



İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ / YAPI İŞLETMESİ
II. ÖĞRETİM TEZSİZ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YAPILARDA OTOMASYON ve ENERJİ YÖNETİMİ (AKILLI YAPILAR)

*Prof.Dr. Olcay KINCAY
Yrd.Doç.Dr. Handan ÇUBUK
Yrd.Doç.Dr. Derya ÖZKAN*



TESİSAT SİSTEMLERİ İÇİN GENEL BİLGİLER



MEKANİK TESİSAT

- Sıhhi Tesisat
- Isıtma, Soğutma ve Klima Tesisatı
- Havalandırma Tesisatı
- Yangın Tesisatı



MEKANİK TESİSAT

- **Maliyet:**

Binalarda mekanik tesisat ve elektrik tesisatının maliyeti, arsa hariç toplam inşaat maliyetinin yaklaşık **%35**'i kadardır.

- **Alan:**

Binadaki mekanik ve elektrik tesisatının kapladığı alan brüt bina alanının yaklaşık **%10**'u kadardır.



TESİSAT PROJELERİNDE DEĞERLENDİRME ve KARAR VERME



Binalarda mühendisler için önemli kriterler:

- **Binanın soğutma ihtiyacının en aza indirilmesi**
 - Bina içindeki cihazların etkisi
 - Binanın yönü
 - Güneş kesiciler ve yansıtıcı cam yüzeylerin kullanılması
 - Enerjinin taşıma mesafesinin kısaltılması
 - Enerjiyi taşıma sırasındaki kayıpların en aza indirilmesi
 - Soğutma için kullanılan cihazların verimliliği



- **Binanın ısıtma ihtiyacının en aza indirilmesi**
 - Yalıtım
 - Isıtma sezonu uzun olan yerlerde yön tayininin ısıtmaya göre yapılması
 - Sıcak enerjinin üretilmesinde ve taşınmasında yüksek verimli cihazların kullanılması
 - Yoğuşmalı kazan
 - Frekans kontrollü brülör



- **Binanın havalandırma ihtiyacının en aza indirilmesi**
 - Kirliliğe sebep olan kimyasal ve organik maddelerin bina içindeki yayılımının en aza indirilmesi
 - Halı, boya, ahşap vb. eşyaların seçiminde en az kimyasal gaz çıkartan modeller tercih edilmeli
 - Bina içinde küf oluşumuna kesinlikle izin verilmemeli
 - Taze hava ihtiyacı belirlenirken insan sayısı dışında iç hava kalitesini etkileyen diğer faktörlerde gözönüne alınmalıdır.



• Isıl konfora ve iç hava kalitesine etki eden faktörler

1- Mahalin etkisi

- - Yüzey sıcaklıkları
- - Hava sıcaklık dağılımı
- - Isı kaynakları

2- Mahalde bulunan insan ve cihazların etkisi

- - Aktiviteleri
- - Giyim, kuşamları
- - Kalma süreleri
- - Isıl ve maddesel yükleri (koku vb.)
- Sayısal yoğunlukları

3- HVAC sisteminin etkisi

- - Hava sıcaklığı
- - Hava hızı ve nemi
- - Hava değişim oranı
- - Havanın temizliği
- - Hava hareketlerinin kontrolü



ISITMADA KONFOR

Isıtmada konforu sağlayan belli başlı etkenler

- Yüzeyler arasında sıcaklık farkı 5°C 'yi aşmamalıdır.
- Hava ve ortalama yüzey sıcaklıkları arasında maksimum fark 2°C 'yi aşmamalıdır.
- U (W/mK) önemi

90/70 $^{\circ}\text{C}$ sistemler yerlerini 75/60 $^{\circ}\text{C}$ sistemlere bırakmaya başlamışlardır.

- Oda içerisinde sıcaklık değişimleri azalır.
- Hava sirkülasyonu azalır.
- Bölgesel aşırı sıcak ve kuru hava oluşmaz.

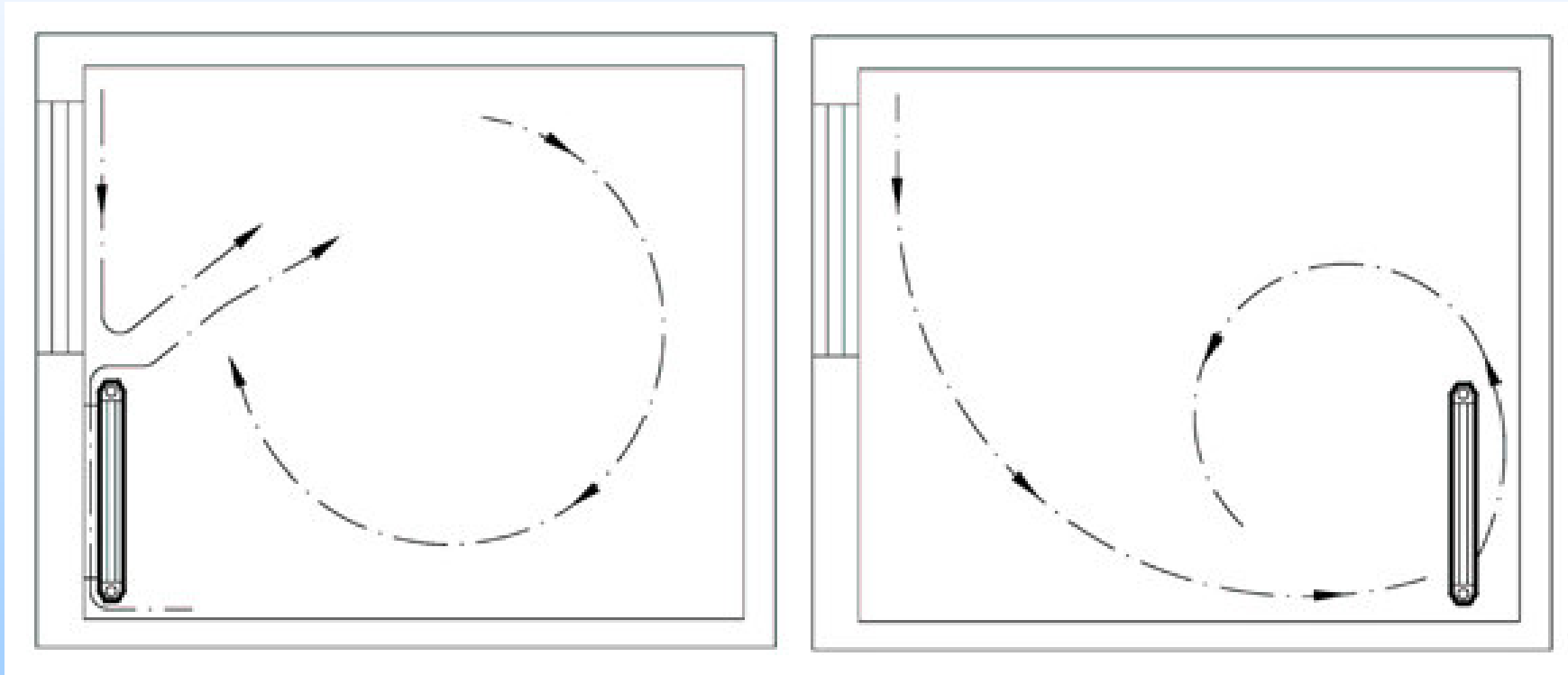


Isıtıcı yerinin önemi

- Sıcak hava ortama aşağıdan (camın altından) yukarıya doğru verildiğinde konfor artar.
- Statik ısıtma ideal ısıtma şeklidir. Cam altına yayılmış ince tip radyatörler kullanılması ve termostatik radyatör vanası ile oda sıcaklığının kontrol edilmesi uygundur. Bu durumda cam yüzeylerde soğuyarak aşağı doğru inen hava akımı radyatörlerde ısınarak yoğunluğu azalır ve tekrar yükselir.
- Sıcak hava ortama yukarıdan verilirse; sıcak hava ortamdaki havaya göre daha hafif olduğu için yukarıda asılı kalır. Sıcak havanın aşağıya indirilebilmesi için yüksek hızlarda üflenmesi gerekir. Bu durumda ses-gürültü oluşur. Sıcak havanın yukarıdan üflendiği hacimlerde, dış hava sıcaklığının 15°C'nin altında olduğu günlerde; soğuk hava cam yüzeylerden aşağı iner ve genellikle yerde (döşeme üzerinde) rahatsız edici hava akımı oluşur.

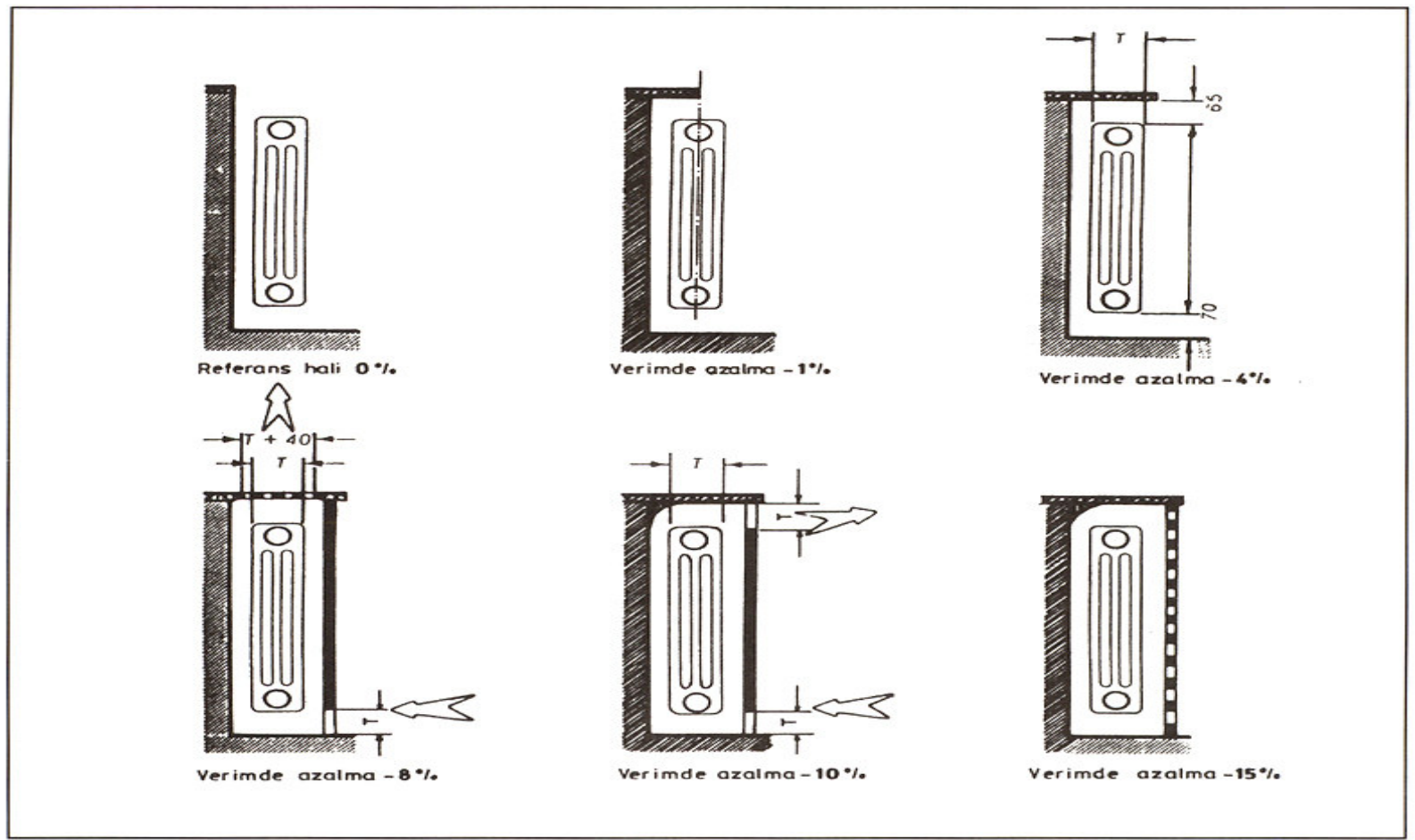


Radyatör yerinin tayini



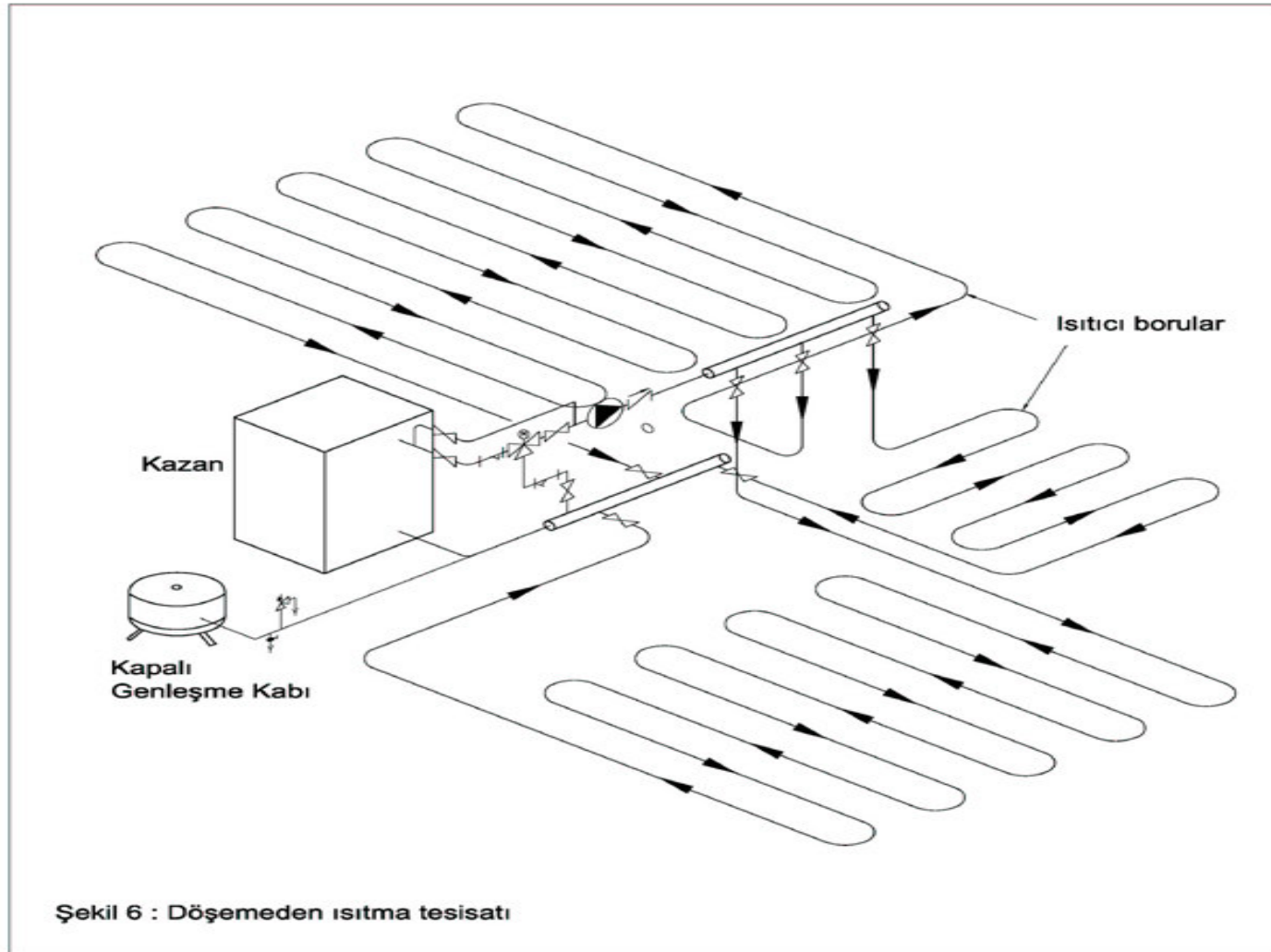


Radyatör verimi



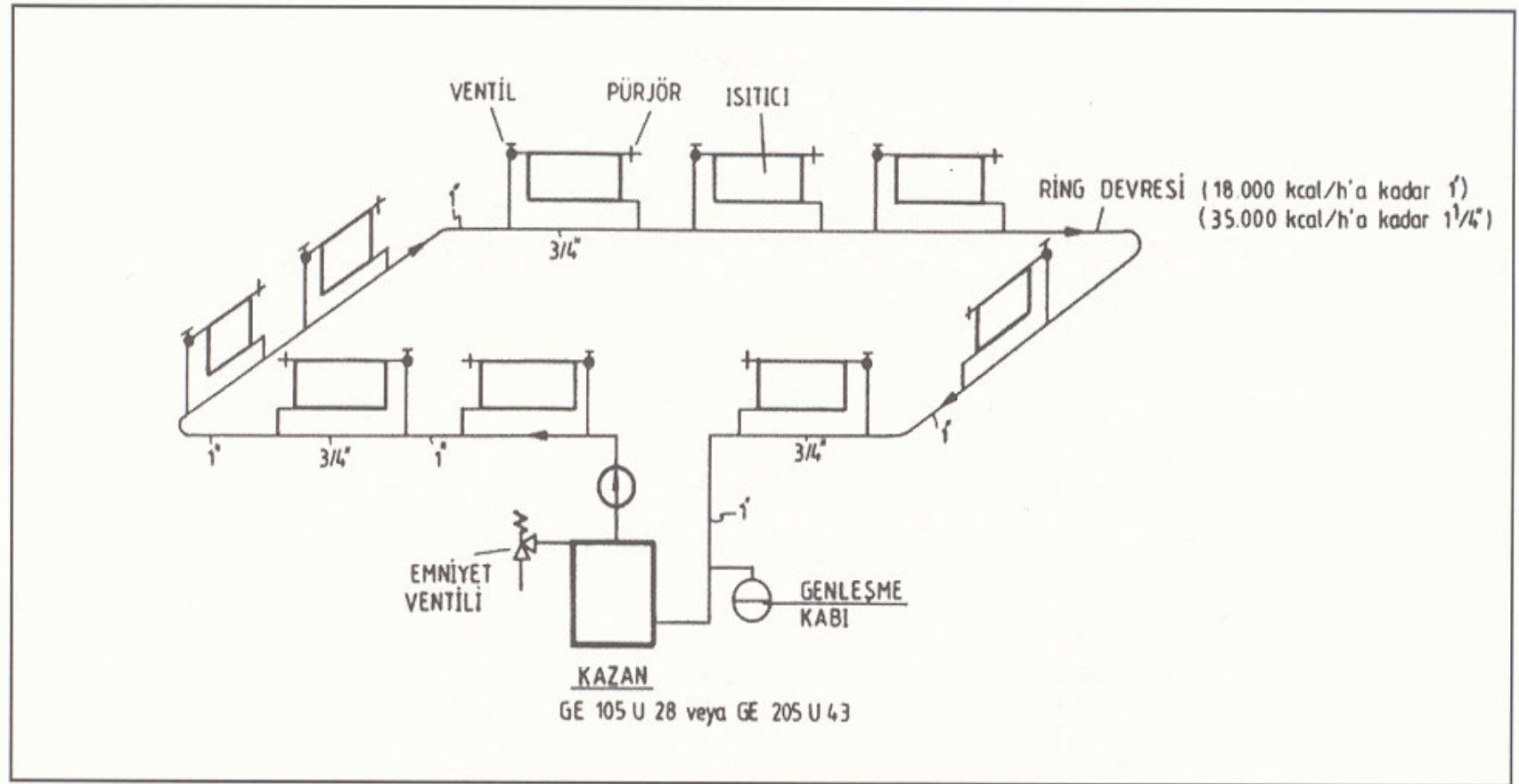


Döşemeden Isıtma Sistemleri



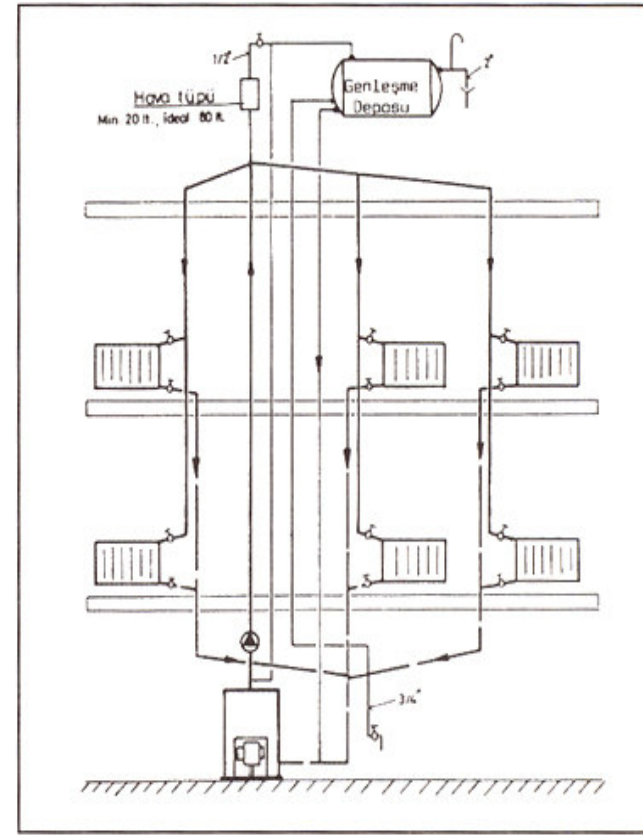
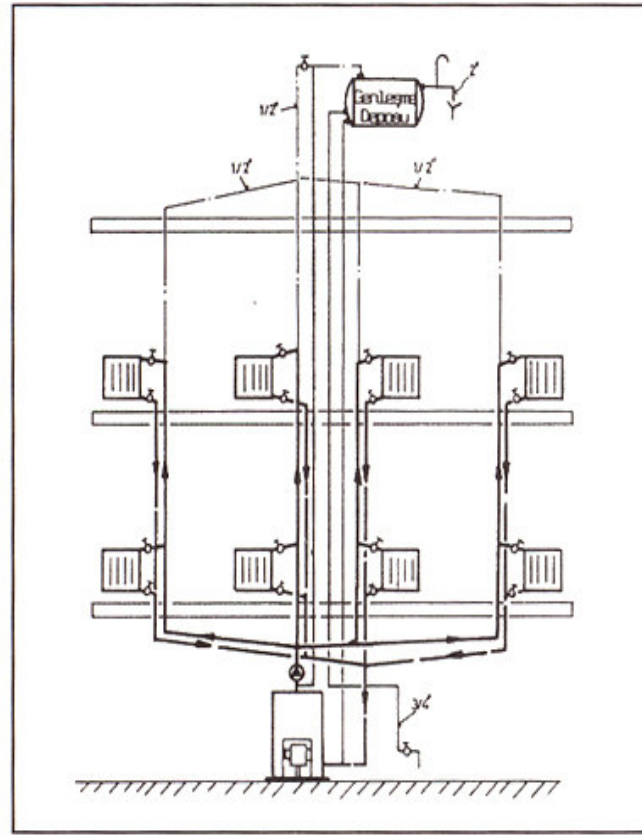


Tek Borulu Isıtma Sistemi





Çok Kolonlu Isıtma Sistemi





Klimatizasyon

İnsan vücudunun rahat edebileceği koşullarda, iklim koşulları genellikle birbirleriyle uyuşmaz. İnsan vücudunun rahat edebileceği koşulların sağlanması, kısaca konforun sağlanması, sıcaklık ve nem gibi bazı değişkenleri sürekli denetim altında tutmayı gerektirir. Günümüzde ısıtma, soğutma, nemlendirme, nem alma, temizleme hatta koku giderme gibi işlemleri yapan, başka bir ifade ile bir ortamın havasını insanların isteklerine göre düzenleyen, gelişmiş iklimlendirme sistemleri vardır. İklimlendirme sistemleri insan vücudunun gereksinimlerini sağlamak için tasarlanırlar.



İnsan konforu temel olarak üç etkene bağlıdır:

- Kuru Termometre Sıcaklığı : 22 - 27 °C
- Bağıl Nem: %40 - % 60
- Hava Dolaşım Hızı: $v = 15$ m/dak.



KLİMA SİSTEM SEÇİMİ

- Tasarımcının en önemli ve kritik kararı uygulanacak sistemin seçimidir. Sistem seçiminde en önemli faktör ilk yatırım maliyeti ve işletme giderleridir. Sistemlerin seçiminde duyulur ısı yükleri gizli ısı yükleri ve bu yüklerin binada dağılımı çok önemlidir. Bu etkenler binada istenilen konfor şartlarının sağlanması için, tek zonlu sistemlerin ya da çok zonlu sistemlerin seçilmesi gerekliliğini belirleyecektir. Bu sebeple bina farklı mevsim ve saatlerde incelenmelidir.
- Sistem seçiminde;
 - a) Binanın konumu: coğrafik durumu, şekli, yönü
 - b) Binanın kullanımı: kullanım amacı, insan sayısı, cihazlar, işletme
 - c) İç yüklerin eşzamanlılığı: insan yükü eşzamanlılığı, aydınlatma yükü eşzamanlılığı, vs.
 - d) Binanın türü: eski ve yeni oluşu, konstrüksiyonu, konfigürasyonu göz önüne alınması gereken önemli faktörlerdir.



MERKEZİ SİSTEM KLİMA NEDİR?

İnsanların bulundukları ortam havasının ısı, nem ve hava kalitesi açısından sağlıklı bir şekilde tutulabilmesi, ameliyathane, laboratuvar vb. özellikli mekanların veya endüstriyel tesislerde üretimin gerçekleştirilmesi için gerekli ortam şartlarının sağlanması amacıyla birden fazla cihazın, bir merkeze bağlı olarak birlikte ve birbirini tamamlayarak çalışmaları merkezi sisteme basit bir tanım olarak verilebilir.

Merkezi klima sistemleri genel olarak;

- Tümden sulu sistemler:
 1. İki borulu fan-coil sistemi,
 2. Dört borulu fan-coil sistemi,
- Hava-su sistemleri,
- Tümden havalı sistemler
- Doğrudan genleşmeli sistemler olarak sınıflandırılabilir.

Bunun dışında;

- Düşük veya yüksek basınçlı,
- Tek veya çift zonlu
- Sabit veya değişken debili olarak da sınıflandırılabilir.

Değişken debili sistemler;

1. Değişken hava debili sistemler (VAV)
2. Değişken gaz debili sistemler (VRV) olarak ayrılır.



Zonlama

İklimlendirilecek mahalin bölgelere ayrılmasıdır.

Isı kazançları ve kayıplarının, zamanlaması diğer hacimlere göre farklı olan her alan farklı bir zon olup, iç hava kontrolünün bağımsız olarak sağlanması gerekir.

Buna ek olarak;

- insan yükünün değiştiği iç hacim,
- kullanım amacının değiştiği bina,
- kullanım zamanının değiştiği her alan,

ayrı birer zon olarak değerlendirilmelidir.



KLİMA SİSTEM PROJELENDİRME

Bir iklimlendirme sisteminin temel amacı, insanların daha rahat konforlu bir ortam içerisinde yaşamlarını sağlamak veya bir ürünün saklanması ya da bir endüstriyel işlem için gerekli olan çevre ortamı oluşturmaktır.

Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için uygun kapasiteye sahip bir sistemin kurulması ve yıl boyunca kontrollü çalıştırılması gerekir.

Donanımın kapasitesini, gerekli olan **gerçek anlık pik yük** belirlerken, sağlanması gereken kontrol türünü de **pik ve kısmi yükler** arasında oluşması gereken şartlar belirler.

Bir iklimlendirme sisteminin yıl boyunca kusursuz olarak işlevlerini yerine getirebilmesinin ilk şartı, tasarım aşamasında doğru cihaz kapasitelerinin belirlenmesidir. Bu yükleri oluşturan ısı kazancı ve ısı kaybı hesaplarının doğru yapılması gerekmektedir.



Binanın İncelenmesi:

- Bir binanın iklimlendirme sisteminin tasarlanmasında binanın özellikleri çok iyi incelenmeli ve mevcut ısı kaynakları tam olarak değerlendirilmelidir. Böylece ısıtma ve soğutma yükleri gerçekçi olarak hesaplanabilmeli, seçilecek donanımın yerleşimi ve hava ve su dağıtım sistemlerinin planlanması da uygun olarak yapılabilecektir.

İklimlendirme Yüğü Hesabı:

- İklimlendirme yükünün hesabında bir mahalin içindeki ısı kaynaklarınca üretilen ısı (bilgisayar, aydınlatma, mutfak gereçleri vs.) yanı sıra, bir tasarım gününde dışarıdan mahal içine giren ısı da göz önüne alınması gerekir. Bir tasarım günü,
 - Dış ortamın KT ve YT sıcaklıklarının max. ulaştığı gün
 - Güneşten gelen ışınmı azaltacak sis bulunmayan bir gün
 - İç yüklerin hepsinin normal olduğu bir gün
- Pik yükün gerçekleştiği saati belirlemek için günün belirli saatleri için , ayrı ayrı hesap yapmak gerekli olabilir.
- Bir mahali ilgilendiren tüm yüklerin aynı anda hep birlikte pik yapmaları nadiren rastlanabilecek bir durumdur. Gerçekçi olmak ve gereksiz büyüklükte ve ekonomik olmayan bir tasarım yapmamak için yük bileşenlerinin bazılarına eş zamanlılık çarpanları uygulamak gerekir.



HAVALANDIRMA TESİSATI

Oksijen sağlamak, rahat konfor şartlarında temiz havada çalışmak için havalandırma gereklidir. Havanın tazelenmesi iki bakımdan gereklidir. Birincisi, hacmin havasındaki gaz, buhar ve tozların insanı rahatsız etmemesi veya sıhhi bakımdan zarar vermemesi, atölyelerde ise çalışmaya engel olmaması için atılma zorunluluğudur. İkincisi ise ısı fizyolojisi yönünden zararlı olan, hacmin havasının fazla sıcaklık ve nemin giderilmesi gereğidir. Bunun için sadece havanın yenilenmesi yeterli olmaz, aynı zamanda havanın hazırlanması (soğutma, ısıtma, nemlendirme ve kurutma) lazımdır. Hacim esas alınarak hacme giren havaya **üfleme havası**, hacimden çıkan havaya **emiş havası** denilir.

- Gerekli Hava Debisinin Belirlenmesi
- Hava Kanallarının Boyutlandırılması



Hava Kanallarının Tasarımında,

- hava hızı
- sürtünme kayıpları
- ses ve gürültü düzeyi
- ısı kaybı
- kanalların geçeceği yer problemi

göz önüne alınmalıdır.

Menfezler

Menfez sınıflandırması:

Havanın akış yönüne göre,

Üfleme menfezi

Emme menfezi

Transfer menfezi

Bulundukları yere göre,

Tavan menfezleri

Duvar menfezleri

Süpürgelik üstü menfezler

Döşeme menfezleri





PROJE UYGULAMADA TAKİP ve DENETİM



Proje Uygulamada Takip ve Denetim

- Zaman
- Kalite
- Fiyat



MEKANİK TESİSATIN TEST EDİLMESİ ve TESLİM ALINMASI



Mekanik Tesisatın Test Edilmesi ve Teslim Alınması

- Kanal Sızdırmazlığının Ölçülmesi
- Kanal İzolasyonunun Yeterliliği, Isı Kayıp ve Kazançları
- Yangın ve Duman Kontrolü
- Kanallarda Ses ve Titreşimin Kontrolü
- Test, Ayar ve Balans



Kanal Sızdırmazlığının Ölçülmesi

Sızdırmazlık testi montaj sırasında yapılmalıdır.

