

# Ders 4: Kontrol Sistemleri Teknolojisi

# Kontrol Problemi

## Temel Kontrol Kavramları

Bir sistem değişkenini istenen değerde tutarken, diğer bir sistem değişkenini manipüle ederek dış etkenlerin etkilerini ortadan kaldırmak.

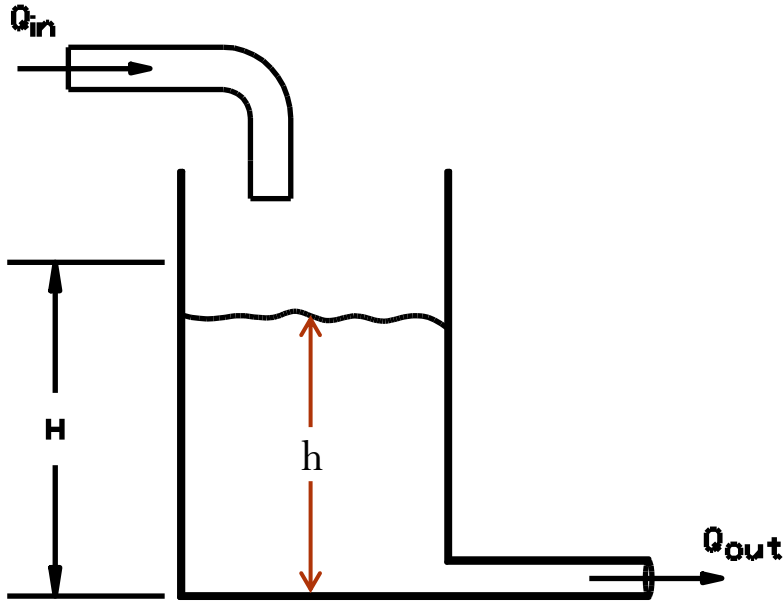
### Örnekler:

Ev ve ofislerin ısıtılması ve soğutulması

Otomobil hız sabitleyicisi

Mekanik bir bağlantının konumunu koruma

Bir tanktaki seviyeyi koruma



$Q_{out}$ ,  $h$ 'ye bağlıdır.

$Q_{out} = Q_{in}$  ise,  $h$  sabittir.

$Q_{out} > Q_{in}$  ise, tank boşalır.

$Q_{out} < Q_{in}$  ise, tank taşar.

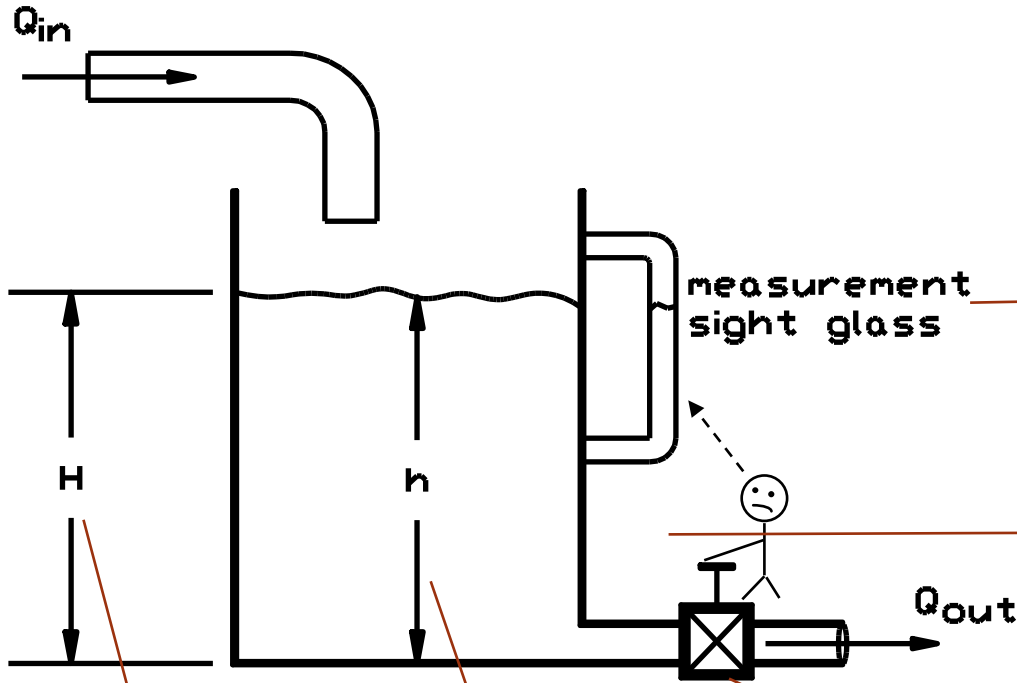
# Temel Kontrol Alt Sistemleri

## Geri Beslemeli Alt Sistemler

Ölçüm

Kontrol Kararı

Sistem Modifikasyonu



Ölçüm -  
gözetleme camı

Kontrol Kararı  
İnsan,  $h = H$ 'yi korumak için  
 $Q_{out}$ 'u ayarlar.

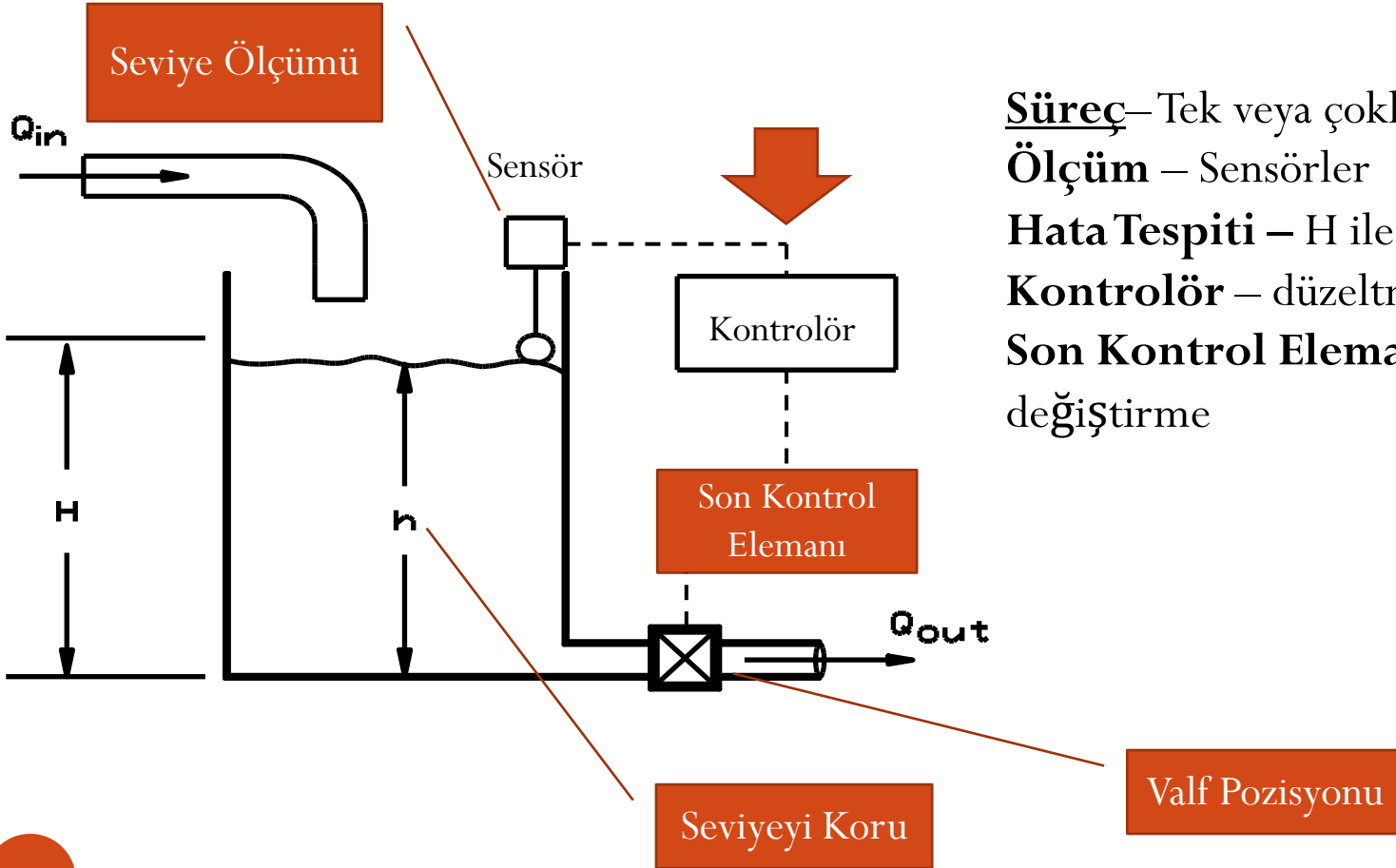
Referans (ayar  
noktası)  
 $h =$  kontrol  
değişkeni

