

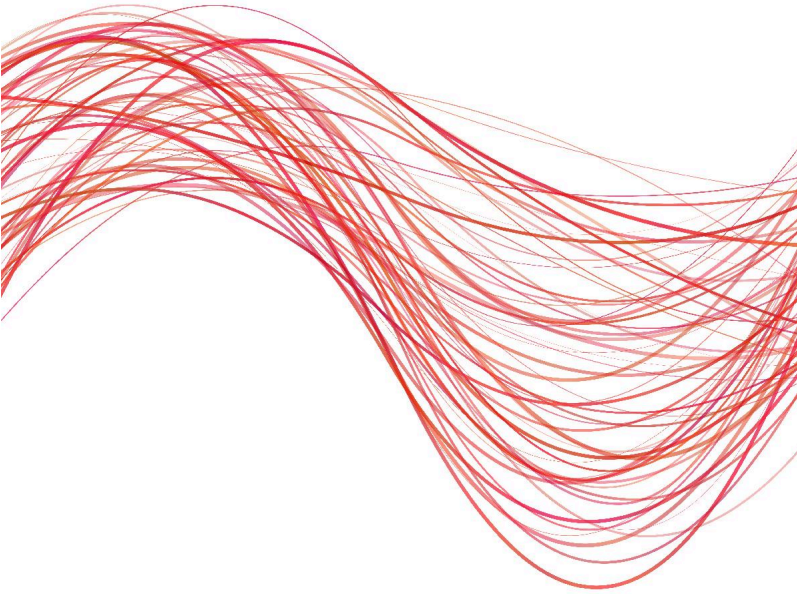
# MATLAB Kursu

HAZIRLAYAN: BURAK ÖZPOYRAZ - burakozpoyraz@gmail.com

## Table of Contents

DERS - 5.....	1
2-Boyutlu Grafik Çizdirme.....	1
3-Boyutlu Grafik Çizdirme.....	10

## DERS - 5



### 2-Boyutlu Grafik Çizdirme

MATLAB'de gerçekleştirilen neredeyse tüm projelerde, elde edilen sonuçları görmek için grafikler oluşturulur.

Örneğin

- Matematiksel fonksiyonları,
- Rastlantı değişkenlerinin olasılık yoğunluk fonksiyonlarını,
- Bir sensörden toplanan verilerin nasıl dağıldığını,
- Herhangi bir değişkenin başka bir değişkene göre nasıl değiştiğini,

ve daha birçok merak edileni gözlemlemek için grafikler ve çizimler oldukça sık kullanılırlar. MATLAB'de grafik çizdirmek için kullanılan en temel fonksiyon **plot** fonksiyonudur. Örneğin bir sinüs fonksiyonu aşağıdaki gibi çizdirilebilir.

```
theta = 0 : 0.5 : 2 * pi;  
sine_wave = sin(theta);  
plot(theta, sine_wave);
```

Grafiğin arka planını ızgara biçiminde yapmak grafiği ve verileri gözlemlemeyi kolaylaştırır. Bunun için **grid** fonksiyonu kullanılabilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;  
sine_wave = sin(theta);  
plot(theta, sine_wave);  
grid;
```

Eksenlerin değer aralıklarını iyi ayarlamak gerekir, yoksa veriler doğru gözlemlenemez. Örneğin sinüs fonksiyonunun -1 ile 1 arasında dağıldığı bilinmektedir ve eğer sinüs fonksiyonu -1000 ile 1000 arasındaki değerlerde incelenirse, sanki açıdan bağımsız olarak sabit kalan ve 0 olan bir fonksiyonmuş zannedilebilir. Eksenlerin değiştiği değer aralıkları farklı şekillerde ayarlanabilir. Bunun için ilk olarak **axis** fonksiyonu kullanılabilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;  
sine_wave = sin(theta);  
plot(theta, sine_wave);  
axis([0 2 * pi -1000 1000]);  
grid;
```

