

Proses Kontrol

- ❑ Düzensizlik (Regulatory) Kontrol
- ❑ Set noktası değişimi (Servo) Kontrol

Servo Sistemler ve Regulating Sistemler

Geri beslemeli kontrol sistemlerinde problemleri iki tipe ayırabiliriz. Servo ve Regulatory Problem

Servo Problem: Kontrol edici, sistem çıktısını zaman değişimli set noktası sinyaline mümkün olduğu kadar yakın tutmak için tasarlanır. Bu aynı zamanda “tracking” (iz kontrol) problem olarak da isimlendirilir.

Regulatory Problem: Set noktası değerinin zamanla değişmediği kabulunu yapar. Disturbance değişkenlerindeki değişimlere rağmen set noktasında sistemi tutmayı amaçlamaktadır. Disturbance etkilerinin hesaba katılabilmesi için yapısının ve nereden kaynaklandığının bilinmesi gerekir. Eğer bilinmiyorsa bu durumda geri beslemeli kontrol sistemleri yetersiz kalabilir. Böylece disturbance etkisini azaltmak için

a) İleri Beslemeli (Feed Forward) Kontrol

b) Kademeli (Cascade) Kontrol

kullanılır.

Basit Kontrol Yapıları :

Kontrol Edici : Kontrol edici ölçüm elemanından gelen bilgileri alır ve hesaplamadan sonra kontrol aksiyonunun ne olacağına karar verir.

Klasik Proses Kontrolde iki tane basit kontrol yapısı vardır:

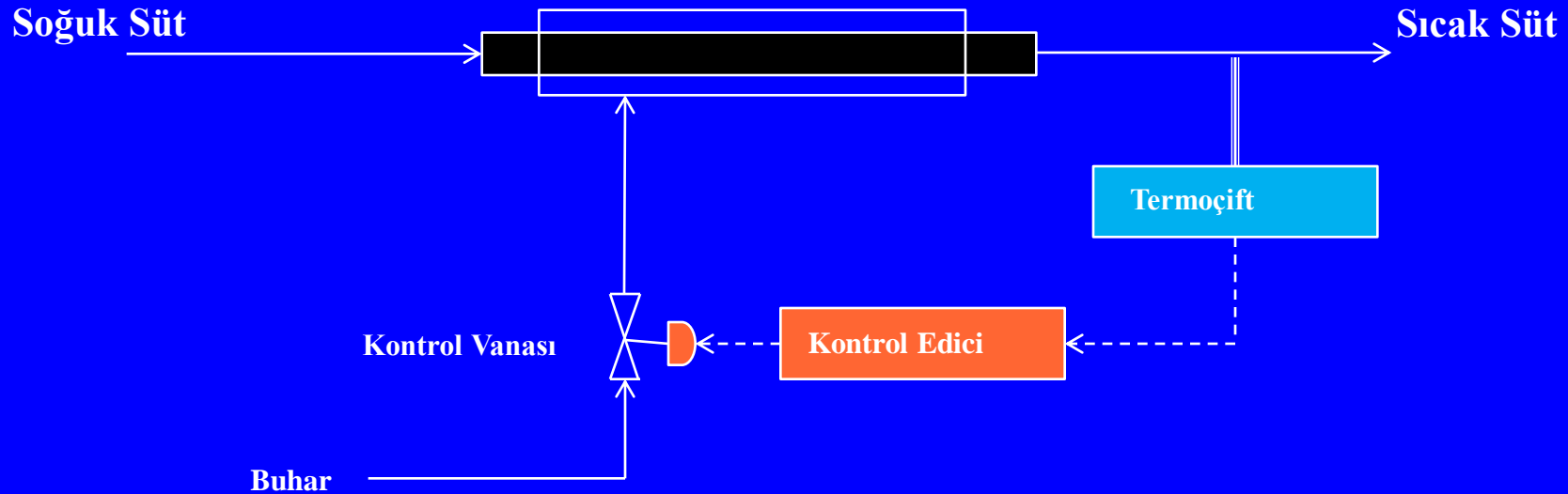
1. Geri Besleme Kontrol (feedback Control)
2. İleri Besleme Kontrol (feed –forward Control)

Geri Beslemeli Kontrol (Feedback Control)

Gıda sektöründe daha fazla yaygınlıkta kullanılır.

