

# 801400805441 Kendinden Ayarlamalı Kontrol Sistemleri [1-13]

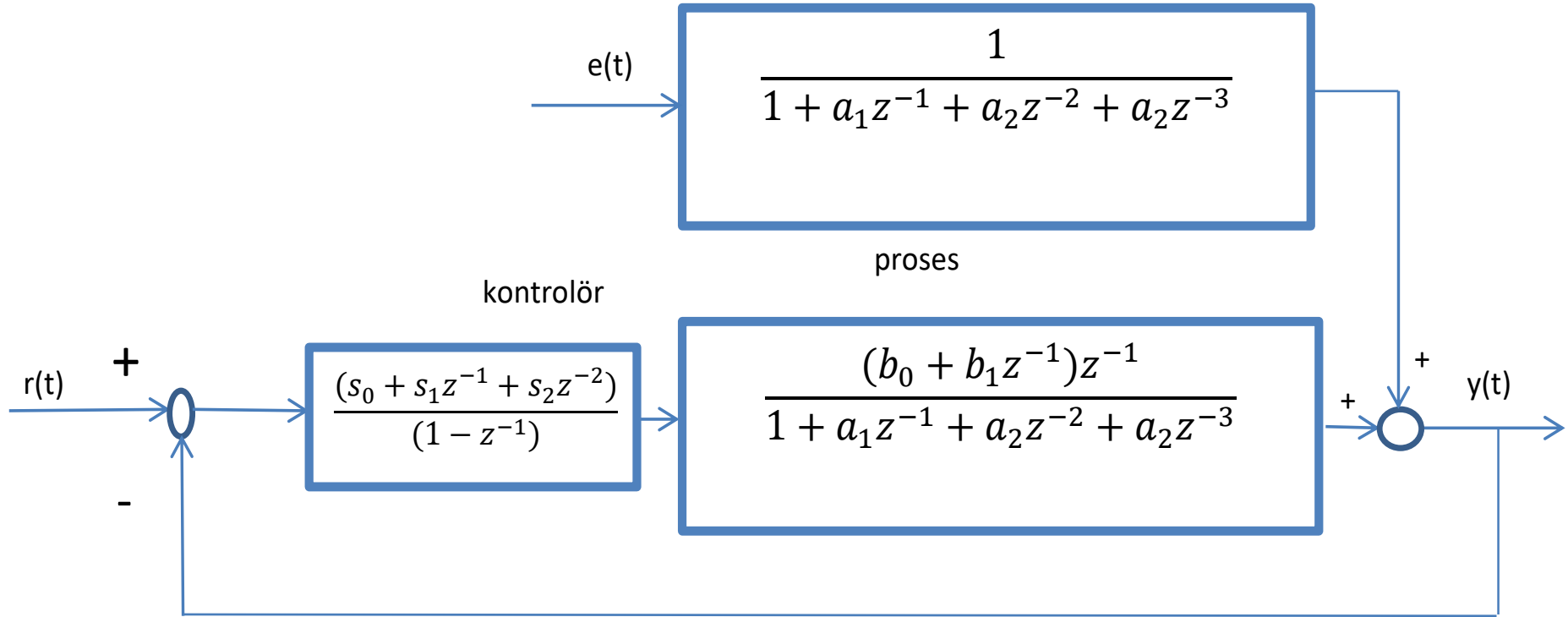
## Kutup yerleştirme, sistem model seçiminin kutup yerleştirmede durumu [1-13]

### Kaynaklar

- [1] Wellstead P. E., Zarrop M.B., 1991, Self-Tuning Systems, Control and Signal Processing, John-Wiley and Sons.
- [2] Coughanowr D., LeBlanc S., 2009, Process Systems Analysis and Control, McGraw-Hill
- [3] Bequette B.W., 2008, Process Control Modelling; Design and Simulation, Prentice-Hall
- [4] Seborg D.E., Mellichamp D. A., Edgar T.F, Doyle F.J., 2011, Process Dynamics and Control , John Wiley and Sons
- [5] Stephanopoulos G., 1984, Chemical Process Control : an introduction to theory and practice, Prentice-Hall
- [6] Hapoğlu H., 1993, Self-tuning Control of Packed Distillation Columns, The University of Wales, Ph.D. Thesia, U.K.
- [7] Bierman, G.J., 1976, Measurement Updating Using The U-D Factorisation, Automatica, 12, 375-382.
- [8] Bierman, G.J., 1977, Factorization Methods for Discrete Sequential Estimation, Academic Press, London, U.K.
- [9] Astrom, K.J., Wittenmark B., 1973, On Self-Tuning Regulators, Automatica 9, 185-199.
- [10] Clarke, D.W., Gawthrop P.J., 1975, Self-Tuning Controller, IEE Proc. 122, 929-934
- [11] Carke D.W., Mohtadi C., Tuffs P.S., 1987, Generalized Predictive Control: Parts i and ii., Automatica 23, 137-160.
- [12] Jacquot R. G., 1981, Modern Digital Control Systems, Dekker, New York, USA
- [13] Wellstead P.E., Zarrop M.B. 1991, Self-Tuning Systems- Control and Signal Processing, J. Willey, W. Sussex, UK.