Test adımları

Test edilecek kanal alanı belirlenir;

1. Test edilecek kanal parçasındaki bütün açıklıklar (menfez vb.) kapatılır.
2. Test cihazı kanal parçasına yerleştirilir.
3. Fan çalıştırılır. Fan hızı kanal sisteminde basınç belirlenen değere ulaşincaya kadar hızı arttırılır.
4. Ölçülen değerler stabil oluncaya kadar fan çalıştırılır ve manometreden basınç değeri okunur.
5. Basınç değeri kalibrasyon eğrisi yardımı ile debi değerine dönüştürülür.



Kanal İzolasyonu:

Klima hava dağıtım kanallarının izole edilmesi ASHRAE 90.1 Standardı ile şart koşulmuştur.

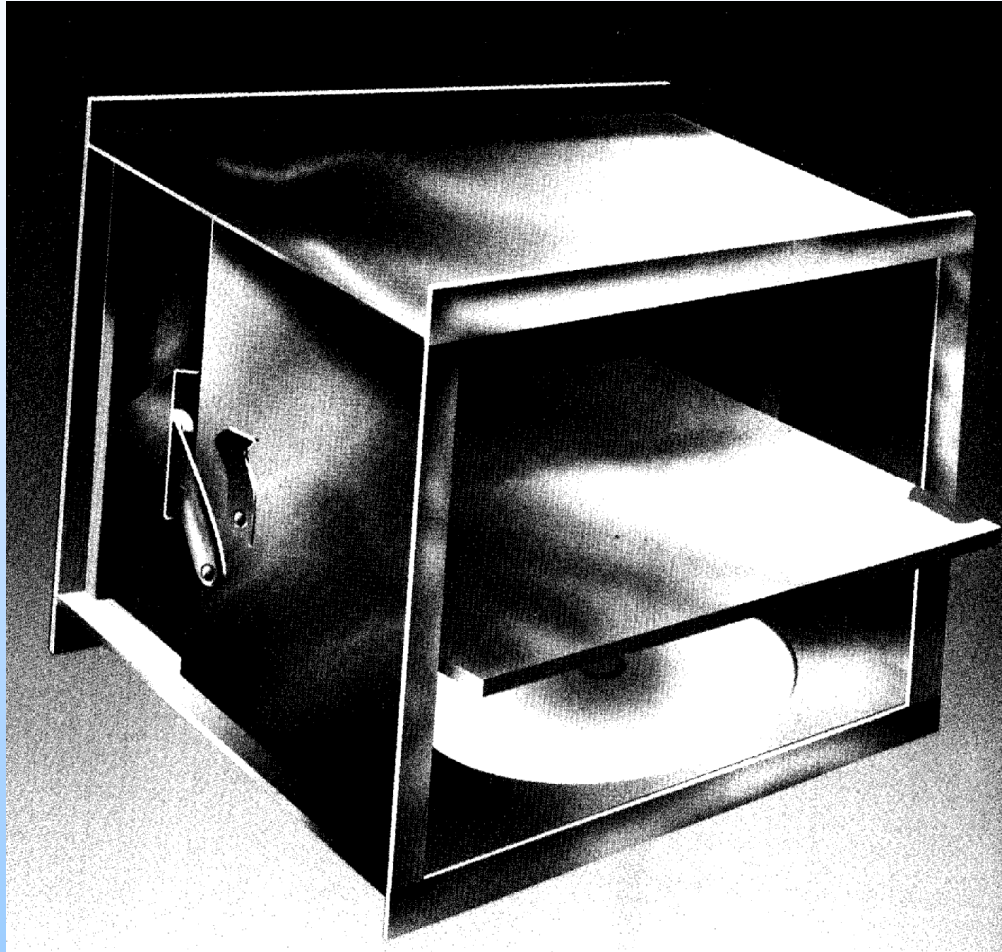
Yangın ve Duman Kontrolü:

Kanal sistemi duman, sıcak gazlar ve yangını bir bölümden diğer bölüme taşıyabileceğinden sistem tasarımında önemlidir. Kanal sisteminde kullanılan elemanlar aşağıda belirtilen yangın güvenlik standartlarına uygun olmalıdır.

- NFPA 90 A Standardı
- Yangın Damperi
- Duman Damperi



Yangin Damperi





Kanallarda Ses ve Titreşim

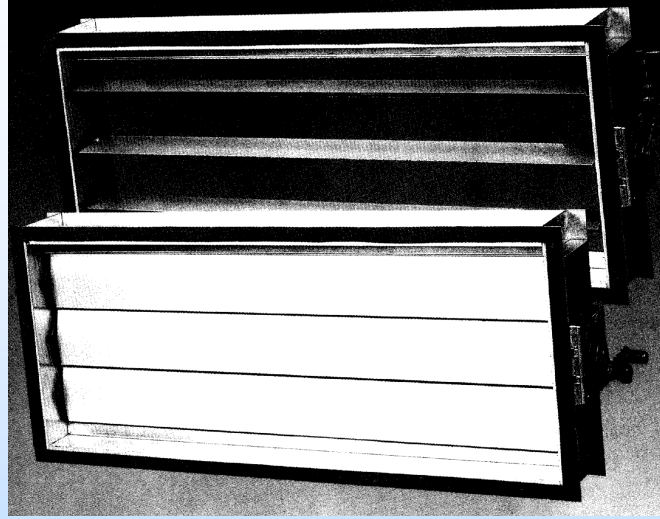
Kanal sisteminde ses kontrolü yapılmalıdır. Standartlarda belirlenen sınır değerleri aşmamalıdır.

Sesi azaltmak için kullanılan elemanlar:

- Susturucular
- Kanal kaplamaları (ses izolasyonu)
- Titreşim izolatörleri



Test, Ayar ve Balans



- Kanal sistemi tamamlandıktan sonra sistemdeki hava akışının ölçülmesi, ayarlanması ve dengelenmesi için gerekli fiziksel imkanlar oluşturulmalıdır.
- Kritik kanal kollarına hava damperleri konulmalıdır.



OTOMASYONDA TEMEL KAVRAMLAR



KONTROL SİSTEMİ

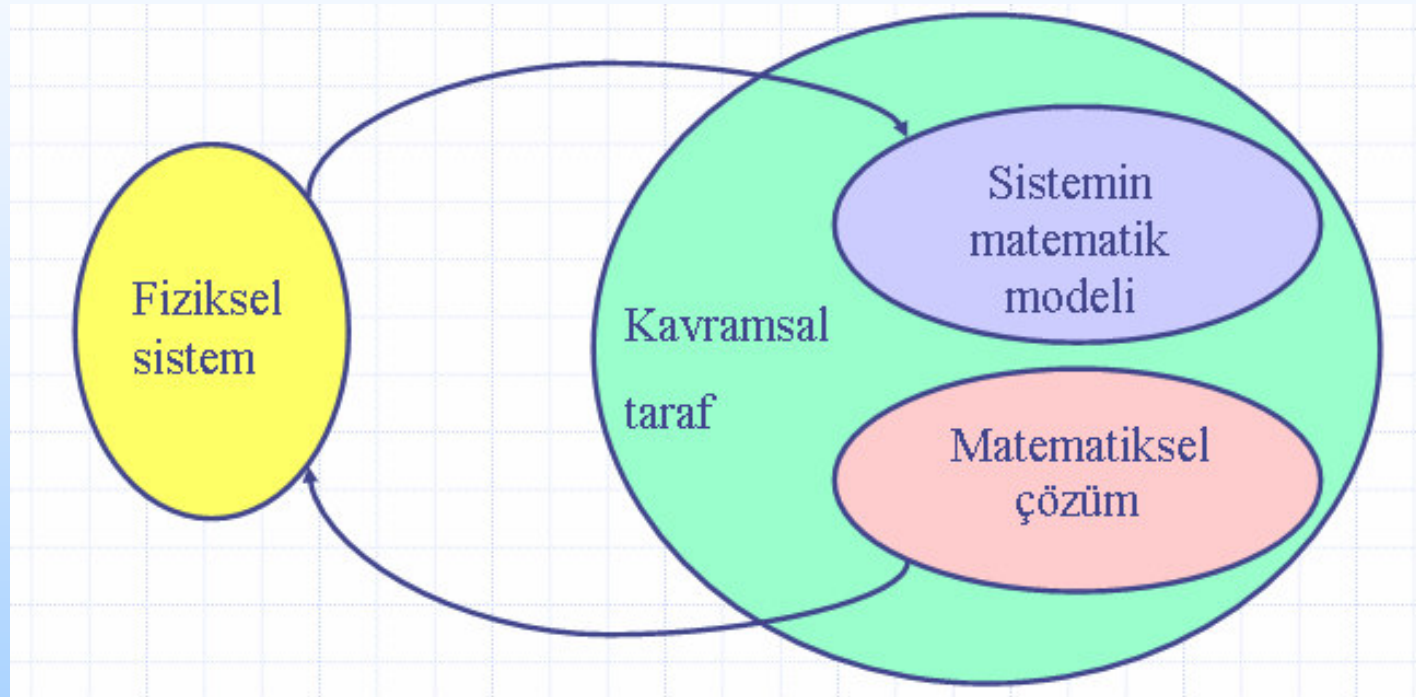
Doğada, çevremizde, günlük işlerimizde ve endüstriyel alanda kullandığımız sınırsız sayıda kontrol sistemi örneği vardır.

Otomatik kontrol sistemleri günlük yaşantımızın her alanında kullanılmaktadır. Kontrol işlemlerinin birçoğu ‘otomatik’ biçimde, yani **‘insan girişimi olmadan’** gerçekleşir.

Otomatik Kontrol bilimler arası bir konudur.

Kontrol sadece bir mühendislik dalı ile sınırlı değildir.

Elektrik, Makina, Kimya, İnşaat, Tekstil, Çevre, Sağlık, Bio-Medikal, Tıp, Toplum ve Ekonomi Bilim Dallarında da Otomatik Kontrol düzenekleri oluşturulmuştur.





- Kontrol çok genel bir kavramdır. Bu terim özgöl olarak **insan makina etkileşimini** simgeler.
- ‘merdiven otomatığı’, merdiven-koridor ışıklarının yakıldıktan bir süre sonra kendi kendine sönmesini sağlar.
- Kalorifer ‘brülör otomatığı’, kalorifer kazanı brülörlerinin kazan suyu sıcaklığı düştüğü zaman yanmasını, önceden belirlenmiş bir sıcaklığın üzerine üstüne çıktığı zaman sönmesini sağlar.
- Termosifon, şofben ya da fırın sıcaklığının belirli bir değer etrafında tutulması,
- Su basıncının hidrofor sistemleri ile ayarlanması,
- Depo sıvı seviyelerinin şamandıralı açma-kapama vanaları ile kontrolü benzer uygulamalardır.



Kontrol Sistemlerinin Kullanıldığı Alanlar

- Üretilen ürünlerin kalite kontrolünde
- Uzay teknolojilerinde
- Savunma
- Montaj hatlarında
- Tarımda
- Ulaşım
- **Yapılarda**



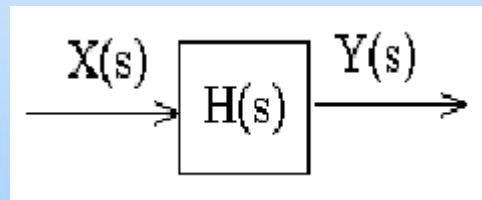
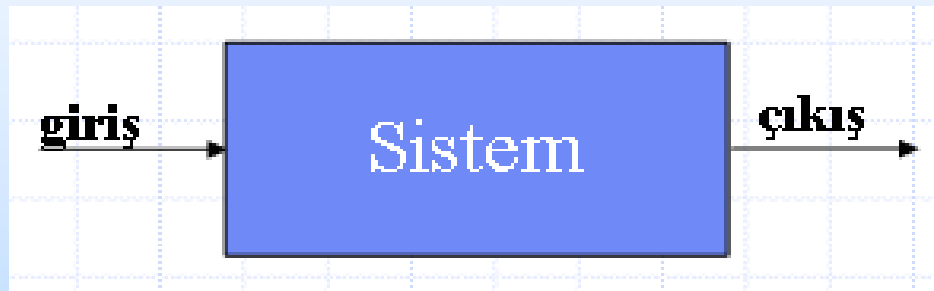
Yapılarda Otomatik Kontrol

- Güvenlik
- Isıtma - soğutma
- Havalandırma
- Kullanım su hatları
- Atık su
- Yangın
- Aydınlatma
- Yüzme havuzları
- Sıvı ve gaz depoları



Otomatik Kontrol

Sistem; Bir amacı gerçekleştirmek için beraber hareket eden etkileşimli elemanlar topluluğuna sistem denir.



$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$



İşaret; Sistem elemanlarının ve sistemlerin birbirleriyle etkileşmesini sağlayan her türlü ölçülebilir büyüklüktür.

Kontrol; İncelenen davranışların belirli istenen değerler etrafında tutulması veya istenen değişimleri göstermesi için yapılanlar kontrol işlemlerini tanımlar.

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

Depo sıvı seviyesinin kontrolü, fırın sıcaklığının kontrolü, hız kontrolü, basınç kontrolü, sıcaklık kontrolü, nem kontrolü, akış hızı kontrolü yoğunluk kontrolü vb.



Girişler; Bir sisteme, o sistemin dışından uygulanan, diğer değişkenlerden bağımsız olarak değişebilen ve sistemin davranışını etkileyen değişkenlere sistemin girişleri denir.

Çıkışlar; Bir sistemin davranışını belirleyen değişkenler arasında tasarım ya da gözlem açısından en belirleyici olanlarına, sistemin çıkışları denir. Çıkışlar, genelde ölçülebilir değişkenler olup, girişlerle çıkışlar arasında bir sebep sonuç ilişkisi vardır.

Kumanda; Bir sistemin girişleri arasında, istendiği gibi değiştirilebilen (kumanda edilebilen) ve sistemin çıkışlarını en çok etkileyen girişlere kumanda denir.



Bozucular; Bir sistemin girişleri arasında kumanda edilemeyen ve değişimi önceden kestirilemeyen girişlere bozucular denir. Bozucu, sistemin çıkış değerini kötü yönde etkilemeye çalışan bir sinyaldir. Eğer bozucu, sistem içerisinden üretilirse dahilidir. Dış bozucu ise sistem dışında üretilen bir giriştir.

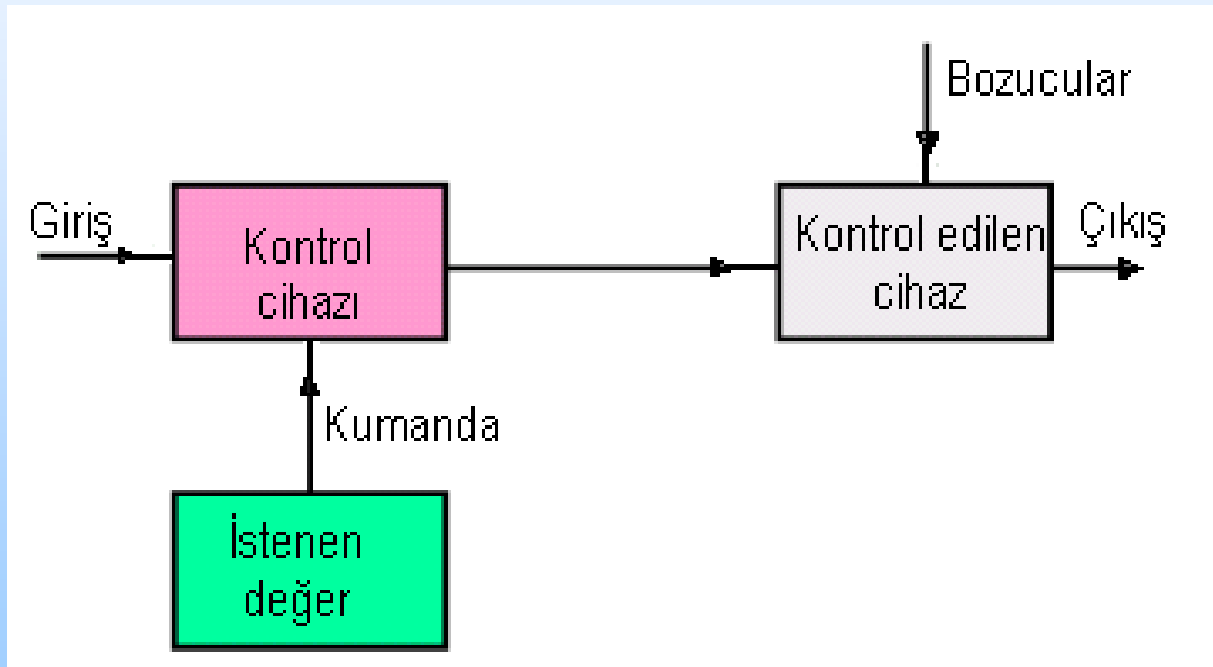
Kontrol sistemi; Bir sistemin genel olarak davranışını ve çıkışlarını, bozucu değişkenlerin etkisine rağmen, istenen değerlere yöneltmek için gerekli kontrol işlemlerini gerçekleştirmek üzere o sistem etrafında kurulan sisteme kontrol sistemi denir.

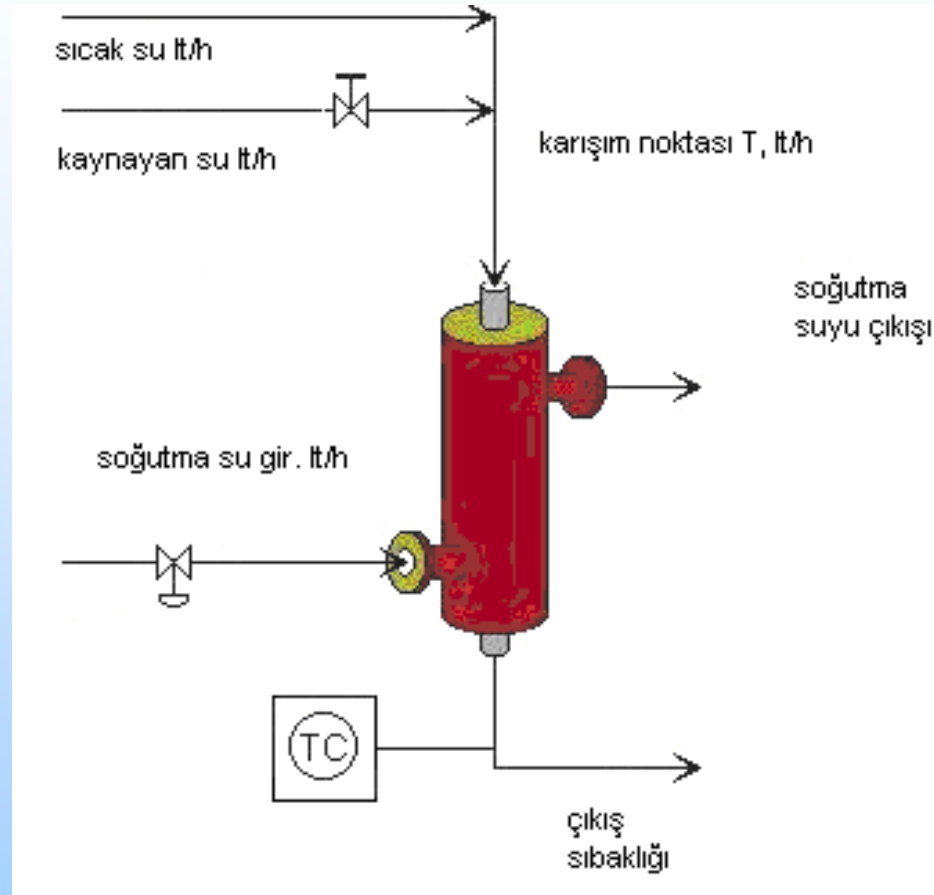
Kontrol sistemi, kontrol edilmek istenen sistemle bir bütün oluşturur.



Açık Çevrimli Kontrol

Bir kontrol çevriminde kontrol ve kumanda, sistemin çıkışları fiziksel (organik) bir bağlantı ile belirlenmiyorsa, kontrol çevrimi “ **Açıktır**” denir.



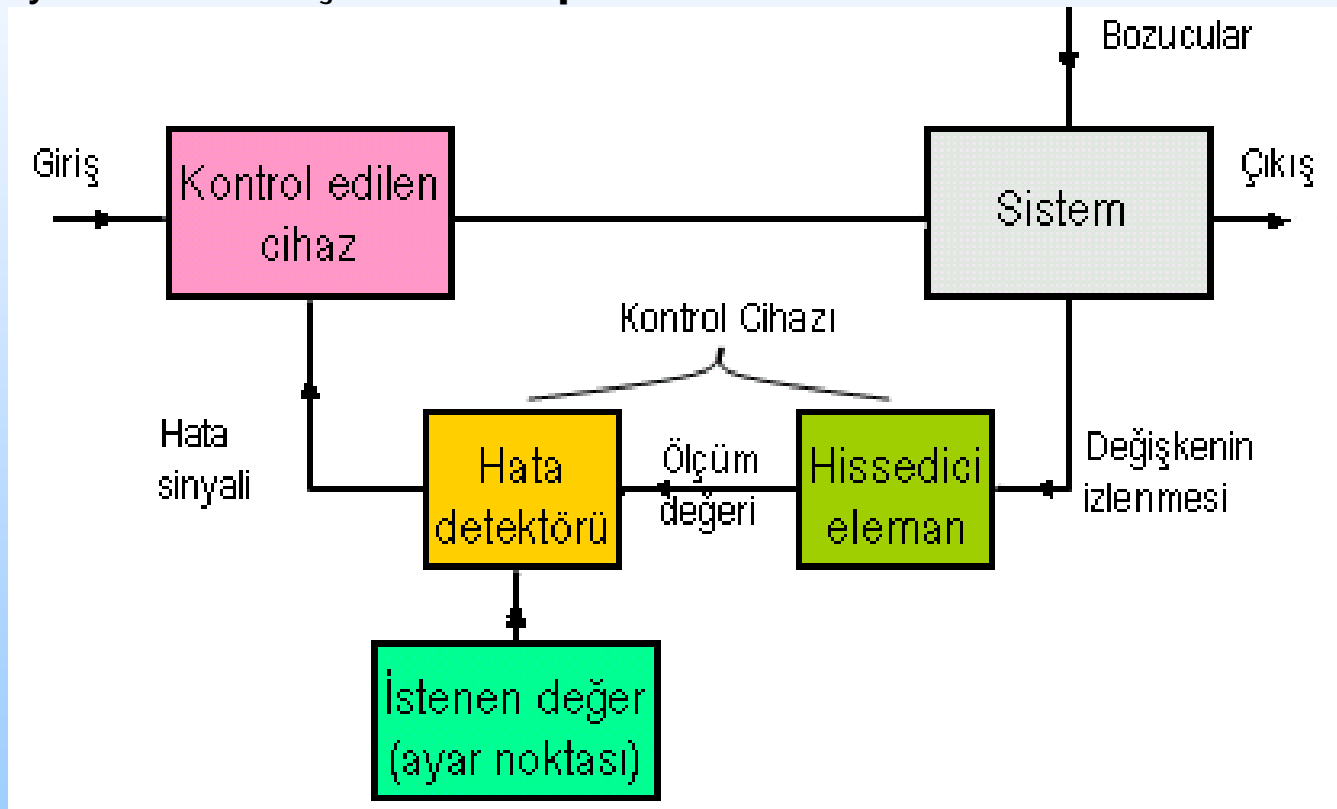


Açık çevrimli su soğutma düzeneği



Kapalı Çevrimli veya Geri Beslemeli Kontrol

Kontrol ve kumanda, sistemin çıkış değerlerine doğrudan bağımlı olarak belirleniyorsa kontrol çevrimi “**kapalıdır**” denir.





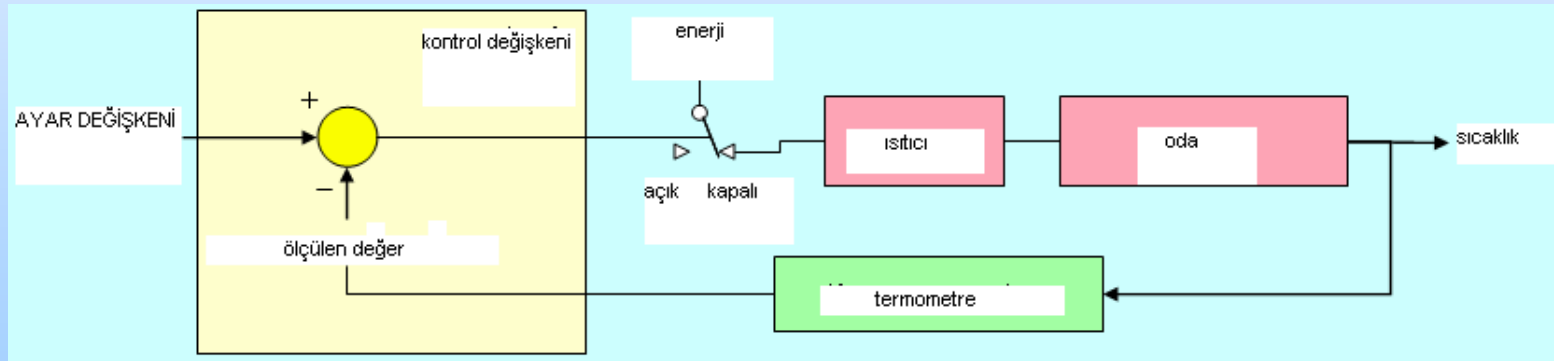
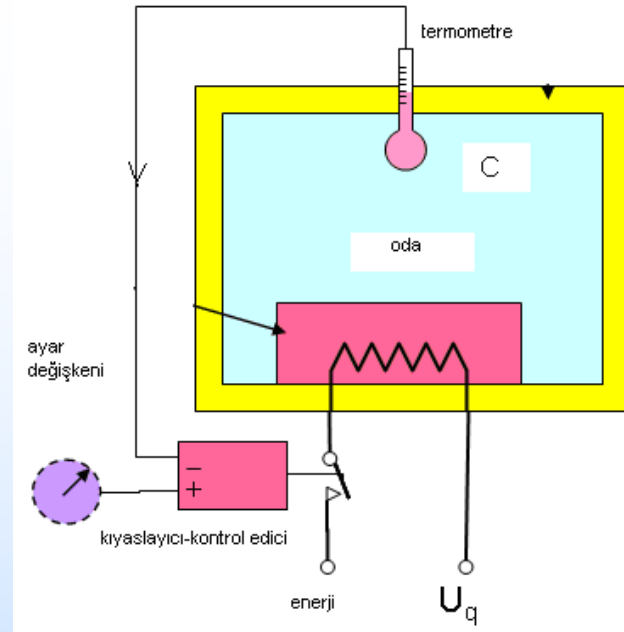
Geri Beslemeli Kontrol

Düzeneklerine Örnekler

- Oda sıcaklığına bağlı ısıtma yada soğutma düzeneği,
- Su sıcaklığına bağlı kullanım suyu ısıtma düzeneği,
- Basınç ölçümüne bağlı pompalama düzeneği,
- Yağmur şiddetine bağlı silecek düzeneği,
- Güneş açısına bağlı açısal dönüş yapan kolektörler,
- Gün ışık şiddetine bağlı çalışan aydınlatma araçlarıdır.



Oda sıcaklığına bağlı ısıtıcı denetimi



Denetim süreci kapalı çevrimi



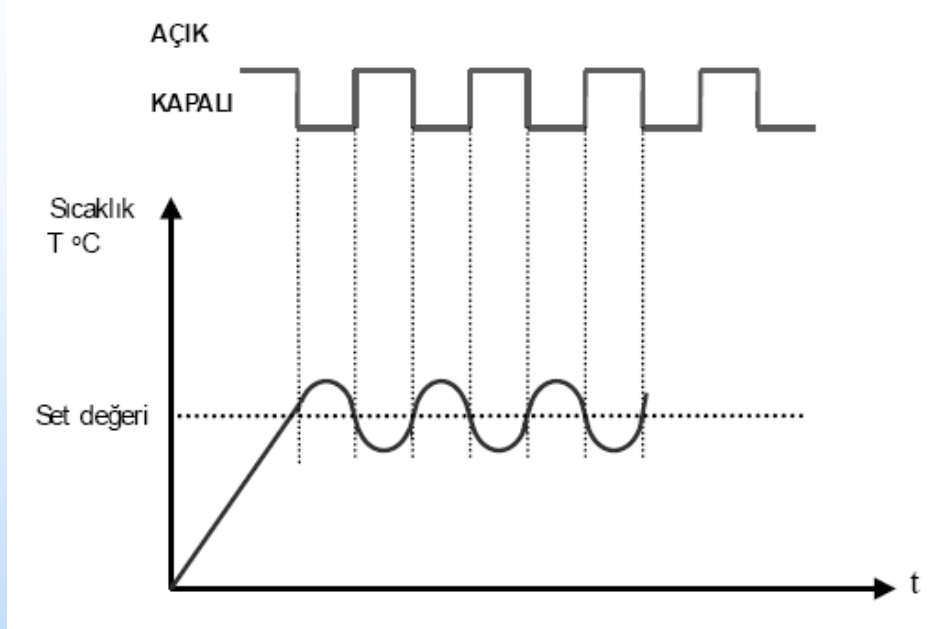
Otomatik Kontrol Türleri

- Otomatik kontrol sisteminde blok diyagram üzerindeki kontrol elemanı, sistemin herhangi bir çıkış değişkeni üzerinde istenilen set değeri etrafında çalışması gereken bir duyarlılıkla sistemi kontrol eder.
- Çıkış büyüklüğüne, duyarlılığa ve konuma göre çeşitli kontrol sistemleri geliştirilmiştir.

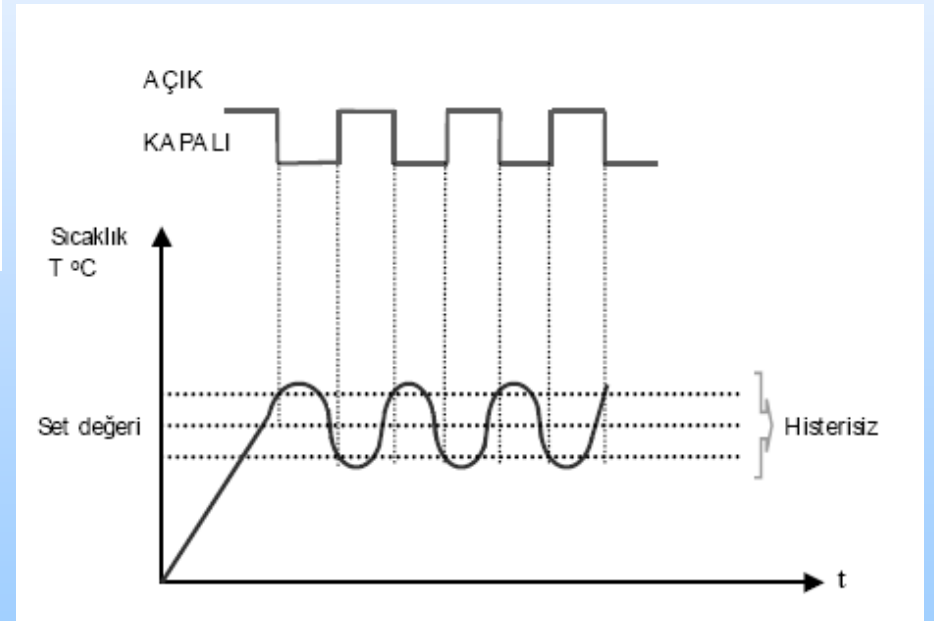


Aç – Kapat (on - off) Kontrol

- Açık - kapalı kontrol cihazı set değeri üstünde veya altında ayar değişkenini açar veya kapat. Kontrol cihazının çıkışı iki konumludur; ya tamamen açık, ya da tamamen kapalıdır.
- Örneğin ayar değişkeni elektrik enerjisi olan sistemde kontrol cihazı, set değerinin altında elektrik enerjisini sisteme tamamen verir, set değerinin üstünde ise tamamen keser.
- Açık-kapalı kontrolda, kontrol altında tutulan değişken sürekli salınım halindedir. Set değerinin etrafında salınır. Ancak pratikte, endüstriyel sistemlerde bu tip ideal bir açık-kapalı kontrol sistemi kullanılmaz.



