

MAK3002 OTOMATİK KONTROL

MATLAB UYGULAMALARI 1



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Matemática, Maple, Macsyma programları öncelikli olarak sembolik cebir işlemleri yapan paket programlardır. Elbette sayısal hesaplama da yaparlar. Bu paket programlardan herhangi birini iyi biliyorsanız, bu yazılımı kullanarak MATLAB'da yapılan herhangi bir hesaplamayı da yapabilirsiniz.

Amacı ve kapsadığı alan dar olan Xmath gibi diğer paketler vardır, ancak bazı özel uygulamalar için çok popüler olabilmişlerdir.

Neden MATLAB eğitimi?

- MATLAB'ın kullanım kolaylığı en iyi özelliğidir
- Bilgisayar cebir sistemleri dik öğrenme eğrisine sahip olduğu halde, MATLAB yüzeysel öğrenme eğrisine (az çaba ile çok öğrenme) sahiptir.
- MATLAB sayısal hesaplamalarda C ve FORTRAN kadar hızlıdır.
- Diğer paketlere nazaran daha kısa programlama



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATLAB NEDİR?

MATLAB®, temel olarak nümerik hesaplama, grafiksel veri gösterimi ve programlamayı içeren teknik ve bilimsel hesaplamalar için yazılmış yüksek performansa sahip bir yazılımdır. Matlab programının tipik kullanım alanları:

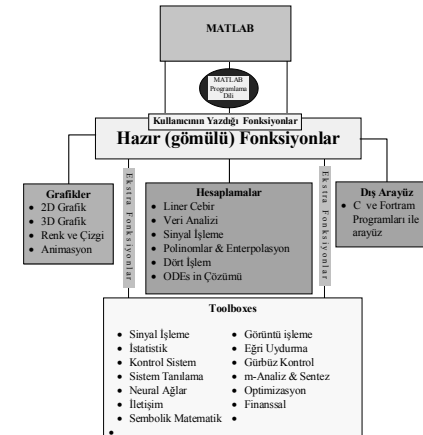
- Matematik ve hesaplama işlemleri
- Algoritma geliştirme
- Modelleme, simülasyon (benzetim) ve önprototipleme
- Veri analizi ve görsel efektlerle destekli gösterim
- Bilimsel ve mühendislik grafikleri
- Uygulama Geliştirme

şeklinde özetlenebilir.

MATLAB adı, **MAT**rix **LAB**oratory (*Matrix Laboratuvarı*) kelimelerinden gelir.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATLAB, ilk olarak Fortran Linpack ve Eispack projeleriyle geliştirilen ve bu programlara daha etkin ve kolay erişim sağlamak amacıyla 1970'lerin sonlarında yazılmıştır. İlk başlarda bilim adamlarına problemlerin çözümüne matris temelli teknikleri kullanarak yardımcı olmaktadır. Bugün ise geliştirilen yerleşik kütüphanesi ve uygulama ve programlama özellikleri ile gerek üniversite ortamlarında (başta matematik ve mühendislik olmak üzere tüm bilim dallarında) gerekse sanayi çevresinde yüksek verimli araştırma, geliştirme ve analiz aracı olarak yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Ayrıca işaret işleme, kontrol, fuzzy, sinir ağları, wavelet analiz gibi bir çok alanda ortaya koyduğu **Toolbox** adı verilen yardımcı alt programlarla da özelleştirilmiş ve kolaylaştırılmış imkanlar sağlamış ve sağlamaya da devam etmektedir.

Web adresi: "http://www.mathworks.com" Email: info@mathworks.com

Matlab, komut temelli bir programdır. Komut penceresinde (Command Window)

>>

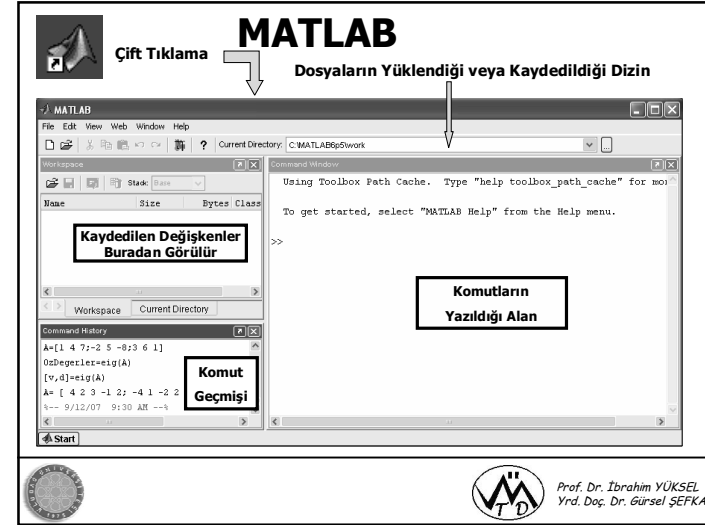
işareti Matlab'ın komut İstemcisi'ni (prompt'unu) gösterir ve bu işaret bulunduğu satır komut satırı olarak adlandırılır. Bu işaretin hemen yanında yanıp sönen

|

şeklinde ki işaret komut ve metin yazma cursor'u yani imlecidir. Bu işaretin olduğu yerde klavyeden giriş yapılabilir demektir

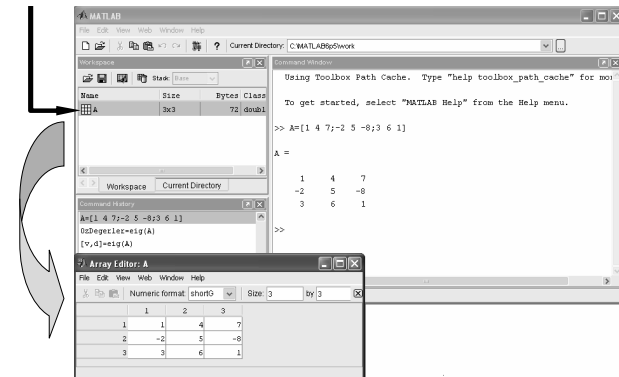


Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

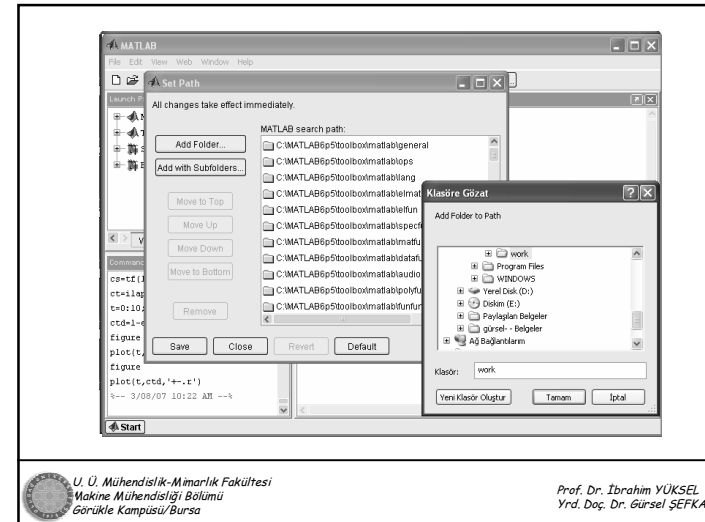


Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Çift Tıklayarak A'nın nasıl
Kaydedildiğini görülebilir



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



U. Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü
Görükle Kampüsü/Bursa

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

İFADELER (EXPRESSIONS)

Matlab diğer programlama dillerinde olduğu gibi bir giriş (input) olarak çeşitli matematiksel ve metinsel ifadeler sağlar. İfadeleri 4 ana madde altında inceleyebiliriz:

- ♣ Sayılar (Numbers)
- ♣ Değişkenler (Variables)
- ♣ İşleçler (Operators)
- ♣ Fonksiyonlar (Functions)

Matlab'de ifadeler genellikle **değişken = ifade** veya basitçe sadece **ifade** formundadır.

➤ Bir ifade = işareti ile bir değişkene atanmamış ise Matlab otomatik olarak sonucu, **ans** adı verilen özel bir değişkende saklar.

```
» b=4*5
b =
    20
» log(2)
ans =
    0.6931
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

➤ Normalde ifadeler, tek bir satırda yer alırlar. Ancak bir kaç ifade aralarına virgül konarak yazılabilir ve işleme konabilir. Virgülden sonraki boşluk sayısında bir sınırlama yoktur. Komut veya değişken bildirimli ifadelerde ; noktalı virgül işaretini de kullanılabiliyorsunuz.

```
» x = 3.01, y = (23*7)/5, z = 3^6
x =
    3.0100
y =
    32.2000
z =
    729

» x = 3.01; y = (23*7)/5; z = 3^6
z =
    729
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATLAB TEMEL YAZIM NOTASYONU (SYNTAX)

Matlab'de her şey bir dizi (array) olarak işleme konur. Bir dizi, skaler, vektör, matris veya metinsel dizge (karakter dizisi) olabilir.

