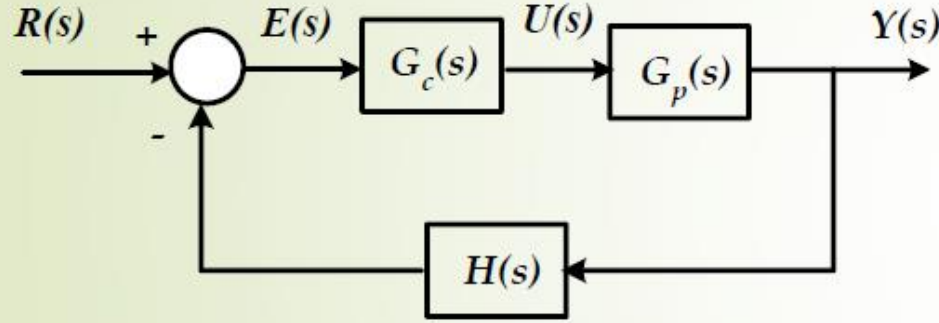


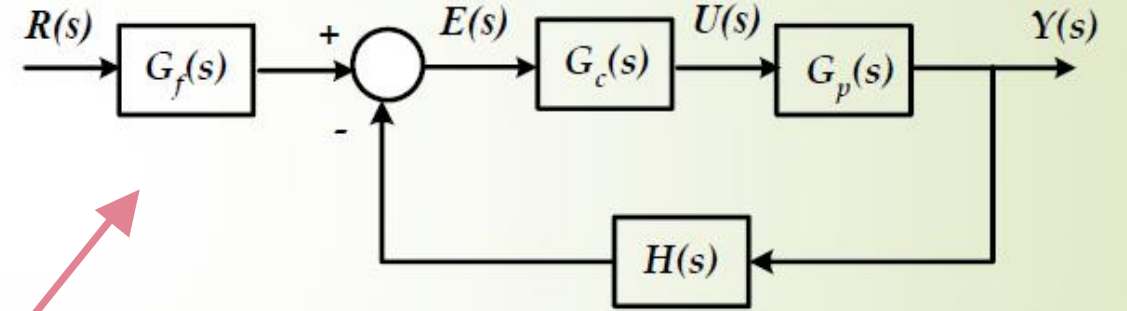
KONTROLÖRLER VE  
KONTROLÖR  
SİSTEMLERİNİN  
TASARIMI-1

# TEMEL KONTROL YAPILARI

## *Tek serbestlik dereceli ve iki serbestlik dereceli kontrol sistemleri*



**Şekil 5.1** Geri beslemeli seri kompanzasyon yapısı



**Şekil 5.2** Geri beslemeli seri ve ileri beslemeli kompanzasyon yapısı

Kontrol sistemlerinde, kontrol edilen sistemin çıkışını istenilen değere yaklaştırmak için farklı kontrol yapıları kullanılır. Bu yapılar, kontrolörün kontrol edilen sisteme nasıl bağlandığını belirler. Kontrol yapıları arasında, **seri kompanzasyon**, **geri beslemeli kompanzasyon**, **durum geribeslemeli kompanzasyon**, **seri-geribeslemeli kompanzasyon** ve **ileri beslemeli kompanzasyon** vardır.

Seri kompanzasyon, kontrolörün kontrol edilen sistemin girişine seri olarak bağlandığı bir yapıdır. Bu yapıda, kontrolör, kontrol edilen sistemin karakteristiğini değiştirerek istenilen performansı sağlar. Seri kompanzasyon, en yaygın kullanılan kontrol yapısıdır.

# TEMEL KONTROL YAPILARI

Kontrol sistemlerinde ekonomik nedenlere, sistemde işlenen sinyallerin türüne ve güç seviyesine ve mevcut kontrol elemanlarının durumuna göre Şekil 5.1 ve 5.2'deki yapıların dışında farklı kompanzasyon yapıların da seçilebilir. Ancak bu aşamada, öncelikle Şekil 5.1'de verilen seri kompanzasyon yapısı üzerinden kontrol sistemlerinin tasarım esaslarını açıklamak yararlı olacaktır. Şekil 5.1'deki yapıda kontrolörün temel görevi, kapalı çevrim sistemin dinamiklerini geliştirmek ya da daha basit bir ifade ile hata sinyalini kullanarak kontrol taleplerini karşılayacak şekilde en uygun sistem giriş sinyalini üretmektir.