Sıcaklık zaman eğrisi

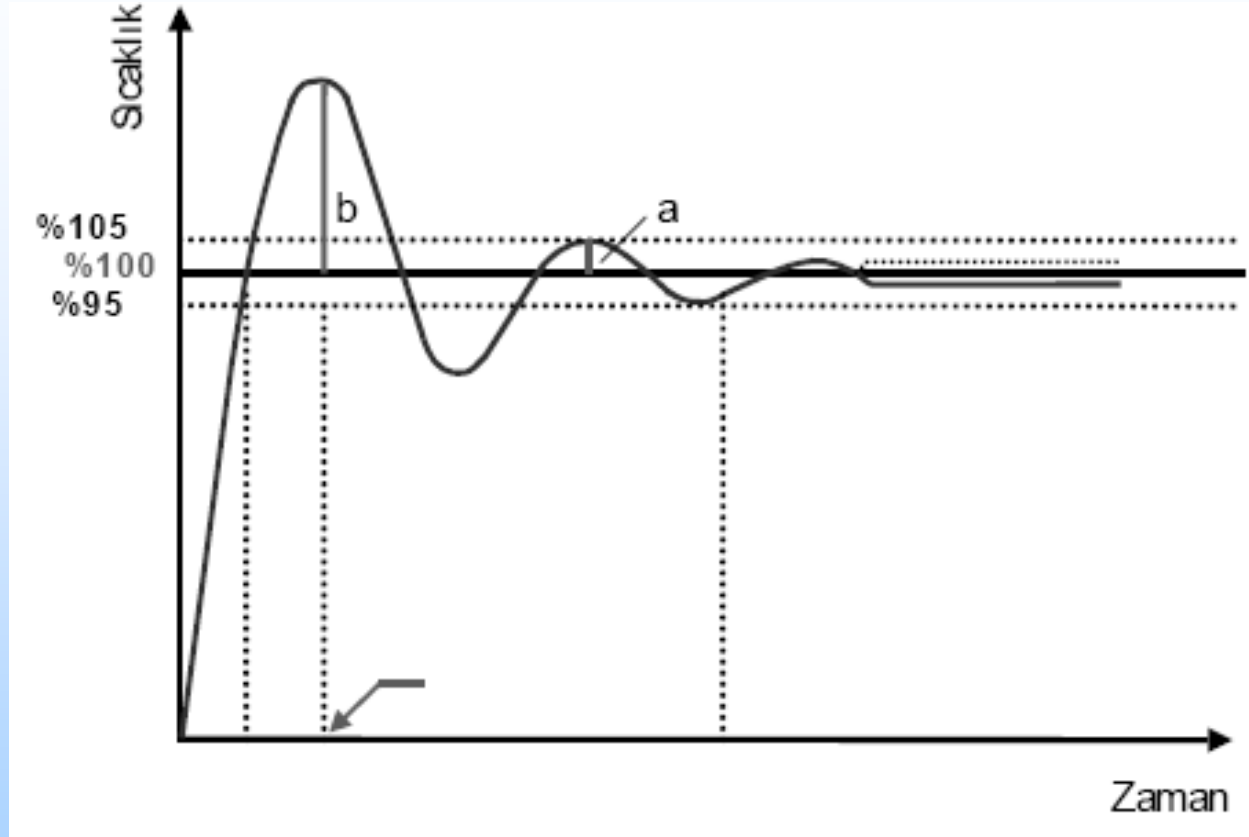


Kontrol eğrisi



Oransal Kontrol (Proportional P)

- Oransal kontrol, prosesin talep ettiği değeri sürekli olarak ayarlayarak verir
 - Elektrik enerjisi kullanılarak ısıtma yapılan bir proseste, oransal kontrol cihazı, prosesi set edilen sıcaklıkta tutabilecek kadar verir.
 - Enerjinin %0'dan %100'e kadar ayarlanabildiği, oransal kontrol yapılabilen sıcaklık aralığına **ORANSAL BAND** denir.
 - Genel olarak oransal band, cihazın tam skala (span) değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanır ve set değeri etrafında eşit olarak yayılır.
- Örneğin 1200°C'lik skalası olan bir cihazda %5'lik bir oransal band demek, $0.05 \times 1200^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$ 'lik bir sıcaklık aralığı demektir.

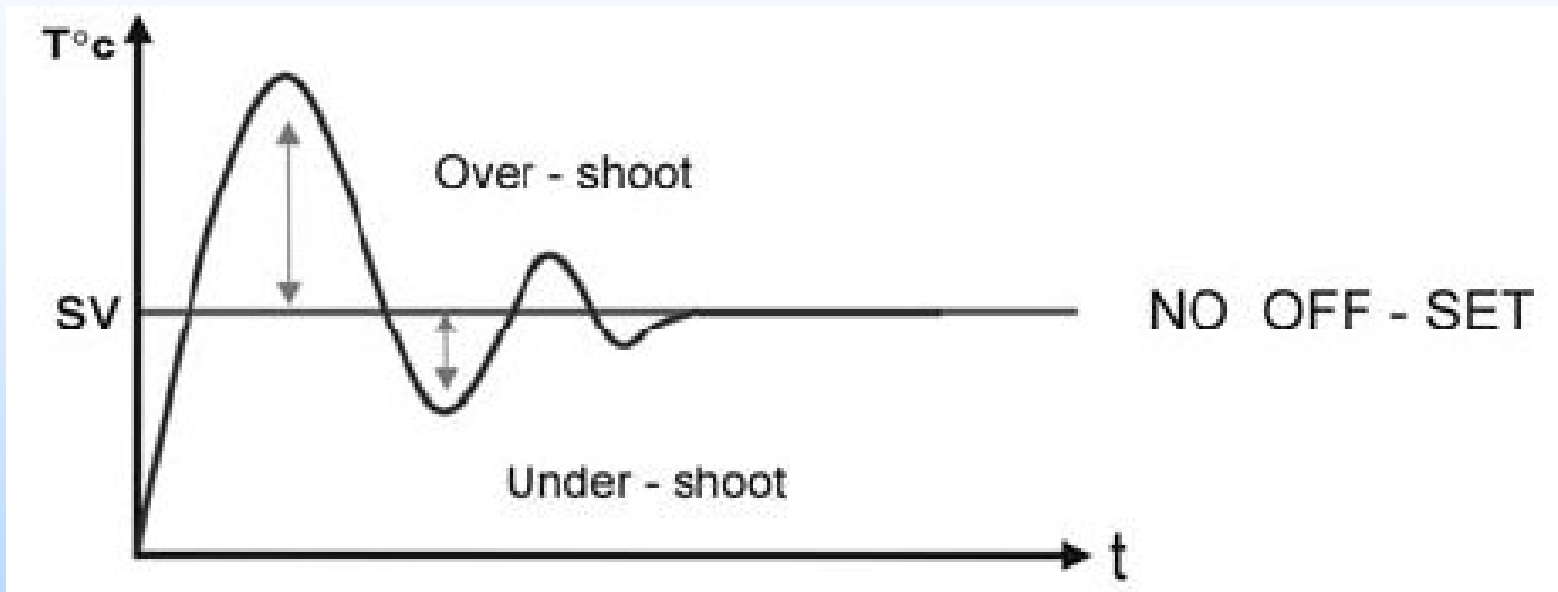


Kontrol eğrisi



Oransal + İntegral Kontrol (PI)

- Oransal kontrolda oluşan off-set, manuel veya otomatik olarak kaldırılabilir.
- Ölçülen değer ile set edilen değer arasında fark sinyalinin zamana göre integrali alınır.
- Bu integral değeri, fark değeri ile toplanır ve oransal band kaydırılmış olur. Bu şekilde proses sıcaklığı set değerine oturtulur, integratör devresi gerekli enerji değişikliğine 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 bazı değişiklikler olup, sıcaklık değerinden uzaklaşacak olursa tekrar fark sinyali oluşur ve integratör devresi düzeltici etkiyi gösterir.

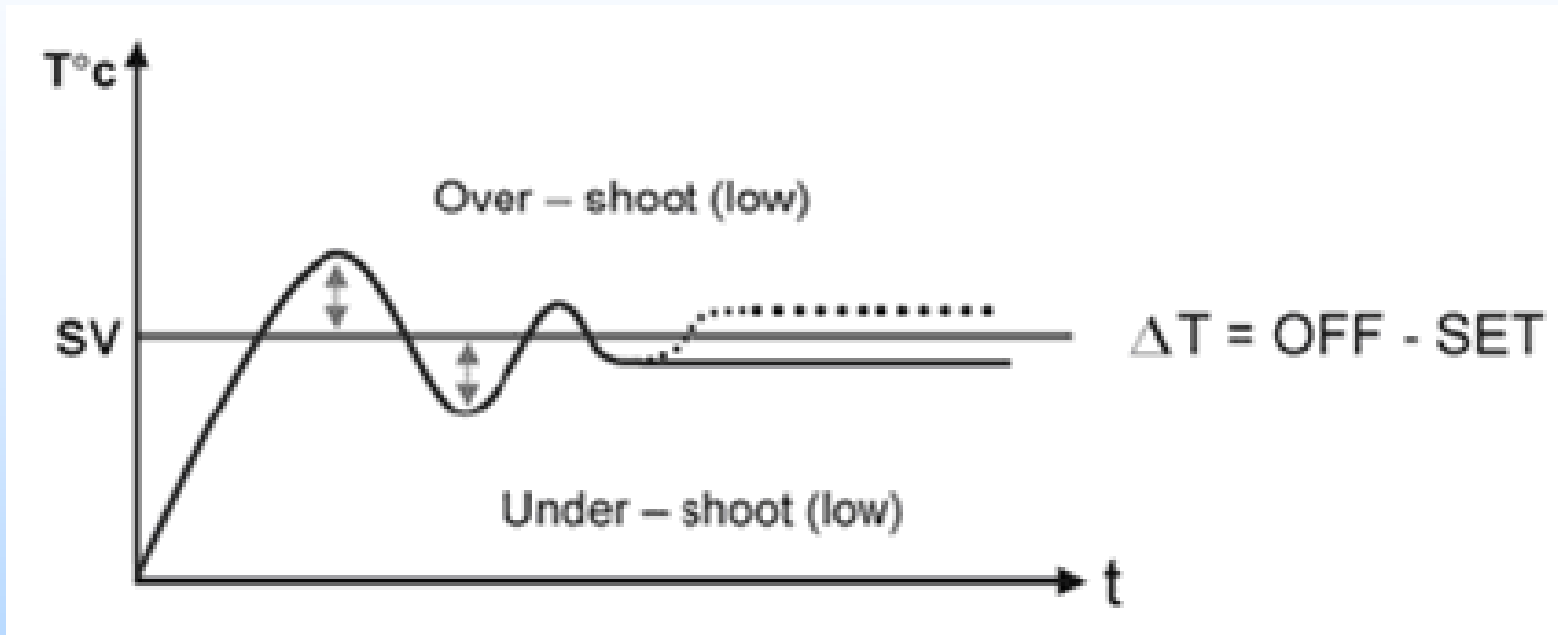


Kontrol eğrisi



Oransal + Türevsel Kontrol (PD)

- Oransal kontrolda oluşan off-set Oransal + Türevsel kontrol ile de kaldırılmaya çalışılabilir.
- Ancak türevsel etkinin asıl fonksiyonu overshoot – undershoot'ları azaltmaktır.
- Overshoot ve undershootlar azalırken bir miktar off-set kalabilir.
- Oransal + Türevsel kontrolda set değeri ile ölçülen değer arasındaki fark sinyali, elektronik türev devresine gider.
- Türevi alınan fark sinyali tekrar fark sinyali ile toplanır ve oransal devreden geçer. Bu şekilde düzeltme yapılmış olur.

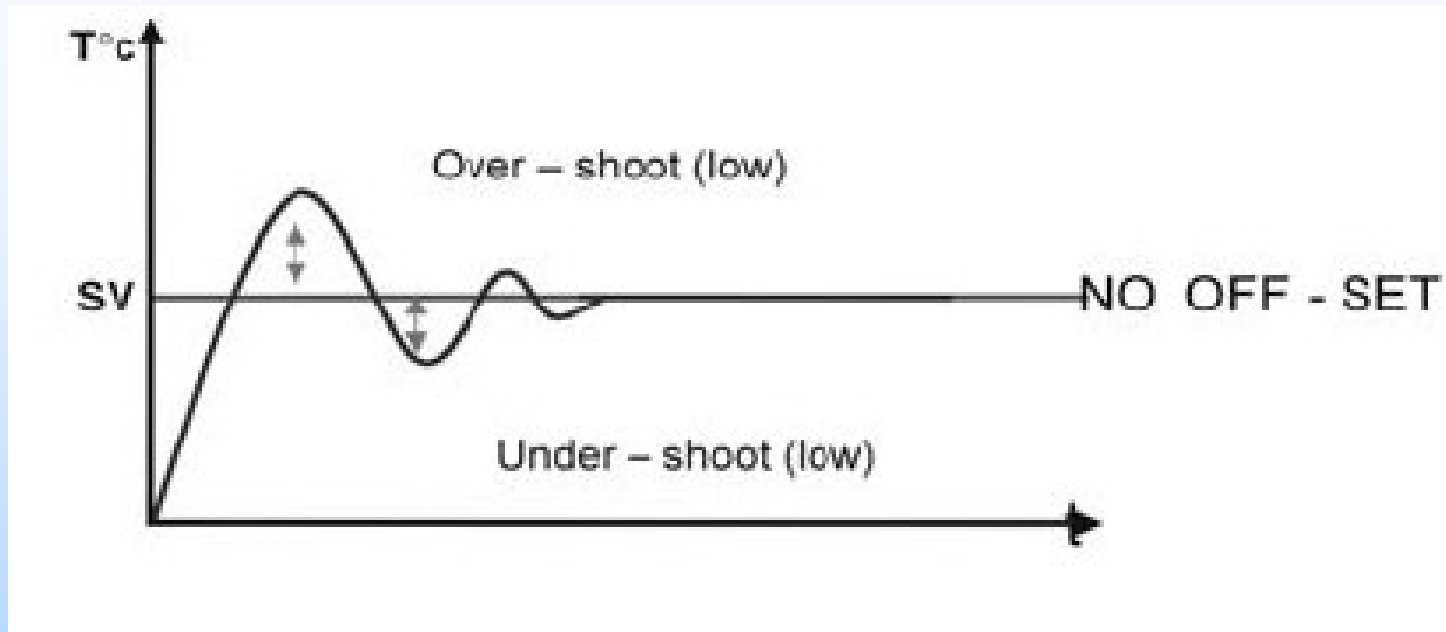


Kontrol eğrisi



Oransal + İntegral + Türevsel Kontrol (PID)

- Kontrolü güç, karmaşık sistemlerde oransal kontrol, Oransal+Türevsel, Oransal+İntegral kontrolün yeterli olmadığı proseslerde Oransal+integral+Türevsel kontrol tercih edilir.
- Oransal kontrolda oluşan off-set oransal+integral kontrol ile giderilir.
- Ancak, meydana gelen overshoot'lar bu kontrole türevsel etkinin de eklenmesi ile minimum seviyeye indirilir veya tamamen kaldırılır.

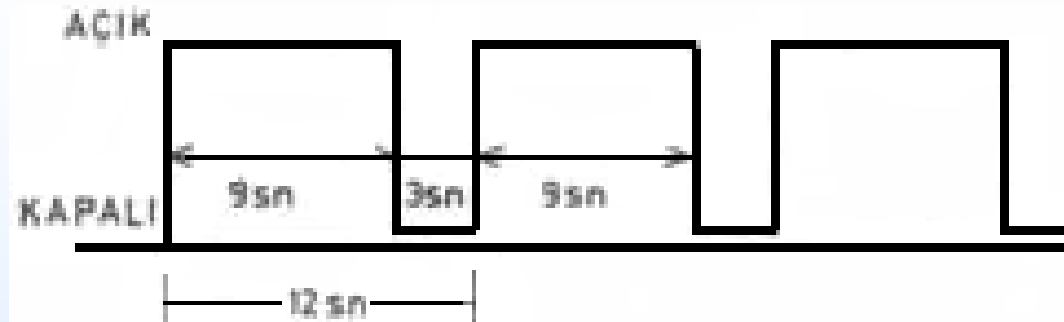


Kontrol eğrisi

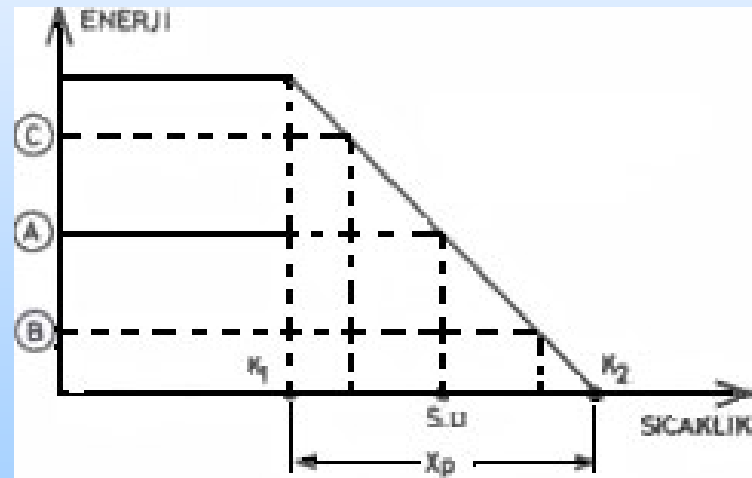


Zaman Oransal Kontrol (Time Proportional)

- Oransal kontrol formları içinde özellikle elektrik enerjisi ile çalışan sistemlerde en yaygın kullanılan kontrol formlarından olan zaman oransal kontrolda enerji yükü belli bir periyodun yüzdesi olarak verilir.
- Şekilde görüldüğü gibi 12 saniyelik bir periyod da sisteme 9 saniye enerji verilir, 3 saniye kesilir.
- Bunun anlamı sisteme 12 saniyelik periyodun %75'inde enerji veriliyor, %25'inde kesiliyor demektir.



Kontrol eğrisi



Zaman - Oransal kontrol yapısı



OTOMATİK KONTROL DUYARGALARI



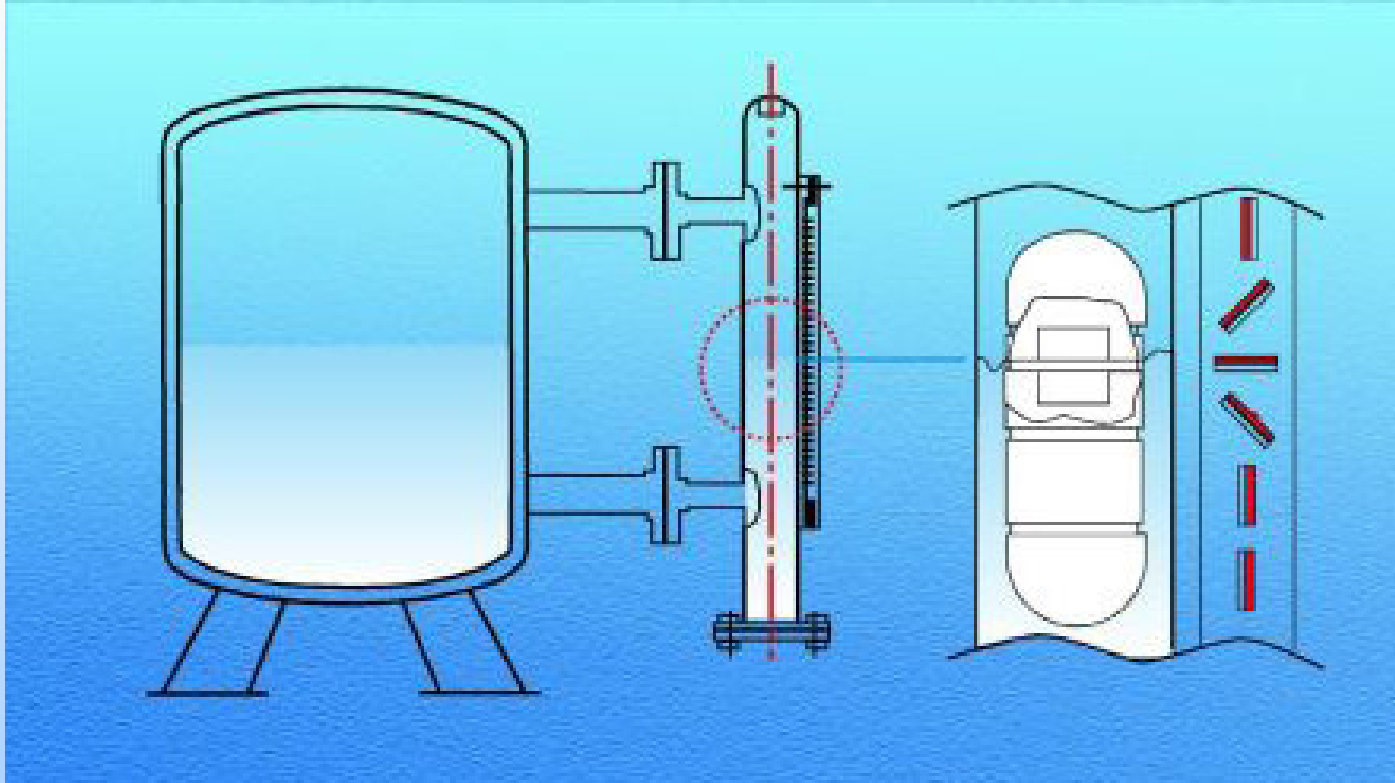
Otomatik Kontrol Duyargaları

Seviye Duyargaları



TEKNİK ÖZELLİKLER

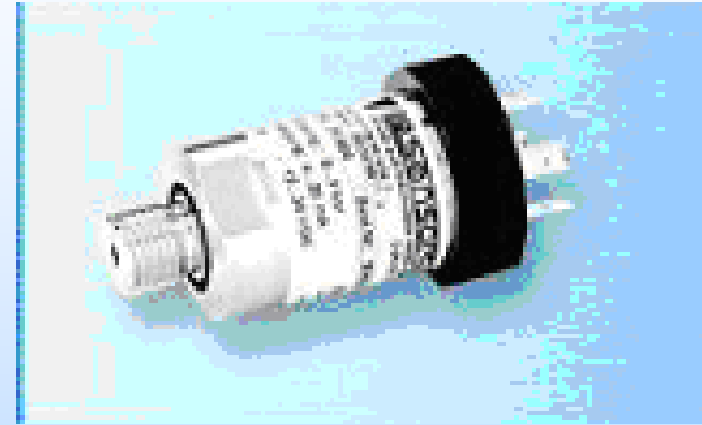
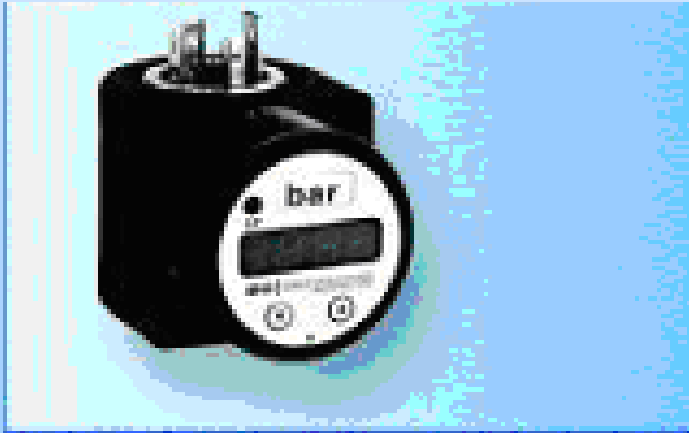
Uygulama	Katı	Katı	Sıvı	Sıvı	Sıvı
Fark Açısı	20°	20°	25°	120°	120°
Çalışma Sıcaklığı	70 °C	-20 / 70 °C	85 °C	85 °C	90 °C
Kablo Malzemesi	PVC	Hypalon	Neopen	Neopen	HR -HY-
Şamandıra Boyutları	ø 95-152 mm	ø 92-200 mm	ø 70-135 mm	ø 80-170 mm	ø 92 - 200 mm
Koruma Sınıfı	IP 68	IIC T- Class T6	IP 68	IP 68	IP 68
Çalışma Şekli	Doldurma veya Boşaltma	Doldurma veya Boşaltma	Doldurma veya Boşaltma	Doldurma veya Boşaltma	Doldurma veya Boşaltma
Şamandıra Ağırlığı	6 m Kablo 820 g (Ağırlık Dahil)	5 m Kablo 820 g	5 m Kablo	3 m Kablo	3 m Kablo



Manyetik seviye ölçer



Basınç Duyargaları



Ölçüm Aralığı	: 0-1.6 Bar'dan 250 Bar'a kadar
Vakum	: -1....0.6 Bar'dan -1....24 Bar'a kadar
Çıkış Sinyali	: 4-20 mA
Mekanik Bağlantı	: R 1/2" Kromle Paslanmaz Çelik
Hassasiyet / Sıcaklık	: +/- %1 fso / -25 ... + 125 °C
Oem, Hidrolik Pnömatik Uygulamalar için.	



Nem Duyargaları



Çalışma Sahası : %0 - 95 RH ; 0 - 50 °C
Çıkış: 0 - 10 V, 4 - 20 mA

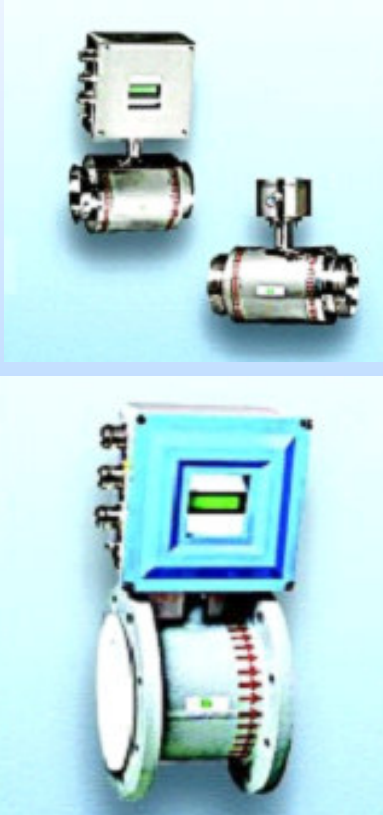


Çalışma Sahası : 0 - 100% RH ; (-40) - 60 °C
Çıkış: 0 - 1/5/10 V, 4 - 20 mA



Akış Duyargaları

Debimetreler

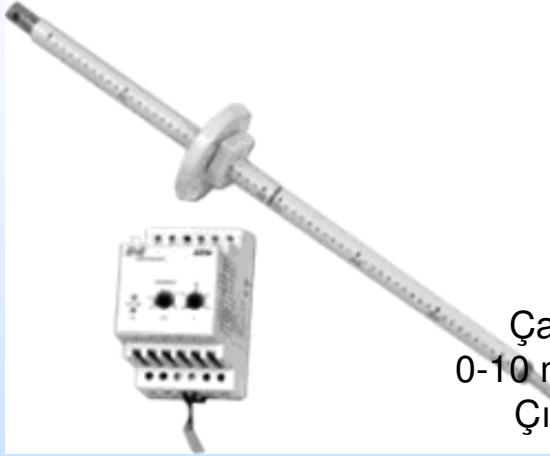


Termal Kütlesel Debimetreler





Hava Hız Duyargası



Çalışma Sahası : 0-2 m/s
0-10 m/s 0-40 m/s ; (-40)-120 °C
Çıkış: 0 -10 V, 4 - 20 mA



Çalışma Sahası : 0-2 m/s
0-10 m/s 0-20 m/s ; 0-50 °C
Çıkış: 0 -10 V, 4 - 20 mA

CO₂ Duyargası



Kanal tipi
0 - 2000/5000 ppm



Sıcaklık Duyargaları



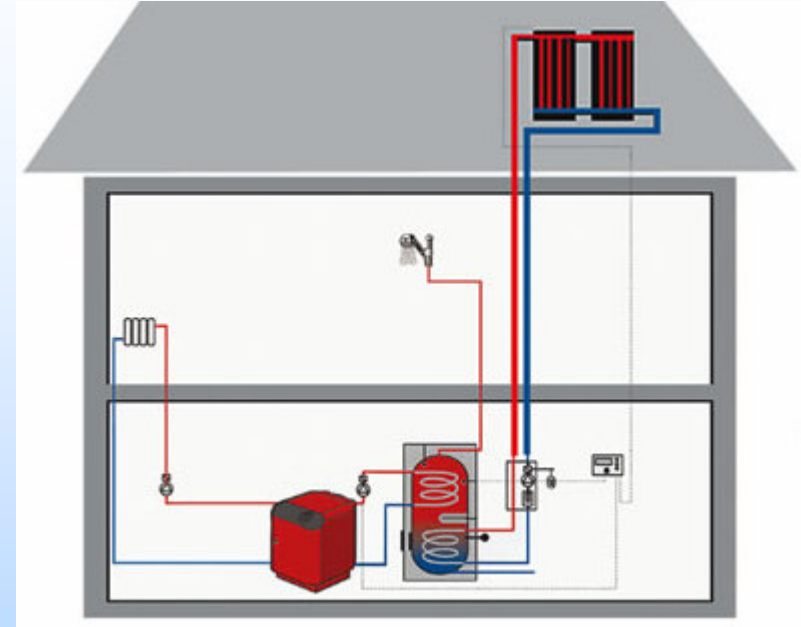
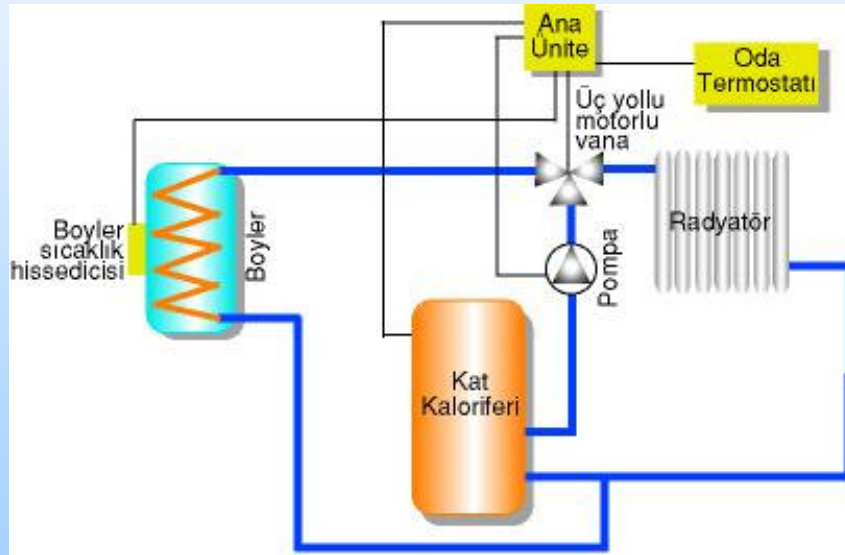
Termocouple



