

OTOMATİK KONTROL

1

GİRİŞ

A thick black L-shaped frame is positioned on the left and bottom edges of the slide, framing the central text.

OTOMATİK KONTROL NEDİR

Ders-1 İçeriği

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

- Ders izlencesinin tanıtımı
- 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-1 Dersi İzlenesi

MEK301	OTOMATİK KONTROL I				
Yarıyıl	Kodu	Adı	T+U	Kredi	AKTS
5	MEK301	OTOMATİK KONTROL I	3	2,50	5

Dersin Dili:

Türkçe

Dersin Düzeyi:

Fakülte

Dersin Staj Durumu:

Yok

Bölümü/Programı:

Mekatronik Mühendisliği

Dersin Türü:

Zorunlu

Dersin Amacı:

Otomatik Kontrol-1 dersi, mühendislik öğrencilerine doğrusal kontrol sistemlerinin temel prensiplerini öğretmeyi amaçlar. Bu ders, dinamik sistemlerin modellenmesi, analiz edilmesi ve kontrol edilmesi için gerekli matematiksel araçları sağlar. Öğrenciler, Laplace dönüşümleri, sistem modelleme teknikleri, kararlılık analizi ve kontrol sistemlerinin performans ölçütleri gibi konuları öğrenerek, gerçek dünya mühendislik problemlerine uygun çözümler geliştirme yetkinliği kazanırlar. Dersin sonunda, öğrenciler temel kontrol teorisi kavramlarını uygulamalı olarak anlayabilecek ve Matlab gibi yazılımlarla bu teoriyi pekiştirebilecek bilgi ve beceriye sahip olurlar.

Ders İçeriği:

Bu ders, kontrol teorisinin temel kavramlarıyla başlar ve Laplace dönüşümleri ile sistemlerin matematiksel modellerinin oluşturulması üzerinde yoğunlaşır. Mekanik, dönel ve elektriksel sistemler gibi çeşitli fiziksel sistemlerin matematiksel modelleri üzerinde durulur. Dersin ilerleyen haftalarında, öğrencilere kontrol sistemlerinin performansını ve kararlılığını analiz etme yöntemleri öğretilir. Bu analizler, birinci dereceden kontrol sistemleri üzerinde uygulamalı olarak incelenir. Matlab uygulamaları ile teorik bilginin pekiştirilmesi sağlanır.

Ön Koşulları:

Dersin Koordinatörü:

Yok

Dersi Veren:

Dr. Öğr. Üyesi Güray Sonugür

Otomatik Kontrol-1 Dersi İzlenesi

AMAÇ: Otomatik Kontrol-1 dersi, mühendislik öğrencilerine doğrusal kontrol sistemlerinin temel prensiplerini öğretmeyi amaçlar. Bu ders, dinamik sistemlerin modellenmesi, analiz edilmesi ve kontrol edilmesi için gerekli matematiksel araçları sağlar. Öğrenciler, Laplace dönüşümleri, sistem modelleme teknikleri, kararlılık analizi ve kontrol sistemlerinin performans ölçütleri gibi konuları öğrenerek, gerçek dünya mühendislik problemlerine uygun çözümler geliştirebilirler. Dersin sonunda, öğrenciler temel kontrol teorisi kavramlarını uygulamalı olarak anlayabilecek ve Matlab gibi yazılımlarla bu teoriyi pekiştirebilecek bilgi ve beceriye sahip olurlar.

İÇERİK: Bu ders, kontrol teorisinin temel kavramlarıyla başlar ve Laplace dönüşümleri ile sistemlerin matematiksel modellerinin oluşturulması üzerinde yoğunlaşır. Mekanik, dönel ve elektriksel sistemler gibi çeşitli dinamik sistemlerin matematiksel modellemeleri üzerinde durulur. Dersin ilerleyen haftalarında, öğrencilere kontrol sistemlerinin performansını ve kararlılığını analiz etme yöntemleri öğretilir. Bu analizler, birinci dereceden kontrol sistemleri üzerinde uygulamalı olarak incelenir. Matlab uygulamaları ile teorik bilginin pekiştirilmesi sağlanır.

Dersin Kaynakları

Ders Notları	:	Efe, Mehmet Önder. Otomatik kontrol sistemleri. Seçkin, 2017.
Kaynakları	:	Gökbulut, Muammer. Otomatik kontrol sistemleri. Seçkin, 2019.
Dökümanlar	:	Otomatik Kontrol Sistemleri, B. Kuo
Ödevler	:	
Sınavlar	:	

Otomatik Kontrol-1 Dersi İzlenesi

Değerlendirme Sistemi		
Yarıyıl Çalışmaları	Sayısı	Katkı%
Ara Sınav	1	% 40
Kısa Sınav	0	% 0
Ödev	1	% 10
Devam	0	% 0
Uygulama	0	% 0
Proje	0	% 0
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	% 50
Toplam :	3	100