- ♣ 1x1 dizisi skaler (scaler) veya metin dizgesi (string) gösterir. a=3 b=-20.56 c=3e-4 d=2+5*i e='Bir tamsayı giriniz:' gibi. Metin dizgeleri (text string), '.' arasında verilir.
- ♣ nx1 veya 1xn dizisi bir vektör (vector) gösterir. x=[0, 2, 4, 6] ifadesinde x, 1x4 boyutunda bir vektördür. [] köşeli parantezler içindeki sayıların arasında virgül (,) veya en az bir veya daha fazla boşluk olmalıdır.
- ♣ nxm veya mxn dizisi bir matris (matrix) gösterir. [] köşeli parantezler içindeki sayı grupları arasında noktalı virgül (;) olmalıdır. ; işareti matrisin sütunlarını ayırır. Sayı gruplarında virgül (,) veya en az bir veya daha fazla boşluk olabilir.

$$x = [1, 2, 3; 4, 5, 6; 7, 8, 9] \Rightarrow x = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATLAB'DE KULLANILAN ÖZEL DEĞERLER VE SABİTLER

Değişken Adı

ans
pi
i veya j
eps (epsilon yani ε)
realmin
realmax

inf
NaN

Açıklama

Bir işlemin son cevabı (answer) veya bir ifadenin değeri
pi sabiti: $\pi = 3.1415926535897...$
imajiner birim, $\sqrt{-1}$
Kayan-nokta bağlı doğruluğu (relative precision), 2e-52
En küçük kayan-nokta (floating-point) sayısı, 2e-1022
En büyük kayan-nokta (floating-point) sayısı, (2-ε)e1024
yani 2e1024'den çok az küçük
Sonsuz (infinity) yani realmax dan daha büyük bir sayı
Sayı değil (Not-a-Number)0



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

KOMUT SATIRINDA KLAVYE KISAYOLLARI

↑	Ctrl-P	Bir önceki satırı çağırır (Recall previous line)
↓	Ctrl-N	Bir sonraki satırı çağırır (Recall next line)
←	Ctrl-B	İmleç bir karakter sola hareket eder (Move back one character)
→	Ctrl-F	İmleç bir karakter sağa hareket eder (Move forward one character)
ctrl-→	Ctrl-R	Bir kelime sağa hareket eder (Move right one word)
ctrl-←	Ctrl-L	Bir kelime sola hareket eder (Move left one word)
home	Ctrl-A	Satırın başına gider (Move to beginning of line)
end	Ctrl-E	Satırın sonuna gider (Move to end of line)
esc	Ctrl-U	Geçerli satırı iptal eder yani tamamen siler (Clear line)
del	Ctrl-D	Bir karakter sola doğru siler (Delete character at cursor)
backspace	Ctrl-H	İmleçten satırın başına kadar olan kısmı siler (Delete character before cursor)
	Ctrl-K	İmleçten satırın sonuna kadar olan kısmı siler (Delete to end of line)



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Format Komutu: Matlab, değerlerin sayısal formatını **format** komutu ile kontrol eder. Bu komut sayıların kaç hane yani kaç ondalıkla veya diğer bir deyişle kaç digit gösterileceğini belirler. Matlab'de tüm hesaplamalar, double precision da yapılır.

Komut	Açıklama
format	Varsayılan format (format short ile aynıdır)
format short	5 rakamlı sabit nokta skala formatı
format long	15 rakamlı sabit nokta skala formatı
format short e	5 rakamlı kayan nokta formatı
format long e	15 rakamlı kayan nokta formatı
format short g	5 rakamlı en uygun sabit veya kayan nokta formatı
format long g	15 rakamlı en uygun sabit veya kayan nokta formatı
format bank	Dolar ve sent için sabit format (İki ondalıklı gösterimler için kullanabilirsiniz)
format rat	En küçük tamsayı oranı yaklaşımla sayıyı ondalıklı olarak gösterir



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

TRİGONOMETRİK FONKSİYONLAR

Fonksiyon Adı	Trigonometrik		Hiperbolik	
	Fonksiyon formatı	Ters Fonksiyon formatı	Fonksiyon formatı	Ters Fonksiyon formatı
sinüs	sin(x)	asin(x)	sinh(x)	asinh(x)
cosinüs	cos(x)	acos(x)	cosh(x)	acosh(x)
tanjant	tan(x)	atan(x)	tanh(x)	atanh(x)
kotanjant	cot(x)	acot(x)	coth(x)	acoth(x)
sekant	sec(x)	asec(x)	sech(x)	asech(x)
kosekant	csc(x)	acsc(x)	csch(x)	acsch(x)

Matlab'da trigonometrik fonksiyonlarda *derece* yerine *radian* kullanılır. Bu nokta çok önemlidir. Kısaca $2\pi=360^\circ$ veya $\pi=180^\circ$ derecedir. Örneğin derece cinsinden $\sin(30)=0.5$ tir. Oysa Matlab bu işlemin sonucunu(» $\sin(30)$) ans = -0.99) şeklinde verir. Genel kullanım derece cinsinden olduğundan ya radian (**pi** değişkenini kullanarak) cinsinden belirtmeniz ya da $\pi/180$ ile çarpmanız gereklidir. Programlama bölümünde örneğin direkt girilen sayının derece olarak algılanıp değerini veren bir fonksiyonda yazılabilir. Örneğimize devam edersek; » $\sin(\pi/6)$ ans = 0.50 Ancak bu yöntemde π yani pi'ye çevirmek (örneğin 6.47 açısı gibi) her zaman bu kadar kolay olmayacağından » $\sin(30*\pi/180)$ ans = 0.50 komutu yani açığı parentezler içinde kalmak şartıyla $\pi/180$ ile çarpmak daha pratiktir.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Ör: $x=45^\circ$ için $(\sin 4x)-(2\cos x)^3$ ifadesinin değerini bulunuz.

1. yol:
» $x = \pi/4$;
» $\sin(4*x)-(2*\cos(x))^3$
ans =
-2.83

2.yol:
» $x = 45$;
» $\sin(4*x*\pi/180)-(2*\cos(x*\pi/180))^3$
ans =
-2.83



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

LOGARİTMİK VE ÜSTEL FONKSİYONLAR

Matlab'da matematikten bildiğimiz doğal logaritma gösterimi **ln** olarak değil doğrudan **log** olarak gösterilmektedir. Yine bildiğimiz gibi $\ln x = \log_e x$ demektir. Genel yazım formatı bir x değeri için $\ln x$, Matlab'da $\log(x)$ şeklindedir.


Fonksiyon Adı					Fonksiyon formatı
10 tabanında logaritma ($\log_{10}(x)$)					$\log_{10}(x)$
2 tabanında logaritma ($\log_2(x)$)					$\log_2(x)$
doğal logaritma ($\ln x$)					$\log(x)$
üstel (e^x)					$\exp(x)$
karekök (\sqrt{x})					$\text{sqrt}(x)$
üs alma (x^n , n herhangi bir sayı)					x^n

log10	Log5	Ln1	ln10	ln2	exp(1)
» log10(10) ans = 1	» log10(5) ans = 0.6990	» log(1) ans = 0	» log(10) ans = 2.3026	» log(2) ans = 0.6931	» exp(1) ans = 2.7183

Matlab'da e sabit sayısı yani $e=2.71828$ veya kısaca $e=2.71$ sayısı e olarak tanımlanmamıştır. Bunun yerine bir sonraki konuda göreceğimiz $\exp(1)$ fonksiyonu kullanılabilir. Biliyoruz ki $\ln e=1$ dir ve bunu Matlab de sağlayalım:

Bilimsel notasyondan bildiğimiz gibi $1.0966e+003=1.0966.10^3$ demektir. Şimdi de aşağıdaki üstel yazımlı ifadelerin değerleri bulalım : 3^{12} , $(1/2)^{-4}$, $20^{1/5}$, $10^{3/5}$, $5.62.10^{-5}$,


» 3^{12} , $(1/2)^{-4}$, $20^{1/5}$, $10^{3/5}$, $5.62*10^{-5}$

 Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

LOGARİTMİK VE ÜSTEL FONKSİYONLAR (Devam)

3- Bu konu başlığı altında çok kullanılan bir diğer fonksiyonumuz karekök alma işlemini gerçekleştiren sqrt fonksiyonudur. Genel yazım formatı bir x değeri için $\text{sqrt}(x)$ şeklindedir. sqrt fonksiyonunu kullanarak sırasıyla $\sqrt{2}$, $\sqrt{23}$, $\sqrt{144}$, $\sqrt{3+\sqrt{2}}$ işlemlerini yapalım.

```
>> sqrt(2) , sqrt(23)
ans =
    1.4142
ans =
    4.7958
>> sqrt(144) , sqrt(3+sqrt(2))
ans =
    12
ans =
    2.1010
```

 Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

KARMAŞIK (KOMPLEKS) SAYI İŞLEMLERİ

Bilindiği gibi kompleks sayıların tipik genel formatı $a + bi$, $a+bj$ veya $a + ib$, $a+jb$ şeklindedir. Matlab dilinde bu notasyon $a + bi$, $a + bj$ veya $a+i*b$, $a+j*b$ şeklinde ifade edilir. Bu gösterim şekli aynı zamanda kartezyen gösterim olarak da adlandırılır. Sayılarda i veya j kullanımı arasında fark yoktur her ikisi de aynı şeyi ifade ederler. Örnek olarak 2-3j karmaşık sayısını ele alalım.