İşlem - Tank  
seviyesini  
korumak

Son Kontrol  
Elemanı  
Vana

# Otomatik Kontrol Sistemleri

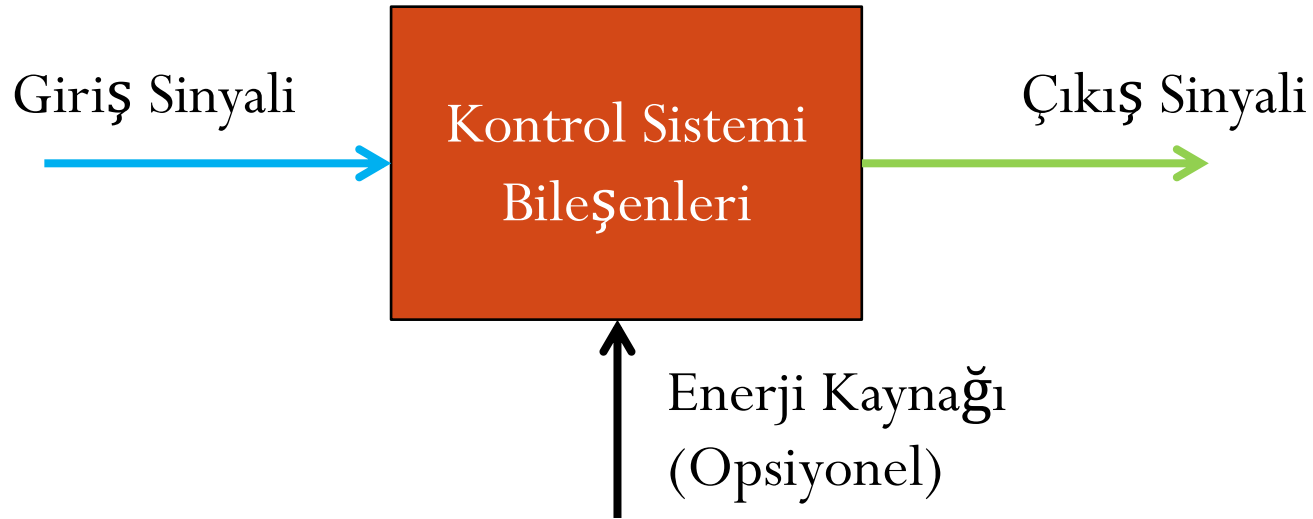
Sistemi izlemek ve ayarlamak için sensörler ve analog veya dijital elektronikler kullanılır.



**Süreç** – Tek veya çoklu değişkenler  
**Ölçüm** – Sensörler  
**Hata Tespiti** –  $H$  ile  $h$ 'yi karşılaştırma  
**Kontrolör** – düzeltmeler oluşturma  
**Son Kontrol Elemanı** – Süreci değiştirme

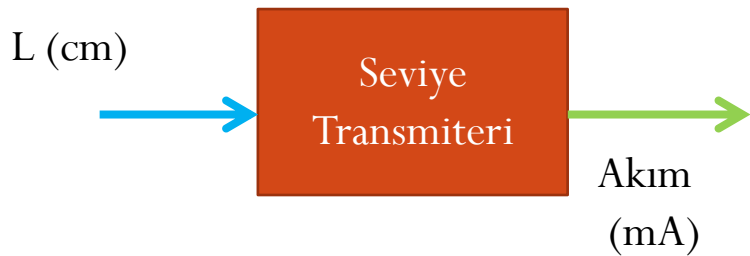
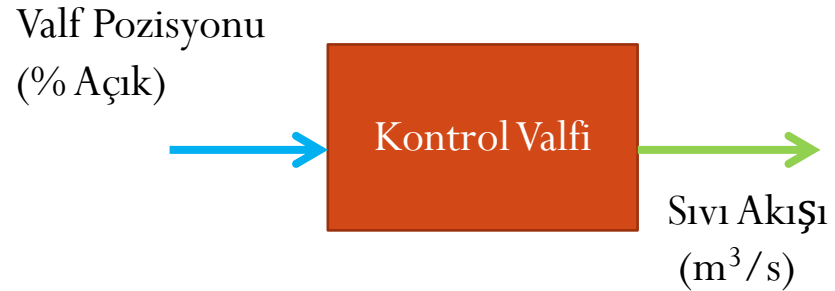
# Blok Diyagramlar

Otomatik kontrol sistemleri, karmaşık bileşenleri giriş ve çıkışlara indirgemek için alt sistemlerin matematiksel tanımlarını kullanır.



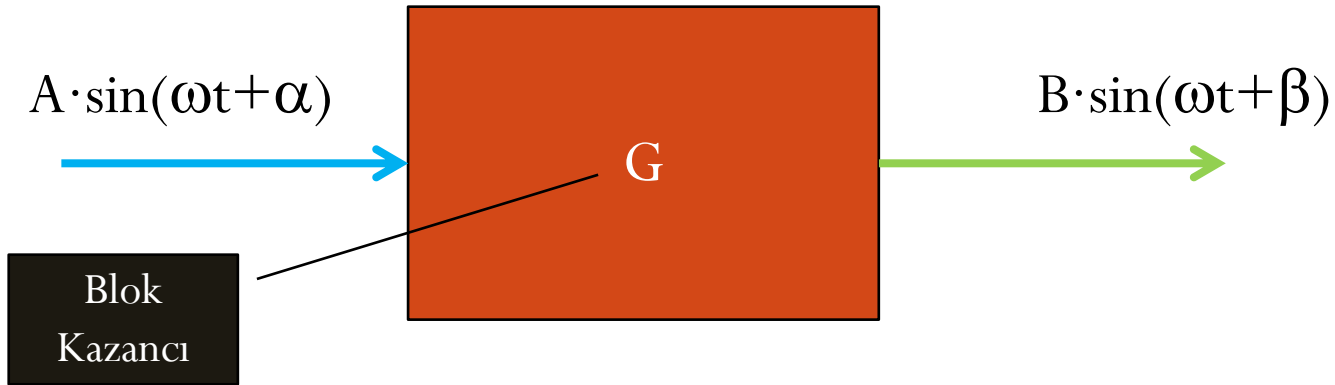
Sistemdeki bileşenler arasında sinyaller ok yönüne göre akar.

# Tipik Bileşen Blok Diyagramları



# Transfer Fonksiyonları

**Transfer fonksiyonu** - bir kontrol sistemi bileşeninin çıkışının girişine oranı. Genellikle frekans ve zamana bağlı bir fonksiyondur.



