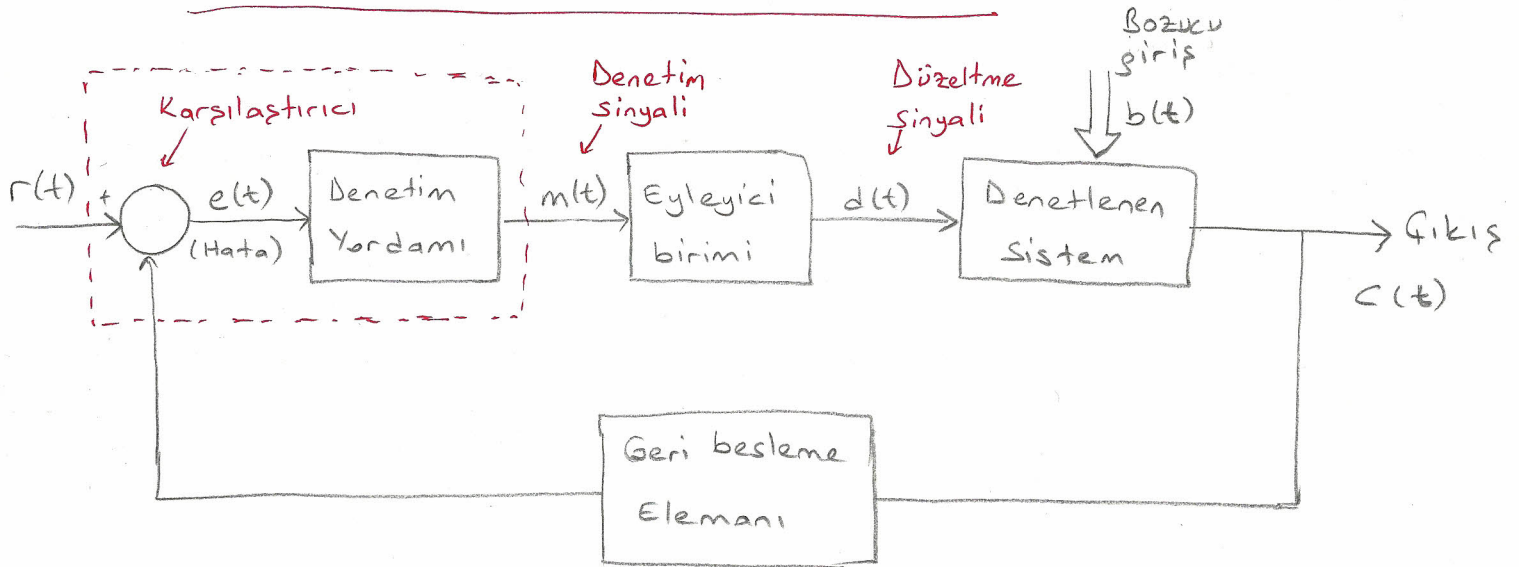


## ENDÜSTRİYEL KONTROL TİPLERİ



- Kapalı döngü denetim sistemi

### Endüstriyel Kontrol Ediciler :

Endüstriyel kontrol ediciler, yapılan kontrolün özelliğine bağlı olarak sınıflandırılırlar.

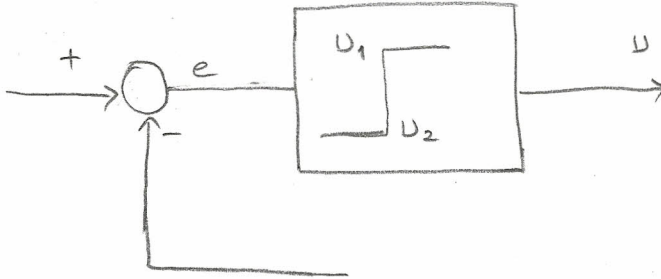
- 1-) İki pozisyonlu veya açma-kapama (on-off) kontrol
- 2-) Orantısal Kontrol (P)
- 3-) Integral Kontrol (I)
- 4-) Orantısal + Integral Kontrol (PI)
- 5-) Orantısal + Türev Kontrol (PD)
- 6-) Orantısal + Integral + Türev Kontrol (PID)

Kontrol elemanları yaptıkları işe göre ve kullandıkları güçle bağlı olarak da sınıflandırılabilirler.