# TEMEL KONTROL YAPILARI

- İleri beslemeli kontrol geri beslemeliye göre biraz farklıdır.
- Bu tip kontrolde referans değişimi nedeniyle oluşan hatanın önceden tahmin edilerek gerekli tedbirlerin alınması prensibi vardır.
- Hatanın önceden tahmini farklı şekillerde yapılabilir. Örneęin tahmin işlemi bir sensör okuması ile gerçekleştirilebileceği gibi, tahmine dayalı yapay zeka teknikleri ile de yapılabilir. İleri beslemeli kontrolörler, kontrol sisteminin genel performansını iyileştirmek için geri beslemeli kontrolörlerle birlikte kullanılabilir.

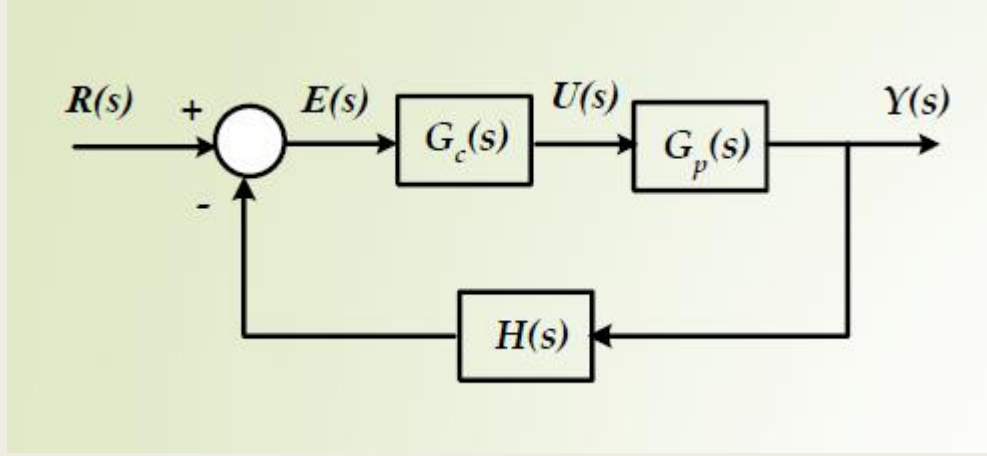
**Buna bir örnek olarak; bir arabanın hız sabitleme sistemi verilebilir.**

- Geri besleme kontrolüne sahipse, bir eğim ve dolayısıyla bir hız düşüşü olduğunda, geri besleme kontrolörü motora ek gaz uygulayarak bunu telafi edecektir.
- Bunun yerine ileri beslemeli bir kontrolör kullanırsa, kontrolör eğimi önceden hesaplar ve herhangi bir hız düşüşü meydana gelmeden önce motoru gazlar. Bu anlamda, kontrolör gelen sapmayı tahmin eder ve bunu telafi eder.



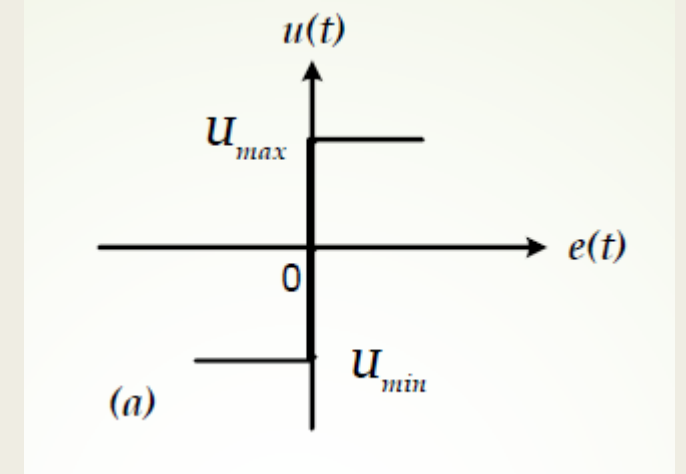
# İki Konumlu Kontrolörler

Hata sinyalinin kontrolörde işleniş şekline göre kontrolörler genel olarak iki konumlu (aç-kapa çıkış üreten) ya da sürekli çıkış üreten kontrolörler şeklinde iki ana gruba ayrılabilir.