Otomatik Kontrol-1 Dersi İzlenesi

Ders Konuları

Hafta Konu

1	Ders izlenesinin tanıtımı ve Kontrol Teorisine giriş
2	Laplace ve Ters Laplace Dönüşümü
3	Laplace ve Ters Laplace Dönüşümü ve Matematiksel Modelleme
4	Matlab Uygulamaları
5	Mekanik ve Dönel Sistemlerin Matematiksel Modellenmesi
6	Elektriksel Sistemlerin Matematiksel Modellenmesi
7	DA Motorların Matematiksel Modellemesi
8	Ara sınavlar
9	Blok diyagramlarla sistem gösterimi, blok diyagramlarda indirgeme işlemleri ve Kontrol Sistemlerinin Performans Ölçütleri
10	Kontrol Sistemlerinde Kararlılık-1
11	Kontrol Sistemlerinde Kararlılık-2 ve Routh-Hurwitz yöntemi
12	Birinci dereceden Kontrol Sistemleri
13	Matlab/Simulink ile RC devresi ve DA motor simülasyonları
14	Matlab/Simulink ile birinci dereceden sistem yanıtlarının simülasyonları
15	Örnek Soru Çözümü

Otomatik Kontrol-1 Dersi İzlenesi

No	Öğrenme Çıktısı
1	Öğrenciler doğrusal sistemlerin kontrolü hakkında bilgiye sahip olur.
2	Öğrenciler, sistemlerin doğrusal modellenmesi hususunda bilgi sahibi olurlar.
3	Öğrenciler, mekanik, dönel, elektriksel ve dc motor modellemeyi öğrenirler.
4	Öğrenciler Laplace ve ters Laplace dönüşümlerini öğrenmek suretiyle s- alanında yapılan işlemlerin ve oluşturulan transfer fonksiyonlarının t- alanına etkilerini ve sistem kararlılığını tespit etmedeki faydalarını anlarlar. Matlab yazılımının görselleştirmedeki etkisi öğrencilerle bu konuda yardımcı olur.
5	Öğrenciler, doğrusal bir kontrol sisteminde kararlılık kavramını öğrenirler. Kararlılığı tespit etmek için gerekli matematiksel işlemleri gerçekleştirebilirler. Matlab/Simulink yazılımının bu konudaki uygulamalarını kullanabilirler ve gerekli kodları yazabilirler.
6	Öğrenciler, birinci dereceden kontrol sistemlerini tasarlayıp analiz etmeyi öğrenirler.
7	Öğrenciler, Matlab/Simulink yazılımını kullanarak kontrol sistemlerini analiz etmeyi, dönüşüm ve matematiksel uygulamaları kolayca gerçekleştirmeyi ve sonuçları görselleştirmeyi öğrenirler.
8	Öğrenciler, blok diyagramlarla karmaşık sistemlerin tasarımını ve karmaşık sistemlerin sadeleştirilmesini öğrenirler.

Derse devam zorunluluđu bulunmaktadır.

Otomatik Kontrol Nedir?

Otomatik kontrol, aslında, bir sistemin (-ki sisteme çoğu zaman **'plant'** diyeceğiz) çıkışlarını istediğimiz seviye ve değerde tutabilmektir.

Plant çevirisi yapıldığında tesis ya da fabrika anlamlarındadır.

Demek ki otomatik kontrol kapsamında sistem/plant: kontrol edilen şeydir.

Peki, sistem/plant örnekleri neler olabilir?

Sistem yani plant en basit anlamda dinamik çıkışlar üreten bir cihaz/makine/süreç vs.'dir.

Bir su ısıtıcısı, bir doğru akım motoru, bir voltaj adaptörü, bir kimyasal tepkime ve bir dört rotorlu İHA sistem olarak örnek verilebilir.

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.

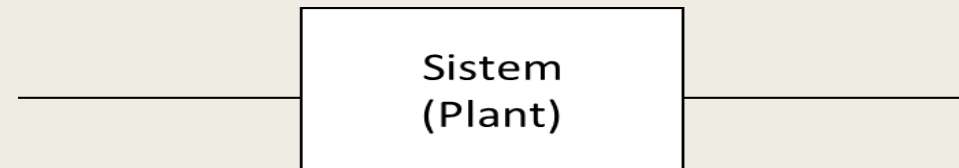
Bir denetleyici vasıtasıyla bir sistemin çıkışlarının istenilen bir hedef değeri (referans değeri) takip etmesini sağlamak, bu hedeften sapılması durumunda girişleri yeniden düzenleyerek hedefe tekrar ulaşılmasını sağlamak olarak tanımlanabilir (Muammer Gökbulut).

Otomatik kontrol sistemlerinin tasarımında iki temel bileşen bulunmaktadır.

1. Kontrol eden sistem



2. Kontrol edilen sistem



Otomatik Kontrol Nedir?

Peki,

Bir **doğru akım motorunun** hangi çıkışını kontrol etmek isteriz?

En fazla kontrol edilen çıkış: Motorun dönüş hızıdır.

Birimi: devir/dakika ya da rpm (round per minute) ‘dir.

Ancak, bir sistemin çıkışını kontrol etmek için (istediğimiz değerde tutmak için) sistemin girişlerinden birini ya da bazılarını da kontrollü olarak sisteme vermeliyiz.