» 2-3j ans = 2.0000 - 3.0000i	» 2-i3 ??? Undefined function or variable 'i3'	» 2-i*3 ans = 2.0000 - 3.0000i
----------------------------------	---	-----------------------------------

x=3+4j sayısını için özetlersek

Komut	Sonuç
real(x)	3
imag(x)	4
abs(x)	$\sqrt{3^2+4^2}=5$
angle(x)	$\tan^{-1}(4/3)=0.9273$
conj(x)	$3-j*4$

Temel kompleks sayı işlemleri:

real	Kompleks reel kısım (Complex real part)
imag	Kompleks imajiner kısım (Complex imaginary part)
Abs	Mutlak değer (Absolute value)
angle	Faz açısı (Phase angle)
conj	Kompleks eşlenik (Complex conjugate)

 Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT


KARMAŞIK (KOMPLEKS) SAYI İŞLEMLERİ

! abs (absolute) komutu sadece karmaşık sayı işlemlerinde değil diğer tüm mutlak değer alma $|x|$ işlemlerinde kullanılabilir. Fonksiyon adı **abs** olup genel formatı bir x değeri için $\text{abs}(x)$ şeklindedir. Ör: » $\text{abs}(\text{sqrt}(3)-1)$ ans = 0.7321

1) $x=2(1+4j)$ » $x=2*(1+4*i)$ x = 2.0000 + 8.0000i	2) $k=(1.2+2.5i)^3$ » $k=(1.2 + 2.5*i)^3$ k = -20.7720 - 4.8250i	3) a=-2-j ve b=3+√2 olmak üzere s1) -5a+b s2) a/b » a=-2-j; b=3+sqrt(2); » s1=-5*a+b s1 = 8.4142 + 2.0000i » s2=a/b s2 = -0.4531 - 0.2265i
---	--	--

YUVARLATMA İŞLEMLERİ

fix	: Sıfıra doğru yuvarlatma yapar	» fix(-5.1) ans = -5
floor	: -∞'a doğru en yakın tamsayıya yuvarlatma yapar	» floor(-5.1) ans = -6
ceil	: +∞'a doğru en yakın tamsayıya yuvarlatma yapar	» ceil(-5.1) ans = -5
round	: En yakın tamsayıya yuvarlatma yapar	» round(-5.1) ans = -5

 Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

TEMEL İSTATİKSEL İŞLEMLER

max	: Verilerin en büyük değerini bulur
min	: Verilerin en küçük değerini bulur
length	: Veri sayısını bulur
sum	: Verilerin toplamını hesaplar
prod	: Verilerin çarpımını hesaplar
median	: Verilerin ortanca değeri hesaplar
std	: Verilerin standart sapmasını hesaplar
mean	: Verilerin ortalama değerini hesaplar yani aritmetik ortalama alır
geomean	: Verilerin geometrik ortasını hesaplar
harmmean	: Verilerin harmonik ortasını hesaplar
sort	: Verilerin azalan sırada sıralar

» d=[0.5 1 0.34 2.5 2.5 1.14 3.0 3.4 5 6.5 4.31 5.5];

max(d) ans =	» min(d) ans =	» length(d) ans =	» sum(d) ans =
6.5000	0.3400	12	35.6900

İstatistiksel işlemler matrislerde sütun sütun işlem yapar. A bir matris ise sum(A) A matrisinin sütunlarını ayrı ayrı toplar.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

DİZİLER

Matlab'ın en temel işlem elemanı ve veri tipi dizilerdir (array). Dizi, en genel matematiksel tanımı ile nümerik ve metinsel değerler topluluğudur. Matlab'da her şey bir dizi olarak işleme konur. Matlab'da üç tip dizi ifadesi bulunmaktadır:

- » Reel ile kompleks sayıları ifade eden çift kat veya nümerik diziler (double veya numeric array)
- » Nesneleri ve metinsel dizgeleri ifade eden hücre diziler (cell array)
- » Genelleştirme ve çeşitli tipleri ifade eden n-boyutlu diziler (n-dimensional array)

VEKTÖR İŞLEMLERİ

Vektörler, mx1 veya 1xn boyutlu dizilerdir. mx1 boyutlu diziye sütun vektörü denir ve eleman sayısı m tanedir; 1xn boyutlu diziye satır vektörü denir ve eleman sayısı n tanedir. Matlab'da vektörleri oluşturma üç temel yolu vardır:

- » Direkt olarak (köşeli parantez [...] kullanma)
- » Eşit aralıklı elemanlar kullanarak (: işaretini kullanarak veya **linspace**, **logspace** komutlarıyla)
- » Utility fonksiyonlar kullanarak (**rand**, **randn**, **ones**, **zeros** komutlarıyla)



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

VEKTÖR İŞLEMLERİ (Devam)

Temel Vektör İşlem Notasyonları

İşlem	Matlab formu	Örnek Uygulama a=[1 2 3], b=[-1 2 6]	Açıklama
Toplama	a + b	0 4 9	Dizilerin karşılıklı elemanları toplanır.
Çıkarma	a - b	2 0 -3	Dizilerin karşılıklı elemanları çıkartılır.
Çarpma	a .* b	-1 4 18	Dizilerin karşılıklı elemanları çarpılır.
Sağa Bölme	a ./ b	-1.0000 1.0000 0.5000	a dizisinin her bir elemanı, sırasıyla b dizisinin her bir elemanına bölünür.
Sola Bölme	a \ b	-1 1 2	b dizisinin her bir elemanı, sırasıyla a dizisinin her bir elemanına bölünür.
Üs alma	a .^ b	1 4 729	a dizisindeki her bir elemanın, sırasıyla b dizisindeki elemanlarla üsleri alınır..
Transpoze	a'	123	Satır vektörünü sütun vektörüne çeviri veya tersini yapar.

* Matlab dilinde nokta işaretli işlemler (**dot** işlemleri) vektörde eleman eleman (elemanter) işlem yapacağını gösterir. Çarpma: .* Bölme: ./ veya .\ ve Üs alma: .^



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

VEKTÖR İŞLEMLERİ (Devam)

Eşit aralıklı elemanlar kullanarak vektör oluşturma

Bu yöntem ile Matlab'de vektör oluşturma üç şekilde olur:

1- Vektör elemanları birbirlerini, sabit miktarda artan veya azalan bir değerle (step size) takip ederler. : işleci (colon operator) bu tür bir işlem için en temel bir yöntemdir. Genel sözdizimi formatı:

f = İlkDeğer : DeğişimMiktarı : SonDeğer şeklindedir. Değişim miktarı belirtilmezse İlkDeğer'den sonra 1'er er artım olacağını ifade eder. : işaretinden önce veya sonra görüntü netliği için boşluk verebilirsiniz.

Örneğin,

» n = 1:10

n = 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10

n değişkeni 1, 2, 3, 4 ... ve 10 tamsayılarını üretir diğer bir deyişle elemanları [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10] olan bir n satır vektörü gösterir. Görüldüğü gibi artım miktarı belirtilmezse Matlab bunu 1 birim olarak kabul eder.

» p = 0.2:0.25:1
p = 0.2000 0.4500
0.7000 0.9500

p değişkeni 0.2 ile 1 arasında 0.25 artımla [0.2 0.45 0.7 0.95] satır vektörünü üretir.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

VEKTÖR İŞLEMLERİ (Devam)

2- linspace ve **logspace** komutlarını kullanmak. Bu durumda başlangıç ve bitiş noktaları arasında kaç nokta olacağını siz belirtirsiniz.

linspace komutunun genel sözdizimi formatı:

`linspace(x1, x2, n)` şeklindedir. `x1`, aralığın İlkDeger ile `x2`, SonDeger değerleridir. `n`, İlkDeger ile SonDeger arasındaki nokta sayısıdır. Eğer `n` belirtilmezse iki nokta arası lineer olarak 100 eşit parçaya ayrılır. **linspace**, lineer aralıklı bir vektör üretir. **linspace** özellikle eğri çizimlerinde ve eğri uydurma ilerinde çok yararlıdır.

logspace komutunun genel sözdizimi formatı:

`logspace(x1, x2, n)` şeklindedir. `n`, İlkDeger (`x1`) ile SonDeger (`x2`) arasındaki nokta sayısıdır. Eğer `n` belirtilmezse `10x1` ile `10x2` arası logaritmik olarak eşita aralıklı 50 satır vektörü üretir. **logspace**, logaritmik aralıklı bir vektör üretir ve aslında logaritmik ölçekte **linspace** komutunun rolünü oynar. Bir vektörde logaritmik aralıklı elemanlar özellikle üstel fonksiyonlarla (log-log ve semilog grafikler gibi) ilgili iseniz çok yararlıdır. Sistem frekans cevabı, Bode diyagramları vb gibi logaritmik ölçek gerektiren grafik çizimlerinde kullanabilirsiniz.

```
>> p = 0.2:0.25:1
p = 0.2000 0.4500
0.7000 0.9500
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

VEKTÖR İŞLEMLERİ (Devam)

Utility fonksiyonlarla üretilen utility vektörler

1- rand fonksiyonunu kullanmak. Bazen sadece bir özelliği veya bir şeyi denemek ve durumunu gözlemek için bir sayı vektörü oluşturmak isteyebilirsiniz. İşte rand uniform olarak dağılmış rastgele sayılı vektörler üretir.

rand fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

`f = a + (b-a)*rand(m,n)` şeklindedir. Burada `f` vektörü, `a` ile `b` sayıları arasında uniform olarak dağılmış rastgele sayılardan oluşur. `m` ve `n` vektör boyutunu belirler, tabiki en az biri `m=1` veya `n=1` olmalıdır. `m=1` ise `n` sütun sayıda satır vektörü, `n=1` ise `m` satır sayıda sütun vektörü üretilir. Sadece `rand` komutunun kullanımı ile 0 ile 1 arasında rastgele sayılar üretirsiniz. Örneğin `a=1` ile `b=5` arasında yani 1 ile 5 arasında rasgele 7 sayı üretmek istiyorsanız