- Pnömatik
- Hidrolik
- Elektrik kontrolörlerdir.

### 1-) On-off Kontrol :

İki pozisyonlu kontrol elemanı olarak çalışır. Basit ve ekonomik olmasından dolayı endüstri ve evsel kontrol uygulamalarında tercih edilir.

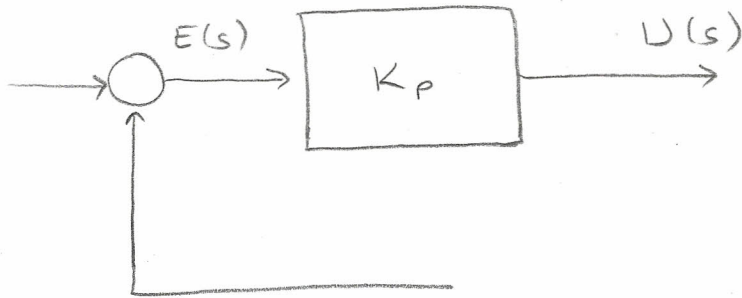


$$U(t) = U_1 \quad e(t) > 0$$

$$U(t) = U_2 \quad e(t) < 0$$

On-off kontrol blok diyagramı

### 2-) Orantısal Kontrol (P) :



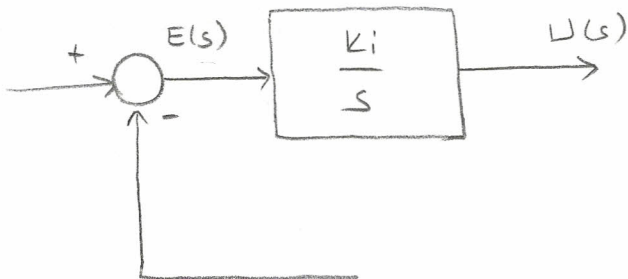
(P kontrol diyagramı)

$K_p$ : orantı kazancı

$$U(t) = K_p e(t)$$

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

### 3-) Integral Kontrol (I) :



$$\frac{dU(t)}{dt} = K_i e(t)$$

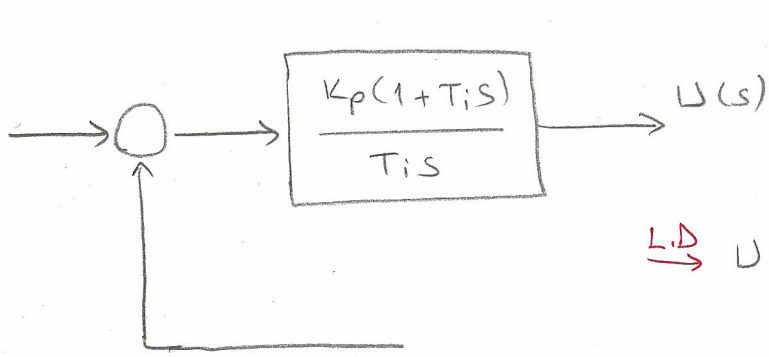
$$U(t) = K_i \int_0^t e(t) dt$$

\* Kalıcı durumu azaltır.

L.D.  $\rightarrow s U(s) = K_i E(s)$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s}$$

#### 4- Orantısal + integral kontrol (PI - kontrol)



(PI kontrol diyagramı)

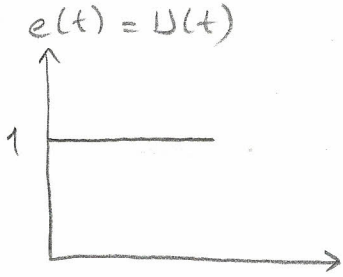
( $K_p = K_i$  alındı)

$$U(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{K_i} \int_0^t e(t) dt$$

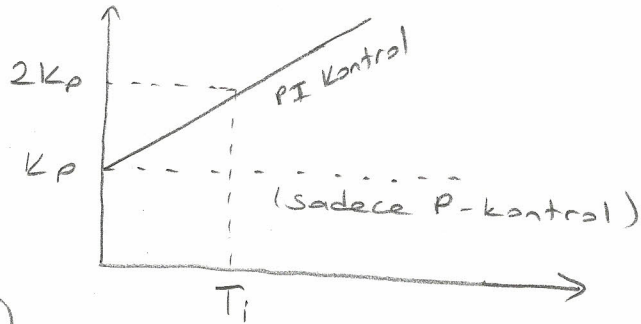
L.D.  $\rightarrow U(s) = K_p E(s) + \frac{K_p}{K_i} \frac{1}{s} E(s)$

$$= E(s) K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$



( $e(t)$  birim basamak fonksiyonu)