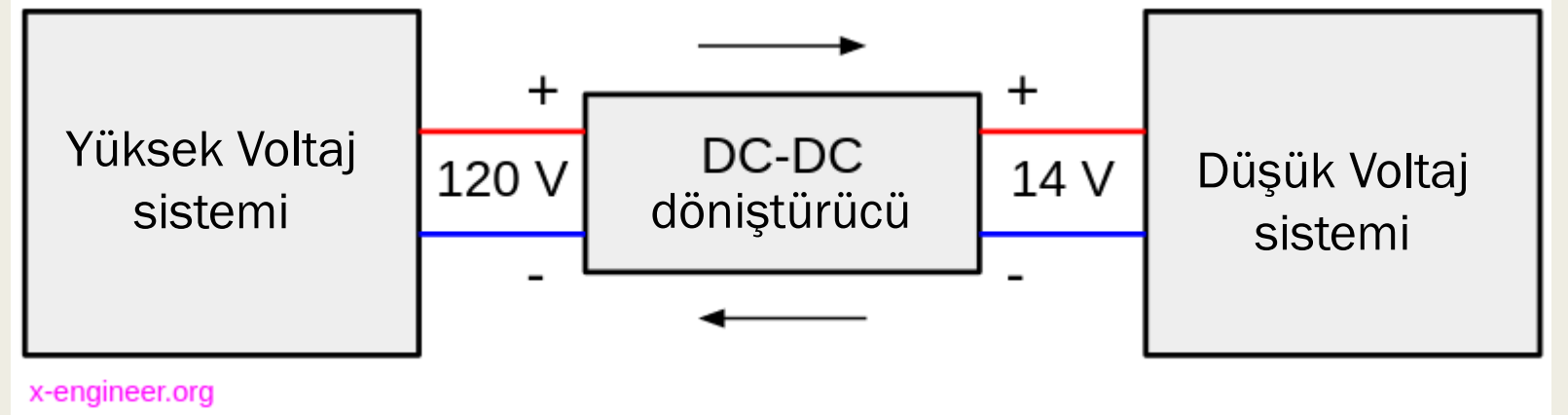
Aslında kontrol demek girişlerin değerlerini kontrol edebilmektir.

Peki, bir DA motorunda hangi girişi kontrollü olarak verelim ki çıkışı (dönüş hızını) kontrol edebilelim?



Otomatik Kontrol Nedir?

Bir voltaj adaptörünün (DC-DC adaptör) çıkışlarını nasıl kontrol ederiz?

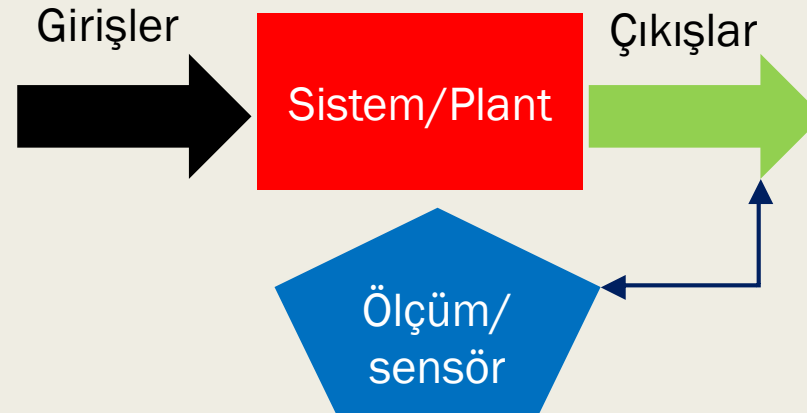


Girişteki voltajı kontrol eden potansiyometrenin direncini ayarlayan ayar koluna bir servo motor bağlayıp servo motorun açısını değiştirerek....

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.



Unutulmamalıdır ki;

İyi bir kontrol ancak doğru ve hassas ölçümler yaparak gerçekleştirilebilir.

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, cruise kontrol kullanarak, aracın istenen hızda ve devirde hareket etmesini sağlayabiliriz.
- **Performansı iyileştirmek:** Bir sistemi kontrol ederek, sistemin performansını iyileştirebiliriz. Örneğin, bir PID kontrol sistemi kullanarak, bir kaynak robotunun konum bulma 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 isteyişimizin sebebi o sistemden istediğimiz yanıtları alabilmektir. Bir otomobil yolculuğu için aşağıdaki seçeneklerden hangisini isteriz?

1. Az yakıt sarfiyatı ile en uzun mesafe gidebilmek
2. En kısa sürede hedefe ulaşmak
3. En kısa yoldan hedefe ulaşmak
4. 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, yolun kalitesi 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?

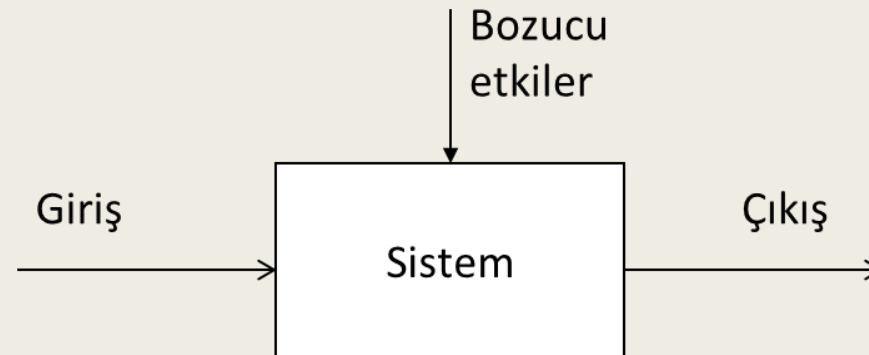
Burada a, b, c maddelerini Algılayıcılar; d ve e maddelerini Eyleyiciler ve f maddesini de Denetleyici olarak sınıflandırabiliriz. Toplamda İHA ise denetlenen sistem yani plant' dır.