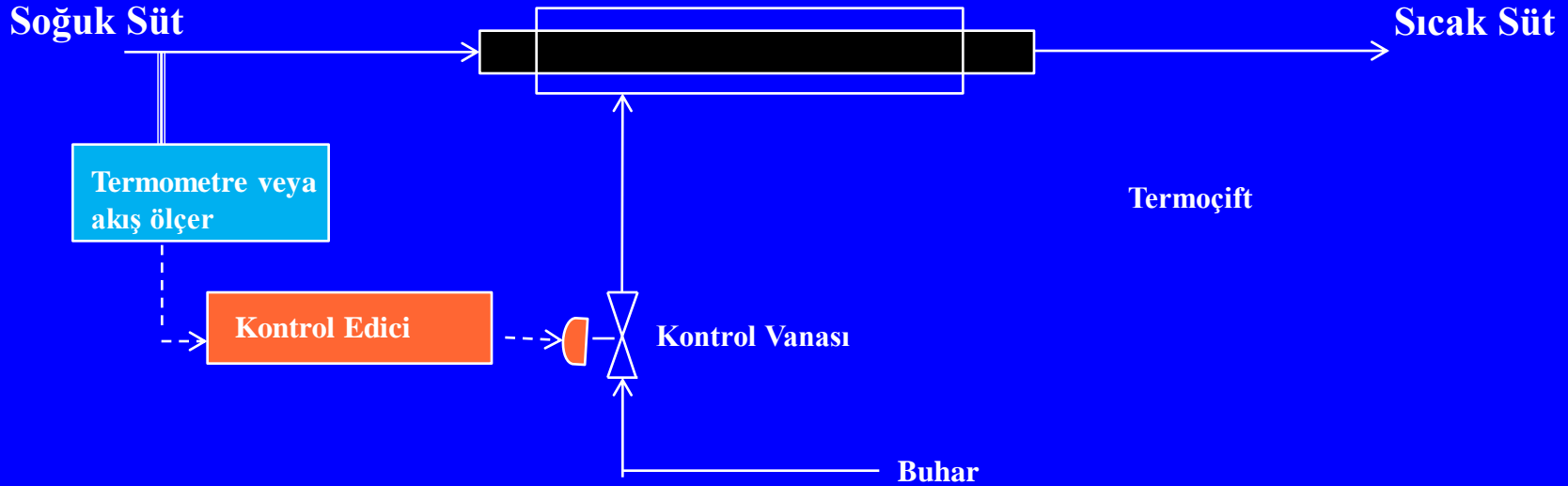
Basit bir süt pastörizasyon kontrol sistemi

Amaç: Sütün doğru pastörizasyon sıcaklığına ısıtılması



İleri Besleme Kontrol (Feed - forward Control)

Gıda sektöründe daha az yaygınlıkta kullanılır.

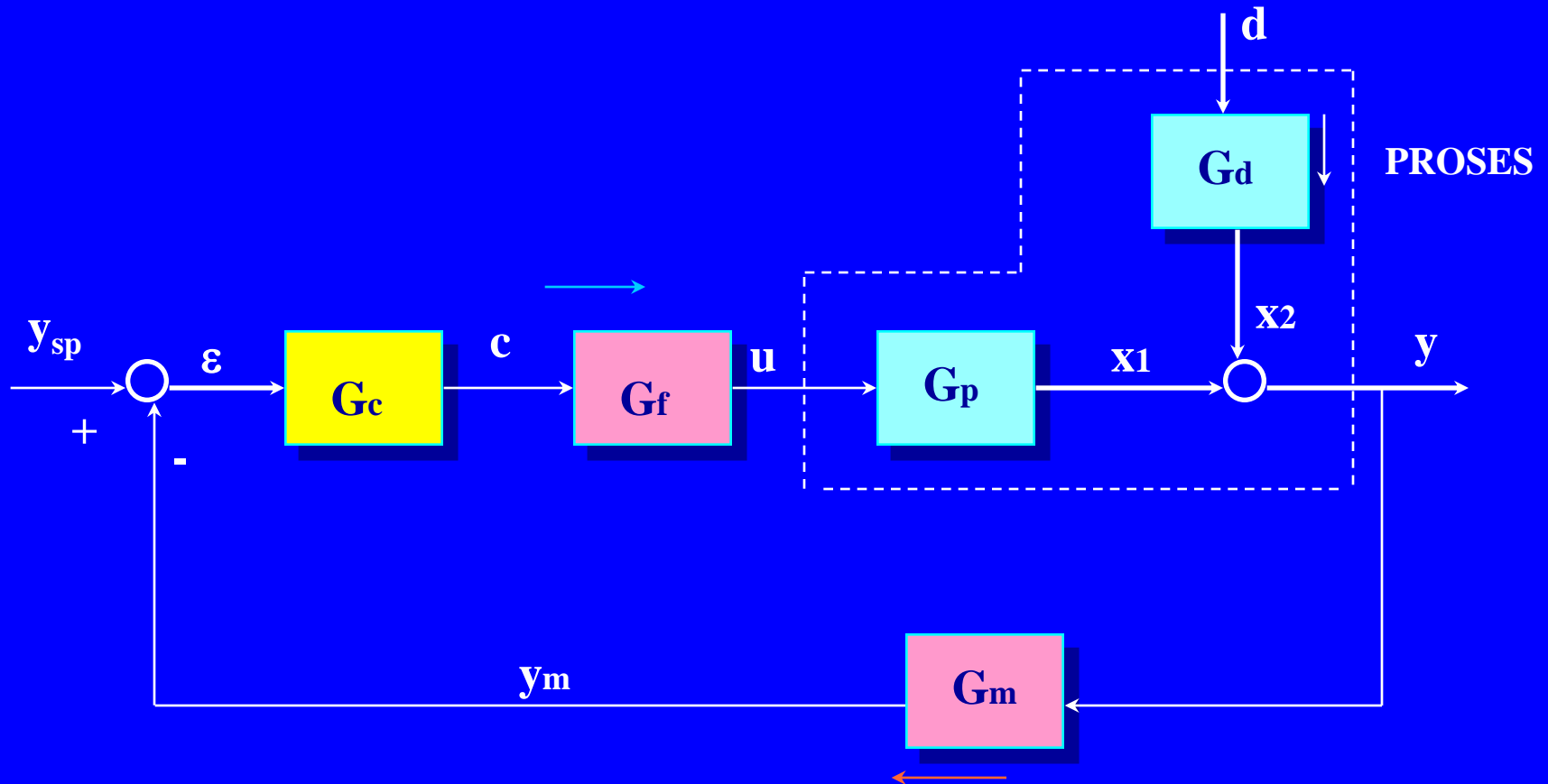


Termometre ısı değiştiriciye giren sütün sıcaklığını ölçer ve kontrol ediciye gönderir. Ölçülen değişken sıcaklık veya akış hızı olabilir. Veya her ikisid de olabilir.

