

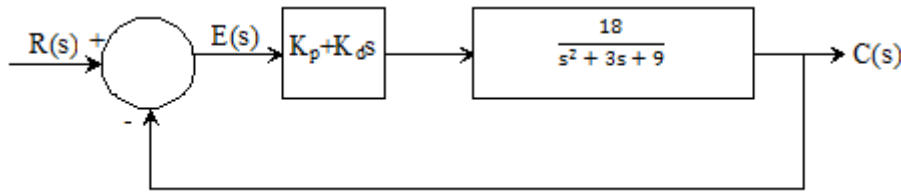
### Soru 3

Kontrol edilecek sistemin transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$G(s) = \frac{18}{s^2 + 3s + 9}$$

Bildiğiniz gibi oransal-türevsel kontrolcünün (PD) transfer fonksiyonu  $K_p + K_d s$  şeklindedir. Sistem durgun durum hatası 0.1 ve en fazla aşma yüzdesi %10 olacak şekilde PD kontrol ve birim geri bildirim kullanarak kontrol edilmek istenirse  $K_p$  ve  $K_d$  değerleri ne şekilde ayarlanmalıdır.

### Çözüm



$$R(s) - C(s) = E(s)$$

$$C(s) = E(s) \frac{18(K_p + K_d s)}{s^2 + 3s + 9}$$

$$R(s) - E(s) \frac{18(K_p + K_d s)}{s^2 + 3s + 9} = E(s)$$

$$R(s) = E(s) \left( 1 + \frac{18(K_p + K_d s)}{s^2 + 3s + 9} \right)$$

$$\frac{E(s)}{R(s)} = \frac{s^2 + 3s + 9}{s^2 + 3s + 9 + 18(K_p + K_d s)}$$

Adım giriş için durgun durum hatası 0.1 olarak verildiğine göre

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{1}{s} \frac{s^2 + 3s + 9}{s^2 + 3s + 9 + 18(K_p + K_d s)} = 0.1$$

$$e_{ss} = \frac{9}{9 + 18K_p} = 0.1 \rightarrow K_p = 4.5$$

Aşma yüzdesi %10 olarak verilmiş dolayısıyla  $\varepsilon_p = 0.1$

$$G(s) = \frac{18(K_p + K_d s)}{s^2 + s(3 + 18K_d) + 9 + 18K_p} = \frac{81 + 18K_d s}{s^2 + s(3 + 18K_d) + 90}$$

$$G(s) = \frac{18K_d s + 81}{s^2 + (3 + 18K_d)s + 90} = \frac{0.9 * (20K_d s + 90)}{s^2 + (3 + 18K_d)s + 90} = \frac{K(\eta\omega_n s + \omega_n^2)}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$\omega_n = \sqrt{90}; \eta = \frac{20K_d}{\sqrt{90}}; \xi = \frac{3 + 18K_d}{2\sqrt{90}}; \beta = \text{atan}\left(\frac{\sqrt{1 - \xi^2}}{\xi}\right);$$

$$\phi = \text{atan}\left(\frac{\xi - \eta}{\sqrt{1 - \xi^2}}\right); a_0 = \frac{\sqrt{\eta^2 - 2\xi\eta + 1}}{\sqrt{1 - \xi^2}}$$

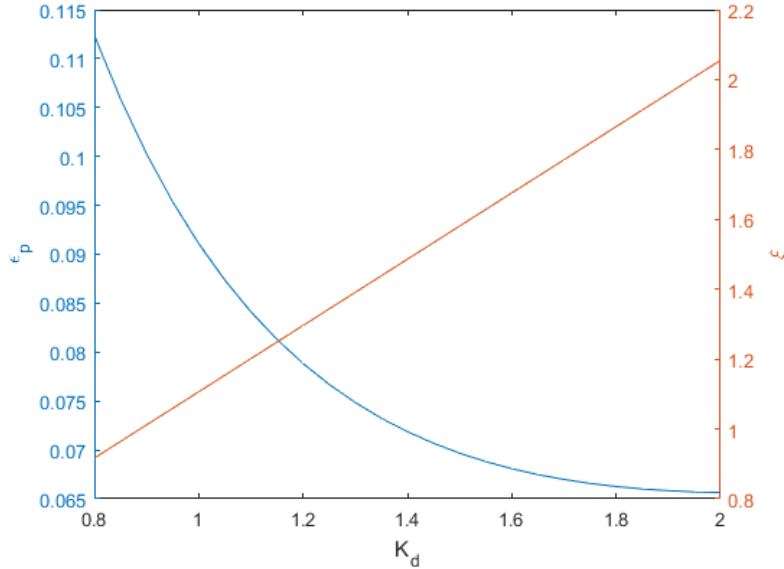
### Simülasyon:

```

clc;clear all;close all;
kd=0.8:0.05:2;
wn=sqrt(90);ep=5;
for i=1:length(kd)
    eta=20*kd(i)/wn;
    xi(i)=(3+18*kd(i))/(2*wn);
    beta=atan(sqrt(1-xi(i)^2)/(xi(i)));
    phi=atan((xi(i)-eta)/(sqrt(1-xi(i)^2)));
    a0=(sqrt(eta^2-2*xi(i)*eta+1))/(sqrt(1-xi(i)^2));
    ep(i)=a0*sin(beta)*exp(-(xi(i)/sqrt(1-xi(i)^2))*(phi+beta+pi/2));
end
yyaxis left
plot(kd,ep);xlabel('K_d');ylabel('\epsilon_p');
yyaxis right
plot(kd,xi);ylabel('\xi');
for Kd=[0.81 2 6.1]
figure
sys=tf([18*Kd 81],[1 3+18*Kd 90]);
s=sprintf('K_d=%0.2f değeri için adım giriş cevabı',Kd);
step(sys);title(s)
end

```

### Grafikler:



Yukarıdaki grafik çözüm bölgesini göstermektedir.  $\epsilon_p < 0.1$  olan tüm  $K_d$  değerleri için çözüm vardır. Ancak Tüm  $K_d$  değerleri ile verilen iki kriterde sağlanamamaktadır.  $K_d$ 'nin artan değerlerinde hatanın azaldığı ve aşmanın yok olduğu gözlenir. Gerçek bir problemin çözümünde makul yerleşme zamanı ile makul aşma arasında optimum aranır.

