



OTOMATİK KONTROL'A GİRİŞ

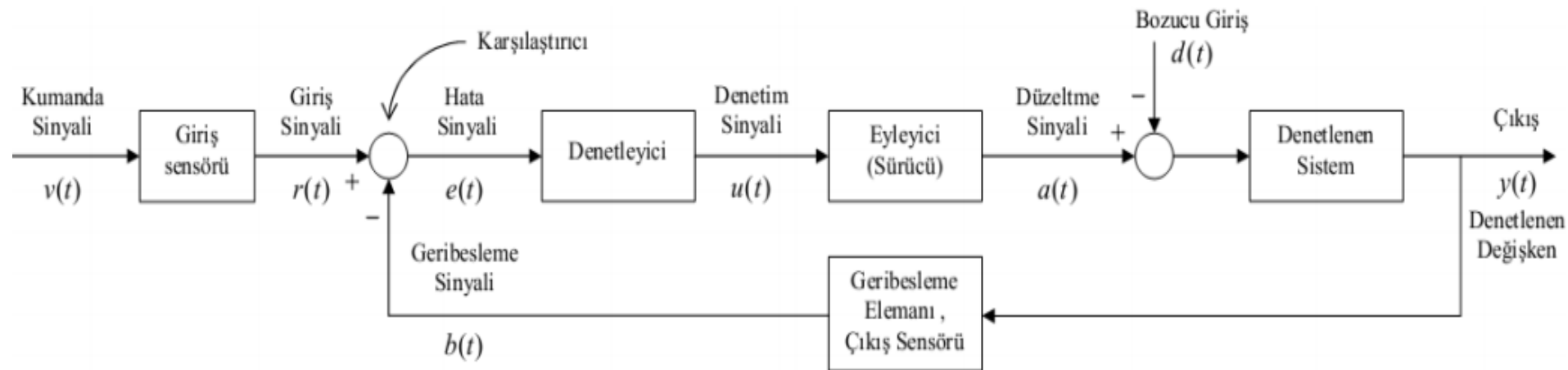
1.1. GENEL BİLGİLER

Otomatik denetim sistemleri veya kısaca denetim sistemleri, günümüzde ileri toplumların günlük yaşantısına girmiş ve hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Evlerde kullanılan otomatik çamaşır makinesi, otomatik bulaşık makinesi, termostatlı fırınlar veya diğer bir deyişle akıllı fırınlar, ütüler, endüstriyel ve araştırma alanında kullanılan robotlar, mikro işlemciler, bilgisayarlar, uzay taşıtları v.b. denetim sistemleri üretim ve üretim kalitesini sürekli olarak arttırmakta olup, yaşam biçimimize etki etmektedirler. Denetim sistemleri herhangi bir endüstri toplumunun tamamlayıcı bir parçası olup artan dünya nüfusunun ihtiyaç malzemelerini üretmek için gereklidirler.

Denetim sistemleri; kısaca enerji, malzeme veya diğer kaynakların akışını düzenleyen aygıtlar olarak tanımlanır. Bunların düzenlenmesi, karmaşıklığı, görünüşü, kullanım amaçları ve işlevlerine göre değişir. Denetim sistemleri denetlenen niceliklerin değerlerini sabit tutar veya bu değerlerin, önceden belirlenmiş biçimde değişimini sağlar.

1.2. TEMEL KAVRAMLAR VE TANITIMLAR

Bir denetim sistemi bir takım elemanların karşılıklı şekilde birbirine bağlanmasından meydana gelmiştir. Bu sistem elemanları birbirlerine giriş ve çıkışlar yoluyla bağlanmıştır. Sistem elemanlarının işlevleri, bireysel giriş ve çıkışları, sistem elemanları arasındaki bilgi akışı, işlevsel blok şemaları ile gösterilir. Bu şemalar sistem elemanlarının etki ve neden-sonuç ilişkilerine göre sıralanmalarını, sistemin yapısının incelenmesini sağlar. İşlevsel bloklar bir kara kutu elemanı olarak ele alınır ve bir sistem elemanını temsil eden bir kara-kutunun davranışı, giriş-çıkış bağıntısı ile belirlenir. Burada giriş neden, çıkış ise girişin neden olduğu bir sonuçtur. Bu nedenle giriş-çıkış bağıntısı elemanın neden-sonuç davranışı olarak ifade edilir. Örneğin bir elektrik direncine bir gerilim uygulandığında bu nedenin sonucu olarak dirençte bir akım oluşur.



Şekil 1-1 Temel tanımları gösterilen genelleştirilmiş geribeslemeli sistem blok şeması



1.3. DENETİM SİSTEMLERİ VE TÜRLERİ

Denetim sistemlerini ve işlemlerini, bilinçli veya bilinçsiz günlük yaşantımızın her anında kullanırız. Endüstriyel anlamda bir sıcaklık denetim sistemi bir kez ayarlandıktan sonra bizim müdahalemiz olmaksızın ortamın sıcaklığını otomatik olarak belli bir değerde tutmak için sürekli olarak çalışabilir.

Türü ne olursa olsun bir denetim sisteminde mutlaka denetleyen ve denetlenen olmak üzere iki temel unsur vardır. Bu anlamda üç temel denetim sistemi vardır:

- i. Doğal denetim sistemleri,
- ii. Endüstride kullanılan insan yapısı denetim sistemleri,
- iii. Hem doğal ve hem de insan yapısı unsurlar içeren karma denetim sistemleri.

Karma denetim sistemlerinde denetim organı olarak doğal unsur olan insan kullanılır. Örneğin, bir insanın bir otomobili belli bir rotaya göre sürmesi gibi. Doğal denetim sistemleri esasında konumuz dışı olaylardır. Burada inceleme konusu olan sistemler insan yapısı endüstriyel denetim sistemleridir.

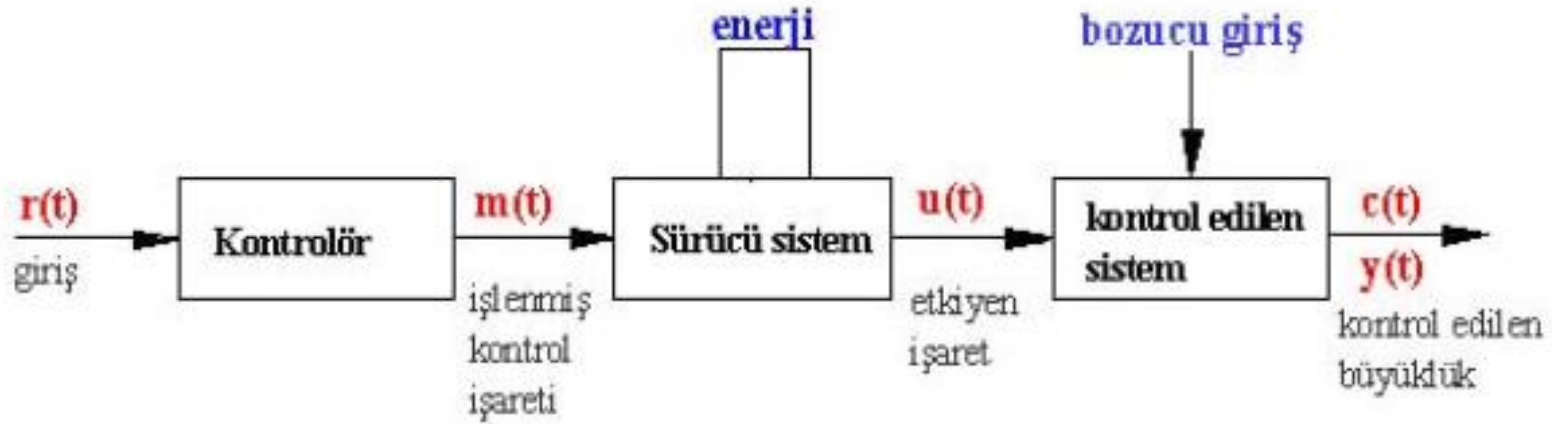


Denetim sistemleri denetim etkisi açısından iki ana sınıfa ayrılır. Bunlar;