Sensorden gelen ölçüm sinyali eşliğinde kontrol edici pastörizatör çıkışındaki sıcaklığı hesaplar (veya tahmin eder) Bu durumda hesaplama kütle/enerji dengeleri, ısı aktarım alanı ve ısı transfer katsayısı gibi parametrelerin bilgisini içerir.

Hesaplanan/Tahmin edilen sıcaklık ile set noktası arasındaki, fark hata değerini (error) verir.

Kapalı Devre Tüm Transfer Fonksiyonları



$$y_{sp} - y_m = \varepsilon$$

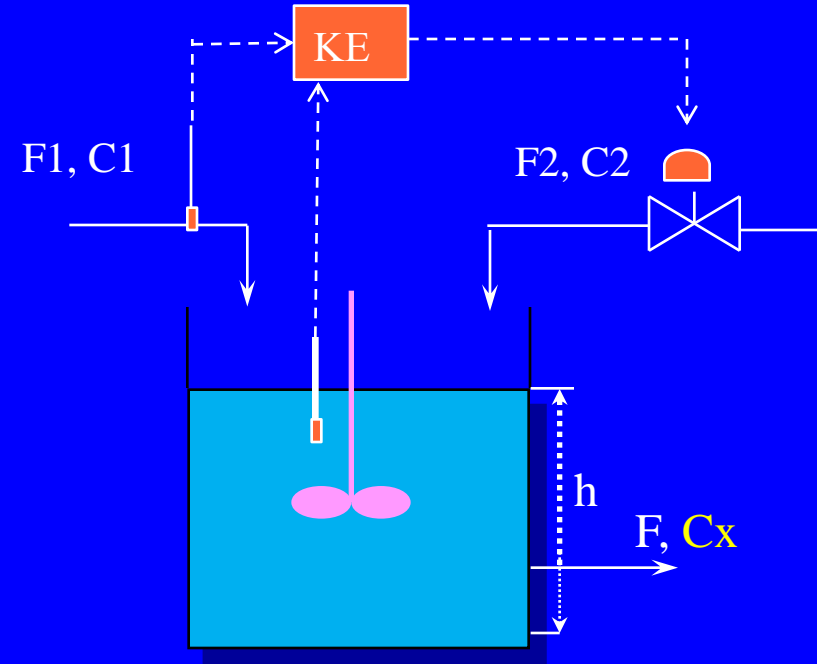
$$(y_{sp} - y_m) / \Delta = \varepsilon$$

→ *forward path*

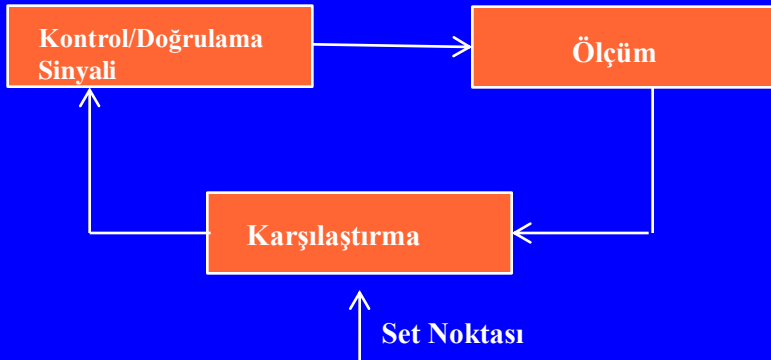
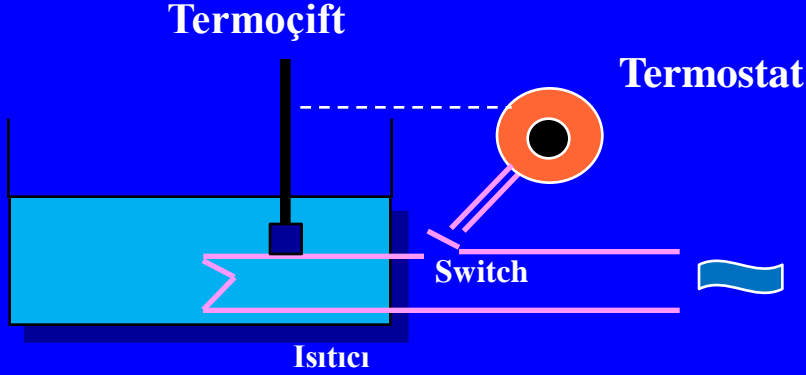
← *backward path*

Kontrol Stratejilerinin Karşılaştırılması

- Geri Besleme Kontrol basit ve daha ucuzdur.
- Ölçüm parametrelerine dayalı olup, tahmin içermez, Proses hakkında bilgi gerektirmez. Bu özellikle Kompleks proseslerde önemli bir avantajdır.
- Geri Besleme kontrol proste bir hata olunca sisteme müdahale eder.
- İleri besleme kontrolde hata meydana gelmeden önce hatayı tahmin eder ve önlem almaya çalışır. Bu proses bilgisi gerektirir. Basit proseslerde bunu uygulamak daha kolay.
- Meyve suyu prosesi ele alalım.
- Çıkışta sabit bir meyve suyu akımı istiyoruz. $C1$ derişimi bazen değişiyor. İleri besleme kontrolde sensör değişimi tespit ediyor. Kontrol edici kütle dengesi yardımıyla çıkış derişimini hesaplıyor ve su akışını ayarlıyor.