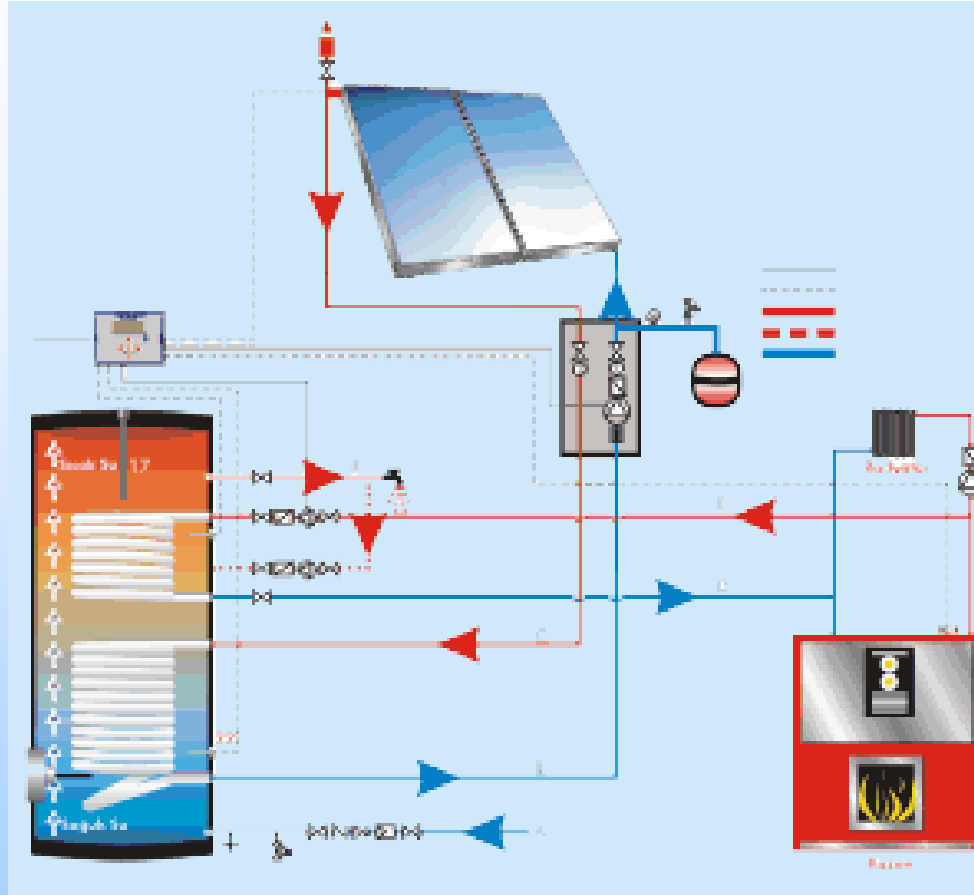
MEKANİK TESİSATLARDA OTOMASYON



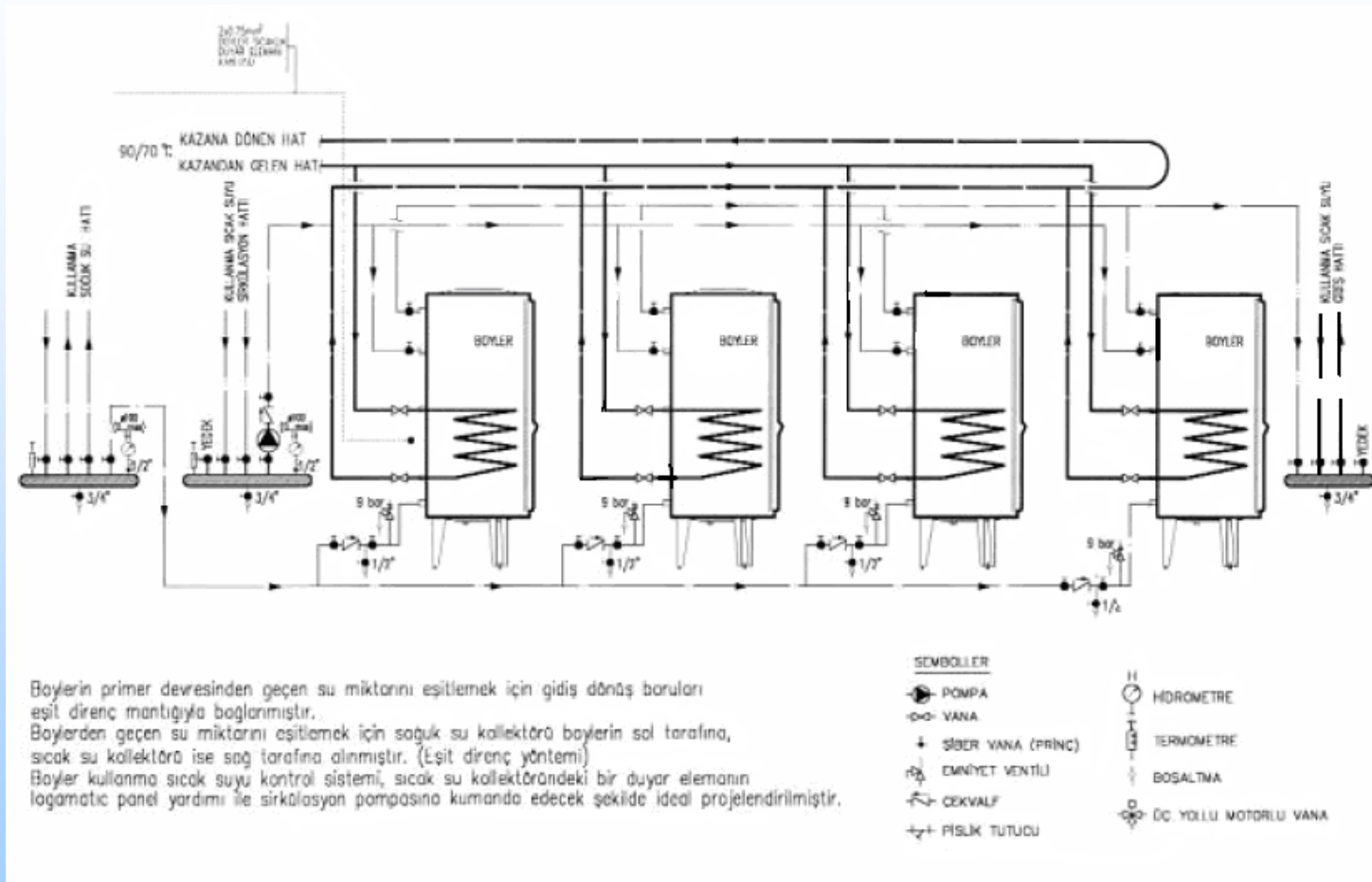
Kullanım Sıcak Su Tesisatı (Boyler)



Boyler düzeneği



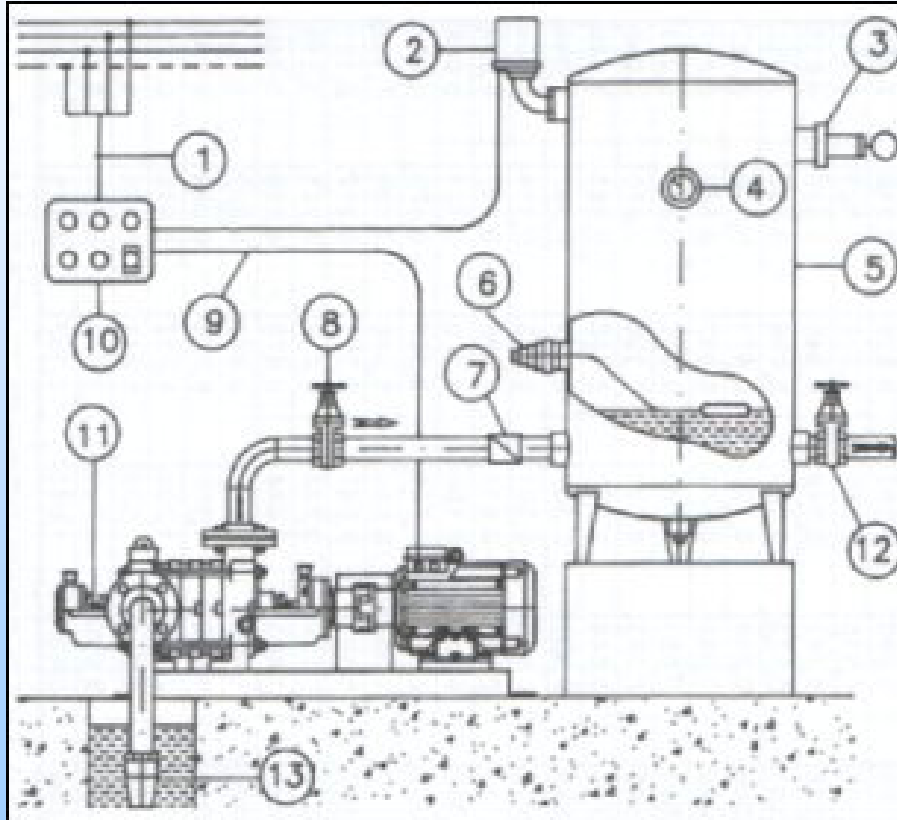
Güneş enerji destekli boyler düzeneği



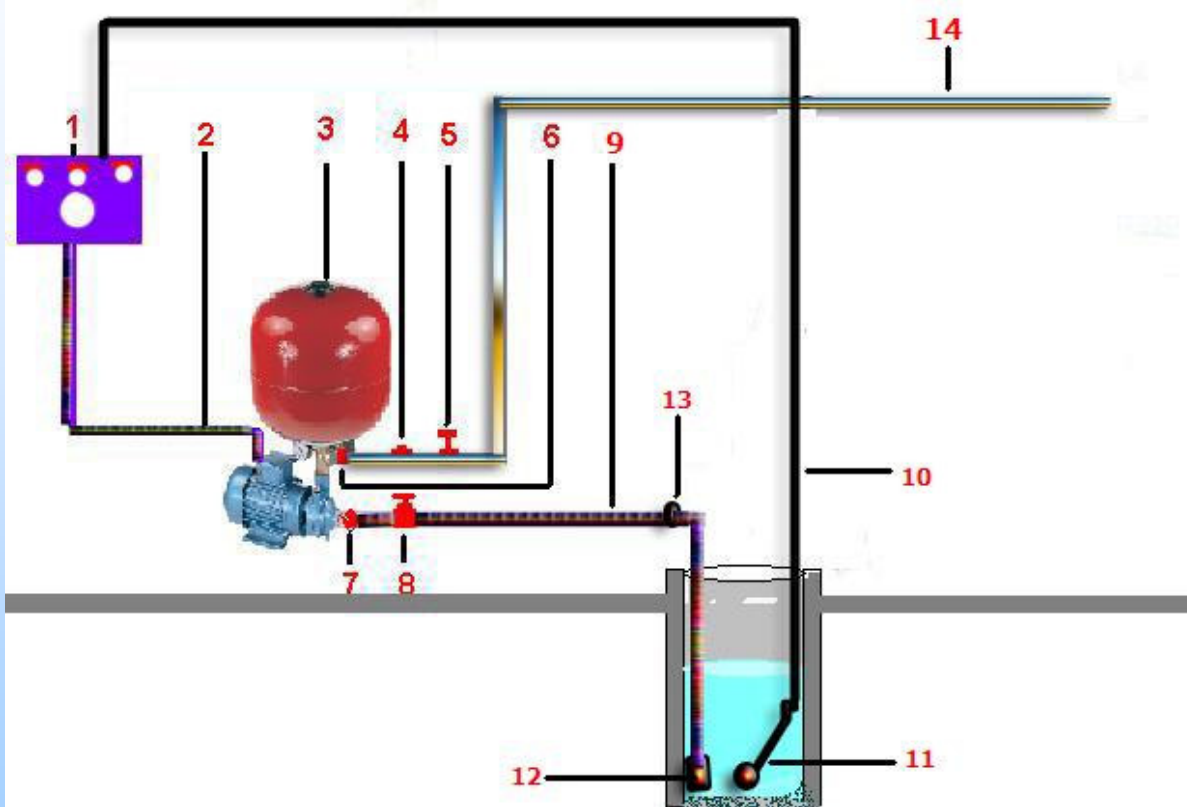
75



Hidrofor Sistemleri



- 1 Enerji giriş hattı
- 2 Basınç duyargası
- 3 Emniyet ventili
- 4 Gözetleme
- 5 Tank
- 6 Seviye duyargası
- 7 Tek yönlü valf
- 8 Ana giriş kesme vanası
- 9 Pompa motoru enerji hattı
- 10 Kumanda panosu
- 11 Pompa
- 12 Ana çıkış kesme vanası
- 13 Pompa emiş filtresi



- 1 Kumanda panosu
- 2 Pompa mot. en. bağ.
- 3 Emniyet valfi
- 4 Tek yönlü geçiş valfi
- 5 Kesme vanası
- 6 Emniyet valfi
- 7 Tek yönlü geçiş valfi
- 8 Kesme vanası
- 9 Emiş borusu
- 10 Seviye duyarga hattı
- 11 Seviye duyargası
- 12 Filtre
- 13 Pislik tutucu

Paket Hidrofor Sistemi

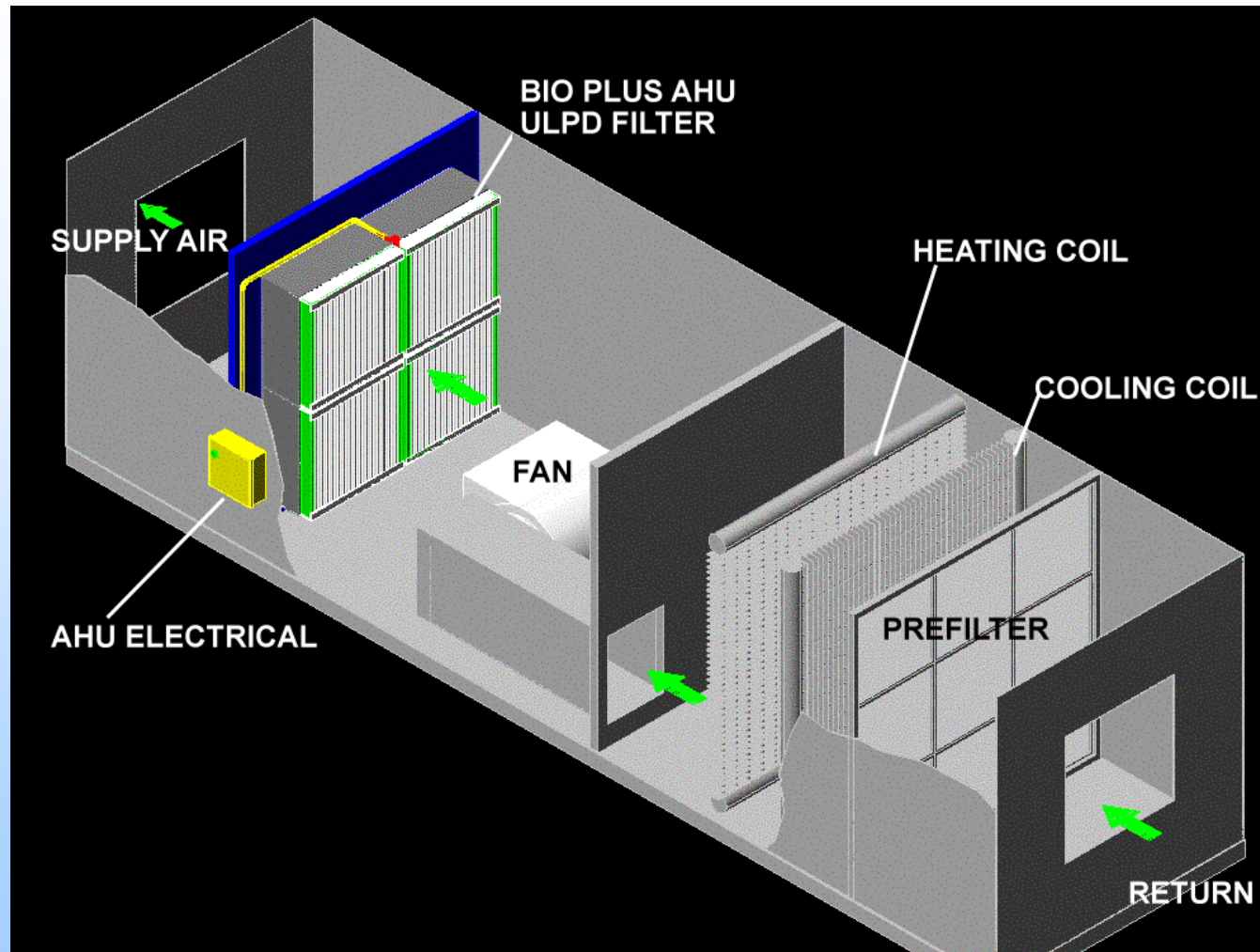


Isıtma, Soğutma ve Klima Tesisatı

HVAC [Heating, Vantilating, Air Conditioning]



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

Sensörler: Sıcaklık, basınç, nem, su akış sensörleri

Valfler: Tek yollu , iki yollu veya denge valfleri, üç yollu karıştırma veya ayırıştırma valfleri

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



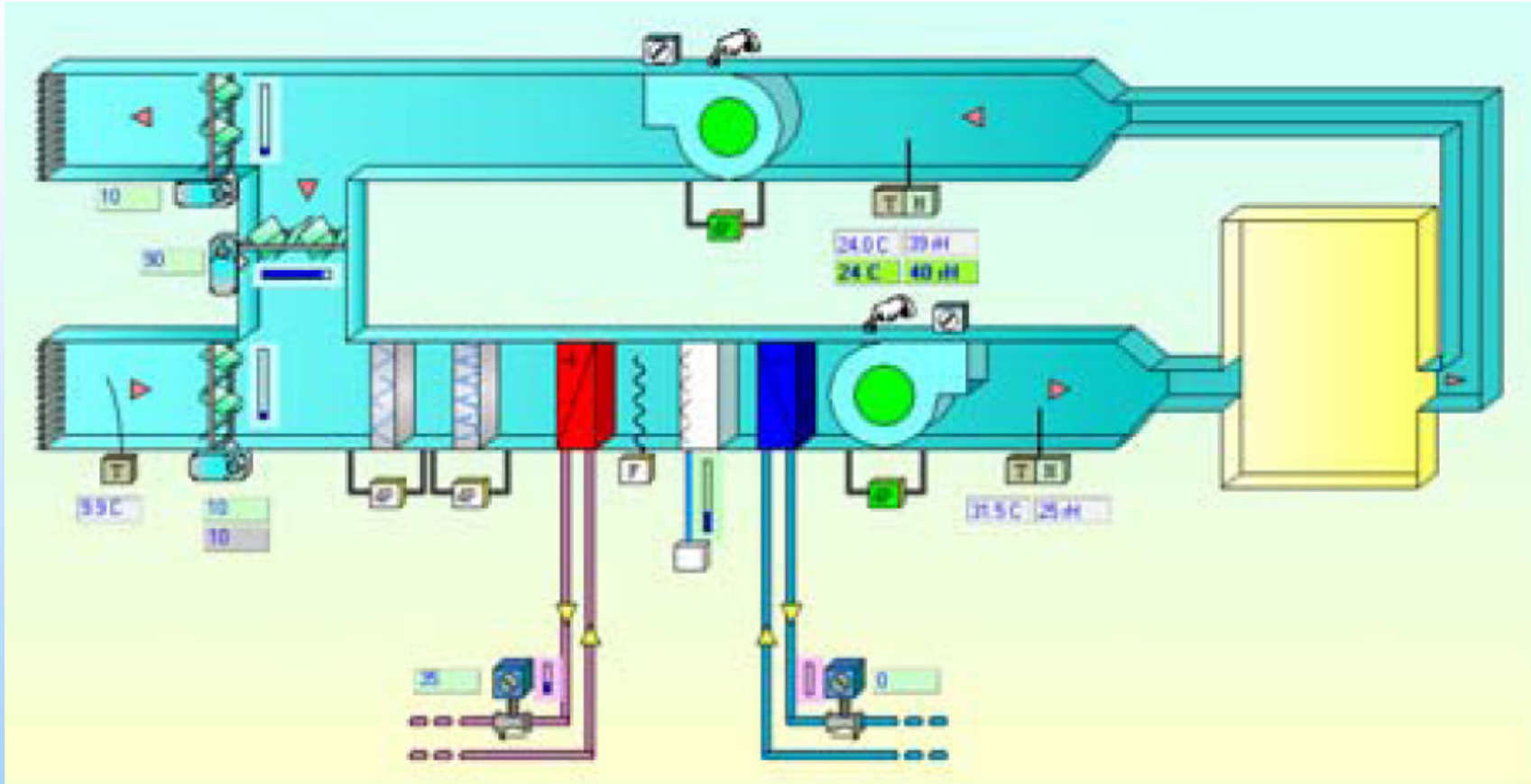
Yardımcı Kontrol Elemanları

- **Transformatör(Dönüştürücü);** Sistem için gerekli voltajı sağlamak için kullanılır.
- **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
- **Potansiyometre;** Elle orantılı kontrol aletlerinin ayarlanması veya elektronik kontrollerde ayar noktasının uzaktan ayarlanması amacıyla kullanılırlar.
- **Elle kumanda edilen şalterler;** İki pozisyonlu veya çok pozisyonlu tip olarak yapılırlar. Tekli veya çoklu kutupların çalışması için kullanılırlar.
- **Yardımcı Şalterler;** Valf ve damperlerin ardışık bir şekilde çalışmalarını sağlamak için kullanılırlar.
- **Hava kompresörleri ve aksesuarları;** Kurutucu ve filtreleri kapsamaktadır. Bu elemanlar sayesinde havayı temizlemek ve kurutmak için gerekli basınç kaynağını sağlamak mümkündür.
- **Pnömatik elektrik röleleri;** Havayı basınçlandırmak veya elektrik devresini kesmek için kullanılırlar.



HVAC Alt-Sistem Kontrolleri

- Koşullandırılması yapılacak bina ya da proses için tasarlanan 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.



Havalandırma kanalı



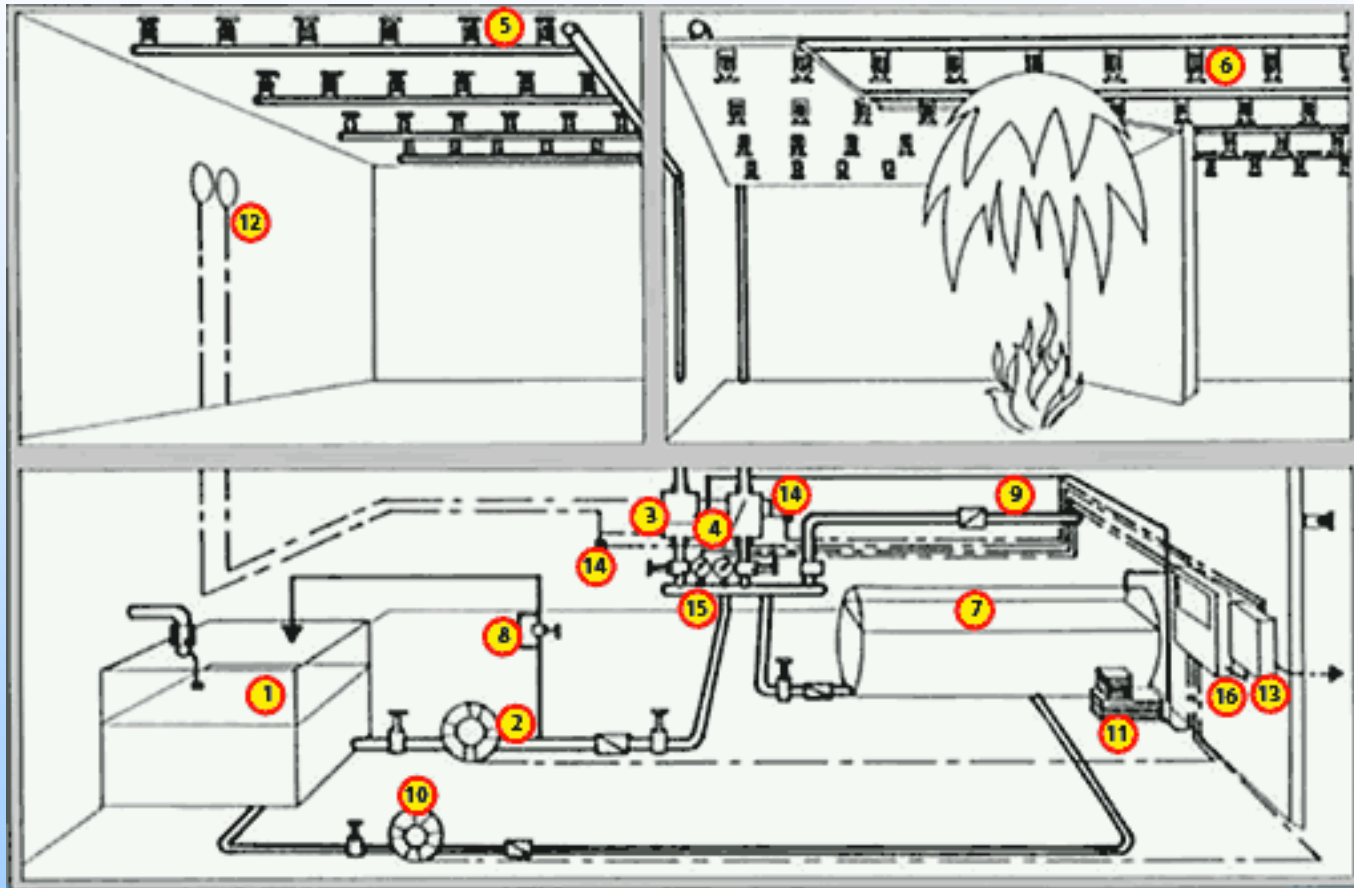
- **Fan Kontrolü**
- **Sabit Debi Kontrolü**
- **Kanal Statik Kontrolü**
- **Dönüş Fan Kontrolü**
- **Dış Hava Miktarı Kontrolü**
- **Entalpi Ekonomizer Kontrolü**
- **Gece Soğutması Kontrolü**
- **Isıtma Serpantini Kontrolü**
- **Soğutma Serpantini Kontrolü**
- **Nem Alma Kontrolü**
- **Nemlendirme Kontrolü**



Yangın



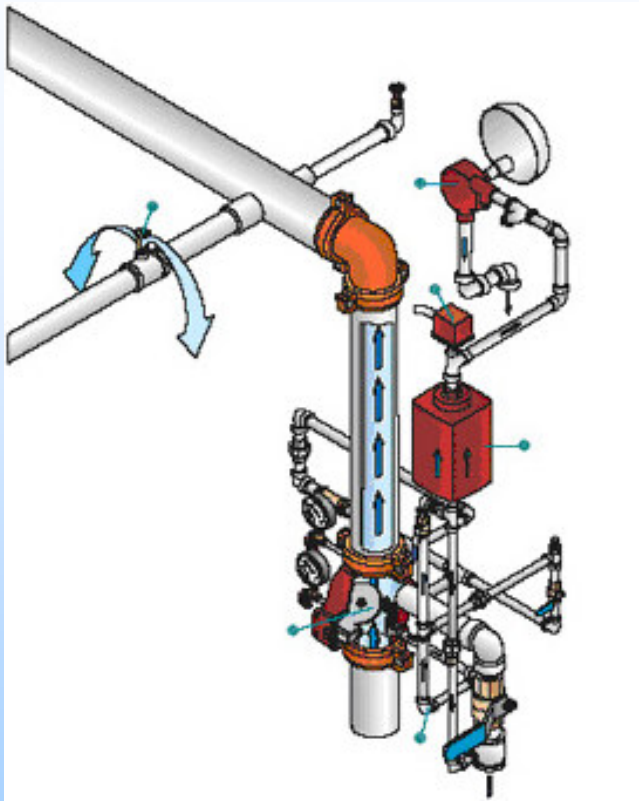




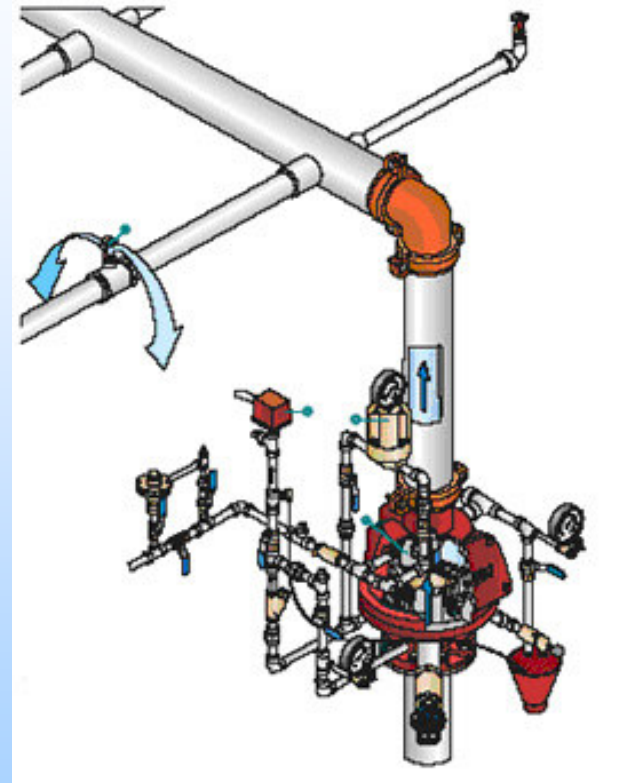
Sprinkler sistemi



Sprinkler



Islak borulu sprinkler hattı



Kuru borulu sprinkler hattı

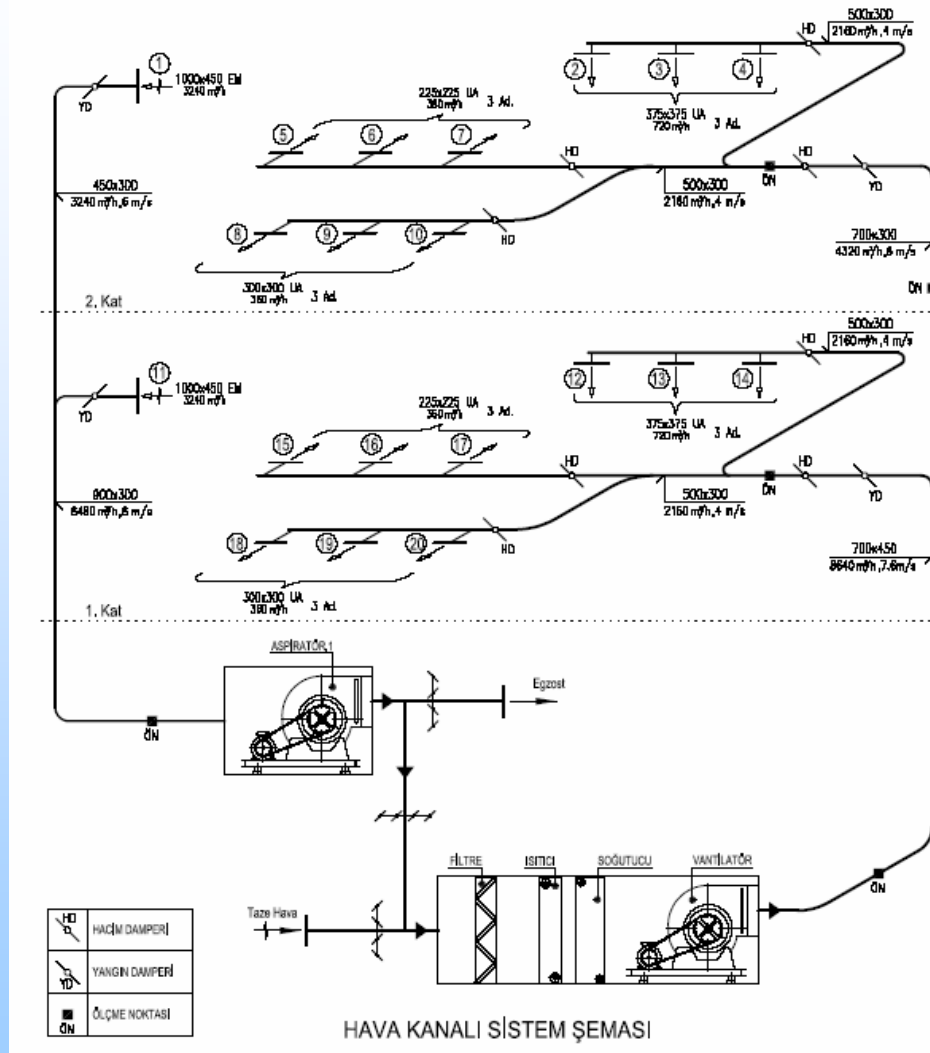


Sprinkler tesisat bağlantıları



Havalandırma

- Çok katlı ofis binalarında, alışveriş merkezlerinde, üniversitelerde, hastanelerde tesis edilen havalandırma, kanalı girişindeki statik basıncı sabit tutmak ve havalandırılan hacim içinde pozitif statik basınç yakalamak üzere giriş ve çıkış fan debilerinin kontrol edilmesi temeline dayanır.
- Fan kapasitesinin değiştirilmesinde giriş damperleri, çıkış damperleri ve giriş yönlendirme vanaları (GYV) kullanılmaktadır.
- Bunlar hava kanalları girişinde direnç yaratmak ya da fanın verimliliğini düşürme prensibine göre çalışırlar.
- Giriş ve dönüş fanlarına ait damper ve GYV'ler kendi kontrolörleri tarafından ayarlanırlar.