Bir Kontrol Sisteminin Giriş ve Çıkışları:

Döner Kanatlı İHA Örneği

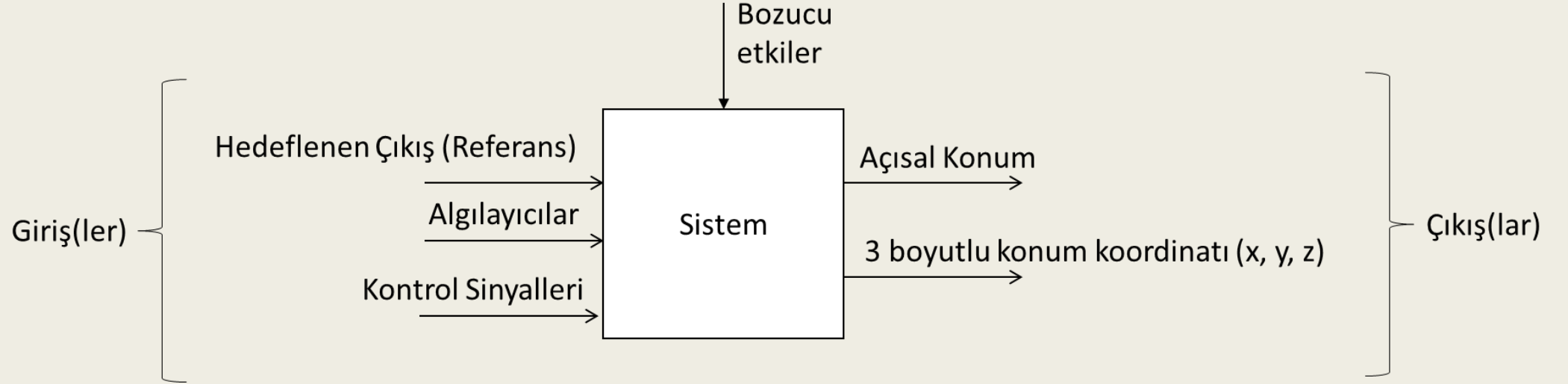
Bu İHA'dan beklenen performanslar arasında, otonom kalkış-iniş, yörünge takibi, kararlı uçuş ve nesne takibi sayılabilir. Bu performanslar için yapılması gereken temel işlemler dış çevreyi gözlemleyerek (algılayıcılardan veri okumak) istenen yanıtı üretebilmesi için eyleyicilerin (dört adet fırçasız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

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



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 : 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.

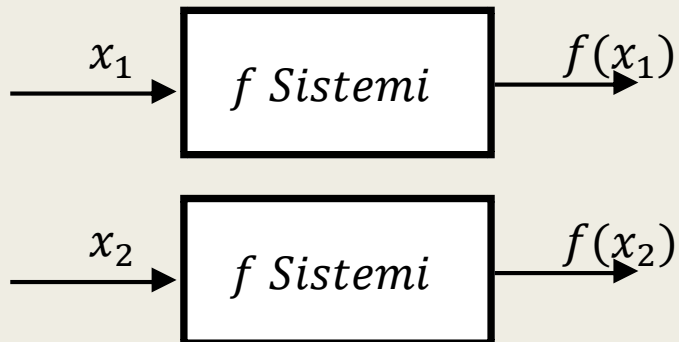
Doğrusallık Prensibi:

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

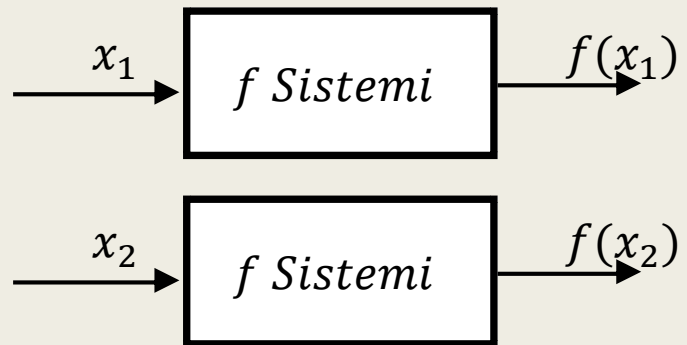
Bu özellikler:

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

Toplanırlık (Süperpozisyon):



Homojenlik:



Zamanda değişmez sistemler

Zamanda değişmezlik ilkesi, bir sistemin davranışının zamana göre değişmediği varsayımıdır. 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.