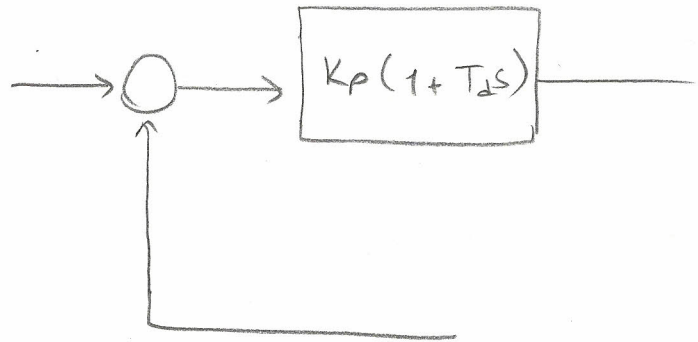
#### 5- Orantısal + Türev kontrol (PD - kontrol)

$$U(t) = K_p e(t) + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad \text{L.D.} \rightarrow U(s) = K_p E(s) + K_p T_d s E(s)$$

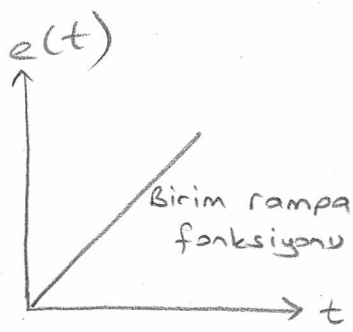
$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p (1 + T_d s)$$

$K_p$ : orantı kazancı

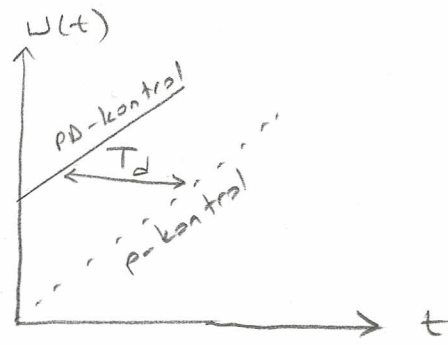
$T_d$ : Türev zamanı



PD kontrol blok diyagramı



$\Rightarrow$



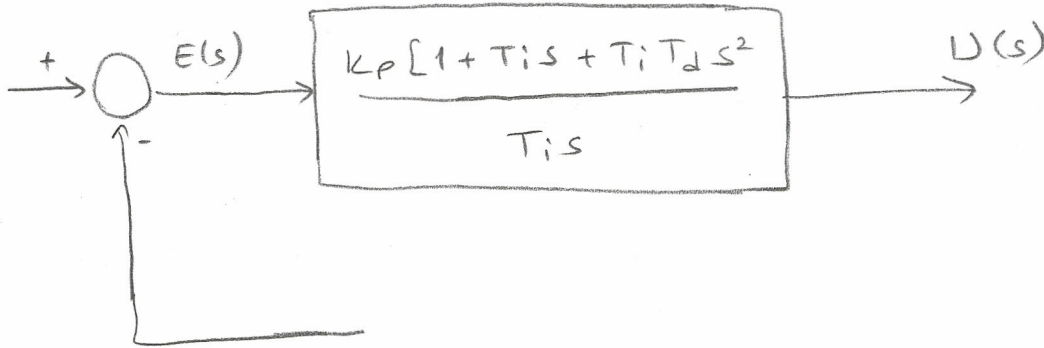
## 6) Orantısal + Integral + Türev Kontrol (PID)

$$U(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{K_i} \int e(t) dt + K_p T_d \frac{de(t)}{dt}$$

