

### 3.KONTROL YÖNTEMLERİ

Otomatik kontrolün amacı , insan denetimi gerektirmeden bir sistemde üretilen değişkenler üzerinde ayar yapmak , sistemin istenilen şekilde çalışmasını sağlamaktır.

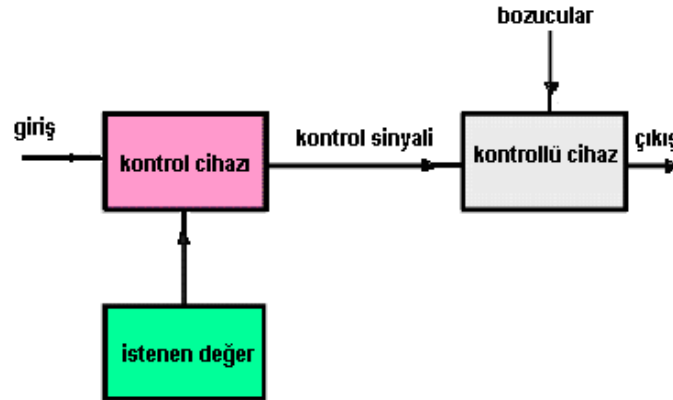
Kontrol yöntemleri iki ana grupta toplanır.

- 1- Açık çevrim kontrol yöntemi
- 2- Kapalı çevrim kontrol yöntemi

Bunlar dışında her iki yöntemin bir arada kullanıldıkları kontrol düzenekleri vardır.

#### 3.1. Açık Çevrim Kontrol Yöntemi

Bir açık çevrim kontrol yönteminde kontrollü değişken ve kontrol cihazı arasında doğrudan bir bağlantı yoktur. Bir açık çevrim kontrol yöntemi bir dış değişkenin sistemi nasıl etkileyeceğini öngörür (tahmin eder) ve ayar noktasını aşırı sapmadan korumak için ayarlar. Bir örnek dış ortam termostati olup binanın ısı yükünün dış hava sıcaklık değişimlerinden nasıl etkilendiğini öğrenmek için kullanılır. Esasında tasarımcı dış hava sıcaklığı ile binanın ısı ihtiyacı arasında sıkı bir ilişki olduğunu farz eder ve kontrol eylemini dış hava sıcaklığı üzerine temellendirir. Çünkü kontrollü değişkenden (ortam sıcaklığı) bir geri bildirim yoktur, bu durumda kontrol açık döngülüdür.

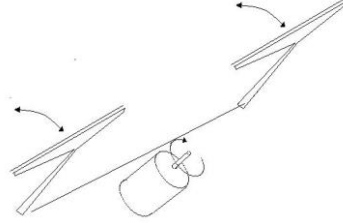


Şekil: Açık çevrim kontrol yöntemi

Açık çevrim kontrol yöntemi günlük yaşantımızda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir anahtarla bir lambanın kumandası en temel açık çevrim denetim örneğidir.

**Örnek 3.1:** Bir otomobilin cam sileceği düzeneğini ele alalım. Otomobilin bu düzeneği sürücü tarafından kontrol edilir. Sürücü otomobilin konsoluna bağlı olan anahtar yardımıyla silecek motorunu harekete geçirebilir. Genellikle 2–3 hız kademeli olarak tasarlanan bu sistemlerde herhangi bir şekilde yağmurun yağmaya başlaması, şiddeti gibi parametreler algılanmaz. Düzeneğin başlatılması ve hangi kademede çalıştırılacağı tamamen sürücünün karar vermesine bağlıdır. Yağmurun kesilmesi ya da şiddetini artırıp azaltması, camların kuru ya da ıslak olması düzenek tarafından dikkate alınmaz. Bu anlamda, tipik bir açık çevrim kontrol mekanizmasıdır.

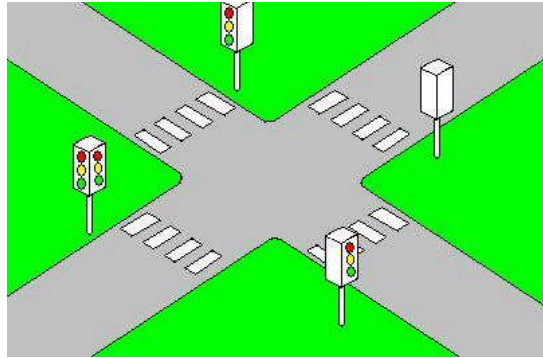
Sistemin çıktısı çok iyi bilinen bir sonuçtur. Yani “Cam yüzeyi silinirse ıslaklık temizlenir ve görüş netleşir.” prensibine dayanır. Aşağıdaki şekil bir otomobilin silecek mekanizmasını göstermektedir. Silecek motoru sürekli bir yönde döndüğü halde, miline yerleştirilmiş olan mekanik bir düzenek ile silecek kolları belirli açı aralığında yön değiştirerek ileri geri hareket edebilmektedir.



