



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**MAK403 OTOMATİK KONTROL**  
**ÇALIŞMA SORULARI-2**  
**2018-2019**  
**Dr. Nurdan Bilgin**

**SORULAR**

**Soru 1:**

Bir sistemin birim adım cevabı aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$y_{stp}(t) = [5(e^{-2t} - 1) + 2\sin 5t]h(t)$$

Burada  $h(t)$ ,  $t = 0$  anında uygulanan birim adım fonksiyonu göstermektedir.

a.) Bu sistemin ani birim darbe cevabının aşağıdaki gibi olduğunu gösteriniz.

$$y_{imp}(t) = 10(\cos 5t - e^{-2t})h(t)$$

b.) Yukarıda  $y_{imp}(t)$  olarak verilen fonksiyonda neden darbe terimi bulunmamaktadır, açıklayınız.

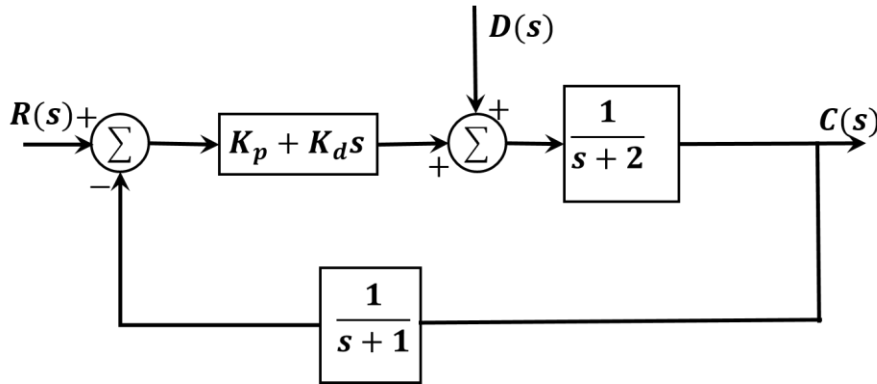
c.) Bu sistem için  $G_{YX}(s)$  transfer fonksiyonunu s terimleri ile iki polinomun oranı şeklinde belirleyin.

d.) Aşağıda sıfır başlangıç koşullarıyla tanımlı  $x(t)$  giriş verildiğinde, bütün  $-\infty < t < +\infty$  zamanları için geçerli olmak sistem cevabı  $y(t)$  için bir ifade belirleyin

$$x(t) = 3\delta(t) + 6h(t)$$

Burada  $\delta(t)$ ,  $t = 0$  anında uygulanan ani birim darbe fonksiyonunu göstermektedir.

**Soru 2:**



Geri bildirim kontrol stratejisi olarak, oransal-türevsel kontrol kullanılan yukarıdaki sistemde adım adım istenenleri bulunuz.

a.)  $C(s)$  çıkışı ile  $D(s)$  bozucu girişi arasındaki transfer fonksiyonunun

$$M_D(s) = \frac{C(s)}{D(s)} = \frac{s + 1}{s^2 + (3 + K_d)s + (2 + K_p)}$$

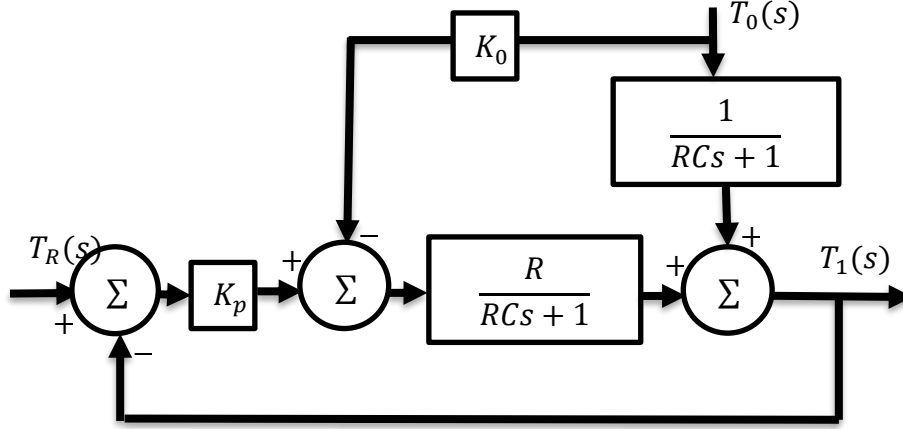
olduğunu gösteriniz.

b.)  $C(s)$  çıkışı ile  $R(s)$  referans girişi arasındaki transfer fonksiyonunu  $M_R(s)$ 'i bulunuz.

c.) Hassasiyet ifadeleri  $S_{K_p}^{M_D}$  ve  $S_{K_d}^{M_D}$ 'yi bulunuz.

d.) Neden durgun durumda  $S_{K_d}^{M_D}$ 'nin sıfır olduğunu açıklayınız (durgun durumda  $s=0$ ).

