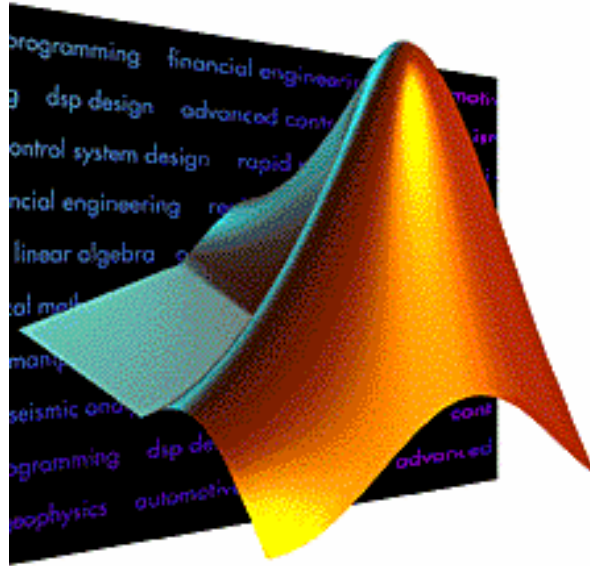


"MATLAB" KULLANIM KILAVUZU

304 Bilgisayar Destekli Kontrol Sistemleri (4 0 0) – 4



Hazırlayanlar

Ars.Gör.Tolga Ensari & Öğr.Gör.Koray Özpolat
Istanbul Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
2002-2003 Güz Yarıyılı, Ekim 2002

İÇİNDEKİLER

- BÖLÜM 1** : MATLAB Kullanimi ve Matris Islemleri
- BÖLÜM 2** : Grafik ve Egri Çizimleri
- BÖLÜM 3** : MATLAB ile Programlama
- BÖLÜM 4** : Kontrol Sistemlerinde Zaman-Frekans Analizi
- EK (Tablo)** :MATLAB Komutlari ve Matris Fonksiyonlari Tablosu

NOT: “ MATLAB Kullanim Kilavuzu ” nda ilk 3 bölüm genel kullanimla alakali bilgiler içermektedir. Son bölüm ise “ Bilgisayar Destekli Kontrol Sistemleri ” dersi içerigine göre hazirlanmistir.

BÖLÜM 1 : MATLAB KULLANIMI ve MATRIS ISLEMLERİ

“Matlab” programı (MATrix LABoratory 'nin ilk üç harfleri alınarak isimlendirilmiştir.) mühendislik uygulamalarının, hesaplamalarının ve simülasyonlarının çoğunun gerçekleştirildiği matris ve matematik tabanlı kompleks bir programdır. Her türlü grafiksel sonuçlar istenilen tarzda alınabildiği için kullanım alanı çok geniştir. Ayrıca MATLAB versiyonlarından en az 6.0 ve üzeri olanlarının kullanılması güncellik açısından daha yararlı olacaktır.

Bu bölümde programı kullanmaya başlamak için giriş komutları, matematiksel fonksiyonlar ve matris operatörleri anlatılacaktır. Ayrıca kılavuzun en son kısmında da en çok kullanılan matris komutları ve fonksiyonları tablo halinde verilmiştir.

help 'fonksiyon ismi'

komutu yazıldığında yardım istenilen fonksiyon hakkında detaylı bilgiye ulaşılabilmektedir.

help help

yazıldığında ise on-line olarak yardım kılavuzunun nasıl kullanılacağı hakkında bilgilere ulaşılabilmektedir.

-- Matris Operatörleri :

Aşağıda verilen simgeler matris işlemlerinde kullanılmaktadır:

+	Toplama
-	Çıkarma
*	Çarpma
^	Kuvvet alma
'	Konjüge transpozunu alma

-- Mantık ve İlişki Operatörleri :

<	Küçük	&	Ve
<=	Küçük eşit		Veya
>	Büyük	~	Değil
~=	Eşit değil		

-- Baslangiç olarak komut satirina :

date

yazilrsa program tarafından geçerli olan tarih alınacaktır.Yani :

ans=
30-Oct-2002

-- MATLAB bir islemin sonucunu ans= seklinde gösterir. (ans = answer = cevap)

-- MATLAB programından çıkmak için ise exit veya quit yazmak yeterli olacaktır.

-- En son yazılan komutların hepsine üst ve alt yön tuşlarına dokunarak kolay bir şekilde ulaşılabilir.

-- En son tanımlanan herhangi bir 'x' değeri için yapılan işlemlerden sonra bu 'x' değeri komut satirina yazilip enter tusuna basilrsa daha önce neye karşılık olarak tanımlandığı ekrana yazılacaktır.

-- $nx1$ veya $1xn$ boyutunda vektör tanımlamak için :

$x=[1\ 2\ 3\ -4\ -5]$ veya

$X=[1,2,3,-4,-5]$ yazılmalıdır.

Yukarıdaki iki yazım biçiminden okuma kolaylığı olması için ilk yazılan tip kullanılacaktır.

-- Tanımlanan bu satir vektörünü sütun vektörüne dönüştürmek için :

$y=x'$ yazilrsa ekranda görülen deger asagidaki gibi olacaktır:

y=
1
2
3
-4
-5

-- Matris tanımlamak için aşağıdaki A matrisi verilmiş olsun :

$$A = \begin{bmatrix} 1.2 & 10 & 15 \\ 3 & 5.5 & 2 \\ 4 & 6.8 & 7 \end{bmatrix}$$

Bu matrisi MATLAB'e tanıtmak için şu şekilde yazılmalıdır :

$$A = [1.2 \ 10 \ 15 ; 3 \ 5.5 \ 2 ; 4 \ 6.8 \ 7]$$

Yani her satırın sonunun neresi olduğunu konulan noktali virgül isareti temsil etmektedir.

-- Örnek olarak aşağıdaki B matrisini tanıtmak için :

$$B = \begin{bmatrix} 1 & e^{-0.02} \\ \sqrt{2} & 3 \end{bmatrix}$$

$$B = [1 \ \exp(-0.02); \ \text{sqrt}(2) \ 3] \text{ şeklinde yazılmalıdır.}$$

Ekranda ise şu şekilde görülecektir:

$$B = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.9802 \\ 1.4142 & 3.0000 \end{bmatrix}$$

-- Apostrofi isareti (') matrisin konjüge transpozisinin alınmasına yarar. Eğer matris reel bir matris ise basit olarak transpoze alım işlemi olarak da tanımlanabilir..

Yeni bir A matrisi tanımlayalım :

$$A = [1 \ 2 \ 3 ; 4 \ 5 \ 6 ; 7 \ 8 \ 9]$$

Ekranda görülecek matris şu şekilde olacaktır :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

Bu matrisin transpozmesini almak için :

$C = A'$ yazılırsa ekranda görülecek transpoze değeri :

$$C = \begin{matrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{matrix}$$

-- Kompleks sayıların girilmesi için ise $i^2 = -1$ denkleminin kökü i veya j olarak tanımlanır.

Örnek olarak $1+j\sqrt{3}$ değerini tanıtmak için :

$$X = 1 + \sqrt{3} * i \quad \text{veya}$$

$$X = 1 + \sqrt{3} * j \quad \text{olarak yazılmalıdır.}$$

Bu kompleks sayı üstel formatta da yazılabilmektedir :

$$1 + j\sqrt{3} = 2 \exp[(\pi/3) * j]$$

Bu durumda komut satırına aşağıdaki ifade yazılacaktır :

$$x = 2 \exp[\pi/3 * j]$$

i ve j daha önceden değişken olarak kullanılmısa tanımlama için ii ve jj kullanılacaktır. Yani :

$$ii = \sqrt{-1}$$

$$jj = \sqrt{-1}$$

Dolayısıyla aşağıdaki yazım da mümkün olmaktadır :

$$X = 1 + \sqrt{3} * ii$$

$$X = 1 + \sqrt{3} * jj$$

-- Kompleks matris tanımlamak için aşağıdaki X matrisi verilmiş olsun:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & j \\ -j5 & 2 \end{bmatrix}$$

Komut satırına ise şu şekilde girilecektir :

$$X = [1 \ j; -j5 \ 2]$$

Bu durumda ekranda görülecek değer :

$$X = \begin{bmatrix} 1.0000+0 & 0+1.0000i \\ 0-5.0000i & 2.0000+0 \end{bmatrix}$$

Y = X' komutu yazılırsa :

$$Y = \begin{bmatrix} 1.0000+0 & 0+5.0000i \\ 0-1.0000i & 2.0000+0 \end{bmatrix}$$

iletisi ekranda okunacaktır.

Daha önce de belirtildiği gibi yukarıdaki işlem konjüge transpoze olarak algılanmaktadır. Eğer sadece transpoze alınacaksa (konjügesiz) komut şu şekilde yazılmalıdır :

$$Y.' \quad \text{veya} \quad \text{conj}(Y')$$

Bu durumda ekranda görülecek değerler :

$$\text{ans} = \begin{bmatrix} 1.0000+0 & 0-1.0000i \\ 0+5.0000i & 2.0000+0 \end{bmatrix}$$

-- Toplama ve çıkarma işlemlerinin yapılması için aşağıdaki M ve N matrisleri verilmiş olsun :

$$M = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \\ 6 & 7 \end{bmatrix} \quad N = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 3 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$$

Bu degerleri ekrana girmek için:

$$M = [2 \ 3 ; 4 \ 5 ; 6 \ 7]$$

$$M = \begin{array}{cc} 2 & 3 \\ 4 & 5 \\ 6 & 7 \end{array}$$

$$N = [1 \ 0 ; 2 \ 3 ; 0 \ 4]$$

$$M = \begin{array}{cc} 1 & 0 \\ 2 & 3 \\ 0 & 4 \end{array}$$

Toplama islemi için:

$$C = M+N$$

$$C = \begin{array}{cc} 3 & 3 \\ 6 & 8 \\ 6 & 11 \end{array}$$

Eger x vektörü su asagidaki gibi verilirse :

$$X = \begin{array}{c} 5 \\ 4 \\ 6 \end{array}$$

Bu vektörü su sekilde tanitmak gerekir :

$$X = [5 ; 4 ; 6]$$

Örneğin $T = X^{-1}$ gibi islemi gerçeklestirmek için :

$$T = X^{-1}$$
$$T = \begin{array}{c} 4 \\ 3 \\ 5 \end{array}$$

-- Matris çarpımı daha önce de belirtildiği gibi * çarpma operatörüyle yapılmaktadır. Aşağıdaki örnek incelenirse çarpmanın da tanımı gereği çarpılan matrislerin boyutlarının uyuması gerekmektedir. Aksi takdirde çarpma işlemi yapılmayacak ve hata mesajı verilecektir.

x = [1 ; 2 ; 3]; y = [4 ; 5 ; 6]; A = [1 1 2 ; 3 4 0 ; 1 2 5]

x'*y

ans =
32

x*y'

ans =
4 5 6
8 10 12
12 15 18

b = A*x

b =
9
11
20

Bunların dışında matris bir skalar değerle de çarpılabilir :

5*A

ans =
5 5 10
15 20 0
5 10 25

-- Matris üssü (expm(A)) $n \times n$ matrise uygulanır. Matematiksel tanımı ise şu şekildedir:

$$\text{expm}(A) = I + A + \frac{A^2}{2!} + \frac{A^3}{3!} + \dots$$

Eğer A kompleks bir matris ise abs(A) değeri de kompleks modül değerler üzerinden hesaplanacaktır. Yine matematiksel ifadesine bakalım :

$$\text{abs}(A) = \sqrt{\text{real}(A).^2 + \text{imag}(A).^2}$$

$\text{angle}(A)$ ise faz açılarını radyan cinsinden A kompleks matrisi için hesaplamaktadır. Burada tanım değerleri $-?$ ve $+?$ arasında kabul edilmektedir.

Sonuç olarak verilen bir K matrisi için aşağıdaki uygulama incelenebilir :

```
A = [2+2*i    1+3*i ; 4+5*i    6-i];  
abs(A)
```

```
ans =  
    2.8284    3.1623  
    6.4031    6.0828
```

```
angle(A)
```

```
ans =  
    0.7854    1.2490  
    0.8961   -0.1651
```

-- Kompleks bir sayının modülü ve faz açısını bulmak için :

$$z = x + iy = re^{iT}$$

$$r = \text{abs}(z)$$

$$\theta = \text{angle}(z)$$

$$z = r \cdot \exp(i \cdot \theta)$$

-- Bir vektörün elemanlarının teker teker karesinin alınması işlemi şu şekilde yapılmaktadır :

```
x = [1  2  3];  
x.^2
```

```
ans =  
    1    4    9
```

Eğer kompleks sayılar mevcut ise :

```
y = [2+5*i    3+4*i    1-i];  
y.^2
```

```
ans =  
 -21.0000+20.0000i   -7.0000+24.0000i    0-2.0000i
```

2x2 bir kare matris olursa yine aynı şekilde :

$$A = [1 \ 2 ; 3 \ 4];$$
$$A.^2$$

$$\text{ans} =$$
$$\begin{array}{cc} 1 & 4 \\ 9 & 16 \end{array}$$

-- Eleman elemana çarpma işlemi için çarpma operatörünün önüne bir nokta isareti (.) konmaktadır :

$$x = [1 \ 2 \ 3], \ y = [4 \ 5 \ 6]$$
$$z = [x.y]$$
$$z = [4 \ 10 \ 18]$$

Bir örnek daha verilirse :

$$A = \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 9 & 8 \end{array} \quad B = \begin{array}{ccc} 4 & 5 & 6 \\ 7 & 6 & 5 \end{array}$$

$$C = A.*B$$

$$C =$$
$$\begin{array}{ccc} 4 & 10 & 18 \\ 7 & 54 & 40 \end{array}$$

-- Bir matrisin tüm elemanlarının tek tek karesini almak için :

$$A=[1 \ 2 \ 3 \ 4]$$

$$A.^2$$

$$\text{ans} =$$

$$1 \ 4 \ 9 \ 16$$

-- Eleman elemana bölme için ise :

$$u = x./y$$

```
u =
    0.2500  0.4000  0.4000
    0.1429  1.5000  1.6000
```

-- Bir matrisin tersini bulmak için inv(A) komutu kullanilir :

```
A = [0 1 0;0 0 1;-6 -11 -6];
inv(A)
```

```
ans =
   -1.8333   -1.0000   -0.1667
    1.0000    0.0000    0.0000
    0.0000    1.0000    0.0000
```

-- Çesitli komutlar ve durumlar tek bir sirada virgöl (,) veya noktali virgöl ile (;) ayrilarak yazilabilir.