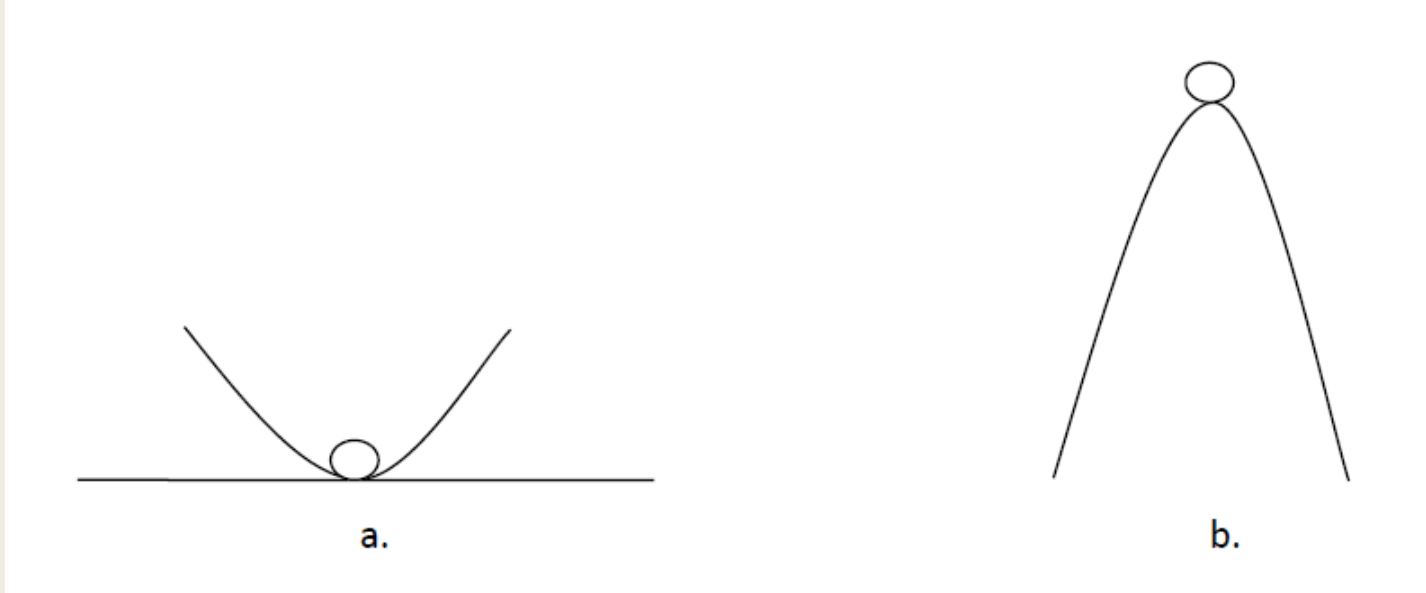
Örnek:

Bir transformatör düşünelim.

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

Otomatik Kontrol Sistemlerinde Kararlılık

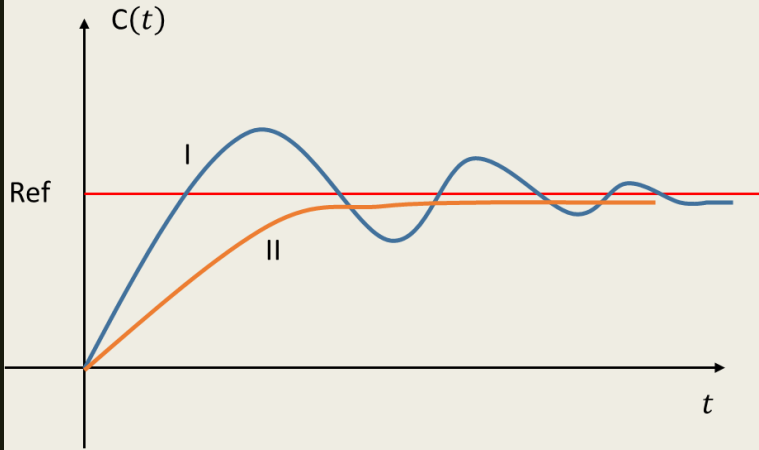
Sınırlı bir girişe sınırlı bir çıkış veren sistemlere kararlı sistemler denir. Diğer bir deyişle kararlı bir sistem sonlu bir girişe ıraksayan bir tepki vermemelidir. Kararlı (stable) ve kararsız (unstable) sistemlere en güzel örnek aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



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.

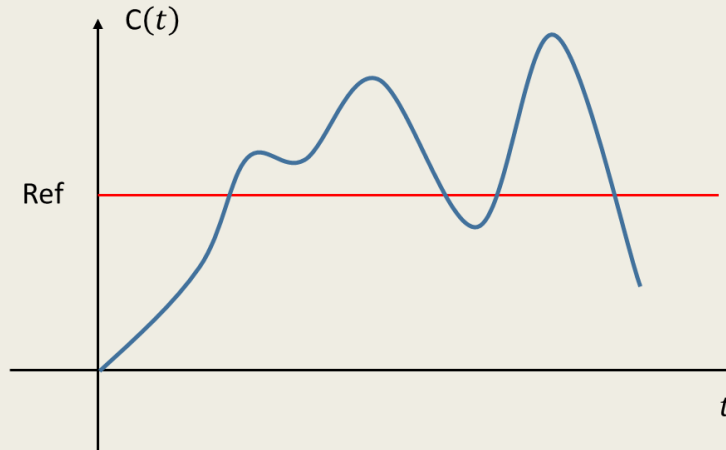
Otomatik Kontrol Sistemlerinde Kararlılık