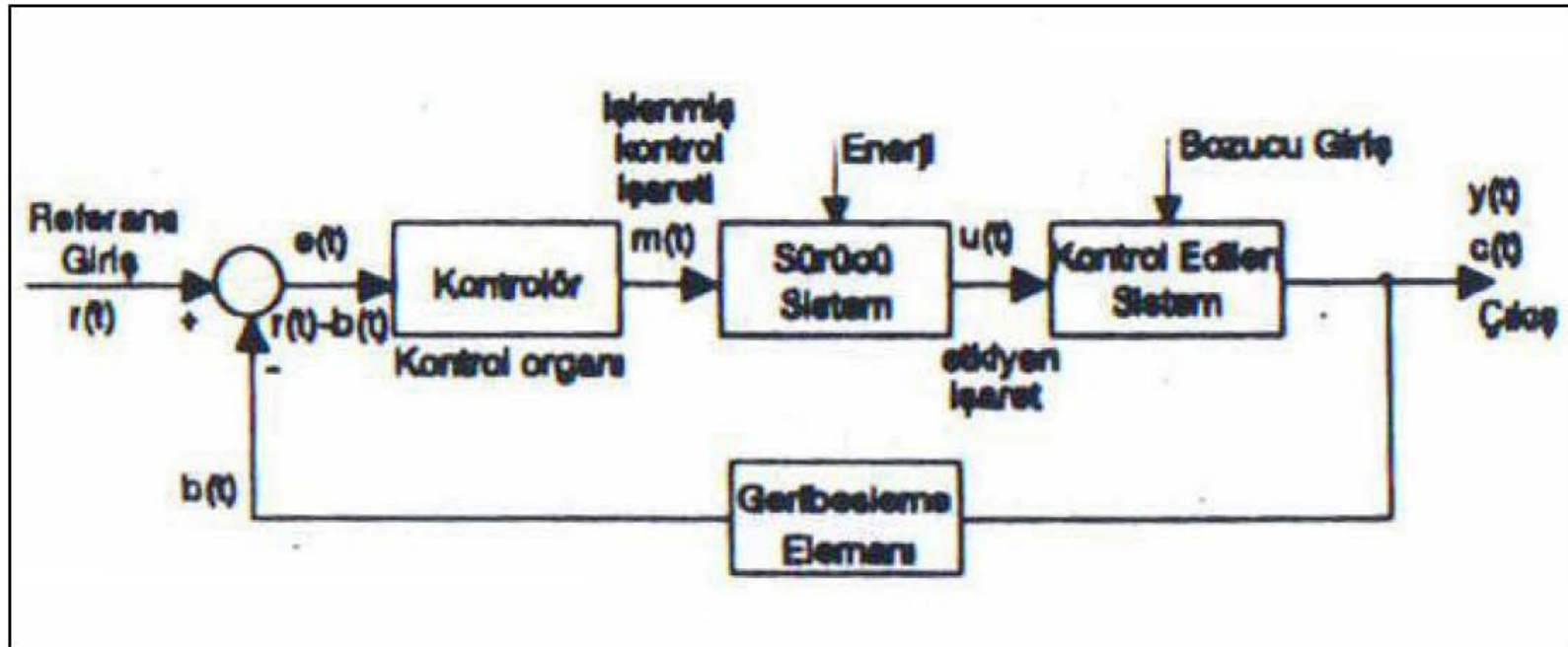
- i. Açık-döngü denetim sistemleri,
- ii. Kapalı-döngü denetim sistemleri.

(i) Açık-döngü denetim sistemlerinde denetim eylemi sistem çıkışından bağımsızdır. Açık-döngü sistemlerde çıkışın ölçülmesi ve geribeslenmesi söz konusu değildir. Dolayısıyla sistemin girişi çıkış bilgisinden haberdar olmaz. Uygulamada açık-döngü denetim sistemleri giriş-çıkış bağıntıları önceden belli olan ve iç veya dış bozuculara maruz kalmayan sistemlerde kullanılır. Çıkış ve girişin bir karşılaştırması yapılmadığından sistemin çalışma doğruluğu yapılan kalibrasyonun (ayarlama) derecesine bağlıdır. Açık-döngü denetim sistemleri ya zamanlama ya da sıralama esasına göre çalışırlar. Örneğin, otomatik çamaşır makinelerinde olduğu gibi, sistem girişi bir program şeklinde verilir ve sistem program sırasını izler.

(ii) Kapalı-döngü denetimde; denetim etkisi sistem çıkışına bağlıdır. Sistemin çıkışı ölçülüp geribeslendikten sonra arzu edilen giriş değeri ile karşılaştırılır. Böylece sistemin girişi çıkıştan haberdardır. Sistem çıkışı geri beslenerek girişe uygulandığından bu tür sistemlere aynı zamanda **geribeslemeli sistemler** de denir. Açık-döngü sistem ile kapalı-döngü sistemi birbirinden ayıran en önemli unsur geribesleme etkisidir. Geribesleme etkisi ise, **negatif geribesleme** ve **pozitif geribesleme** olmak üzere iki şekilde olur.



Açık çevrim kontrol sistemi blok diyagramı



Kapalı çevrim kontrol sistemi blok diyagramı



Denetim sistemleri uygulama alanları ve çalışma biçimlerine göre;

-Düzenleyici denetim,

-İzleyici denetim,

-Servomekanizma denetim gibi isimler de alırlar. Endüstriyel alanda kullanılan bu sistemlerin tümü negatif geribeslemelidir.

Düzenleyici denetim, sabit bir ayar değeri esasına göre çalışan ve sistem çıkışını, tüm bozucu girişlerin varlığına rağmen sabit değerde tutmaya çalışan denetim sistemi çalışmasıdır. Sıcaklık, seviye, debi, basınç v.b. değişkenlerin denetiminde kullanılan bu çalışma biçimi yaygın olarak süreç endüstrilerinde kullanılır.

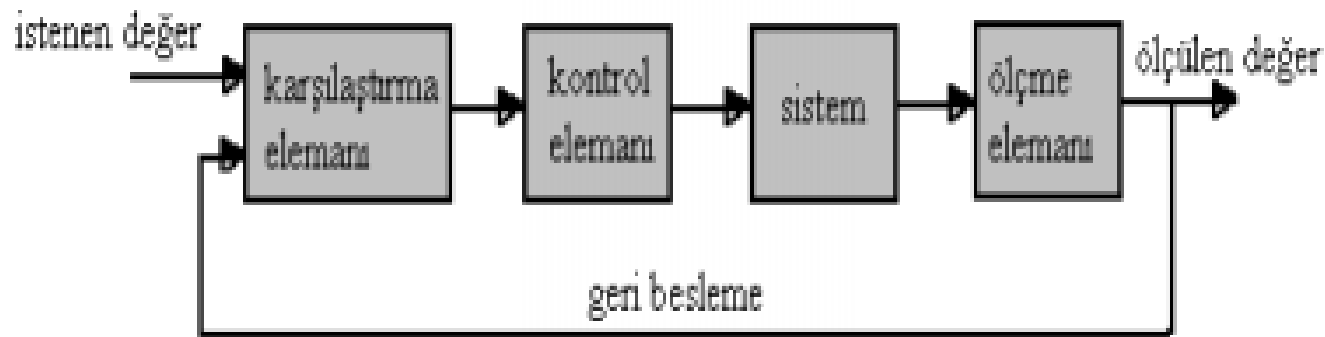
İzleyici denetimde giriş değişken olup, sistem çıkışı bu girişi izlemeye çalışır. Burada sistem çıkışının hem başvuru girişi ve hem de bozucu girişten doğan değişimleri izlemesi ve arzu edilen değere getirilmesi esastır. Bu tür denetim daha çok imalat endüstrilerinde, kullanılır. Örneğin; takım tezgahlarında kesici bıçağın bir şablonu izleyerek istenen parça biçimini işlemesi bu türden çalışma olur. İzleyici denetim daha çok konum denetim sistemi şeklindedir.