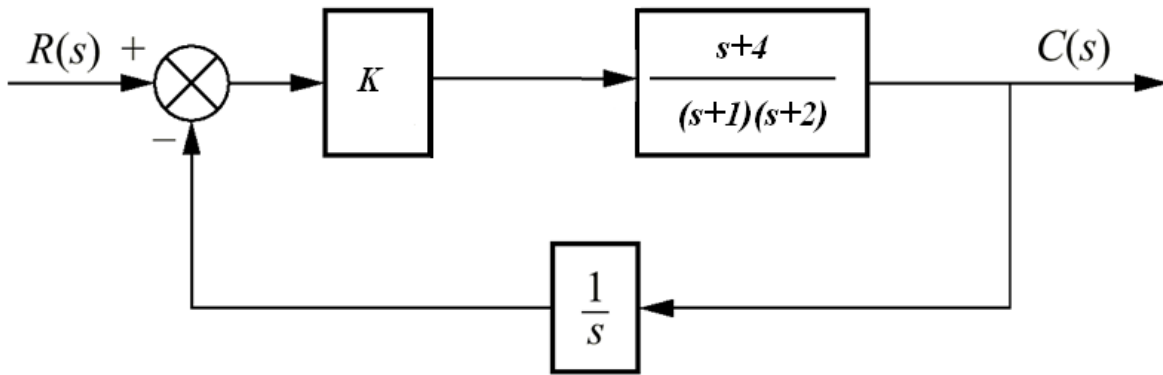
**Soru 3:**



Bir mekanın istenen referans sıcaklıkta tutulmasına yönelik tasarlanan ve yukarıda blok diyagramı verilen sistemde geri bildirim kontrol stratejisi olarak, oransal kontrol kullanılmasının yanında bozucu giriş olan dış ortam sıcaklığında sürekli ölçülerek an ve an kontrolcüye beslenmektedir. Burada  $R$  oda duvarının termal direnci,  $C$  ise odanın termal kapasitesinin göstermektedir.

- $T_1(s)$  çıkışı ile  $T_R(s)$  referans girişi arasındaki transfer fonksiyonunu bulunuz.
- Sistem parametreleri  $R, C$  ve  $K_0$ 'nun belirsizliği %10 ve  $K_p$  değerinde herhangi bir belirsizlik yok iken  $T_1(s)$  çıkışı ile  $T_R(s)$  referans girişi arasındaki transfer fonksiyonundaki belirsizliğin %1 olması durumunda  $K_p$  değeri için bir ifade elde ediniz.

**Soru 4:** Aşağıda verilen geri bildirim kontrol sistemi için



- Sistemin kararlı olması için  $K$ 'nin olabileceği değer aralığını bulunuz.,
- $K=6$  için kararlılık marjı ( $\mu_s$ )'i bulunuz

**Soru 5:**

- Kararlılık, marjinal kararlılık ve kararsızlık terimlerini verilen teoremler doğrultusunda açıklayınız.
- Verilen tabloyu örneklerde görüldüğü gibi doldurunuz. İlk sütunda sistemin kararlılık durumlarını (kararlı, marjinal kararlı veya kararsız) ifade etmeniz, ikinci sütunda ise ilk sütundaki kararınıza neden olan açıklama istenmektedir. **(Bu işlemleri karakteristik denklemleri çözmeden ve Routh tablosu kullanmadan yapmanız beklenmektedir.)**

