

OTOMATİK KONTROL

1

GİRİŞ



OTOMATİK KONTROL NEDİR

Ders-1 İçeriği

Bu ders Otomatik Kontrol Sistemlerine basit bir giriş niteliğindedir. İçeriği aşağıdaki konu başlıkları olacaktır.

- Otomatik kontrol nedir?
- Doğrusal ve zamanla değişmeyen sistemlerin tanımı?
- Otomatik kontrolün kullanıldığı alanlar nelerdir?
- Otomatik kontrol sistemlerini ve denetleyicilerin tanımları
- Geri besleme kavramı
- Kararlılık kavramı
- Geçici ve Kalıcı durum kavramları

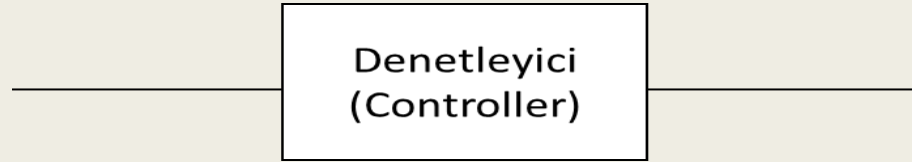
Otomatik Kontrol Nedir?

Mühendislik disiplinlerinin hemen hemen hepsinde uygulamaları olan otomatik kontrol sistemleri konusu; bir sistemden istenen yanıtları almak için sistem girişlerine uygulanacak olan girdi işaretlerinin nasıl hesaplanacağı üzerinde durmaktadır.

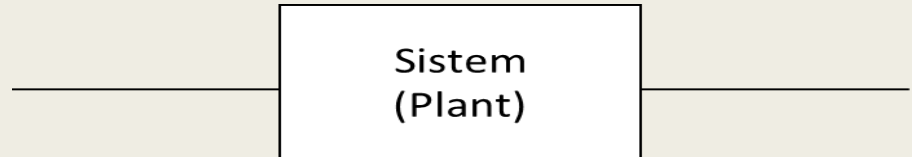
Bir denetleyici vasıtasıyla bir sistemin çıkışlarının istenilen bir hedef değeri (referans değeri) takip etmesini sağlamak, bu hedeften sapılması durumunda girişleri yeniden düzenleyerek hedefe tekrar ulaşılmasını sağlamak olarak tanımlanabilir (Muammer Gökbulut).

Otomatik kontrol sistemlerinin tasarımında iki temel bileşen bulunmaktadır.

1. Kontrol eden sistem



2. Kontrol edilen sistem



Otomatik Kontrol Nedir?

- Denetim yani kontrol işlemi, insan müdahalesi olmadan otomatik olarak yapılır.
- Sistemin çıkışları, kontrol edilmesi gereken değişkenlerdir.
- Doğada pek çok otomatik kontrol sistemi mevcuttur. Bunlardan en basiti insan vücududur.

Örneğin: pankreas kan şekerini kontrol etmektedir. Şeker yükselince insülin salgılayarak tekrar normal seviyelere düşmesini sağlamaktadır. Ya da koştuğumuzda kalp atışımız yükselerek kaslarımıza daha çok oksijen gitmesi sağlanır.

Kullanım alanları:

Otomatik kontrol sistemleri, günlük hayatımızda birçok yerde kullanılmaktadır. Örneğin, otomotiv sanayisinde, havacılıkta, enerji üretiminde, sağlık sektöründe ve daha birçok alanda otomatik kontrol sistemleri kullanılmaktadır.

Otomatik kontrol sistemleri, aşağıdaki gibi birçok alanda kullanılmaktadır:

- Otomotiv: **Cruise Kontrol sistemi**
- Havacılık: Uçaklardaki otomatik pilot, döner kanatlı ve sabit kanatlı İHA'larda denge kontrolü
- Endüstri: Üretim hatları, robotların konum kontrolü, sıcaklık kontrolü, servo motorların açısal hareket kontrolü, DC motorların hız kontrolü vs.
- Enerji üretimi: Elektrik santrallerindeki güç kontrol sistemleri, Kesintisiz güç kaynaklarındaki (UPS) çıkış voltajı kontrolü

Neden bir sistemi kontrol etmek isteriz? Amacımız nedir?