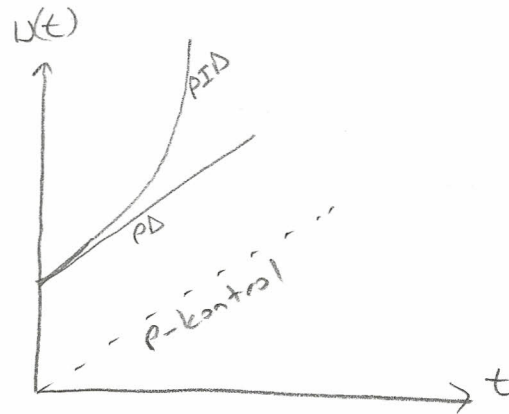
L.D.  $\Rightarrow U(s) = K_p E(s) + \frac{K_p E(s)}{T_i s} + K_p T_d s E(s)$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right]$$

( $K_p = K_i = K_D$  alındı)



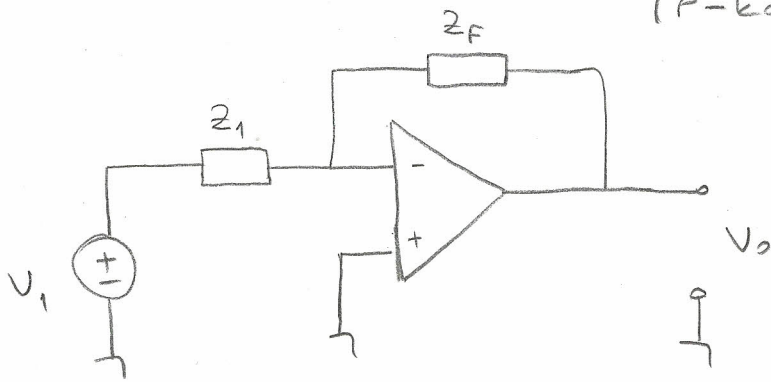
$\Rightarrow$



PID denetim 3 temel denetim etkisinin üstünlüklerinin tek bir birim içinde birleştiren denetim etkisidir. Integral etki sistemde çıkabilecek kalıcı durum hatasını sıfırlarken, türev etki de yalnız PI denetim etkisi kullanılması haline göre sistemin aynı bağıl kararlılığı için cevap hızını artırır. Buna göre PID denetim organı sistemde sıfır kalıcı durum hatası ile hızlı bir cevap sağlar.

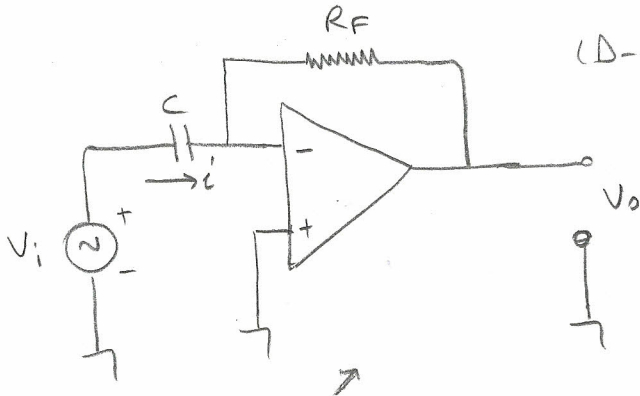
### Elektronik Kontrol Elemanları

(P-kontrol)



$$\frac{V_0}{V_1} = -\frac{Z_F}{Z_1} \Rightarrow V_0 = -\frac{Z_F}{Z_1} V_1 = K_P V_1$$

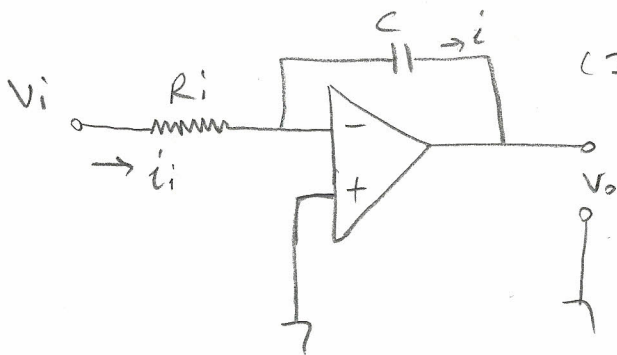
(D-kontrol)



$$V_0 = -R_F i' = -R_F C \frac{dV_1}{dt}$$

- Türev alan işlemsel kuvvetlendirici devresi

(I-kontrol)