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



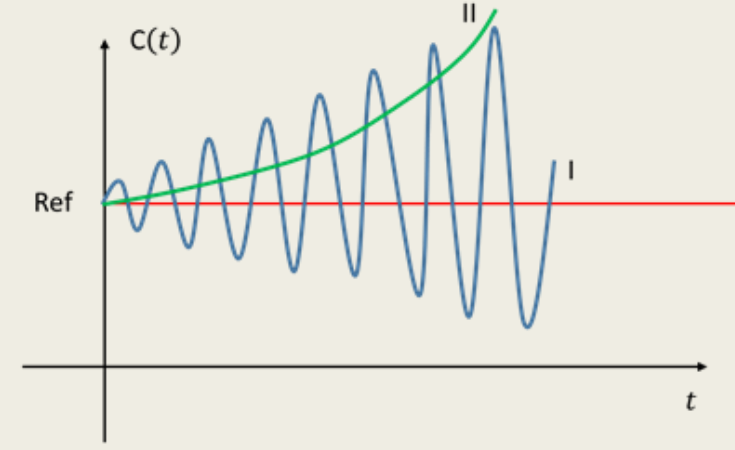
(a)

Kararlı Sistem



(b)

Kararsız Sistem



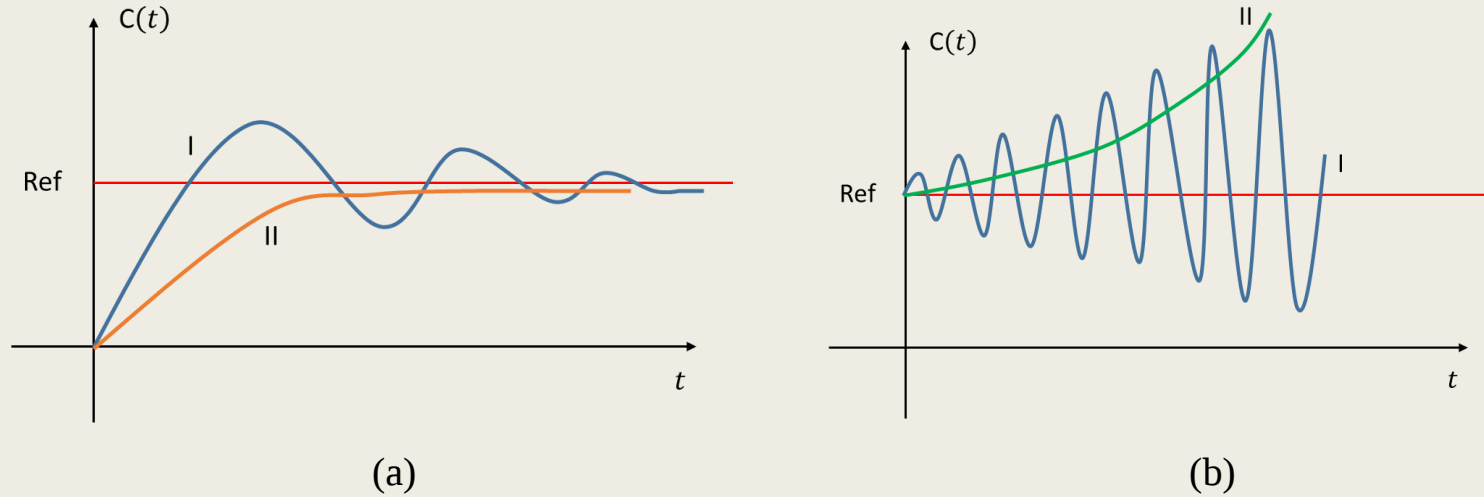
(c)

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.

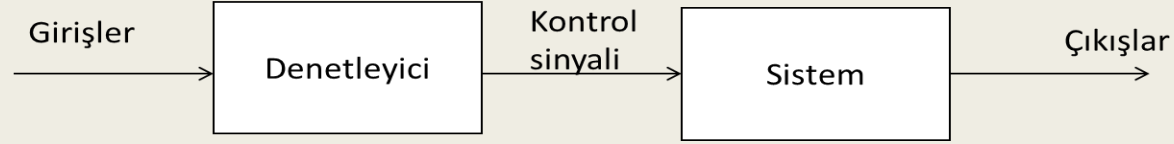


Şekil 1.6. (a) Kararlı bir sistem (b) Kararsız bir sistem çıkış işaretlerinden örnekler

Açık Çevrim ve Kapalı Çevrim Sistemler

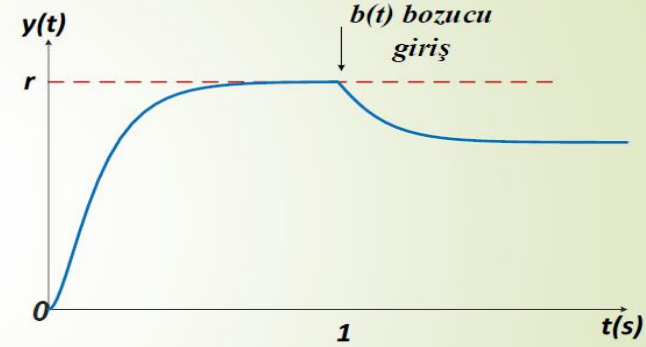
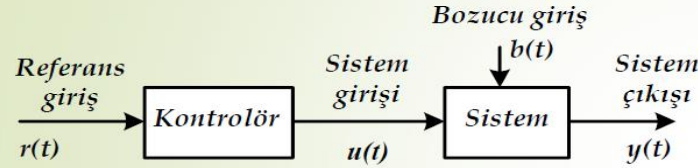
Açık Çevrim Kontrol Sistemi