Termostatlı su banyosu



Basit Kontrol Akış Diyagramı

Proses : Su Banyosu

Kontrollü Değişken: Su sıcaklığı

Ayar değişkeni: Elektrik akımı (on/off)

Set noktası : 37 oC (Termostatta değişik formlarda depolanır. Dijital veri, Cursor pozisyonu vb..)

Sensor: Termometre veya Ölçüm Elemanı (Sıcaklığı ölçer ve termostata sıcaklık hakkında bilgi taşıyan bir sinyal taşır)

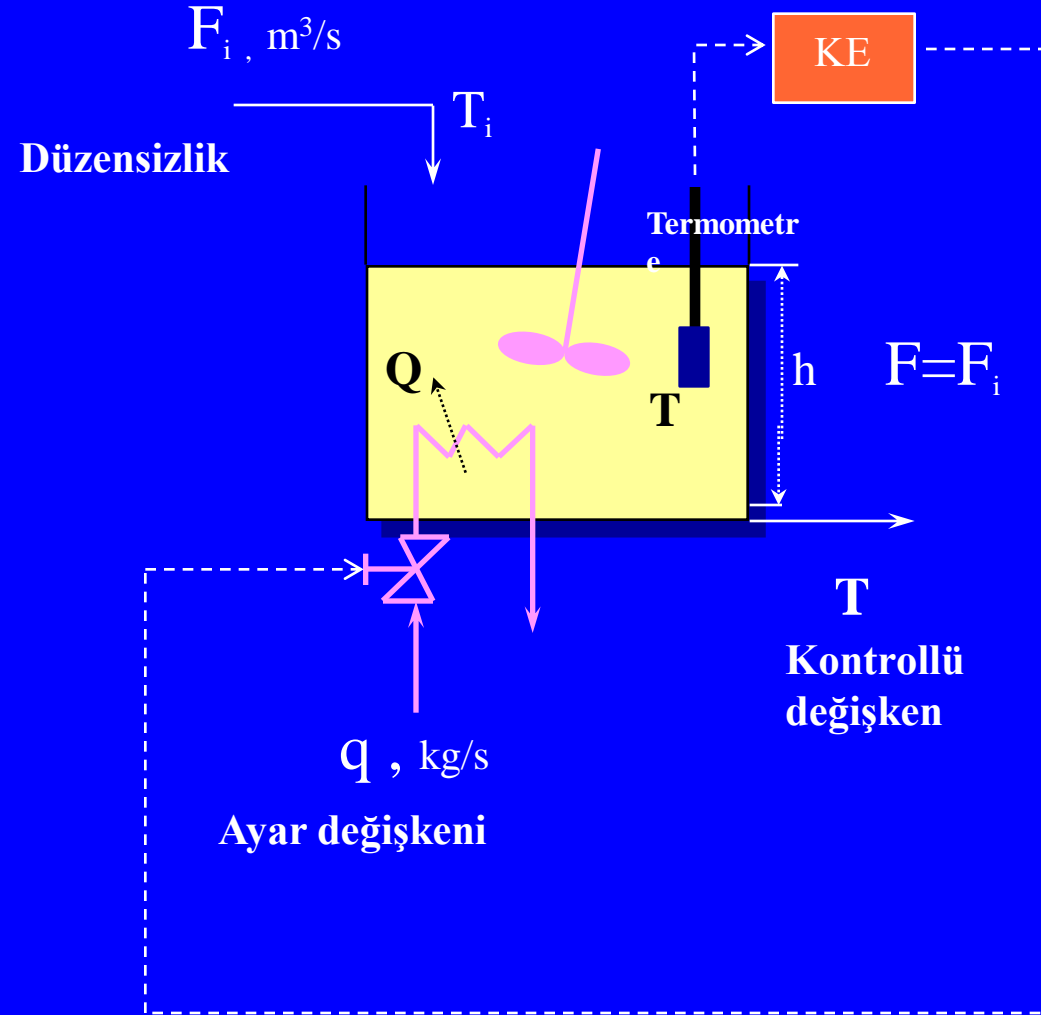
Kontrol Edici: Termostat (Hafızadaki set noktası ile gelen sinyali karşılaştırır. Aradaki hatayı bulur. Hata istenen aralık dışındaysa (Diferansiyel band) elektrik switchine doğrulama (düzeltme) sinyali gönderir. Kapatır/Açar)

Actuator/Son Kontrol Elemanı: Switch

Yük Etkisi: Kontrol edilen değişkeni set noktasından uzaklaştırma kapasitesine sahip her şey

Kontrol Döngüsü (Control Loop): Sinyallerin yol izinin oluşturduğu bir döngü

Karıştırmalı Tank Isıtıcı



Proses : Karıştırmalı Tank Isıtıcı

Çıkış Değişkeni: T (oC), F (kg/s),
 h (m)

Kontrollü Değişken: T (oC)

Giriş Değişkenleri:

$q : F_i, q_{buhar},$

$T_i : Düzensizlik$

Ayar değişkeni:

Buhar akış hızı ($q_{buhar}, kg/s$)