Kutup yerleştirmeye dayalı kendinden ayarlamalı oransal integral türevsel kontrolör için ayar parametrelerinin belirlenmesi:

Geri beslemeli kontrol blok diyagramı:



Burada A polinomu derecesi  $n_a=3$  , B polinomunun derecesi  $n_b=1$  olarak görülmektedir. Bir örnek alma zaman adımı kadar bir sistem gecikmesi sıfırıncı derece tutucu elementi kullanımından dolayı bulunmaktadır. Gerçek sistem zaman gecikmesi bir örnek alma zaman adımı içinde kalmaktadır.

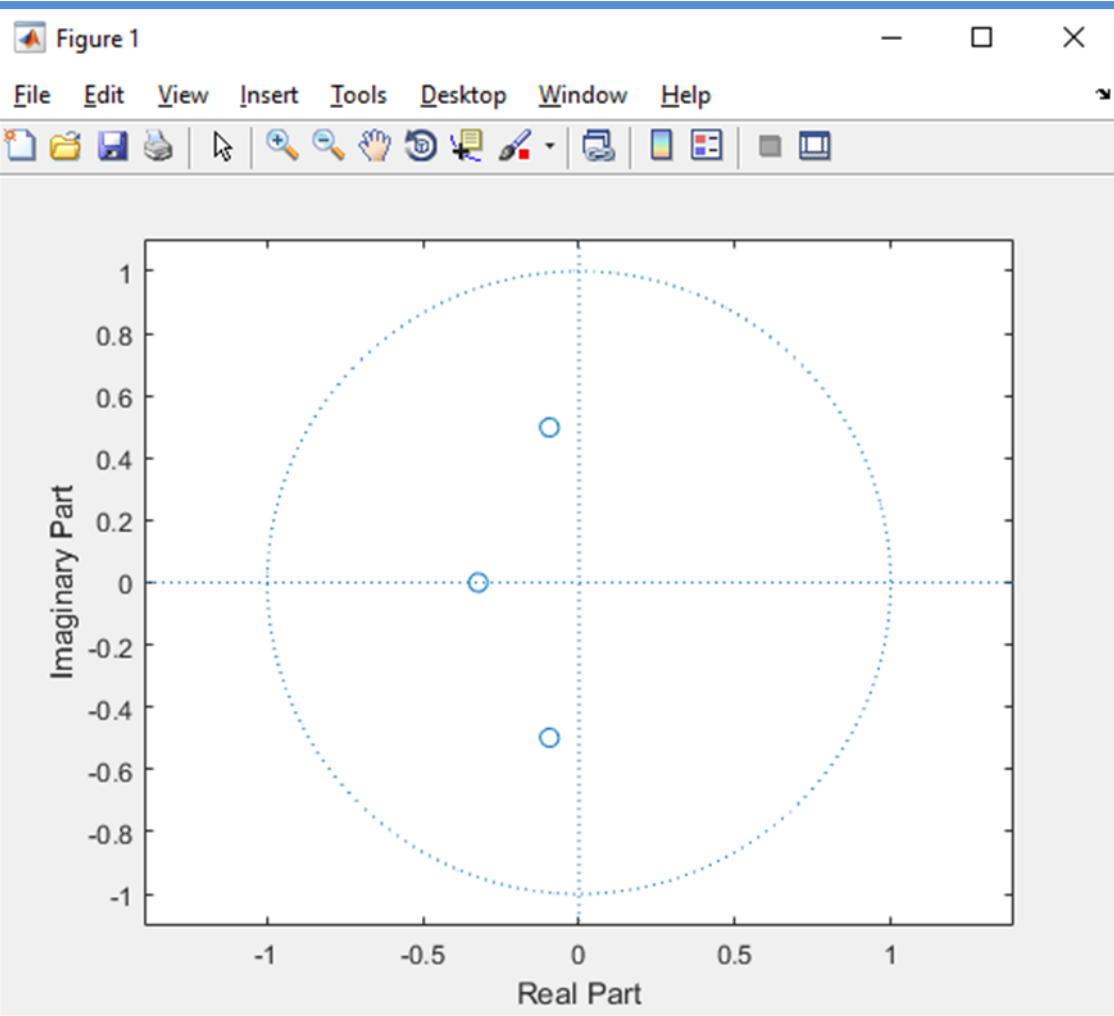
Burada A polinomu katsayıları  $a_1=0.512$ ;  $a_2=0.318$ ;  $a_3=0.083$  olarak veriliyor.