```
>> r = 1 + 4*rand(1,7)
r =
1.0470 4.5756 1.7966 2.1949 3.6458 2.1376 2.8769
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

VEKTÖR İŞLEMLERİ (Devam)

2- ones ve **zeros** fonksiyonlarını kullanmak. Bu fonksiyonlardan **ones** ile elemanları sadece 1'lerden oluşan, **zeros** ile elemanları sadece 0'lardan oluşan bir vektör üretilir. Genellikle **ones**, aynı değerli bir vektör oluşturmak için; **zeros** ise script ve fonksiyon işletimini hızlandırmak için kullanılır.

ones fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

`f = k*ones(m,n)` veya `f = k*ones[m,n]` şeklindedir. Burada `m` ve `n` vektör boyutunu belirler, tabiki en az biri `m=1` veya `n=1` olmalıdır. `m=1` ise `n` sütun sayıda satır vektörü, `n=1` ise `m` satır sayıda sütun vektörü üretilir. `k=1` için elemanları sadece 1 olan vektör, `k≠1`ve 0 için elemanları `k` olan bir vektör elde edilir.

zeros fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

`f = zeros(m,n)` veya `f = zeros[m,n]` şeklindedir. Burada `m` ve `n` vektör boyutunu belirler, tabiki en az biri `m=1` veya `n=1` olmalıdır. `m=1` ise `n` sütun sayıda sıfırlardan oluşan satır vektörü, `n=1` ise `m` satır sayıda sıfırlardan oluşan sütun vektörü üretilir.

```
>> dortler = 4*ones(1,4)
dortler =
4.00 4.00 4.00 4.00
```

```
>> V_sifir = zeros(1,4)
V_sifir =
0 0 0 0
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

VEKTÖR İŞLEMLERİ (Devam)

Vektör Bilgilerini Elde Etmek (bir f vektörü için)

size(f): komutu vektörün `1xn` veya `nx1` olarak kaç `n` boyutunda olduğunu verir. **Size** komutunun ilk değeri satır sayısını son değeri sütun sayısını verir.

length(f): komutu vektörün uzunluğunu diğer bir deyişle boyunu yani vektörün kaç elemanı olduğunu gösterir. Bu komut yerine **max(size(A))** komutu da kullanılabilir.

f(n): komutu vektörün `n`. elemanını (`n=1,2,3,...`) gösterir. **f(5)**, `f` vektörünün 5. elemanını gösterir.

f(1:5): komutu vektörün ilk beş elemanını gösterir.

Bir vektörün ilk elemanı örneğimizdeki f vektörü için f(1) ile ve son terimi f(length(f)) ile bulunur.

```
>> f=[1 3 2 5 10 -8]
f =
1 3 2 5 10 -8
>> size(f)
ans =
1 6
```

```
>> length(f)
ans = 6
>> f(3)
ans = 2
>> f(1,4)
ans = 5
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİSLER

Matlab'de matrisleri oluşturma üç temel yolu vardır:

1. Direkt olarak (köşeli parantez [...]) kullanma
2. Utility fonksiyonlar kullanarak (**eye**, **ones**, **zeros**, **rand**, **randn** komutlarıyla)
3. Özel matrisler (**pascal**, **hilbert** vb fonksiyonlarla)

1. Direkt olarak (köşeli parantez [...]) kullanma

```
>> n = [1 2 3 4; 5 6 7 8; 9 10 11 12]
```

n =

```
1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11 12
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİSLER (Devam)

2. Utility fonksiyonlar kullanarak (rand, ones, zeros, eye komutlarıyla) matris oluşturma

a) **rand** fonksiyonunu kullanmak. Bazen sadece bir özelliği veya bir şeyi denemek ve durumunu gözlemek için rastgele sayılardan oluşmuş bir matris oluşturabilirsiniz. İşte **rand** uniform olarak dağılmış rastgele sayılı matrisler üretir.

rand fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

F = a + (b-a)*rand(m,n) şeklindedir. Burada F matrisi, a ile b sayıları arasında uniform olarak dağılmış rastgele sayılardan oluşur ve mxn, matris boyutunu belirler. Sadece **rand(k)** komutunun kullanımı ile kxk boyutunda 0 ile 1 arasında rastgele sayılı matris üretirsiniz. Diğer bir ifade ile **rand(k)** ile **rand(k,k)** aynı işleve sahiptir.

Örneğin a=-5 ile b=5 arasında yani -5 ile +5 arasında rasgele sayılı 2x4 (iki satır 4 sütunlu) bir matris üretmek istiyorsanız

```
>> a = -5 + 10*rand(2,4)
```

a =

```
4.5013 1.0684 3.9130 -0.4353
-2.6886 -0.1402 2.6210 -4.8150
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİSLER (Devam)

2. Utility fonksiyonlar kullanarak (rand, ones, zeros, eye komutlarıyla) matris oluşturma

b) **ones** ve **zeros** fonksiyonlarını kullanmak. Bu fonksiyonlardan **ones** ile elemanları sadece 1'lerden oluşan, **zeros** ile elemanları sadece 0'lardan oluşan matrisler üretilir.

ones fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

F = k*ones(m,n) veya **F = k*ones([m,n])** şeklindedir. Burada mxn matris boyutunu belirler. F matrisi, k=1 için elemanları sadece 1 olan vektör, k=1 ve k=0 için elemanları k olan mxn boyutunda bir matris gösterir. ones(t), tüm elemanları 1 olan boyutu txt olan kare matris üretir.

```
>> e=ones(3)
```

e =

```
1 1 1
1 1 1
1 1 1
```

3x3 boyutunda her bir elemanı
1 olan kare matris üretir.

```
>> e=ones(2,3)
```

e =

```
1 1 1
1 1 1
```

2x3 boyutunda her bir elemanı
1 olan bir matris üretir. .



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİSLER (Devam)

2. Utility fonksiyonlar kullanarak (rand, ones, zeros, eye komutlarıyla) matris oluşturma

zeros fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

F = zeros(m,n) veya **F = zeros([m,n])** şeklindedir. Burada mxn matris boyutunu belirler ve F, elemanları sadece 0 olan mxn boyutunda bir matris gösterir. ones(t), tüm elemanları 1 olan boyutu txt olan kare matris üretir. zeros(t), tüm elemanları 0 olan boyutu txt olan kare matris üretir.

Genellikle ones, aynı değerli bir matris oluşturmak ve bazı işlemlerde yardımcı bir araç olarak ; zeros ise script ve fonksiyon işletimini hızlandırmak, mühendislik işlemlerinde sparse matris oluşturmak ve yine bazı işlemlerde yardımcı araç olarak kullanılır..

```
>> g=zeros(3)
```

g =

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

3x3 boyutunda her bir elemanı
0 olan kare matris üretir.

```
>> g=zeros(2,3)
```

g =

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

2x3 boyutunda her bir elemanı
0 olan bir matris üretir. .



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİSLER (Devam)

2. Utility fonksiyonlar kullanarak (rand, ones, zeros, eye komutlarıyla) matris oluşturma

c) *eye* fonksiyonunu kullanmak. Bu fonksiyon ile birim matris oluşturulur. Bilindiği gibi birim matris, birinci köşegeni 1 olan diğer tüm elemanları 0 olan bir matristir. Genelde büyük I harfi ile temsil edilir. *eye* fonksiyonu için genel sözdizimi formatı:

$F = \text{eye}(m,n)$ veya $F = \text{eye}([m,n])$ şeklindedir. Burada $m \times n$ matris boyutunu belirler. *eye(t)*, boyutu $t \times t$ olan kare matris üretir. Birim matris genelde kare matris olarak kullanılır.

```
>> I=eye(3)
```

I =

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

```
>> I=eye(2,3)
```

I =

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



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİSLER (Devam)

3. Özel matrisler (pascal, magic, hilbert, spiral, meshgrid vb fonksiyonlarla) oluşturma

- a) **pascal(k)** fonksiyonu: Pascal üçgeni elemanlarından oluşur.
- b) **magic(k)** fonksiyonu: $k \times k$ boyutunda 1'den k^2 'ye kadar sayılardan oluşan $k=2$ hariç eşit satır, sütun ve diagonal toplamına sahip bir kare matris oluşturur.
- c) **hilb(k)** fonksiyonu $k \times k$ boyutunda her bir elemanı $1/(i+j-1)$ ile belirlenen hilbert matrisi olarak adlandırılan bir kare matris oluşturur. Matrisin genel elemanı $\text{hilb}(ij)$ olup i satır, j sütun numarasını gösterir.

```
>> pascal(4)
```

ans =

```
1 1 1 1
1 2 3 4
1 3 6 10
1 4 10 20
```

```
>> magic(3)
```

ans =

```
8 1 6
3 5 7
4 9 2
```

```
>> hilb(3)
```

ans =

```
1.0000 0.5000 0.3333
0.5000 0.3333 0.2500
0.3333 0.2500 0.2000
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS BİLGİ ALMA FONKSİYONLARI

Matlab'da yerleşik bazı matrisler ilgili fonksiyonlar ile matrisler hakkında bilgi alabiliriz. Bu bilgiler arasında matrisin determinat'ı, rank'ı, matrisin boyutu, matrisin veri özellikleri, diagonal elemanları vb. sayılabilir.

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

matrisi üzerinde bazı işlemler yapalım.

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

A =

```
1 4 7
2 5 8
3 6 1
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS BİLGİ ALMA FONKSİYONLARI

Matrisin transpozesi : Bir A matrisinin transpozesi A' ile bulunur. ' transpoze operatörü ile matrisin satır ve sütunları yer değiştirir. $(A')'=A$ dır yani transpozenin transpozesi matrisin kendisidir. Ayrıca $\text{transpose}(A)$ komutu ile de bulunur.

```
>> TranspozeA=A'
```

TranspozeA =

```
1 2 3
4 5 6
7 8 1
```

Matrisin determinantı: Bir A matrisinin determinantı **det(A)** fonksiyonu ile bulunur. Matris, kare matris olmalıdır..

```
>> DeterminantA=det(A)
```

DeterminantA =

```
24
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS BİLGİ ALMA FONKSİYONLARI (Devam)

Matrisin tersi: Bir A matrisinin tersi **inv(A)** fonksiyonu ile bulunur. Matris, tekil (singular) ve kare (square) matris olmalıdır. Konu dışı olmakla beraber karesel olmayan matrislerin tersini alabilmek için **pinv** komutu kullanılır.