Bir sistemi kontrol etmek için birçok neden vardır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- **İstenilen davranışı sağlamak:** Bir sistemi kontrol ederek, sistemin istenen davranışı göstermesini sağlayabiliriz. Örneğin, bir otomatik şanzıman kullanarak, aracın istenen hızda ve devirde çalışmasını sağlayabiliriz.
- **Performansı iyileştirmek:** Bir sistemi kontrol ederek, sistemin performansını iyileştirebiliriz. Örneğin, bir PID kontrol sistemi kullanarak, bir robotun hassasiyetini artırabiliriz.
- **Güvenliği sağlamak:** Bir sistemi kontrol ederek, sistemin güvenliğini sağlayabiliriz. Örneğin, kimyasal bir tepkimede ısı, nem, hız vs. çevresel değişkenleri kontrol ederek tepkimenin güvenle gerçekleşmesini sağlayabiliriz. Örn: nükleer tepkimeler
- **Enerji tasarrufu sağlamak:** Bir sistemi kontrol ederek, enerji tasarrufu sağlayabiliriz. Örneğin, bir sıcaklık kontrol sistemi kullanarak, bir evin ısıtma veya soğutma maliyetlerini azaltabiliriz.

Neden Kontrol Etmek İsteriz?

Bir sistemi kontrol etmek isteşimimizin sebebi o sistemden istediğimiz yanıtları alabilmektir. Bir otomobil yolculuğu için aşağıdaki seçeneklerden hangisini isteriz?

- Az yakıt sarfiyatı ile en uzun mesafe gidebilmek
- En kısa sürede hedefe ulaşmak
- En kısa yoldan hedefe ulaşmak
- En konforlu yoldan gitmek

Burada ilk madde yakıtı, ikinci madde süreyi, üçüncü madde mesafeyi ve dördüncü madde konforu çıkış olarak alır. Bu sistemin giriş değişkenleri; gaz pedalına basma kuvveti ve süresi, fren pedalına basma kuvveti ve süresi, direksiyon açıları, viteslerin konumu ve süresi vb.'dir. Bu değişkenler her bir seçenek için farklılık gösterecektir. Yol boyunca uyulması gereken trafik kuralları ve hava şartları gibi çevresel etkiler de sistemin kısıtlarıdır. Bir denetleyici sadece sistem ile ilgili değişkenleri değil çevresel faktörleri de dikkate almalıdır.

Neden Kontrol Etmek İsteriz?

Gündelik hayatta beynimiz sürekli bir kontrol döngüsü içindedir. Mesela, musluktan bir pet şişeye su doldurduğumuzu düşünelim. Su dolmaya başladıkça her geçen sürede şişenin ağırlığı daha da artacaktır. Burada şişenin dengesi ve konumu kontrol edilecek çıkıştır.

Şişe ağırlaştıkça parmaklarımız şişeye uyguladığı kavrama kuvvetini arttıracaktır. Eğer çok sıkı olursa pet şişe kıvrılarak şeklini kaybedecek ya da çatlayacaktır. Az kavrama kuvveti uygularsak şişe elimizden kayıp düşecektir. İnsan beyni **şişenin ağırlığını, doğrusal konumunu ve açısal konumunu** kontrol ederek sorunsuz bir dolum işleminin gerçekleşmesini sağlar. Diğer yandan şişenin ağzının da tam musluğun altında bulunması gerekir ki su dışarı akmasın. **Bu kontrolde de gözlerimizden alınan konum verisine göre yapılır.**

Bir Kontrol Sistemi: Döner Kanatlı İHA Örneği

Çevreden bilgi toplamak için üretilmiş bir mini İHA'da hangi bileşenler bulunur?

- a. Denge sensörü, ivme ölçer
- b. GPS,
- c. Kameralar
- d. Fırçasız DA Motorları
- e. Motor sürücüler
- f. Uçuş kontrol kartı ve yazılımı

gibi bileşenler bulunmalıdır. Algılayıcı, denetleyici, Eyleyici (Aktivatör) hangileridir?

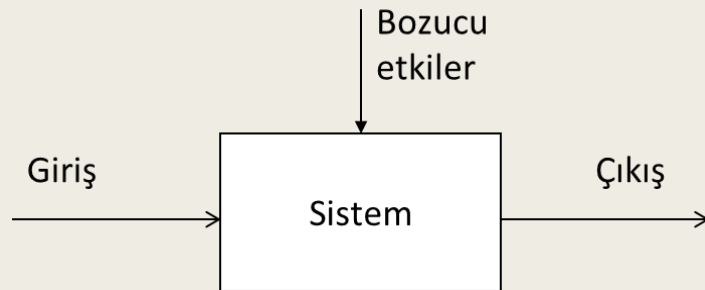
Burada a, b, c maddelerini Algılayıcılar; d ve e maddelerini Eyleyiciler ve f maddesini de Denetleyici olarak sınıflandırabiliriz. Toplamda İHA ise denetlenen sistemdir. Bu durumda başlangıçta Denetleyici ve Sistem olarak belirttiğimiz temel bileşenlere Algılayıcı ve Eyleyicileri de ekleyebiliriz.