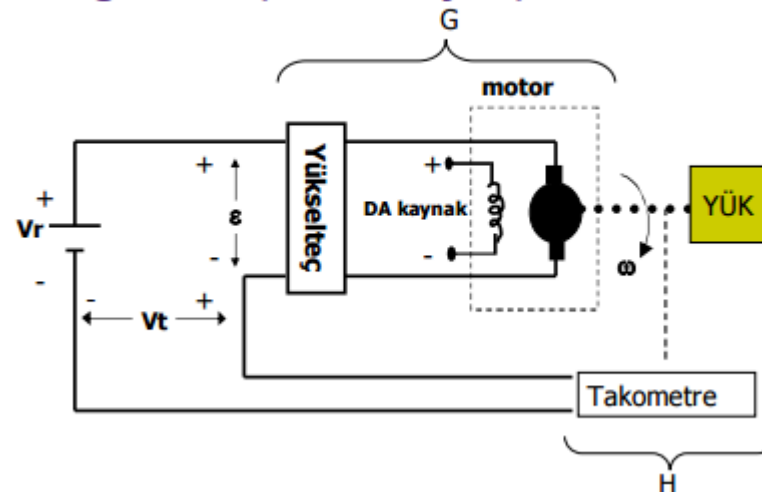
Servomekanizma, mekaniksel çıkışlı güç yükseltilmesi gerekli sistemlerde kullanılır. Yerine göre izleyici türde, yerine göre de düzenleyici türde çalışabilir. Örneğin, büyük güç yükseltilmesi gereken konum servomekanizması izleyici türde, buna karşılık bir hız denetim servomekanizması düzenleyici türde denetim çalışması gösterir. Endüstriyel alanda ise örneğin, sıcaklık yanında, basınç, debi, seviye gibi diğer değişkenlerin denetimi de gerekebilir. Böyle bir durumda tek girişli-tek çıkışlı bir denetim sistemi yeterli olamaz. Modern endüstriyel sistemler daha çok çok girişli-çok çıkışlı sistemlerdir ve hatta bu giriş ve çıkışlar arasında karşılıklı etkileşimler de mevcut olabilir. Bu tür denetim sistemlerinin temel yapısı yine de geribeslemeli biçiminde olmakla beraber sistem içinde birden fazla döngü yer alır. Çeşitli giriş ve çıkışlar arasında en uygun denetim sinyalini sağlamak için daha çok bilgisayarlardan ve mikroişlemcilerden yararlanılır.

Düzenleyici denetim (regulator)

Başvuru girişinin uzun zaman değişmediği veya sabit tutulduğu geri beslemeli sistemdir.

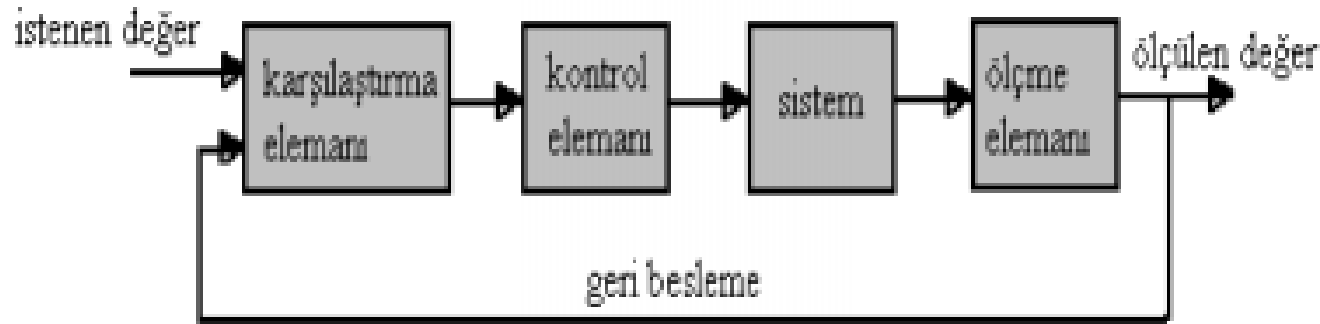


Regülator (Düzenleyici) Sistemler

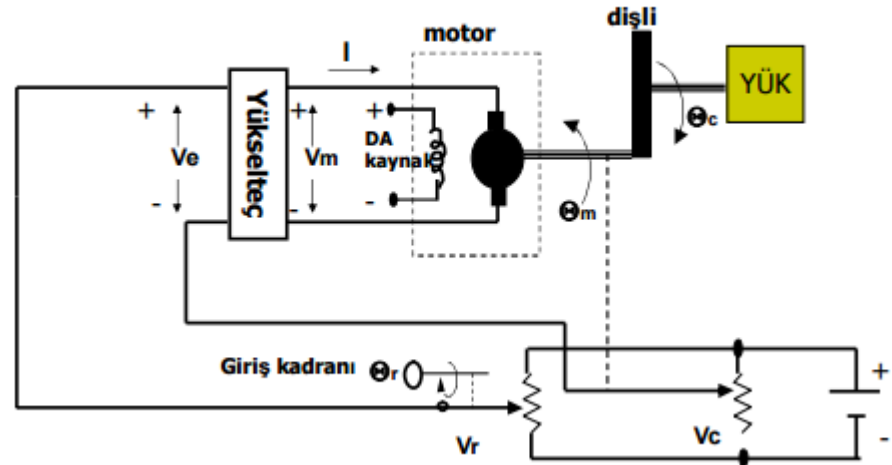


Servomekanizma, servo (Servomechanism)

Çıkışın mekaniksel; konum, hız ve ivme olduğu geribeslemeli denetim sistemidir.

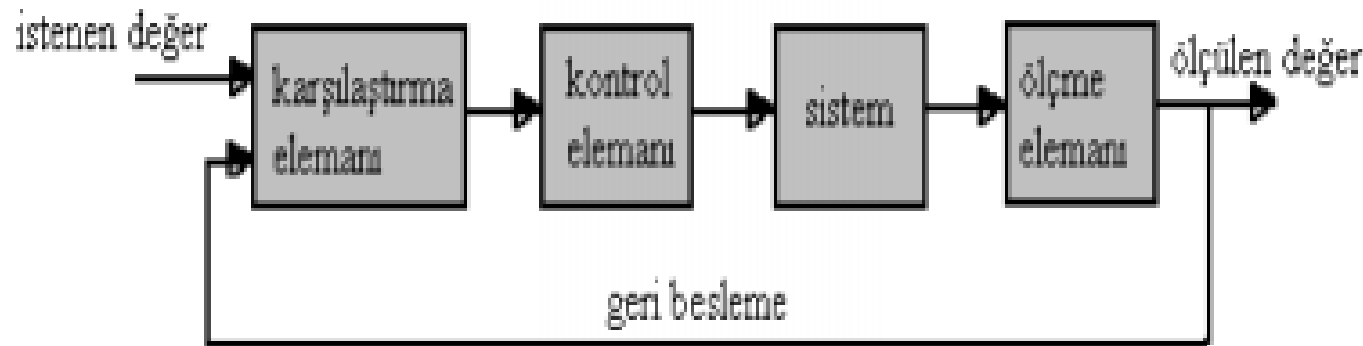


Servo Sistemler



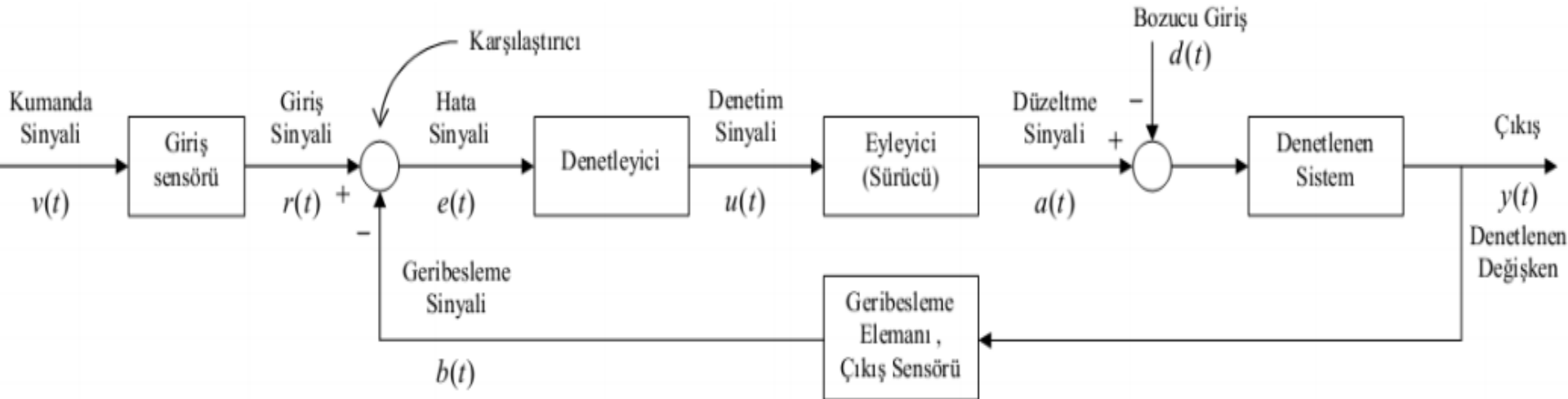
Süreç Denetim Sistemi(Process Control System)

Çıkış; sıcaklık, basınç, akış, seviye ve pH gibi değişkenler olan düzenleyici denetim tipinde geribeslemeli denetim sistemidir.