-- Çikis formatini istedigimiz uzunlukta elde edebiliriz. Eger matris elemanlari tamsayi ise bu durum sonuçata bir degisiklik yapmayacaktır. Bunun için asagidaki komutlari kullanmak gerekmektedir :

```
format short
format long
```

```
x = [1/3    0.00002];
x
```

```
x =
    0.3333    0.0000
```

```
format short; x
```

```
x =
    0.3333    0.0000
```

```
format long; x
```

```
x =
0.3333333333333333    0.000020000000000000
```

-- 1'den 5'e kadar sayilari 0.5'lik araliklarla yazdirmak istersek iki nokta'yi (:)
kullanmak yeterli olacaktır :

```
t =  
    1    2    3    4    5
```

```
t = 1:0.5:3
```

```
t =  
    1.0000    1.50000    2.0000    2.50000    3.0000
```

Düzgün azalan biçimde yazdirirsak :

```
t = 5:-1:2
```

```
t = 5  4 3 2
```

-- Bir matrisin i. satirini veya j. sütununu görüntülemek için asagida tanımlanan A
matrisini komutlariyla inceleyelim :

Asagidaki A matrisinin 2. satiri görüntülemek için : $A(i, :)$

```
A = [0 1 0;0 0 1;-6 -11 -6]  
A(2 , :)
```

```
ans =  
    0  0  1
```

A matrisinin 3. sütununu görüntülemek için :

```
A(:, 3)
```

```
ans =  
    0  
    1  
   -6
```

-- Bir matrisin (i,j) ninci elemanini bulmak için :

```
k = A(3,3)
```

```
k = -6
```

-- Bir matrisin boyutlarini öğrenmek için size(A) komutu, rankini bulmak için rank(A) kullanilir.

```
A=  
  2  3  2  
  5  4  1  
  2  6  8
```

```
size(A)
```

```
ans =  
     3     3
```

```
rank(A)
```

```
ans =  
     3
```

-- Bir matrisin determinantini bulmak için det(A) komutu kullanilir.

```
A=  
  2  3  2  
  5  4  1  
  2  6  8
```

```
det(A)
```

```
ans =  
    -18
```

-- Bir matrisin normunu bulmak için ise norm(x) yazmak gerekmektedir. Matematiksel norm ifadesini verecek olursak :

$$\text{norm}(x) = \sum(\text{abs}(x).^2)^{0.5}$$

```
x = [2  3  6]  
norm(x)
```

```
ans =  
     7
```

-- Bir matrisin özdeğerlerini bulmak için eig(A) komutu kullanılır :

$$A = [0 \ 1 \ ; \ -1 \ 0]$$
$$\text{eig}(A)$$

$$\text{ans} =$$
$$0+1.0000i$$
$$0-1.0000i$$

-- Öz vektörleri bulmak da tek satırlık bir işlem gerektirmektedir. Aslında özvektörleri bulmak için verilen $[X,D] = \text{eig}(A)$ komutu aynı zamanda öz değerleri de bulduğu için her iki bilgiye aynı anda ulaşma imkanı olmaktadır :

$$A = [0 \ 1 \ 0 \ ; \ 0 \ 0 \ 1 \ ; \ -6 \ -11 \ -6]$$
$$[X,D] = \text{eig}(A)$$

$$X =$$
$$\begin{matrix} -0.5774 & 0.2182 & -0.1048 \\ 0.5774 & -0.4364 & 0.3145 \\ -0.5774 & 0.8729 & -0.9435 \end{matrix}$$

$$D =$$
$$\begin{matrix} -1.0000 & 0 & 0 \\ 0 & -2.0000 & 0 \\ 0 & 0 & -3.0000 \end{matrix}$$

Burada X sonuç matrisinin her bir sütunu verilen A matrisinin bir öz değerini göstermektedir.

D sonuç matrisinin diyagonalindeki (köşegenindeki) elemanların her biri de verilen A matrisinin özdeğerlerini göstermektedir.

Verilen es boyutlu farklı iki A ve B gibi matrisin genelleştirilmiş öz değerlerini ve öz vektörlerini bulmak için ise $[X,D] = \text{eig}(A,B)$ komutu yazılmalıdır.

-- Karakteristik denklemi bulmak için poly(A) komutu kullanılır.

$$A = [0 \ 1 \ 0 \ ; \ 0 \ 0 \ 1 \ ; \ -6 \ -11 \ -6]$$

$$p = \text{poly}(A)$$

$$p =$$
$$1.0000 \quad 6.0000 \quad 11.0000 \quad 6.0000$$

Burada görülen sonuç katsayıları karakteristik denklemin katsayılarıdır. Yani :

$$s^3 + 6s^2 + 11s + 6 = 0$$

-- Bir polinomun köklerini bulmak için roots(a) komutu yazılmalıdır. Yukarıdaki karakteristik denklemin köklerini bulmak istersek :

$$r = \text{roots}(p)$$

$$r =$$

-3.0000
-2.0000
-1.0000

-- Polinomların çarpımı için conv(a,b) komutu kullanılır.

$$a(s) = s^2 - 20.6$$
$$b(s) = s^2 + 19.6s + 151.2$$

a(s) ve b(s) polinomlarını çarpmak için :

$$a = [1 \ 0 \ -0.26]; \quad b = [1 \ 19.6 \ 151.2]$$
$$c = \text{conv}(a,b)$$

$$c =$$

1.0e+003				
0.0010	0.0196	0.1306	-0.4038	-3.1147

Dolayısıyla çarpım sonucu şu şekilde yazılabilir :

$$c(s) = s^4 + 19.6s^3 + 130.6s^2 - 403.8s - 3114.7$$

-- Bir polinomda herhangi bir tamsayı değerini hesaplamak için polyval(c) komutu kullanılır :

$$p(s) = 3s^2 + 2s + 1$$

$$p = [3 \ 2 \ 1];$$
$$\text{polyval}(p,5)$$

$$\text{ans} =$$

86

-- 1 ve 0 sayılarının istenilen matrisel boyutta çabuk olarak üretilebilmesi için ones(m,n) ve zeros(m,n) komutları kullanılabilir :


```
ones(2,2)
```

```
ans =
```

```
 1  1
 1  1
```

```
zeros(3,3)
```

```
ans =
```

```
 0  0  0
 0  0  0
 0  0  0
```

-- Birim matris de eye(n) komutuyla istenilen boyutta olusturulabilir :

```
eye(5)
```

```
ans =
```

```
 1  0  0  0  0
 0  1  0  0  0
 0  0  1  0  0
 0  0  0  1  0
 0  0  0  0  1
```

-- Bir matrisin köşegenindeki elemanlari listelemek için diag(A) komutu kullanilir :

```
A = [1 2 3 ; 4 5 6 ; 7 8 9] ;
```

```
diag(A)
```

```
ans =
```

```
 1
 5
 9
```

Köşegenin elemanlari haricindeki matris bileşenleri 0 olarak göstermek istersek :

```
diag(diag(A))
```

```
ans =
```

```
 1  0  0
 0  5  0
 0  0  9
```

Köşegen matrisi oluşturmayla alakalı aşağıdaki diğer örnekler de incelenebilir :

```
diag(1:5)
```

```
ans =
```

```
1    0    0    0    0
0    2    0    0    0
0    0    3    0    0
0    0    0    4    0
0    0    0    0    5
```

```
diag(0:4)
```

```
ans =
```

```
0    0    0    0    0
0    1    0    0    0
0    0    2    0    0
0    0    0    3    0
0    0    0    0    4
```

```
[diag(1:5) - diag(0:4)]
```

```
ans =
```

```
1    0    0    0    0
0    1    0    0    0
0    0    1    0    0
0    0    0    1    0
0    0    0    0    1
```

-- Bir matrisi rastgele olarak oluşturmak için `rand(n)` komutu kullanılır. 0 ile 1 arasındaki sayıları alır.

```
rand(4)
```

```
ans =
```

```
0.3654 0.6739 0.3603 0.0493
0.1400 0.9994 0.5485 0.5711
0.5668 0.9616 0.2618 0.7009
0.8230 0.0589 0.5973 0.9623
```

ALISTIRMALAR

1- Sin(x) 'i ilk 10 terim kullanarak bulan bir Matlab programi yaziniz. X açi degerinin derece olarak kullanicidan alip sin(x)'i bulunuz ?

$$\text{Sin}(x) = x - x^3/3! + x^5/5! - x^7/7! + x^9/9! - \dots$$

2- Yerden V_0 hiziyla ve T açisiyla firlatilan bir bir topun $t = 0,1,2,\dots,10$ saniye boyunca hareket bilgilerini veren.Sema T, V_x , V_y bilgilerini her saniyede görüntüleyebilmelidir.

Not1: Gerekli formüller asagida siralanmistir.($g = 10 \text{ m/s}^2$, Yer çekimi ivmesi)

$$V_x = V_0 \cos(T) ; V_y = V_0 \sin(T) - gt ; V = (V_x^2 + V_y^2)^{1/2}$$

Not2: Topun tüm hareketi boyunca yerden yeterince yüksekte oldugunu varsayiniz.

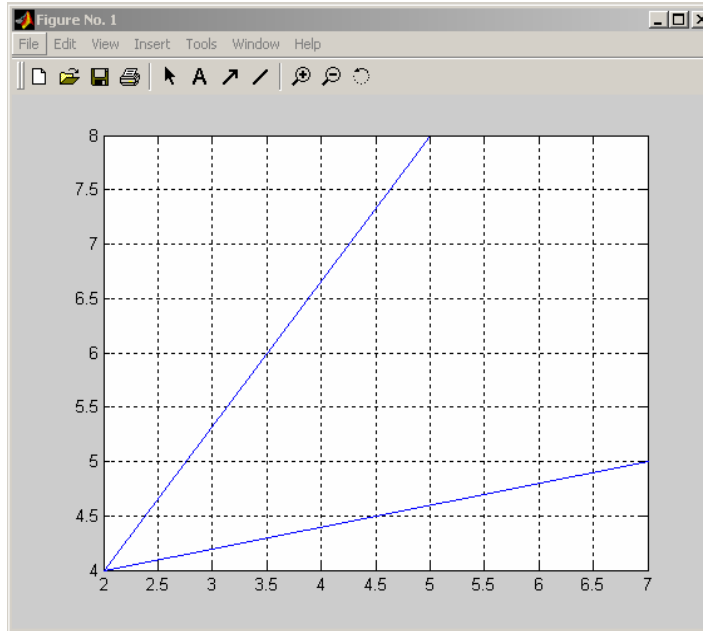
BÖLÜM 2 : GRAFIK ve EGRI ÇIZIMLARI

-- x ve y vektörleri aynı boyutta ise bu vektörleri ekrana çizdirmek için `plot(x,y)` komutu kullanılır.

```
A =[ 7 2 5];  
B =[ 5 4 8 ];  
plot(A,B);  
grid
```

Bu durumda grafik ekrana aşağıda gösterildiği gibi otomatik olarak çizilecektir :

Ayrıca `plot(X,Y,'x')` komutu çizilen eğriyi 'x' karakterini kullanarak çizmektedir.



-- Aşağıda grafik çizimiyle ilgili bazı özellikler sıralanmıştır :

`x=3:0.5:10`

Seçilen bir parametreye göre (burada x parametresi seçilmiştir) çizdirilmesi planlanan eğrinin sınırları yukarıdaki gibi yazılır. 3 ve 10 değerleri çizdirilmek istenen aralığı, ortadaki 0.5 değeri artış miktarını göstermektedir.

`grid`

Grafik arka yüzünün ölçekli olarak gösterilmesini sağlar.

`title('...')`

Çizilen grafiğe başlık yazmak için kullanılır.

`xlabel('...')`

Çizilen grafiğin x-eksenine istenilen açıklamayı yazmak için kullanılır.

ylabel('...')

Çizilen grafiğin y-eksenine istenilen açıklamayı yazmak için kullanılır.

text('X,Y,'text')

Grafik ekranı üzerine istenilen koordinatlar dahilinde herhangi bir açıklama yazmak için kullanılır.

. + * o x

İstenildiği takdirde çizilen eğrinin düz çizgi olarak değil de farklı karakterlerle çizdirilebilir. Bunlar için ise yukarıda gösterilen nokta, artı, yıldız, yuvarlak ve x karakterleri kullanılır. Bu karakterleri plot() komutu içerisinde '+' şeklinde yazmak yeterli olacaktır.

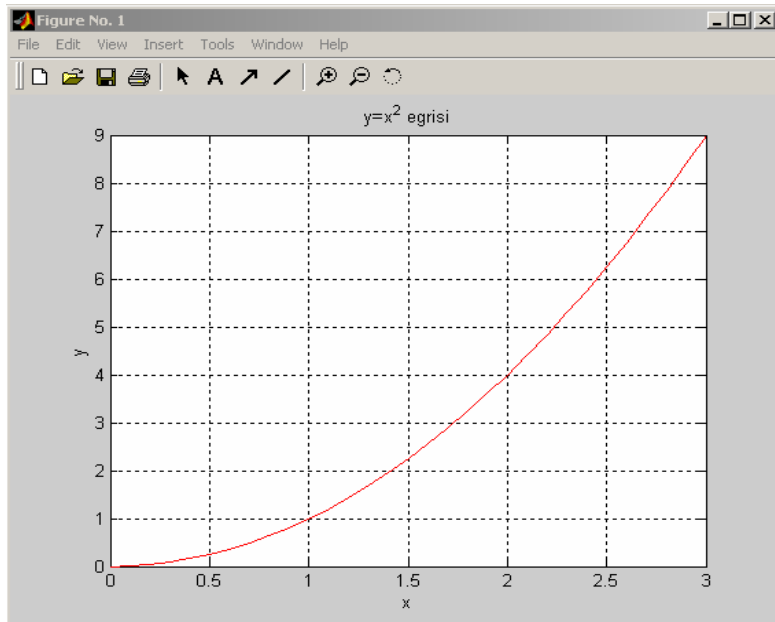
r g b w i

Çizilen eğrinin rengi de yukarıda gösterilen kısaltmalarla değiştirilebilir. Burada 'r' kırmızı renk (red), 'g' yeşil renk (green), 'b' mavi renk (blue), 'w' beyaz renk (white) ve 'i' ise (invisible) olarak kısaltımıştır.

Not : Bu özellikler ve daha farklı görüntü özellikleri grafik ekranı üzerindeki "Insert" ve "Tools" menüleri aracılığıyla komut satırını kullanmadan da yapılabilmektedir.