Bir Kontrol Sisteminin Giriş ve Çıkışları:

Döner Kanatlı İHA Örneği

Bu İHA'dan beklenen performanslar arasında, otonom kalkış-iniş, yörünge takibi, stabil uçuş ve nesne takibi sayılabilir. Bu performanslar için yapılması gereken temel işlemler dış çevreyi gözlemleyerek (algılayıcılardan veri okumak) istenen yanıtı üretebilmesi için eyleyicilerin (dört adet fırçasız DA motoru) gerekli devir hızlarında dönmesini sağlamaktır.

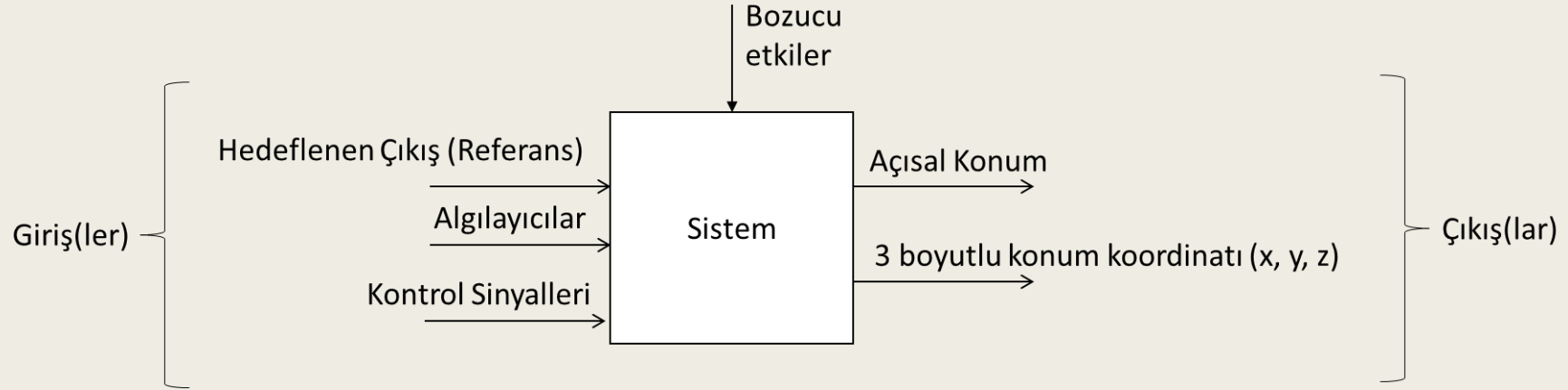
Bu durumda tüm sistemi (Döner kanatlı İHA) Şekil 1'deki gibi gösterebiliriz.



Şekil 1. Tipik bir kontrol sistemi

Bir Kontrol Sistemi: Döner Kanatlı İHA Örneği

Bu sistemde Çıkış, sistemde ilgilendiğimiz yani kontrol etmek istediğimiz değişkenleri; Giriş, çıkışı etkileyen ayarlayabildiğimiz değişkenleri ifade eder. Bozucu etkiler ise denetlemeyi zorlaştıran genellikle çevresel kaynaklı faktörlerdir. Tüm sistemi giriş ve çıkış işaretlerini de dahil ederek tekrar oluşturalım:



Şekil 2: Döner kanatlı İHA Sistemi

Otomatik Kontrol 1 dersinde doğrusal sistemlerin kontrolünü ele alacağız. Bu nedenle öncelikle bir sistemin doğrusal olup olmadığını nasıl anlayabiliriz? Sorusunu yanıtlayalım.

Doğrusal bir sistem, giriş değişkenleri ile çıkış değişkenleri arasındaki ilişkinin birinci dereceden bir denklem veya doğrusal bir fonksiyon ile ifade edilebileceği bir sistemdir.

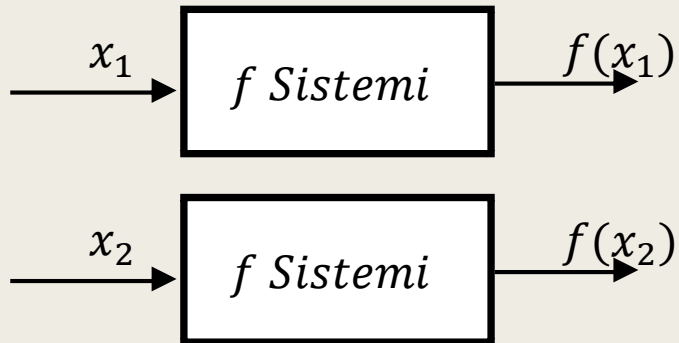
Doğrusallık Prensipleri:

Bir fonksiyonun doğrusal olup olmadığını anlamak için iki özelliğinin test edilmesi gereklidir.