Fazörlere dönüştürün  
ve bölün

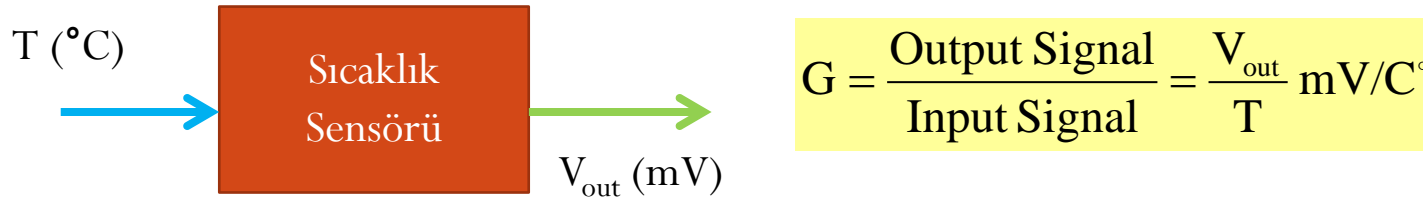
$$G = \frac{\bar{B}}{A} = \frac{\text{Output Signal}}{\text{Input Signal}} = \frac{B \angle \beta}{A \angle \alpha} = \frac{B}{A} \angle \beta - \alpha$$

Zaman gecikmesiyle ilgili  
faz kayması

# Transfer Fonksiyonları

## Örnekler

**Örnek 1-1:** Blok diyagramda sıcaklık sensörünün transfer fonksiyonunu bulun.



**Örnek 1-2:** Bir akım-gerilim dönüştürücü  $17.5 \angle 30^{\circ}$  mA giriş akımını alır ve  $8.35 \angle 37^{\circ}$  V çıkış akımı üretir. Transfer fonksiyonu kazancını belirleyin ve blok diyagramını çizin.

$$I_{\text{in}} = 17.5 \angle 30^{\circ} \text{ mA}$$

$$V_o = 8.35 \angle 37^{\circ} \text{ V}$$

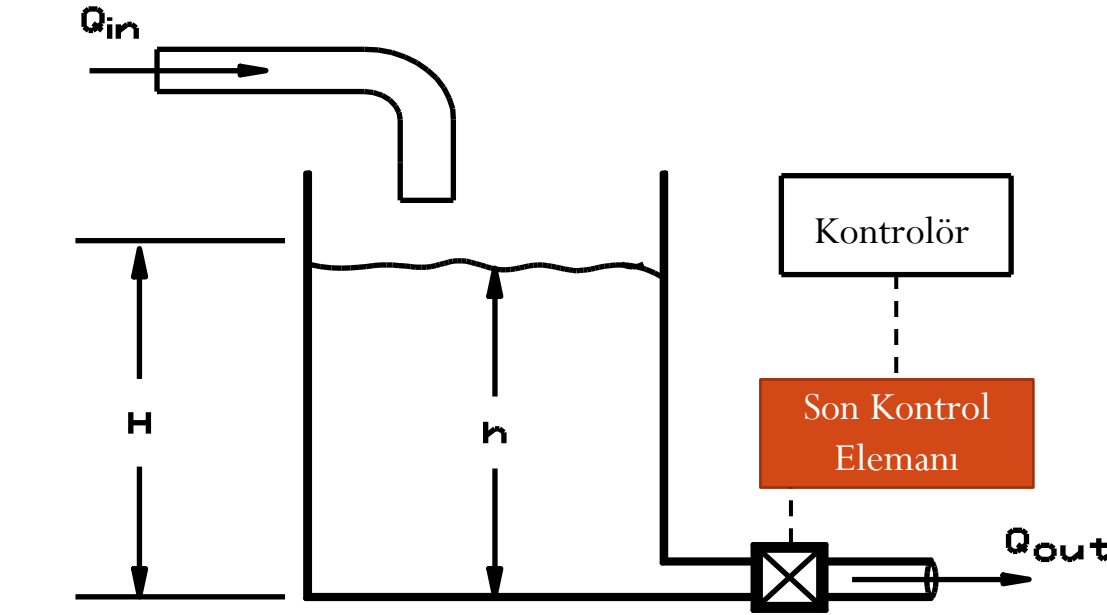
$$\bar{G} = \frac{\text{Output Signal}}{\text{Input Signal}} = \frac{\bar{V}_o}{\bar{I}_{\text{in}}} = \frac{8.35 \angle 37^{\circ} \text{ V}}{17.5 \angle 30^{\circ} \text{ mA}} = \text{V/mA}$$

$$\bar{G} = 0.477 \angle 7^{\circ} \text{ V/mA}$$

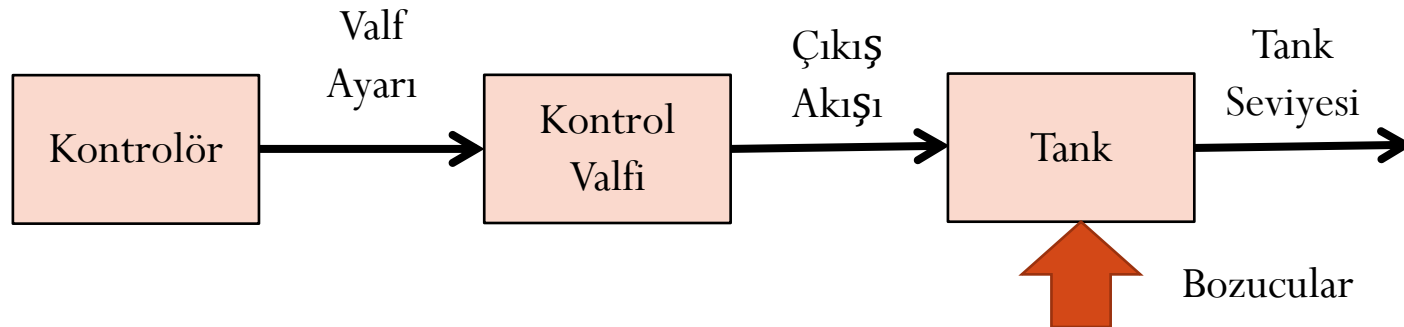


# Açık Çevrim Kontrol

Açık döngü kontrolü, önceden belirlenmiş kontrol değerlerine göre çıkışı değiştirir. Kontrol edilen miktarın gerçek bir ölçümü yapılmaz.