1.4. DENETİM SİSTEMLERİNİN YAPISI VE KULLANIM ALANLARI

Endüstriyel anlamda bir denetim sistemi; (i) denetlenen sistem veya süreç ve (ii) denetim elemanları donanımı olmak üzere iki ana kısımdan ibarettir. Denetim organları donanımı ise (i) ölçme sistemi, (ii) karşılaştırma elemanı, (iii) denetim organı, (iv) sürücü veya kumanda elemanından meydana gelir (Şekil 1-1). Denetlenen sistem ve denetim elemanları donanımı birbirlerine karşılıklı olarak birtakım hatlarla bağlanmıştır. Bunlar; (i) süreç ürünlerinin aktığı enerji ile ilişkili olanı, süreç hattı, (ii) ölçme ve denetim sinyalleri aktığı hat, bilgi veya sinyal hattı, (iii) denetim elemanları ve sistem çalıştıran cihazlar için gerekli gücün aktığı, güç hattı isimlerini alırlar.

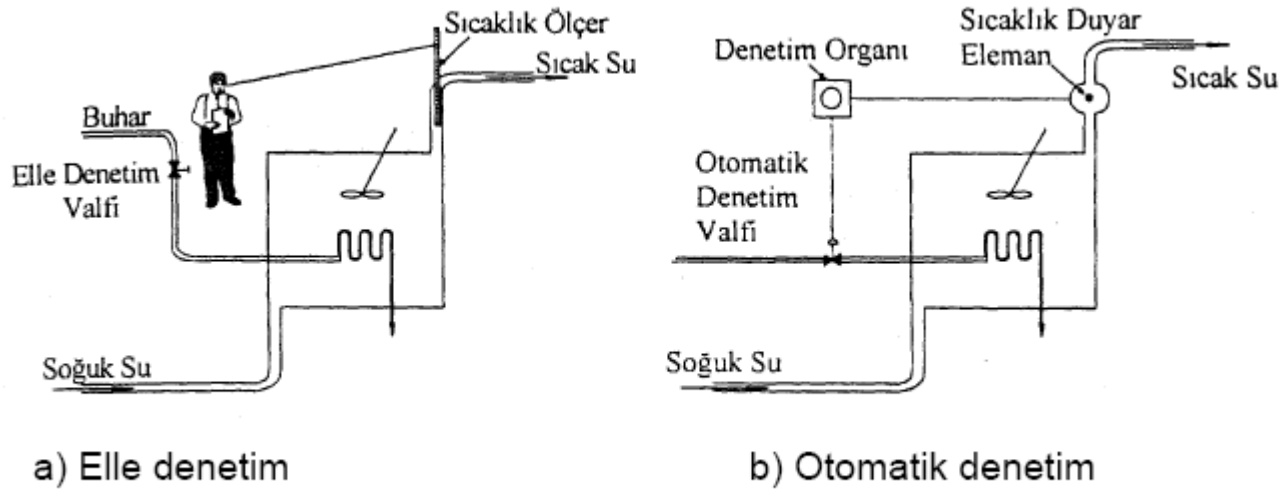


Şekil 1-1 Temel tanımları gösterilen genelleştirilmiş geribeslemeli sistem blok şeması



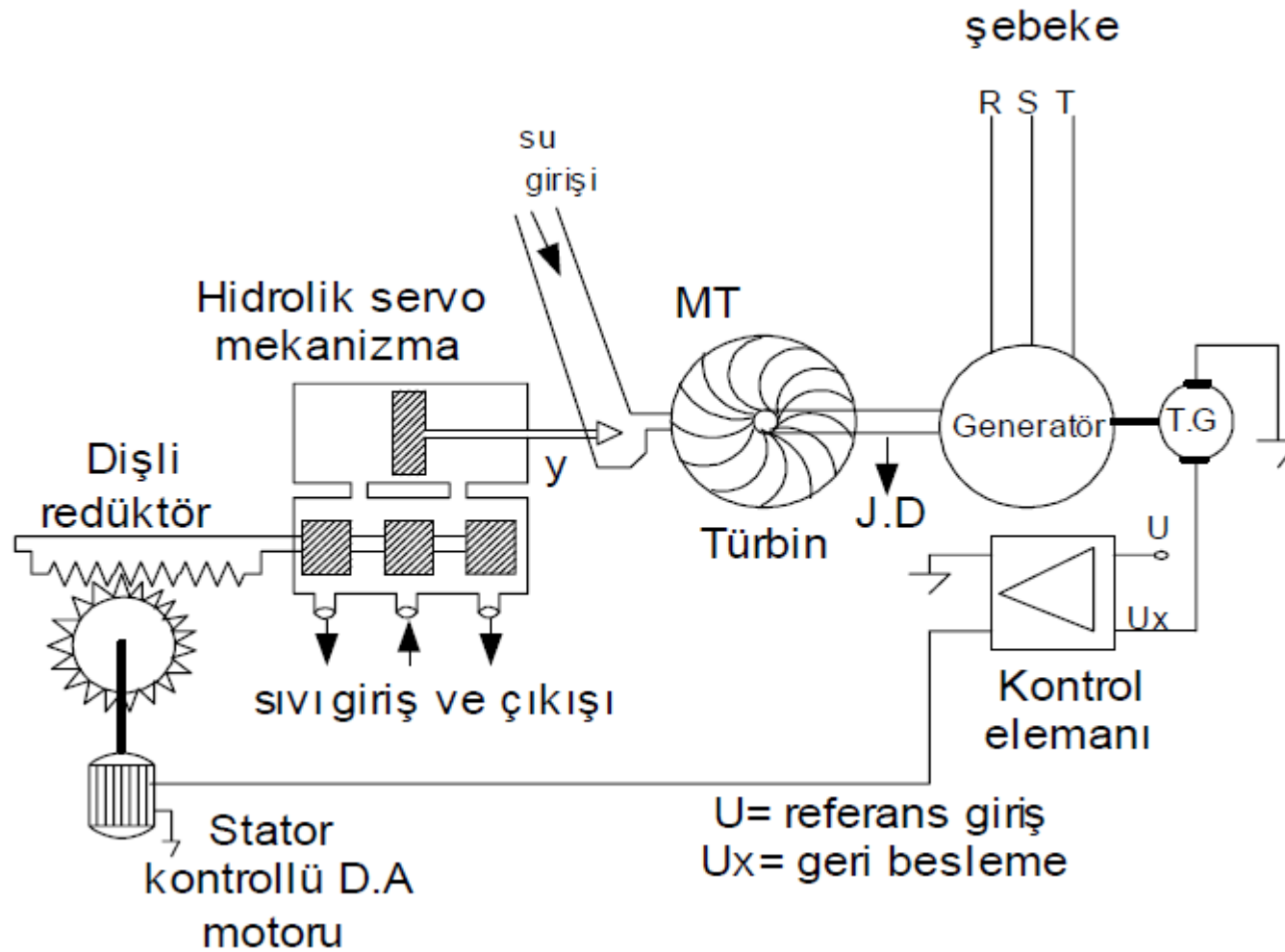
1.5. OTOMATİK DENETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI

Doğada, çevremizde, günlük işlerimizde ve endüstriyel alanda kullandığımız sınırsız sayıda denetim sistemi örneklerine rastlamak mümkündür. Doğadaki örneklerini, ekolojik denetim sistemi, kan basıncı denetim sistemi, solunum denetim sistemi, adrenalin denetim sistemi v.s. çevremizdeki örneklerini, ekonomi denetim sistemi, sosyoloji denetim sistemi v.s, günlük işlerimizdeki örneklerini, ütü, buzdolabı, banyo sıcak su kazanı gibi yerlerde kullanılan sıcaklık denetim sistemleri ve endüstriyel alanındaki örneklerini ise, süreç ve imalat endüstrilerinde kullanılan sıcaklık, basınç, debi, pH, konsantrasyon, konum, hız v.b. denetim sistemleri olarak sayabiliriz.