-- Aşağıdaki örnekte ise $y = x^2$ eğrisini 0 ve 3 aralığında çizdirelim :

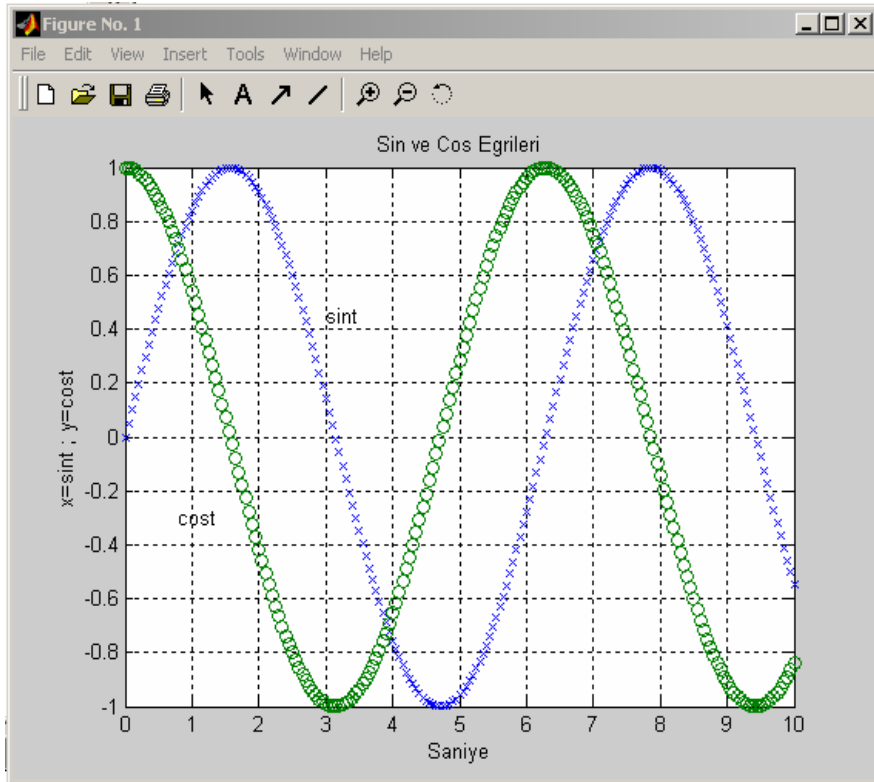
```
x = 0:0.1:3;  
y = x.^2;  
plot(x,y,'r');  
title('y=x2 eğrisi');  
xlabel('x');  
grid;  
ylabel('y')
```



-- Birden fazla egriyi tek bir grafik ekranı üzerinde görmek için çizdirilmesi istenen eğriler aynı plot(...) komutu içinde yazılmalıdır.

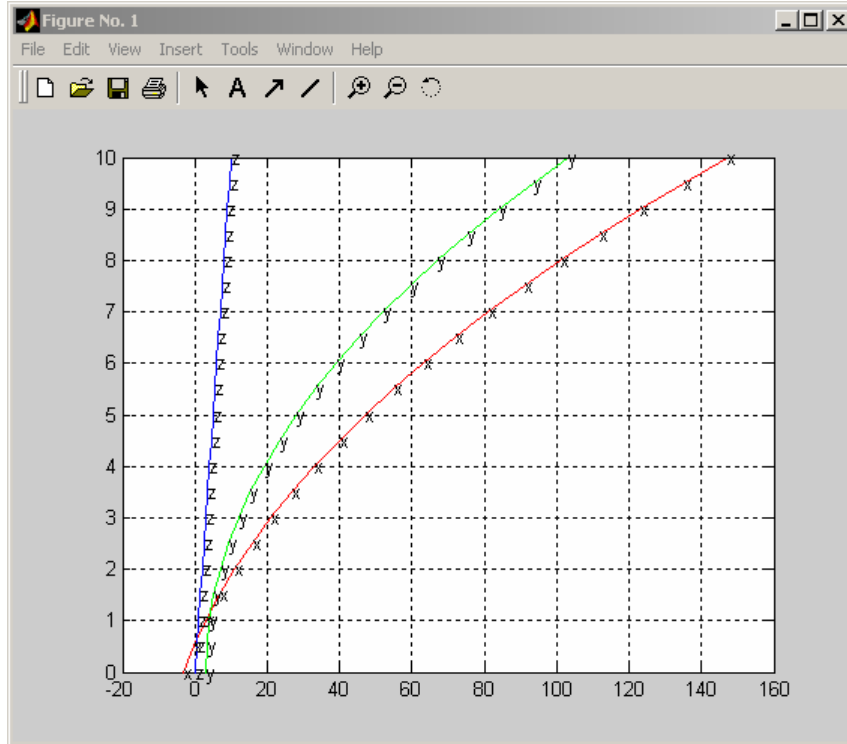
-- Birden fazla egriyi üst üste çizme uygulaması olarak aşağıdaki örnekte $\sin(x)$ ve $\cos(x)$ eğrileri tek bir grafik ekranı üzerinde çizdirilmiştir :

```
t = 0:0.05:10;  
x = sin(t);  
y = cos(t);  
plot(t,x,'x',t,y,'o');  
grid;  
title('Sin ve Cos Eğrileri');  
xlabel('Saniye');  
ylabel('x=sint ; y=cost');  
text(3,0.45,'sint');  
text(0.8,-0.3,'cost')
```



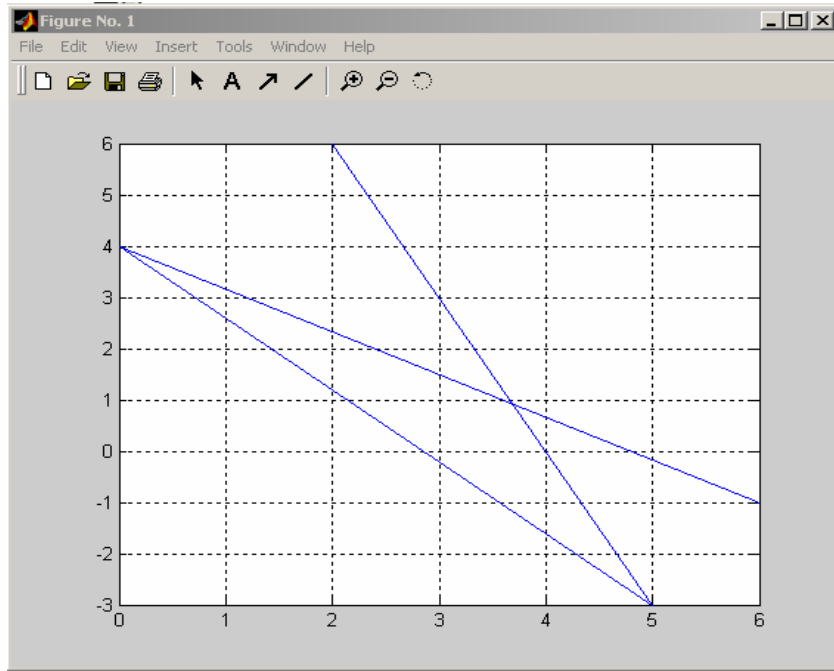
-- Asagidaki örnekte ise 3 farkli egri çizdirilmiştir :

```
t=0:0.5:10;  
x=t^2+5*t-3;  
y=t.^2+3;  
z=t;  
plot(x,t,'r',y,t,'g',z,t,'b');  
grid;  
title('3 Farkli Grafigin Cizimi');  
xlabel('Giris Degerleri');  
ylabel('Cikis Degerleri');  
text(x,t,'x');  
text(y,t,'y');  
text(z,t,'z')
```



-- Kompleks vektörlerin çiziminde $\text{plot}(z)$ ifadesi kullanılır. Çizim işleminde ise reel ve imajiner kısımlar ayrı ayrı ikili noktalar olarak kabul edilir :

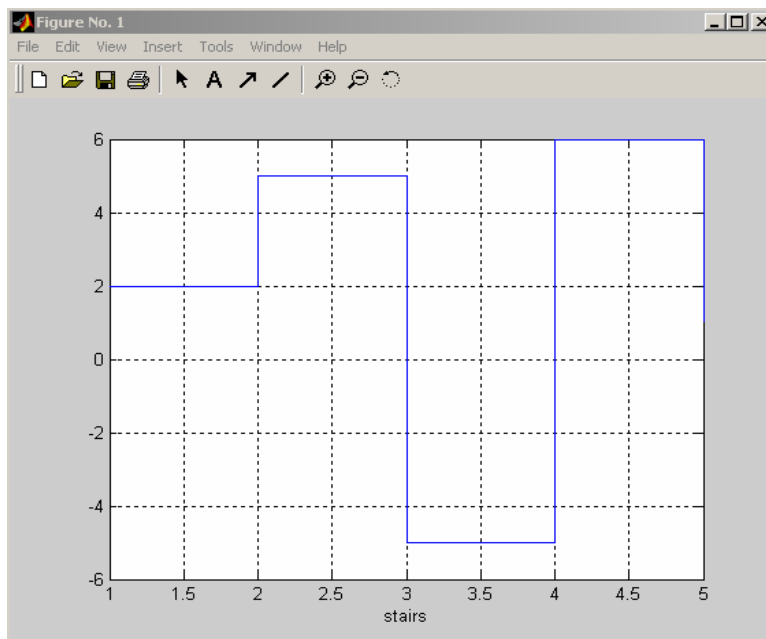
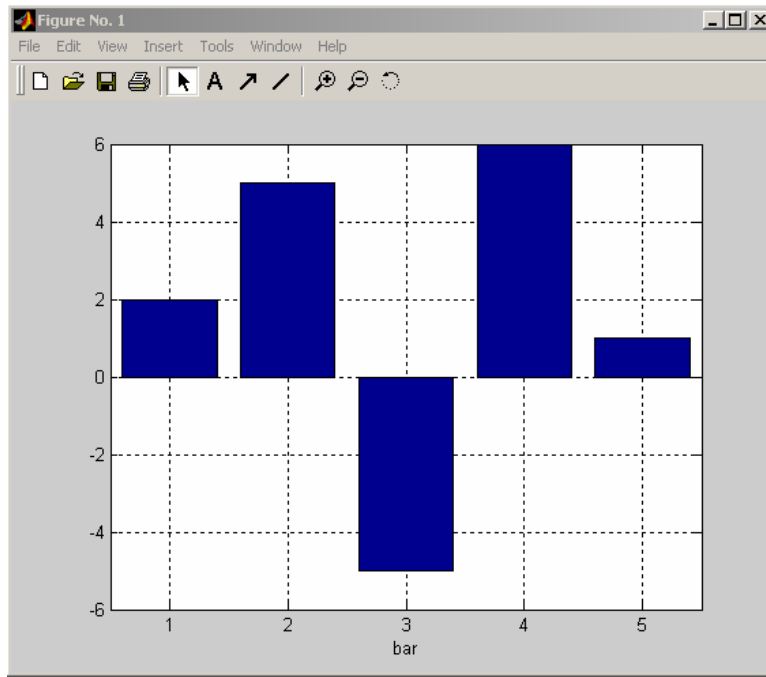
```
C=[2+6i 5-3i 4i 6-i]
plot(C)
grid
```



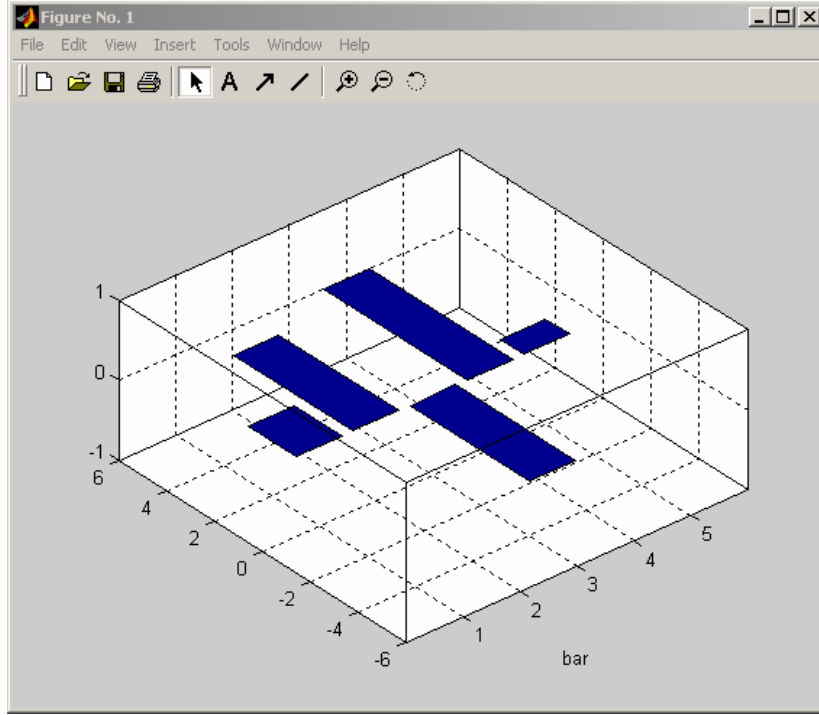
Not : $\text{loglog}(X)$ komutu hem x eksenini hem de y eksenini logaritmik ölçeklendirmeyi kullanarak X'in grafiğini çizdirir

-- Bir A vektörünü “ bar grafiklerini ” kullanarak çizdirmek için bar(A) komutu kullanilir. “ Basamak ” fonksiyonu seklinde çizilecek ise stairs(A) komutu kullanilir. Her iki çizime ait örnek grafikler asagida ayri ayri verilmistir :

```
A = [ 2 5 -5 6 1 ]  
bar(A);  
grid;  
xlabel('bar');  
stairs(A);  
xlabel('stairs')
```



-- Ayrica grafik ekranindaki menülerden yararlanarak çeşitli görüntü değişiklikleri yapılabilir. Örnek olarak “ Tools ” menüsünde “ Rotate-3D ” seçeneği kullanılarak mouse yardımıyla iki üstteki “ bar ” grafiğinin görüntüsü aşağıdaki gibi elde edilebilir.

