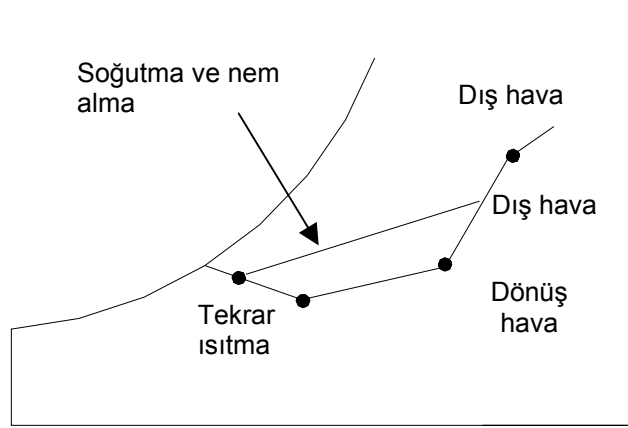
Püskürtme serpantinli nem alıcılar (Şekil 15). Genel olarak nem alma işlemi için uygun bir ekipmandır. Şekil 16'daki sistem yardımıyla oda rölatif nemi 75 F da %35-%55 arasında bir değerde tutulabilir. Ancak bakım, son-ısıtma işleminin işletme giderlerinde neden olduğu artış ve serpantin üzerinde katı artık oluşumu bu sistemin yaygın olarak kullanımını engellemektedir[3].



Şekil 15. Püskürtme Serpantinli Nem alıcı

#### 3.5.2. Nemlendirme Kontrolü

Evaporatif fanlar, buhar jetleri ve atomizör püskürtücüler nemlendirme amacıyla kullanılan sistemlerdir ve oda yada dönüş kanalından alınan nem ölçümlerine göre kumanda edilirler. Nemlendiriciler genelde ısıtma sezonu boyunca dizayn edilen minimum nem kullanılırlarsa da, nemlendiricilerin uygun kullanımı ve kontrolü ile yüksek oranda oda nemine erişilebilir.



Şekil 16. Hava yıkamalı evaporatif soğutma ve püskürtme serpantinli nem alıcılar için psikrometrik diyagram

#### 4. HVAC SİSTEMLERİNDE OPTİMUM KONTROL VE ENERJİ TASARRUFU

Optimal HVAC sistemi, kullanılan kontrol stratejileri yardımıyla sıcaklık ve akış miktarı arasında en iyi kombinasyonu oluşturarak toplam işletme giderlerinde azalma sağlamayı amaçlar. Bu amaçla sistemde kullanılan kontrollere ait algoritmalar kullanılır ve böylece istenilen şartlar ile bu şartların oluşması için gereken süreler arasında gerekli bağıntılar elde edilir. Optimal kontrolün amacı, hedeflenen kontrol şartlarından taviz vermeden sistemi çevre şartlardan faydalanarak istenilen verimde çalıştırmaktır. Bu işlemi gerçekleştirmek için; ortamdaki canlılar, hassas cihazlar, yada üretim prosesi için gerekli şartları sağlayabilecek, soğutma sezonu boyunca en yüksek sıcaklığı ve ısıtma sezonu en düşük sıcaklığı seçmek, işletme giderlerini azalmak için, soğutma ve ısıtma işlemlerini mümkün olduğu kadar eşzamanlı yapmamak, mümkün olan yerlerde minimum yada hiç şartlandırma uygulamamak, ısıtmadan soğutmaya geçilirken, oda sıcaklığının bir limit değerden diğerine kadar yüzmesine izin vermektir. Bu tür uygulamaların sistemin enerji sarfiyatına olan katkılarına şöyle örneklendirebiliriz. Soğutulmuş besleme suyu sıcaklığının yükselmesi, chillerin veriminin az bir miktar iyileşmesine, neden olur. Buna karşılık klima santrali enerji sarfiyatında büyük ölçüde artış söz konusu olacaktır. Kondanser giriş suyu sıcaklığının azalması, chillerin verimin iyileşmesine ve kule fanı enerji tüketiminin artmasına neden olacaktır. Soğutma amacıyla sisteme dağıtılan su soğutulmuş su miktarındaki azalma, soğutucu akışkanı belirli şartlarda tutmak için gerekli enerji miktarının ve oluşacak ısı transferi oranının azalmasına ve bu da gerekli yüzey miktarının azalmasına yol açacaktır.