Şekil 1-4 Sıcaklık denetim sistemi

Kapalı-döngü denetim sistemi örneği olarak Şekil 1-4'de görülen basit bir sıcaklık denetim sistemi ele alınabilir. Şekil 1-4a'da elle çalışan kapalı döngü denetim ve Şekil 1-4b'de ise otomatik denetim organları ile gerçekleştirilen kapalı-döngü denetim sistemi örneği verilmiştir.



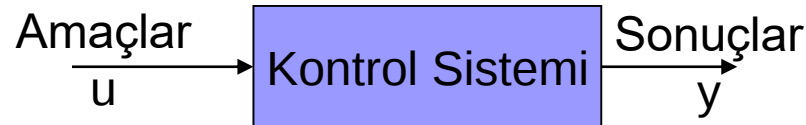
Türbin devir regülatörü



KONTROL SİSTEM UYGULAMALARINA İLİŞKİN ÖRNEKLER

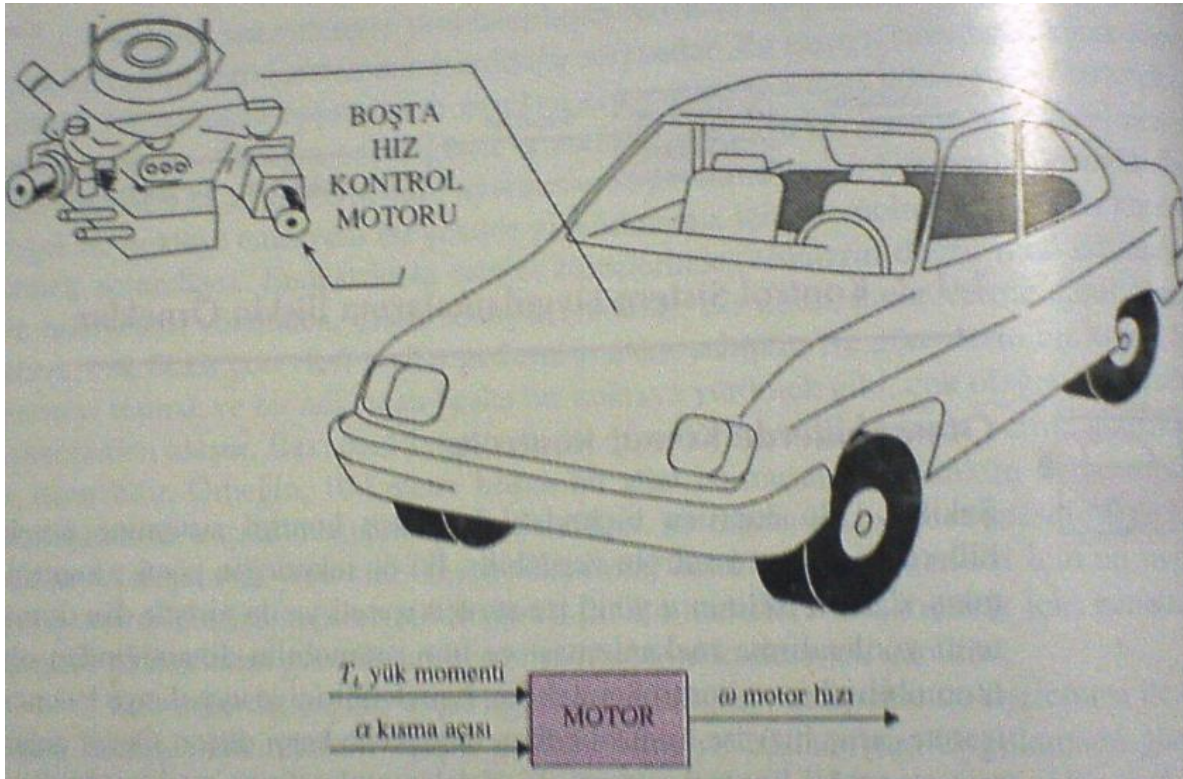
1. Otomobillerde Komut kontrolü

İki ön tekerleğin yönü y kontrol değişkeni yada çıkış, dümen milinin yönü u ise sürücü işareti yada girişidir. Bu durumda kontrol sistemi, yönlendirme mekanizması ve tüm otomobilin dinamiğinden oluşur. Basitleştirilmiş otomobil kontrol sistemi iki girişli (yönlendirme ve ivmelendirme) ve iki çıkışlı (konum ve hız) bir sistemdir. Bu durumda iki kontrol girişi ve çıkışı birbirinden bağımsızdır, ancak genelde kontrol işlemlerinin birbirleriyle ilişkili olduğu sistemler de vardır. Birden fazla giriş ve çıkışı bulunan sistemlere çok değişkenli sistemler denir



2. Otomobillerde Boşta Hız Kontrolü kontrolü

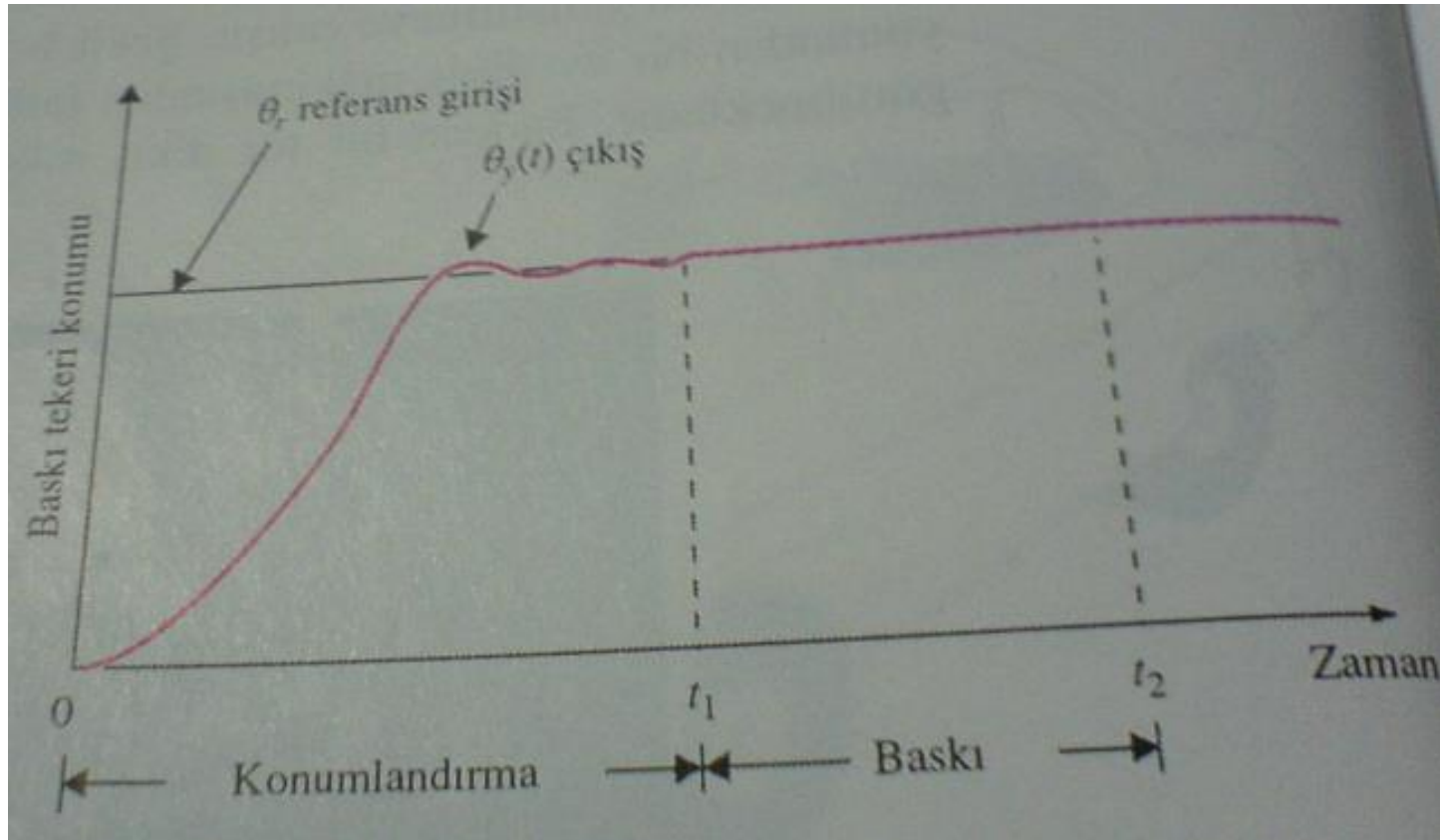
Burada boşta hız kontrolünün amacı motora yük uygulandığında hız düşüşünü en aza indirmek ve motorun boşta hızını belirli bir değerde tutmaktır.