- Kontrolörler fan çıkışı hava kanalındaki statik basıncı sabit tutmak ve havalandırılan hacmin minimum giriş ve çıkışındaki hava akışları arasındaki farkı sabit tutarak binanın basınçlandırılmasını kontrol altında tutmak üzere çalışırlar.
- Frekans konvertörü sistemin karmaşıklığını azaltır, kontrolünü kolaylaştırır ve enerji tasarrufu sağlar.
- Damperler ile suni basınç düşümü yaratmak, GYV'ler ile fanın verimliliğini düşürmek yerine, konvertör fanın hızını ve kapasitesini direkt olarak kontrol eder.

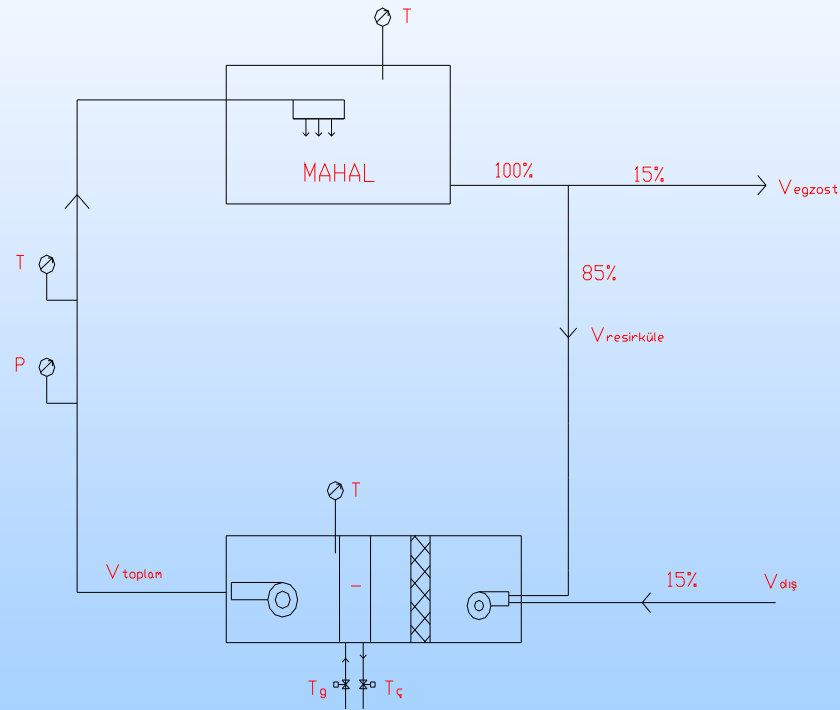


BİNA OTOMASYONU



Örnek Çalışma

Isıtma soğutma havalandırma sisteminin bina otomasyonuna uyarlanması için kontrol algoritmasının çıkarılması



Birim klima santralinin şematik gösterimi



Amaç

- Klima santrallerinde şartlandırılan havanın yada sadece taze havanın kullanıcı tarafından seçilen konfor değerine bağlı olarak mahale iletilmesi ve minimum enerji sarfiyatı.
- Soğutma yükü, toplam hava gereksinimi, taze hava gereksinimi, basınç kayıpları ve havalandırma kanal tasarımı yapılmış olan otelin klima santrali sadece yaz kliması ve havalandırma olarak işlem görmektedir ve her bir santral aynı elemanları içermektedir.



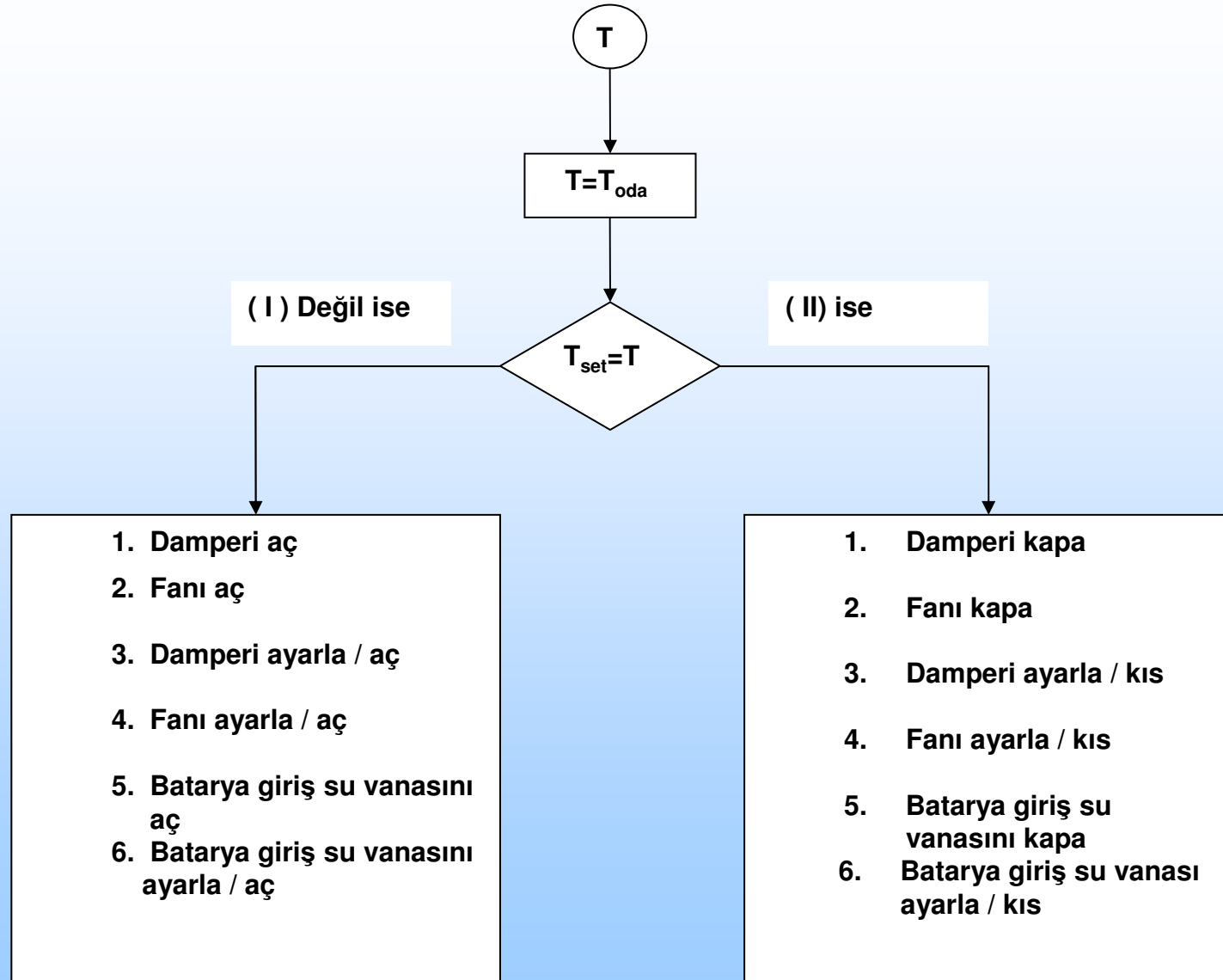
Mahalden klima santraline otomatik kontrolü gerektirecek ve kontrolü etkileyecek değişkenler belirlenmiş ve aşağıda çizelgede gösterilmiştir.

Klima sisteminin otomatik kontrolü için değişkenler ve adetleri

Değişkenler	Adet
Oda Sıcaklığı - Termometre	1
Oda Hava Damperi – Konum Ayarı	1
Dış Hava Sıcaklığı- Termometre	1
Vantilatör - Aspiratör	1
Soğutucu Serpantin	1



Otomatik Kontrol Senaryosu





Kontrol Senaryosu Temel Kabulleri

1. Ana kontrol değişkeni sıcaklık mahalde bulunan ayarlama birimi üzerinden kullanıcı tarafından yapılır / ayarlanır.
2. Mahal sıcaklığı; oda hava damperinin konumuna, besleme fanı debisine, soğutucu batarya giriş suyu sıcaklığına ve debisine bağlı olarak değişmesi tasarlanmıştır.



Bu kabullere göre;

I. Durum (değilse olasılığı için) istenilen mahal sıcaklığına ulaşabilmek için;

- Oda hava damper konumu yükseltilerek (açıklığı artırılarak) mahale fazla hava göndermek suretiyle mahal sıcaklığı değiştirilir.
- Birim damper konumunun açılması ile kanaldaki basınç düşüşü izin verilen toleranslar dışında (hissedilebilir aralık) ise besleme fanı bir üst çalışma devrine yükselir.
- Soğutucu batarya üzerinden geçen havanın sıcaklığı birim damperin / fanın kısılması ile yükseliyor ise (hissedilen değerler) yük arttığından, soğutucu serpantin giriş su vanası oransal olarak açılır.

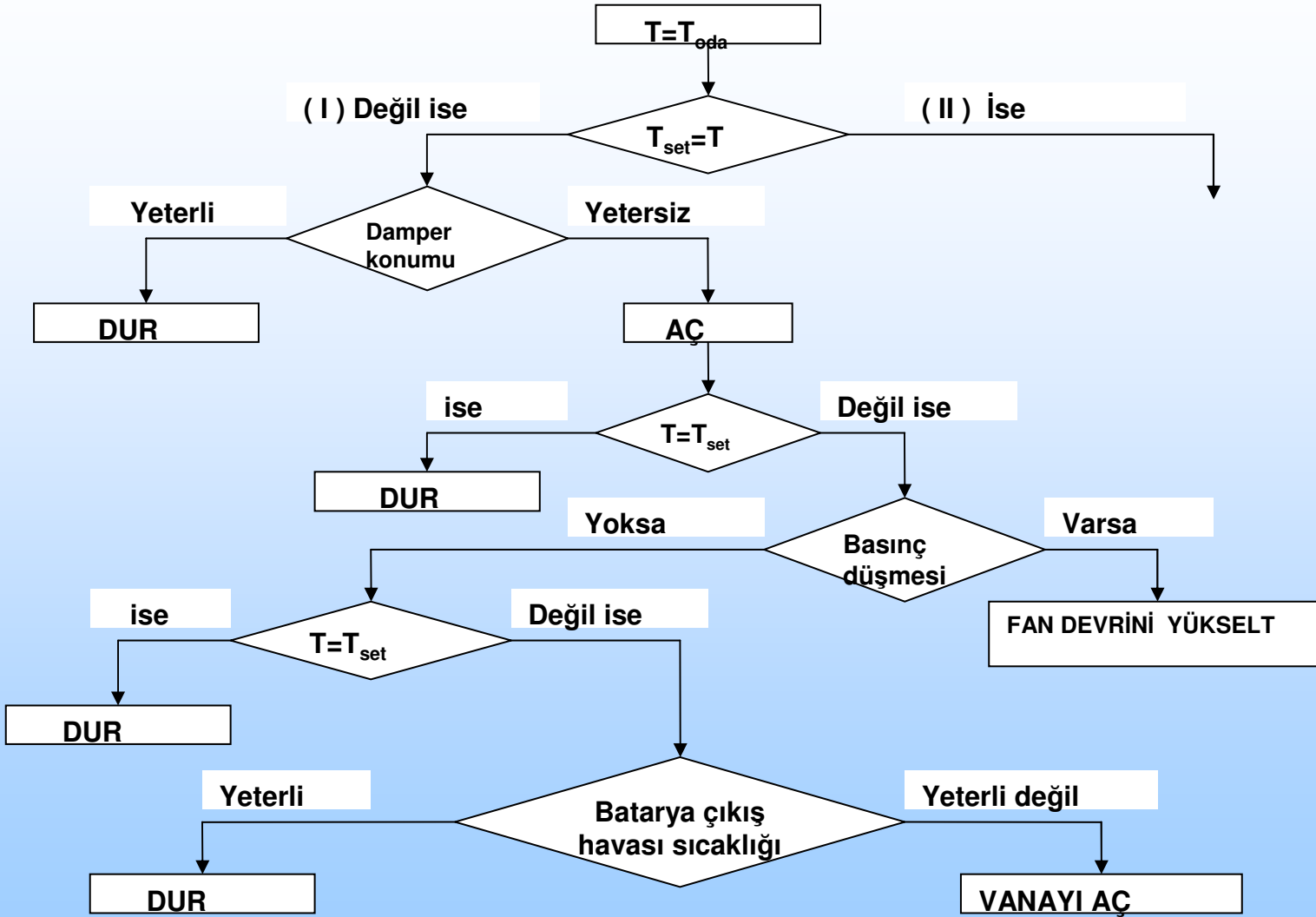


II. Durum (ise olasılığı için) istenilen oda sıcaklığına ulaşıldığında;

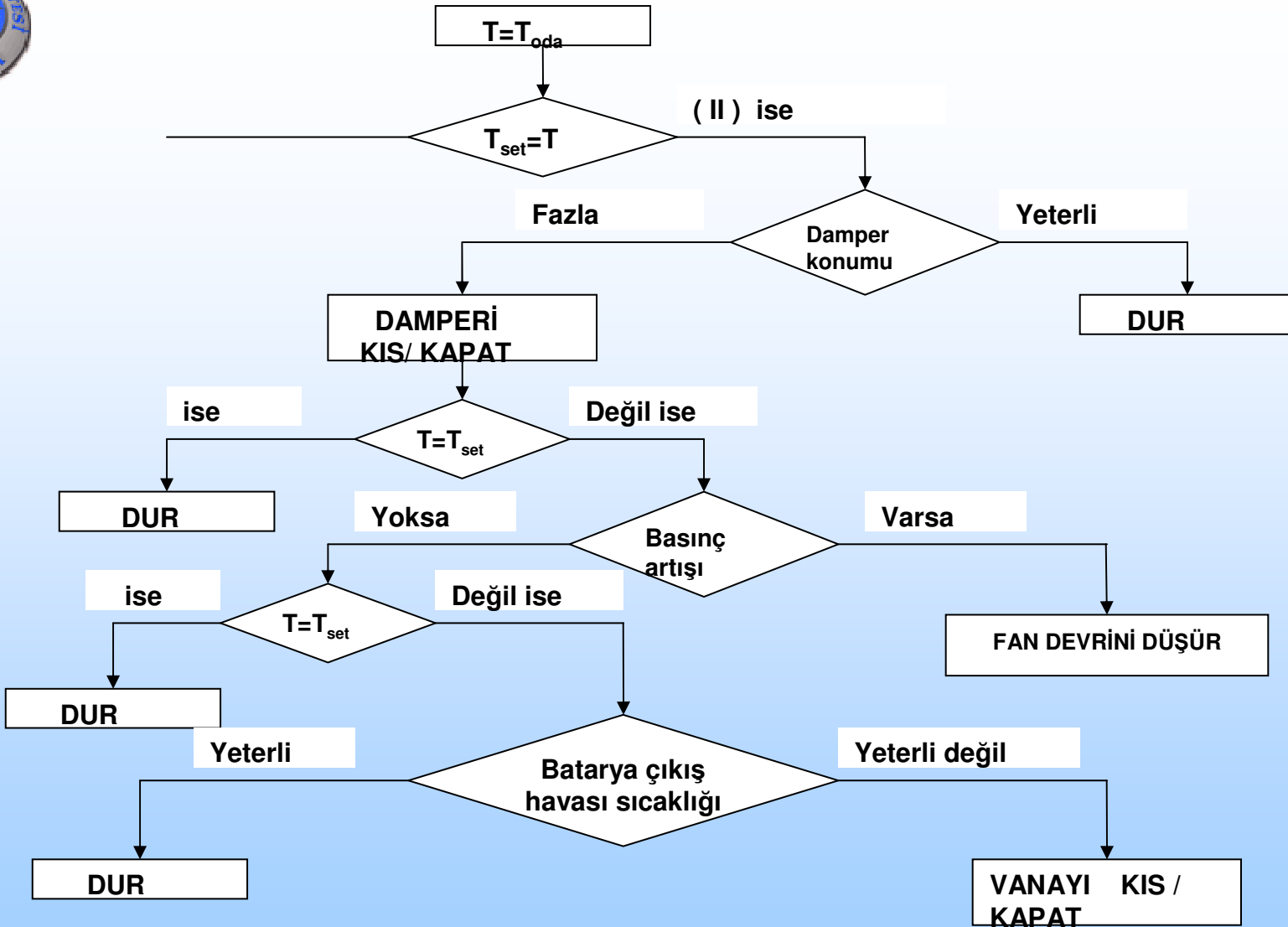
- Birim hava damperinin konumunu sadece taze hava gereksinimini karşılayacak şekilde ayarlanır (açıklığı düşürülür). Olması gereken açıklık oda için toplam hava miktarının %15'ini karşılayacak kadardır.
- Birim damperin kısılması sonucu kanaldaki basınç yükselmesi toleransların dışında ise (hissedilebilir aralık) fan bir alt konuma oransal kontrol ile (F/C) devrini düşürür.
- Soğutucu batarya üzerinden geçen havanın sıcaklığı birim damperin / fanın kısılması ile düşüyor ise (hissedilen değerler) yük azaldığından, soğutucu serpantin giriş su vanası oransal olarak kısıılır.



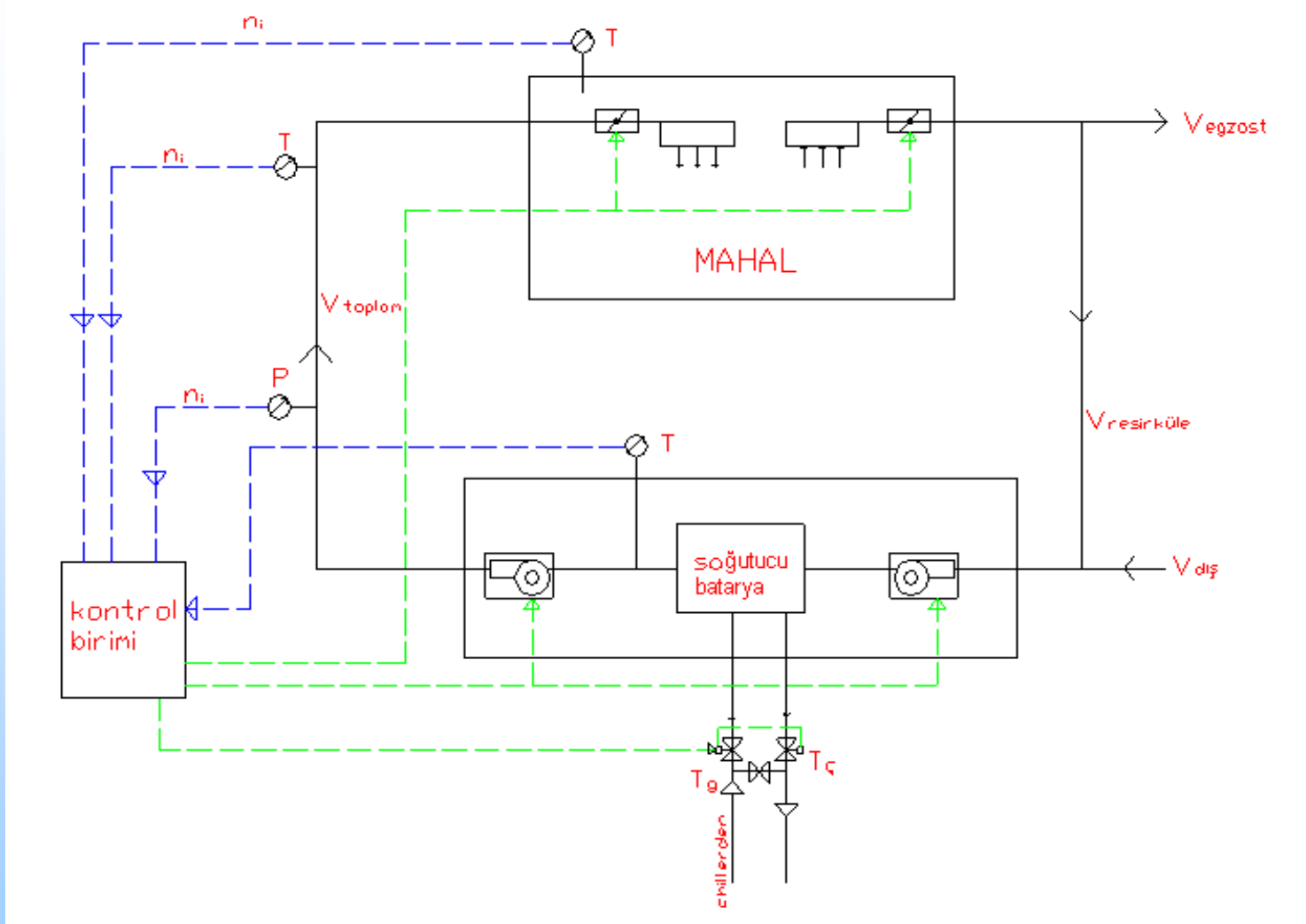
Otomatik Kontrol Algoritması



I. DURUM



II. DURUM



Kontrol algoritmasına uygun birim mahal, birim santral ve tesisat üzerinde kontrol düzeneği



ISI ÜRETİM ve DAĞITIM SİSTEMLERİNDE ENERJİ YÖNETİMİ



ENERJİ YÖNETİMİ

Tüketici	Tasarruf Potansiyeli (%)
Büro binası	30 - 40
Otel ve restoranlar	20 - 25
Alışveriş merkezleri	20 - 25
Çimento sanayii	30 - 35
Demir çelik sanayii	35 - 40
Ağaç işleme sanayii	25 - 35
Deri sanayii	20 - 25
Tekstil sanayii	30 - 35
Küçük atölyeler	15 - 25
Konutlar	15 - 20

Çeşitli Tüketici Gruplarının Tasarruf Potansiyelleri



ISI ÜRETİM ve DAĞITIM SİSTEMLERİNDE ENERJİ YÖNETİMİ

- Enerji verimliliğine özen gösterilmeyen tesislerde, sistem verimi %50-60 mertebelerinin altına düşmektedir.
 - Kayıp unsurları:
 - Kazanın kendi içindeki kayıplar
 - Buhar tesisatındaki kayıplar
- olarak sınıflandırılabilir.



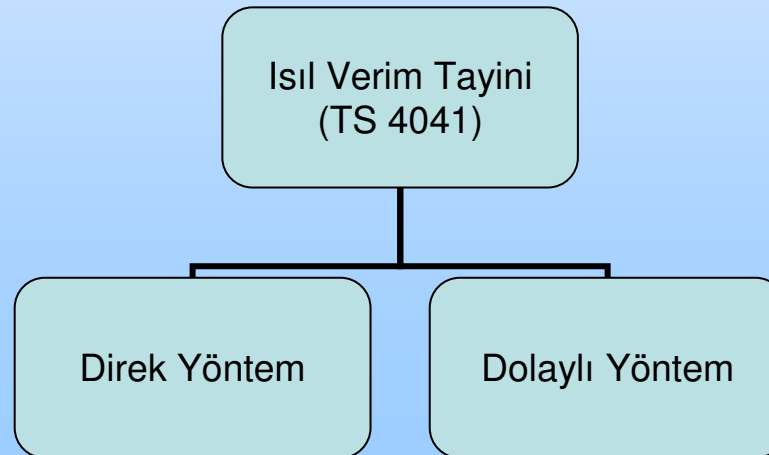
Isı Üretim Sisteminde Oluşan Verimsizlikler:

Kazan içindeki kayıplar:

- K_B : Bacadan atılan ısı
- K_o : Eksik yanma kaybı
- K_z : Yüzeyden kaçan ısı
- K_{bl} : Blöfle dışarı atılan ısı

Kazan Isıl Verimi:

$$\eta_k = 1 - (K_B + K_o + K_z + K_{bl})$$





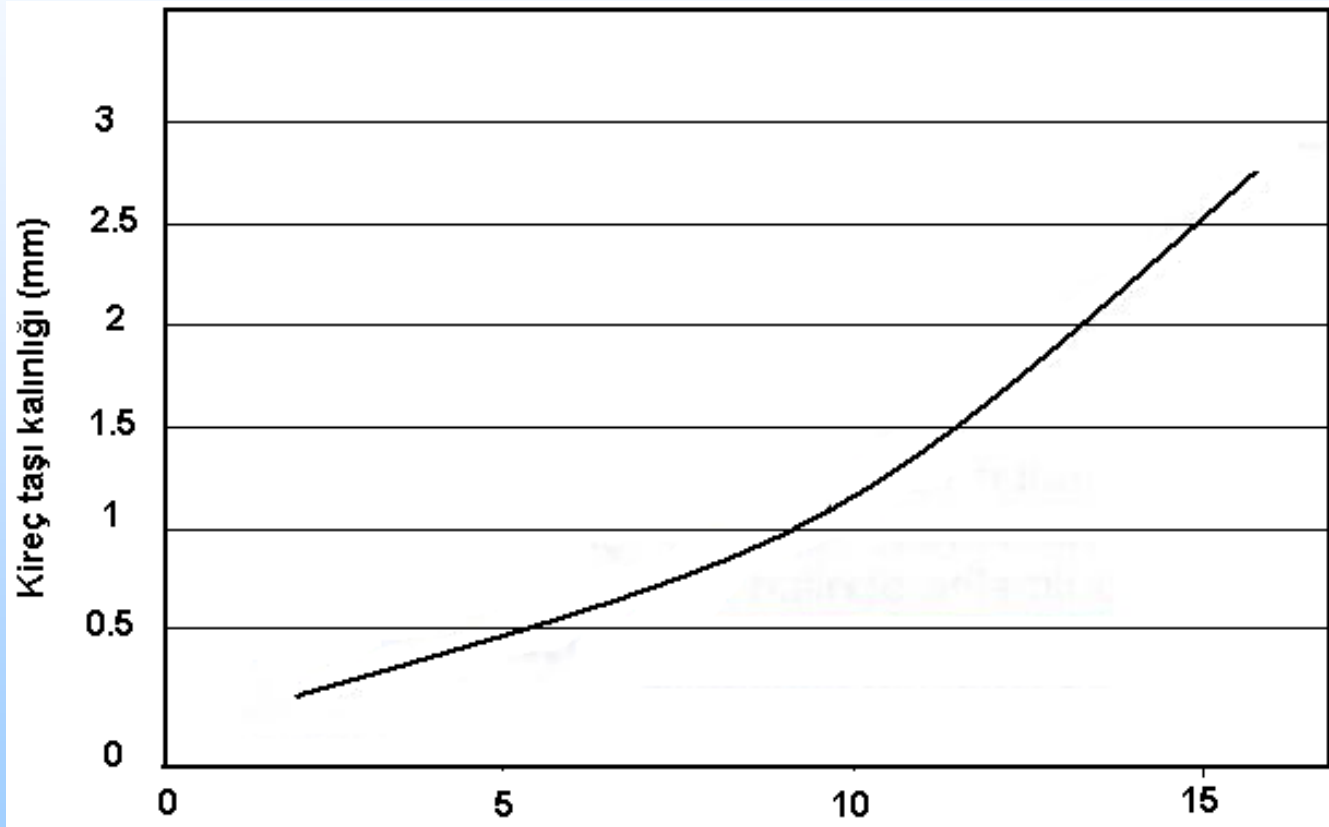
Kazan verimine etki eden faktörler:

- Hava fazlalığı
- Baca gazı sıcaklığı
- Brülör ve yakıt cinsi
- Yakıtın nem içeriği
- Yanma verimi
- Isıtma yüzeylerinin kirliliği
- Blöf miktarı
- Besi suyu ve yakma havası sıcaklıkları
- Kazan dış yüzeyleri yalıtım kalitesi



Kazanlarda İyi Bakım ve İşletme

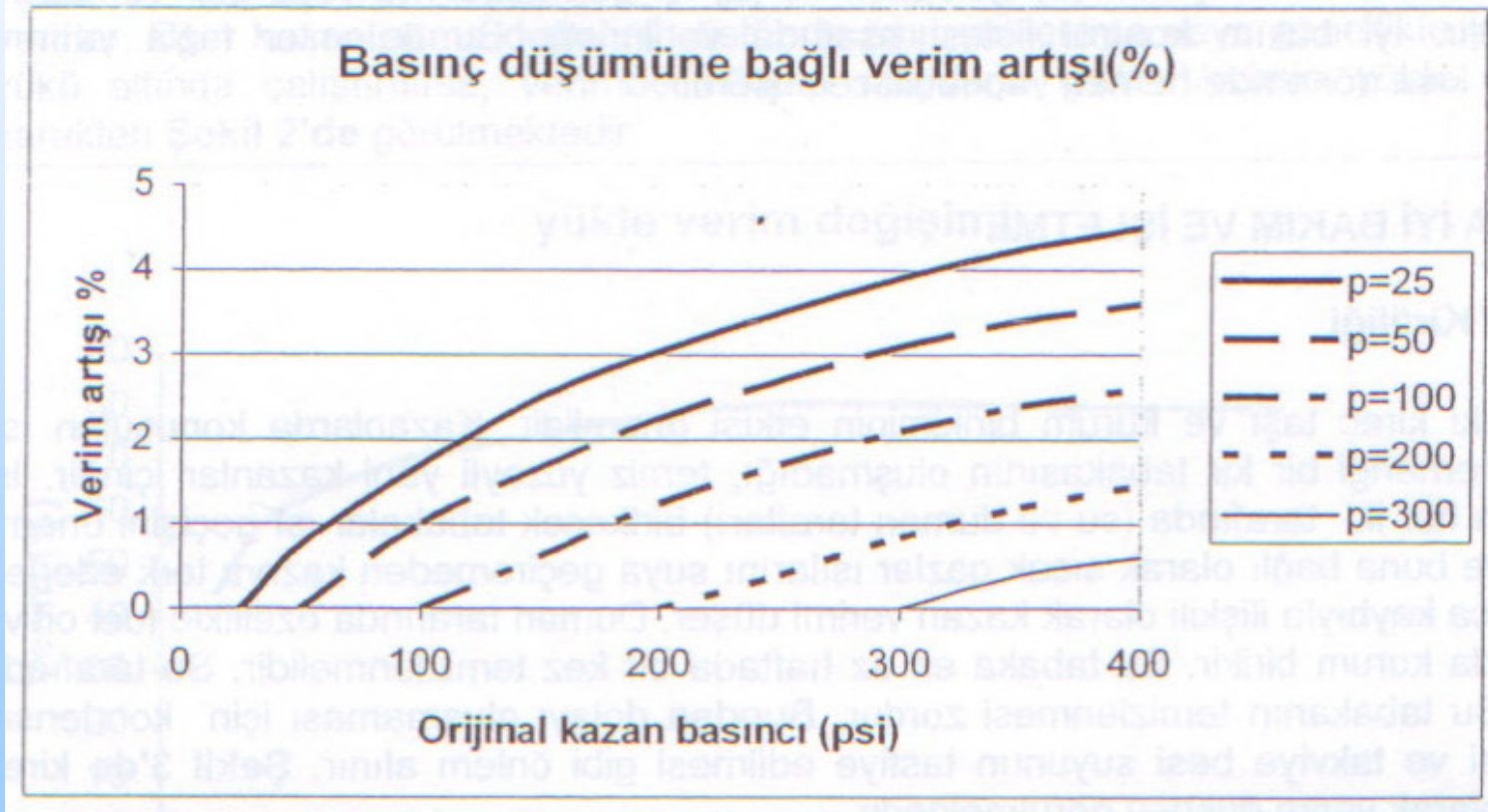
Isıtıcı Yüzey Kirliliği



Kireç taşı kalınlığına bağlı olarak kazan ısı verim kaybı



- **Sistemde Basıncın Düşürülmesi**





Isı Üretim Sisteminde Oluşan Verimsizlikler:

Buhar tesisatındaki kayıplar:

- K_i : Boru tesisatında dış yüzeylerden kaçan ısı
- K_k : Kondensle atılan ısı
- K_{sk} : Buhar kaçakları ile oluşan ısı kaybı

Sistem Verimi:

$$\eta_s = \eta_k - (K_i + K_k + K_{sk})$$



Neden Buhar Kullanılır?