B polinomu katsayıları  $b_0=1.13$ ;  $b_1=0.67$  olarak veriliyor.

$$A = 1 + 0.512z^{-1} + 0.318z^{-2} + 0.083z^{-3}$$

$$B = 1.13 + 0.67z^{-1}$$

Tutucudan kaynaklı bir örnek alma zaman adımı gecikme:  $z^{-1}$



```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

New MATLAB Graphics
MATLAB R2014b introduces many new features. Some
Learn more

>> roots([1 0.512 0.318 0.083])

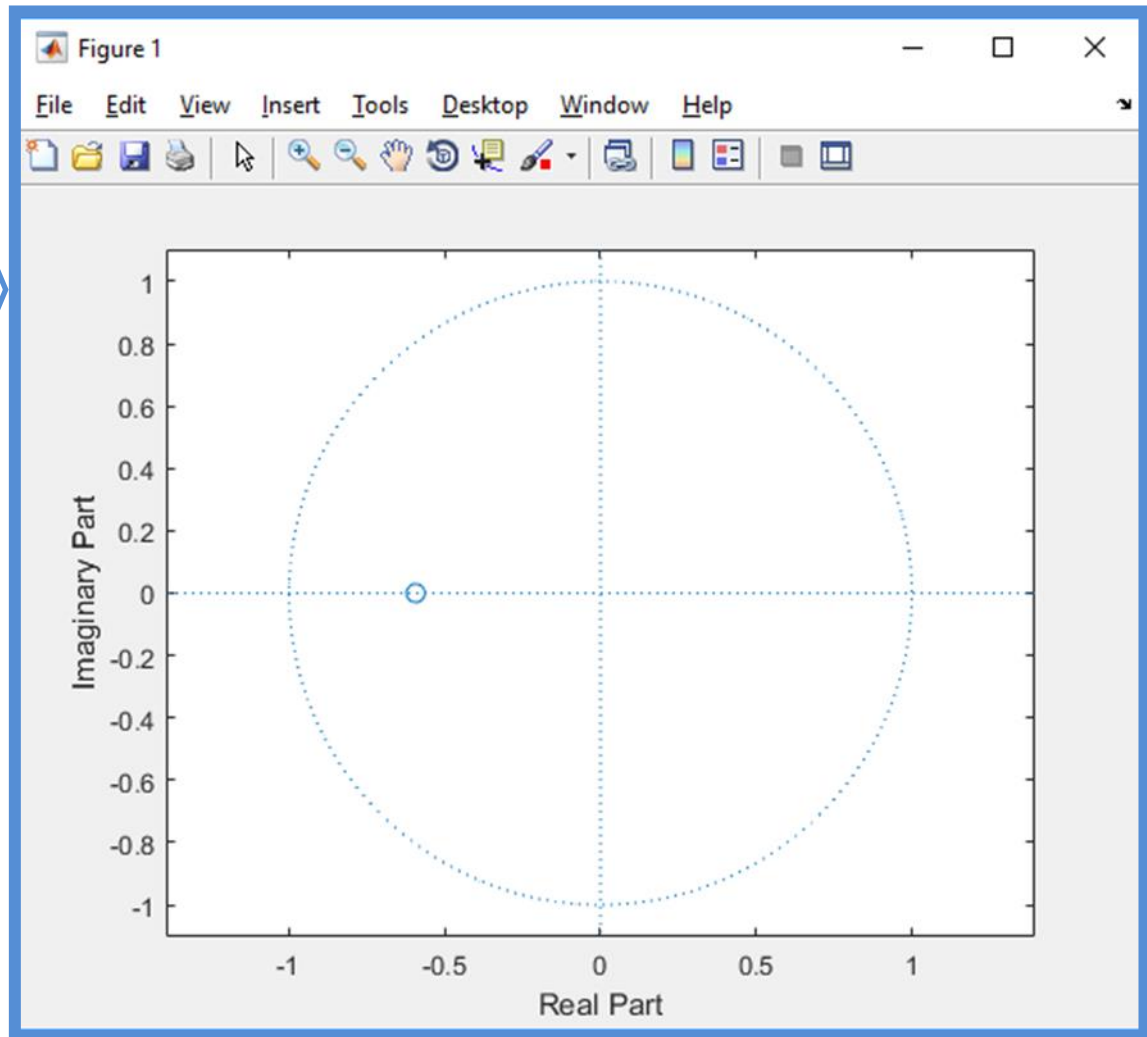
ans =

-0.0945 + 0.4980i
-0.0945 - 0.4980i
-0.3230 + 0.0000i

>> zplane(ans)
fx >>
```