**Şekil:** Otomobil silecek düzeneği

(Günümüzde bu düzeneğin yerine yağmur sensörleri kullanılarak yapılan düzenekler, konfor paketi olarak otomobil üreticileri tarafından kullanıcılara sunulmaktadır.)

**Örnek 3.2.** Genellikle açık çevrim denetim sistemi açıklanırken trafik lambaları örnek olarak verilir. Trafik lambaları bir kavşaktaki ortalama trafik yoğunluğuna göre zamanlanan ışıkların sırasıyla yanması esasına dayanır. Böyle bir sistemde istenen çıkış araçların ve yayaların tamamının ışıkların yanma sürelerinde gemesidir. Fakat bu tamamen mümkün olmayabilir. Trafiğin yoğunlaştığı saatlerde yığılmalar ya da sakin olduğu saatlerde gereksiz bekletmeler olabilir. Trafik yoğunluğuna göre ışıkların yanma sürelerinin değiştirilebildiği bir karşılaştırma düzeneği yoktur, yani bir geri besleme yoktur.

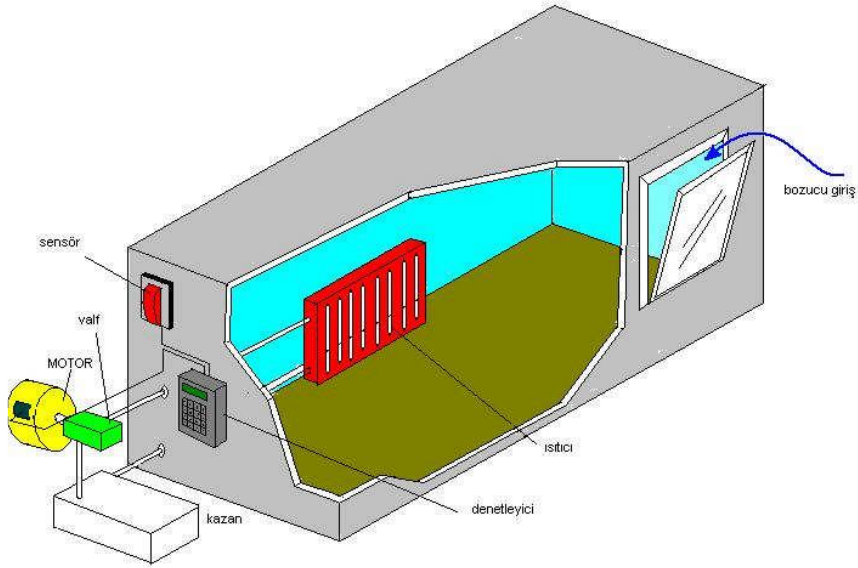


**Şekil:** Trafik lambaları

**Örnek 3.3.** Bu örneğimizde biraz daha karmaşık gibi gözükten bir sistemi ele alalım. Şekilde kapalı bir mekanın ısıtılmasını sağlayan düzenek görülmektedir. Bu sistemde bir denetleyici bulunmaktadır. Bu denetleyici dışarıdaki havanın sıcaklığını giriş olarak alır. Bu alınan giriş referans değer olarak kabul edilir. Buna göre motor çalıştırılarak valfin açılması ve ısıtıcının

ortamı ısıtması sağlanır. Kazan –valf –ısıtıcı üzerinden su, devir daim etmektedir. Dış ortamdan sensör vasıtasıyla alınan referans değerde herhangi bir değişiklik olduğunda çevrim tekrar başlatılır ve valf kapatılır ya da daha fazla açılır. Böylelikle ısıtma düzeneği kurulmuş olur.

Bu örnekte dikkat edilmesi gereken nokta sensörden alınan bilgidir. Düzeneğe konulan sensör sadece dış ortamın sıcaklığını ölçmektedir. Bu sensörden alınan bilgi referans giriş bilgisidir. Tıpkı otomobil sileceği örneğinde sürücünün yağmur yağmasını fark ederek silecek düğmesini çalıştırması gibi dış ortamdaki sıcaklık değişimleri algılanarak denetleyici tetiklenir. Eğer iç ortamın sıcaklığı ölçülerek işlem yapılsaydı bu bir sonraki modülde bahsedilecek olan kapalı çevrim sistemine bir örnek olurdu.



**Şekil:** Kapalı bir ortamın temsili ısıtma sistemi

Zaman ayarlı ve termostatsız bir ekmek kızartma makinesinin çalışmasını düşüünüz ve açık çevrim blok diyagramını çiziniz. Sistemin giriş, çıkış parametrelerini belirtiniz.