- Isı kayıpları azdır
- Geri kazanım ile enerji tasarrufu sağlanır
- Yatırım giderleri azdır
- Buhar emniyetlidir
- Buhar çevre dostudur



Buhar Nerelerde Kullanılır?

Buharı çok miktarda kullanan yerler

- Gıda ve içecek
- İlaç
- Petrol Rafineri
- Plastik
- Kağıt
- Tekstil
- Metal Prosesleri
- Lastik
- Gemi Sanayii
- Güç Üretimi

Buharı orta miktarda kullanan yerler

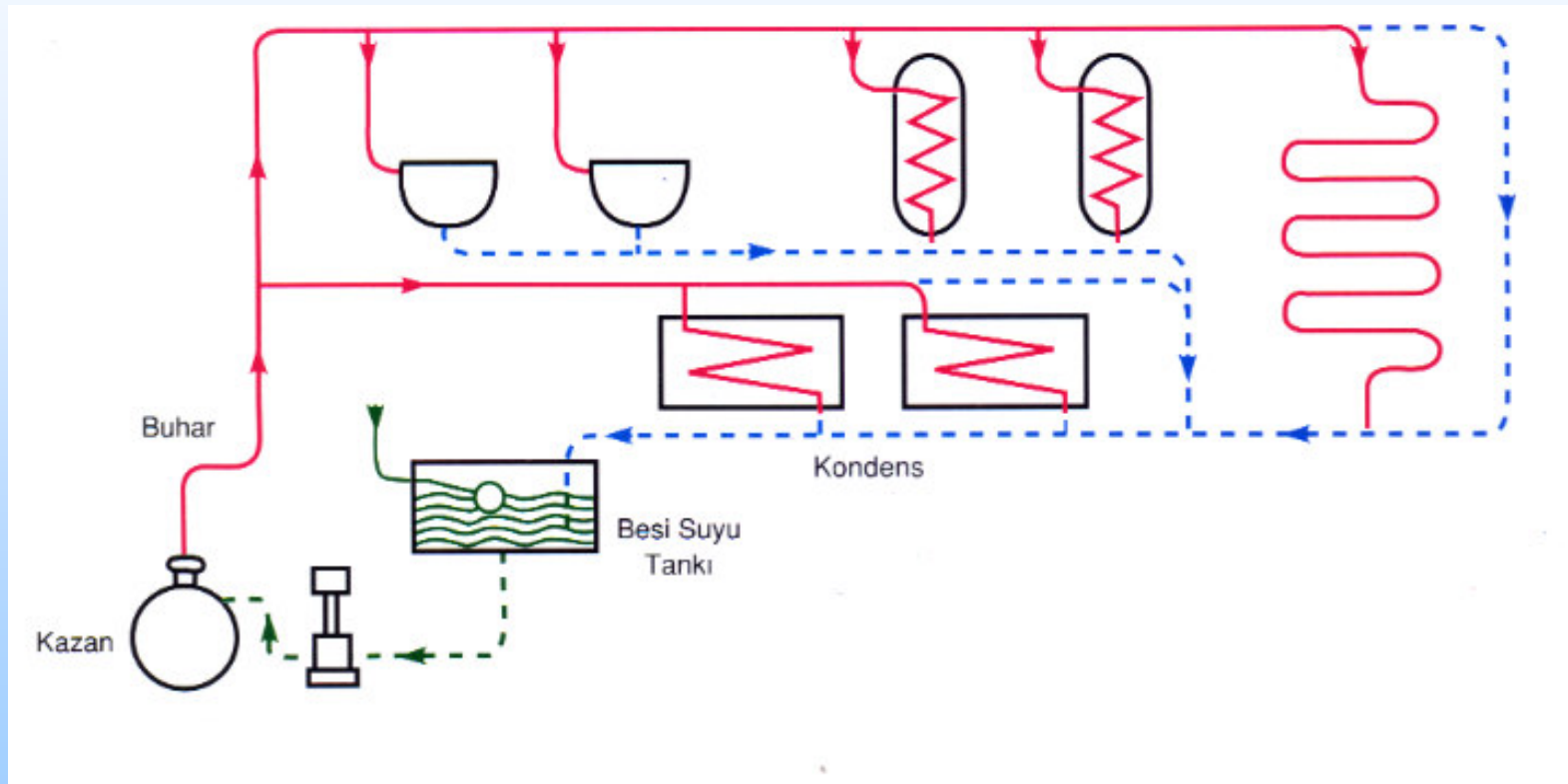
- Isıtma -
Havalandırma
- Pişirme
- Soğutma
- Mayalama
- Temizleme
- Eritme
- Kurutma

Buharı az miktarda kullanan yerler

- Elektronik
- Bahçe işleri
- Klima
- Nemlendirme

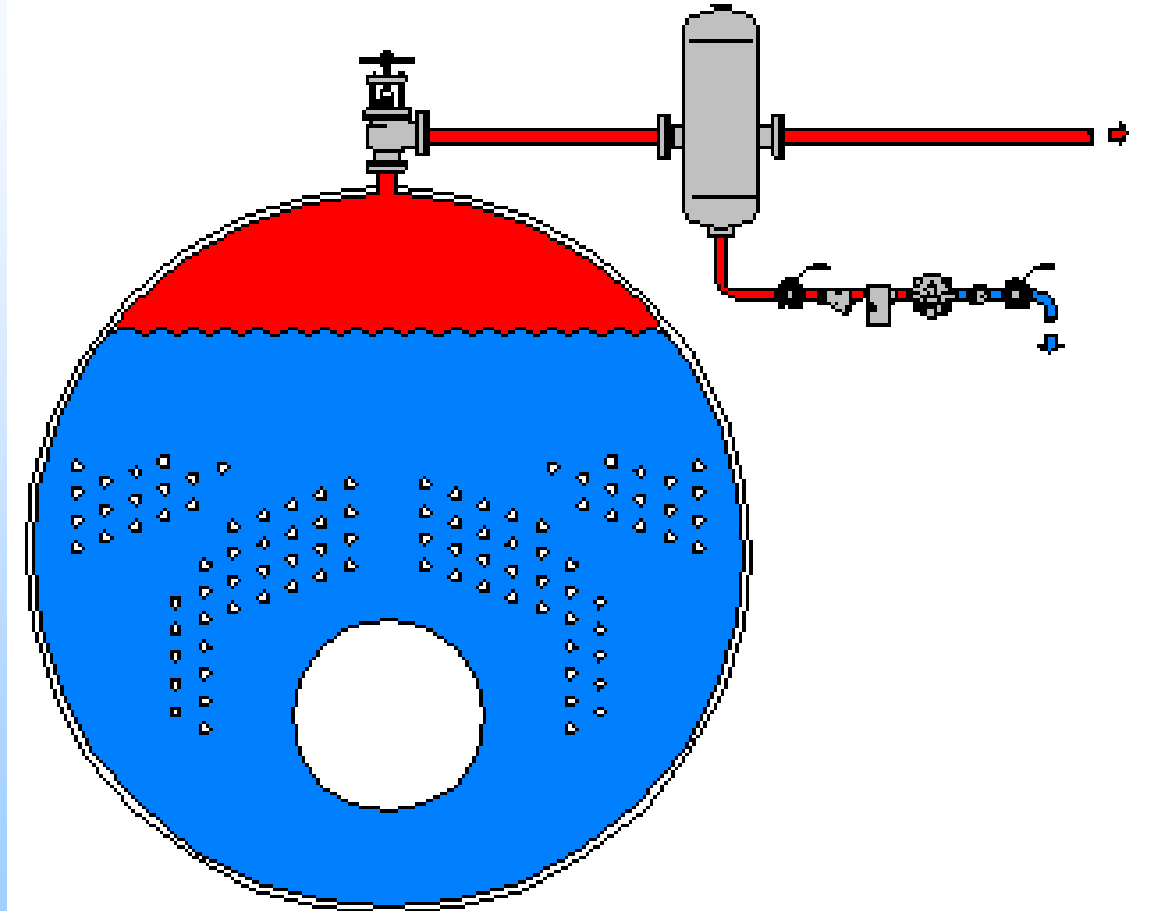


Buhar Devresi



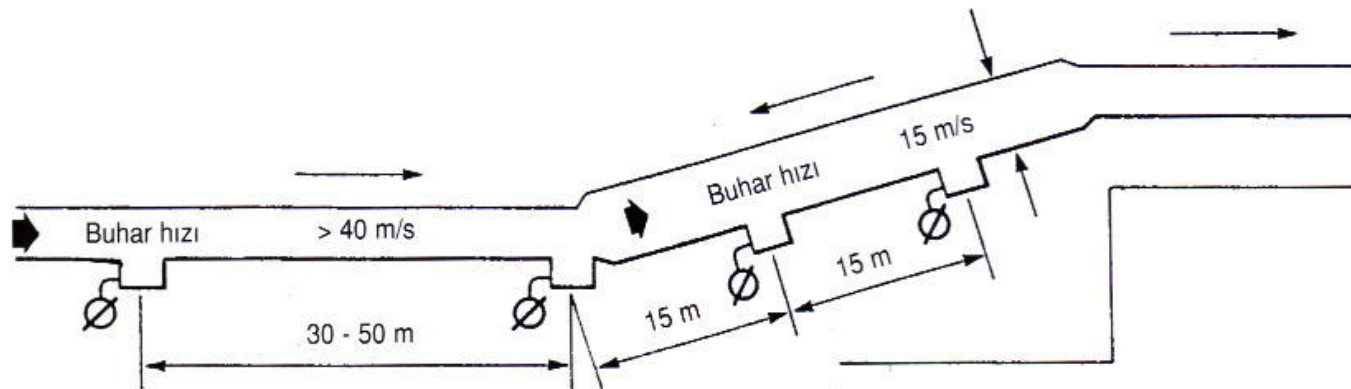
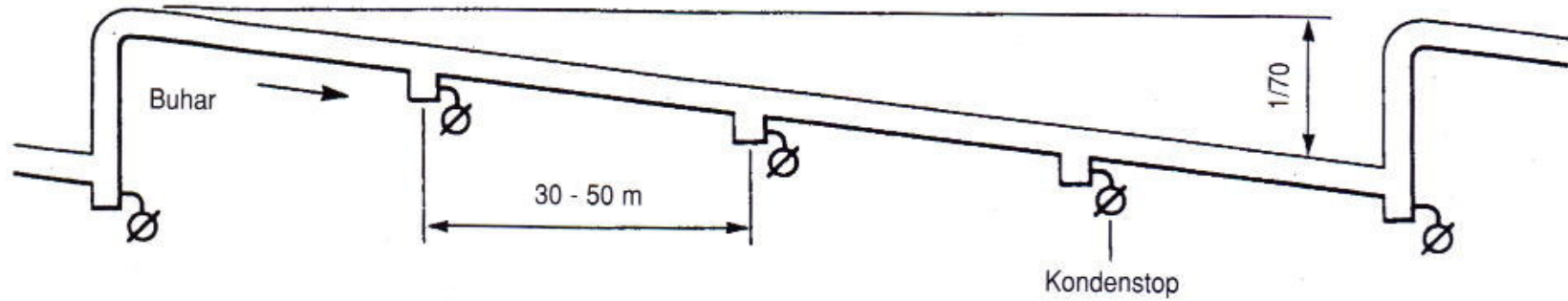


Buhar Dağıtımı



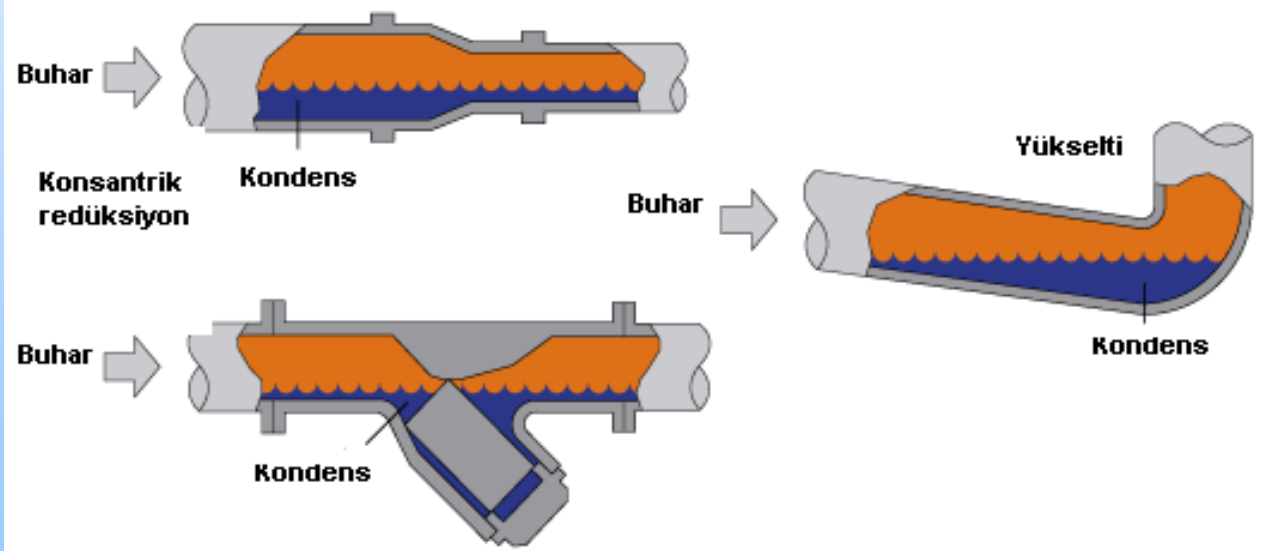
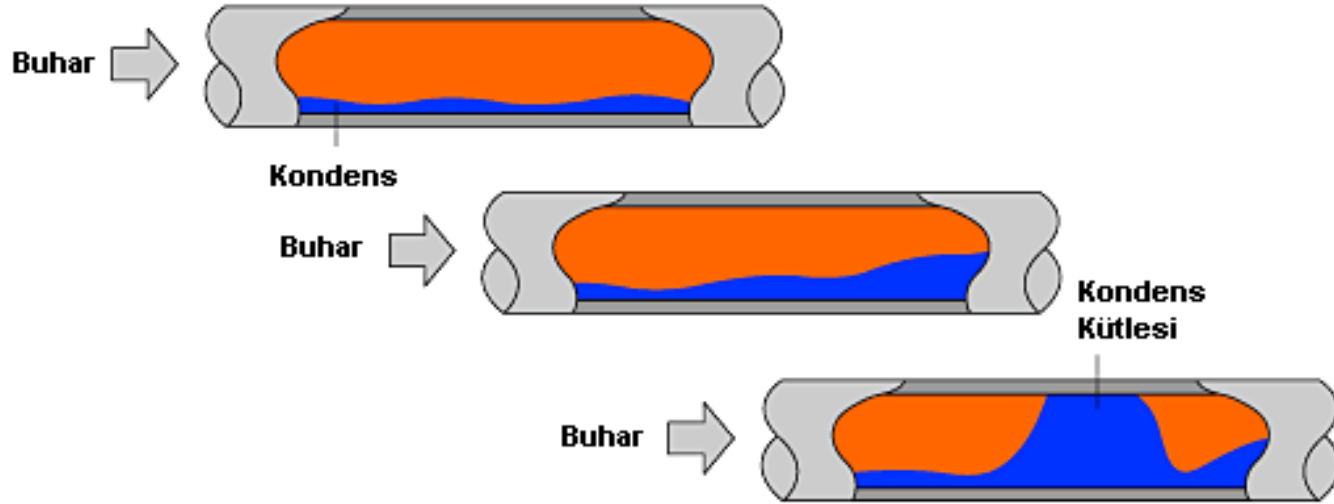


Ana Buhar Hattı Dizaynı



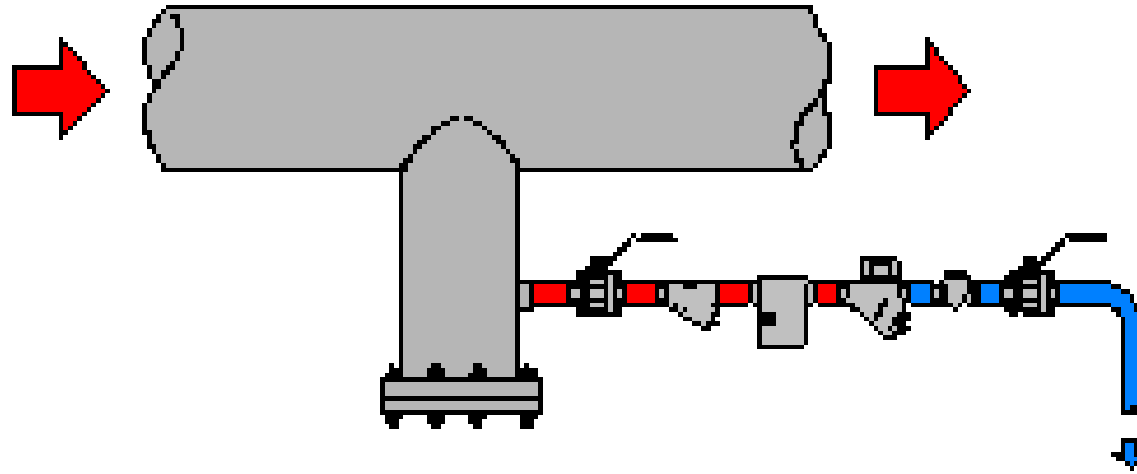


Koç Darbesi ve Etkileri



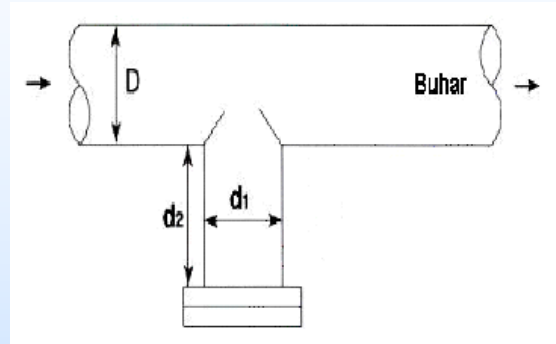


Ana Buhar Hatlarında Boşaltma Düzeni





Kondens Cepleri



Nominal Çap (D)	Cep Çapı (d ₁)	Cep Derinliği (d ₂)
100 mm'ye kadar	$d_1 = D$	Min. d ₂ = 100 mm
125 – 200 mm	$d_1 = 100 \text{ mm}$	Min. d ₂ = 150 mm
250 mm'den büyük	$d_1 \geq D/2$	Min. d ₂ = D

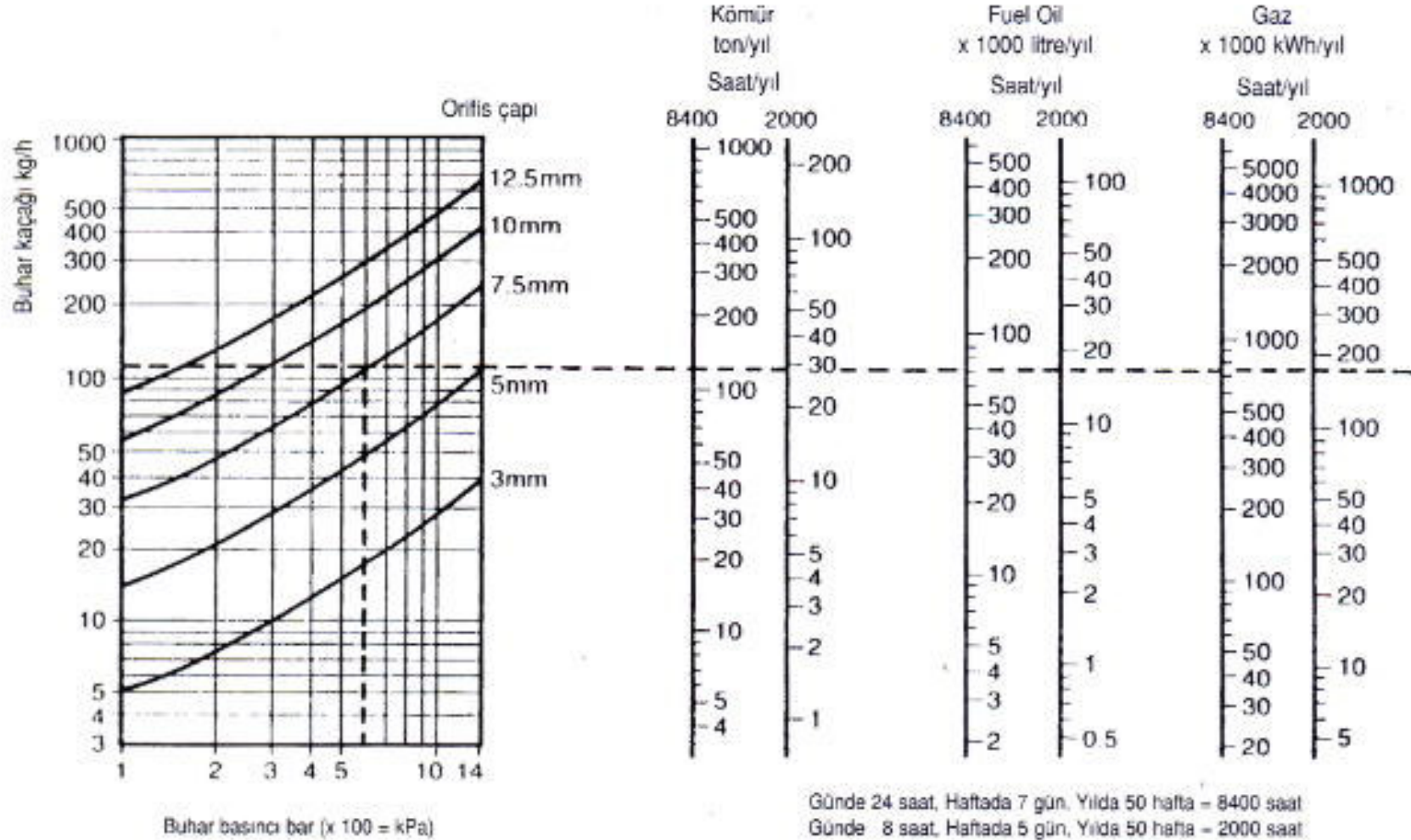


Kondenstop (Buhar Kapanı) Seçimi:

- Kondenstopun kullanılacağı ünite
- Buhar basıncı (kondenstopa giren buhar basıncı, bar)
- Karşı basınç (kondenstoptan sonraki basınç, bar)
- Kondens miktarı (kg/h)



Yıllık Buhar Kaçakları Maliyeti

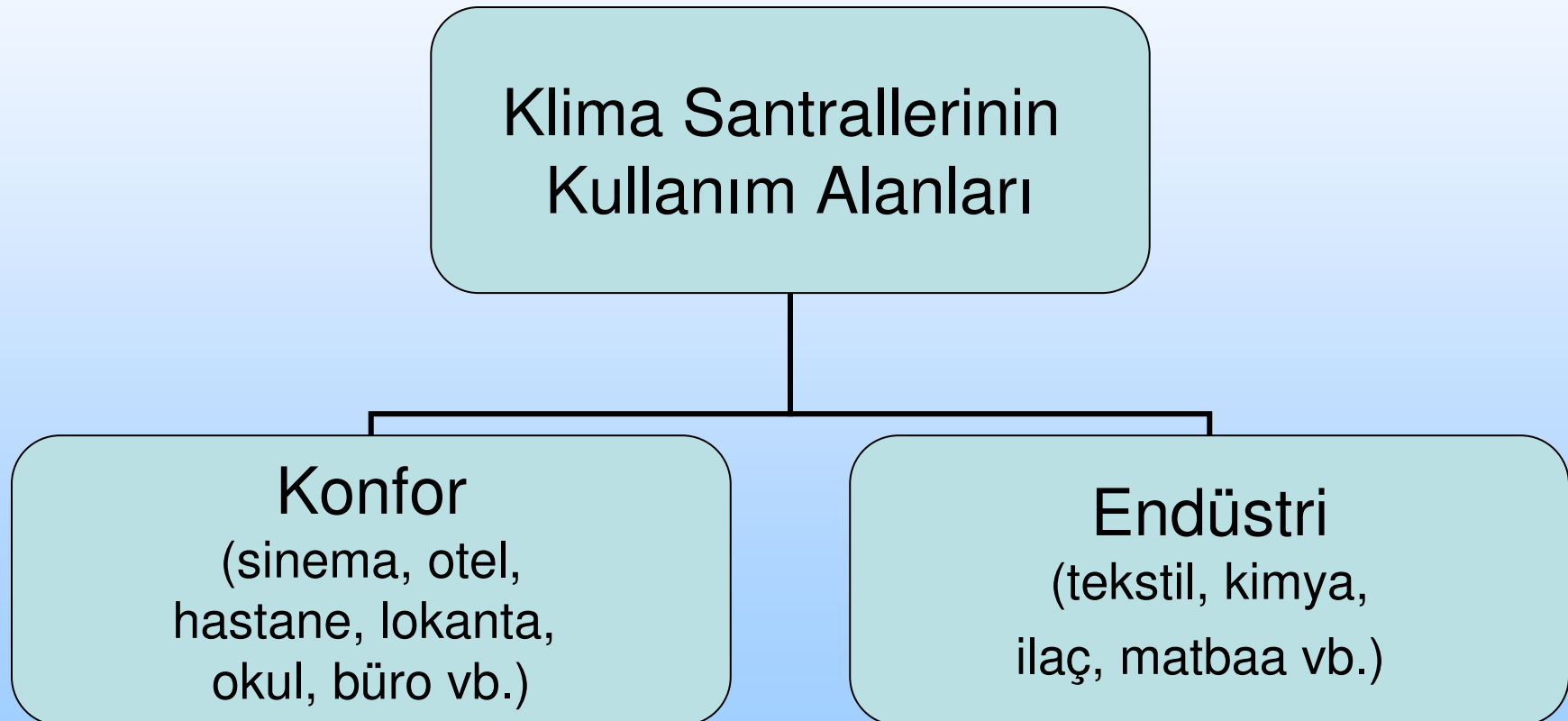




İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ YÖNETİMİ



İKLİMLENDİRME VE HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE ENERJİ YÖNETİMİ

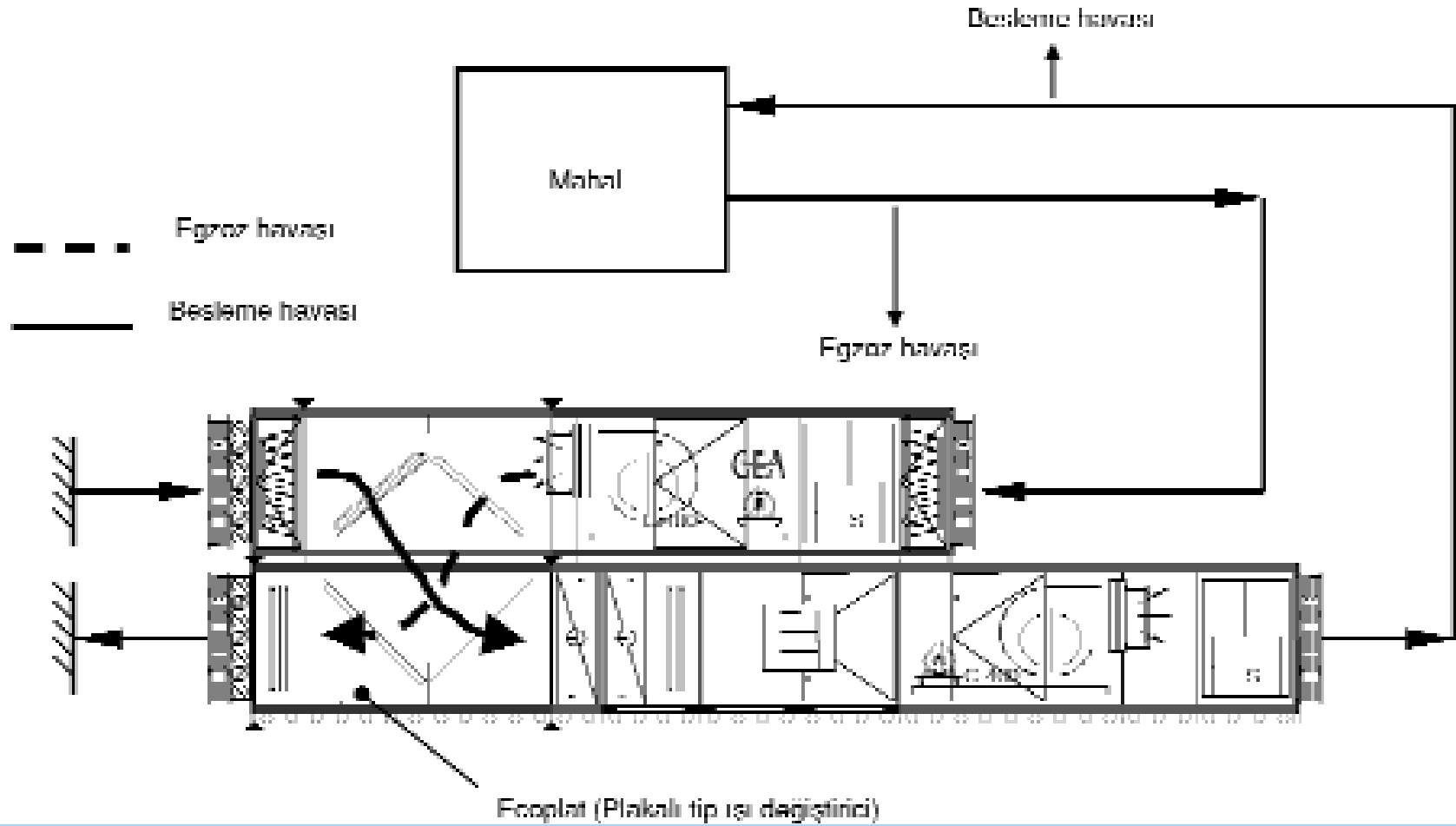




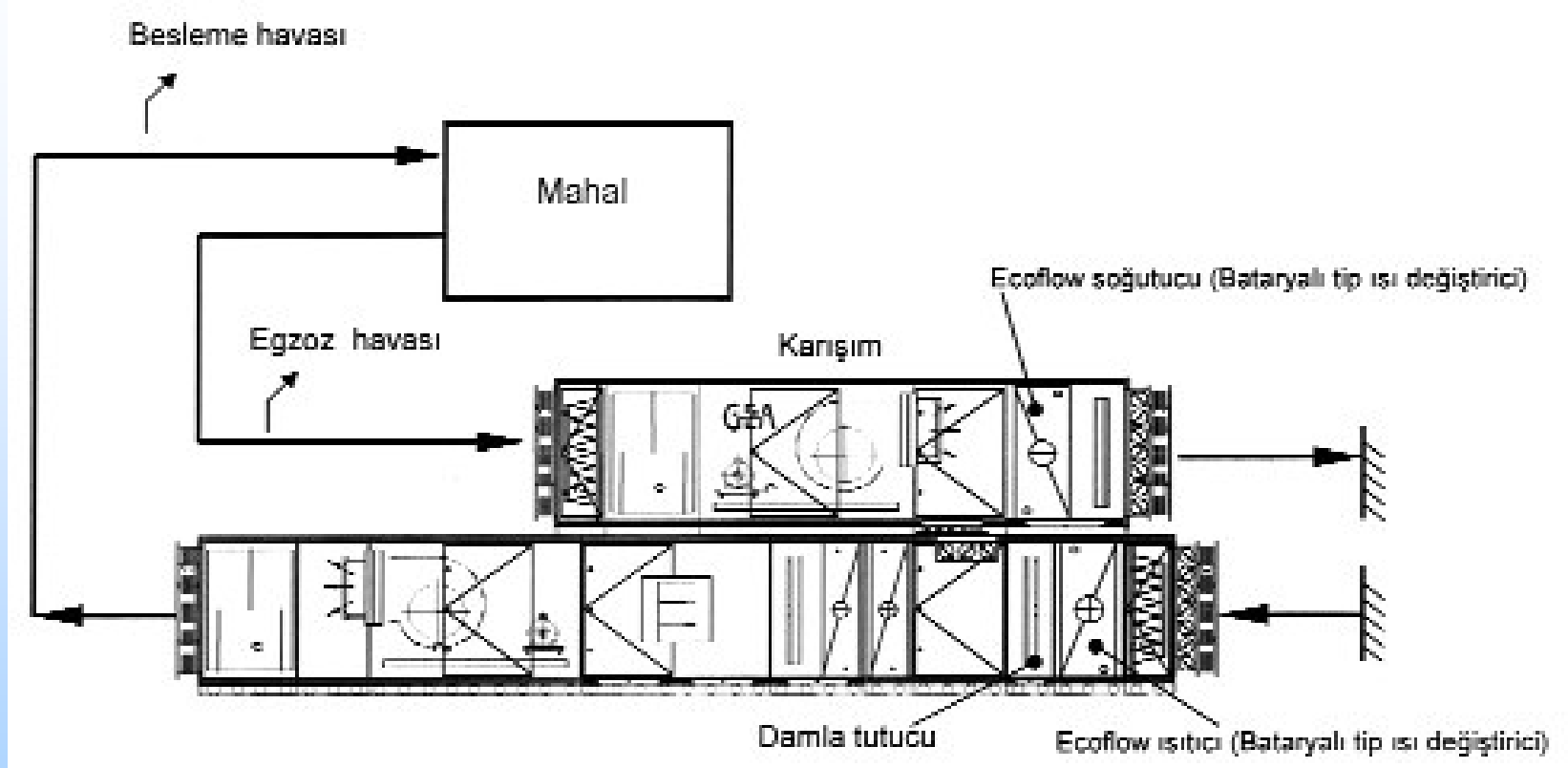
KLİMA SİSTEMLERİNDE ISI GERİ KAZANIMI

Isı geri kazanım üniteleri genel olarak 4 kategoriye ayrılır:

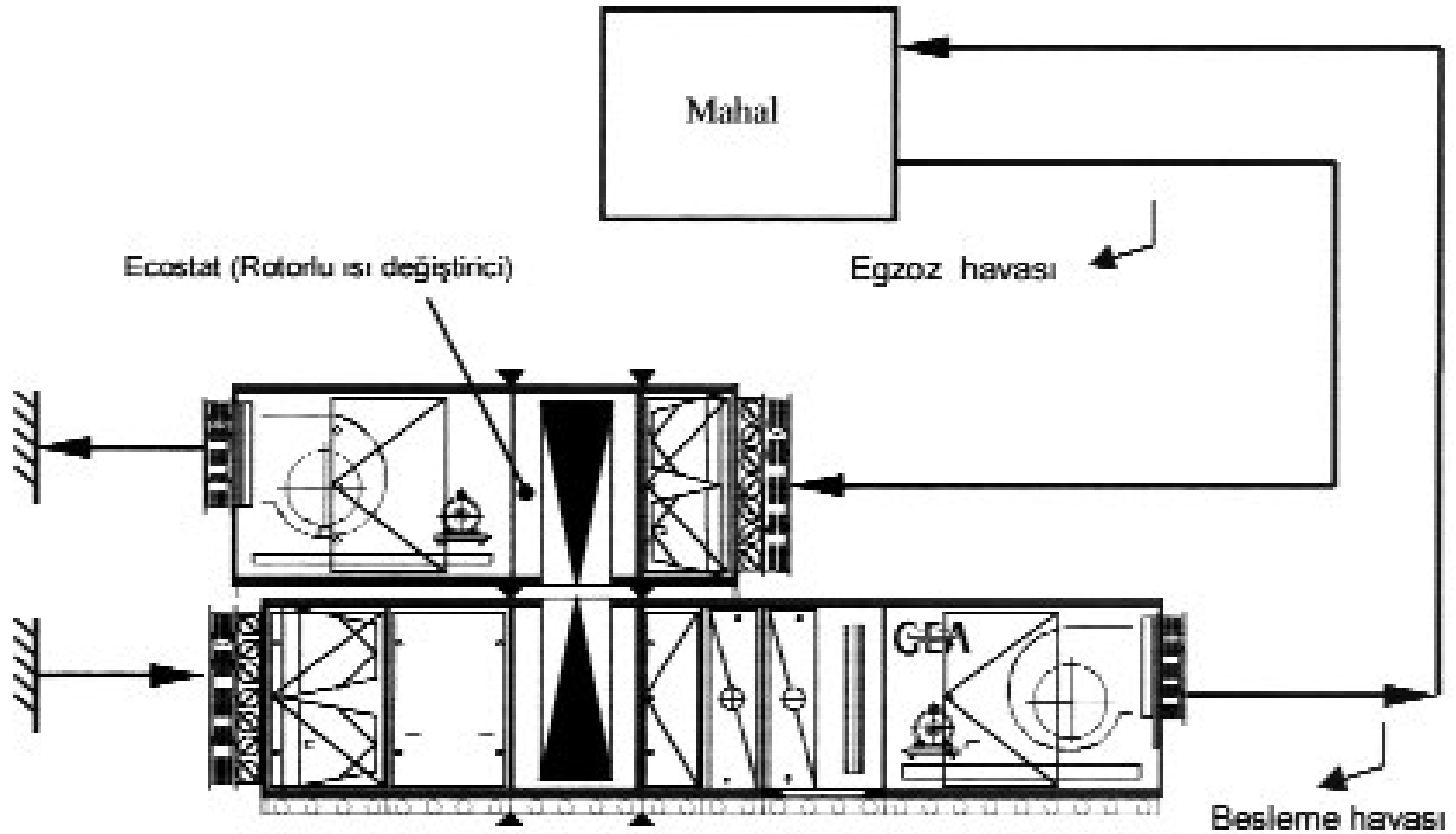
- Reküperatif Sistemler
- Rejeneratif Sistemler
- Rotasyonlu ve Rotasyonsuz Sistemler
- Isı Pompaları



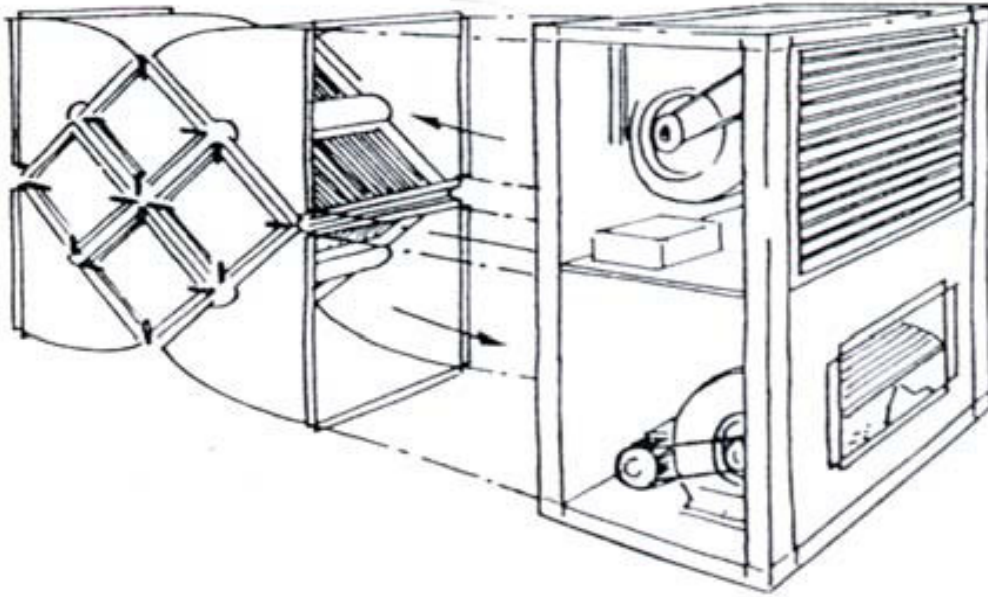
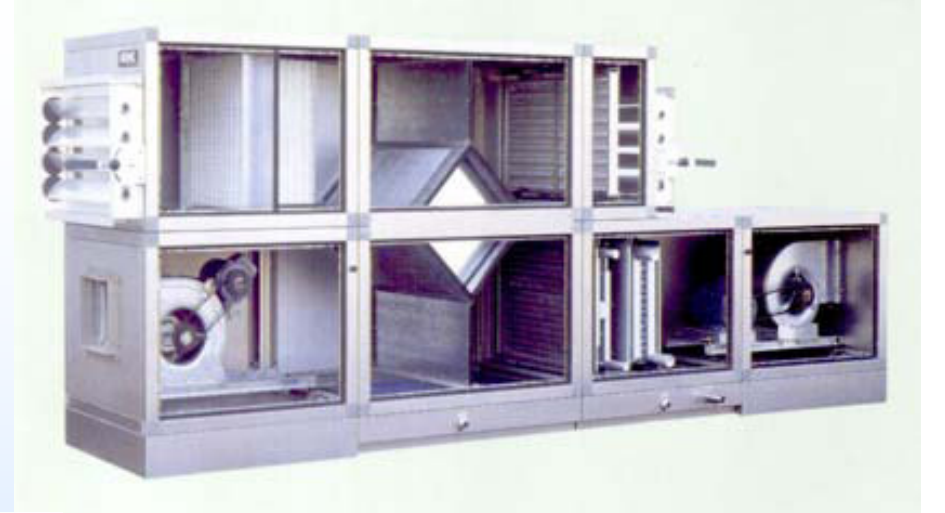
Plakalı Isı Değişirici Kullanan Isı Geri Kazanımlı Santral



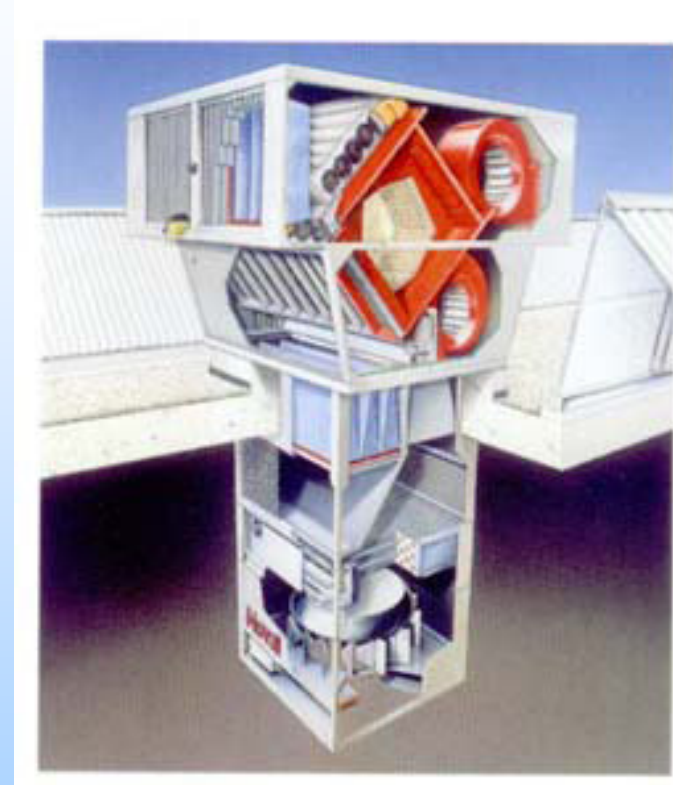
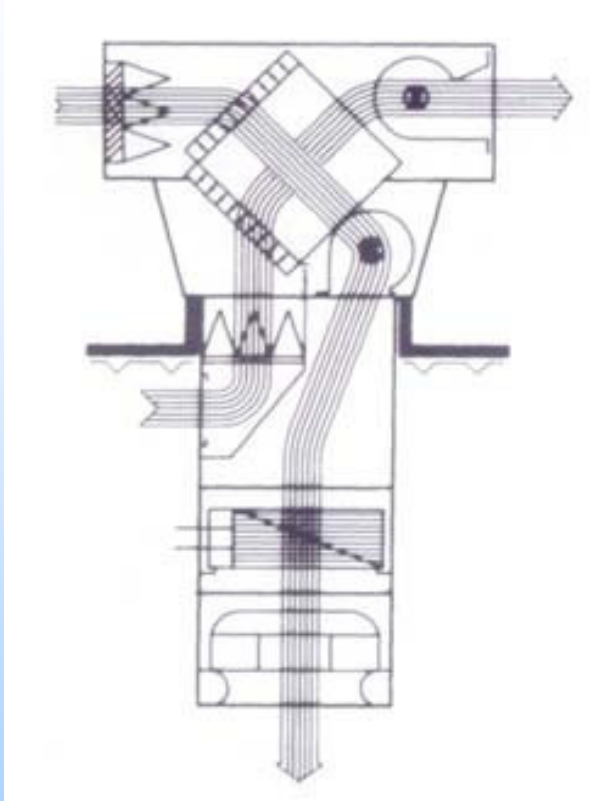
Bataryalı Isı Geri Kazanım Sistemi



Rotasyonlu Isı Geri Kazanım Sistemi



Çift katlı klima santrali içinde
ısı geri kazanım ünitesi



Çatı tipi geri kazanım uygulamaları



Isı Geri Kazanım Opsiyonları ve Uygulama Sınırları

- Temel uygulama ve yerleşim şekilleri ile hava akış yönleri,
- Ön ısıtıcı ve / veya ön soğutucu olarak kullanım,
- Ön soğutucu ve son ısıtıcı olarak kullanım,
- Nem alma cihazları bünyesinde kullanım,
- Evaporatif soğutma ile uyarlanmış kullanım,
- Atık ısıların geri kazanılmasında endüstriyel kullanım



ISI GERİ KAZANIM UYGULAMASINA KARAR VERİRKEN

- Isı değiştiriciler, test rapor ve onaylarına sahip olmalıdır.
- Geri kazanılan enerji hem yaz, hem kış dizayn şartları için hesaplanmalıdır.
- Yaz dizayn şartlarına göre geri kazanılan kapasite mekanik soğutma kapasitesinden, kış dizayn şartlarına göre geri kazanılan kapasite ısı merkezi kapasitesinden ve ısıtma-soğutma eşanjörleri kapasitelerinden mutlaka indirilmiş olmalıdır.
- Geri kazanım kapasitelerinin proje kapasitelerinden indirilmesinde tereddüt edilmemelidir.
- Toplam bina yükleri ve ısı geri kazanım kapasiteleri mutlaka psikrometrik diyagramda incelenmelidir.



- Açıklanan verimliliklerin duyulur, gizli ya da toplam olduğuna dikkat edilmelidir.
- Uygulamada kullanılacak geri kazanım verimliliği %40 ve daha altında seçilmemelidir.
- Çok yüksek verimlilikler (%75 ve üstü) özellikle iyi araştırılmalıdır. İlk yatırım maliyetleri, basınç kayıpları ve işletme giderleri üçgeninde optimum çözüm analizi yapılmış olmalıdır.
- Uygulama tipi (reküperatif, rejeneratif, rotorlu, ısı borulu) doğru seçilmelidir.



- Düşünülen uygulama için nem ve gizli ısı transferi gerekliliği araştırılmalıdır.
- Isı değiştiricilerin en az $-30 \sim +90$ °C sıcaklık aralığında çalışabilen ve 1000 pascal basınç kaybına kadar deformasyon riski taşımayan üretimlerden seçilmesine özen gösterilmelidir.
- Optimal hava basınç kayıpları, uygulama cinsine ve hava debilerine göre, 50 ile 250 pascal aralığında seçilmeye çalışılmalıdır.
- Plaka bloğu ve ısı değiştirici, açıklanan basınç farkına kadar mutlak sızdırmaz olmalıdır.



ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:

KARŞILAŞTIRMA KRİTERLERİ	ISI GERİ KAZANIM TÜRÜ			
	ROTORLU	RUN-AROUND	PLAKALI	HEAT PIPE
Egzost karışımı	% 3	% 0	% 0	% 0.5
Optimal verimlilik	% 75	% 40	% 55	% 50
Hava basınç kayıpları	orta	yüksek	düşük	orta
Çalışma sıcaklık aralığı	- 30 ~ 200 °C	- 30 ~ 200 °C	- 30 ~ 500 °C	- 30 ~ 200 °C
Nem ve gizli ısı transferi	var	yok	yok / kısmen	yok
Otomatik temizleme donanımı	(*)	yok	(*)	yok
By – pass imkanı ve kontrolü	yok	yok	var	yok
Verimlilik oranı kontrolü	(*)	yok	(*)	yok
İlk tesis maliyeti	orta	yüksek	düşük	orta
Çalışan aksam yoğunluğu	çok	çok	az	az
Teknik eleman ihtiyacı	var	var	yok	yok
Bakım ihtiyacı	çok	çok	az	az
İşletme giderleri	orta	yüksek	düşük	düşük
Yatırım geri dönüş süresi	orta	uzun	kısa	orta
Verimli çalışma ömrü	orta	orta	uzun	orta

(*) Standart donanımda bulunmamasına karşılık opsiyonel olarak sağlanabilmektedir.



YAPILARDA YENİLENEBİLİR ENERJİ UYGULAMALARI



YAPILARDA YENİLENEBİLİR ENERJİ UYGULAMALARI

Konutlarda tüketilen enerjinin tüketimdeki payı %40 oranındadır. Bu tüketimin başlıca etkenleri:

- İklimlendirme (Isıtma-Soğutma)
- Havalandırma
- Aydınlatma
- Yangın Söndürme Sistemleri
- Güvenlik Sistemleri
- Bina İçi Sirkülasyon Tertibatı (asansör, yürüyen merdiven)



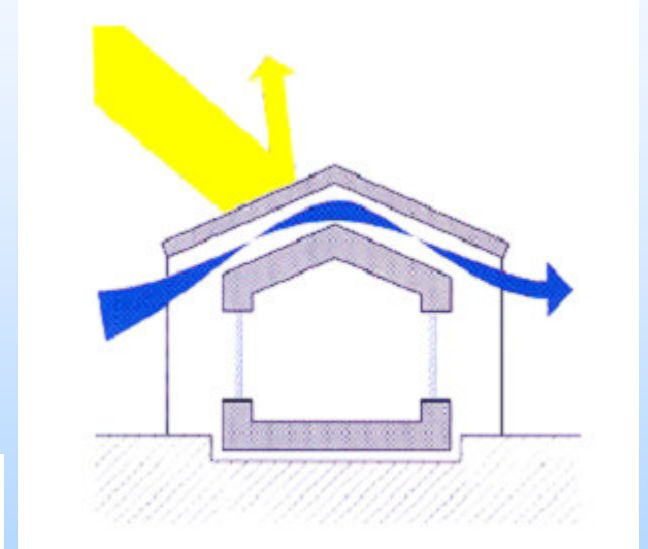
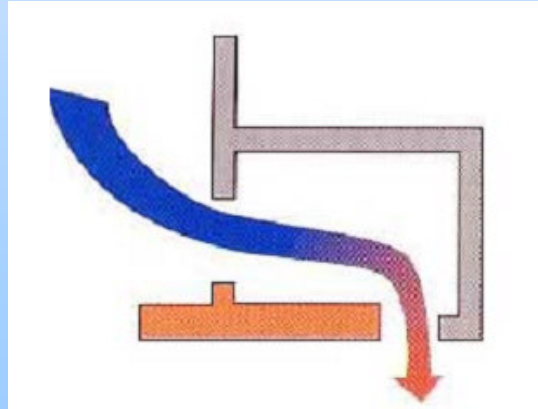
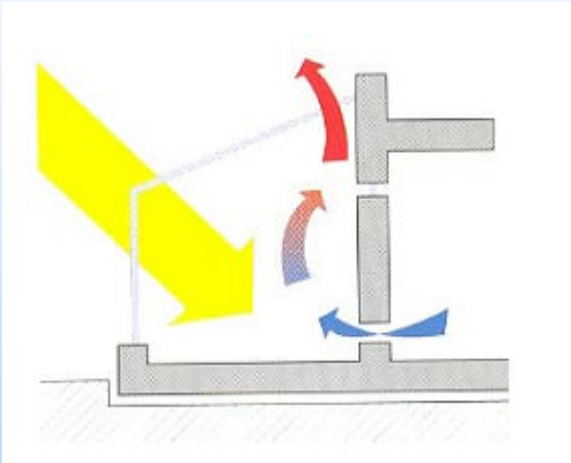
Bir yapının sürdürülebilir tasarım kriterlerine sahip olabilmesi için:

- Kullanıcının fiziksel konfor ve sağlık şartları sağlanmalı,
 - Termal konfor (İç mekanda sağlıklı iklimlendirme)
 - Görsel Konfor (Gün ışığı, doğal ve yapay aydınlatma)
 - İşitsel Konfor (Akustik kontrol, gürültü denetimi)
- Ekolojik çevre şartlarına uyumlu ve duyarlı olmalı,
 - Yenilenebilir enerji,
 - Geri dönüşümlü malzeme
 - Temiz su kullanım sistemleri
 - Atık ve kanalizasyon sistemleri
- Ekonomik faktörler dikkate alınmalı (Yapım, işletme ve bakım-onarım giderleri hakkında ön çalışma tasarım aşamasında yapılmalıdır)



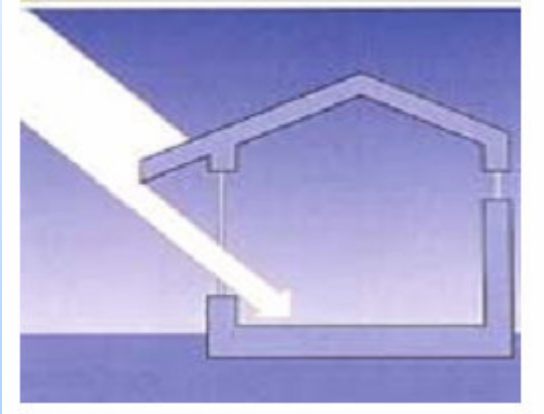
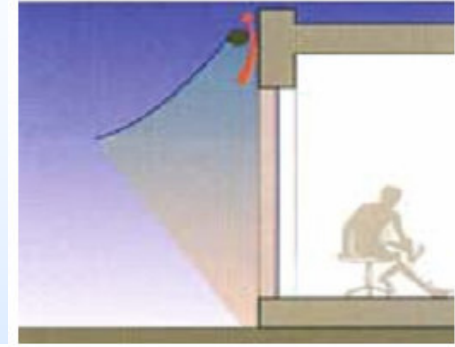
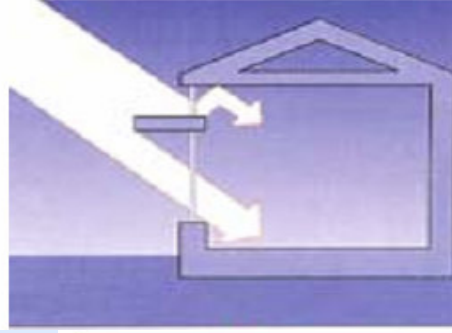
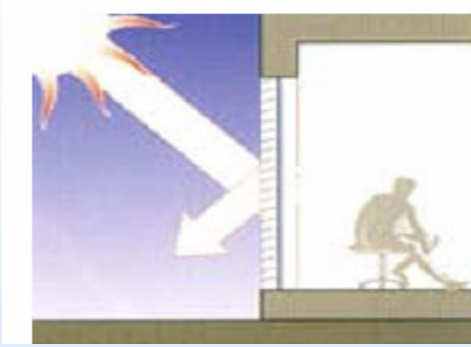
Yapılarda kullanılabilecek belli başlı yenilenebilir enerji kaynakları

- Doğal Havalandırma ve Rüzgar Enerjisi





Güneş Enerjisi (Gölgeleme Sistemleri)

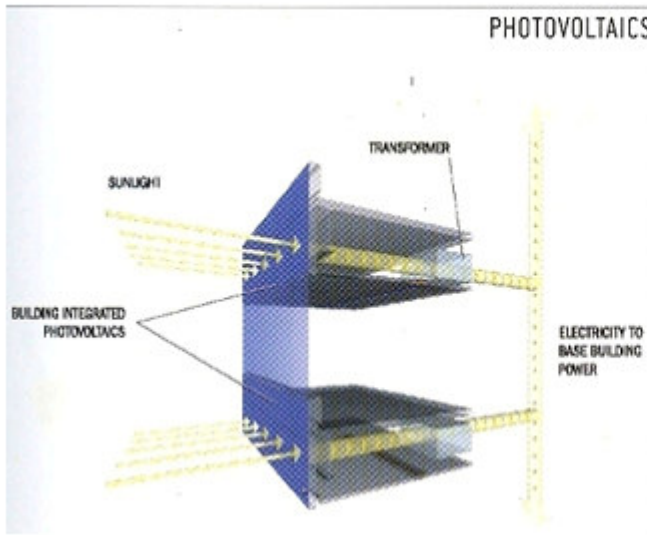


İstenmeyen güneş ışınlarından belli oranlarda korunma sağlar.

Sabit ve hareketli olarak tasarlanabilirler.



Güneş Enerjisi (Photovoltaik Sistemler)

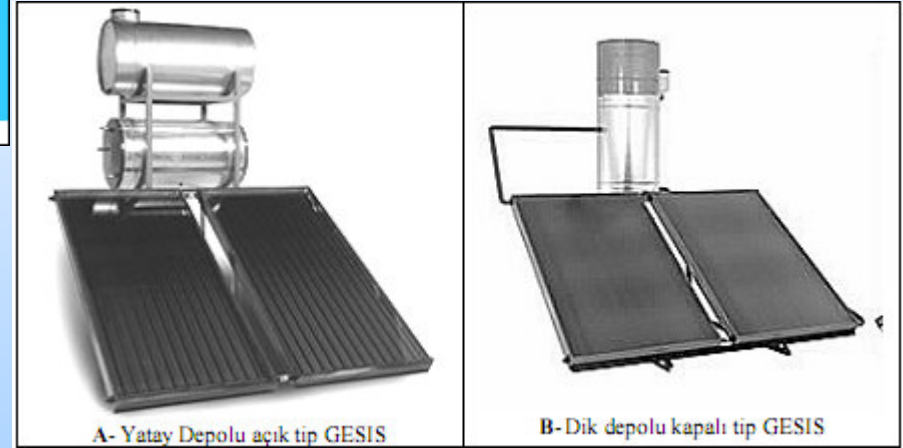
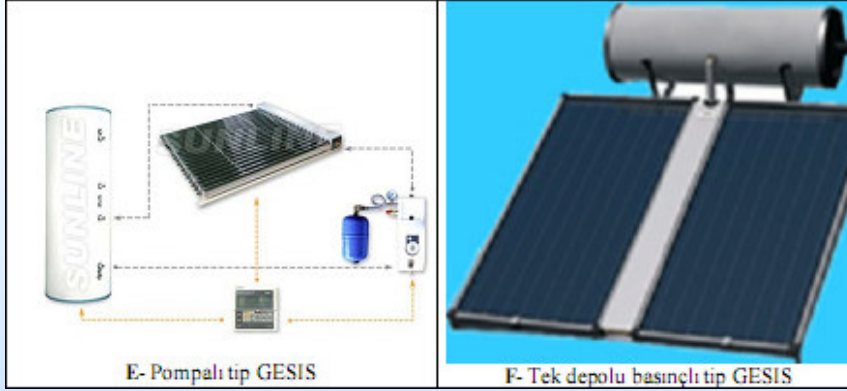


Bina çatılarına veya cephelerine yerleştirilen photovoltaik paneller ile güneş enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir.



Güneş Enerjisi

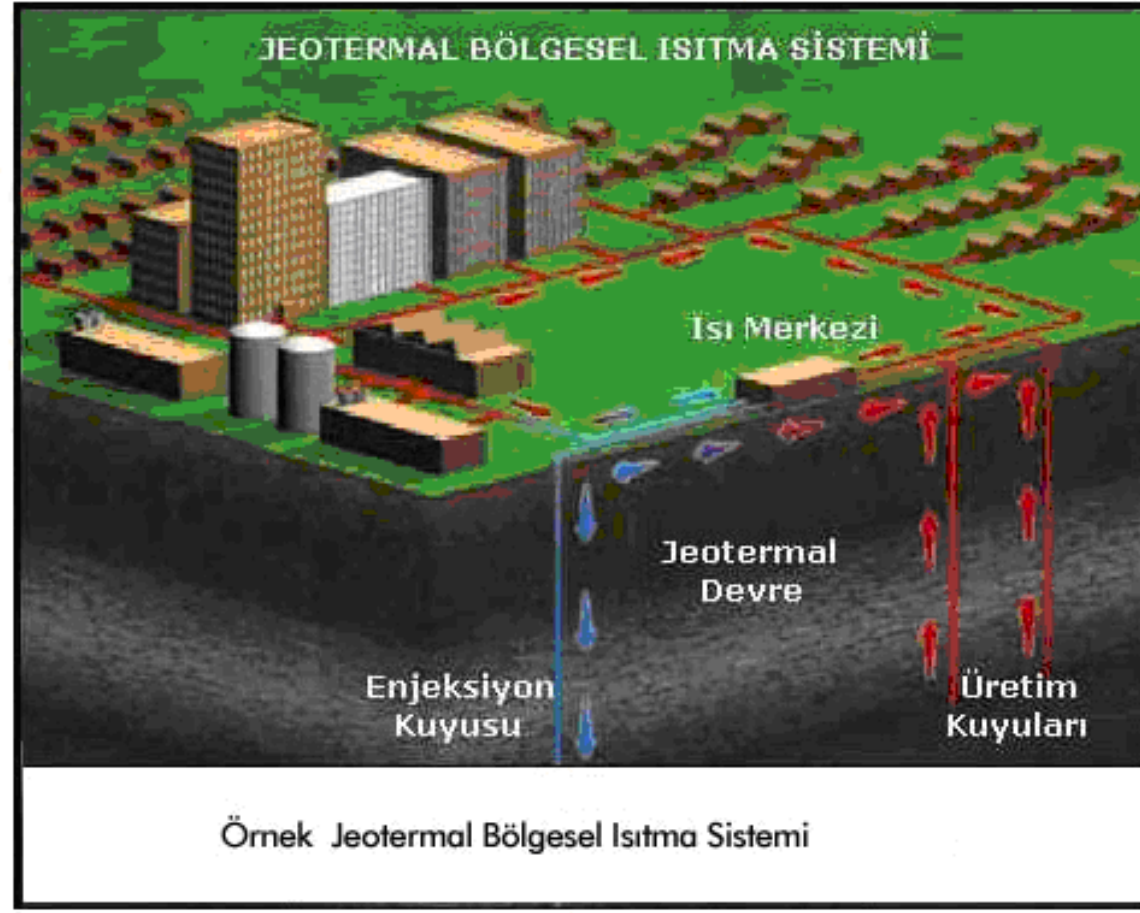
Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri



Ülkemizde, kullanma suyunun ısıtılmasında güneş enerjisi kullanılması durumunda büyük bir potansiyel mevcuttur.