```
>> A=[1 4 7;2 5 8;3 6 1]
A =
     1     4     7
     2     5     8
     3     6     1
>> TersA=inv(A)
TersA =
    -1.7917    1.5833   -0.1250
     0.9167   -0.8333    0.2500
    -0.1250    0.2500   -0.1250
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS BİLGİ ALMA FONKSİYONLARI (Devam)

Matrisin tersi: Bir A matrisinin tersi **inv(A)** fonksiyonu ile bulunur. Matris, tekil (singular) ve kare (square) matris olmalıdır. Konu dışı olmakla beraber karesel olmayan matrislerin tersini alabilmek için **pinv** komutu kullanılır.

```
>> A=[1 4 7;2 5 8;3 6 1]
A =
     1     4     7
     2     5     8
     3     6     1
>> TersA=inv(A)
TersA =
    -1.7917    1.5833   -0.1250
     0.9167   -0.8333    0.2500
    -0.1250    0.2500   -0.1250
```

```
>> B = [1 0 3; 4 0 6; 2 0 5];
>> inv(B)
Warning: Matrix is singular to working precision.
(Type "warning off MATLAB:singularMatrix" to suppress
this warning.)

ans =
     Inf     Inf     Inf
     Inf     Inf     Inf
     Inf     Inf     Inf
>> det(B)
ans =
     0
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS BİLGİ ALMA FONKSİYONLARI (Devam)

Matrisin rankı: Bir A matrisinin rankı **rank(A)** fonksiyonu ile bulunur.

```
>> A=[1 4 7;-2 5 -8;3 6 1];
>> rankA=rank(A)

rankA =

     3
```

Matrisin boyutu: Bir A matrisinin boyutu yani kaç kaç olduğu **size(A)** fonksiyonu ile bulunur. Verilen cevapta yan yana iki sayıdan birincisi satır sayısını, ikincisi sütun sayısını gösterir.

```
>> A = [1 4 7; -2 5 -8; 3 6 1];
>> boyutA=size(A)
boyutA =
     3     3
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS BİLGİ ALMA FONKSİYONLARI (Devam)

Matrisin diagonal elemanları: Bir A matrisinin ana diagonal elemanları **diag(A)** fonksiyonu ile bulunur.

```
>> A=[1 4 7;-2 5 -8;3 6 1]
A =
     1     4     7
    -2     5    -8
     3     6     1
>> ana_diag=diag(A)
ana_diag =
     1
     5
     1
```

Matrisin özdeğerleri ve özvektörleri: Matrisin öz değerleri ve özvektörleri **eig(A)** fonksiyonu ile bulunur.

```
>> A=[1 4 7;-2 5 -8;3 6 1];
>> OzDegerler=eig(A)
OzDegerler =
    -2.9650
    4.9825 + 7.1219i
    4.9825 - 7.1219i
>> [v,d]=eig(A)
v =
    -0.8965    -0.1744 - 0.5250i    -0.1744 + 0.5250i
     0.1810     0.6822         0.6822
     0.4044     0.0451 - 0.4761i    0.0451 + 0.4761i
d =
    -2.9650         0         0
         0    4.9825 + 7.1219i         0
         0         0    4.9825 - 7.1219i
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS İNDEKSELEME VE KOLON (:) NOTASYONU

Bir A matrisini düşünürsek

A(k) gösterimi k=1,2 ... olmak üzere k. elemanını verir. Eleman sırası ilk sütun elemanlarından başlar ikinci sütun elemanları vb şeklinde devam eder.

A(i,j) gösterimi i. satır j. sütun elemanını verir.

A(i:j) gösterimi eleman sırası ilk sütun elemanlarından başlayarak i. eleman ile j. eleman arasındaki elemanları verir yani [A(i) A(i+1) ... A(j)] şeklinde bir vektör oluşturur.

A(:,j) gösterimi A matrisinin j. sütununu verir.

A(:,i:j) gösterimi [A(:,i);A(:,i+1);...;A(:,j)] şeklinde i. sütundan j. sütuna kadar sütunlardan oluşan bir alt matris verir.

A(i,:) gösterimi A matrisinin i. satırını verir.

A(i:j,:) gösterimi [A(i,:);A(i+1,:);...;A(j,:)] şeklinde i. satırdan j. satıra kadar satırlardan oluşan bir alt matris verir.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATRİS İNDEKSELEME VE KOLON (:) NOTASYONU

Örnek olarak yandaki 5x5 boyutlu yani 25 elemanlı A matrisi üzerinde duralım:

A =	4	2	3	-1	2
	-4	1	-2	2	7
	2	0	3	9	5
	1	-7	3	5	7
	5	-1	0	-2	8

» A(3) ans = 2	» A(18) ans = 9	» A(1,4) ans = -1	» A(1:7) ans = 4 -4 2 1 5 2 1
» A(2,:) ans = -4 1 -2 2 7	» A(3:5,:) ans = 2 0 3 9 5 1 -7 3 5 7 5 -1 0 -2 8	» A(:,4) A = -1 2 9 5 -2	» A(:,1:3) ans = 4 2 3 -4 1 -2 2 0 3 1 -7 3 5 -1 0



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

İKİ BOYUTLU GRAFİKLER

Matlab'da en basit grafik çizdirme komutu, **plot** komutudur. **Plot** komutu, iki boyutlu doğru (çizgi) grafiği çizdirir. Örneğin X ile Y, iki aynı boyutlu vektör ve X'deki sayılar x-ekseni (absis) üzerinde Y'deki sayılar y-ekseni (ordinat) üzerinde olsun. **Plot** komutu X in her noktası için karşılık gelen Y değerlerini çizdirir.

Diğer bir deyişle, (X(1),Y(1)), (X(2),Y(2)), (X(3),Y(3)) vb noktalar çizdirilecek ve daha sonra da tüm bu noktalar birleştirilecektir. **Plot** komutunun nasıl bir işlem yaptığını bir örnek üzerinde görelim. Önce iki basit vektör oluşturalım:

```
>> x_nok=[1 2 3 4 5];
>> y_nok=[25 0 20 5 15];
>> plot(x_nok,y_nok,'o-')
>> xlabel('X degerleri')
>> ylabel('Y degerleri')
>> title('İki Boyutlu Grafik')
>> grid
```

xlabel('text') Grafiğin x-eksenini adlandırır. Genelde text, data adı ve/veya birimi olur.

ylabel('text') Grafiğin y-eksenini adlandırır. Genelde text, data adı ve/veya birimi olur.

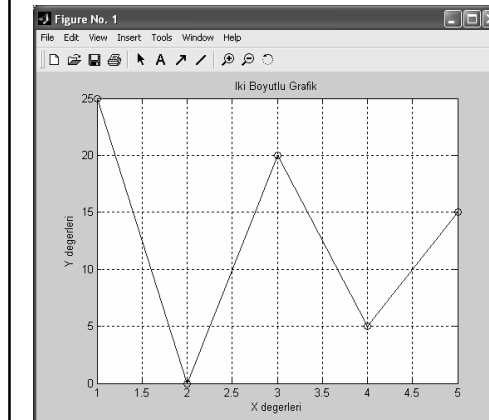
title('text') Grafiği adlandırır yani grafiğe başlık verir.

grid Klavuz çizgilerini görüntüler



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

İKİ BOYUTLU GRAFİKLER (Devam)



```
>> x_nok=[1 2 3 4 5];
>> y_nok=[25 0 20 5 15];
>> plot(x_nok,y_nok,'o-')
>> xlabel('X degerleri')
>> ylabel('Y degerleri')
>> title('İki Boyutlu Grafik')
>> grid
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

ÇİZGİ ve İŞARETLEME SEÇENEKLERİ

Çizimin görünümünü değiştirmek isterseniz Matlab'da bir çok çeşitli seçenekler vardır. Çizimin rengini, işaretleyici sembolü ve çizgi tipini kendiniz belirleyebilirsiniz. Bu işlemin genel komutu

plot(x,y,'s')

şeklinde. Burada x ve y veri vektörlerinden sonra gelen üçüncü argüman olan kesme işaretleri arasında yer alan **s**, Aşağıda verilen tablolardaki sütundan (renk, işaretleyici sembolü, çizgi tipi) herhangi biri ya da hepsinin bir kombinasyonu olabilir. Bu üçüncü argümanın kullanımı sadece isteğe bağlıdır. Ancak tek grafikte verilerin dağılımı daha iyi anlamak ve belirli bir periyotta olayın oluşumu kontrol etmek istediğinizde işaretleyiciler iyi bir seçenek olabilir. Ayrıca birden fazla grafiği aynı düzlemde göstermek istediğinizde de bazı **s** kombinasyonlarını kullanmak zorunlu olabilir.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

