



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MAK403 OTOMATİK KONTROL FİNAL SINAVI 05/12/2017**  
**Dr. Nurdan Bilgin**

Öğrenci No :

İsim Soyisim :

1	2	3	4	Σ

**Sınav Süresi:110 dakikadır.**

**Formüller:**

$$\mu_s \equiv \min_k |Re(p_k)|$$

$$G(s) = K \frac{T_0 s + 1}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1} \text{ ya da}$$

$$G(s) = K \frac{\eta \omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\xi \omega_n s + \omega_n^2}$$

$$\frac{y(t)}{y_f} = 1 - a_0 e^{-\xi \omega_n t} \cos(\omega_d t - \phi); \xi = \cos\beta \text{ ve } \sqrt{1 - \xi^2} = \sin\beta$$

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

**Özet**

N	Basamak r(t)=r <sub>0</sub> h(t)	Rampa r(t)=r <sub>1</sub> th(t)	Parabolik r(t)=0.5r <sub>2</sub> t <sup>2</sup> h(t)
0	$\frac{r_0}{1+K_{OL}}$	∞	∞
1	0	$\frac{r_1}{K_{OL}}$	∞
2	0	0	$\frac{r_2}{K_{OL}}$
3	0	0	0

$t_p = \frac{\phi + \beta + \frac{\pi}{2}}{\omega_d} \quad \eta \neq 0$ $t_p = \frac{\pi}{\omega_d} \quad \eta = 0$	$\varepsilon_p = a_0 \sin(\beta) \exp\left(-\frac{\xi}{\sqrt{1 - \xi^2}}\left(\phi + \beta + \frac{\pi}{2}\right)\right) \quad \eta \neq 0$ $\varepsilon_p = \exp\left(-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1 - \xi^2}}\right) \quad \eta = 0$
$t_s = \frac{1}{\xi\omega_n} \ln\left(\frac{a_0}{\varepsilon_s}\right) \quad \eta \neq 0$ $t_s \cong \begin{cases} \frac{4}{\xi\omega_n} & \varepsilon_s = 0.02 \text{ için} \\ \frac{3}{\xi\omega_n} & \varepsilon_s = 0.05 \text{ için} \end{cases} \quad \eta = 0$	$t_r = \frac{\phi + \frac{\pi}{2}}{\omega_d} \quad \eta \neq 0$ $t_r = \frac{\pi - \beta}{\omega_d} \quad \eta = 0$ Gecikme zamanı, t <sub>d</sub> $\frac{y(t)}{y_f} = 0.5$ ilişkisinden bulunabilir.

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)} \Big|_{s=j\omega} = \frac{N(j\omega)}{D(j\omega)} \therefore N(j\omega) = N_r(\omega) + jN_i(\omega) \text{ ve } D(j\omega) = D_r(\omega) + jD_i(\omega)$$

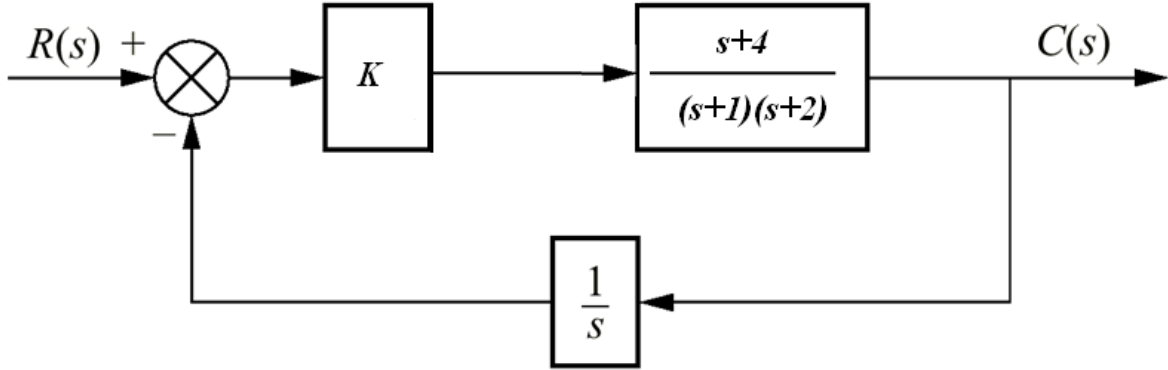
$$M(\omega) = |G(j\omega)| = \frac{|N(j\omega)|}{|D(j\omega)|} = \frac{\sqrt{N_r^2(\omega) + N_i^2(\omega)}}{\sqrt{D_r^2(\omega) + D_i^2(\omega)}}$$

$$\phi(\omega) = \text{atan2}\left[\frac{N_i(\omega)}{N_r(\omega)}\right] - \text{atan2}\left[\frac{D_i(\omega)}{D_r(\omega)}\right]$$

Öğrenci No:  
İsim Soyisim  
**SORULAR**

**Soru 1:** Aşağıda verilen geri bildirimli kontrol sistemi için

- Sistemin kararlı olması için  $K$ 'nın olması gereken değer aralığını belirleyiniz.
- $K=6$  için sistemin kararlılık marjı bulunabilir mi? Evetse neden evet? Hayırsa neden hayır?
- $K=0.15$  seçildiğinde sistemin kutupları  $p_1 = -2.1190$  ve  $p_{2,3} = -0.4405 \pm 0.298i$  olarak bulunmaktadır. Bu durumda sistemin kararlılık marjını belirleyiniz.