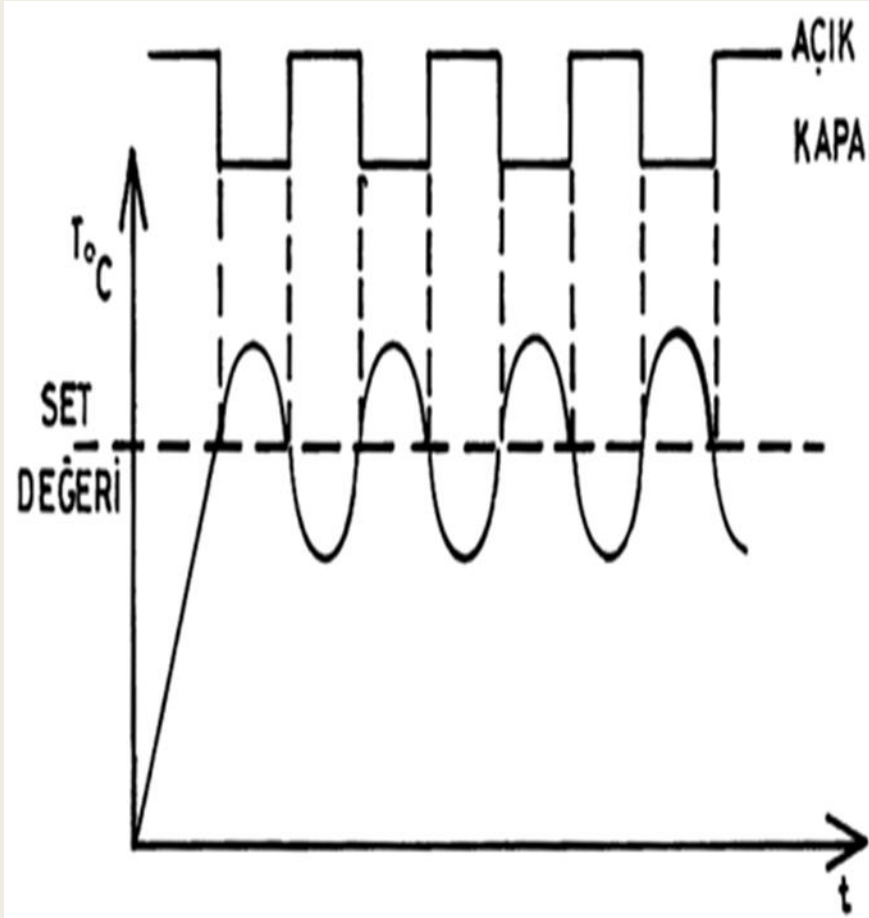


Aç-kapa kontrolörler olarak da söylenen iki konumlu kontrolörler, hata sinyali pozitifse en büyük çıkışı, hata sinyali negatifse en küçük çıkışı üretirler. Hata sinyali  $e(t)$  ve kontrolör çıkışı  $u(t)$  olmak üzere iki konumlu kontrolörün giriş-çıkış bağıntısı yandaki gibi yazılabilir.

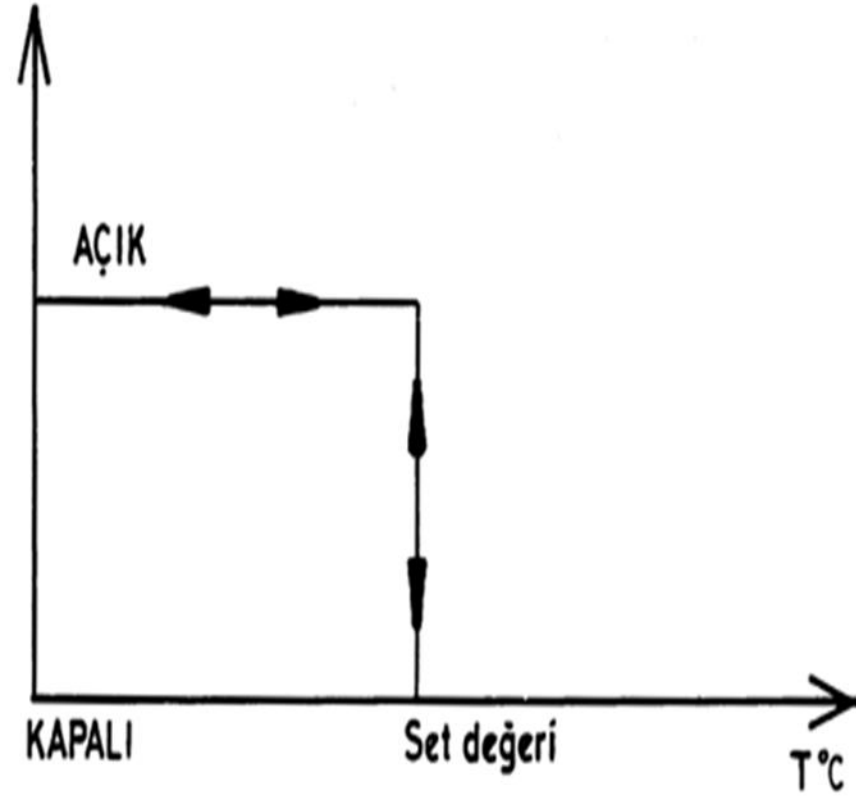
$$u(t) = \begin{cases} U_{max} & , \quad e(t) \geq 0 \\ U_{min} & , \quad e(t) < 0 \end{cases}$$