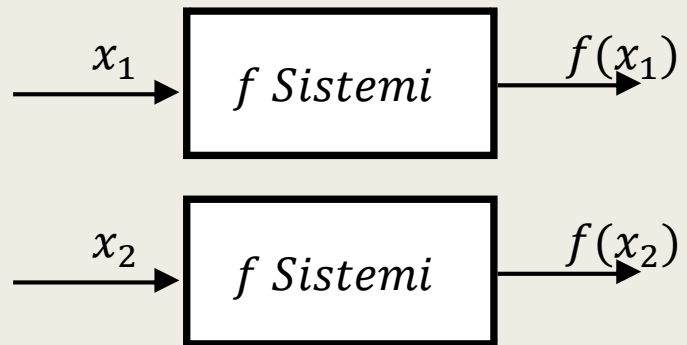
Bu özellikler:

- **Toplanırlık (Süperpozisyon)**
- **Homojenlik**

Toplanırlık (Süperpozisyon):



Homojenlik:



Zamanda değişmez sistemler

Zamanda değişmezlik ilkesi, bir sistemin davranışının zamana göre değişmediği varsayımdır. Bu, sistemin başlangıç durumundan bağımsız olarak, aynı başlangıç koşullarından aynı çıktıları üreteceği anlamına gelir. Yani: sistemin davranışının, girdinin sisteme uygulandığı zamana bağlı olmadığı anlamına gelir.

Zamanda değişmezlik ilkesi, otomatik kontrolde önemli bir rol oynar. Bu ilke, sistemlerin davranışını analiz etmek ve tasarımılamak için kullanılır.

Örnek:

Bir otomobilin sistemimiz olduğunu düşünelim. Bu sistemin girişi gaz pedalına basma kuvveti, çıkışı ise otomobilin hızı olsun.

Diyelim ki: $t = 1$. sn'de 2,5N bir kuvvet ile gaz pedalına bastığımızda otomobil 50 km/s hızda gidiyorsa $t = 100$. sn'de 2000. sn'de de 2,5N kuvvetle aynı hızda gidiyorsa bu sistem zamanda değişmez bir sistemdir.

Zamanda değişen (Zamana bağımlı) sistemler

Zamana bağımlı sistemler, zamanla değişen davranışa sahiptir. Bu sistemler, zamanda değişmezlik ilkesini ihlal eder.

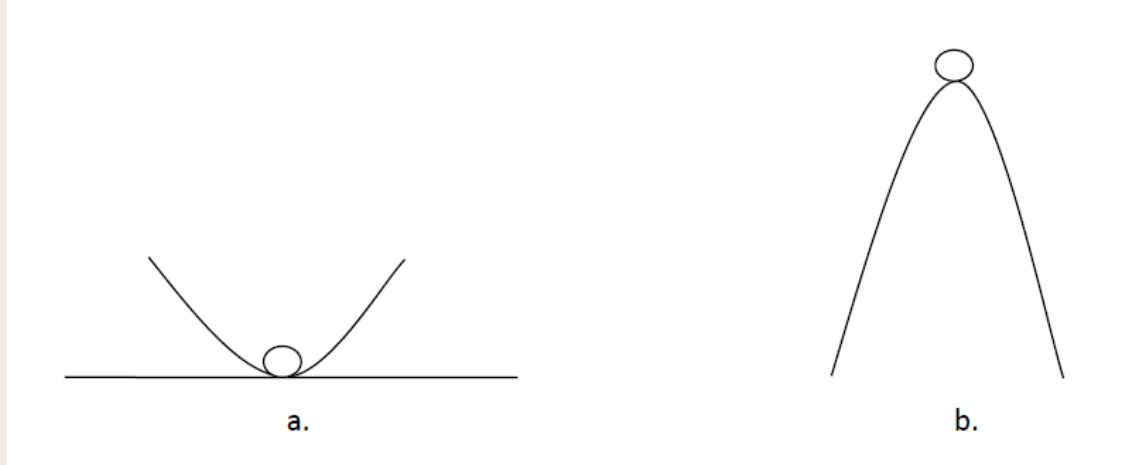
Örnek:

Bir transformatör düşünelim.

Zamanla nüvelerdeki ve sargılardaki ısı arttıkça manyetikliği azalacağı için aynı büyüklükteki girişe vereceği tepki de değişecektir.