Karar: Tüm sistem kutupları birim çember içinde kontrolsüz sistem kararlıdır.

```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Gettin
New MATLAB
MATLAB R2014b
many new featur
Learn more
>> roots([1.13 0.67])
ans =
-0.5929
>> zplane(ans)
fx >>
```



Karar: kontrolsüz sistem sıfırları birim çember içinde (minimum faz).

Ayrık Zaman Sistem Transfer Fonksiyonu  $e(t)=0$  için:

$$y(t) = \frac{(b_0 + b_1 z^{-1})z^{-1}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3}} u(t)$$

Negatif geri besleme ile kapalı hat kontrol edilen sistem transfer fonksiyonu:

$$y(t) = \frac{(b_0 + b_1 z^{-1})(s_0 + s_1 z^{-1} + s_2 z^{-2})z^{-1}}{(1 + z^{-1})(1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3}) + (b_0 + b_1 z^{-1})(s_0 + s_1 z^{-1} + s_2 z^{-2})z^{-1}} u(t)$$

Burada T polinomu yani karakteristik payda kısmı yeniden düzenlenir:

$$T = (1 + z^{-1})(1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3}) + (b_0 + b_1 z^{-1})(s_0 + s_1 z^{-1} + s_2 z^{-2})z^{-1}$$

T polinomunu genel yapısında parametreleri ile yazarsak:

$$T = 1 + t_1 z^{-1} + t_2 z^{-2} + t_3 z^{-3} + t_4 z^{-4}$$

Her bir T polinomu parametresinin diğer parametrelere bağlı eşitliklerini bulmak üzere yeniden düzenleme yapılır.

$$T = 1 + z^{-1}(a_1 - 1 + b_0 s_0) + z^{-2}(a_2 - a_1 + b_0 s_1 + b_1 s_0) + z^{-3}(a_3 - a_2 + b_0 s_2 + b_1 s_1) + z^{-4}(-a_3 + b_1 s_2)$$

Buradan kendinden ayarlamalı PID kontrolör S polinomu katsayılarını sistem model parametreleri ( $a_i$  ve  $b_i$ ) ve kapalı hat karakteristik polinomu (T) parametreleri ( $t_i$ ) cinsinden yazalım:

$$t_1 = a_1 - 1 + b_0 s_0$$

$$s_0 = \frac{t_1 - a_1 + 1}{b_0}$$

$$t_2 = a_2 - a_1 + b_0 s_1 + b_1 s_0$$

$$s_1 = \frac{t_2 - a_2 + a_1 - b_1 s_0}{b_0}$$

$$t_3 = a_3 - a_2 + b_0 s_2 + b_1 s_1$$

$$s_2 = \frac{t_3 - a_3 + a_2 - b_1 s_1}{b_0}$$

$$t_4 = -a_3 + b_1 s_2$$

$$s_2 = \frac{t_4 + a_3}{b_1}$$

Burada  $t_3$  ve  $t_4$  için yazılacak eşitliklerden sadece  $s_2$  parametresi hesaplanabilir. Bu durum  $t_3$  ile  $t_4$  arasında bir bağıntı olduğunu göstermektedir.