# İki Konumlu Kontrolörler

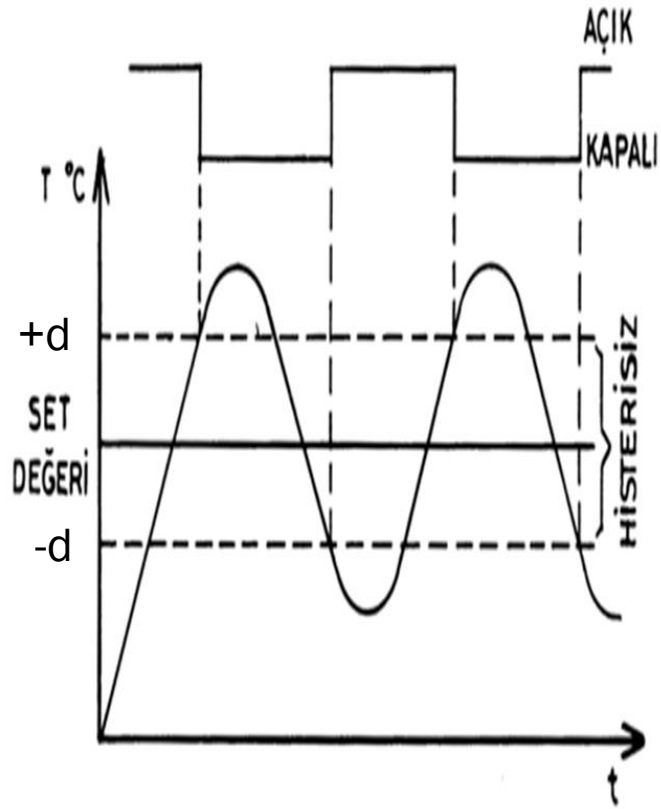


Açık-kapalı kontrol (ideal)