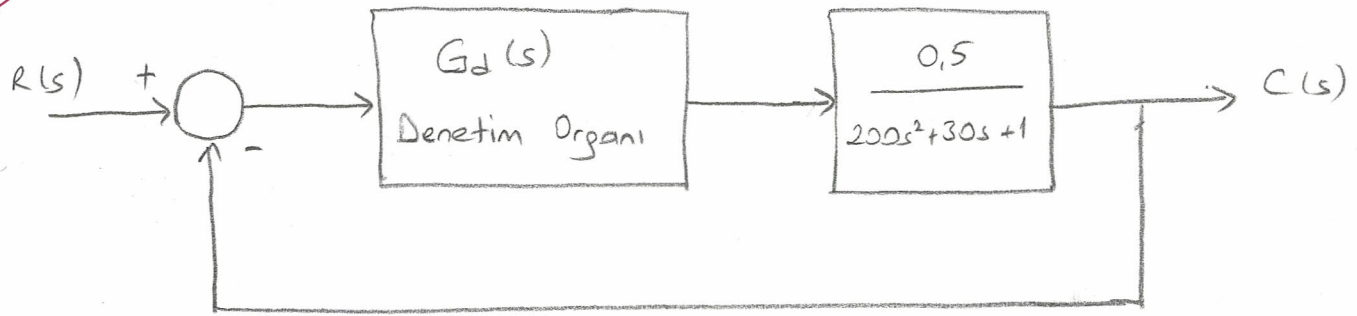
$$i'(t) = C \frac{dV_C}{dt}$$

$$V_C(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

$$V_0 = \frac{1}{C} \int \frac{V_1(t)}{R} dt = \frac{1}{RC} \int V_1(t) dt$$

integral alıcı devre

ÖR



Blok şeması verilen denetim sistemi  $G_d(s) = 10 + \frac{1}{4s}$

ile tanımlanan bir denetim organı ile denetlenmektedir.

a-) Sistemin kararlı olup olmadığını bulunuz.

b-) a- şıkkındaki sisteme bir türev etki ilavesi halinde sistemin kararlı kalabilmesi için türev etkisi ne olmalıdır?

Gözüm:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{\left(10 + \frac{1}{4s}\right) \left(\frac{0,5}{200s^2 + 30s + 1}\right)}{1 + \left(10 + \frac{1}{4s}\right) \left(\frac{0,5}{200s^2 + 30s + 1}\right)} = \frac{20s + 0,5}{800s^3 + 120s^2 + 24s + 0,5}$$

$s^3$		800	24
$s^2$		120	0,5
$s^1$		$a_1$	$a_2 = 0$
$s^0$		$b_1$	$b_2 = 0$

$$a_1 = \frac{120 \cdot 24 - 800 \cdot 0,5}{120} = 20,67$$

$$b_1 = \frac{20,67 \cdot 0,5 + 120 \cdot 0}{20,67} = 0,5$$

ilk sütunda işaret değişikliği olmadığı için sistem kararlıdır.



$$b-) G_d(s) = 10 + \frac{1}{4s} + T_d s$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{(10 + \frac{1}{4s} + T_d s) \left( \frac{0.5}{200s^2 + 30s + 1} \right)}{1 + (10 + \frac{1}{4s} + T_d s) \left( \frac{0.5}{200s^2 + 30s + 1} \right)}$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{2T_d s^2 + 20s + 0.5}{800s^3 + (120 + 2T_d)s^2 + 24s + 0.5}$$

$s^3$	800	24	$a_1 = \frac{(120 + 2T_d) \cdot (24) - 800 \cdot 0.5}{(120 + 2T_d)}$
$s^2$	$120 + 2T_d$	0.5	
$s^1$	$a_1$	$a_2 = 0$	$b_1 = \frac{a_1 \cdot 0.5 - (120 + 2T_d) \cdot 0}{a_1} = 0.5$
$s^0$	$b_1$	$b_2 = 0$	

$$120 + 2T_d > 0$$

$$T_d > -60 \quad \text{gerek şart sağlanır}$$

$$a_1 > 0 \quad \text{ise} \quad (120 + 2T_d) \cdot 24 - 800 \cdot 0.5 > 0 \quad \text{olmalı}$$

$$48T_d > -2480$$

$$T_d > -51.67$$

$T_d > 0$  olduğunda tüm  $T_d$  değerleri için sistem kararlıdır.