Her iki eşitlikle bulunan  $s_2$  değerleri aynı olmak zorunda olduğundan  $t_3$  ile  $t_4$  arasındaki bağıntı  $s_2$  değerlerini eşitleyerek elde edilir:

$$\frac{t_3 - a_3 + a_2 - b_1 s_1}{b_0} = \frac{t_4 + a_3}{b_1}$$

Burada  $t_1$ ,  $t_2$  ve  $t_3$  değerleri kontrol ayar parametreleri olarak verildiğinde  $t_4$  kendiliğinden bir değer almaktadır. Formül olarak yazarsak:

$$t_4 = \frac{(-a_3 b_0^3 + b_1 t_3 b_0^2 - b_1 a_3 b_0^2 + b_1 a_2 b_0^2 - b_1^2 b_0 t_2 + a_2 b_0 b_1^2 + a_1 b_1^2 b_0 + t_1 b_1^3 - b_1^3 a_1 + b_1^3)}{b_0^3}$$

Kontrol ayar parametresi olarak sadece  $t_1$ ,  $t_2$  ve  $t_3$  değerlerini seçilirse  $t_4$  değeri kendiliğinden oluşur. Buda geri beslemeli kontrol sisteminde bir kutup değerinin kendiliğinden yerleşmesini sağlar.

### **Sağlama yapmak üzere T polinomu parametrelerini yeniden elde edelim:**

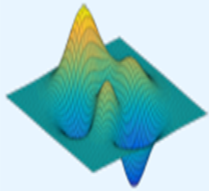
**Şimdi bir önceki örnekte olduğu gibi  $s_0=1.6513$ ;  $s_1=-0.316$  ve  $s_2=0$  değerleri için T polinomunun parametrelerini hesaplayalım:**

$$t_1 = 0.512 - 1 + 1.13 * 1.6513 = 1.377969$$

$$t_2 = 0.318 - 0.512 + 1.13 * (-0.316) + 0.67 * 1.6513 = 0.700651$$

$$t_3 = 0.083 - 0.318 + 0.67 * (-0.316) = -0.44672$$

New to MATLAB? See resources for [Getting Started](#).



### New MATLAB Graphics System

MATLAB R2014b introduces a new MATLAB graphics system with many new features. Some existing code may need to be updated.

[Learn more](#)

```
>> roots([1 1.377967 0.700065 -0.44672 0.324634])
```

```
ans =
```

```
-0.9636 + 0.7876i
```

```
-0.9636 - 0.7876i
```

```
0.2746 + 0.3663i
```

```
0.2746 - 0.3663i
```

```
>> zplane(ans)
```

```
fx >> |
```