ÇİZGİ ve İŞARETLEME SEÇENEKLERİ (Devam)

Color (Renk)	Indicator
Blue (Mavi)	b
Green (Yeşil)	g
Red (Kırmızı)	r
Cyan (Türküz)	c
Magenta (Mor)	m
Yellow (Sarı)	y
Black (Siyah)	k
White (Beyaz)	w

plot(x,y,'r-b-i')
plot(x,y,'c: ^')

Line style (Çizgi tipi)	Indicator
Solid (Düz çizgi)	-
Dashed (Kesik çizgi)	--
Dotted (Noktalı çizgi)	·
Dash-dot (Kesik-noktalı çizgi)	-·

Marker symbol (İşaretleme sembolü)	Indicator
Point (Nokta)	.
Plus (Artı)	+
Star (Yıldız)	*
Circle (Daire)	o
x-mark (x işareti)	x
Square (Kare)	s
Diamond (Elmas)	d
triangle (down) (Aşağı bakan üçgen)	v
triangle (up) (Yukarı bakan üçgen)	^
triangle (left) (Sola bakan üçgen)	<
triangle (right) (Sağa bakan üçgen)	>
Pentagram (Besgen)	p
Hexagram (Altıgen)	h



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

GRAFİĞE YENİ GRAFİK EKLEMEK

Bazı zamanlar varolan çizilmiş bir grafiğin üzerine başka bir grafik eklemek isteyebilirsiniz. Üst üste birden fazla plot komutunu kullanmak bir öncekini iptal ettiğinden bunu önlemek için hold komutu kullanılır. Hold komutunun genel kullanım formatı aşağıdaki gibidir.

plot(...) % İlk grafiği üretir
hold on % Grafiği dondurur
plot(...) % Yeni bir grafik ekler
hold on % Grafiği dondurur
plot(...) % Yeni bir grafik ekler
hold off % Dondurulan grafiği (grafikleri) serbest bırakır

Grafik başlıkları, eksen adlandırmaları ve göstergeler için **hold on** komutunu kullanmaya gerek yoktur. Hold on komutu bir önceki grafiği dondurur ve aynı düzlemde diğer grafiklerin çizilmesine izin verir ve **plot** komutu ile çizilecek olan ikinci grafik bir önceki geçerli eksenleri kullanır. Ancak eğer çizilecek ikinci grafiğin eksen skalası daha geniş ise ona göre otomatik olarak ayarlama yapar.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

GRAFİĞE GÖSTERGE EKLEME (LEGEND KOMUTU) İŞLEMLERİ

Gösterge eklemek için kullanılan komut **legend** komutudur. Genel format dizimi:

legend(string1,string2,string3, ... , Pos)

şeklinde.

legend(string1, string2, string3, ...) komut dizimi gösterge kutusunu, varsayılan olarak grafiğin sağ üst köşesine yerleştirir.

Genel komut dizimindeki **Pos** (Position demektir) ifadesi, gösterge kutusunu belirlenmiş bir konuma yerleştirir. **Pos** ifadesinin alacağı değerler şunlardır:

```
t = 0:pi/100:2*pi;
y1 = sin(t);
y2 = sin(t-0.25);
y3 = sin(t+0.25);
plot(t,y1,t,y2,t,y3)
xlabel('t');
title('Ötelenmiş Sinüs Fonksiyonları');
legend('sin(t)', 'sin(t-0.25)', 'sin(t+0.25)', 0)
```

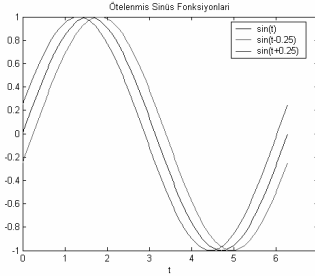
0 = Otomatik "en iyi" yer
1 = Sağ üst köşe (varsayılan değer)
2 = Sol üst köşe
3 = Sol alt köşe
4 = Sol sağ köşe
-1 = Grafiğin sağına yerleştirir

Bunların dışında gösterge kutusunun üzerinde iken fare işaretçisinin sol tuşuna basarak ki bu durumda dört yönlü bir ok çıkar- elle istediğiniz yere taşıyabilir. Ayrıca gösterge kutusunu çift tıklayarak etiket düzenlemesi de yapılabilir. **legend off:** komutu ise gösterge kutusunu yerleştirilen yerden kaldırır.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

GRAFIĞE GÖSTERGE EKLEME (LEGEND KOMUTU) İŞLEMLERİ (Devam)



```
t = 0:pi/100:2*pi;
y1 = sin(t); y2 = sin(t-0.25);
y3 = sin(t+0.25);
plot(t,y1,t,y2,t,y3);
xlabel('t');
title('Ötelenmiş Sinüs Fonksiyonları');
legend('sin(t)','sin(t-0.25)','sin(t+0.25)',0)
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATLAB'da polinomlar, derece sırasına göre polinom katsayılarını eleman kabul eden bir vektör ile temsil edilir. Örneğin, polinomumuz;

$$p(s) = s^3 + 3s^2 + 4$$

Polinomun köklerini **roots(p)** komutu ile elde edebilir ve kontrol amaçlı olarak da kökleri belli olan polinomu yeniden kurmak için **poly(p)** komutu kullanılır.

```
>> p=[1 3 0 4];
>> r=roots(p)

r =
-3.3553
0.1777 + 1.0773i
0.1777 - 1.0773i

>> p=poly(r)

p =
1.0000 3.0000 0.0000 4.0000
```

$p(s) = s^3 + 3s^2 + 4$

$p(s)=0$ denkleminin köklerinin hesaplanması

Köklerden polinomun tekrar kurulması

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Polinomların çarpımı **conv** fonksiyonu ile yapılır. Aşağıda verilen $n(s)$ polinomunu ele alalım.

$$n(s) = (2s^2 + 5s + 2)(2s + 1)$$

Polinom değişkeninin verilen herhangi bir değeri için polinomun aldığı değeri **polyval** komutu kullanarak bulabiliriz $n(-5)=-243$.

```
>> p=[2 5 2];q=[2 1];
>> n=conv(p,q)

n =
4 12 9 2

>> deger=polyval(n,-5)

deger =
-243
```

p ve q polinomlarının çarpımı

$n(s) = 4s^3 + 12s^2 + 9s + 2$

$s=-5$ de $n(s)$ polinomunun değeri

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

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

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

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

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

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

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

```
>> 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
```

$$\begin{aligned}\frac{C(s)}{R(s)} &= \frac{2s^3 + 5s^2 + 3s + 6}{(s+3)(s+2)(s+1)} \\ &= \frac{-6}{(s+3)} + \frac{-4}{(s+2)} + \frac{3}{(s+1)} + 2\end{aligned}$$

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

```
>> [num,den]=residue(r,p,k)
```

```
num =
 2.0000  5.0000  3.0000  6.0000

den =
 1.0000  6.0000  11.0000  6.0000
```

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

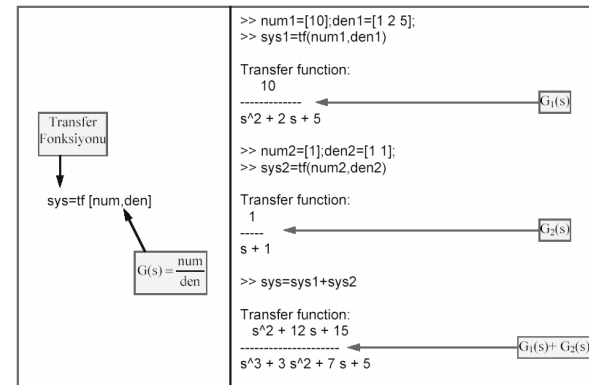
Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

MATLAB (Control System Toolbox), transfer fonksiyonu biçimindeki modelleri **tf** fonksiyonu ve durum uzayı modellerini de **ss** fonksiyonu yardımıyla kurar.

$$G_1(s) = \frac{10}{s^2 + 2s + 5} \text{ ve } G_2(s) = \frac{1}{s+1}$$

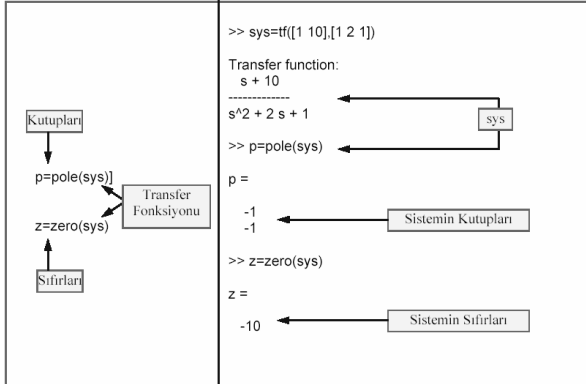
$$G(s) = G_1(s) + G_2(s) = \frac{s^2 + 12s + 15}{s^3 + 3s^2 + 7s + 5}$$

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



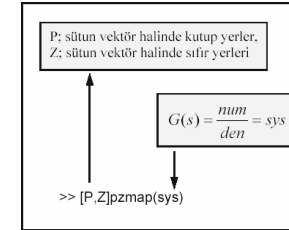
Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Transfer fonksiyonunun kutuplarını ve sıfırlarını sistem transfer fonksiyonu tanımlandıktan sonra **pole** ve **zero** fonksiyonları ile hesaplayabiliriz.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

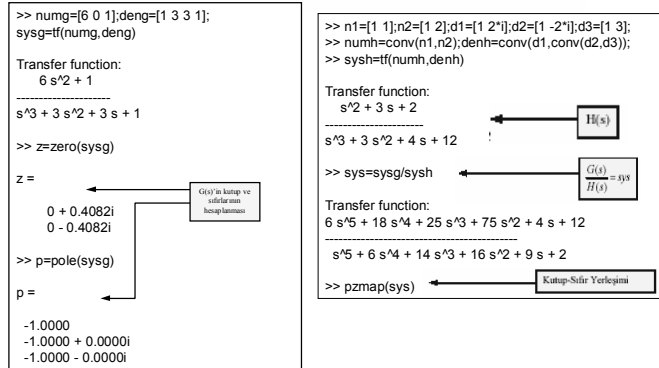
Karmaşık sayı düzleminde sıfır ve kutupların yerini de **pzmap** fonksiyonunu kullanarak çizdirebiliriz



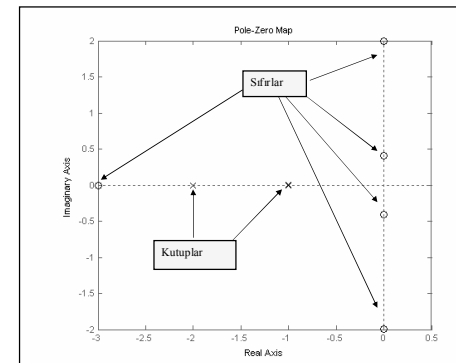
U. Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü
Görükle Kampüsü/Bursa

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

$$G(s) = \frac{6s^2 + 1}{s^3 + 3s^2 + 3s + 1} \text{ ve } H(s) = \frac{(s+1)(s+2)}{(s+2i)(s-2i)(s+3)}$$



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Doğrusal Sistemlerin MATLAB Gösterimleri
Sistem Transfer Fonksiyonu iki polinomun oranı olarak temsil edilir.

$$G(s) = \frac{2s + 4}{s^3 + 1.3s^2 + 7s + 4}$$

MATLAB'da polinomlar, derece sırasına göre polinom katsayılarını eleman kabul eden bir vektör ile temsil edildiğinden;