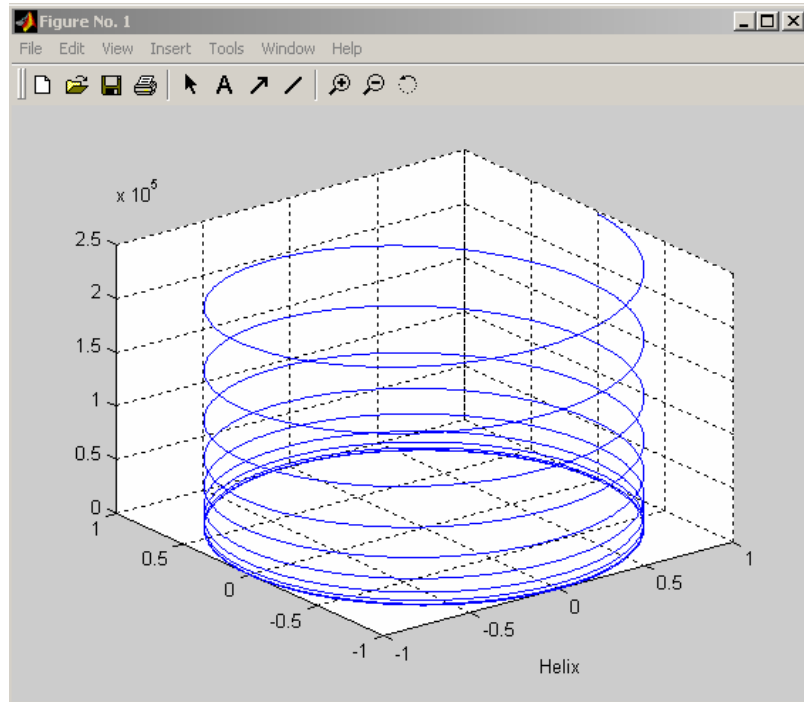


-- Grafik çiziminde grafik çizgi tipleri, işaretler ve renkler aşağıdaki tabloda sıralanmıştır :

Sembol	Renk(RGB)	Çizgi stili	Sembol	Nokta stili	
Y	sari(110)	.	nokta	-	Çizgi
M	magenta(101)	O	yuvarlak	:	Noktali
C	cyan(011)	X	çarpi isareti	-.	çizgili ve noktali
R	kirmizi(100)	+	arti isareti	- -	kesik çizgili
G	yesil(010)	*	yildiz		
B	mavi(001)	S	karekök		
W	beyaz(111)	D	baklava		

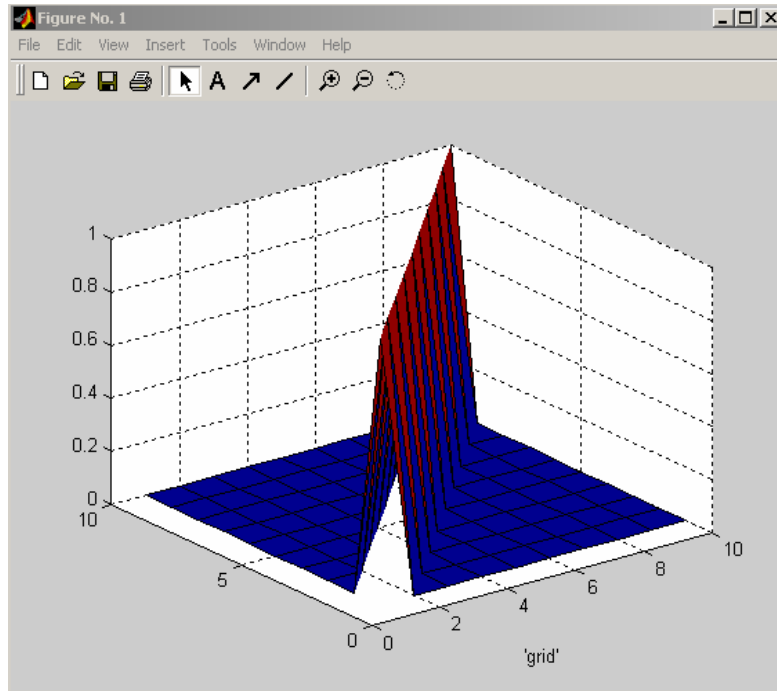
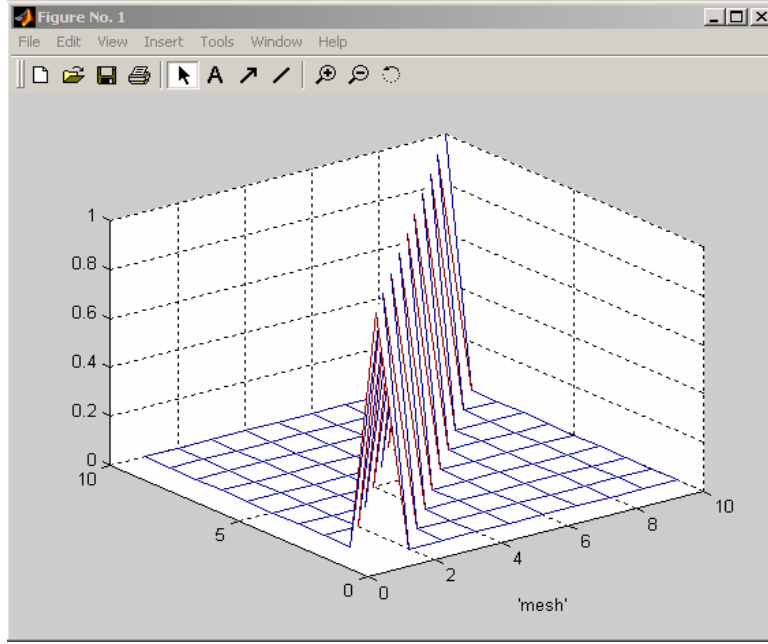
-- '3-D Line' (3 Boyutlu düz çizgi) çizimi için plot3(...) komutu kullanılır .Asagida heliks çizimi programi verilmistir :

```
t=0.01:0.01:20*pi;  
x=cos(t);  
y=sin(t);  
z=t.^3;  
plot3(x,y,z);  
xlabel('Helix');  
grid
```



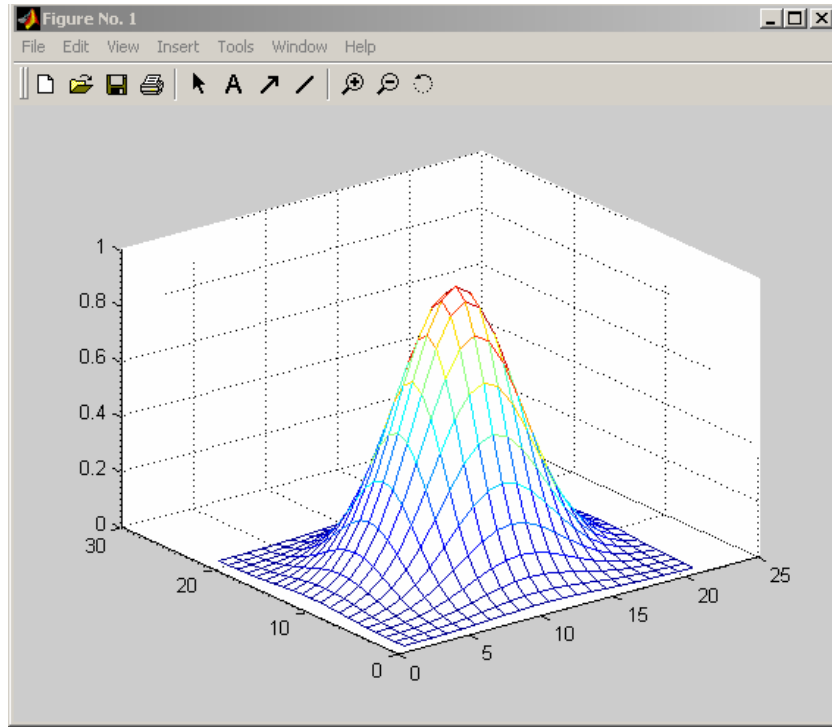
-- 3 boyutlu ađ ve yzney çizimlerinde kullanılan komutlardan biri mesh(...) komutudur. Bu komut verilen girişi z bileşeni olarak algılar ve dikdörtgen x-y düzlemi üzerinde z eksenini boyunca çizim yapar. surf(...) komutu ise aynı işi yüzey olarak yapar. Aşağıdaki komut satırlarının çizim görüntüleri yine alt tarafında verilmiştir.

```
mesh(eye(10));  
grid  
  
surf(eye(10));  
grid
```



-- $z=\exp(-x^2-y^2)$ fonksiyon yüzeyini $[-2,2] \times [-2,2]$ tanım aralığında 3 boyutlu olarak çizdirelim :

```
x=-2:0.2:2;  
y=x;  
[x,y]=meshgrid(x,y);  
z=exp(-x.^2-y.^2);  
mesh(z)
```



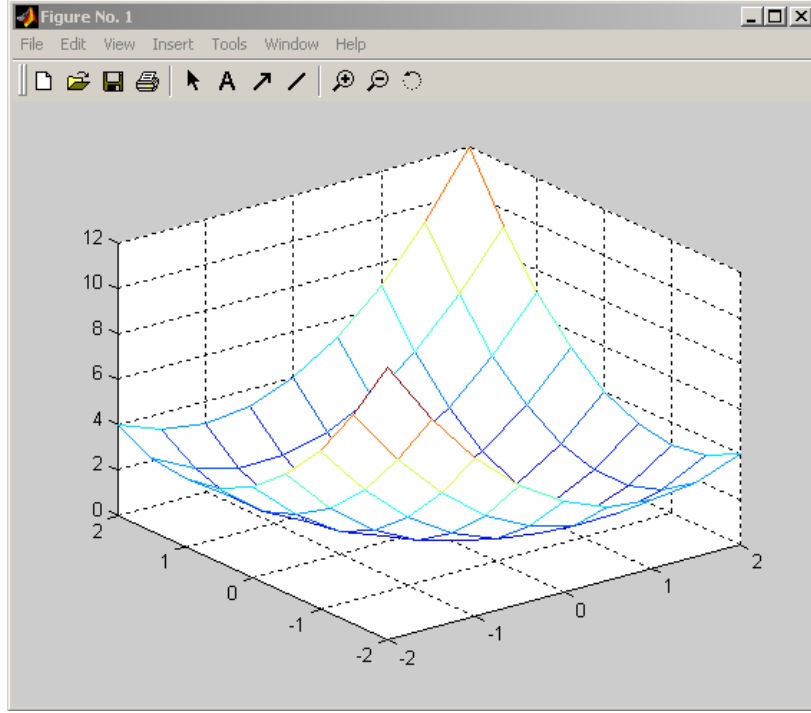
-- Ayrıca view komutu yardımıyla da küresel ve Kartezyen koordinatlar ekranda görüntülenebilir.

```
view  
ans =
```

```
0.7934 -0.6088 0 -0.0923  
0.3044 0.3967 0.8660 -0.7835  
0.5272 0.6871 -0.5000 8.3031  
0 0 0 1.0000
```

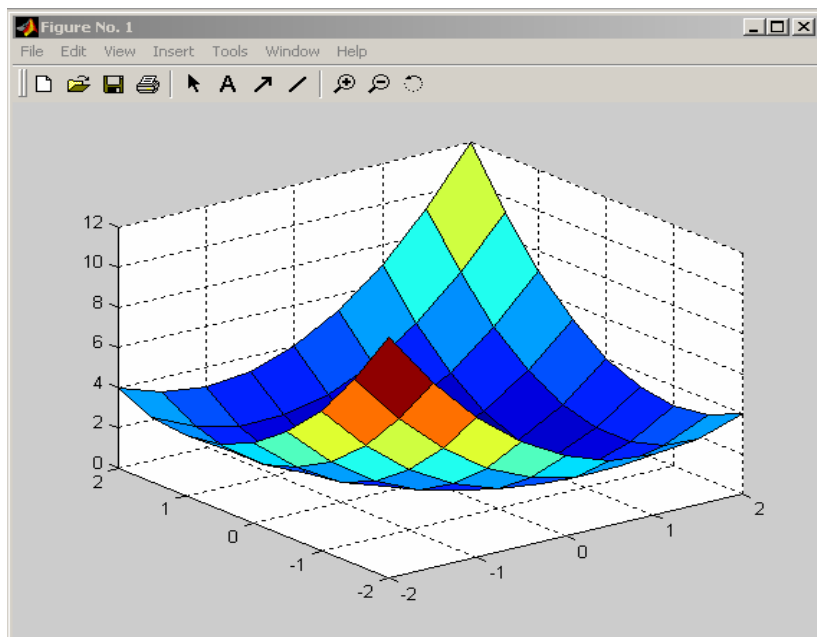
-- Örnek olarak $z=x^2+y^2+xy$ yüzeyini $-2<x<2$ ve $-2<y<2$ aralığında çizdirelim :

```
[X,Y]=meshgrid(-2:0.5:2,-2:0.5:2);  
Z=X.^2+Y.^2+X.*Y;  
mesh(X,Y,Z)
```



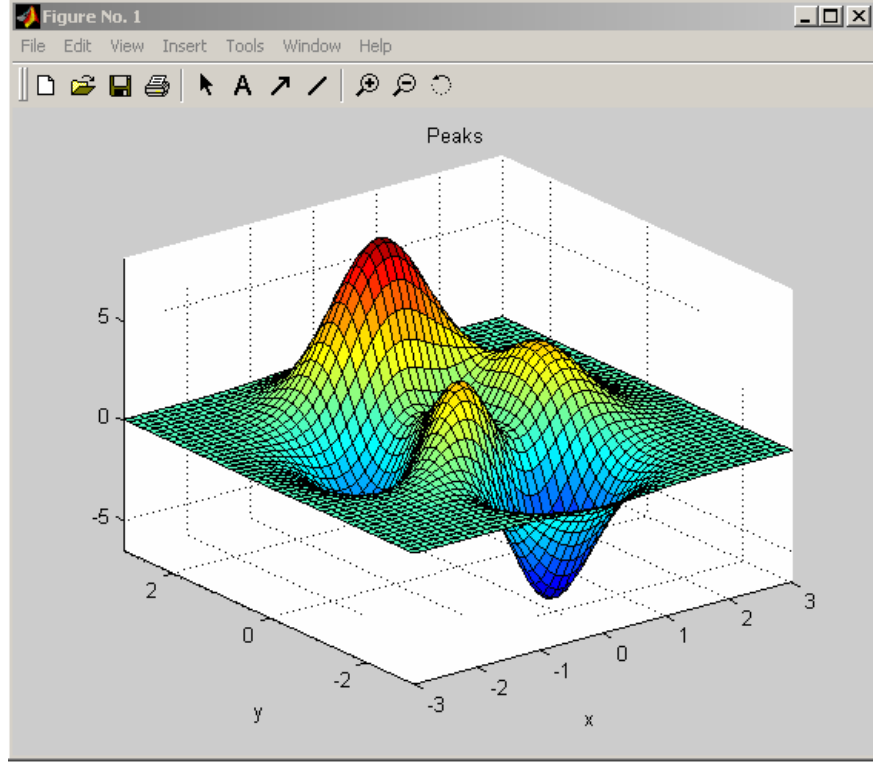
-- Yukarıdaki örnekte çizim fonksiyonu olarak mesh(X,Y,Z) yerine surf(X,Y,Z) çizim fonksiyonu kullanılırsa grafik yüzeyi aynı fakat her bir karesi farklı renklere boyanmış şekilde çizilecektir:

```
surf(X,Y,Z)
```



-- Herhangi bir yüzey grafiğinde tepe ve alt tepe (minimum ve maximum) değerlerini göstererek yapılan çizimlerde peaks(...) komutu kullanılır :

```
[X,Y]=meshgrid(-3:0.125:3);  
peaks(X,Y)
```



ALISTIRMALAR

- 1- $x = t^3 - 2t + 9$, $y = 6t^5 - t$, $z = t^2 + 7$ egrilerini tek bir grafik ekranında çizdiriniz.
- 2- $A = [5 \ 8 \ -2 \ 6 \ 4 \ 0 \ 7]$ giris verilerini bar grafik ekranında çizdiriniz.
- 3- $z = 2x^2 + y$ yüzeyini, 0.2 artım degeriyle $x = (-2,2)$ ve $y = (-2,2)$ araligini kullanarak çizdiriniz.
- 4- $z = e^{-2x} + 4x^3$ grafigini (2,50) araliginda çizdiriniz.
- 5- $x = 9\sin(t)$, $y = 2\tan(3t) + \cos(t)$ grafiklerini (0,10) araliginda 0.05 artimla çizdiriniz.