### 3.1.1. Açık Çevrim Kontrol Uygulama Alanları

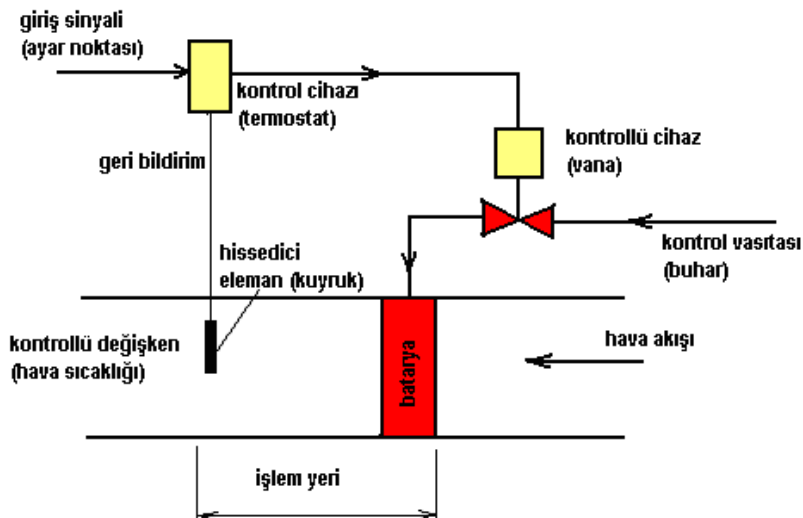
Açık çevrim kontrol yöntemi aşağıda sıralanan karakteristik özelliklerine uyan tüm alanlarda başarıyla uygulanmaktadır.

- ✓ Açık çevrim kontrol sistemleri işlemlerin önceden çok iyi bilindiği sistemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.
- ✓ Çok fazla hassasiyet beklenmeyen sistemler için idealdir.
- ✓ Açık çevrim sistemlerin maliyetleri daha düşüktür. Bu nedenle ucuz çözümler istenen yerlerde tercih edilir.

- ✓ Açık çevrim kontrol yöntemi sisteme etkiyen bozucuları zayıflatmaz.
- ✓ Açık çevrim kontrol yöntemi kararsız bir sistemi kararlı hale getiremez. Yani açık çevrim kontrol yönteminin uygulanacağı sistemin zaten kararlı ve düzgün çalışan bir sistem olması zorunludur.
- ✓ Açık çevrim kontrol yöntemi, sistemin parametrelerindeki değişimlere karşı bir hassasiyet göstermez. Sistem çalışmasına devam eder. Yani tasarım aşamasında normal bir sistem için hesaplamaları yapılmış olan bir açık çevrim kontrol sistemi, gerçek sisteme uyarlandığında, gerçek sistemdeki var olan bazı parametrelerin değerlerindeki hassas kaymaları dikkate almadan, yine hesaplandığı gibi doğru bir şekilde çalışabilir.

### 3.2. Kapalı Çevrim (Geri Bildirimli) Kontrol

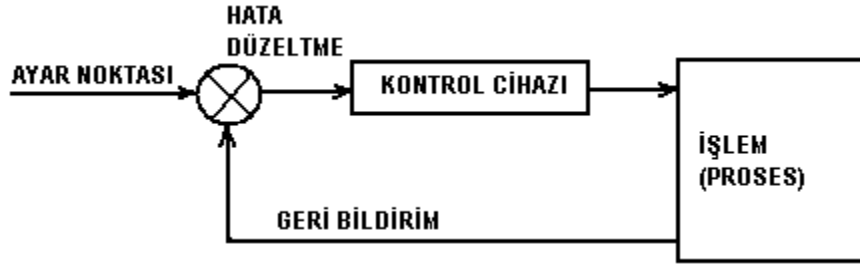
Kontrollü değişken kontrol edilmek istenen bir sıcaklık, nem, veya basınç, vb. olabilir.



**Şekil:** Hava akış sıcaklık kontrolü (geri bildirimli kontrol örneği)

Bir kontrol çevrim bir blok diyagramı ile temsil edilebilir. Kontrol çevriminin her bir elemanı kendi bloğunda temsil edilir ve modellenir. Bir elemandan diğerine akış bilgisi bloklar arasındaki çizgilerle gösterilir. Ayar noktasında görünen şekil kontrollü değişkenin karşılaştırılmasıdır. Bu fark veya sapma hatası, kontrol cihazını besler ki o da kontrollü cihaza bir kontrol sinyali olarak gönderilir. Bu durumda kontrollü cihaz bir vanadır. Vana şeklindeki serpantinden geçen buhar miktarını değiştirir. Buhar akış miktarı işlem olarak temsil edilen bir sonraki bloğun girişidir. İşlem bloğundan alınan kontrollü değişken sıcaklıktır. Kontrollü

değişken bir hissedici elaman tarafından hissedilir ve kontrol cihazına geri bildirim olarak aktarılır, döngü tamamlanmış olur.