Otomatik Kontrol Sistemlerinde Kararlılık

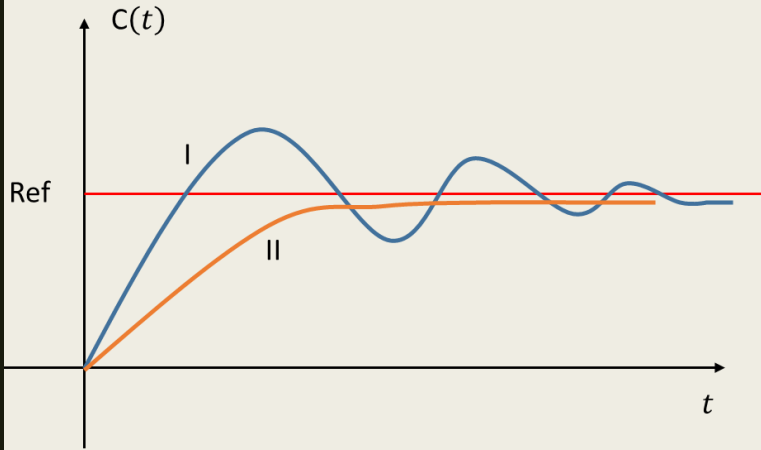
Sınırlı bir girişe sınırlı bir çıkış veren sistemlere kararlı sistemler denir. Diğer bir deyişle kararlı bir sistem sonlu bir girişe ıraksayan bir tepki vermemelidir. Kararlı (stable) ve kararsız (unstable) sistemlere en güzel örnek aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



Şekilde (a) bölümünde kararlı sistem için metal topa verilecek sınırlı bir darbe topu çukur içinde belli bir miktar hareket ettirecektir. Oysa b'deki kararsız bir sistem için aynı miktarda sınırlı bir darbe topun tepeden aşağı yuvarlanmasına ve hızının giderek artmasına neden olacaktır. Doğal olarak bu genel bir sistem özelliği tanımıdır.

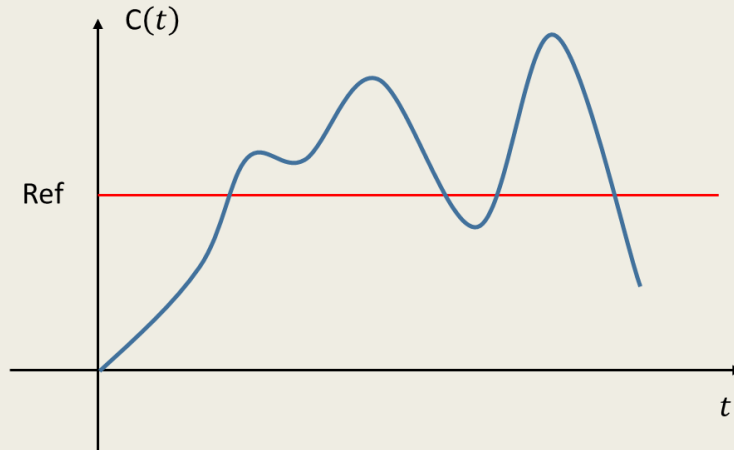
Otomatik Kontrol Sistemlerinde Kararlılık

Doğru ve hatalı kontrol işaretlerinin grafiksel gösterimi Şekil a ve b'de sırasıyla verilmiştir.



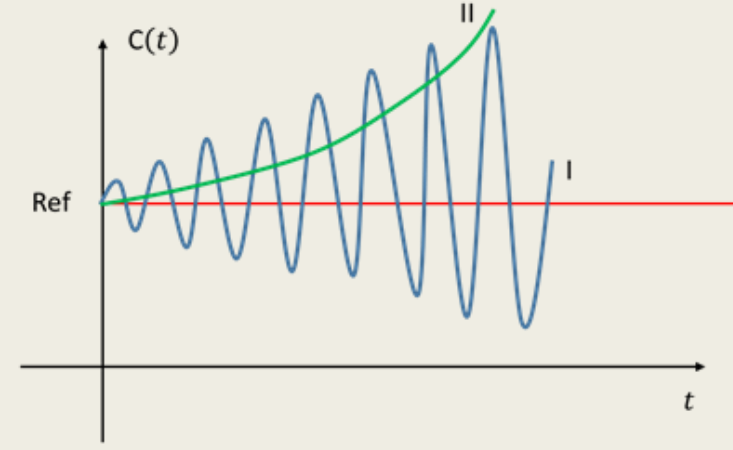
(a)

Kararlı Sistem



(b)