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



Şekil 1.3. Açık çevrim kontrol sistemi

1.1.2.1 Açık Çevrim Kontrol Sistemi



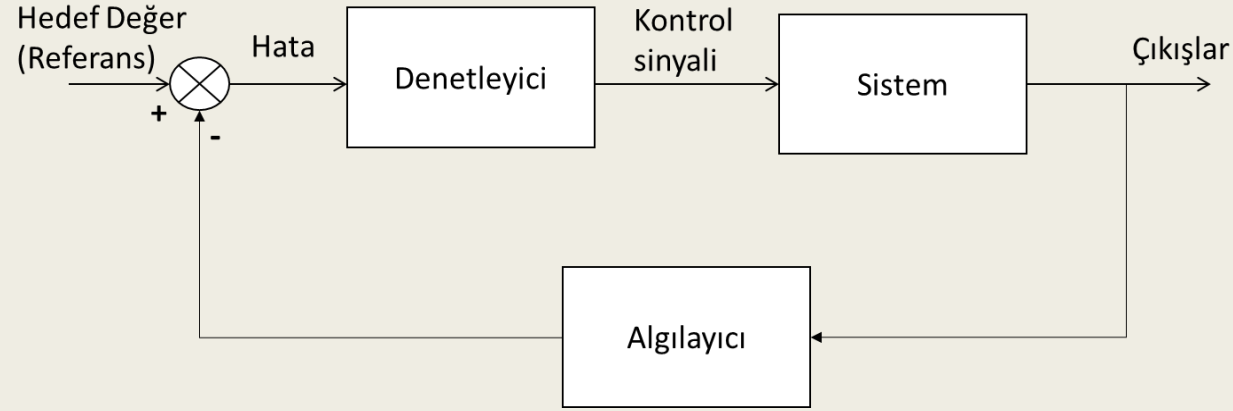
Açık çevrim kontrol sistemlerinde bozucu girişin etkisi

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

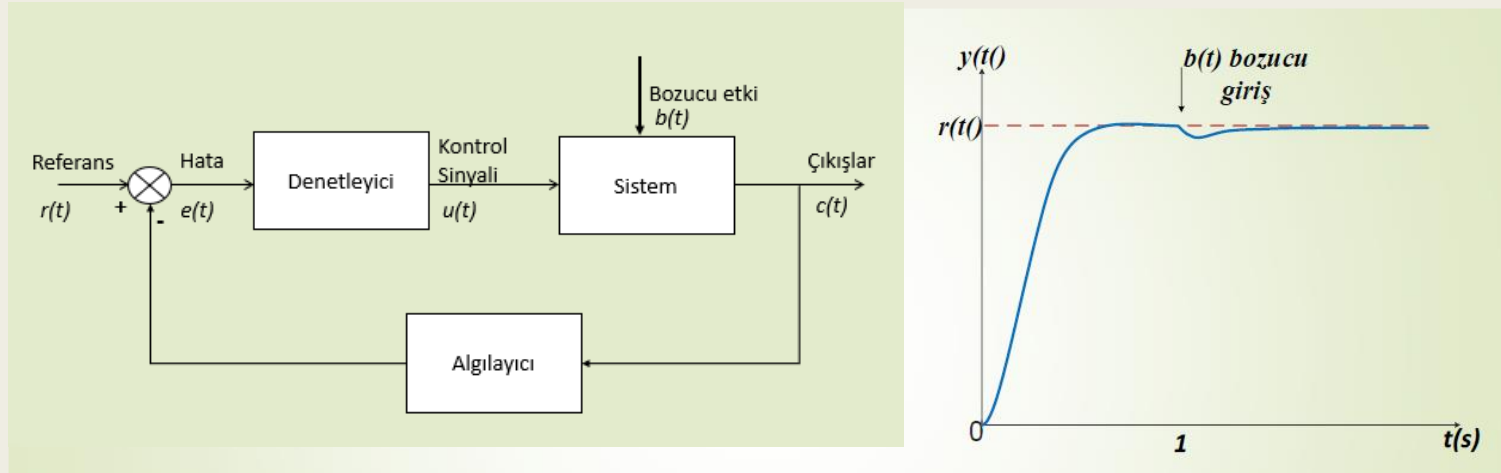
Davranışları önceden bilinir ve bozucu etki altında kalmayacak şekilde tasarlanırlar.

Kapalı Çevrim Kontrol Sistemi (Geri beslemeli sistemler)

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



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) üreterek Sistem girişlerine uygular.