- Aşağıda verilen transfer fonksiyonunda marjinal kararlılığa neden olan kökleri bulunuz.

$$G(s) = \frac{0.5s^2 + 3s}{0.125s^3 + 0.375s^2 + s + 3}$$

**Soru 2:** Birim geri bildirimli bir sistemin açık çevrim transfer fonksiyonu aşağıda verilmektedir.

$$G_{OL}(s) = \frac{K}{(s + K)(s + T)}$$

$T$  ve  $K$ 'nın aşağıdaki şartları sağlaması için ne olması gerektiğini bulunuz.

- Birim basamak giriş için durgun durum hatası sıfır olmalı,
- Yerleşme zamanı 8 saniye olmalı (izin verilen hata bandını 2% olarak alınız).

Sorunun ilk bölümünde elde ettiğiniz  $T$  ve  $K$  parametrelerini kullanarak sistemin aşma zamanını bulunuz.

Öğrenci No:  
İsim Soyisim

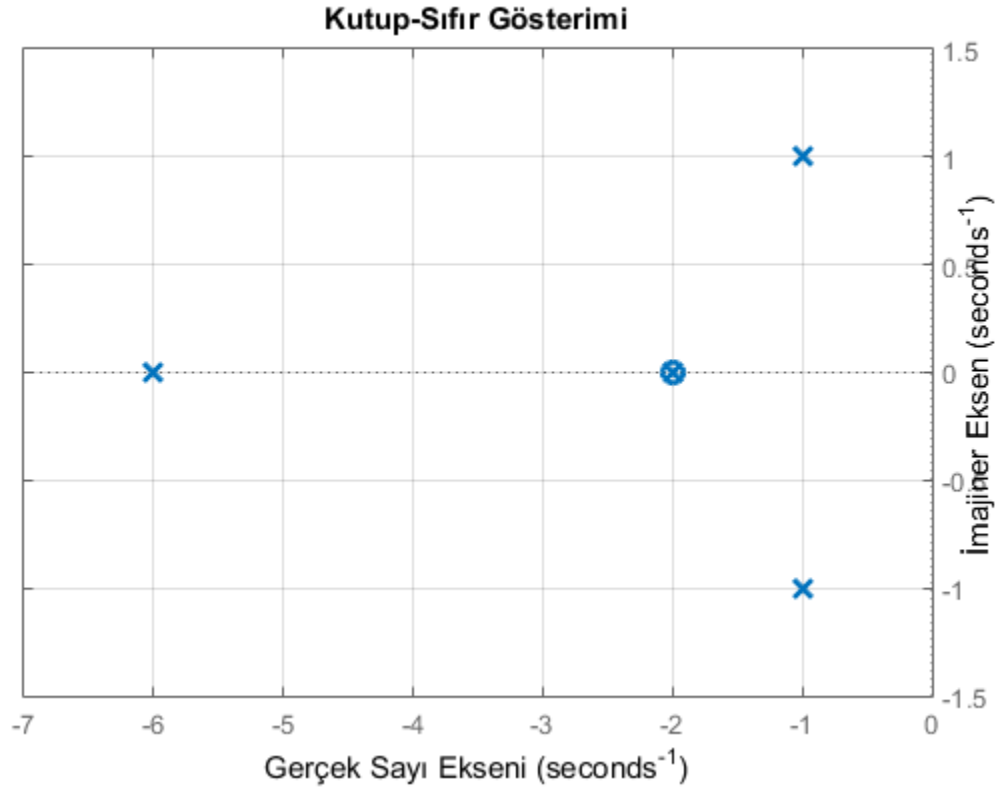
**Soru 3:** Aşağıdaki grafikte kutup-sıfır gösterimi verilen yüksek dereceli sistemin ikinci derece bir sistemin davranışını gösterdiği gözlenmiştir. Not: kutup-sıfır gösteriminde “x” ler kutupları “o” lar sıfırları temsil eder.

- kutup-sıfır gösterimine bakarak sistemin kararlılığı konusunda yorum yapmanız istenirse sistemin kararlılığı hakkında ne söylersiniz.
- Kutup-sıfır gösterimi verilen sistem ikinci derece sisteme indirgendiğinde elde edilecek transfer fonksiyonunun

$$G(s) = \frac{1/6}{s^2 + 2s + 2}$$

olacağını gösteriniz.

- Elde ettiğiniz ikinci derece sistemin doğal frekansını ve sönüm oranını bulunuz.
- Sistemin grafiğini çizmeksizin maksimum aşma, aşma zamanı ve yerleşme zamanı değerleri hakkında yorum yapmanız istenirse ne söylersiniz.



Öğrenci No:  
İsim Soyisim

**Soru 4:** Aşağıda kapalı çevrim transfer fonksiyonu verilen

$$G(s) = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

systemde, büyüklük oranının (genlik oranı)

$$|G(j\omega)| = \frac{K}{2\xi}$$

olduğunu gösteriniz.

Aşağıda, yukarıda verilen transfer fonksiyonunda  $K = 2$  ve  $\omega_n = 1$  olarak ayarlanarak sönümlenme oranları farklı iki sistem için çizilen bode diyagramı görülmektedir. Sözü edilen grafik, Bode diyagramının sadece büyüklük oranı bölümünü içermektedir. Grafikte gösterildiği gibi, aynı frekans değerinde desibel olarak büyüklük oranları ölçülmüş ve birinci sistem için 6.02 dB ikinci sistem için ise 3.1 dB bulunmuştur.  $\bar{M}(\omega) = 20 \log M(\omega)$  olduğunu hatırlayarak, sistemlerin sönümlenme oranlarını bulunuz.