**Şekil:** Hava sıcaklık akış kontrolünün blok diyagramı

Şekil'teki her bir eleman, elemanlar arasındaki giriş ve çıkış ilişkilerini temsil eden bir matematiksel model olarak idealleştirmek üzere, bir transfer fonksiyonu olarak gösterilebilir. Transfer fonksiyonu cihazın statik ve dinamik özelliklerinin her ikisini de kapsayacak şekilde yeterli detaya sahip olmalıdır. Elemanın zamanlı dinamik özellikleri bir diferansiyel denklem tarafından temsil edilir. Çevresel kontrolde, bir çok elemanın transfer fonksiyonu uygun dönüşümlerle tek bir diferansiyel denklem olarak tanımlanabilir, etkili olan dinamik davranış tek bir kapasite faktörüne indirgenir. Çözüm için diferansiyel eşitlikler LaPlace veya z-dönüşümlerine döndürülür.

**Zaman sabiti**, girişi etkileyen bir adım değişmesi olduğunda onun çıkışının son değerinin %63.2'sine ulaşması için geçen süre olarak tanımlanır. Elemanın zaman sabiti küçük olduğunda girişteki değişmelere çabuk cevap verecektir; tersine elemanın zaman sabiti büyük olduğunda girişteki değişmelere ağır cevap verecektir.

**Ölü zaman** bir faz değişimi olup problemlerin kontrolüne ve modellenmesine yarar. Ölü zaman, işlem girişindeki bir değişme ile işlem çıkışını etkileyen bir değişme arasındaki zamandır. Ölü zaman Şekil-1'deki kontrol döngüsünde serpantinden ortama geçiş zamanının ortaya çıkabilir. Serpantindeki sıcaklık değişimi dağıtım sistemindeki havaya gecikmeli olarak verilir ve sonunda ortamdaki duyarga etkilenir. Ortamdaki havanın kütlesi serpantin sıcaklık değişiminin oda duyargası tarafından tam etkili denetlenmesini daha fazla geciktirir. Ölü zaman ayrıca duyarganın yavaş hissetmesinden, kontrol cihazından gelen sinyal gecikmesinden de oluşabilir. Şayet ölü zaman küçükse kontrol modelinde ihmal edilebilir; büyükse dikkate alınmalıdır.

**Transfer fonksiyonunun kazancı**, sabit şartlarda verilen girişteki bir değişme için çıkış elemanındaki değişme miktarıdır. Şayet eleman doğrusal ise kazanç sabit kalır. Buna rağmen

bir çok kontrol elemanları doğrusal değildir ve çalışma şartlarına bağlı olarak kazanç değişmektedir.

Bir kapalı çevrim kontrol sisteminde çıkış değişkeni, ölçme elemanı ile ölçülür ve ölçme büyüklüğü girişe geri beslendikten sonra referans bir değer ile karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda hata sinyali elde edilir, hata sinyalinin yapısına ve denetlenen çıkış değişkenine uygun bir denetim sinyali üretilir. Kapalı çevrim denetim sistemine “geri beslemeli denetim sistemi” de denilebilir.

Geri beslemeli denetim sisteminde üç işlem gerçekleşir. Bunlar;

Ölçme,

Karar,

Uygulama olarak verilebilir.

Ölçme aşamasında, denetlenen çıkış değişkeni ölçülür. Karar aşamasında ölçülen değer, istenen değerden ne kadar farklı olduğu hesaplanır; diğer bir ifade ile hata hesaplanır. Denetim uygulaması için bu hata değeri kullanılır. Uygulama aşamasında hatayı azaltıcı yönde, değişkenler üzerinde, etkili olan bir denetim sinyali uygulanır.

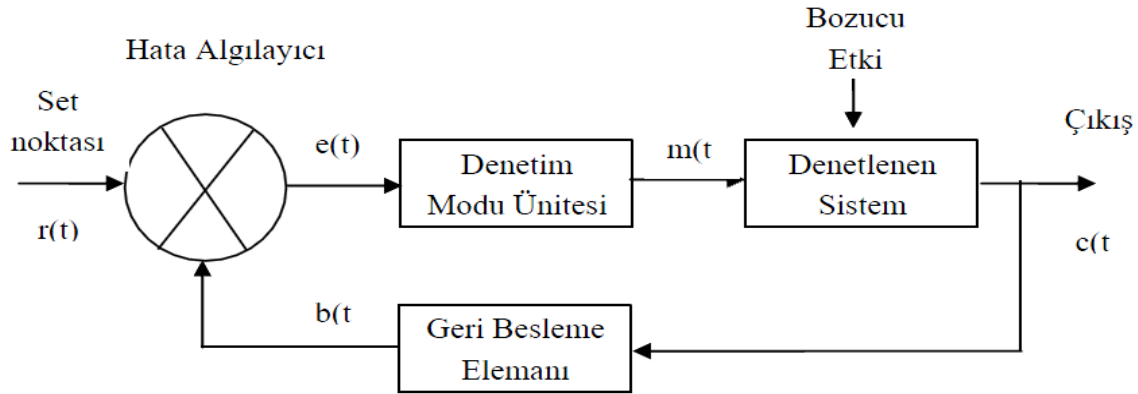
Kapalı çevrim denetiminde en önemli alt uygulama **geri beslemedir**. Yukarıdaki açıklamadan da anlaşıldığı üzere geri besleme çıkış büyüklüğünün anlamlı bir kısmının girişe tekrar uygulanmasıdır. **Negatif ve pozitif olmak üzere iki türlü geri besleme vardır.**