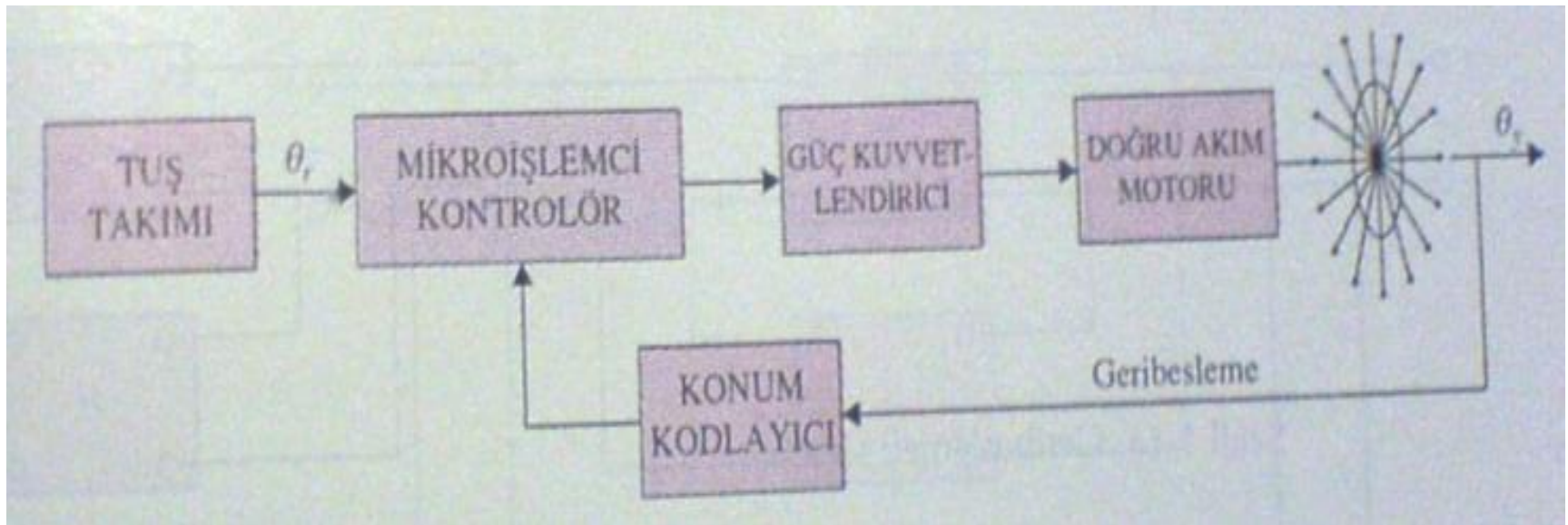


Burada α kısma valfı açısı ve T_L yük momenti (havalandırmanın devreye sokulması, güç kontrolü, aktarma, güç, fren vs. nedeniyle oluşabilen) giriş işaretlerinin ω motor hızı ise çıkış işaretini oluşturur. Sistemde kontrol edilen süreç motordur.

3. Elektronik Daktilo Baskı Teker Kontrol Sistemi

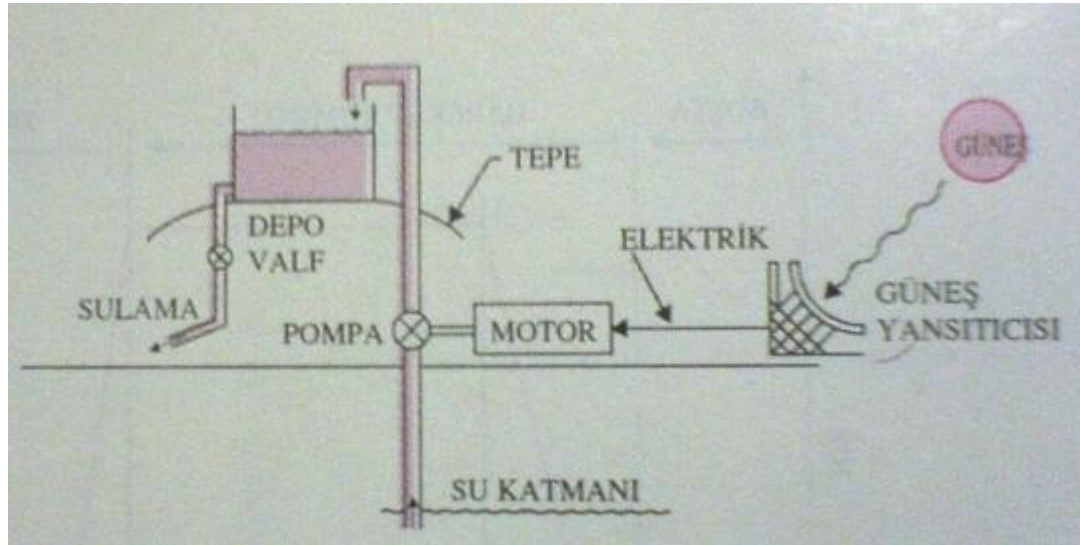
Baskı tekerinde baskıyı gerçeklemek üzere, istenen karakteri çekicinin önüne döndürerek getirmesi gereken, genellikle 96 yada 100 karakter bulunur. Karakter seçimi doğal olarak tuş takımından yapılır. Tuş akımında belirli bir karaktere basıldığında yönü ve alınması gereken mesafeyi hesaplayan bir mikroişlemci, güç katına bir mantık kontrol işareti gönderir ve bu işaret ile baskı tekerini süren motor kontrol edilir. Burada baskı tekeri çok hassa bir şekilde kontrol edilmelidir.