Set noktası : $T=28$ oC

Sensor: Termometre veya Ölçüm

Elemanı **Kontrol Edici:** Bilgisayar

Actuator/Son Kontrol Elemanı: Vana

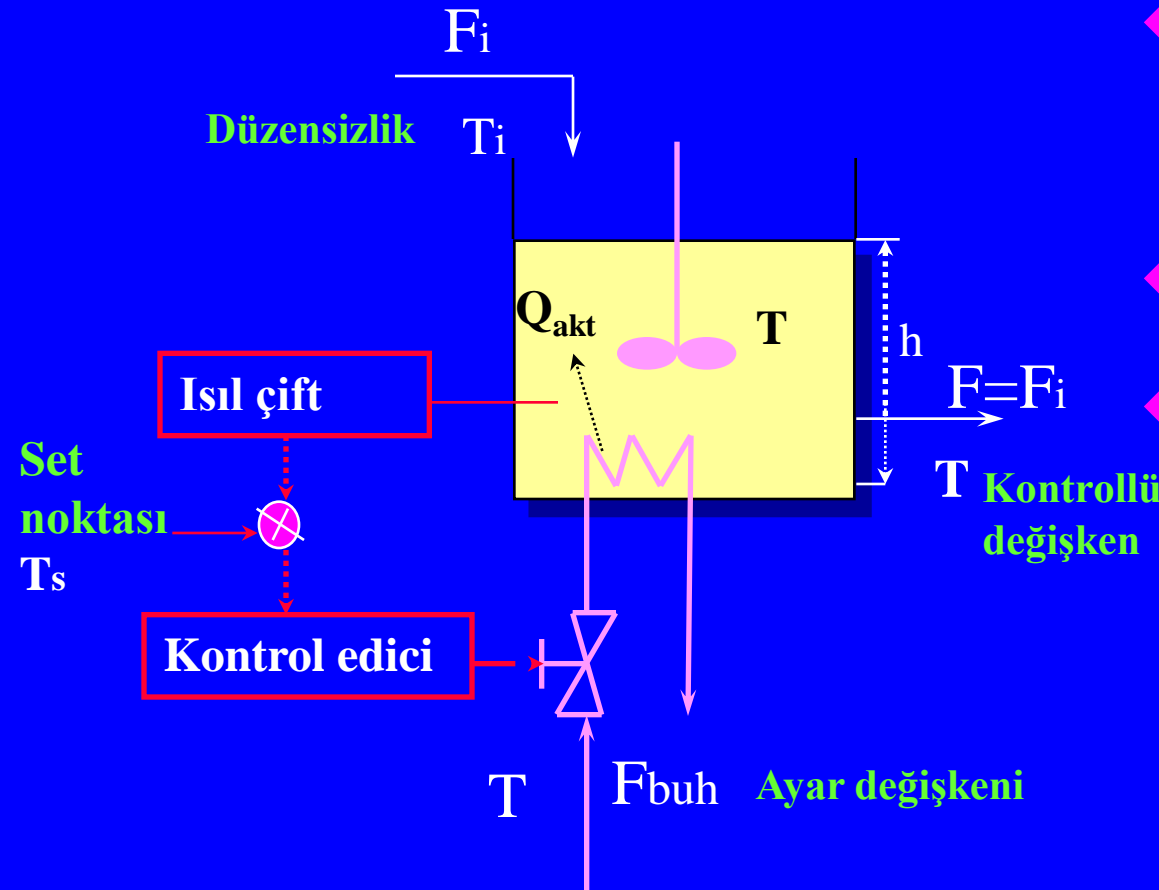
Yük Etkisi: F_i, T_i

Kontrol Döngüsü (Control Loop):

Sinyallerin yol izinin oluşturduğu bir döngü

Kontrol Sistemi Ne Yapıyor?

Karıştırmalı Tank Isıtıcıda Sıcaklık Kontrolü:



- ◆ Düzensizliğin etkisini giderir. Tank sıcaklığının T_i 'deki değişikliklerden etkilenmesini önler
- ◆ Prosesin kararlı olmasını sağlar
- ◆ Prosesin performansını optimize eder

◆ KARARLI SİSTEM (*Stable System*)

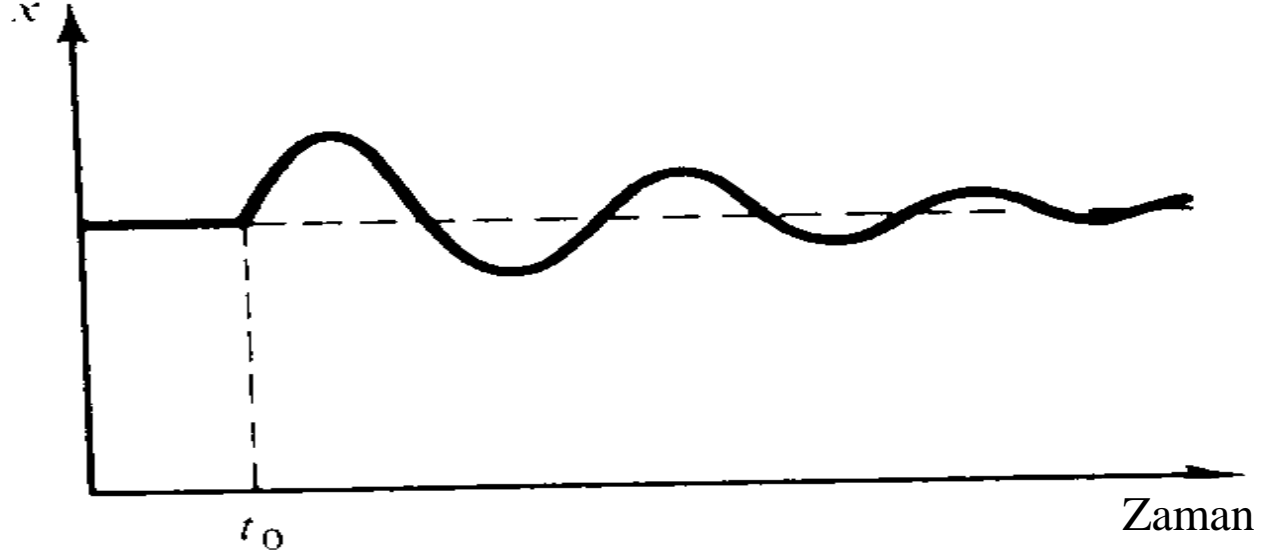
☞ Başlangıç değerine döner.