```
>> pay=[2 4];
>> payda=[1 1.3 7 4];
>> sys=tf(pay,payda)
```

Transfer function:
2 s + 4

s^3 + 1.3 s^2 + 7 s + 4

Şeklinde tanımlanır..

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Örnek olarak aşağıda verilen Transfer fonksiyonuna sahip sistemin birim basamak cevabını bulalım.

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{25}{s^2 + 4s + 25}$$

```
>> pay=25;
>> payda=[1 4 25];
>> sys=tf(pay,payda)
```

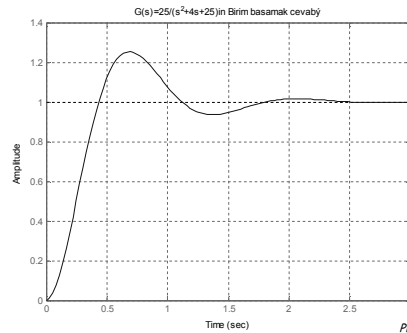
Transfer function:
25

s^2 + 4 s + 25

```
>> step(sys)
>> grid
>> title('G(s)=25/(s^2+4s+25)in Birim basamak cevabı')
```

Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{25}{s^2 + 4s + 25}$$



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

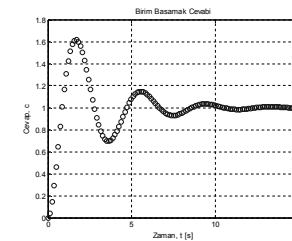
$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{6.3223s^2 + 18s + 12.8112}{s^4 + 6s^3 + 11.3223s^2 + 18s + 12.8112}$$

```
>> pay=[6.3223 18 12.8112];
>> payda=[1 6 11.3223 18 12.8112];
>> sys=tf(pay,payda)
```

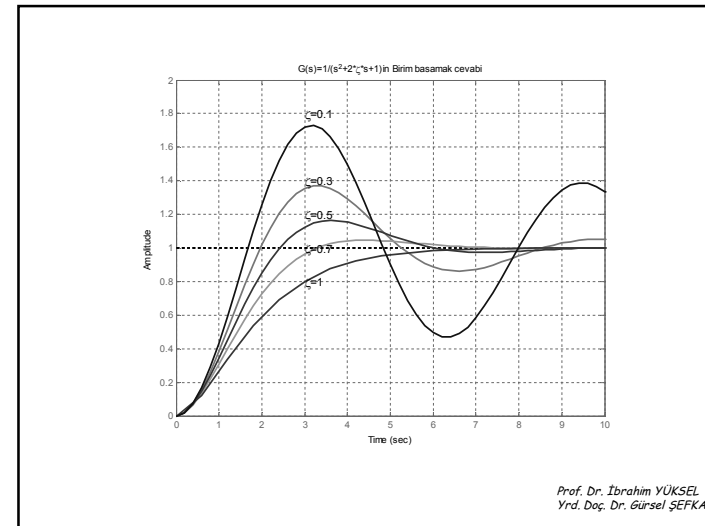
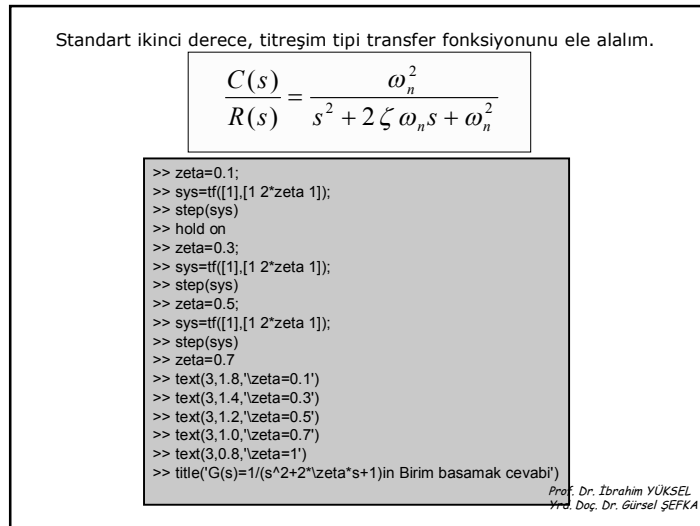
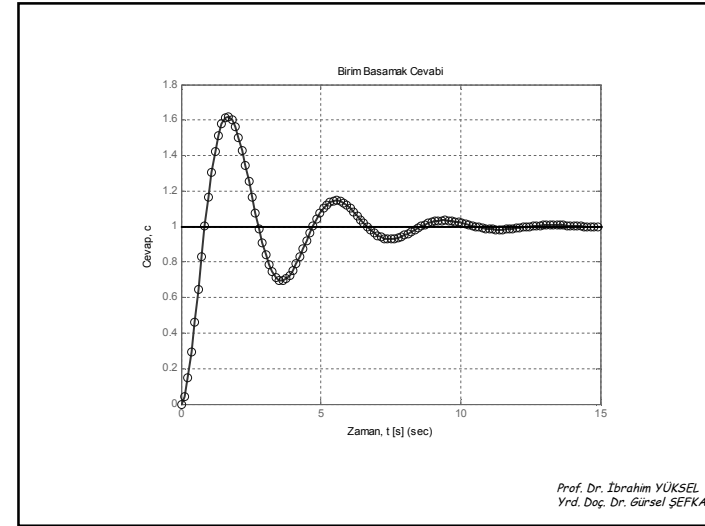
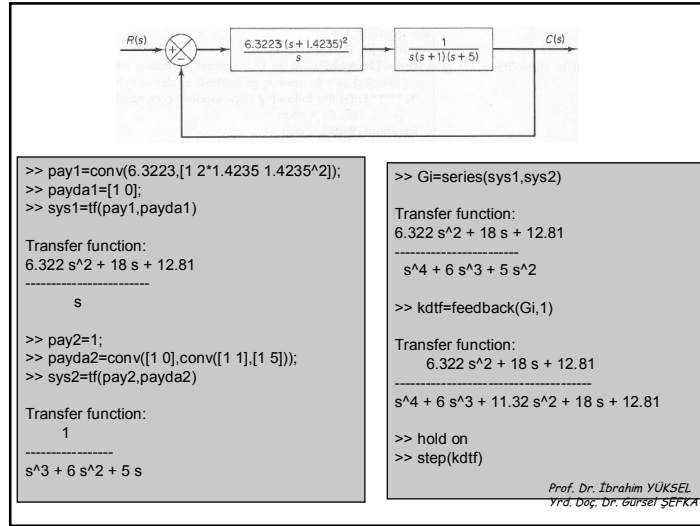
Transfer function:
6.322 s^2 + 18 s + 12.81

s^4 + 6 s^3 + 11.32 s^2 + 18 s + 12.81

```
>> [c,t]=step(pay,payda);
>> plot(t,c,'o')
>> grid
>> title('Birim Basamak Cevabı')
>> xlabel('Zaman, t [s]')
>> ylabel('Cevap, c')
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



MAK3002 OTOMATİK KONTROL

ÖDEV 2



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Örnek bir uygulama olarak; Otomatik kontrol kitabının sayfa 244 Şekil 7.16 daki problemi alınmıştır. Örnek, denetlenen sistem Transfer fonksiyonu;