**Negatif geri beslemede** çıkıştaki değişimler, giriş büyüklüğüne ters yönde etki eder. Böyle sistemde çıkış arzu edilen değere göre bir artış gösterecek olursa denetim etkisinin azaltılarak çıkışın istenilen değere geri dönmesi sağlanır. Ters bir durumda eğer çıkış arzu edilen değere göre bir azalma gösterir ise denetim etkisi artırılarak çıkışın istenilen değere yükselmesi sağlanır. Negatif geri beslemede daima çıkış ile girişin farkı alınır. Kontrol elemanına hata girişi olarak iletilen bu fark, çıkışın istenilen değere getirilmesini ve bu değerde sabit tutulmasını sağlar. Negatif geri besleme, endüstriyel sistemlerin en önemli özelliğidir. Hatayı daima en küçük değerde tutmaya veya sıfır yapmaya çalışır.

$$\text{Negatif geri beslemeli sistemlerde} \quad TF = \frac{G3}{1+G3H3} \quad (\text{aradaki işaret } +)$$

$$\text{Pozitif geri beslemeli sistemlerde} \quad TF = \frac{G3}{1-G3H3} \quad (\text{aradaki işaret } -)$$

**Pozitif geri beslemede** çıkış girişe aynı yönde etki eder. Buna göre çıkışta herhangi bir artış meydana gelecek olursa girişteki hatayı da arttırıcı bir etki meydana gelir ve sistem osilasyona girer. Bu nedenle, pozitif geri besleme kapalı çevrim denetimi için uygun değildir.



**Sekil 1.1: Kapalı çevrim denetim sistemi genel blok**

Şekil 1.1’de kapalı çevrim denetim sistemi blok şeması görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi denetlenen sistem üzerinde iç devrelerle ve çevresel koşullarla ilgili istenmeyen bozucu etkiler bulunmaktadır. Bu bozucu etkiler sonucunda çıkış parametresi istenen değerden sapar. Çıkış parametresinin belirli bir oranı, hata algılayıcıya geri beslenir. Hata algılayıcı girişine, çıkış parametresinin olması istenen değeri uygulanır. Hata algılayıcı geri besleme değerinin ayar (set) değerinden ne kadar saptığı ile ilgili bir fark gerilimi üretir. Fark gerilim değeri, denetim modu ünitesine uygulanır.

Denetim modu ünitesi, kapalı çevrim denetim sisteminin en önemli katıdır. Burada, denetlenen sisteme uygun bir denetim sinyali üretilir. Çeşitli kaynaklarda hata algılayıcı ile denetim modu ünitesine birlikte “Kontrolör”, “Kontrol Ünitesi” ya da “Denetim Ünitesi” denilebilmektedir. Denetim ünitesi; pnömatik, hidrolik, analog veya dijital elektronik devrelerle gerçekleştirilebilir. Denetim hareketini gerçekleştirmek için, pnömatik tip denetim üniteleri hata algılayıcının ve işlemsel yükseltecin pnömatik eşdeğerini kullanırken, hidrolik tip denetim üniteleri de hidrolik eşdeğerini kullanırlar.

Analog elektronik denetim üniteleri, elektronik bir devre yardımıyla hatayı hesaplayıp işlemsel yükselteç ile de denetim sinyalini üretir. Dijital denetim üniteleri de bir mikroişlemci ve bu işlemciye ait denetim algoritması ile denetim sinyali üretir.

Hata algılayıcıdan gelen hata gerilimine göre denetim modu ünitesi, hatayı azaltacak yönde bir sinyal üretir. Böylece denetlenen sistemde, hatayı küçültecek şekilde, bir değişim meydana gelir. Böyle bir sistemde dikkat edilmesi gereken bazı özellikler vardır. Bu özellikleri şunlardır:

Hata algılayıcı set noktası büyüklüğü ile sistemin geri besleme çıkış büyüklüğünün aynı tür büyüklük olmaları gerekir.

Geri besleme yolu üzerinde bulunan ölçme elemanı çıkış büyüklüğünü hem ölçen hem de uygun bir sinyale dönüştüren bir eleman olduğundan çok önemlidir.

Ölçme elemanı ya bir sensördür(duyar) ya da kendi içinde algılayıcı, yükseltici ve sinyal üretici bulunan bir devredir. Denetim modu ünitesi ile denetlenen sistem arasında zorunlu hallerde sürücü katı kullanılabilmektedir. Sürücü katında bulunan elemana çeşitli kaynaklarda son kontrol elemanı, manipülasyon elemanı ya da son sürücü elemanı denilebilmektedir.