◆ KARARSIZ SİSTEM (*Unstable System*)

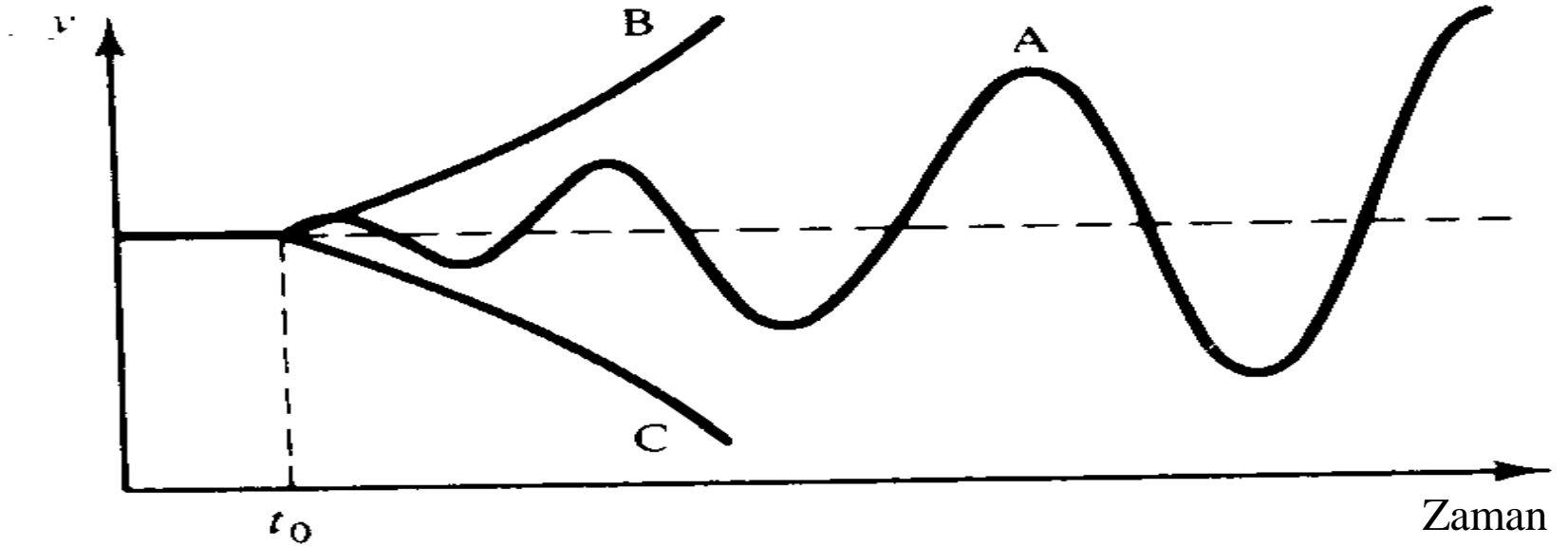
☞ Başlangıç değerine dönmez

☞ İyi kontrol eylemi prosesi kararlı yapabilir

◆ Kötü kontrol eylemi kararlı bir prosesi kararsız yapabilir



Kararlı bir sistemin tepkisi



Kararsız sistemlerin alternatif tepkileri

◆ Yatışkın Hal (*Steady State*)