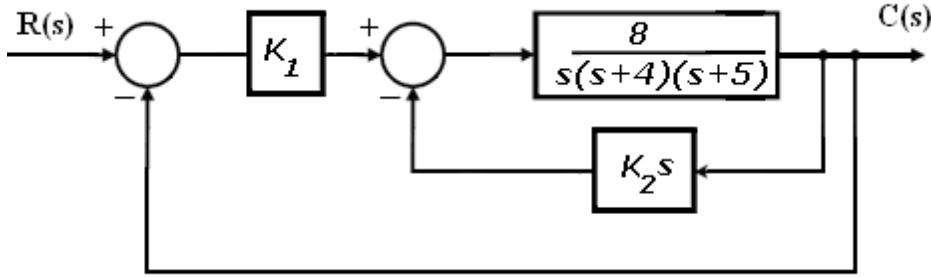
Transfer Fonksiyonu G(s)	Kararlı/Kararsız/Marjinal Kararlı	Açıklamalar
$G(s) = \frac{1}{s}$	Marjinal Kararlı	Tek kök, imajiner eksende
$G(s) = \frac{1}{s^2}$	Kararsız	İmajiner eksende tekrarlayan kök
$G(s) = \frac{1}{s-1}$	Kararsız	Pozitif gerçel kök
$G(s) = \frac{1}{s+1}$	Kararlı	Negatif gerçel kök.
$\frac{1}{s^3 + 5s^2 + 8s + 4}$		
$\frac{1}{s^4 + 9s^3 + 20s^2 + 12s}$		
$\frac{1}{s^4 + 3s^3 + 2s^2}$		
$\frac{7}{s^2 - 9s + 14}$		
$\frac{1}{s^3 + 3s^2 + 2s}$		
$\frac{1}{s^2 + 25}$		
$\frac{1}{s^4 + 16}$		
$\frac{3}{s^2 + 4s + 29}$		
$\frac{1}{(s^2 + 16)^2}$		
$\frac{1}{s^3 + 4s}$		
$\frac{1}{s^3 - 3s^2 + 4}$		
$\frac{1}{s(s+1)}$		
$\frac{1}{s(s^2 + 4)}$		
$\frac{1}{s^2(s^2 + 4)}$		

**Soru 6:** Routh Kriterleri kullanarak sistemlerin kararlılık durumlarını belirleyiniz. Kararlılık durumunu belirledikten sonra sistemin kutuplarının konumlarını belirleyiniz. Marjinal kararlılığa neden olan kökleri bulunuz. (Sadece Routh tablosu kullanınız karakteristik denklemini çözmezsiniz.)

Transfer Fonksiyonu G(s)	Kararlı/Kararsız/ Marjinal Kararlı	Açıklamalar ve kutupların (köklerin) yerleri
$\frac{1}{s^6 + 14s^5 + 76s^4 + 206s^3 + 295s^2 + 212s + 1}$		
$\frac{1}{s^5 + 5s^4 + 3s^3 - 17s^2 - 28s - 12}$		
$\frac{1}{s^5 + 2s^4 + 10s^3 + 18s^2 + 9s}$		
$\frac{1}{s^6 + s^5 + 5s^4 + 5s^3 + 4s^2 + 4s}$		

**Soru 7:** Aşağıda blok diyagramı verilen geri bildirimli kontrol sistemi için

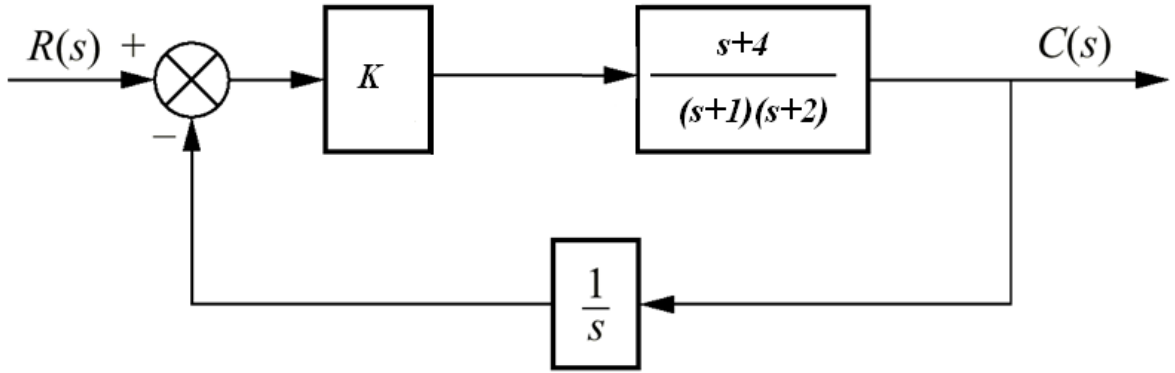
a.) Sistemin transfer fonksiyonunu  $G_{CR}$ 'yi bulunuz.



- b.) Tasarımcı kontrol sisteminin kararlılığının  $K_2 > K_1 > 0$  şartının sağlandığını sürece garanti altında olduğunu iddia etmektedir. Bu iddianın, doğru olup olmadığını kanıtlayınız.
- c.) İşveren tasarımcıdan sistemin kutuplarının  $p_1 = -2$ ;  $p_2 = -3$  ve  $p_3 = -4$  olarak ayarlanmasını istiyor bu durumda  $K_1$  ve  $K_2$  kazançlarının ne şekilde ayarlanması gerektiğini bulunuz.

**Soru 8:** Aşağıda verilen geri bildirimli kontrol sistemi için

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



d.) Aşağıda verilen transfer fonksiyonunda marjinal kararlılığa neden olan kökleri bulunuz.