Bir kapalı çevrim denetim sisteminde denetim modu ünitesi, hata değerinin yapısına ve kullandığı denetim moduna bağlı olarak uygun bir denetim sinyali üretir. Günümüzde denetim modu ünitelerinde kullanılan belli başlı dört temel yöntem vardır. Kullanılan bu yöntemler; “denetim modu”, “kontrol modu”, “denetim etkisi” gibi adlarla ifade edilmektedir. Denetim modları temel olarak;

Aç-kapa denetim modu,

Oransal denetim modu,

İntegral denetim modu,

Türev denetim modu başlıkları ile verilebilir.

**Kapalı çevrim denetimine en basit örnek,** insan vücudu ile ilgili verilebilir. Bir musluğun olduğu yere 10 adet bidonu doldurmak üzere gittiğimizi varsayalım. Musluğun altının boş olduğu bilgisini gözümüz algıladıktan sonra gerekli sinyali beynimize geri besler. Boş bir bidonu beynimizin emri ile aktüatör olarak kullandığımız kol ve ellerimizle musluğun altına koyarız ve musluğu açarız. Bidona su doluyorken bidonun boş olduğu bilgisini sürekli olarak gözlerimizle takip ederiz, bu arada geri besleme sinyali biz farkında olmadan arka planda beynimize iletilmektedir. Su doluyorken başka bir iş ile ilgilenebilir ya da hareketsiz olarak bekleyebiliriz. Bidon dolmaya başlayınca musluğu kapatmak için hamle yaparız. Dolu olan bidonu olduğu yerden alıp, onun yerine boş bidonu koyarız ve işlemlere, tüm bidonlar doluncaya kadar, bu şekilde devam ederiz. İşte burada yapılan işlem bir kapalı çevrim denetimi sayesinde gerçekleşmiştir. Bu yapılan işlemlerde geri besleme, hata algılama ve denetim sinyali oluşturma işlemleri yapılmıştır.

### **3.2.1. Kapalı Çevrim Denetim Türleri**

Kapalı çevrim denetim sistemlerini, yapılarını göz önüne alarak, değişik bakış açılarıyla inceleyebiliriz. Yapılarına göre kapalı çevrim denetim sistemleri;

Bilgisayarlı denetim sistemi

Elektromekanik denetim sistemi



Hidrolik denetim sistemi

Pnömatik denetim sistemi olarak incelenebilir.

Yukarıdaki sistemlerde kullanılan enerji türleri farklıdır. Elektromekanik denetim sisteminde; elektrik, potansiyel ve kinetik enerjilerinin kombinasyonu vardır. Bilgisayarlı denetim sistemi, elektrik enerjisini; hidrolik denetim sistemi, yağ basıncını; pnömatik denetim sistemi de hava basıncını kullanmaktadır. Kullanılan enerji kaynağına göre bu şekilde bir ayırım yapılabilir.

Kapalı çevrim denetim sistemleri; kullanım amaçlarına ve parametre türlerine göre de aşağıdaki başlıklarla incelenebilir:

Düzenleyici denetim sistemi (Regülatör control)

Servomekanizma (Servo mechanism)

Süreç denetim sistemi (Process Control)

Nümerik denetim sistemi (Numerical Control)

Doğrudan sayısal denetim sistemi (Direct Digital Control)

Uyarlamalı denetim Sistemi (Adaptive Control)

Öğrenmeli denetim (Learning Control)

Düzey denetim sistemi (Level Control)

**Düzenleyici denetim sistemi:** Çıkış parametresinin, istenen değerde uzun süre sabit tutulduğu, geri beslemeli kontrol türüdür. Düzenleyici denetim sisteminde, bozucu çevre koşullarına rağmen, sistem çıkışının istenen değerde tutulması önemli bir kuraldır.