BÖLÜM 3 : MATLAB ile PROGRAMLAMA

Bu bölümde MATLAB yazılımını başlangıçta kolaylıkla kullanabilmek için gerekli olan komut ve fonksiyonlar verilecektir.

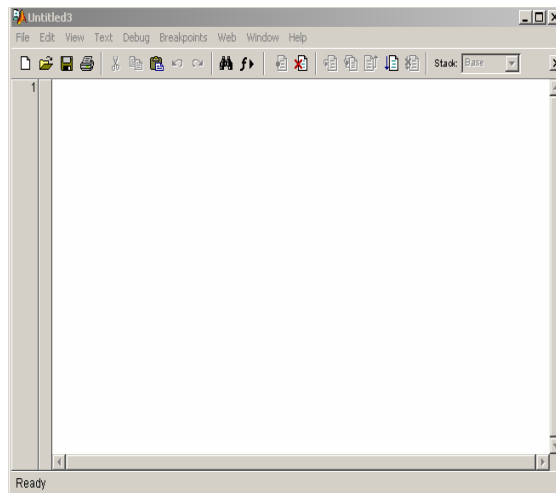
Su ana kadar MATLAB ile yaptığımız uygulamalarda, belirli bir işlemi gerçekleştirmek üzere gerekli olan komut ya da fonksiyonları komut satırından, >> sembollerinden sonra tek tek girerek icra ediyorduk. Oysa, MATLAB komut ya da fonksiyonlarından gerçekleştirmek istediğimiz bir işle ilgili özel bir grubu, bir dosyaya kaydederek, bu dosya isminin çağırılmasıyla icra ettirebiliriz.

Bir deyimler ya da komutlar grubunu içeren bu tip bir dosyaya MATLAB’de M-dosyası (M-File) adı verilir. Bir komut grubu içerdiği için tanım itibarıyla bir program dosyasıdır. Dolayısıyla programlama M-dosyaları oluşturularak yapılır.

-- Komut satırına “helpwin” komutu girilirse veya MATLAB’in Help menüsünden “Help Window” seçeneği seçilirse karşımıza gelecek yardım seçeneklerinden istenilen konu hakkında bilgi alınabilmektedir.

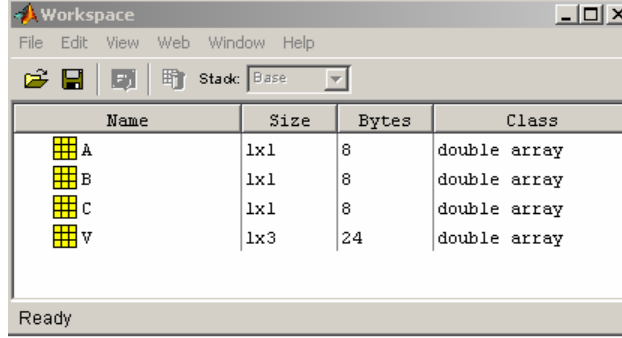
-- **“M-File” Oluşturma** : Programlama işlemi M-File (Program Dosyası) dosyalarında yapılır. Bu nedenle program yazarken en çok kullanılacak olan işlem M-File oluşturma işlemidir. Bunun için “File” menüsünden “New” seçilir ve daha sonra “M-File” seçeneği seçilir. Böylece yeni bir programlama ekranı elde edilir. Programlama işlemi bittikten sonra “M-File” dosyasının “File” menüsünden “Save As” seçeneği seçilir. Yazılan program buradaki “work” çalışma dosyasının içine istenilen isimle kaydedilir. Kaydedilen dosyaların uzantısı **.m** olarak kaydedilir. (Örnek: **sonuc.m**) İstenen dosyayı çalıştırmak için ise komut satırında dosya ismini yazıp “Enter” tuşuna basmak yeterlidir. Ayrıca “work” menüsüne girilip oradan da çalıştırılabilir.

İlk etapta örnek olarak oluşturulmuş olan boş bir M-File dosyası aşağıda gösterilmiştir:



A) GENEL AMAÇLI KOMUTLAR

-- “ **workspace** ” komutu : Çalışma esnasında çalışma alanında (bellegin kullanıcıya ayrılan kısmı) mevcut değişkenler hakkındaki ayrıntılı bilgi aşağıda gösterildiği gibi bir pencere içinde verilir. Pencere içindeki değişkenlerin üzerine çift tıklayarak o değişkenle ilgili bilgilere ulaşıp değişiklikler yapılabilir.



-- “ **clear** ” komutu : Bellekte o anda mevcut bulunan değişkenleri bellekten siler.

-- “ **save** ” komutu : M-file dosyasının kaydedilmesi yukarıda da anlatıldığı gibi “File” menüsünden yapılır. MATLAB komut satırında ise “save ” komutu kullanılırsa o esnada bellekte bulunan değişkenleri, istenilen dosya ismiyle ve uzantisi **.mat** olacak şekilde kaydedilir.(Örnek: **sayilar.mat**)

```
>> a=1
a =
    1
>> b=2
b =
    2
>> save sayilar
```

Yukarıda a ve b sayıları sayilar.mat dosyası olarak kaydedilmiştir.

-- “ **load** ” komutu : Diskte saklı bir dosya içindeki değişkenleri tekrar belleğe yükler.

```
>> load sayilar
>> who
Your variables are:
a b
```

Yukarıda “sayilar” dosyası “load” komutuyla belleğe tekrar yüklenmiş ve “who” komutuyla bu dosyanın değişkenleri görüntülenmiştir.

-- “**dir**” **komutu** : Bellekte kayitli olan dosyalari listeler.

(Not: Bir programi dogru olarak çalistirmek için, icra ettirmeden önce “clear” komutuyla mevcut degiskenler silinebilir.)

```
>> dir
.          Oy.m          sayilar.mat      simple-report.shtml
..         diary         simple-report.html
```

-- “**type**” **komutu** : Bir .m uzantili dosyanin içeriğini komut satirinda görüntüler.

-- “**edit**” **komutu** : Bir M-dosyasinin içeriğinde degisiklik yapma imkani saglar.

-- “**open**” **komutu** : Uzantisi ile belirtilen dosyayi açar.

-- Her yazilim türünde olduğu gibi MATLAB’de de, isletim sistemi kontrolüne geçmeden isletim sisteminin görevi olan bazı islemleri gerçeklestirebilmek mümkündür. Bu tür islemler asagidaki tabloda özetlenmistir.

Komutun Adı	Komutun Islevi
cd	Aktif dizini degistirir.
dir	Aktif dizinin içindekileri listeler.
ls	Aktif dizinin içindekileri listeler.
delete	Belirtilen dosyayi siler.
type	Belirtilen dosyanin içeriğini listeler.

-- “**clc**” **komutu** : Komut satirini tamamen siler.

B) DEGISKEN ATAMA

“ C ” ve “ PASCAL ” gibi programlama dillerinde, programın ana gövdesinin oluşturulmasına başlamadan hemen önce, programdaki tüm degiskenlerin hangi tip degisken olduklarini belirtmek ve programın bilgisayar belleğinden uygun miktarda alani bu degiskenler için tahsis etmesini saglamak gerekir. MATLAB’de degiskenler, kendilerine ait bir isim ve onlara atanacak degerler yardimiyla oluşturulurlar. Önceden degisken tipini belirtmeksizin, degiskene verilen degere bagli olarak MATLAB, uygun degisken tipini belirler ve bilgisayar belleğinden yeteri kadar yeri bu degiskene tahsis eder.

Birinci bölümde temel atamalarla ilgili bazı bilgiler (sabit, degisken, matris, dizi, vektör tanımlama...) verilmisti.

-- Mantik ve Iliski Operatörleri :

==	Esittir	&	and	Ve
~=	Esit degil	&	and	Ve
<	Küçük	~	not	Degil
<=	Küçük esit			
>	Büyük			
>=	Büyük esit			

-- **global() komutu** : Farkli M-dosyalari için ayni degisken tanımlanacaksa o degisken global(x) olarak tanımlanabilir.

-- **disp('') komutu** : Istenen açıklamayi görüntüler.

```
>> disp('Programlamaya Giris')
Programlamaya Giris
```

-- **input('') komutu** : Kullanıcıdan klavye aracılığıyla programci tarafından girilmesi istenen degisken istenir ve ilgili degiskene atanir.

```
>> Yas=input('Yasinizi giriniz :')
Yasinizi giriniz :23
Yas =
    23
```

-- **fprintf ” komutu** : Bir açıklama ifadesiyle birlikte bir veya birden fazla degerin görüntülenebilmesini saglar.

```
>> a=231565465;
>> fprintf('Hesap = %d ',a)
Hesap = 231565465.000000
```

Not : “ fprintf ” fonksiyonu, kompleks sayilarin sadece reel kismini gösterir. Bu nedenle kompleks sayi uygulamalarinda “ disp ” fonksiyonunu kullanilmalidir.

“ fprintf ” fonksiyonunda kullanılan çeşitli “ biçim tipleri ” aşağıda gösterilmiştir :

%d : Virgüllü sayıları 10’un kuvvetleri şeklinde gösterir.

%f : Kayan noktali şekilde gösterir, aksi belirtilmedikçe virgülden sonra 6 basamak gösterir.

%e : Sayiyi üstel şekilde gösterir.

-- **linspace ve logspace komutlari :** İlk degeri ve son degeri belirtilen bir diziyi lineer veya logaritmik olarak belirtilen sayidaki elemani kullanarak yapilandirir. Belirtilen araligi otomatik olarak verilen eleman sayisina göre böler ve her böldüğü sayiyi görüntüler.

fonksiyon(ilik_deger , son_deger , eleman_sayisi)

```
>> B=linspace(0,10,6)
B =
    0     2     4     6     8    10
```

-- **Baslangic, son deger ve artis miktari belli dizilerin atanmasi :**

```
>> dizi=10:5:30
dizi =
    10    15    20    25    30
```

--**Hazir fonksiyon özelliklerini kullanarak olusturulan diziler için kullanılan komutlar :**

zeros(n,m) : nxm boyutunda 0’lardan oluşan matris üretir.

ones(n,m) : nxm boyutunda 1’lerden oluşan matris üretir.

eye(n,m) : nxm boyutunda birim matris üretir.

length(x) : “x” dizisinin satir sayisini verir.

size(x) : “x” matrisinin boyutlarini (satir ve sütun) verir.

format short : Islem sonuçlarini virgülden sonra 4 basamakli olarak gösterir.

format long : Islem sonuçlarini virgülden sonra 14 basamakli olarak gösterir.

Not: MATLAB’in yapisinda önceden tanimlanmis bazi özel sabit veya açıklama degerler :

pi (Pi sayisi) ; i,j (Kompleks i sayisi) ; eps (Epsilon:İki sayi arasındaki en küçük fark) ;

Inf (Sayi/Sifir belirsizligi ve diger belirsizlikler karsisinda üretilen tanımsizlik cevabi : Infinite)

-- **Vektör ve matrislerin tanımlanması :**

```
>> A=[ 2 3 5 9 -2 ]
A =
     2     3     5     9    -2
```

3x3 boyutunda bir matrisi tanımlamak için :

```
>> C=[3 6 9 ; 8 2 4 ; 0 8 3 ]
C =
     3     6     9
     8     2     4
     0     8     3
```

-- “**who**” **komutu** : Çalışma alanındaki o esnada mevcut olan değişkenlerin isimlerini listeler. Ayrıca “ whos ” komutu değişkenler hakkında daha ayrıntılı bilgi verir.

```
>> who
Your variables are:
A B C V
```

-- **length()** **komutu** : Girilen bir vektörün uzunluğunu (eleman sayısını) görüntüler.

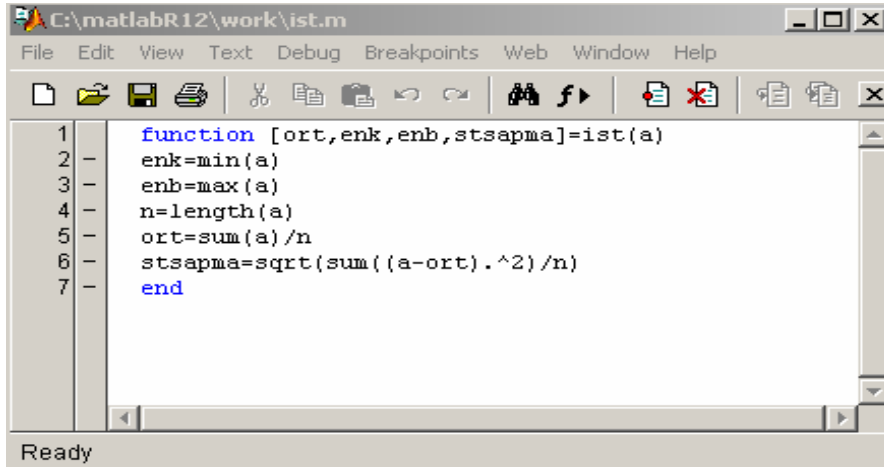
```
>> A=[ 5 8 7 2 5 9 6 ]
A =
     5     8     7     2     5     9     6
>> length(A)
ans =
     7
```

C) FONKSİYON OLUSTURMA VE DİĞER KOMUTLAR:

-- **sum(), min(), max(), mean() komutları** : Yandaki komutlar sırasıyla bir vektörün elemanlarının toplamını, en küçük elemanını, en büyük elemanını ve ortalamasını bulur.