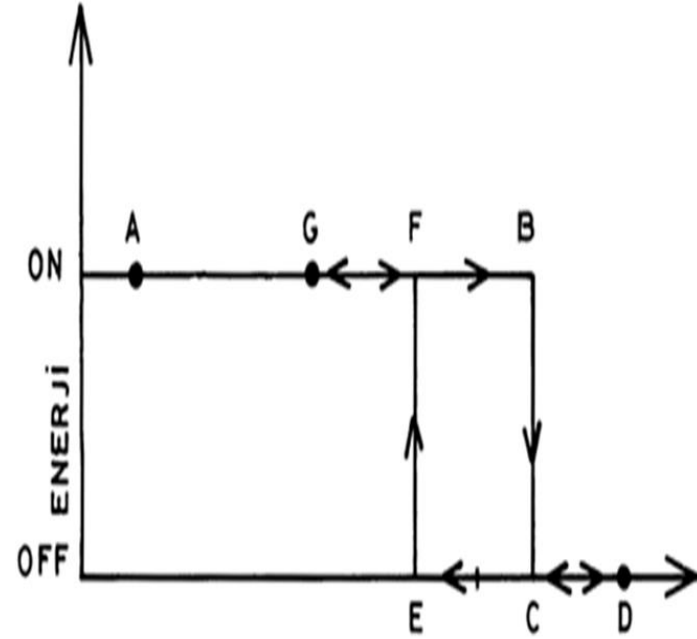


ideal açık-kapalı kontrol transfer eğrisi

# İki Konumlu Kontrolörler

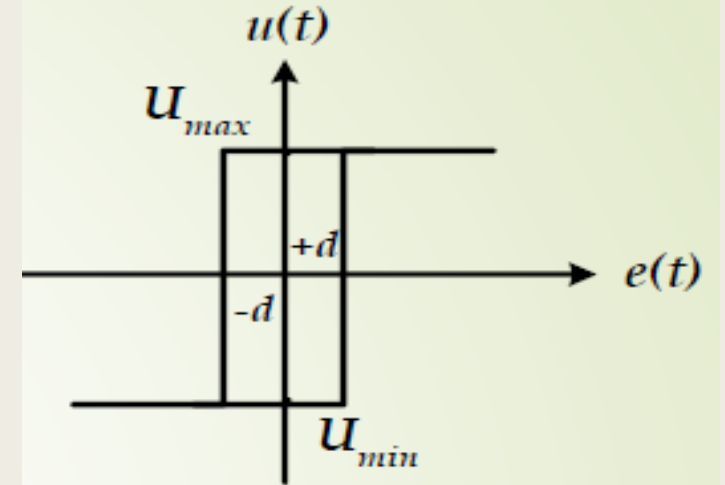


Histerisizli açık-kapalı kontrol eğrisi



Histerisizli açık-kapalı kontrol transfer eğrisi

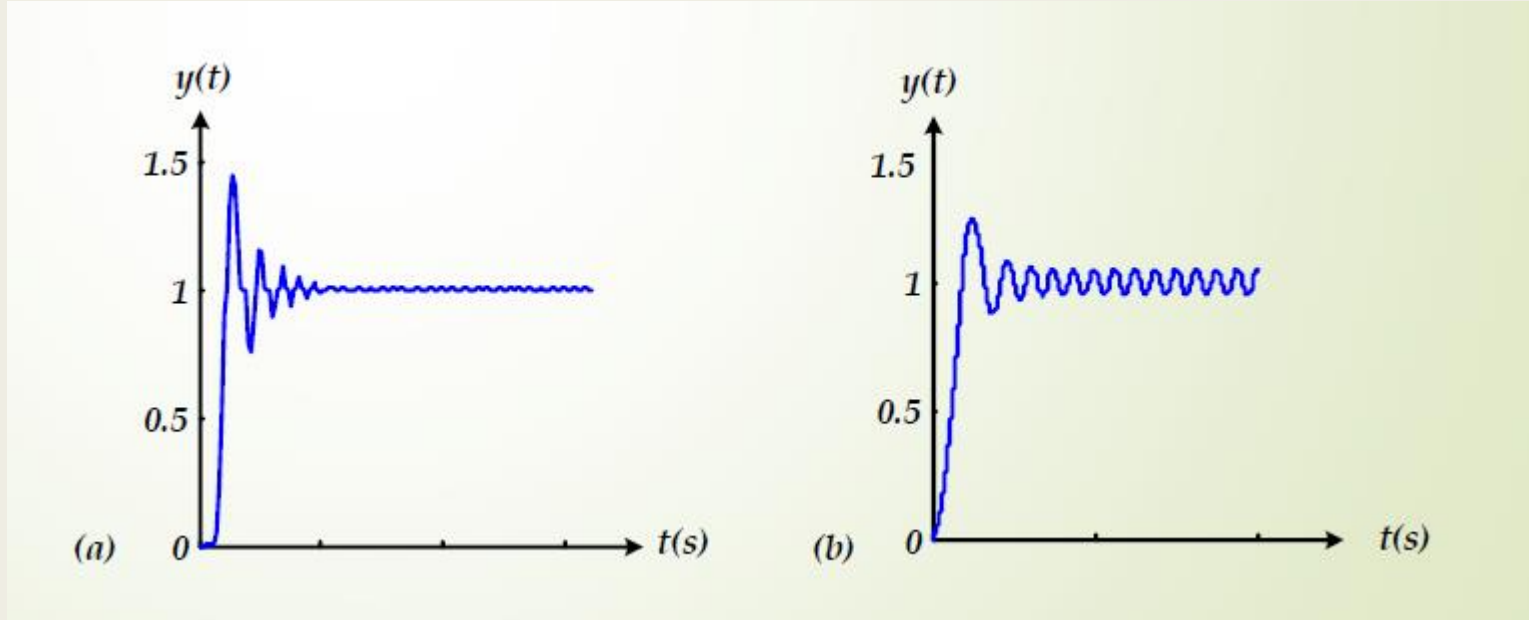
$$u(t) = \begin{cases} U_{\max} & , e(t) > +d \\ U_{\min} & , e(t) < -d \end{cases}$$





# İki Konumlu Kontrolörler

Günlük yaşantımızda karşılaştığımız ev cihazlarında kullanılan termostatlar iki konumlu kontrolörlere en uygun ve basit örneklerdir. İki konumlu kontrol, en basit ve kolay gerçekleştirilebilir bir yapı olmakla birlikte beklenen kontrol performansını sağlamakta yetersizdir. Aşağıdaki şekil (a)'da aç-kapa süresi sıfır olan, (b)'de tolerans payı olan ideal iki konumlu kontrol sisteminin davranışı verilmiştir.