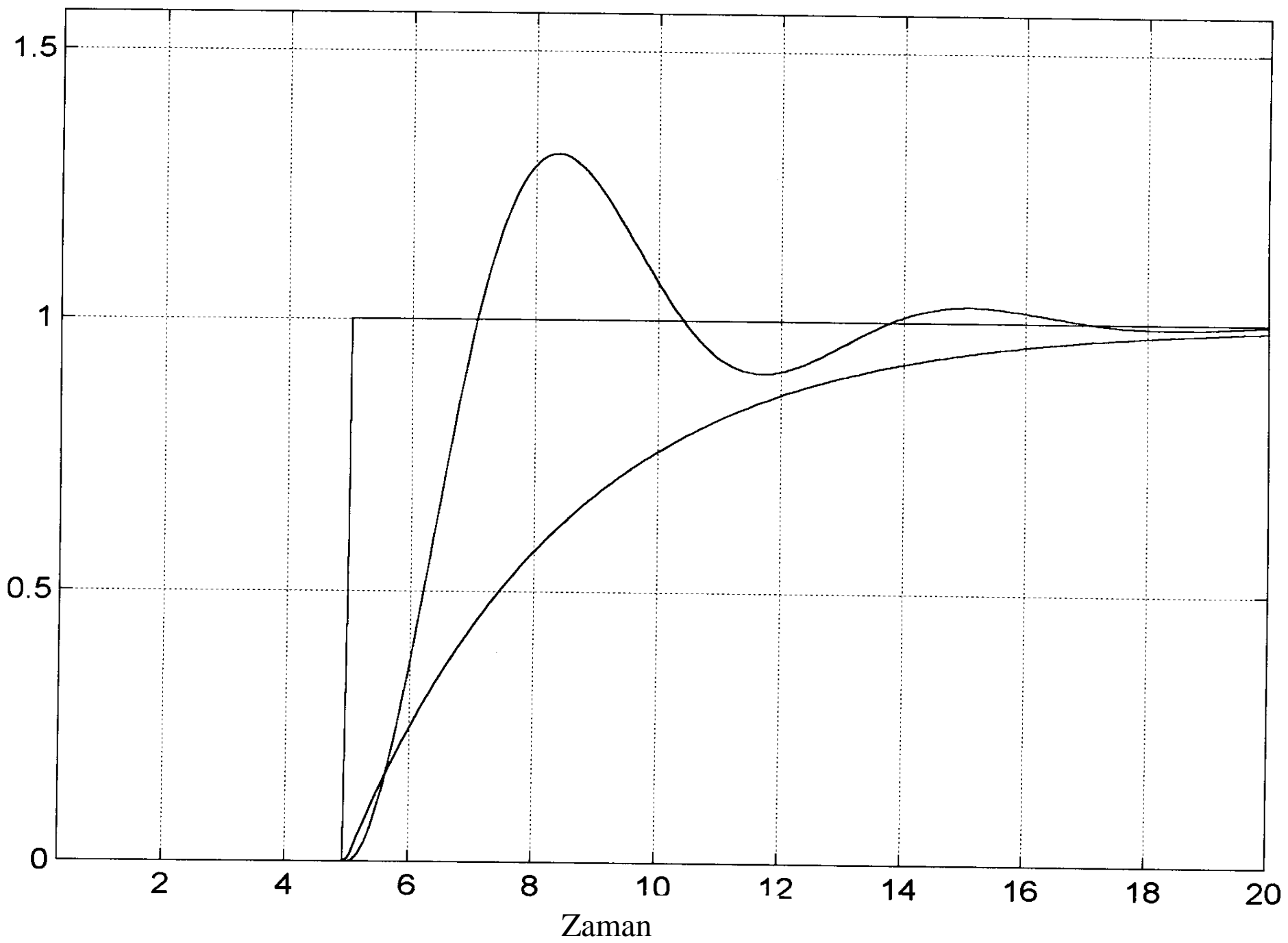
- ★ Noktasal özelliklerin (T, P, C, V, h, ...) zamanla değişmemesi

◆ Yatışkın Olmayan Hal (*Unsteady State*)

- ★ Noktasal özelliklerin zamanla değişmesi
 - İşletmeye alma (*Start-up*)
 - İşletmeyi durdurma (*Shut-down*)
 - Kesikli (*Batch*) prosesler

◆ Proses Dinamiği (*Process Dynamics, transients*)

- ★ Giriş değişkenlerindeki bir değişime karşılık prosesin ne şekilde ve ne kadar çok tepki verdiği
Bu tepki (yanıtım)(*response*);
 - girdinin özelliklerine
 - prosesin karakteristiklerine



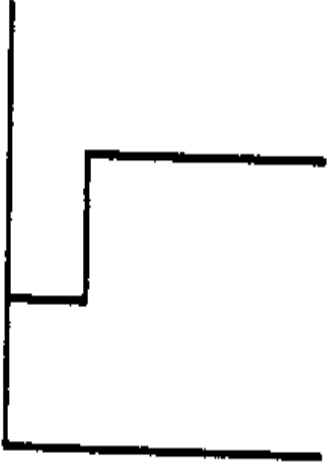
◆ Lineer Proses (*Linear Process*)

⚡ Prosesin giriş değişkenlerindeki değişimlere yanıtını spesifik işletme koşullarından bağımsızdır

(Spesifik bir girdi hangi yatışkın halde verilirse verilsin hep aynı büyüklükte ve aynı dinamik karakterde yanıtım gözlenir)