-- “**function**” **komutu** : Fonksiyon tanımlamak için kullanılır. Bu özellik aşağıda örnek üzerinde açıklanmıştır :

Örnek olarak kullanıcı tarafından girilen n adet rakamın (Bu rakamların MATLAB’de vektör formunda girilmesi gerekmektedir) ortalamasını, en küçük elemanını, en büyük elemanını ve standart sapmasını bulacak bir fonksiyonu ist(a) adıyla oluşturalım :



The screenshot shows a MATLAB editor window titled 'C:\matlabR12\work\ist.m'. The window contains the following code:

```
1 function [ort,enk,enb,stsapma]=ist(a)
2   enk=min(a)
3   enb=max(a)
4   n=length(a)
5   ort=sum(a)/n
6   stsapma=sqrt(sum((a-ort).^2)/n)
7   end
```

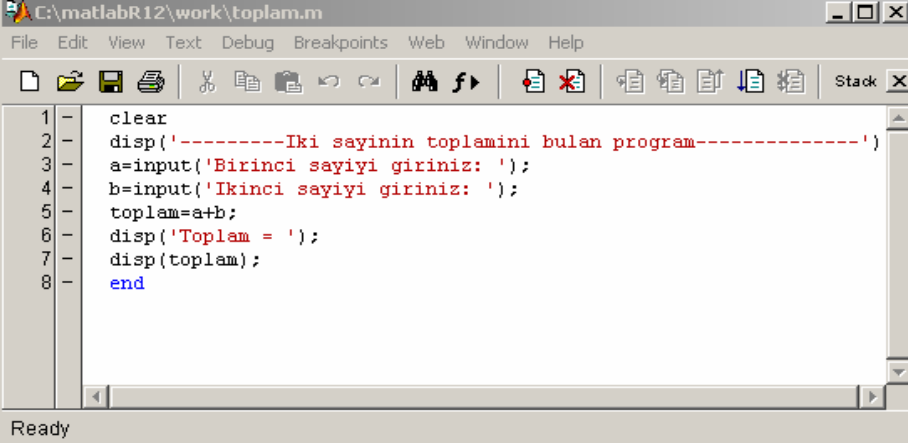
The status bar at the bottom of the window displays 'Ready'.

Not: Herhangi bir .m dosyasi penceresinde “ f ” butonuna mouse ile bir defa dokunuldugunda (yukaridaki sekilde de görülmektedir) “work” dizini altinda kayitli olan bütün fonksiyonlar listelenir.

Simdi de programi komut satirindan icra ettirelim :

```
>> A=[5 3 6 9 73 6 5];
>> ist(A)
enk =
     3
enb =
    73
n =
     7
ort =
  15.2857
stsapma =
  23.6203
ans =
  15.2857
```

-- “ **type** ” komutu : Bir .m uzantili dosyanin ierigini komut satirinda görüntüler. rnek olarak 2 sayinin toplamini yapan “toplam” isimli basit bir program yazalim. Asagida M-File görüntüsünde gösterilmistir :

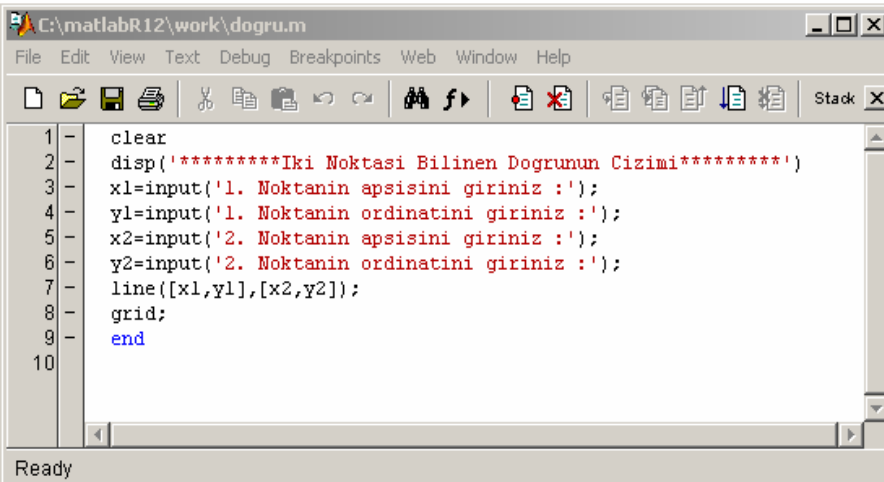


```
C:\matlabR12\work\toplam.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons] Stack X
1 - clear
2 - disp('-----Iki sayinin toplamini bulan program-----')
3 - a=input('Birinci sayiyi giriniz: ');
4 - b=input('Ikinci sayiyi giriniz: ');
5 - toplam=a+b;
6 - disp('Toplam = ');
7 - disp(toplam);
8 - end
Ready
```

MATLAB komut satirina “type toplam” yazilrsa :

```
>> type toplam
clear
disp('-----Iki sayinin toplamini bulan program-----')
a=input('Birinci sayiyi giriniz: ');
b=input('Ikinci sayiyi giriniz: ');
toplam=a+b;
disp('Toplam = ');
disp(toplam);
end
>>
```

rnek Program: “ İki noktasi bilinen dogrunun çizimi ” programi asagida gösterildiği gibi dogru.m dosyasi adi altinda yazilmistir. izilmesi istenen dogrunun iki noktasi kullanicidan istenmekte ve grafik otomatik olarak çizdirilmektedir.



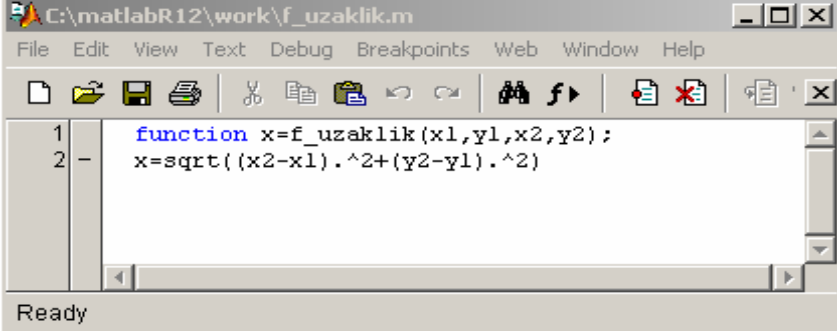
```
C:\matlabR12\work\dogru.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons] Stack X
1 - clear
2 - disp('*****Iki Noktasi Bilinen Dogrunun Cizimi*****')
3 - x1=input('1. Noktanin apsisini giriniz :');
4 - y1=input('1. Noktanin ordinatini giriniz :');
5 - x2=input('2. Noktanin apsisini giriniz :');
6 - y2=input('2. Noktanin ordinatini giriniz :');
7 - line([x1,y1],[x2,y2]);
8 - grid;
9 - end
10
Ready
```


Bu program komut satirinda çalistirilirse asagida gösterildiği gibi icra edilir

```
Birinci sayiyi giriniz: 4
ikinci sayiyi giriniz: 2
K>> c=10
c =
    10
K>> return
d =
    80
K>> return
>>
```

Örnek Program: İki nokta arasındaki uzaklığı bulan basit bir programı, önce fonksiyon yapısını kullanarak sonra da aynı programı bu fonksiyon yapısını bellekten çağırma işlemini uygulayarak icra ettirelim :

a) Fonksiyon yapısını kullanarak :



The screenshot shows a MATLAB editor window titled 'C:\matlabR12\work\f_uzaklik.m'. The window contains the following code:

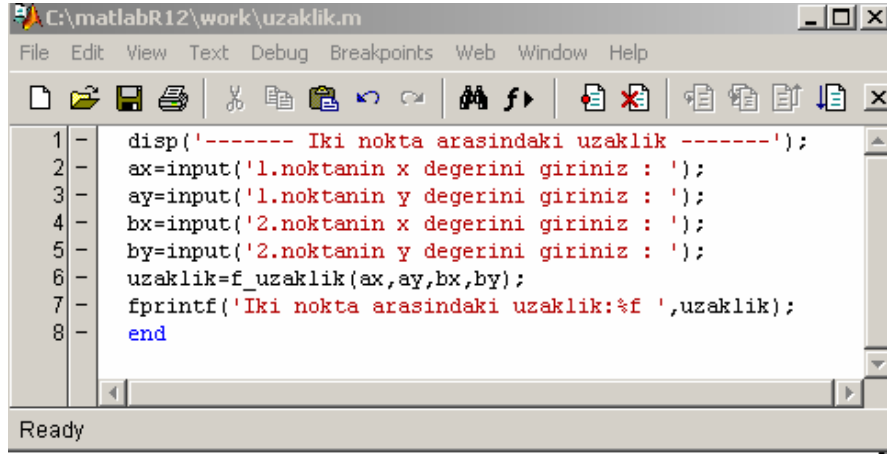
```
1 function x=f_uzaklik(x1,y1,x2,y2);
2 x=sqrt((x2-x1).^2+(y2-y1).^2)
```

The status bar at the bottom of the window indicates 'Ready'.

Komut satirindan icra edilirse :

```
>> f_uzaklik(2,6,3,0)
x =
    6.0828
ans =
    6.0828
```

b) Fonksiyon yapisini bellekten çagirarak :



```
C:\matlabR12\work\uzaklik.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 - disp('----- Iki nokta arasindaki uzaklik -----');
2 - ax=input('1.noktanin x degerini giriniz : ');
3 - ay=input('1.noktanin y degerini giriniz : ');
4 - bx=input('2.noktanin x degerini giriniz : ');
5 - by=input('2.noktanin y degerini giriniz : ');
6 - uzaklik=f_uzaklik(ax,ay,bx,by);
7 - fprintf('Iki nokta arasindaki uzaklik:%f ',uzaklik);
8 - end
Ready
```

Komut satirindan icra edilirse :

```
>> uzaklik
----- Iki nokta arasindaki uzaklik -----
1.noktanin x degerini giriniz : 2
1.noktanin y degerini giriniz : 5
2.noktanin x degerini giriniz : 4
2.noktanin y degerini giriniz : 3
x =
    2.8284
Iki nokta arasindaki uzaklik:2.828427
```

D) DÖNGÜ ve SARTLI İFADE UYGULAMALARI :

1.SARTLI İFADELER :

-- **“if” yapisi :** “if” komutunun MATLAB’de 3 farkli sekli mevcuttur :

a) **if** kosul
deyim1
deyim 2
deyim_n
end

Kosul dogru ise deyim1, deyim1, ... , deyim_n, ile belirtilen deyimler grubu icra edilir ve programin kontrolü end’i izleyen deyime geçer; kosul yanlis ise bu durumda deyim1, deyim2, ..., deyim_n ile belirtilen deyimler grubu icra edilmeden kontrol end’i izleyen deyime geçecektir.

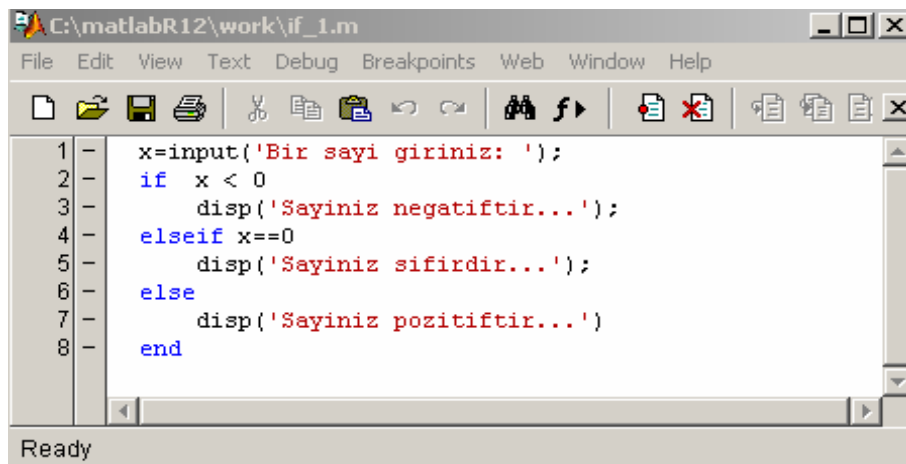
```
b) if kosul
    deyim1
    deyim 2
    deyim_n
else deyim_n+1
    deyim_n+2
    deyim_m
end
```

Kosul dogru ise deyim1, deyim1, ... , deyim_n, ile belirtilen deyimler grubu icra edilir ve programin kontrolü end'i izleyen deyime geçer; kosul yanlis ise bu durumda da sadece else' i izleyen, deyim1_n+1, deyim_n+2, ... , deyim_m ile belirtilen deyimler grubu icra edilecek ve kontrol end' i izleyen deyime geçecektir.

```
c) if kosul1
    deyim1
elseif kosul2
    deyim2
elseif kosul3
    deyim3
    ...
elseif kosul_n
    deyim_n
else
    deyim_n+1
end
```

Bu yapı içerisinde kontrol edilen kosullardan herhangi biri dogru ise onunla ilişkili deyim icra edilir ve kontrol end' i izleyen deyime geçer. Kosullarin hepsi de yanlissa, kontrol else' i izleyen deyim_n+1'e geçer ve bu deyim de icra edildikten sonra kontrol end'i izleyen deyime geçecektir.

Örnek Program: Kullanici tarafından bir sayi istenip bu sayinin pozitif, negatif veya 0 mi oldugunu sorgulayan ve ekrana yazdiran program asagida incelenebilir :



```
C:\matlabR12\work\if_1.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 - x=input('Bir sayı giriniz: ');
2 - if x < 0
3 -     disp('Sayınız negatiftir...');
4 - elseif x==0
5 -     disp('Sayınız sifirdir...');
6 - else
7 -     disp('Sayınız pozitiftir...')
8 - end
Ready
```

Komut satirindan icra edilirse :

```
Bir sayi giriniz: 55
Sayiniz pozitifdir...
>> if_1
Bir sayi giriniz: -9
Sayiniz negatiftir...
>> if_1
Bir sayi giriniz: 0
Sayiniz sifirdir...
```

-- “**switch - case**” **yapisi** : Ikiden fazla durumu kontrol etmek için, if – elseif – else – end yapısına alternatif olarak kullanılan bir kontrol yapisidir.