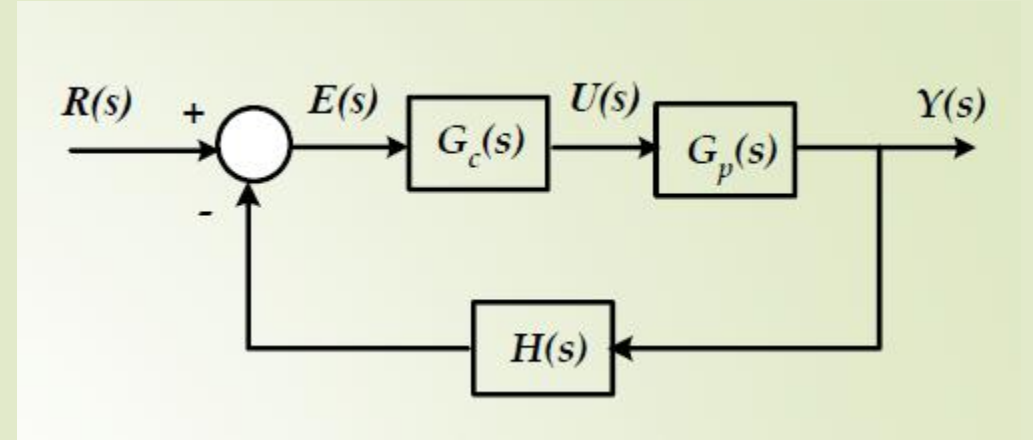
# Oransal (P) Kontrolörler

Endüstriyel kontrol sistemlerinde kontrolörlerin, aç-kapa yerine hatanın değerine bağlı olarak zamanda sürekliliği olan bir çıkış üretmesi arzu edilir. Bunu sağlamanın en kolay yolu, hata sinyalini bir kazançla çarparak kontrol girişini belirleyen oransal kontrolörlerdir. Oransal kontrolörlerde kontrolör çıkışı  $u(t)$  ile kontrolör girişi  $e(t)$  arasında sabit bir oransal ilişki vardır.

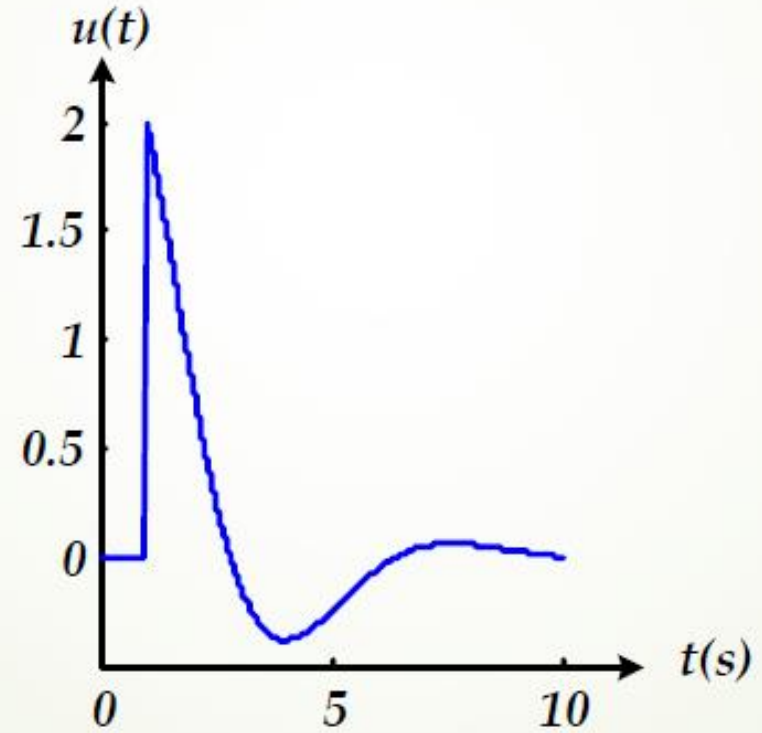
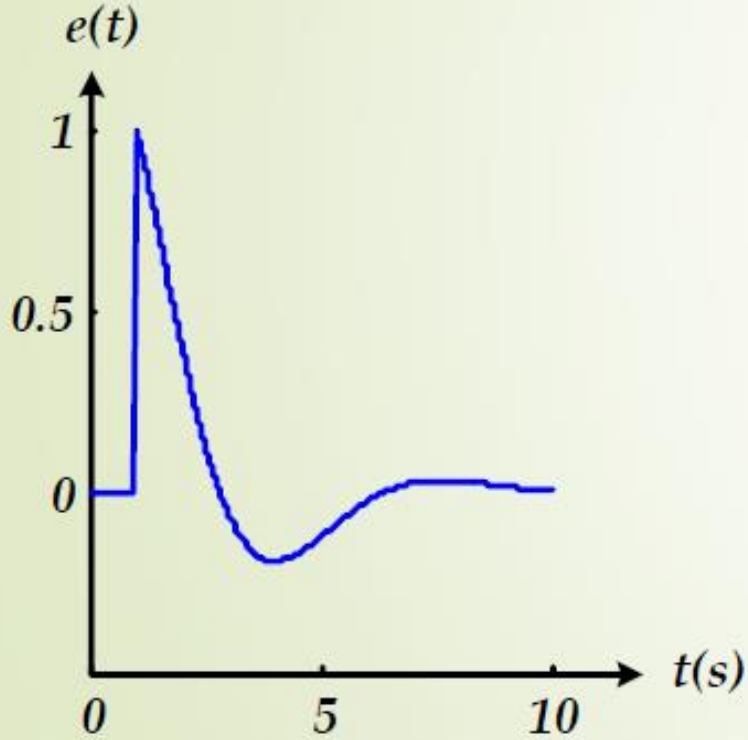
$$u(t) = K_p e(t)$$