Büyük binalarda kullanılan optimal başlangıç algoritmaları yardımıyla, belirlenen zamanda ekipmanlar çalıştırılarak, zonların kullanılmaya başlandığı anda istenilen şartlara ulaşma imkanı sağlanır. Bu algoritmaların amacı, ön koşullandırma zamanını minimize etmektir. Koşullandırmanın yapıldığı süre içinde, mahal şartları zaten tipik olarak oda set değerine ayarlanmıştır. Klasik kullanımlarda, bina yükü işletme giderlerini artırır. Yüksüz binalar için ön koşullandırma gereksizdir. Zira yüksüz binalar, normal yüklü binalardan daha az ısıtma veya soğutma ihtiyacı duyarlar. Burada kullanılacak kontrolörlerin elde edilen sonuçları sürekli yenilenecek şekilde kontrol uygulaması, sistemin performansı ve en optimum sürenin bulunması açısından faydalıdır. Dinamik bina kontrolü metotları, binanın termal yükünü izleyerek konfor sınırlarını kabul edilebilir sınırlarda tutmaya çalışırken aynı zamanda; elektrik ihtiyacını sınırlamaya ve olası dış hava etkilerine ya da ekstra yük ihtiyaçlarına karşılık günlük işletme giderlerini azaltmaya çalışırlar[4].

Binanın normal yükünün altında bulunduğu akşam saatlerinde ve hafta sonlarında, set değeri noktasının ısıtma sırasında azaltılmasına ve soğutma sırasında artırılmasına gece veya hafta sonu

ayarlaması denir. Yapılan araştırmalarda, bu yöntem sayesinde hafif binalarda %12, ağır binalarda %34 oranında enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. HVAC ekipmanları daima koşullandırılacak zonun yüküne ve meşguliyetine bağlı olarak çalışmaya başlarlar. Eğer oda sıcaklığı, oda yükünü oluşturacak insan ya da cihazlar çalışmaya başlamadan konfor şartlarına ulaşırsa bu durum enerji sarfiyatına neden olur. Aynı şekilde bu şartların oluşması, cihaz yada insanların mahalle gelmesinden sonra olur ise bu durumda da istenilen kontrol şartlarına uygun zamanda erişilmediği için zon içerisinde bulunanlar bu durumdan rahatsız olur. Optimum kontrolör yardımıyla oda şartları istenilen şartlara, yükü oluşturan cihaz ya da insanlar odaya dönmeden ve mümkün olan en kısa zaman içerisinde gerekli şartları oluşturmak kaydıyla ekipmanlara kumanda edilir.

## SONUÇ

Teknolojinin hızlı bir şekilde bir gelişmesi, insanlar için gerekli olan konfor şartlarının daha mükemmel olmasını, endüstriyel sistemler için sistem performansının da daha yüksek olmasını amaçlamıştır. İşte bu mükemmelliğin saplanabilmesi için otomatik kontrol sistemlerine ihtiyaç vardır. Otomatik kontrol sistemleri bu mükemmelliklerinin yanında enerji ekonomisi yönünden de avantaj sağlarlar.