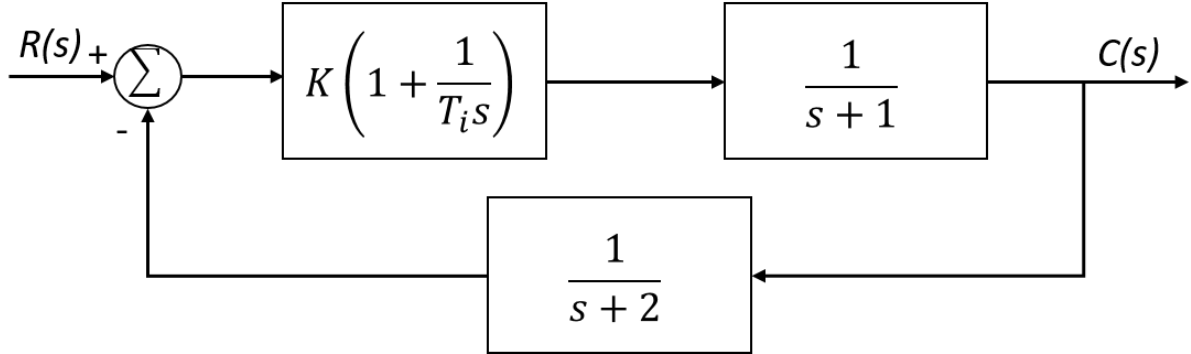
$$G(s) = \frac{0.5s^2 + 3s}{0.125s^3 + 0.375s^2 + s + 3}$$

**Soru 9:** Aşağıdaki sistemlerin kutup ve sıfırlarını belirleyiniz. Kararlılıkla ilgili teoremler doğrultusunda sistemlerin herbirinin kararlılık durumu hakkında yorum yapınız. Not: kutup-sıfır gösteriminde “x” ler kutupları “o” lar sıfırları temsil eder.

<p style="text-align: center;">Kutup-Sıfır Gösterimi</p>	<p style="text-align: center;">Kutup-Sıfır Gösterimi</p>
<p>a.)</p>	<p>b.)</p>
<p style="text-align: center;">Kutup-Sıfır Gösterimi</p>	<p style="text-align: center;">Kutup-Sıfır Gösterimi</p>
<p>c.) Farklı renk içeren x gösterimi aynı yerde birden fazla kutup olduğunu ifade etmektedir.</p>	<p>d.)</p>

**Soru 10:** Şekil 1’de gösterilen sistemde kontrolcü olarak oransal integral (PI) kontrolcü kullanılmaktadır.

- Sistemin kararlı olması için  $T_i$  ve  $K$  parametrelerinin bulunması gereken bölgeyi çizerek gösteriniz.
- Sistemde kararlılık marjının 1’den büyük olması istenirse, sistem parametreleri  $T_i$  ve  $K$ ’nın bulunması gereken bölgeyi çizerek gösteriniz, ilk durumda bulduğunuz bölge ile karşılaştırınız.



**Soru 11:** Aşağıda ileri bildirim transfer fonksiyonları verilen (i) ve (ii) sistemlerini birim geri bildirim ile kapalı çevrim oluşturulduğunda  $K > 0$  olmak koşuluyla, kararlı, marjinal kararlı ve kararsız yapacak  $K$  aralıklarını belirleyiniz.

- İlk sistemin ileri bildirim transfer fonksiyonu

$$G_i = K_p \frac{s^2 - 1}{s^2 + 1}$$

- İkinci sistemin ileri bildirim transfer fonksiyonu

$$G_i = K_p \frac{(s + 1)(s^2 - 4)}{s^2 + 5s + 7}$$

**Soru 12:** Bir sisteme birim geri bildirim ile oransal kontrol uygulanacaktır. Kontrol edilecek sistemin hareket denklemi elde edilerek transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$G_{sis} = \frac{2}{s^2 + 4s - 5}$$

- Sistemin kendi doğal durumundaki kararlılığı hakkında ne söylersiniz.
- Oransal kontrol uyguladığınızda kararlı sistem elde etmek için  $K$ ’nın sıfırdan büyük olması koşuluyla hangi aralıkta belirlemeniz gerekir.
- Sistemin kararlılığını temin edecek, kararlılık marjını  $\mu_s = 1$  yapacak minimum oransal kazancı bulunuz.

**Soru 13:** Aşağıda ani darbe girişine bağlı sistem cevapları verilen sistemlerin kutuplarının olası yerlerini kutup-sıfır gösterimi haritasında işaretleyiniz.