Dolayısıyla, oransal kontrolörün transfer fonksiyonu da aşağıdaki gibi elde edilir.

$$G_c(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p$$



# Oransal (P) Kontrolörler



Oransal kontrol etkisi **a-**) kontrolör girişi **b-**)  $K_p=2$  için kontrolör çıkışı

# Oransal (P) Kontrolörler

Oransal kontrolörler doğrudan sistemin kazancını arttırdığından sistemin yanıt hızı arttırılacağı gibi kalıcı durum hatası da azaltılabilir. **Ancak oransal kontrolör, sistemin tipini değiştirmedeğinden bir sistemin ilgili kalıcı durum hatası, örneğın tip 0 sistem ise basamak hatası, tip 1 sistem ise rampa hatası vs. hiçbir zaman sıfıra getirilemez.** Ayrıca, oransal kazancı çok artırmak sisteme kısa süreli de olsa aşırı giriş vermeyi gerektirir ki fiziksel sistemlerin girişleri sınırlı olacağından pratik olarak oransal kazancı belirli bir değerin üzerinde artırmak anlamsızdır ve sistemi doyuma götürür.

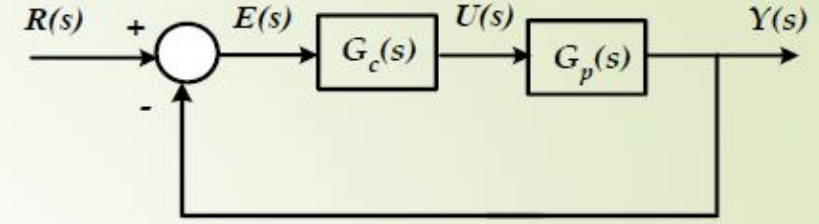
Diğerk taraftan, oransal kontrolör genel olarak kontrol sisteminin doğal frekansını artıracığından sistemin cevap hızını artırmakla birlikte maksimum aşmanın artmasına neden olur ve pratik açıdan gürültülü bir kontrol sistemi ortaya çıkar.

# Oransal (P) Kontrolörler

**Örnek** Şekilde verilen birim geri beslemeli kontrol yapısında aşağıdaki sistemler için oransal kontrolörün etkisini,

a-) Birinci dereceden tip 0 sistem için  $G_p(s) = \frac{3}{s+4}$

b-) İkinci dereceden tip 1 sistem için inceleyiniz.  $G_p(s) = \frac{1}{s(s+4)}$



$$G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{3K_p}{s+4+3K_p}$$

$$K_p = 1 \text{ için } y(t) = 3e^{-7t}$$

$$K_p = 10 \text{ için } y(t) = 30e^{-34t}$$

# Oransal (P) Kontrolörler

%Oransal kontrolör soru

%kp=1 için

```
clear;close all;clc;
```

```
y1=tf(3,[1 7])
```

```
step(y1)
```

```
hold on
```