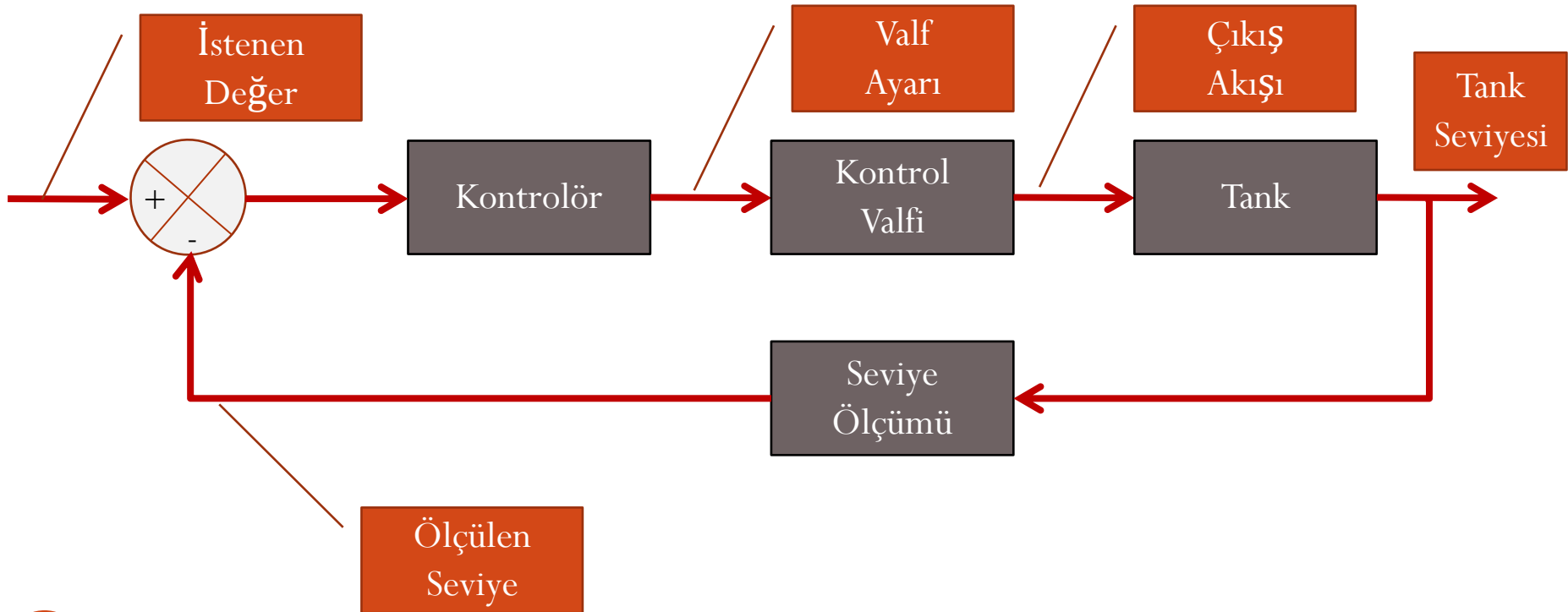


Tank seviyesi dış etkenler ve sistem değişiklikleriyle değişebilir.



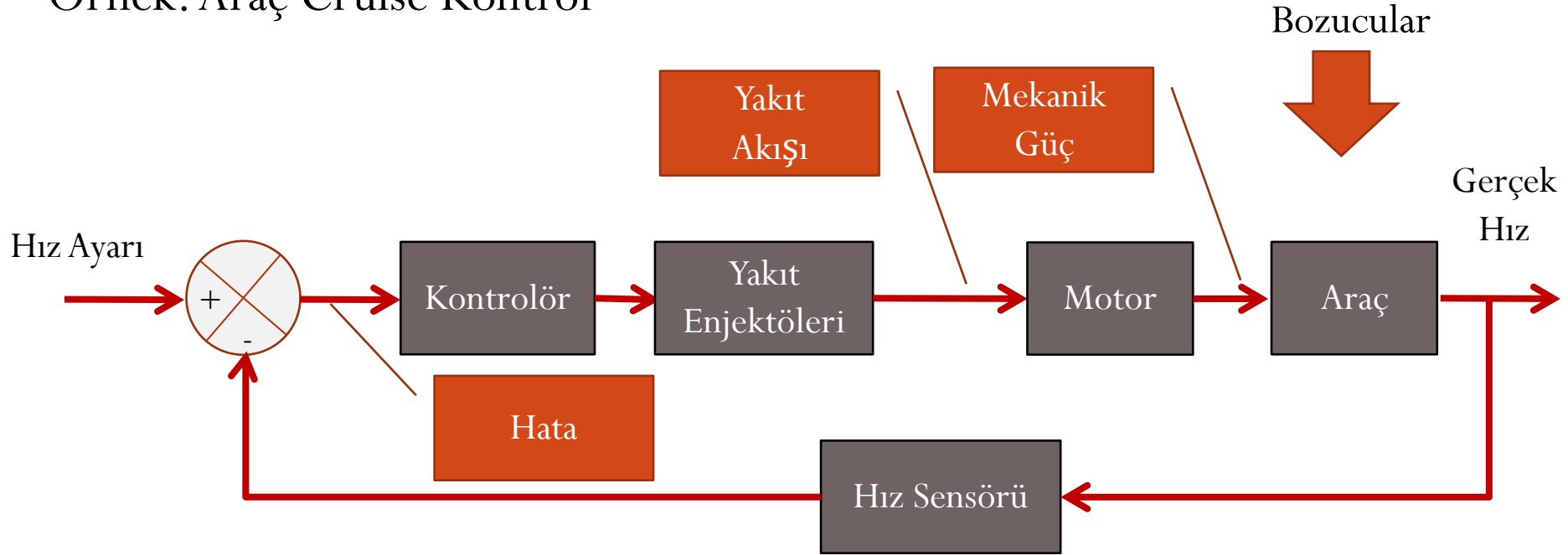
# Kapalı Çevrim Kontrol

Kapalı döngü kontrolü, kontrol değişkeninin ölçülen değerlerine göre çıkışı değiştirir. Ölçülen değer, istenen değerle karşılaştırılır ve bozulmalar meydana geldiğinde istenen değeri korumak için kullanılır. Kapalı döngü kontrolü, çıkışın girişe geri beslemesini kullanır.



# Kapalı Çevrim Kontrol

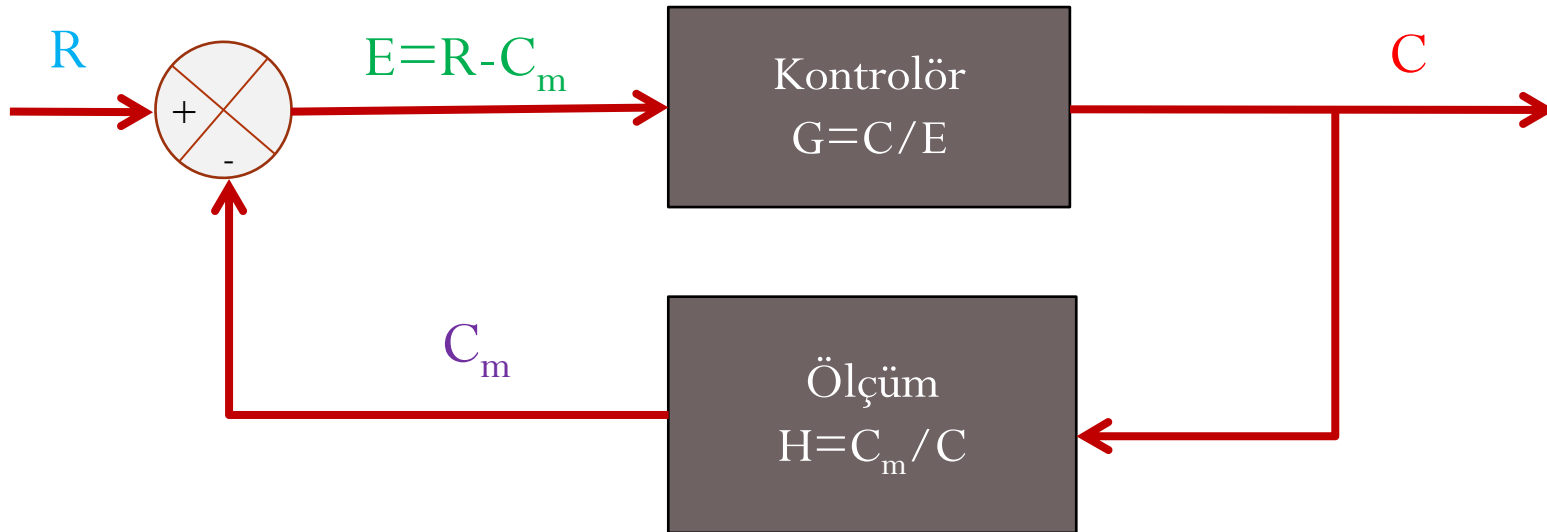
Örnek: Araç Cruise Kontrol



Bozucular: Yukarı Yokuş / Aşağı Yokuş  
Karşı Rüzgar / Arka Rüzgar

# Genelleştirilmiş Kapalı Döngü Kontrolü

Servo Kontrolünün Blok Diyagramı - Örnek Konumlandırma Sistemleri



Referans =  $R$

Ölçülen Değişken =  $C_m$

Hata =  $E$

Kontrollü Değişken =  $C$

# Genelleştirilmiş Kapalı Döngü Kontrolü

Sinyal akışı cebirini kullanarak genel transfer fonksiyonunu bulun.