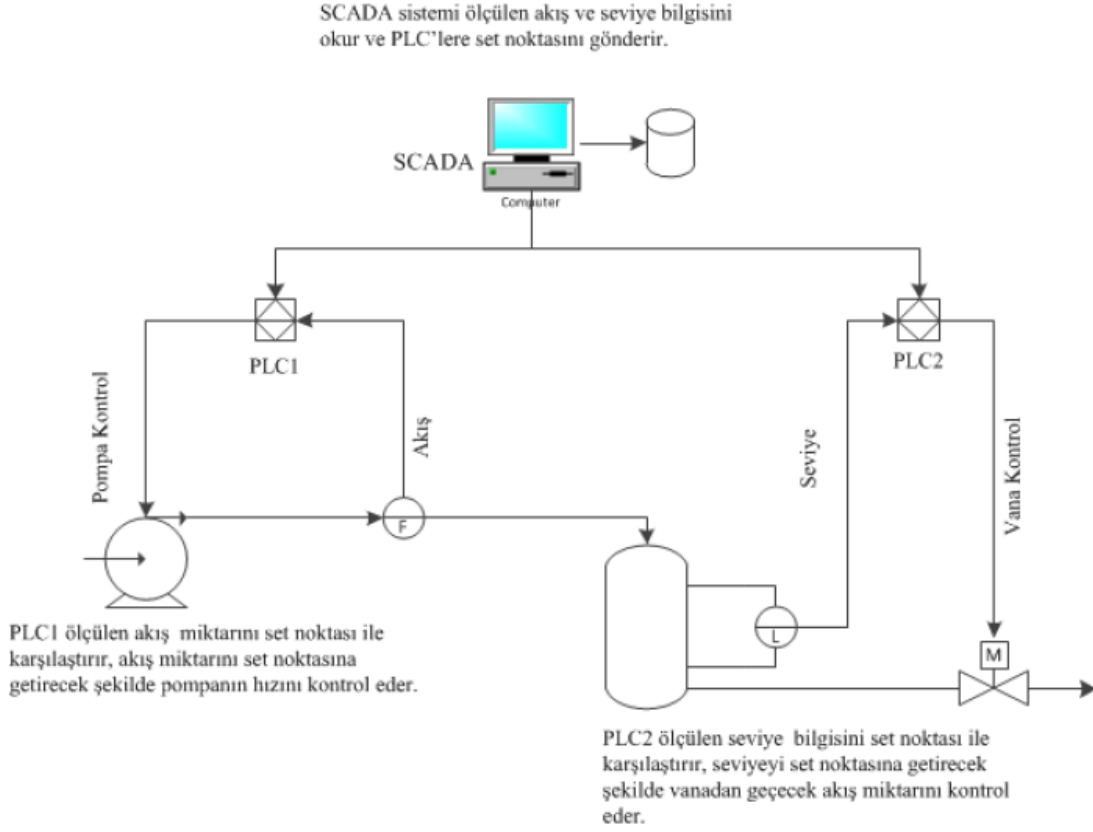
**Servo mekanizma:** Çıkışında mekaniksel konumlama, hız veya ivme parametreleri üreten geri beslemeli denetim sistemidir. Diğer bir tanımla, servo mekanizma; çıkış büyüklüğü, konum, hız ya da ivme olan geri beslemeli denetim sistemidir. Örneğin; bir kaynak robotunun eklem motorlarında çoğunlukla servo denetim kullanılmaktadır. Programlanmış komutlarla birlikte makinenin tamamen otomatik olarak çalışması servo sistemlerin kullanımıyla gerçekleştirilebilir. Diğer bir ifadeyle, önceden belirlenmiş bir yolu takip etmesi gereken türde çıkışa sahip denetim sistemine servo mekanizma adı verilir.

- **Süreç denetim sistemi:** Çıkış parametre değerleri sürekli olarak değişebilen; sıcaklık, basınç, akış, seviye ve pH gibi fiziksel ya da kimyasal değişkenleri denetleyen bir tür düzenleyici denetim sistemidir. Örneğin; kimyasal bir hammaddenin ardışık şekilde belirli işlemlerden geçirilmesiyle ürün elde edilmesi, süreç denetim sistemi ile gerçekleştirilir.

- **Nümerik denetim sistemi:** Eski tip bir denetim türüdür. Eski tip takım tezgâhlarında, sayısal konum denetimi amacıyla kullanılan bir denetim türüdür. Denetim delikli kartlar ve mıknatıslı teypler ile yapılmaktadır.

- **Doğrudan sayısal denetim sistemi:** Yüksek kapasite ve hızda çalışan bir tek bilgisayarla karmaşık kontrol algoritmaları geliştirilir. Scada uygulamalarının temelini oluşturan kontrol çeşididir.
- **Uyarlamalı denetim sistemi:** Kendi işlemlerini en iyi olası işlem tarzında gerçekleştirebilen bir sistemdir. Tanımlama, karar verme ve düzeltme gibi üç temel ilkesi vardır.
- **Öğrenmeli denetim sistemi:** Belirli bir yere kadar hesaplama yeteneğine sahip, denetlenen parametrenin matematiksel modelleme tanımlarını geliştirebilen ve işlemlerini bu yeni bilgiler doğrultusunda düzenleyebilen denetim sistemidir.
- **Düzey denetim sistemi:** Bir üretim tesisindeki tüm denetim durumlarının bilgisayar kontrolü yoluyla elde edilen sistemdir. En üst düzeyden en alt düzeye kadar her türlü denetim etkinliği bir bütün olarak değerlendirilir. Gelişmiş bilgisayarlara gereksinim duyar.