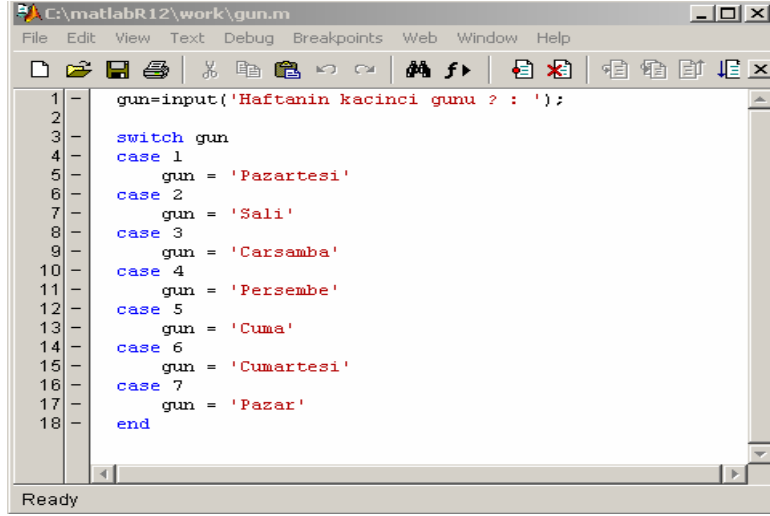
Ifadenin degeri kontrol edilir ve buna göre farkli bir deyim veya deyimler grubu icra edilir. Örneğin, ifadenin degeri deger1 ise, deyim1 icra edilir ve kontrol end’i izleyen deyime geçer.

Ifadenin degeri , deger2, deger3 ya da deger4 ’e esitse bu durumd deyim2 icra edilir ve kontrol end’i izleyen deyime geçer.

Ifadenin degeri, case’lerle kontrol edilen degerlerden hiç birine esit degilse bu durumda da otherwise sözcüğünü izleyen deyim_n+1 icr edilecektir.

```
switch(ifade)
case deger1
    deyim1
case deger2,deger3,deger4
    deyim2
    ...
case deger_n
    deyim_n
otherwise
    deyim_n+1
end
```

Örnek Program: Haftanın kaçinci gününün ne olduğunu bulan basit bir program aşağıda incelenebilir :



```
1 - gun=input('Haftanın kacinci gunu ? : ');
2 -
3 - switch gun
4 - case 1
5 -     gun = 'Pazartesi'
6 - case 2
7 -     gun = 'Sali'
8 - case 3
9 -     gun = 'Carsamba'
10 - case 4
11 -     gun = 'Persembe'
12 - case 5
13 -     gun = 'Cuma'
14 - case 6
15 -     gun = 'Cumartesi'
16 - case 7
17 -     gun = 'Pazar'
18 - end
```

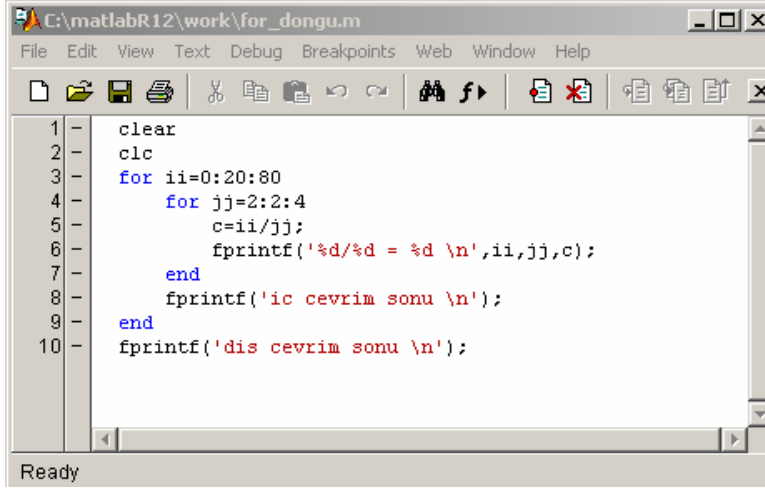
```
>> gun
Haftanın kacinci gunu ? : 5
gun =
    Cuma
```

2.DÖNGÜ İFADELERİ :

-- “ **for** ” **döngüsü** : Parametre degeri baslangiç degerinden baslayarak ve her seferinde artim degeri kadar arttirilerek son degere erisene kadar degistirilir. Parametrenin her degeri için, deyim1, deyim2, deyim_n seklinde belirtilen ve for-end sözcükleri arasında yer alan deyimler grubu icra edilir. Parametrenin degeri son degeri asinca, programin kontrolü end’i izleyen deyime yani çevrimin disina çıkacaktır.

```
for parametre=baslangiç:artim:son_deger
    deyim1
    deyim2
    ...
    deyim_n
end
```

Örnek Program: Arka arkaya bölme işlemlerinin yapıldığı aşağıdaki for döngüsü programını inceleyebilir :



```
C:\matlabR12\work\for_dongu.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 - clear
2 - clc
3 - for ii=0:20:80
4 -     for jj=2:2:4
5 -         c=ii/jj;
6 -         fprintf('%d/%d = %d \n',ii,jj,c);
7 -     end
8 -     fprintf('ic cevrim sonu \n');
9 - end
10 - fprintf('dis cevrim sonu \n');
```

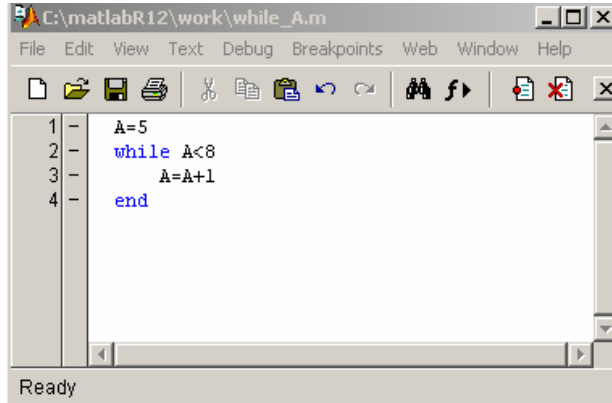
Komut satirindan icra edilirse :

```
0/2 = 0
0/4 = 0
ic cevrim sonu
20/2 = 10
20/4 = 5
ic cevrim sonu
40/2 = 20
40/4 = 10
ic cevrim sonu
60/2 = 30
60/4 = 15
ic cevrim sonu
80/2 = 40
80/4 = 20
ic cevrim sonu
dis cevrim sonu
```

-- “ **while** ” **döngüsü** : Belirli bir üst sınıra kadar istenilen işlemleri tekrarlayarak yapar. Kosul doğru olduğu sürece, deyim1, deyim2, ... , deyim_n şeklinde belirtilen deyimler grubunu icra eder. Kosul yanlış olduğu anda, end’i izleyen deyim yani çevrim dışına çıkar.

```
while kosul
    deyim1
    deyim2
    ...
    deyim_n
end
```


Örnek Program: A=5 ilk degerinden baslayarak A<8 oldugu sürece A'ya 1 eklemek için asagidaki program incelenebilir :



```
C:\matlabR12\work\while_A.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 - A=5
2 - while A<8
3 -     A=A+1
4 - end
Ready
```

Komut satirindan icra ettirilirse :

A =
5
A =
6
A =
7
A =
8

ALISTIRMALAR

1- Kenarlari kullanıcı tarafından istenen bir üçgenin çeşitkenar, ikizkenar veya eşkenar üçgen mi olduğunu bulan MATLAB programını yazınız.

2- “ ax^2+bx+c ” ikinci dereceden denkleminin köklerini bulduran MATLAB programını yazınız.

3- Bir otomobil, durgun halden harekete başlayarak 10 dakika boyunca hızlanıyor, hızı 60 km/saat oluyor. Sonra 15 dakika boyunca sabit hızla hareketine devam ediyor ve 10 dakika boyunca yavaşlayarak hızı 0 oluyor. Disarıdan girilen herhangi bir t anında otomobilin hızını veren bir MATLAB programı yazınız.

4- Kullanıcıdan doğum gününü soran ve bu kullanıcının kaç yıl, kaç ay ve kaç yıl yaşadığını bulan bir MATLAB programı yazınız.

BÖLÜM 4 : KONTROL SİSTEMLERİNDE ZAMAN-FREKANS ANALIZI

Matematiksel modeller lineer sistemlere veya baska sistemlere MATLAB komutlari vasitasiyla kolaylikla dönüştürülebilir.

Asagida kontrol sistemleri için gerekli bazi dönüştürmeler açıklanmistir :

-- Transfer fonksiyonundan durum uzayina çevirme :

$$[A \ B \ C \ D] = \text{tf2ss}(\text{num}, \text{den}) \quad \text{komutu,}$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\text{num}}{\text{den}} = \mathbf{C} (s\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{B} + D \quad \text{sistemi,}$$

$$\frac{dx}{dy} = \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}$$

$$y = \mathbf{Cx} + \mathbf{Du} \quad \text{durum uzayi formatina çevirir.}$$

-- Durum uzayindan transfer fonksiyonuna çevirme :

$$[\text{num}, \text{den}] = \text{ss2tf}(\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D})$$

Eger sistemin birden fazla girisi varsa asagidaki komut kullanilir :

$$[\text{num}, \text{den}] = \text{ss2tf}(\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, i, u)$$

Örnek olarak asagida verilen iki girisli bir sistemin diferansiyel denklem takiminin MATLAB komut satirindaki islemleri ve çikislari incelenebilir. Ayrica sistemin iki girisi olduğu için u_1 girisi ele alindiginda u_2 sifir, u_2 girisi ele alindiginda da u_1 girisi sifir olarak kabul edilmektedir.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

$$y = [1 \ 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + [0 \ 0] \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

```

Command Window
>> A = [ 0 1 ; 2 3];
>> B = [ 1 0 ; 0 1];
>> C = [ 1 0];
>> D = [ 0 0];
>> [num,den] = ss2tf(A,B,C,D,1)

num =

    0    1.0000   -3.0000

den =

    1    -3    -2

>> [num,den] = ss2tf(A,B,C,D,2)

num =

    0    0    1

den =

    1    -3    -2

>>

```

Buradan elde edilen katsayılarla :

$$\frac{Y(s)}{U1(s)} = \frac{s+3}{s^2+3s+2} \quad \text{ve} \quad \frac{Y(s)}{U2(s)} = \frac{1}{s^2+3s+2} \quad \text{denklemlerine ulasildi.}$$

-- Tam kesir durumundan parçali kesir durumuna geçme (Basit kesirlerine ayirma):

B(s) ve A(s) iki polinom ifadesi olmak üzere,

$$\frac{B(s)}{A(s)} = \frac{num}{den} = \frac{b(1)s^n + b(2)s^{(n-1)} + \dots + b(n)}{a(1)s^n + a(2)s^{(n-1)} + \dots + a(n)}$$

Yukaridaki kesir ifadesi su sekilde yazilabilir :

$$\begin{aligned} num &= [b(1) \ b(2) \ b(3) \ \dots \ b(n)] \\ den &= [a(1) \ a(2) \ a(3) \ \dots \ a(n)] \end{aligned}$$

$$[r,p,k] = \text{residue}(num,den)$$

r,p,k degerleri sirasiyla rezidü (n.inci basit kesrin payi), kutup (n.inci basit kesrin paydasi) ve sabit terimleri temsil etmektedir.

$$\frac{B(s)}{A(s)} = \frac{r_1}{s-p(1)} + \frac{r_2}{s-p(2)} + \dots + \frac{r(n)}{s-p(n)} + k(s)$$

Örnek olarak asagidaki kesir ifadesini basit kesirlerine ayiralim.

$$\frac{B(s)}{A(s)} = \frac{2s^3+5s^2+3s+6}{s^3+6s^2+11s+6}$$

```

Command Window
>> num = [2 5 3 6];
>> den = [1 6 11 6];
>> [r,p,k] = residue(num,den)

r =

    -6.0000
    -4.0000
     3.0000

p =

    -3.0000
    -2.0000
    -1.0000

k =

     2

>>

```

Böylece kesir ifadesi su sekilde basit kesirlerine ayrilmistir :

$$\frac{B(s)}{A(s)} = \frac{-6}{s+3} + \frac{-4}{s+2} + \frac{3}{s+1} + 2$$

-- Sürekli zaman sistemleri için geçici cevap analizi :

Geçici tepki analizleri (Basamak fonksiyonu, anlik darbe foksiyonu, birim basamak fonksiyonu, rampa fonksiyonu,...) kontrol sistemlerinin zaman degiskeni karsisindaki karakteristiklerini belirlemek için kullanilir.

Basamak fonksiyonu (Step function):

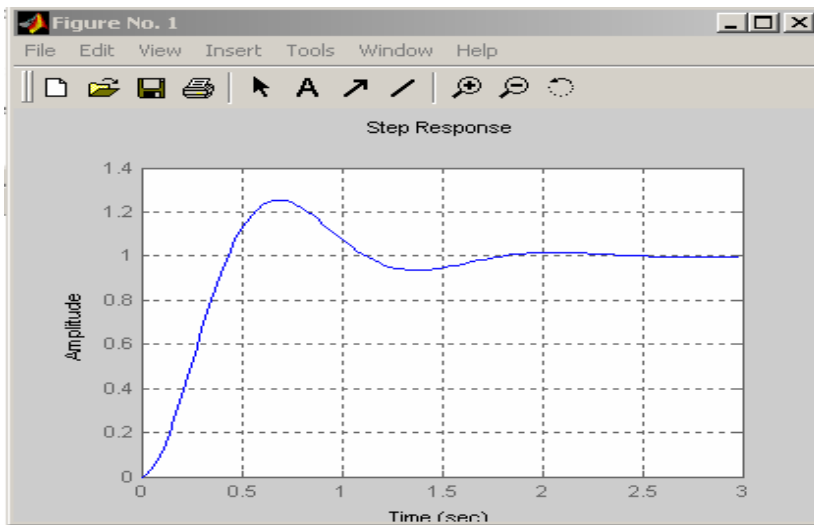
step(num,den) step(num,den,t)

Durum uzayinda ifade edilen (A,B,C,D durum uzayinin matrislerini göstermek kosuluyla) bir kontrol sistemi için :

step(A,B,C,D)

Örnek: Transfer fonksiyonu $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{25}{s^2 + 4s + 25}$ olarak verilen bir sistemin birim basamak fonksiyonuna verecegi cevap analizi asagida gösterilmistir.