$$(\text{Giriş})(\text{Kazanç}) = (\text{Çıkış})$$

Servo Kontrol için Find  $\frac{C}{R}$

1  $E = R - C_m$

3

$$H = \frac{C_m}{C} \Rightarrow C \cdot H = C_m$$

2  $G = \frac{C}{E} \Rightarrow E \cdot G = C$

1

3

$E = R - C_m \cdot H$  E

$$(R - C \cdot H) \cdot G = C$$

# Genel Aktarım Fonksiyonu - Servo Kontrolü

$$\text{Find } \frac{C}{R}$$

$$(R - C \cdot H) \cdot G = C \quad \leftarrow$$

$$R \cdot G - C \cdot H \cdot G = C$$

$$R \cdot G = C + C \cdot H \cdot G$$

$$R \cdot G = C \cdot (1 + G \cdot H)$$

$$\frac{R \cdot G}{(1 + G \cdot H)} = C$$

$$\frac{G}{(1 + G \cdot H)} = \frac{C}{R}$$



G ile çarpın

Her iki tarafa da CHG ekleyin.

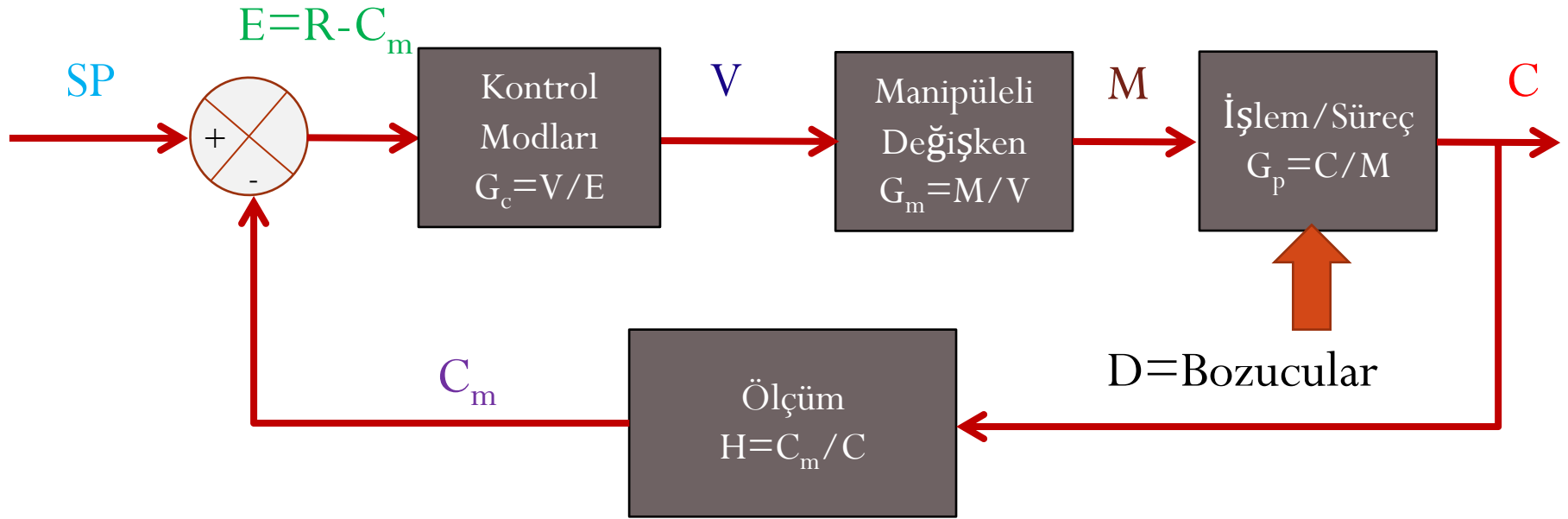
Sağ taraftaki C faktörünü çıkarın.

Her iki tarafı  $(1+GH)$ 'ye bölün

Her iki tarafı R'ye bölün

# Genelleştirilmiş Kapalı Döngü Kontrolü

Proses Kontrolünün Blok Diyagramı - Örnek Kimyasal Reaktörler



Ayar Noktası =  $SP$

Hata =  $E$

Kontrollü Değişken =  $C$

Ölçülen Değişken =  $C_m$

Manipüle Edilen Değişken =  $M$

Kontrolör Çıkışı =  $V$

# Genel Transfer Fonksiyonu - Proses Kontrolü

Sinyal akışı cebirini kullanarak proses kontrolünün genel transfer fonksiyonunu bulun.

Seri blokları birden fazla

$$G_c = \frac{V}{E} \quad G_m = \frac{M}{V} \quad G_p = \frac{C}{M}$$

$$G = G_c \cdot G_m \cdot G_p = \left( \frac{\cancel{V}}{E} \right) \cdot \left( \frac{\cancel{M}}{\cancel{V}} \right) \cdot \left( \frac{C}{\cancel{M}} \right)$$

$$G = \left( \frac{C}{E} \right)$$

Proses kontrolünde doğrudan ölçülemeyen genel transfer fonksiyonu  $C_m/SP'$ 'yi bulun.

# Genel Transfer Fonksiyonu - Proses Kontrolü

Önceki gibi  $E = SP - C_m$   $C_m = H \cdot C \Rightarrow \frac{C_m}{H} = C$

$$G \cdot E = C$$

$$G \cdot (SP - C_m) = C$$

$$G \cdot (SP - C_m) = \frac{C_m}{H}$$

$$G \cdot H \cdot (SP - C_m) = C_m$$

$$G \cdot H \cdot SP - G \cdot H \cdot C_m = C_m$$

$$G \cdot H \cdot SP = C_m + G \cdot H \cdot C_m$$

$$G \cdot H \cdot SP = C_m \cdot (1 + G \cdot H)$$

$$\frac{G \cdot H \cdot SP}{1 + G \cdot H} = C_m$$

$$\frac{G \cdot H}{1 + G \cdot H} = \frac{C_m}{SP}$$



E yerine şunu koyun

C yerine  $C_m/H$  koy

Her iki tarafı H ile çarp

$GHC_m$  eşitliğin sağına at

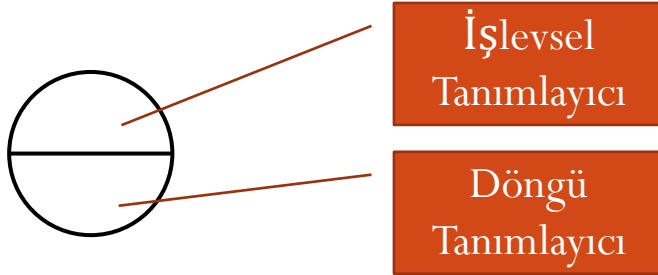
$C_m$  parantezine al

$C_m$  yi yalnız bırak

Her iki tarafı SP ye böl

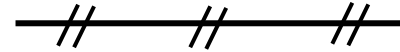
# Kontrol Sistemi Çizimleri

ANSI/ISA-S5.1-1984 Endüstriyel sistem standardı: Cihazlar, cihaz sistemleri ve kontrol için tek tip tanımlama.