Kararsız Sistem



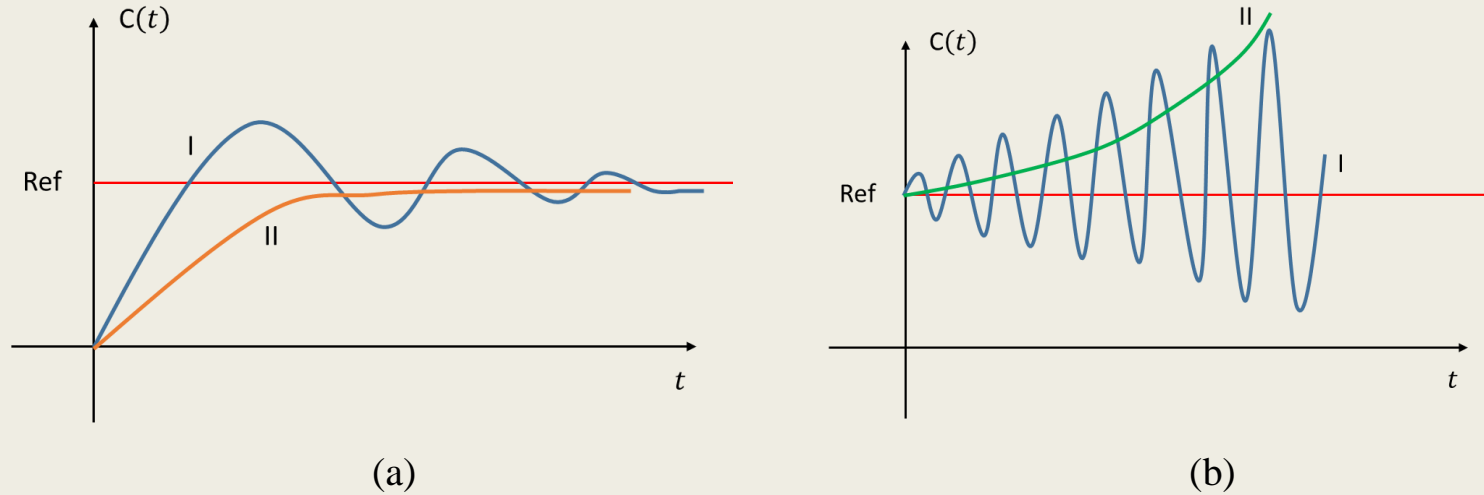
(c)

Kararsız Sistem

Otomatik Kontrol Sistemlerinde Kararlılık

Bir sistemin kararlılığı, giriş işaretindeki değişimlere verdiği yanıtlarla ilgilidir. Eğer girişteki dar aralıktaki değişimlere çıkışta da dar bir aralıkta yanıt veriyorsa bu sisteme kararlı bir sistem denilebilir. Dar aralıktaki giriş işareti değişimlerine geniş aralıktaki (hatta sonsuza çıkabilecek derecede) çıkış değişimleri ile yanıt veriyorsa bu sistem kararsız bir sistemdir. Yani bir sistem sınırlı girişlere karşı sınırlı çıkışlar üretiyorsa bu sistem kararlıdır. Buna *Sınırlı Giriş Sınırlı Çıkış (SGSÇ)* kararlılığı adı verilir.

Şekil 1.6 a ve b’de kararlı ve kararsız sistemlerin basamak yanıtları gösterilmiştir.

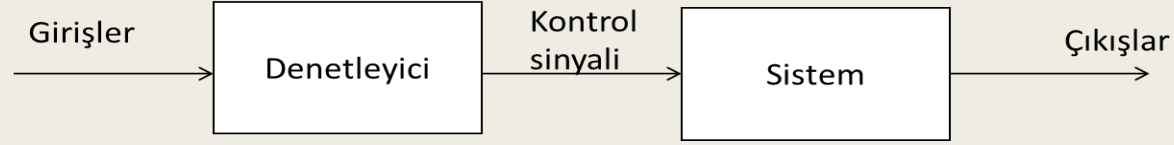


Şekil 1.6. (a) Kararlı bir sistem (b) Kararsız bir sistem çıkış işaretlerinden örnekler

Açık Çevrim ve Kapalı Çevrim Sistemler

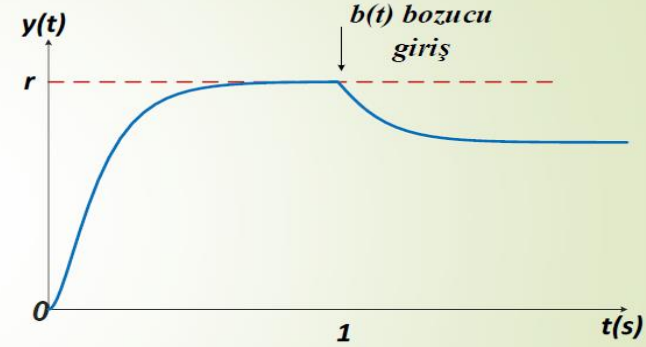
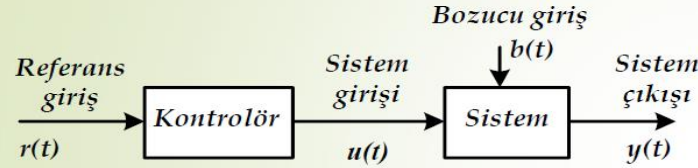
Kontrol sistemlerinin iki temel bağlantı şekli vardır. Bunlardan birincisi Açık Çevrim Kontrol Sistemleridir. Şekil 1.3’de blok diyagramlar ile gösterilmiştir.