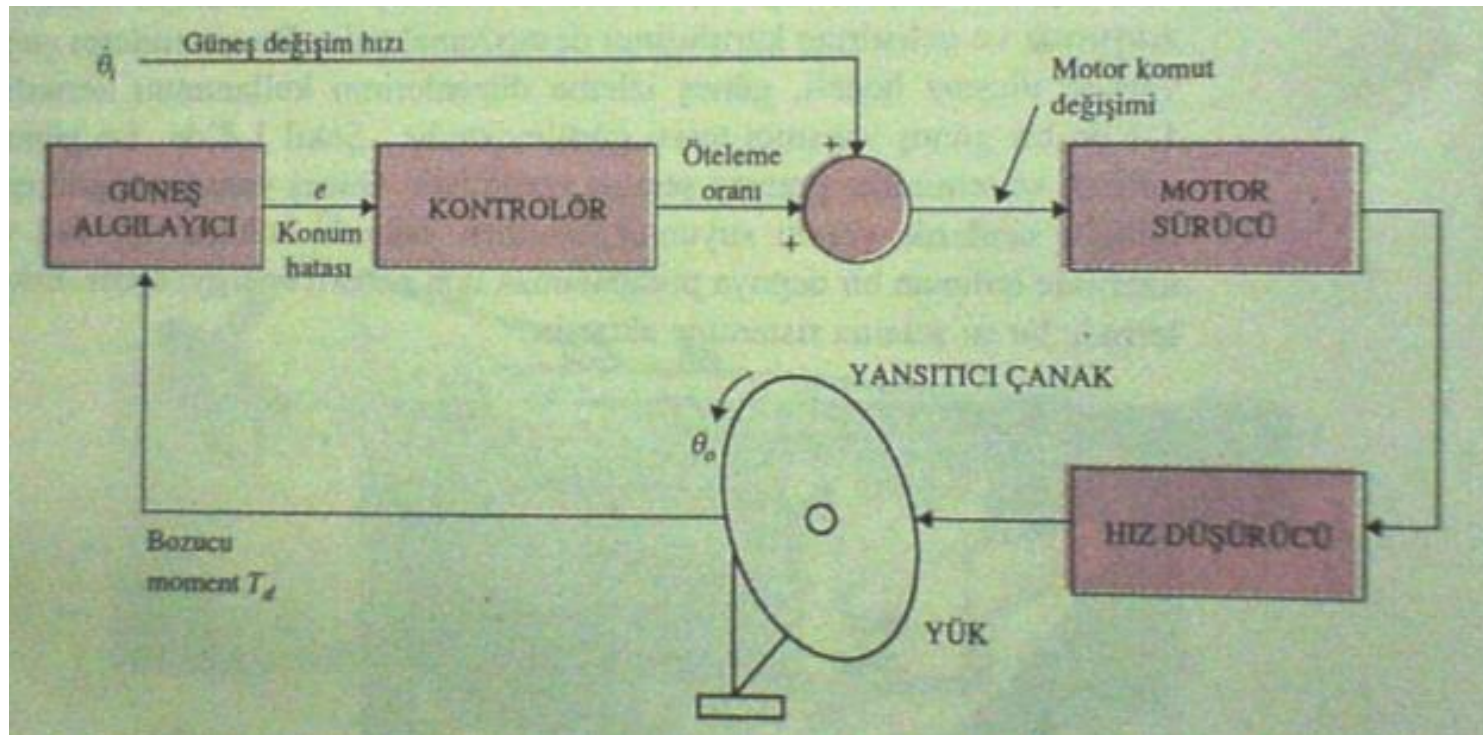


Kapalı çevrim baskı tekeri kontrol sistemin blok diyagramı

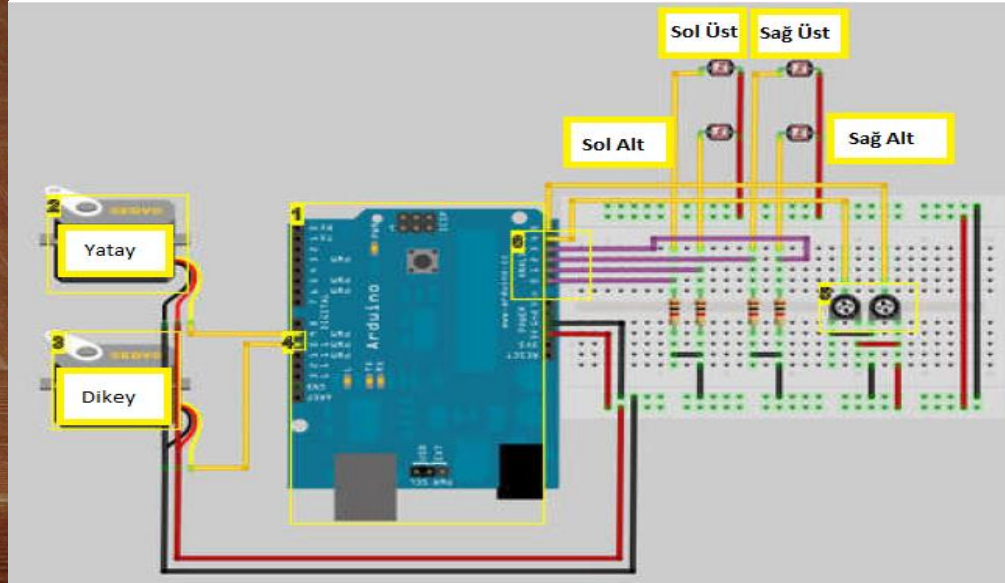
5. Güneş Yansıtıcılarında Güneş İzleme Kontrolü



Kontrol sistemin temel felsefesi önceden belirlenen değişim hızının güneş algılayıcılarının ölçtüğü gerçek konum hatalarına bağlı olarak değiştirilmesi yada düzeltilmesi prensibine dayanır. Kontrolör yansıtıcının sabahleyin güneşe yönlenmesini garanti eder ve bir “izlemeye başlama” komutu verir. Gün boyunca kontrolör güneşin değişim hızını her iki ekseninde (azimut ve yükseklik) sürekli hesaplar. Kontrolör yansıtıcıyı saptırmak için gerekli motor komutlarını oluştururken güneş değişim hızı ve güneş algılayıcı bilgilerinden yararlanır.