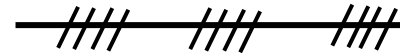


Genel Enstrüman Sembolü

Alet Hattı Sembolleri



3-15 psi  
Pnömatik  
Hattı



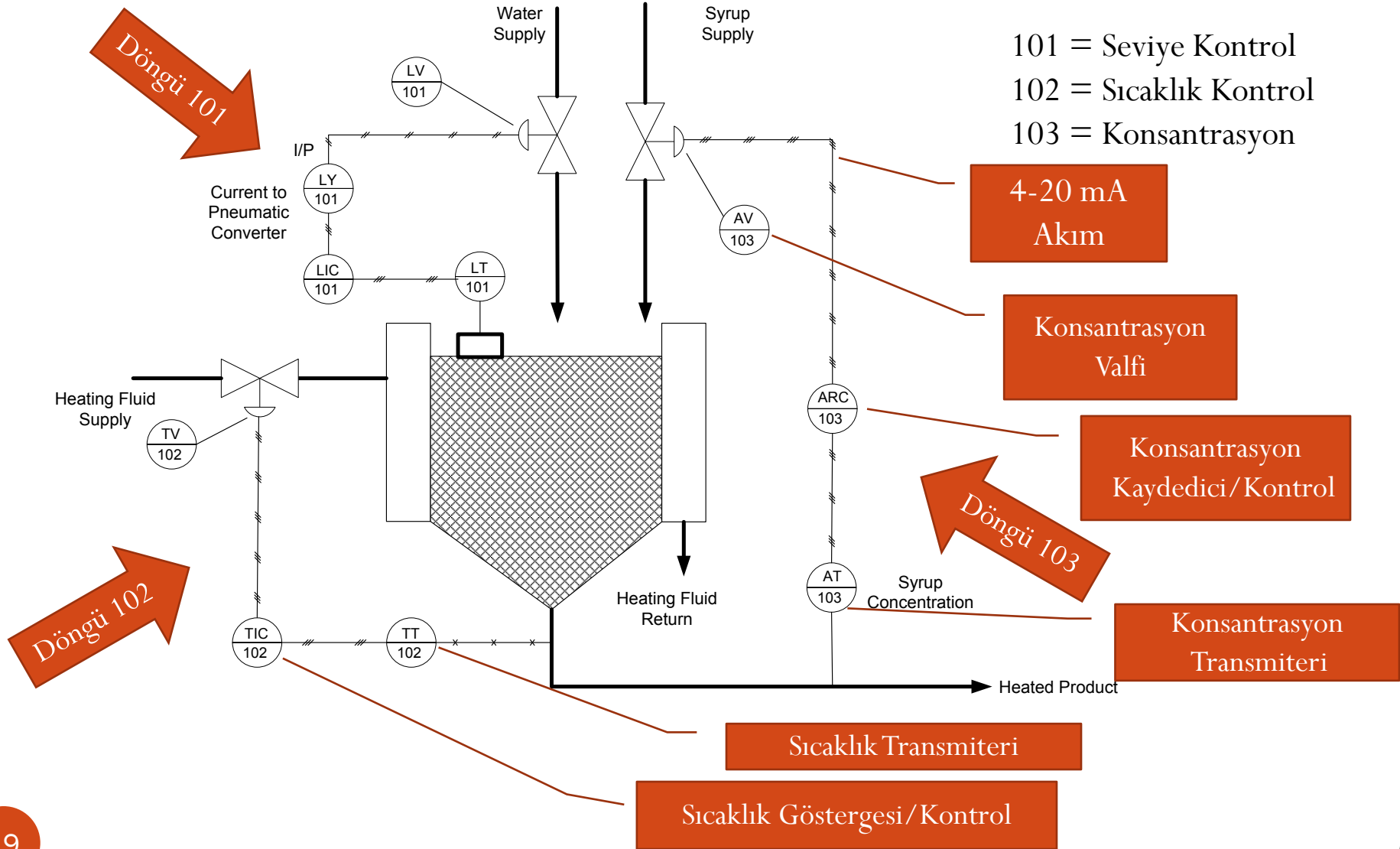
4-20 mA  
Elektrik  
Akımı



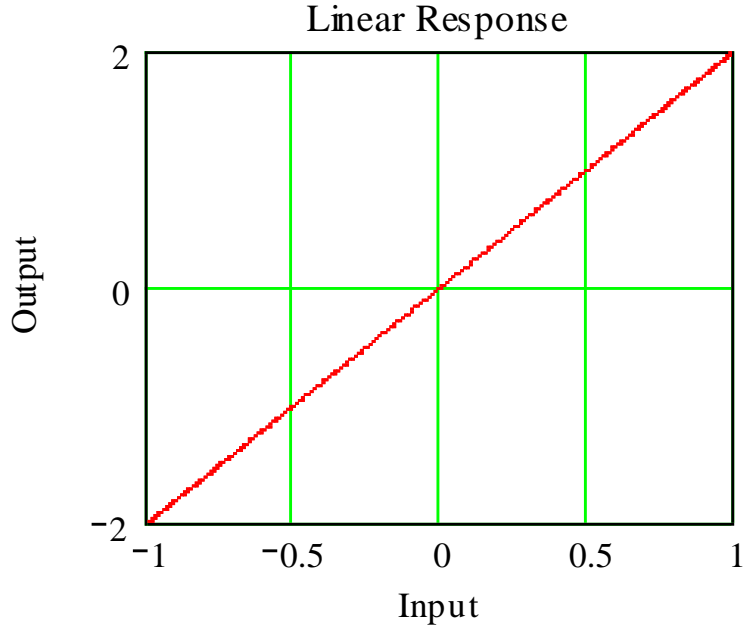
Dolu Sistem  
Kapilleri

İlk ID Eki	Sonraki ID Eki
A = Analiz	C= Kontrolör
L = Seviye	I=Gösterge
T = Sıcaklık	R=Kaydedici
	T= Transmitter
	V = Valf
	Y = Röle/Dönüştürücü

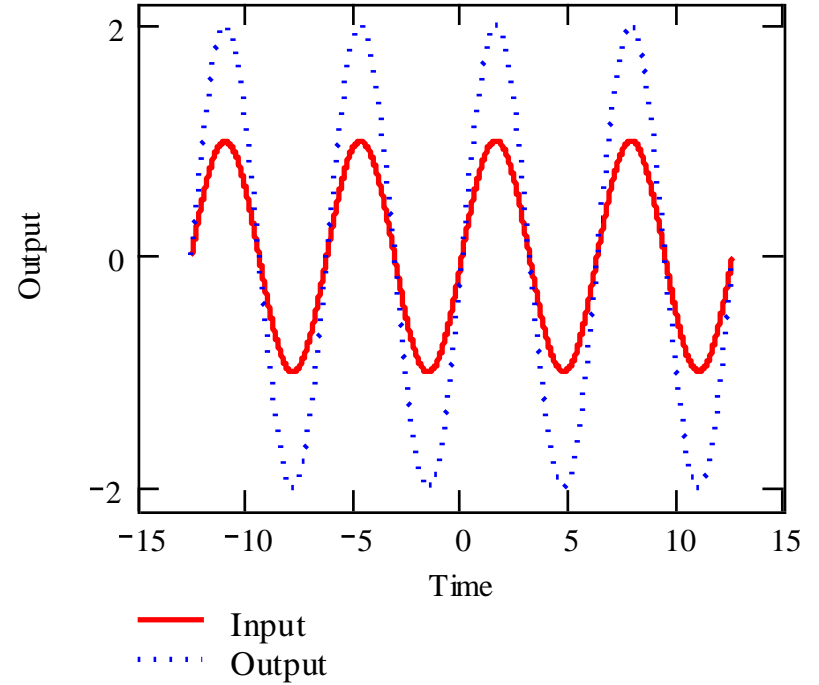
# Kontrol Sistemi Çizimleri



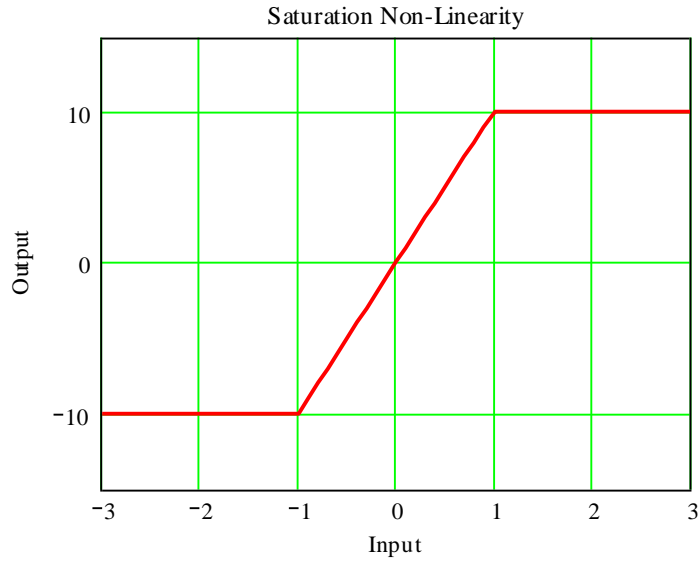
# Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Tepki