Açık Çevrim
Kontrol Sistemi



Şekil 1.3. Açık çevrim kontrol sistemi

1.1.2.1 Açık Çevrim Kontrol Sistemi



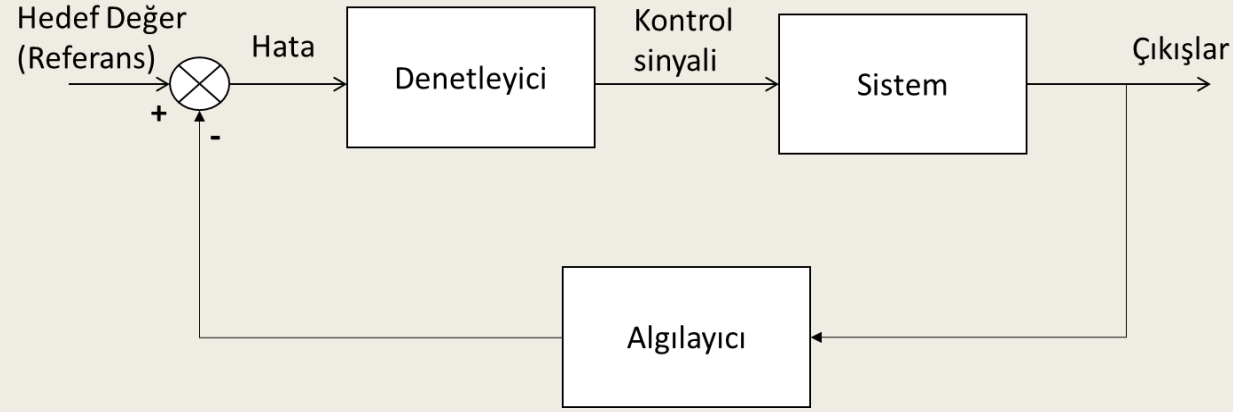
Açık çevrim kontrol sistemlerinde bozucu girişin etkisi

Bu tip kontrol sistemlerinde sistemin çıkışları algılayıcılar ile ölçülmez. Zaman ve sıra esasına göre çalışır (Örn: trafik lambası).

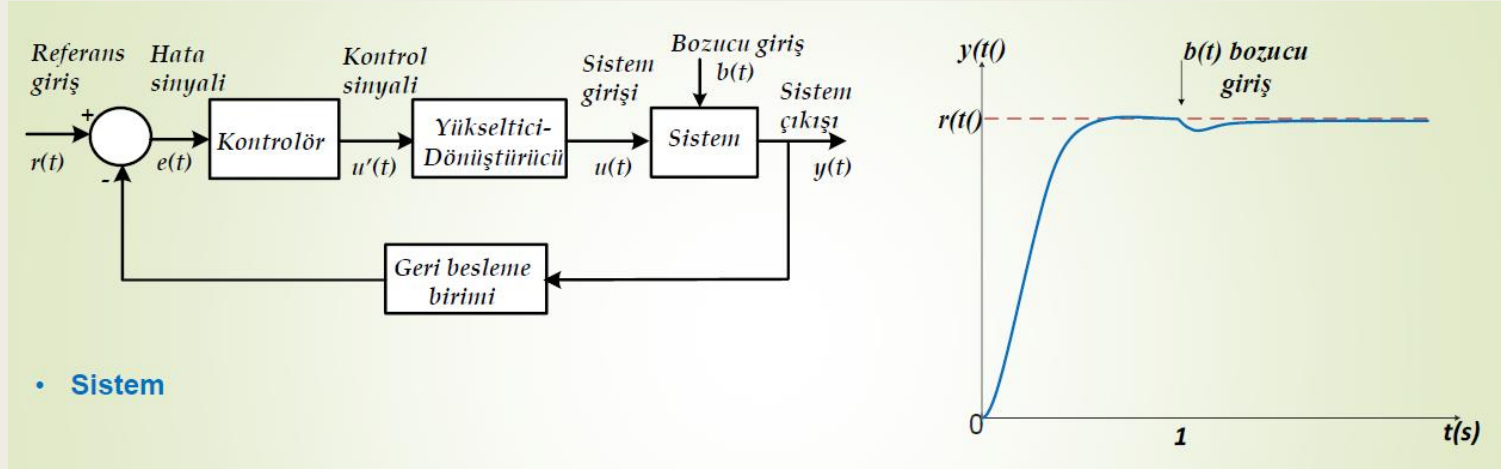
Davranışları önceden bilinir ve bozucu etki altında kalmayacak şekilde tasarlanırlar.