Jeotermal Enerji



Jeotermal kaynaklar, bulunduğu bölgelerde sıcak su ihtiyacı veya ısıtma amaçlı kullanılabilmektedirler.



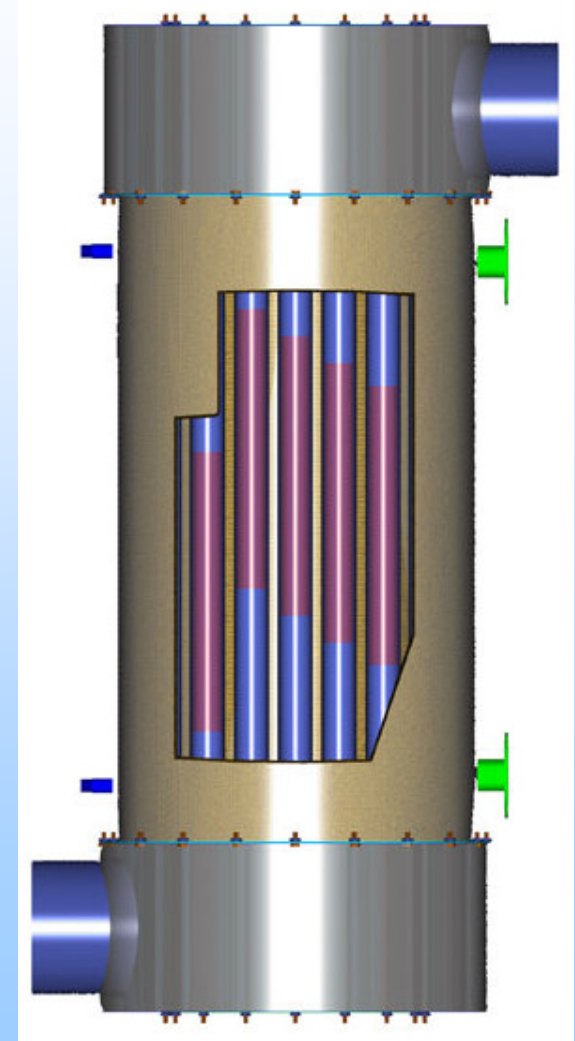
ATIK ISININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE ENERJİ YÖNETİMİ



ATIK ISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

EKONOMİZÖRLER:

Baca gazları bir ısı değıştirgecinde soğutulurak, ısıları kazana giden besi suyuna aktarılır. Böylece dışarı atılan ısı geri kazanılmış olur. %5-10 oranında enerji tasarrufu sağlanır.



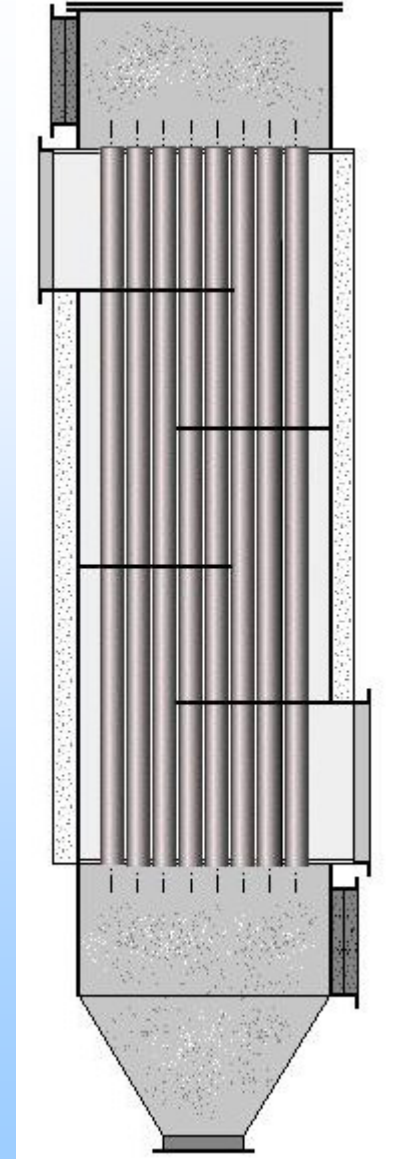


HAVA ISITICILARI:

Baca gazı enerjisinden yararlanarak ocağa gönderilen yakma havasının ısıtılması amacıyla kullanılırlar.

Yakma havasının ısıtılması hem yanma verimini artırır, hem de baca sıcaklığını düşürmek sureti ile verim artışı ve yakıt tasarrufu sağlar.

Sıcak hava doğrudan ısıtma amacı ile kullanılabileceği gibi, kurutma fırınlarında olduğu gibi proses amacı ile de kullanılabilir.





MEKANİK TESİSAT SİSTEMLERİNDE KOROZYON ETKİSİ ve KORUMA



Isıtma - Soğutma Kapalı Devre

Kapalı devreler; ısı değiştiriciler yardımı ile indirekt olarak soğutma veya ısıtma yapan sistemlerdir.

Tamamen atmosfere kapalı biçimde kendi içerisinde su sirkülasyonu olan ve çok az su eksilten devrelerdir.

- Sıcak su kazanı-boiler arasında,
- Sıcak su kazanı- plakalı eşanjör arasında,
- Soğutma devresi eşanjörü- fan coil'ler arasında,
- Hava soğutmalı sistemlerde bulunur.

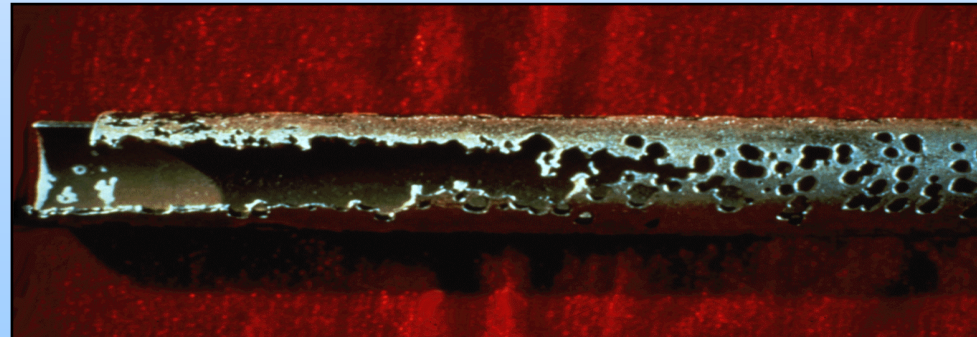


Kapalı Devre Tesisatlarda İşletme Sorunları

- Korozyon
- Kireçlenme
- Kirlilik
- Mikrobiyolojik oluşumlar

Kapalı Devre Tesisat Malzeme Cinsleri

- Karbon Çeliği
- Paslanmaz Çelik
- Bakır
- Alüminyum ve alüminyum alaşımları
- Pirinç
- Bronz



Korozyon tipleri



Isıtma-Soğutma Kapalı Devrelerde Korozyon Sebepleri

- Çözünmüş gazlar
- Farklı metallerin etkileşmesi (galvanik korozyon)
- Fouling nedeni ile depozit altı korozyon
- Korozyon ürünlerinin blöf edilememesi
- Erozyon korozyonu



Oksijen Korozyonu

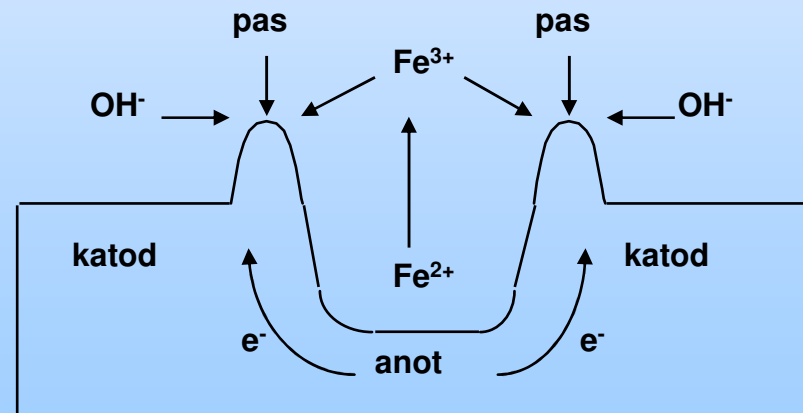
Oksijen demir iyonları ile hızla tüketilir. Taze O₂ valf ve pompalardan veya ilave su alımı ile hızla yayılır.



Anodik Reaksiyon



Katodik Reaksiyon





Galvanik Korozyon

Kapalı devrelerde kullanılan farklı metallerin potansiyel enerjilerindeki farklılık (örneğin bakır ve alaşımlarının demir içermeyen metallere karşı v.b.) galvanik korozyonu tetikler.



Scale Oluşumu

- Kalsiyum ve magnezyum çözünürlük limitini aştığında sıcaklık faktörü ile birlikte depozit oluşumuna neden olur.

Fouling

- Su içerisindeki askıda katı maddeler; boru yüzeyleri üzerinde farklı noktalarda farklı potansiyeller doğması neticesinde, korozyon hücreleri meydana getirir.

→

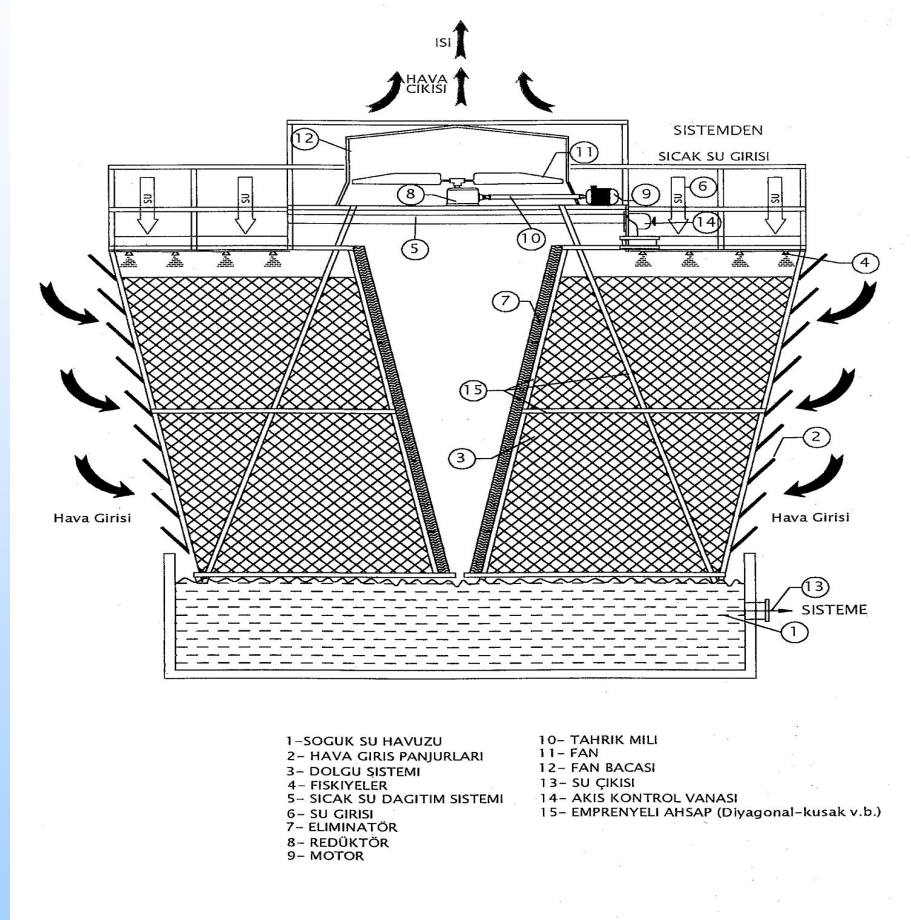
Mikrobiyolojik problemler

- Kapalı devreler; güneş ışığına, oksijene ve diğer bakteri besiyerlerine oldukça kapalıdır.
- Bunun sonucunda anaerobik bakteriler üreyebilir (desulfuvibrio, desulfuricans, clostridia, ect.)





Soğutma kulesi korozyon kontrolü



Çapraz akışlı kule tipi



Korozyon ve Kışır Oluşumu

Korozyon, AÇSS'nin en önemli problemlerinden bir tanesidir. Sistemde korozyona ve kışır oluşumuna neden olabilecek başlıca faktörler aşağıda belirtilmiştir.

pH: Soğutma kulesi içindeki suyun, pH'ı düştükçe ($\text{pH} < 7$) demir aksamalarda, buna karşın, pH yükseldikçe de ($\text{pH} > 9$) bakır aksamalarda; meydana gelecek korozyon miktarı belirgin olarak artacaktır.

Sertlik: Kule çevrim suyunda, sertlik derecesi arttıkça (özellikle $> 5^\circ \text{dH}$) cidarlarda kireç taşı ve depozit oluşumu gerçekleşecektir. Bu durum özellikle sülfat, klorür, karbonat gibi korozyona neden olan çözünmüş katı maddeler zaman içerisinde metal et kalınlığında incelmeler oluşturur. Ayrıca depozit oluşumu sistemdeki ısı transferini olumsuz yönde etkileyeceğinden sistemin verimini azaltır ve enerji maliyetlerini artırır.

İletkenlik: Sistem içerisinde buharlaşmanın artışı ile birlikte, sudaki iyon konsantrasyonu artacak ve dolayısı ile iletkenlik değeri de yükselecektir. İletkenlikteki artış, toplam tuzluluk oranı ile paralellik göstereceğinden yukarıda belirtilen hususlara bağlı olarak korozyon oluşumunu hızlandıracaktır.

Mikrobiyolojik üreme

Sistemin kirliliği doğal olarak mikrobiyolojik üremenin artmasına yol açacaktır. Sistem çalışırken ortamın sıcaklığı ve yoğun oksijenin bulunması “mezofilik aerobik bakterilerin” hızlı bir şekilde çoğalmalarına yol açacaktır. Pulvarizasyon ile ortama yayılan su zerrecikleri içerisine yerleşen bakterilerin etrafa yayılması ve insanların solunum sırasında bu bakterileri almaları, solunum sisteminde, özellikle akciğerde çok ciddi enfeksiyonlara yol açacaktır. Bu enfeksiyonlardan en tehlikelisi ve en çok risk oluşturanı *legionella* bakterisine bağlı atipik zatürre olan “lejyoner hastalığı”dır.



Legionellasis 'in değişik formları





Korozyondan Korunma

Soğutma kulesi suyu, çalıştığı süre boyunca, kireç ve korozyon önleyici bir kimyasal şartlandırma programına tabi tutulmalıdır.

- **Korozyon İnhibitörleri**

Mekanizma koruyucu tabaka oluşturma

- **Kireçlenmeyi Önleme**

Mekanizma kireç kristallerinin oluşumunun önlenmesi (Threshold-effect)

- **Kirliliğinin Önlenmesi**

Mekanizma küçük partiküllerinin birleşip çökmesinin önlenmesi

- **Mikroorganizmaların Kontrolü**

Mekanizma bakterilerin, yosunların, mantarların öldürülmesi biyolojik yükün dispers edilmesi



Korozyon İnhibitörleri

Koruyucular

Kapalı Devre Korozyon İnhibitörleri

- Molibdat
- Borat / Nitrit / Benzoat
- Kromat
- Bazı mineral yağlar

Soğutma kulesi Korozyon İnhibitörleri

- Fosfat-Fosfonat programı
- Çinko-Fosfat-Fosfanat programı
- Silikatlar
- Bakır
- Molibdat

Tüm İnhibitörler,

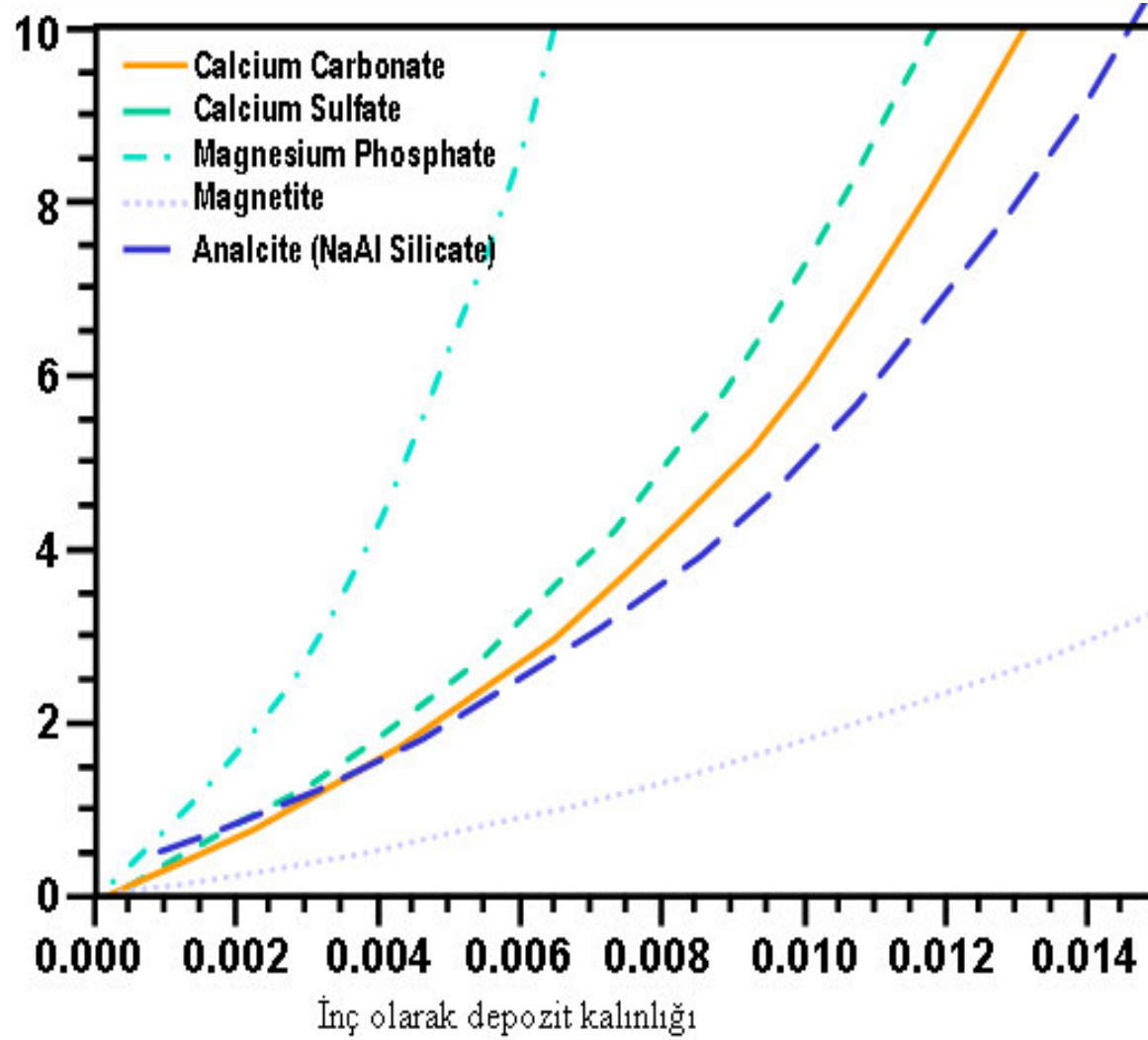
- Metal ile pasif bir film yapar.
- Metal ile pasif film oluşmasını katalizlerler.

Soğutma kulesi suyu, çalıştığı süre boyunca, biyolojik aktivasyonu engelleyici bir biocid ile dezenfeksiyona tabi tutulmalıdır.



Korozyon ve Depozitin Zararlı Etkileri

- Kalsiyum depoziti, sert kireçtaşı (CaCO_3) tabakası oluşumu sonucunda ısı iletkenliği azalması enerji kaybıdır.
- Temizleme maliyetleri ve temizlik riski,
- Depozit altı korozyon oluşması ve sonucunda kazan boruları ve yanma odası duvarlarında delinmeler,
- Ekipman, boru ve ekleme parçaları kullanma ömürlerinde azalma ve işletme maliyetlerinde artış,
- Konfor kaybı ve ilave cihaz ve donanım yatırımlarıdır.



Çeşitli depozitlerin verime etkisi



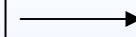
MEKANİK TESİSAT SİSTEMLERİNDE ENERJİ YÖNETİMİ



**AKITAN
DAMLATAN**



MUSLUK



Görünüyor!

**AKAN
DAMLAYAN**



ENERJİ



Görünmüyor

!

%10, %5, %2, %1, %0,5, %0,1

Kayıpların hangisi önemli?

İsrafın nedeni **yanlış detaylar**dır.
Tasarrufun sihri de **detaylar**dadır.



MEKANİK TESİSAT SİSTEMLERİNDE ENERJİ YÖNETİMİ

- **SIHHİ TESİSATTA ENERJİ EKONOMİSİ**

Kullanma sıcak ve soğuk su tüketimini konforu düşürmeden azaltmak, su maliyetlerinde ciddi tasarruflar sağlayacaktır.

SU'da yapılacak tasarruf, hem su maliyetlerinde hem de ısıtma ve basınçlandırma enerjisi maliyetlerinde tasarruf anlamına gelir ki birim su tasarrufu, maliyetlerde iki misli veya daha fazla azalmaya neden olur.



TEMİZ SU TESİSATINDA SU TÜKETİMİNİN AZALTILMASI

- **Mimari Tasarım Önlemleri:**

- Mimaride banyo, wc gibi ıslak hacimler mümkün olduğunca düşey doğrultuda üst üste, yatay doğrultuda ise yan yana yerleştirilmeli ve mekanik tesisat merkezine yakın olmalıdır.
- Tesisat boşlukları ulaşılabilir, boru montaj ve bakımlarında kolaylık sağlayacak şekilde yapılmalıdır.
- Donma riskini azaltmak için, kullanma suyu boruları soğuk bölgelerde dış duvar içinden geçirilmemelidir. Kullanma sıcak su ve sirkülasyon boruları da ısı kaybını azaltmak için dış duvar içinden geçirilmemelidir.
- Su depoları mutlaka toprak altında olmalıdır. Toprak üstünde bakteri oluşumu çok hızlıdır. Depoların iç yüzeyi olabildiğince pürüzsüz olmalıdır.



Duvara 3 cm gömülü 1 m borudaki ısı kaybı (W/m)

Boru Çapı Ø	Su Sıcaklığı 45°C		Su Sıcaklığı 60°C
	Ortam Sıcaklığı 20°C	Ortam Sıcaklığı 15°C	Ortam Sıcaklığı 15°C
15 (½")	43	77	136
20 (¾")	61	95	160
25 (1")	75	109	178
32 (1 ¼")	89	123	197
40 (1 ½")	101	134	212
50 (2")	111	145	226



TEMİZ SU TESİSATINDA SU TÜKETİMİNİN AZALTILMASI

- **Daha Az Su ile Daha İyi El Yıkama:**
 - Genel tuvaletlerde sensör kumandalı musluk kullanımı su tüketimi azaltılabilir.

Ölçümler	Normal Musluk	Sensörlü Musluk	Tasarruf
Su miktarı (lt)	4,6	0,6	4,0



TEMİZ SU TESİSATINDA SU TÜKETİMİNİN AZALTILMASI

- **Mekanik Tasarımda Önlemler:**
 - **Lavabo Muslukları ve Duş Bataryaları:**
 - Musluk uçlarında mutlaka perlatör olmalıdır. Lavabo musluklarının miks tipte olması kullanımı kolaylaştırır. Ancak yanlış kullanılmaları durumunda sıcak su tüketimini arttıırırlar.
 - Suyun basıncı, musluk ağzında yüksek ve değişken olmamalıdır.
 - Aynı su sisteminde basınçlı duş başlığı ile farklı basınçta çalışabilen armatür kullanılmamalıdır.



TEMİZ SU TESİSATINDA SU TÜKETİMİNİN AZALTILMASI

– Klozet seçimi:

Yüzey yıkama yeteneği, rezervuar su hacmi ve rezervuar iç takım kalitesi önemlidir.

Çift akışlı klozetlerde, farklı debide su tüketimi söz konusudur.

Binalarda atık su arıtımı mevcut ise, rezervuarlarda bu su kullanılabilir. Bu arıtılmış su, binaya ayrı bir besleme hattıyla getirilmelidir.

– Pisuarlar:

Pisuarlarda yüzey yıkama yeteneğinin iyi olması koku sorununu ortadan kaldırır. Otomatik pisuarlar bir kullanımda 4 lt'den fazla su tüketmemelidir.



TEMİZ SU TESİSATINDA SU TÜKETİMİNİN AZALTILMASI

- **SU DAĞITIM ve HİDROFOR SİSTEMLERİNDE EKONOMİ**

Su Dağıtım Sistemleri:

- Suyu, uygun bir hacimsel debi, minimum basınç kaybı ve maksimum akış koşulları ile en uzaktaki apereye ulaştırmalıdır.
- Maksimum ve minimum basınç koşullarında, en uzaktaki ve en yakındaki apereyde gereksinimleri karşılamaya yeterli basınç aralığında su sağlanmalıdır.
- Sistem aşırı basınçlardan korunmalıdır.
- Basınç kayıpları en az olacak şekilde tesisat projelendirilmeli ve uygulanmalıdır.



Basınçlandırma Sistemleri:

- Yüksek yapılarda, sistemi basınç kademelerinde ayırarak, her kademeye özel hidrofor kullanmak daha doğrudur.
- Gereksiz yere hidrofor basıncı yükseltilmemelidir.
- Hidrofor çıkışında basınç regülatörü kullanılmalıdır.
- Kullanma suyu için yaklaşık 5 m³/h debiden sonra kademeli hidrofor kullanımı önerilmektedir.
- Çek valflerden önce pislik ayırıcı kullanılmalıdır.
- Büyük tesislerde değişken devirli pompalı hidrofor kullanılmalıdır
- Basınç dalgalanmalarının olmaması için boru çapları, doğru ve yeteri kadar büyük seçilmiş olmalıdır.
- Duvar içine yerleştirilen kullanma suyu borularına ısı yalıtımı uygulanmalıdır.
- Dış duvar geçişlerinde, su borularının kovan (koruma borusu) içinden geçirilmesi tavsiye edilir.
- Az kullanılan veya donma tehlikesi olan hatların bir ayırma vanası ve bir boşaltma musluğu olmalıdır.



Hidrofor basıncının 1 bar artırılmasının yıllık enerji tüketimine etkisi

		Örnek 1		Örnek 2		Örnek 3	
Basınç	(mSS)	Nominal Hidrofor	Yükseltilmiş Basınç Hali	Nominal Hidrofor	Yükseltilmiş Basınç Hali	Nominal Hidrofor	Yükseltilmiş Basınç Hali
Debi	(m ³ /h)	60	70	50	60	40	50
Verim	(%)	12,6	10,0	23,0	16,0	5,60	3,00
Güç	(kW)	3,72	3,55	5,50	4,90	1,10	0,90
Tüketim	(kWh)	6,405	7,718	9,485	12,105	1,903	2,885
Elektrik Tüketimindeki Fark	(kWh)	1,313		2,620		982	
Elektrik Tüketimindeki Artış	(%)	20		28		52	



Tek ve optimize çok pompalı hidrofor için yıllık enerji tüketimi

Yük Çalışma Süresi	Yük Oranı	Güç Kullanımı		Enerji Tüketimi		Elektrik Tasarrufu Miktarı
		Çok Pompalı Hidroforda	Tek Pompalı Hidroforda	Çok Pompalı Hidroforda	Tek Pompalı Hidroforda	
Saat		kW	kW	kWh/yıl	kWh/yıl	kWh/yıl
2.880	0,13	1,49	7,08	1.295	20.403	16.107
1.224	0,30	3,35	8,57	4.107	10.497	6.389
960	0,39	4,47	9,32	4.295	8.949	4.653
768	0,48	5,59	9,69	4.295	7.445	3.150
600	0,63	7,45	11,18	4.474	6.711	2.237
Toplam =						32.537



Boru çapına göre izolasyon kalınlıkları ve ısı kaybı

Boru apı (mm)	İzolasyon Kalınlığı (mm)		Ortalama Isı Kaybı (kJ/mh)
	Eski	Önerilen	Eski
20'ye kadar	20	30	22,32
25 - 50	30	40	20,27 - 29,89
10 - 100	40	50	30 - 42,64



İyi planlanmış, iyi yalıtılmış binaların dağıtım ve sirkülasyon hatlarındaki kayıplar

Bina Tipi	Dağıtım ve Sirkülasyon Hatlarındaki Kayıplar	Doğalgaz Tüketimi		LPG Tüketimi
	kWh/yıl	m ³ /yıl	\$/yıl	\$/yıl
Villa (4 kişi)	222	22	7	28
Apartman (24 daireli)	5.000	500	150	598
Otel (85 odalı)	100.000	10.000	3.000	11.783



HİJYEN

- Su kaynaklarının temiz tutulması
- Suyun depolanması ve taşınmasında hijyen şartlarına uyulması, doğru malzeme kullanılması
- Su depolarının güneş altında kalmaması
- Klorlama vb. dezenfeksiyon işlemlerinin bilinçli ve sürekli yapılması
- Sonuç olarak kullanma suyunun güvenilir olması sağlık ve psikoloji için çok önemlidir.



KAYNAKLAR

1. Stoecker, Jones, J.W., 'Refrigeration and Air Conditioning', McGraw-Hill, 1988.
2. McQuiston, F.C., 'Heating, Ventilating and Air Conditioning-Analysis and Design', John Wiley, 1994.
3. Jones, W.F., 'Air Conditioning Engineering', Edward Arnold, 1984.
4. Harris, N.C., 'Modern Air Conditioning Practice', McGraw-Hill, 1989.
5. Kreider, J.F., Rabl, L., 'Heating and Cooling of Buildings-Design for Efficiency', McGraw-Hill, 1992.
6. Kays, W.M., London, A.L., 'Compact Heat Exchangers', McGraw-Hill, 1982.
7. ASHRAE Handbooks-Fundamentals, Systems, Equipment and Applications, Volumes 1996-1998.
8. TS 825, Thermal Insulation in Buildings.
9. Tamer Ş., 'Klima ve Havalandırma', Meteksan, 1990.
10. 'Klima Tesisatı', MMO Yayını, 2002.
11. 'Yüksek Yapılarda Tesisat', ISISAN Yayını, 2007.
12. 'Havalandırma Tesisatı', MMO Yayını, 2003.
13. 'Havalandırma Tesisatı', ISISAN Yayını, 2005.
14. Özdaş, N., Dinibütün, T., Kuzucu, A., 'Otomatik Kontrol', İTÜ Yayınları, 2000.
15. Bequette, B. W., 'Process Control', Prentice Hall, 2003.
16. Franklin, G.F., Powell, J.D., Emami-Naeni, 'Feedback Control of Dynamics Systems', Prentice Hall, 2006.
17. Yusufoglu, İ., 'Korozyon ve Korozyondan Korunma Yöntemleri', İstanbul Üniversitesi, Ders Notları, 2007.
18. 'Industrial Water Treatment Operation and Maintenance', US Army Corps of Engineers, UFC 3-240-13FN, 2005.
19. Çakır, A., 'Korozyon ve Denetlenmesi', MMO Yayını, 1994.
20. Hydrosafe-AKSEM, Eğitim ve Seminer Notları, İstanbul, 2007.