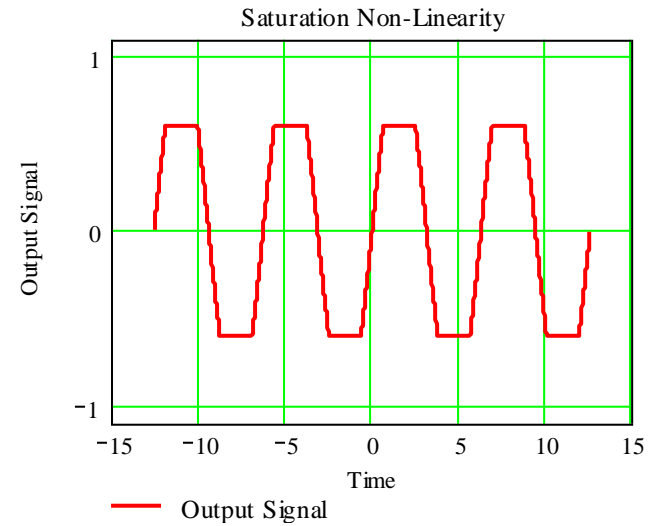
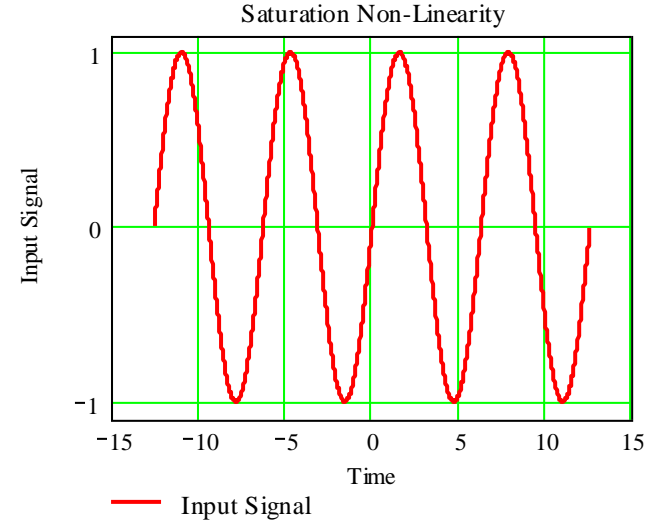
Doğrusal transfer fonksiyonları orantılı çıktılar verir. Bu durumda faktör 2'dir.



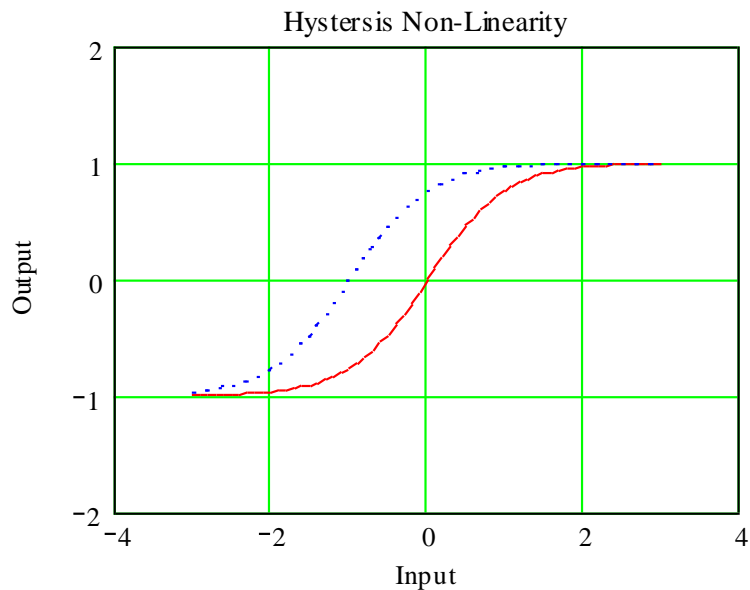
# Doğrusal Olmayan Yanıt



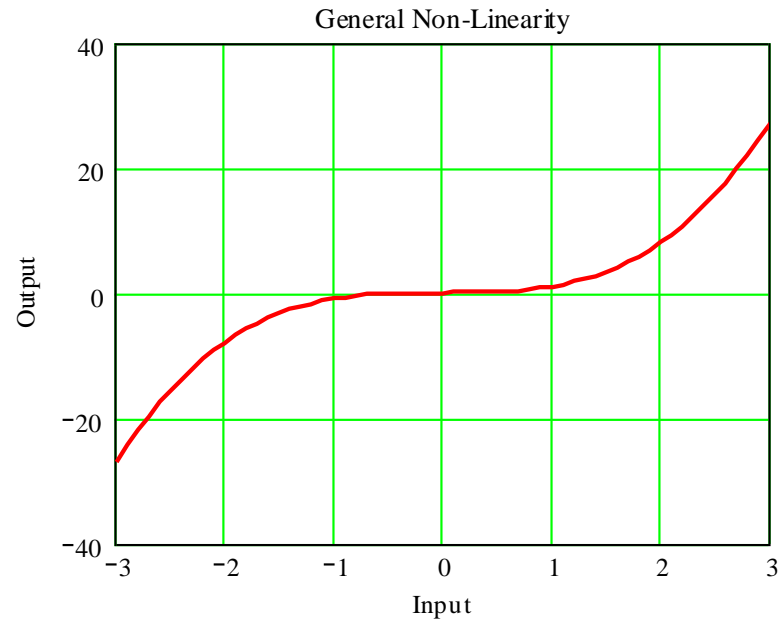
Fiziksel sınırlamalara sahip pratik sistemlerde tipik olan doygunluk doğrusal olmayan davranışı. Amplifikatörler, kontrol vanaları.



# Other Non-Linearities

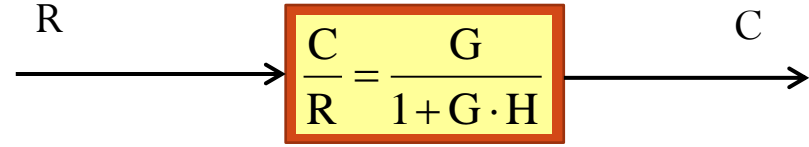
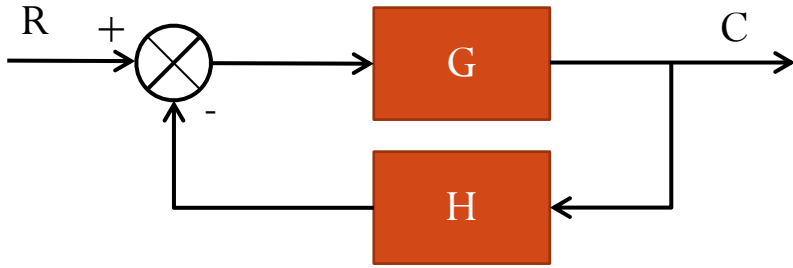


Typical in magnetic circuit and in instrumentation transducers



Non-linearities cause distortion in sine waves response that is not proportional to inputs value for all signal values.