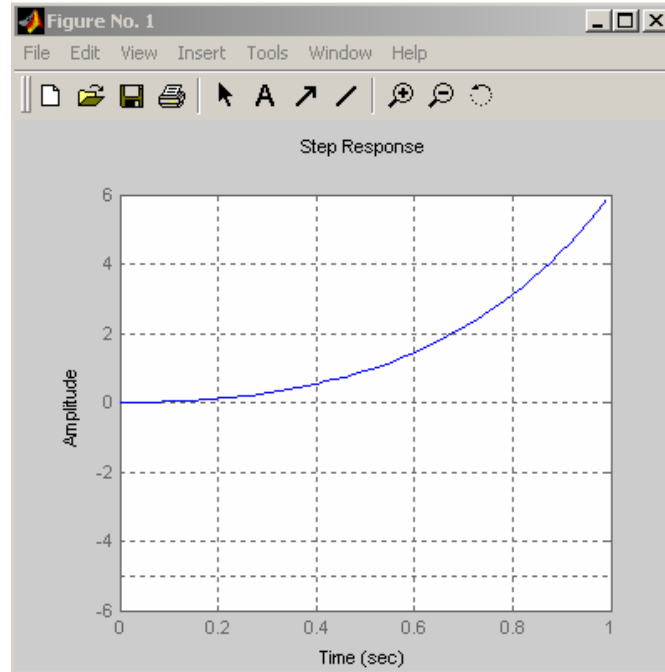
```
C:\matlabR12\work\step1.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1  % Birim basamak (step function) fonksiyonu cevabi %
2  -
3  - clc
4  - clear all
5  - num=[0 0 25];
6  - den=[1 4 25];
7  - step(num,den)
8  - grid
9  - title('Birim Basamak Cevabi');
10 - end
Ready
```



Örnek: $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 2 \end{bmatrix}$; $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \end{bmatrix}$; $C = [1 \ 0 \ 0]$; $D = 0$

Yukarıda A,B,C,D durum uzayı matrisleri verilen bir sistemin birim basamak fonksiyonuna karşı vereceği cevabı çizdiriniz.

```
C:\matlabR12\work\birim2.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons] Stack: X
1 - clc
2 - A = [0 0 1 ; 0 0 1 ; 1 0 2];
3 - B = [0 ; 0 ; 5];
4 - C = [1 0 0 ];
5 - D = [0];
6 - step(A,B,C,D)
7 - grid
8 - title('Birim Basamak Cevabi Analizi')
9 - end
Ready
```



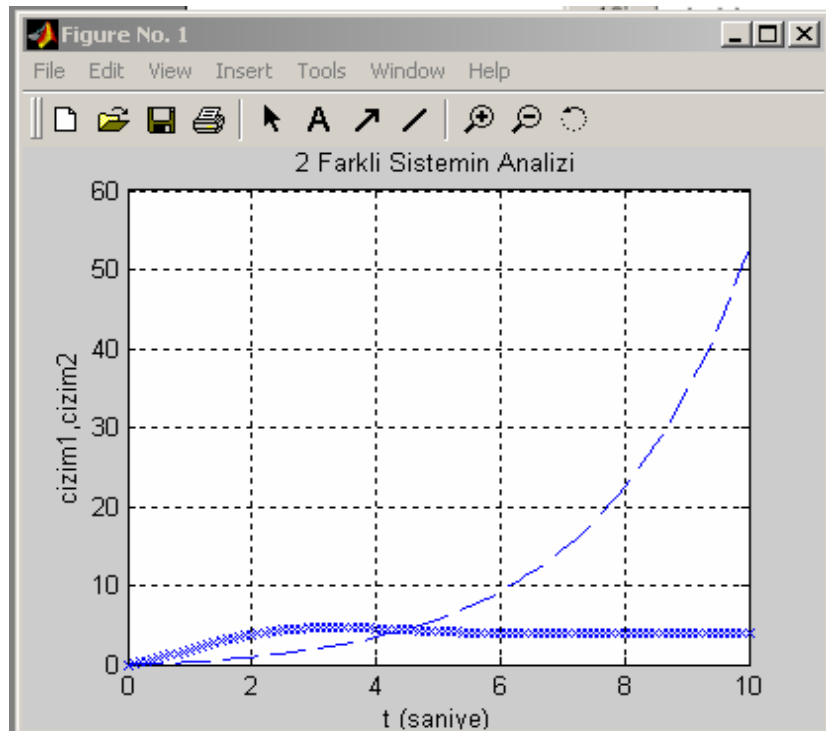
Bir sistemin anlık darbe fonksiyonu (Impulse Function) ve rampa fonksiyonuna (Ramp Function) vereceği cevabı bulmak için de bu transfer fonksiyonlarının önlerine sırasıyla $1/s$ ve $1/s^2$ çarpanı oluşturulur ve normal basamak fonksiyonu gibi çizilir.

Örnek: İki farklı transfer fonksiyonuna ilişkin değerler aşağıda verilmiştir. Bu sistemlerin 0 ve 10. saniyeler arasında frekans cevabını 0.1 aralıklarla, aynı grafik ekranı üzerinde çizdiriniz.

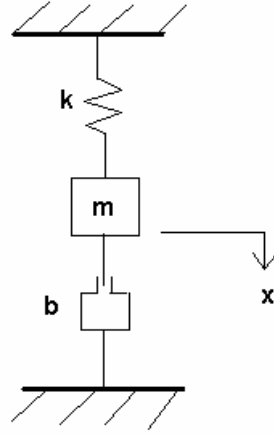
$num1 = [0 \ 0 \ 1]$; $den1 = [1 \ 2 \ -1]$

$num2 = [0 \ 1 \ 4]$; $den2 = [1 \ 1 \ 1]$

```
C:\matlabR12\work\sis.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 - num1=[0 0 1];
2 - den1=[1 2 -1];
3 - num2=[0 1 4];
4 - den2=[1 1 1];
5 - %num3=[1 2 1];
6 - %den3=[0 1 1];
7
8 - t=0:0.1:10;
9
10 - a=step(num1,den1,t);
11 - plot(t,a,'--')
12
13 - hold
14
15 - b=step(num2,den2,t);
16 - plot(t,b,'x')
17
18 - hold
19
20 - grid
21 - title('2 Farkli Sistemin Analizi');
22 - xlabel('t (saniye)');
23 - ylabel('cizim1,cizim2');
24 - end
Ready
```



Örnek:



Yukarıdaki mekanik sistemi Laplace Dönüşümü ile analiz ederek transfer fonksiyonunu bulunuz ve birim basamak fonksiyonu yardımıyla grafiğini çizerek x 'in (yol miktarı) genlik değişimini inceleyiniz.

(Başlangıç koşulları : $x(0)=0.1$ m ve $x^{(1)}(0)=0.05$ m/s)

Not: (1) ve (2) ifadeleri birinci ve ikinci türevleri temsil etmektedir.

Çözüm için önce aşağıdaki analitik yöntem, sonra da grafik incelenebilir.

Sistem denklemini :

$$mx^{(2)} + bx^{(1)} + kx = 0$$

$$m[s^2 X(s) - sx(0) - x^{(1)}] + b[sX(s) - x(0)] + kX(s) = 0$$

$$(ms^2 + bs + k)X(s) = mx(0)s + m x^{(1)}(0) + bx(0)$$

Gerekli matematiksel işlemler yapıp $X(s)$ ifadesi çekilirse :

$$X(s) = \frac{mx(0)s + mx(0) + bx(0)}{ms^2 + bs + k} = \frac{0.1s + 0.35}{s^2 + 3s + 2}$$

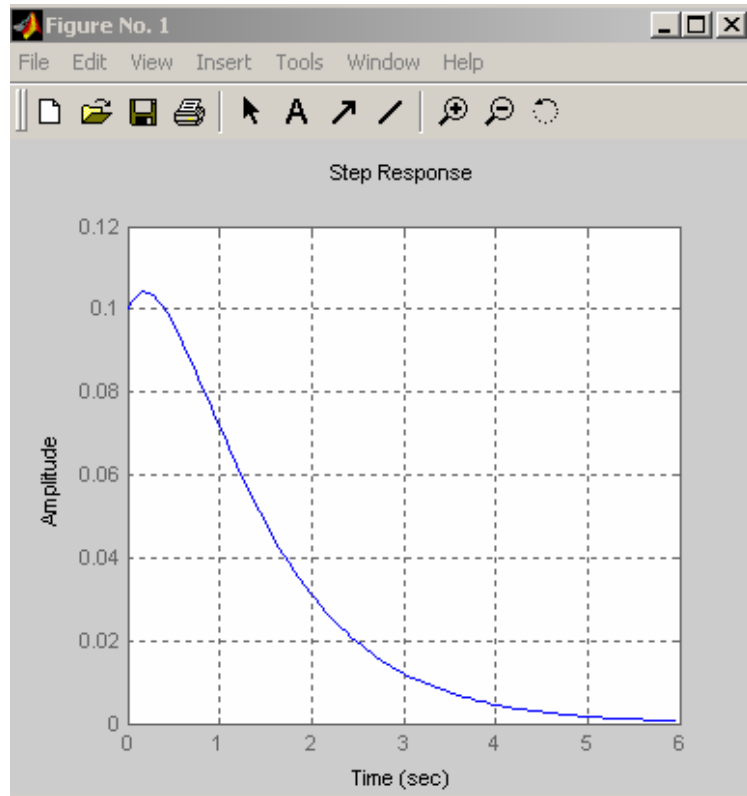
$X(s)$ ifadesi $\frac{1}{s}$ çarpanıyla yeniden düzenlenirse :

$$X(s) = \frac{0.1s^2 + 0.35s}{s^2 + 3s + 2} \cdot \frac{1}{s}$$

Böylece $X(s)$ transfer fonksiyonu birim basamak fonksiyonu çizimi için $G(s)$ fonksiyonuna dönüştürülüp aşağıdaki sonuç elde edilir :

$$G(s) = \frac{0.1s^2 + 0.35s}{s^2 + 3s + 2}$$

```
C:\matlabR12\work\sis11.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
[Icons]
1 - num=[0.1 0.35 0];
2 - den=[1 3 2];
3 - step(num,den)
4 - grid
5 - title('Grafik Analizi')
6 - end
Ready
```



ALISTIRMALAR

1- İki farklı transfer fonksiyonuna ilişkin değerler aşağıda verilmiştir. Bu sistemlerin 0 ve 15. saniyeler arasında birim basamak frekans cevabını 0.2 aralıklarla, aynı grafik ekranı üzerinde çizdiriniz.

$$\text{num1} = [1 \ 5 \ 1] ; \text{den1} = [3 \ 2 \ 4]$$

$$\text{num2} = [1 \ 0 \ 1] ; \text{den2} = [1 \ 0 \ 2]$$

2- Aşağıda A,B,C,D durum uzayı matrisleri verilen bir sistemin birim basamak fonksiyonuna karşı vereceği frekans cevabını çizdiriniz.

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 9 & 5 & 3 \\ 0 & 7 & 1 & 1 \end{bmatrix} ; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 5 \\ 60 \end{bmatrix} ; C = [1 \ 0 \ 0 \ 0] ; D = 0$$

3- Bir sisteme ait transfer fonksiyonuna ilişkin matris değerleri aşağıda verilmiştir. Bu sistemin 0 ve 40. saniyeler arasında birim basamak frekans cevabını 0.1 aralıklarla, çizdirilip inceleyiniz.

$$\text{num1} = [4 \ 8 \ 9] ; \text{den1} = [1 \ 3 \ 2]$$

EK(Tablo):MATLAB KOMUTLARI ve MATRIS FONKSIYONLARI TABLOSU

Komut	Görevi
abs	Mutlak Deger, kompleks büyüklük
angle	Faz Açisi
ans	Islem sonucu açıklaması olmadığı zamanki sonuç ifadesi (cevap)
atan	Arktanjan
axis	Eksen ölçekleme
bode	Bode diyagramını çizdirir
clear	Önceden tanımlanmış değişkenleri bellekten siler
clc	Komut satirini temizler
clg	Grafik ekranını temizler
computer	Kullanılan bilgisayar hakkında bilgi verir
conj	Kompleks konjüge
conv	Konvolüsyon
corrcoef	Korelasyon katsayısı
cos	Kosinüs
cosh	Hiperbolik kosinüs
cov	Kovaryans
date	Tarihi görüntüler
deconv	Dekonvolüsyon
det	Determinant
diag	Köşegen matris
eig	Özdeğer ve özvektörler
exit	Programı kapatır
exp	e tabanlı sayısının üssü
eye	Birim matris
format long	Islem sonuçlarını virgülden sonraki haneleri kısa olarak gösterir
format short	Islem sonuçlarını virgülden sonraki haneleri uzun olarak gösterir
freqs	Laplace dönüşümü frekans sevabi
freqz	z-dönüşümü frekans cevabi
grid	Grafik ekranını ölçekli olarak gösterir
hold	Grafik ekranındaki son grafiği kaldırır
i	$\sqrt{-1}$
j	$\sqrt{-1}$
length	Vektör boyutu
log	Logaritma
loglog	Logaritmik x-y çizimi
logm	Matris logaritması
log10	10 tabanında logaritma
max	En büyük değer
mean	Ortalama
median	Orta değer
min	En küçük değer

Komut	Görevi
nyquist	Nyquist frekans cevabi çizimi
ones	Sabit 1 veya 1 matrisi üretme
pi	Pi sayısı
plot	Lineer x-y çizimi
polar	Kutupsal çizim
poly	Karakteristik polinom
polyval	Polinomda deger hesaplama
polyvalm	Matris polinomu hesabi
quit	Programi sonlandırır
rand	Rastgele sayılar ve matrisler üretir
rank	Matris ranki
real	Gerçel kısım
residue	Parçalı kesir pay kısmi katsayıları
roots	Polinom kökleri
sign	Signum Fonksiyonu
sin	Sinüs
sinh	Hiperbolik sinüs
size	Satir ve sütun boyutları
sqrt	Karekök
sqrtn	Matris kökü
std	Standart sapma
step	Birim basamak fonksiyonu çizimi
sum	Eleman toplamı
tan	Tanjant
tanh	Hiperbolik Tanjant
text	Grafik üzerine açıklama yazma
title	Grafik başlığı
trace	Matris izi hesaplama
who	Bellekteki tüm değişkenleri listeler
xlabel	x-ekseni açıklaması
ylabel	y-ekseni açıklaması
zeros	Sifir veya sifir matrisi üretme

KAYNAKLAR

- [1] “ MATLAB ” , Yrd.Doç.Dr. Mehmet Uzunoglu, Türkmen Kitabevi, 2002
- [2] “ Solving Control Engineering Problems with MATLAB ” , Katsuhiko Ogata, 1994
- [3] “ MATLAB Primer – Third Edition ” , Kermit Sigmon, University of Florida
- [4] “Lineer Cebir ve MATLAB Uygulamaları ”, Prof.Dr. Mithat Uysal, Prof.Dr. Aysenur Uysal, Beta Yayinlari, 2000
- [5] “ www.mathworks.com ”
- [6] “ <http://www.math.siu.edu/matlab/tutorial3.pdf> ”