% kp=10 için

```
y2=tf(30,[1 34])
```

```
step(y2)
```

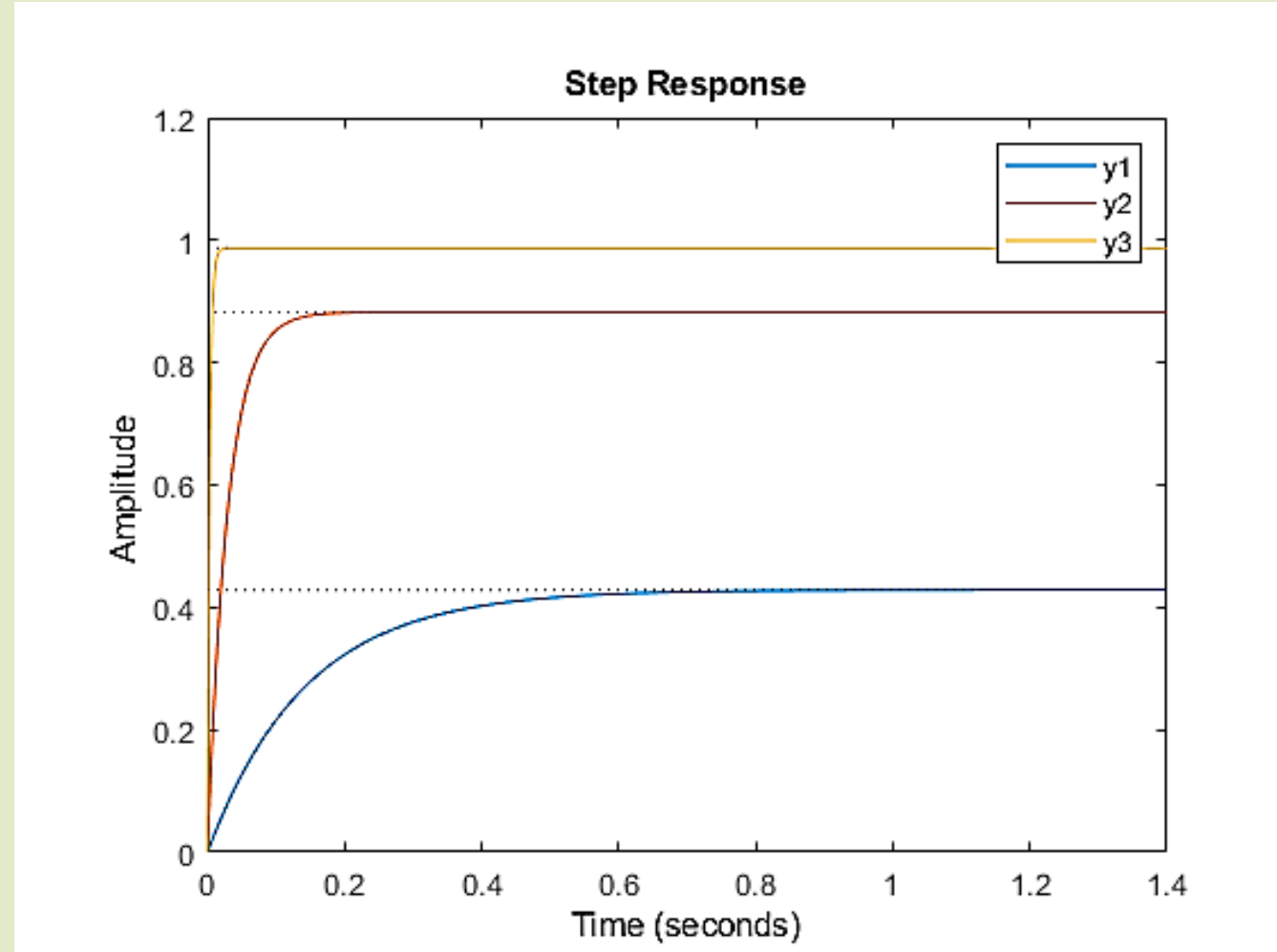
% kp=100 için

```
y3=tf(300,[1 304])
```

```
step(y3)
```

```
ylim([0 1.2])
```

```
legend()
```



Burada, Tip 0 sistemlerde, oransal kontrolörle basamak hatasının yok edilemeyeceği ve kazanç artırarak cevap hızının artırabileceği görülmektedir. Ancak kazancı fazla artırmak, sisteme aşırı giriş vermek anlamına gelir ve sistemi doyuma götürecektir.

# Oransal (P) Kontrolörler

$$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K_p}{s^2 + 4s + K_p}$$

*olur. Kapalı çevrim kontrol sistemin oransal kontrolörle birim basamak cevabı,*

$$K_p=5 \text{ için } y(t) = 1 - e^{-2t} \{ \cos(t) + 2\sin(t) \}$$

$$K_p=20 \text{ için } y(t) = 1 - e^{-2t} \{ \cos(4t) + 0.5\sin(4t) \}$$

# Oransal (P) Kontrolörler

```
%tip 1 ikinci derece sistem kp=5
clear, clc;close all
z1=tf(5, [1 4 5])
step(z1)
hold on
%kp=20 için
z2=tf(20,[1 4 20])
step(z2)
```

Tip 1 sistemlerde basamak hatası bulunmayacağından oransal kazancı arttırarak yanıt hızının arttırılabileceği görülmektedir. Ancak Tip 0 sistemlerde olduğu gibi kazancı çok arttırmak sistemi doyuma götürür ve maksimum aşmayı arttırır.