Çıktı

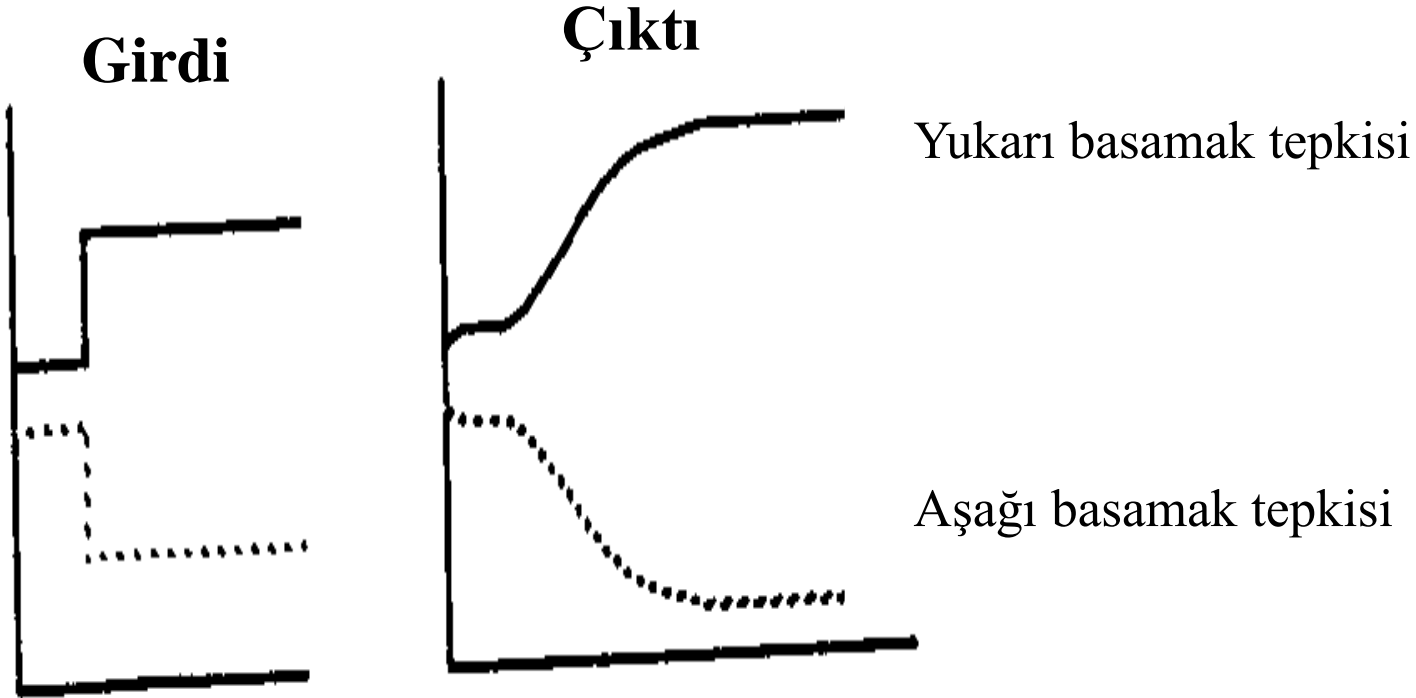
Girdi



‘Üst yatışkın hal’ de tepki

‘Alt yatışkın hal’ de tepki

Doğrusal bir sistemin iki farklı yatışkın halde basamak tepkisi



Doğrusal bir sistemin yukarı ve aşağı basamak tepkileri

Doğrusal Sistemler ve Doğrusal Olmayan Sistemler (Linear Systems and Nonlinear Systems)

İncelenen sistem Doğrusal diferansiyel eşitliklerle veya doğrusal fark eşitlikleri ile tanımlanabiliyorsa **LİNEER**, tanımlanamıyorsa **NONLİNEER**'dir. Lineer sistemin çıkış değişkenleri **Superposition kuralına** uymak zorundadır.

Gerçekte mükemmel lineer sistemler bulunmaz. Daha ziyade doğrusal olarak adlandırılanların çoğu belli limitli bir işletim bölgesinde lineer karakteristik özellik gösterirler.

Belli bir işletim noktası civarında nonlinear sistemlerin davranışı modellenmek istendiği zaman sık sık **doğrusallaştırma** kullanılır. Eğer proses “ılımlı“ nonlinear ise doğrusallaştırma ile elde edilen model lineer kontrol teorisine dayalı bir kontrol kanunu geliştirmek için kullanılabilir.

Lineerliğin Matematiksel Tanımı

- ◆ Bir prosesin modeli $F(x)$ gibi bir fonksiyonla gösteriliyor olsun



- Bir F operatörü aşağıdaki ilişkiyi sağlıyorsa lineerdir

$$F(ax_1 + bx_2) = aF(x_1) + bF(x_2)$$

Örnekler:

<u>Fonksiyon</u>	<u>Lineer olup olmadığının kontrolü</u>
$F(x) = kx$	$k(ax_1 + bx_2) = kax_1 + kbx_2$
$F(x) = kx^{1/2}$	$k(ax_1 + bx_2)^{1/2} \neq k(ax_1)^{1/2} + k(bx_2)^{1/2}$

◆ Zamanla Değişen Sistemler (*Time Dependent*)

⌘ Kesikli prosesler (yatışkın hal yok)

⌘ “Bazı” sürekli prosesler (*katalizör aktivitesinin, ısı aktarım katsayılarının değişimi halinde*)

◆ Zamanla Değişmeyen Sistemler (*Time Independent*)

⌘ Sürekli prosesler (yatışkın hal vardır)

Zamanla Değişen Sistemler ve Zamanla Değişmeyen Sistemler (Time Varying Systems and Time Invariant Systems)

Bir **sistemde** bir veya daha fazla parametre zamanla değişiyorsa “time varying” sistemdir. Bir füze takip sistemi zamanla değişen proses modeli gerektirir. Çünkü füzenin kütlesi uçuş esnasında yakıtın yanmasından dolayı azalmaktadır. Bir çok kimyasal proseste zamanla değişen sistemlerdir. Reaktörde katalizör aktivitesinin azalması, veya kirlenmeden dolayı bir ısı değiştiricisinde tüm ısı aktarım katsayısının azalması sistem parametrelerinin değişimine neden olur.

Bunun tersine, time invariant sistemlerde sistem parametreleri işletim boyunca değişmez. Bu tip sistemlerin analizi ve tasarımı doğal olarak diğerlerine göre kolaydır. Time invariant sistemler için geliştirilen metodların genişletilmesiyle time varying sistemler için bir çok analiz ve tasarım metotları elde edilmiştir. Örneğin bir mühendis prosesin time invariant olduğunu kabul ederek bir kontrol kanunu tasarlayabilir ve daha önceden programlanmış bir işleme göre kontrol edici parametrelerinin on-line update edilmesine izin verir.

(Update of parameters on-line according to a preprogrammed schedule of operation)