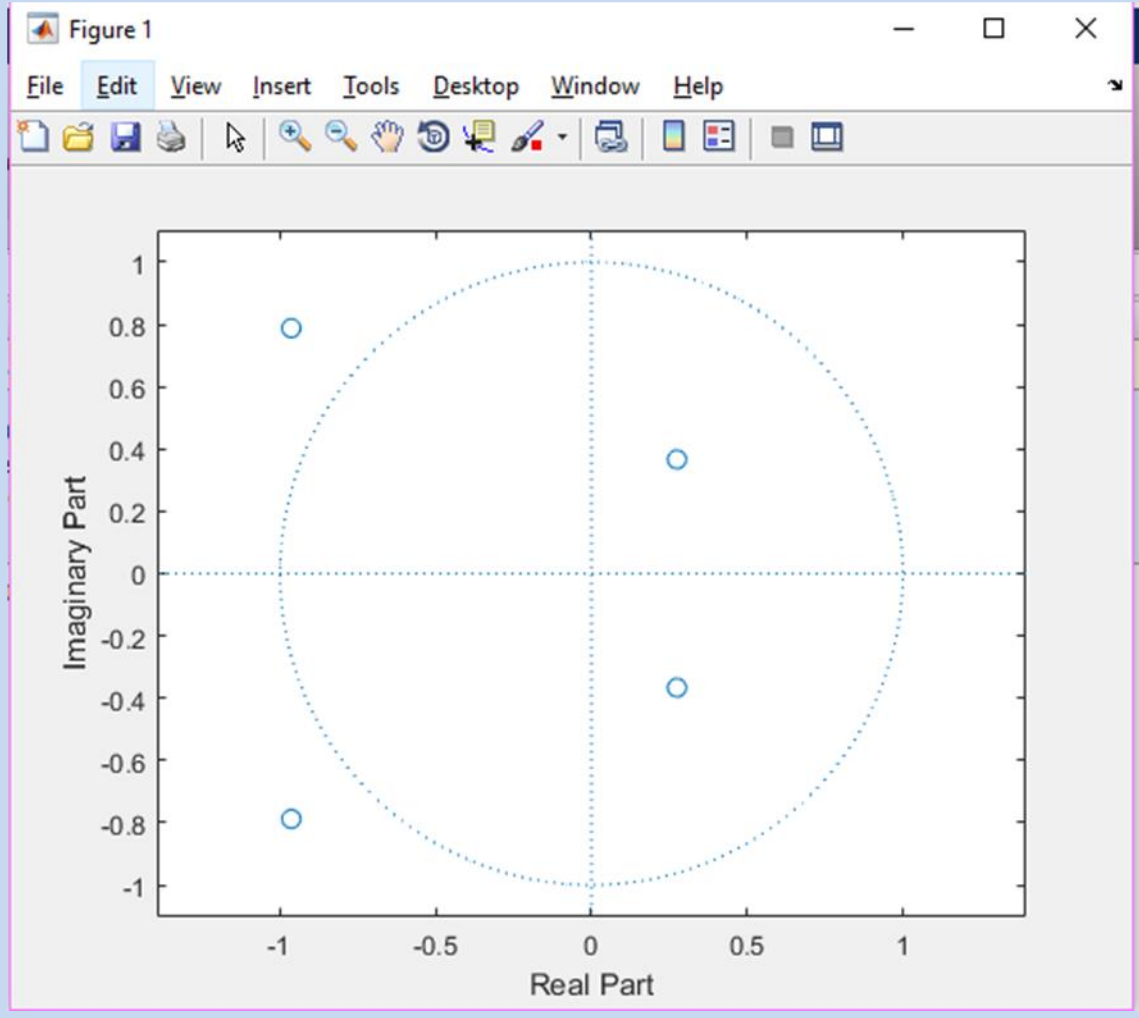
```
>> a1=0.512;
```

```
>> a2=0.318;
```

```
>> a3=0.083;
```

```
>> b0=1.13;
```

```
>> b1=0.67;
```



Karar: Kararsız kapalı hat kontrol sağlanamaz.T polinomunun ilk üç parametresini  $t_1=1.377967$ ,  $t_2=0.700065$ ,  $t_3=-0.44672$  seçmek kararsız duruma neden oluyor.



```
>> t1=0.1;
```

```
>> t2=0.0;
```

```
>> t3=0.0;
```

```
>> A=(-1*a3*(b0)^3)+(b1*t3*(b0)^2)-(b1*a3*(b0)^2);
```

```
>> B=(b1*a2*(b0)^2)-((b1)^2*b0*t2)+(a2*b0*(b1)^2);
```

```
>> C = a1*b1^2*b0 + t1*b1^3 + b1^3*a1 + b1^3;
```

```
>> t4=(A+B+C)/b0^3
```

```
t4 =
```

```
0.6841
```

```
>> roots([1 t1 t2 t3 t4])
```

```
ans =
```

```
-0.6688 + 0.6423i
```

```
-0.6688 - 0.6423i
```

```
0.6188 + 0.6424i
```

```
0.6188 - 0.6424i
```

```
>> zplane(ans)
```

Karar: Bu ayar parametre seçimi kararlı kapalı hat kontrol sağlar. Karakteristik polinomun T 'in ilk üç parametresini  $t_1=0.1$ ,  $t_2=0.0$ ,  $t_3=0.0$  olarak seçmek kararlı yapı sağlar ancak etkinlik dalgalı davranış nedeni ile iyi olmayabilir. Burada  $t_4 = 0.6841$  değerinin kendiliğinden bir değer alması kontrol ayar parametrelerinin uygun seçimini zorlaştırmaktadır. Kutup yerleştirmeye dayalı kontrol çalışmalarından kutupların yerleşimi etkinlik üzerinde önemli rol alır. Maliyet fonksiyonu minimize etmeye dayalı kontrol çalışmalarında yine dolaylı yoldan kapalı hat sistem kutupları uygun yerleşim sağlamak zorundadır.