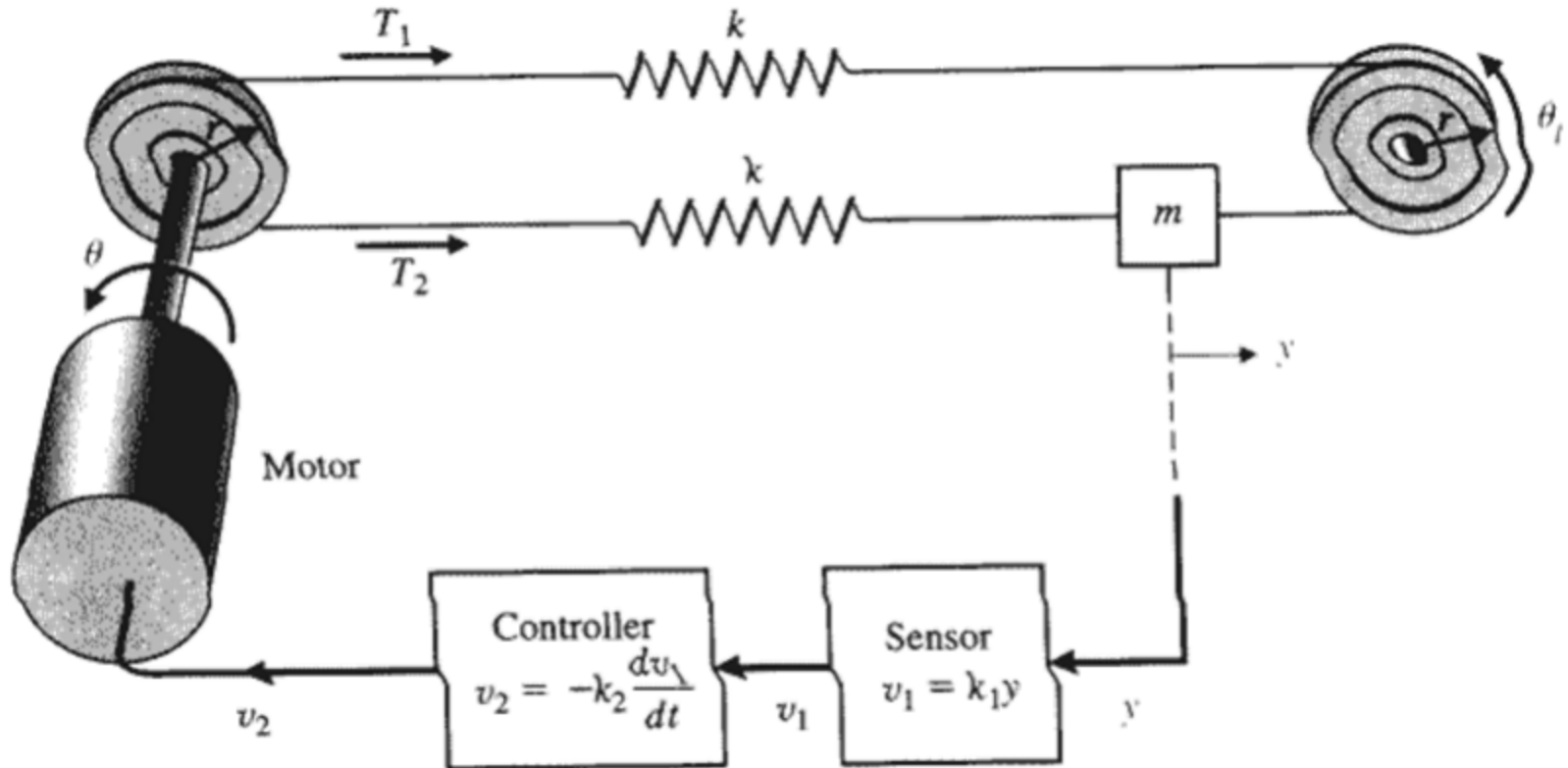


Güneş izleme kontrol sistemin en önemli bileşenleri



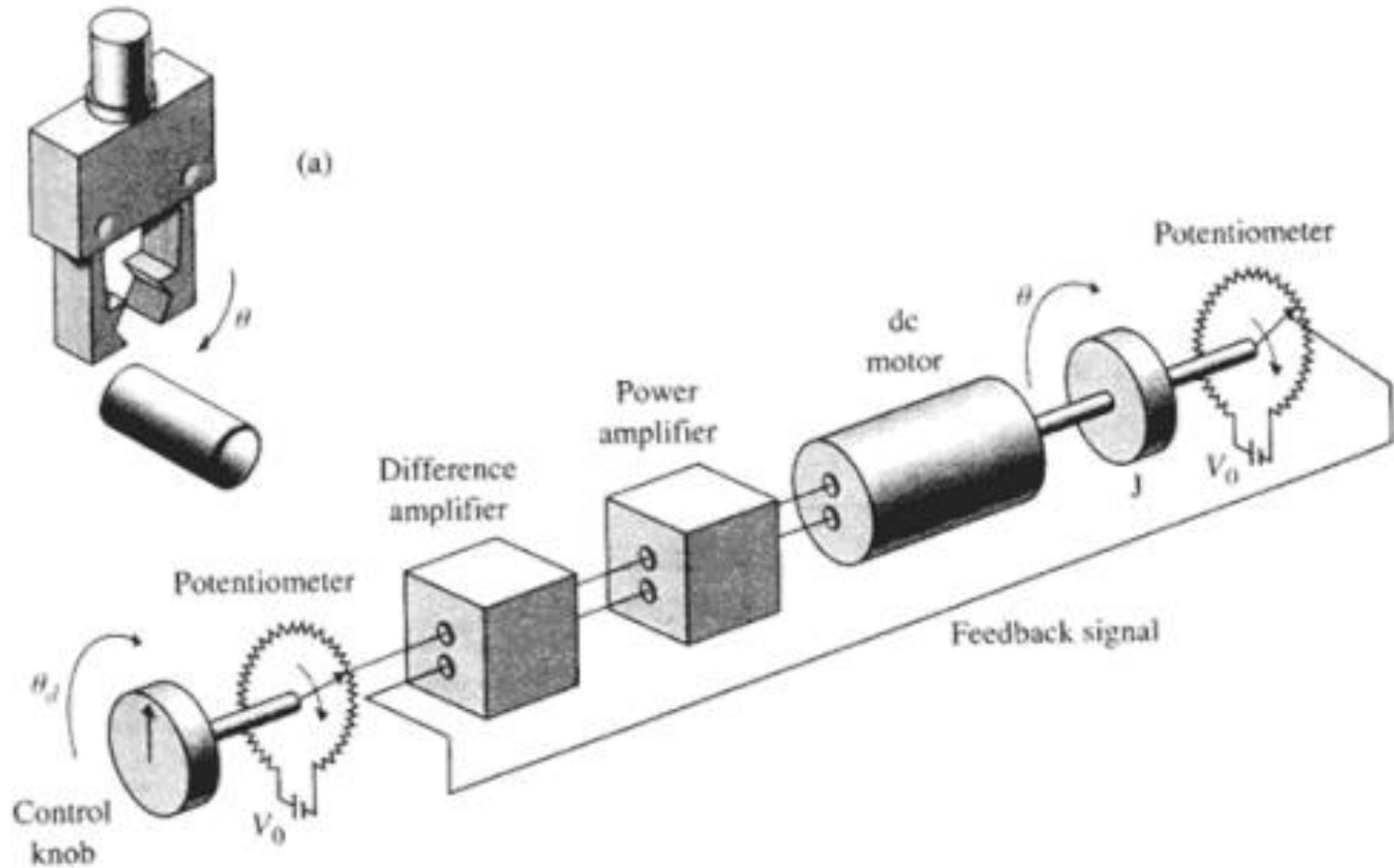
Güneş izleme kontrol sistemi örneği

Yazıcı Kayış Kasknak Tahrik Sistemi



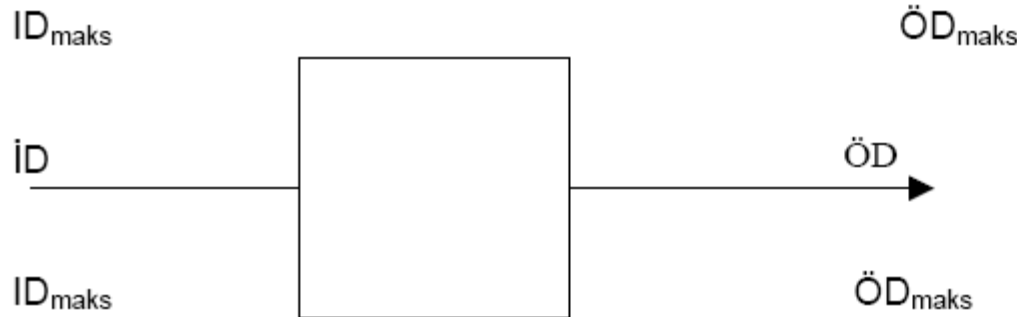
Konum kontrolü örneği

Robot Kavrama Kontrolü



1.6. ÖLÇME ORGANI SEÇİLİRKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Şekil 1.5'de işlem değişkeninin ($\dot{I}D$) analog olarak temsilini oluşturan bir ölçülen değer ($\ddot{O}D$) sağlamak üzere bir takım enstrümantasyon ile ölçüm yapılır.



Şekil 1-5 Bir transdüserin aralık ve açıklığı

Ancak ölçme organlarında kaçınılmaz olarak hatalar olacaktır. Eksiksiz bir sonuç hiçbir zaman elde edilemeyecek olmakla beraber, izin verilen azami bir hata payı da daima bulanacaktır. Örneğin, kimyasal bir işlemde bir ısı ölçümü $\pm 2^{\circ}C$ 'lik bir sınır içinde doğru olmak zorunda olabilir veya bir kap içindeki seviyenin ölçümünde ± 10 mm'lik bir hataya izin verilebilir. Bu sebeple, süreç kontrolcü, yeterli hassaslık derecesinin elde edilmesini sağlamak amacıyla bir ölçme sistemindeki hataları önceden kestirebilmek ihtiyacında ise de, hassas olması gerekmeyen bir sistem için de fazla para sarfedilmesine gerek yoktur.



Ölçme organı seçilirken dikkat edilecek hususlar maddeler halinde şu şekilde açıklanabilir:

1. Aralık ve Açıklık: Bir değerin aralığı, o değerin maksimum ve minimum değerleri ile belirtilir. Örneğin; bir basınç transdüserinin giriş aralığı 0-100 kPa, çıkış aralığı ise 4-20 mA olabilir. Bir K tipi termokopl (ısı çifti) 200-500 °C'lık bir giriş ve 8-20 mA'lık bir çıkış aralığına sahip olabilir.

Açıklık ise azami ve asgari değerler arasındaki farktır. Örneğin, yukarıda sözü edilen K tipi bir termokupl 300 °C'lık bir giriş açıklığına ve 12 mA'luk çıkış açıklığına sahiptir.

2.Hassaslık (Doğruluk) ve Hata: Bir elemanın hassalığı (doğruluğu) , ölçülen bir değerin işlem (süreç) değişkenine ne kadar yakın olduğunun ölçüsüdür. Hassaslık oldukça gelişigüzel bir terim olup, hata daha genel anlamda kullanılır. Bu terim, işlem değişkeni ile ölçülen değer arasındaki maksimum fark olarak tanımlanır.

Hata pek çok şekilde ifade edilebilir. Bunlardan en yaygını, mutlak değer (örneğin, bir ısı ölçümündeki maksimum hata, değer dikkate alınmaksızın ± 2 °C olarak ifade edilebilir), ya bir işlem değişkenini gerçek değerinin bir yüzdesi veya ölçme aletinin tam skala değerinin (genellikle **tam skala sapması** denir) yüzdesi olarak tanımlanabilir.