Açık ve Kapalı Çevrim Kontrol Sistemleri

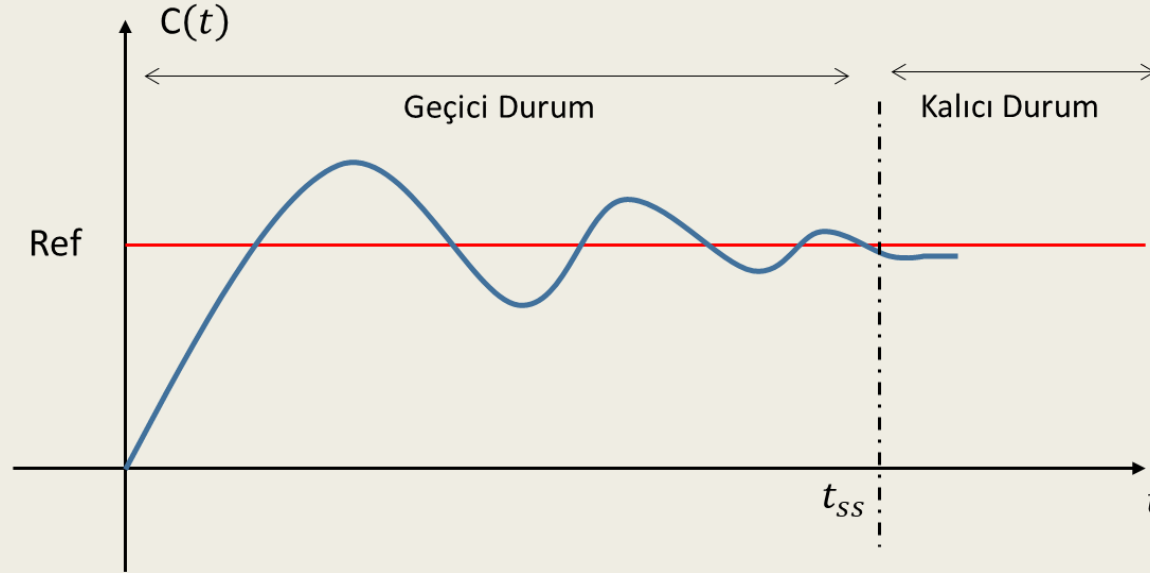
Örnek vermek gerekirse;

- 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.

Sistemlerin Çıkışı ve Girişi Arasındaki Matematiksel İlişki

Bir sistemin çıkışı ile girişi arasındaki ilişki, genellikle bir matematiksel **modelle** ifade edilir. Bu model, çoğunlukla **diferansiyel denklem** şeklinde olur.

Cebirsel denklemler statik durumları, yani sabit değerleri ifade ederken, diferansiyel denklemler dinamik durumları, yani değişimi ve hareketi ifade eder.

Diferansiyel denklemler, bir sistemin dinamik davranışını, yani zaman içindeki değişimini en iyi şekilde ifade eden matematiksel araçlardır.

Neden diferansiyel denklem?

Çünkü sistemler genellikle zamanla değişen büyüklüklere (örneğin, hız, konum, sıcaklık, basınç, voltaj, manyetik alan) bağlıdır ve bu değişimler türevler (değişim oranları) ile ifade edilir. Bu büyüklüklerin zamanla nasıl değiştiğini en iyi şekilde ifade etmek için türevler kullanılır. Diferansiyel denklemler ise bu türevleri içeren matematiksel ifadelerdir.

Kontrol Edilebilirlik ve Çıkış-Giriş İlişkisi:

Kontrol edilebilirlik, bir sistemin belirli bir giriş uygulayarak istenen bir çıktıya getirilebilme özelliğidir. Bu özellik, doğrudan **sistemin çıkış-giriş ilişkisine** bağlıdır.

Eğer bir sistemin modeli, kontrol sinyallerinin sistemin tüm durumlarını etkilemesine izin veriyorsa, o sistem kontrol edilebilir olarak kabul edilir.

Çıkış-giriş ilişkisi neden önemli?

Çünkü kontrol sistemlerinin amacı, sistemin çıktısını istenen bir değere getirmektir. Bu nedenle, çıkış-giriş ilişkisini iyi anlamak, uygun kontrol algoritmaları tasarlamamızı sağlar.

Laplace Dönüşümleri Neden Kullanılır?

Laplace dönüşümü, diferansiyel denklemleri cebirsel denklemlere dönüştüren güçlü bir matematiksel araçtır.

Laplace dönüşümü, zaman alanındaki türev ve integral işlemlerini sırasıyla s ile çarpma ve s 'e bölme işlemlerine dönüştürür. Bu sayede, karmaşık diferansiyel denklemler, daha basit cebirsel denklemlere indirgenir. Bu da sistemin transfer fonksiyonunun kolayca bulunmasını sağlar. Otomatik kontrolde Laplace dönüşümlerinin kullanılmasının başlıca nedenleri şunlardır:

- **Basitleştirme:** Diferansiyel denklemler, özellikle yüksek mertebeli ve karmaşık sistemlerde çözümü zor olabilir. Laplace dönüşümü, bu denklemleri daha basit bir forma dönüştürerek çözümü kolaylaştırır.
- **Frekans Cevabı Analizi:** Laplace dönüşümü, sistemin farklı frekanslardaki davranışını analiz etmemizi sağlar. Bu sayede, sistemin kararlılığı, geçici tepkisi gibi özellikleri hakkında önemli bilgiler elde edebiliriz.
- **Transfer Fonksiyonu:** Laplace dönüşümü ile elde edilen transfer fonksiyonu, sistemin giriş ve çıkışı arasındaki ilişkiyi tek bir cebirsel ifade ile gösterir. Bu, sistemin analizi ve tasarımı için oldukça kullanışlıdır.
- **Blok Diyagramları:** Laplace dönüşümü, sistemleri blok diyagramları şeklinde göstermemizi sağlar. Bu sayede, karmaşık sistemleri daha kolay görselleştirebilir ve analiz edebiliriz.