Polinom biçimi;

$$G_s(s) = \frac{1}{s^3 + 6s^2 + 8s}$$

Kutup-Kazanç Biçimi;

$$G_s(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+4)}$$



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

$$G_s(s) = \frac{1}{s^3 + 6s^2 + 8s}$$

$$G_s(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+4)}$$

1. Adım

Sistem transfer fonksiyonunun sıfırları, kutupları ve kazanç katsayısı cinsinden

$$gs = \text{zpk}([], [0 -2 -4], 1)$$

veya polinom biçiminde

$$gs = \text{tf}(1, [1 \ 6 \ 8 \ 0])$$

```
>> gs=zpk([ ],[0 -2 -4],1)
```

Zero/pole/gain:
1

s (s+2) (s+4)

```
>> gs=tf(1,[1 6 8 0])
```

Transfer function:
1

s^3 + 6 s^2 + 8 s



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

2. Adım

PID denetleyicinin transfer fonksiyonunun tanımı;

Önce sabitler $K_p=1$; $K_i=0$ (veya T_i için sonsuza yakın bir değer) ve $T_d=0$; yazılarak denetim organı parametreleri sadece orantı etki ile çalışacak biçimde tanımlanmış olur. Denetleyici transfer fonksiyonu aşağıdaki ifade ile verilir.

$$G_d(s) = K_p \left(1 + \frac{K_i}{s} + T_d s \right) = K_p \left(\frac{T_d s^2 + s + K_i}{s} \right)$$

$$gd = Kp * \text{tf}([T_d \ 1 \ K_i], [0 \ 1 \ 0])$$

```
>> Kp=1;Ki=0;Td=0;  
>> gd=Kp*tf([Td 1 Ki],[0 1 0])
```

Transfer function:

s
-
s



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Açık döngü veya ileri yol transfer fonksiyonunun oluşturulması;

god=gd*gs

Sistemin Kapalı döngü transfer fonksiyonunun oluşturulması;

gkd=feedback(god,1)

Sistemin kapalı döngü basamak cevabının bulunması ve grafiğin oluşturulması;

step(gkd)

```
>> god=gd*gs
```

Transfer function:
s

s^4 + 6 s^3 + 8 s^2

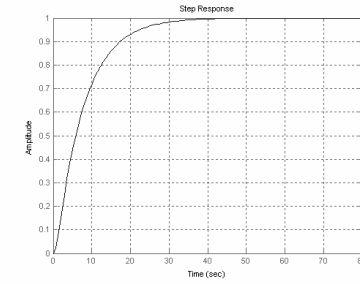
```
>> gkd=feedback(god,1)
```

Transfer function:
s

s^4 + 6 s^3 + 8 s^2 + s



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

2 adımda Kp, Kpmax değeri bulunana kadar değiştirilerek devam edilir ve en son sürekli titreşim eğrisi ve bunun üzerinden sürekli titreşim periyodu bulunur. Bu eğrinin ve bulunması ödevde verilecektir. Burada pu periyodun bulunmasında ginput Matlab fonksiyonundan yararlanabilir. Örneğin

```
[t1 y1]=ginput(1);  
[t2 y2]=ginput(1);
```

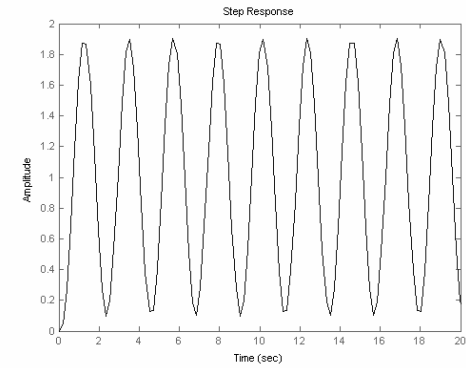
Komutları ile t1 ve t2 şeklinde eğrinin tepe noktalarına karşılık zaman bulunduktan sonra

pu=t2-t1

Olarak hesaplanabilir.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

3.Adım

PID parametre değerlerinin 2 adımda tespit edilen Kpmax ve pu değerlerine göre hesaplanması ve sistemin ayrı yapılmış PID denetleyici ile kapalı döngü cevabının elde edilmesi ve yorum

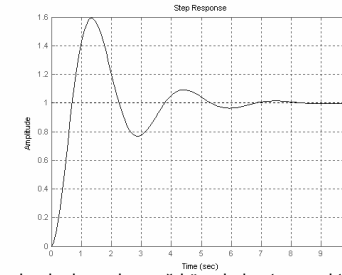
```
kp=.6*Kpmax;1/Ki=Ti=.5*pu;Td=.125*pu;  
gd=kp*tf([Td 1 Ki],[0 1 0])  
god=gd*gs;  
gkdd=feedback(god,1)  
step(gkdd)
```

cevap eğrisi çıktı olarak alınacak ve eğri üzerinden tepe noktaları aşma oranları ve xsi ve wn değerleri hesaplatılacaktır. Bunun için yine **ginput** fonksiyonundan yararlanılabilir.

```
[t1 y1]=ginput(1)  
[t2 y2]=ginput(1)
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



cevap eğrisi çıktı olarak alınacak ve eğri üzerinden tepe noktaları oranları (g2/g1), sönüm oranı ve doğal frekans değerleri hesaplatılacaktır. Bunun için yine **ginput** fonksiyonundan yararlanılabilir.

```
[t1 y1]=ginput(1)  
[t2 y2]=ginput(1)
```



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Simulink ile Çözüm

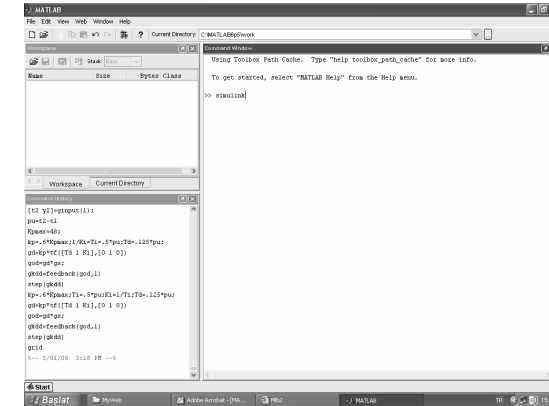
Simulink'i ÇALIŞTIRMAK ve MODEL KURMAK

Simulink'i çalıştırmadan önce **MATLAB**'ın çalıştırılması gerekir. **MATLAB** ortamında **Simulink** iki yoldan başlatılabilir.

- **MATLAB** araç çubuğu üzerindeki **Simulink** simgesi üzerine fare sol tuşu ile tıklatarak,
- **MATLAB** iletişiminde simulink komutunu yazarak.

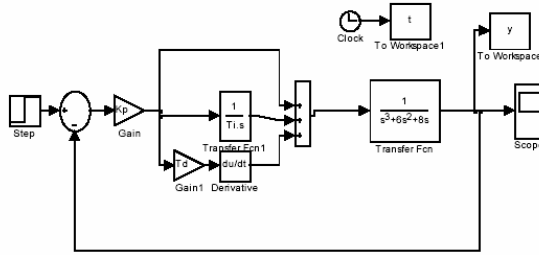


Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

Daha sonra elemanlar arası fare çizgisi ile birleştirilerek aşağıdaki şekil oluşturulmuş olur. Şekilden de görüldüğü gibi bu şekildeki model hemen hemen sistemin blok şeması ile aynıdır.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT

BENZETİMİN YÜRÜTÜLMESİ VEYA MODEL ÇÖZÜMÜ

Simulink modeli kurulduktan sonraki ikinci aşama benzetimin (**simulation**) yürütülmesidir. Bunun için model düzenleme penceresinin araç çubuğu üzerindeki **Simulation** (benzetim) menüsü tıklatılarak etkin hale getirilir. Bu menü üzerinde yer alan **Start** komut düğmesine basılınca modelin benzetim işlemi başlatma zamanında (**Start time**) başlayarak bitiş zamanına (**Stop time**) kadar devam eder. Benzetim işleminin yürütülmesi sırasında model düzenleme penceresinin alt kısmındaki ilerleme çubuğu üzerinde benzetimin ilerlemesi gözlenebilir.

Benzetimin yürütülmesi esnasında **Start** (başlatma) komut düğmesinin yerini **Pause** (duraklatma) komut düğmesi ve onun altında da **Stop** (durdurma) düğmesi yer alır. Buna göre yürütme işlemi istendiğinde duraklatılabilir ve/veya durdurulabilir. Eğer duraklatma (**Pause**) işlemi başlatılacak olursa, **Pause** komut düğmesinin yerini **Continue** (devam etme) komut düğmesi yer alır. Bu durumda istendiğinde devam etme veya istendiğinde durdurma (**Stop**) komutu seçilebilir. Durdurma düğmesine basıldığında benzetimin yürütülmesi tamamlanmadan sonlandırılmış olur.

Başlatma zamanı, bitirme zamanı vb gibi benzetim parametreleri **Simulation** menüsü üzerindeki **Simulation Parameters** iletişim kutusundan değiştirilebilir. **Simulation** menüsü üzerindeki **Simulation Parameters** komut düğmesi üzerine tıklatılacak olursa şekilde verilen benzetim parametreleri iletişim kutusu açılır.



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT



Benzetim Parametreleri İletişim Kutusu



Prof. Dr. İbrahim YÜKSEL
Yrd. Doç. Dr. Gürsel ŞEFKAT