Genel olarak binalarda HVAC sistemlerinin kullanılmasıyla bölgesel ısıtma, bölgesel soğutma, ısıtma ve soğutma sırasında harcanan su, klima santrallerinde karışım damperi kullanmak sureti ile dönüş havasının mevcut enerjisini kullanmak, yaz-kış çevrimi yapmak, doğru ayar değeri takibi yapmak böylece enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Binanın normal yükünün altında bulunduğu akşam saatlerinde ve hafta sonlarında, set değeri noktasının ısıtma sırasında azaltılmasına ve soğutma sırasında artırılmasına gece veya hafta sonu ayarlaması denir. Yapılan araştırmalarda, bu yöntem sayesinde hafif binalarda %12, ağır binalarda %34 oranında enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür[5]. HVAC ekipmanları daima koşullandırılacak zonun yüküne ve meşguliyetine bağlı olarak çalışmaya başlarlar. Eğer oda sıcaklığı, oda yükünü oluşturacak insan ya da cihazlar çalışmaya başlamadan konfor şartlarına ulaşırsa bu durum enerji sarfiyatına neden olur. Aynı şekilde bu şartların oluşması, cihaz yada insanların mahalle gelmesinden sonra olur ise bu durumda da istenilen kontrol şartlarına uygun zamanda erişilmediği için zon içerisinde bulunanlar bu durumdan rahatsız olur. Optimum kontrolör yardımıyla oda şartları istenilen şartlara, yükü oluşturan cihaz ya da insanlar odaya dönmeden ve mümkün olan en kısa zaman içerisinde gerekli şartları oluşturmak kaydıyla ekipmanlara kumanda ederek en uygun kontrol sağlanmış olur.

## KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE., HVAC Applications., 1791 Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329., 1995
- [2] ÖZKOL, N., İklimlendirme. Yüksek Teknik Öğretmen Okulu. 508 s. Ankara,1981.
- [3] ÖZTÜRK, E., HVAC ve VAV Sistemleri Kontrolü. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Y. Lisans Tezi, 104s, İstanbul,1995.
- [4] ÖZKAYALAR, M., TÜRKOĞLU, F., Klima Sistemleri Seçimi ve Uygulamaları. Tesisat Mühendisleri Eğitim Seminer Notları, 1-14, Ankara,1995
- [5] KORU, M., HVAC Sistemlerinde Kontrol Yöntemleri, Modelleme ve Optimizasyon. S.D.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Y. Lisans Tezi, 92s, Isparta, 2000.
- [6] ÖZKOL, N., Uygulamalı Soğutma Tekniği. Makine Mühendisleri Odası Yayınları Yayın no: 708s. Ankara, 1999.
- [7] YÜKSEL, İ., Otomatik Kontrol Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri. 362s. Bursa, 1997.
- [8] KRIEDER, F. J., RABL, A., Heating and Cooling of Buildings, Mc graw - hill International Edition, 890p., Singapore, 1994.

## ÖZGEÇMİŞLER

### A.Kemal YAKUT

1956 Maçka doğumludur. 1978 yılında K. T. Ü. Makina-Elektrik Fakültesi Makina Bölümünde Lisans öğrenimi tamamladı. 1983 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans Öğrenimi ve 1987 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Anabilim Dalında Doktora Öğrenimini tamamladı. 1996 yılında Doçentlik ünvanını alarak halen S.D.Ü Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Yerli ve yabancı olmak üzere kırkın üzerinde yayını bulunmaktadır.

### Murat KORU

1997 Afyon doğumludur. 1997 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünü bitirdi. 2000 yılında aynı üniversitede yüksek lisansını tamamladı. 1988 yılından beri aynı fakültede araştırma görevlisi olarak görev yapmakta ve otomatik kontrol konularında çalışmaktadır.

### Arzu ŞENCAN

1975 yılında Sarıgöl'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sarıgöl'de, lise öğrenimini 1992 yılında Isparta'da tamamladı. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden 1996 yılında mezun oldu. 1999 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisansını tamamladı. Şu anda aynı üniversitede doktora öğrenimine devam etmektedir. 1997 yılından beri Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Isıtma, soğutma, termodinamik konularında çalışmaktadır.