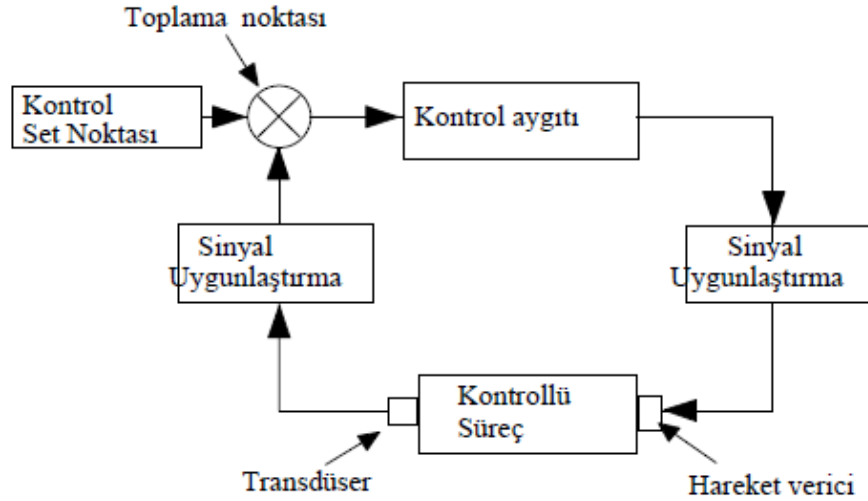
SCADA Sistemleri “Supervisory Control And Data Acquisition” kelimelerinin baş harflerinden oluşan SCADA, merkezi yönetim, denetleme ve bilgi toplama sistemidir. Özel bir yazılım yüklenmiş merkezi bir bilgisayar ekranından, sistemle ilgili tüm süreç ve sistem parametreleri, gözlenebilir ve denetimi sağlanabilir. Üretim sürecinin belirli bir aşamasını ya da tamamını kapsar. SCADA sistemleri belediyelerin su ve doğalgaz dağıtım şebekelerinde, elektrik üretim ve dağıtım kurumlarında, içme ve sulama suyu üretim ve dağıtım tesislerinde, barajlarda, elektrik santrallerinde ve büyük ölçekli üretim yapan fabrikalarda tercih edilmektedir. Şekil 1.6’da örnek bir scada yazılımı kullanıcı-operatör ara yüzünün görüntüsü görülmektedir.



**Şekil 1.** Seviye ve akış kontrol sistemi

Şekil-1'deki kontrol sisteminde birer seviye ve akış transmitteri, kontrol aygıtı ve kontrol vanası tank içindeki sıvı seviyesini kontrol etmek için kullanılmıştır.

•Bu kontrol sisteminin amacı akışkan seviyesini tankın tabanından belirli bir yükseklikte tutmaktır. Herhangi bir değişkenin denetimindeki ilk basamak bu değişkenin ölçülmesidir. Şekil 2.'de blok şema şeklinde proses kontrol elemanlarının hepsi ve işaretin akış yönü gösterilmektedir. (Tüm kontrol sistemleri Şekil 1'deki tüm elemanları içermeyebilir.) Şekil otomatik proses kontrolün bir kapalı çevrim kontrol sistemi olduğunu göstermektedir.



**Şekil 2.** Süreç kontrol elemanları (Kapalı çevrim kontrol sistemi blok şeması)

Otomatik kontrol sistemindeki TRANSDÜSER değişkeni ölçer ve ölçümü bir elektrik işaretine çevirir (bir geri besleme işareti üretir). Bir süreci denetlemek için istenen sonucu da bilmemiz gerekir. Bu *kontrol set noktası*dır; örneğin, tanktaki seviye ayarı. Seviye kontrol aygıtı ölçümü değerlendirir, istenen set noktası ile karşılaştırır ve bir seri düzeltici çıkış üretir. Vana çıkış borusundaki akışkanın debisini kontrol eder.

Bir kontrol sistemindeki herhangi bir noktada ölçülen değişken ve süreç set noktası bir araya getirilip karşılaştırılmalıdır. Bu noktaya TOPLAMA NOKTASI denir. Karşılaştırmanın sonucu bir HATA İŞARETİ (SAPMA) üretilir. Hata işareti basit bir aç-kapa işareti olabilir veya gerekli düzeltme miktarını belirtir. Hata işareti süreci kontrol set noktasına daha yakınlaştıracak şekilde ayarlama yapma kararını veren KONTROL AYGITININ girişine uygulanır.

Süreç kontroldeki son basamakta değişkeni kontrol set noktasına daha yaklaştıracak ayarlama işi yapılır. HAREKET VERİCİ sistemin kalanının denetlediği işi gerçekleştirir. Seviye transdüseri kontrol vanasına bir kapat işareti gönderdiğinde, vana kapanarak sıvı seviyesini artırır. Bu örnekte, kontrol vanası aracılığıyla sıvı seviyesi ayarlanmaktadır. Bu işlemlenen değişkendir: Seviye kontrol set noktasına ulaştığında yapılan ölçme sonucu kontrol aygıtı kapat işaretini göndermeyi durduracak ve vananın belirli oranda açılmasını sağlayacaktır.