Şekil 4’de bir Kapalı Çevrim Kontrol Sisteminin blok diyagramları ile gösterimi verilmiştir.

Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi (Geri beslemeli sistemler)



Şekil 1.4. Bir kapalı çevrim kontrol sistemi



Bu tip sistemlerde algılayıcılar sistemin çıkışlarını ölçer. Denetleyici, hedef değerler ile çıkışlar arasındaki farkın en az olmasını sağlamaya çalışır. Denetleyiciye fark bilgisi gönderilir. Denetleyici de farkı daha da azaltacak işaretleri (komutları) üretmek için Sistem girişlerine uygular.

Açık ve Kapalı Çevrim Kontrol Sistemleri

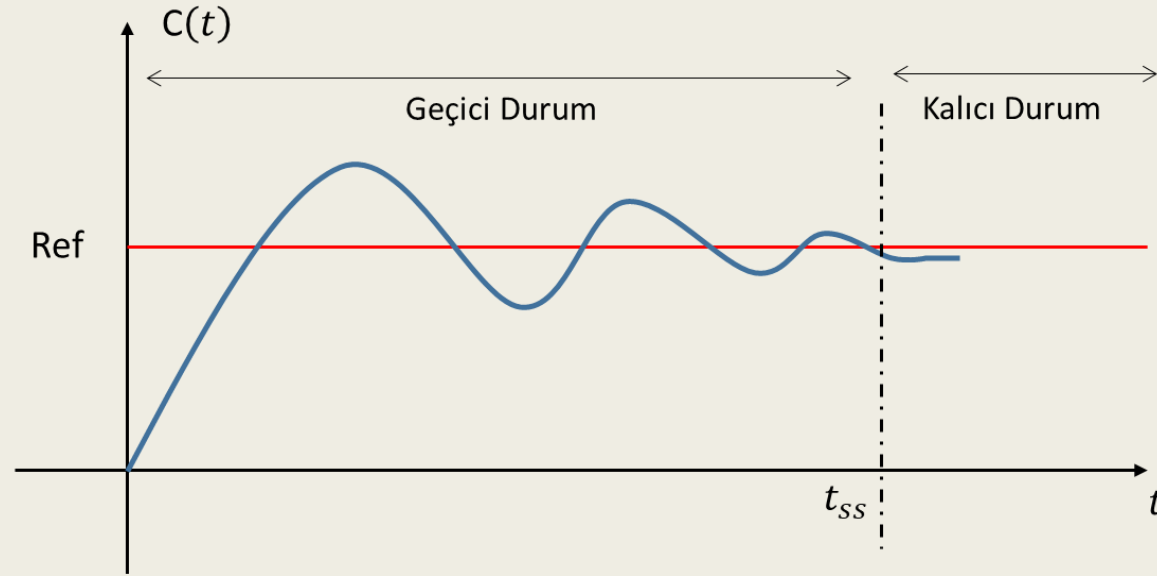
Örnek vermek gerekirse;

- Gözleri görmeyen bir kişinin araba kullanması açık çevrim kontrol,
- Gözleri gören birisinin araba kullanması kapalı çevrim kontroldur.

Birinci durumda sürücü arabanın yola göre anlık durumu hakkında bilgi sahibi değildir. İkinci durumda sürücü istenilen konum veya hıza göre yoldaki tümseklere, rüzgara, diğer araçlara ve kontrol edilemeyen diğer etmenlere rağmen arabayı kullanır. Öyleyse diyebiliriz ki geri besleme ile belirsizlikler veya beklenmediklerle başa çıkabilinir (Galip Cansever notları).

Otomatik Kontrol Sistemlerinde Geçici Durum ve Kalıcı Durumlar:

Kararlı bir kapalı çevrim kontrol sistemi ele aldığımızda; bu sistemin çıkış işaretinin geçirdiği bazı safhaları grafik üzerinden farkedebiliriz. Şekil 1.7’de verilen kararlı bir sistemin çıkış işareti grafiğini incelediğimizde;



Şekil 1.7. Kararlı bir sistemin çıkış işaretinin safhaları

Çıkış işaretinin referans üzerinde kararlı hale geldiği ana kadar olan zaman dilimine “*Geçici Durum*”, sonrasına ise “*Kalıcı Durum*” denir. Geçişin yaşandığı zaman t_{ss} (ss: steady state) olarak gösterilmiştir. t_{ss} ’in belirlenmesi için giriş işareti ile referans arasındaki hatanın belirli bir orana düşmesi beklenir. Bu oran küçük bir değer seçilmekle birlikte kullanıcı tarafından belirlenir.