# Blok Diyagram Basitleştirme



Soldaki blok diyagramı yukarıdakine indirgenmiştir. Bu sayede birden fazla döngü tek bir bloğa indirgenebilir.

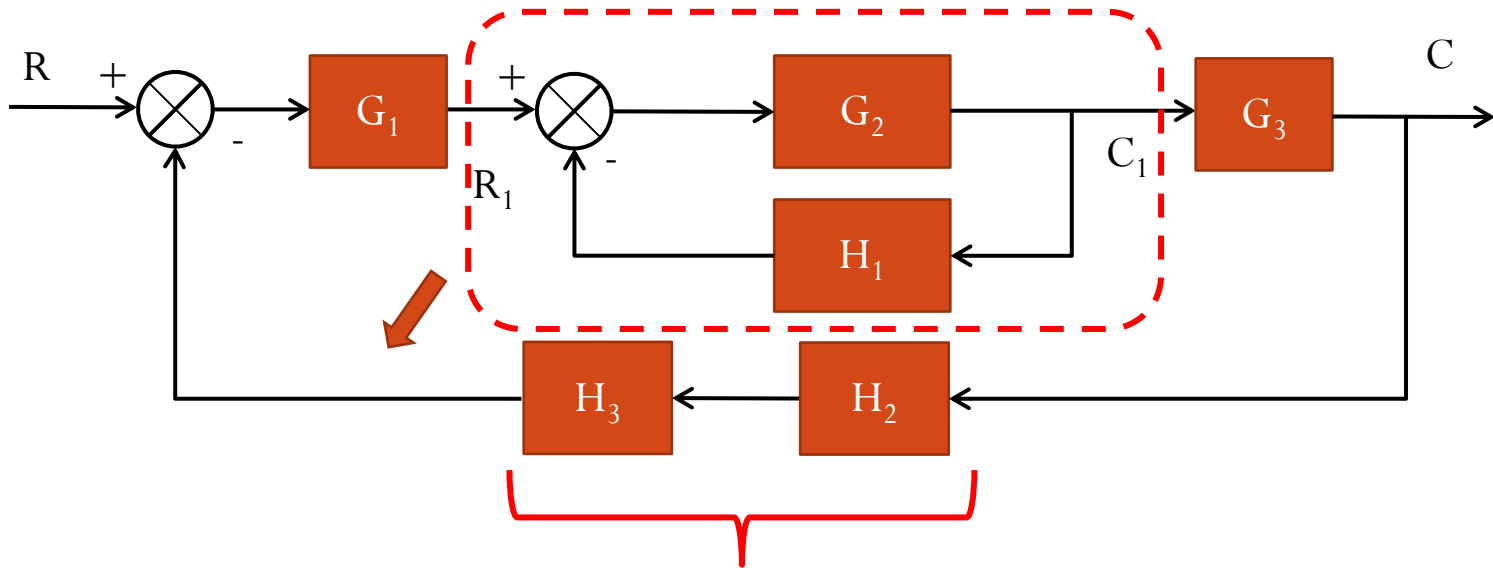
Ayrıca seri bağlı blokların çarpıldığını da unutmayın.

$$G = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3$$



Eşdeğer Blok

# Blok Diyagram Basitleştirme Örneği



$$\frac{C_1}{R_1} = \frac{G_2}{1 + G_2 \cdot H_1}$$

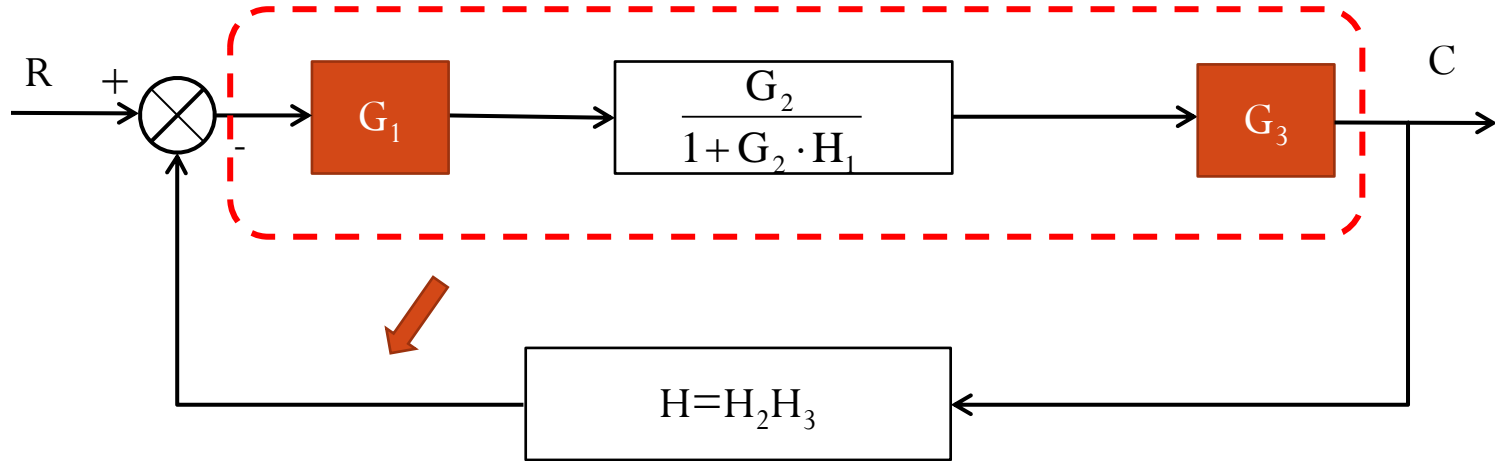
İç döngüyü azaltın

$$H = H_2 \cdot H_3$$

Dış geri bildirim bloğunu birleştirin

Azaltılmış iç döngüyü kalan ileri kazanç bloklarıyla birleştirin.

# Blok Diyagram Basitleştirme Örneği (1)



$$G = G_1 \cdot \left[ \frac{G_2}{1 + G_2 \cdot H_1} \right] \cdot G_3 = \left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_2 \cdot H_1} \right]$$

G değerini hesaplayın.

$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1 + G \cdot H} = \frac{\left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_2 \cdot H_1} \right]}{1 + \left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_2 \cdot H_1} \right] \cdot H_2 \cdot H_3}$$

G ve H değerlerini formüle yerleştirin ve sadeleştirin.

# Blok Diyagram Basitleştirme Örneği (2)

$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1+G \cdot H} = \frac{\left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1+G_2 \cdot H_1} \right]}{1 + \left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1+G_2 \cdot H_1} \right] \cdot H_2 \cdot H_3}$$

Oranın payını ve paydasını  $(1+G_2H_1)$  ile çarpın ve sadeleştirin.

$$\frac{C}{R} = \frac{\left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1+G_2 \cdot H_1} \right] \cdot (1+G_2 \cdot H_1)}{\left( 1 + \left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1+G_2 \cdot H_1} \right] \cdot H_2 \cdot H_3 \right) \cdot (1+G_2 \cdot H_1)} = \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{(1+G_2 \cdot H_1) + (1+G_2 \cdot H_1) \cdot \left[ \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot H_2 \cdot H_3}{1+G_2 \cdot H_1} \right]}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3}{1 + G_2 \cdot H_1 + G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot H_2 \cdot H_3} \quad \leftarrow \text{Cevap}$$