Eksen aralıkları aynı zamanda **xlim** ve **ylim** fonksiyonları kullanılarak da ayarlanabilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;  
sine_wave = sin(theta);  
plot(theta, sine_wave);  
xlim([0 2 * pi]);  
ylim([-2 2]);  
grid;
```

Eksenleri isimlendirmek elde edilen grafiği anlamlandırmak adına oldukça önemlidir. Burada x-ekseninin hangi değişkeni temsil ettiğini göstermek için **xlabel** fonksiyonu kullanılırken, y-ekseninin hangi değişkeni temsil ettiğini göstermek için de **ylabel** fonksiyonu kullanılır. Grafiğe başlık koyabilmek için de **title** fonksiyonu kullanılır.

Yunan alfabesi değişken tanımlamalarında sıkça kullanıldığı için grafiklere eklenmesi gerekebilir. Hangi harfin nasıl yazılacağı MathWorks sitesinde detaylı bir tablo olarak verilmiştir:

- Yunan Alfabeti: [https://www.mathworks.com/help/matlab/creating\\_plots/greek-letters-and-special-characters-in-graph-text.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_plots/greek-letters-and-special-characters-in-graph-text.html)

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;  
sine_wave = sin(theta);  
plot(theta, sine_wave);  
title("Sinüs Dalgası");
```

```
xlabel("\theta (rad)");
ylabel("Fonksiyon");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Eksenlerde çoklu satırlar oluşturulabilir. Örneğin x-ekseninde  $\theta$ 'nın birimi  $\theta$ 'nın altına aşağıdaki gibi yazılabilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
plot(theta, sine_wave);
title("Sinüs Dalgası");
xlabel(["\theta", "(rad)"]);
ylabel("Fonksiyon");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Eksenlerdeki yazıların boyutları, tipleri ve renkleri de isteğe göre değiştirilebilir. Bunun için de kod aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
plot(theta, sine_wave);
title("Sinüs Dalgası");
xlabel(["\theta", "(rad)", "FontSize", 10, "FontWeight", "bold", "Color", "r"]);
ylabel("Fonksiyon");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

MATLAB'de bazı harfler hazır olarak bazı renkler için tanımlanmıştır:

y	Yellow	Default Colors	
m	Magenta		
c	Cyan		
r	Red		
g	Green		
b	Blue		
w	White		
k	Black		
		[0 0.4470 0.7410]	
		[0.8500 0.3250 0.0980]	
		[0.9290 0.6940 0.1250]	
		[0.4940 0.1840 0.5560]	
		[0.4660 0.6740 0.1880]	
		[0.3010 0.7450 0.9330]	
		[0.6350 0.0780 0.1840]	

Ancak bunlar haricinde de RGB renk kodları ile istenen renk elde edilebilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
plot(theta, sine_wave, "Color", [0.8500 0.3250 0.0980]);
title("Sinüs Dalgası");
xlabel(["\theta", "(rad)"]);
```

```
ylabel("Fonksiyon");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Grafiğin kalınlığı da isteğe göre ayarlanabilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
plot(theta, sine_wave, "Color", [0.8500 0.3250 0.0980],...
      "LineWidth", 3);

title("Sinüs Dalgası");
xlabel(["\theta", "(rad)"]);
ylabel("Fonksiyon");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Grafik sadece düz çizgi şeklinde olmak zorunda değildir, isteğe göre değiştirilebilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
plot(theta, sine_wave, "v-.",...
      "Color", [0.8500 0.3250 0.0980],...
      "LineWidth", 2);

title("Sinüs Dalgası");
xlabel(["\theta", "(rad)"]);
ylabel("Fonksiyon");
xlim([1.4 1.5]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Grafiğin kalınlığı ve rengi değiştirilmeden sadece verilerin gösterildiği şekillerin kalınlığı ve rengi de değiştirilebilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
plot(theta, sine_wave, "o--",...
      "Color", [0.8500 0.3250 0.0980],...
      "LineWidth", 2,...
      "MarkerEdgeColor", [0.8500 0.3250 0.0980], ...
      "MarkerFaceColor", [0.9290 0.6940 0.1250], ...
      "MarkerSize", 12);

title("Sinüs Dalgası");
xlabel(["\theta", "(rad)"]);
ylabel("Fonksiyon");
xlim([1.4 1.5]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Birden fazla veri aynı grafik üzerinde gözlemlenebilir. Bunun için **hold on** fonksiyonu kullanılabilir. Tüm çizim kodları tamamlandıktan sonra da **hold off** fonksiyonu ile çizimin bittiği bildirmelidir ki sonraki çizimler de bu grafik üzerinde çıkmasın. Örneğin bir sinüs ve bir kosinüs fonksiyonu aynı grafik üzerinde aşağıdaki gibi gösterilebilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
cos_wave = cos(theta);

plot(theta, sine_wave);
hold on;
plot(theta, cos_wave);
hold off;

title("Sinüs ve Kosinüs Dalgaları");
xlabel("\theta (rad)");
ylabel("Fonksiyon");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Birden fazla veri aynı grafik üzerinde gösterilirken karışıklık olmaması açısından verileri tanımlamak gerekir. Bunun için de **legend** fonksiyonu kullanılır.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
cos_wave = cos(theta);

plot(theta, sine_wave);
hold on;
plot(theta, cos_wave);
hold off;

title("Sinüs ve Kosinüs Dalgaları");
xlabel("\theta (rad)");
ylabel("Fonksiyon");
legend("Sinüs", "Kosinüs");
xlim([0 2 * pi]);
ylim([-2 2]);
grid;
```

Birden fazla veriyi ayrı grafiklerde ancak tek bir figür olarak göstermek için **subplot** fonksiyonu kullanılabilir.

```
theta = 0 : 0.01 : 2 * pi;
sine_wave = sin(theta);
cos_wave = cos(theta);

x = -10 : 10;
square_x = x.^2;
cube_x = x.^3;
```

```

subplot(2, 2, 1);
plot(theta, sine_wave, "LineWidth", 2,...
      "Color", [0.9290 0.6940 0.1250]);

title("Sinüs");
xlabel("\theta (rad)");
ylabel("Fonksiyon");
grid;

subplot(2, 2, 2);
plot(theta, cos_wave, "LineWidth", 2,...
      "Color", [0 0.4470 0.7410]);

title("Kosinüs");
xlabel("\theta (rad)");
ylabel("Fonksiyon");
grid;

subplot(2, 2, 3);
plot(x, square_x, "--",...
      "LineWidth", 2,...
      "Color", [0.4660 0.6740 0.1880]);

title("x^{2}");
xlabel("x");
ylabel("Fonksiyon");
grid;

subplot(2, 2, 4);
plot(x, cube_x, "-.",...
      "LineWidth", 2,...
      "Color", [0.4940 0.1840 0.5560]);

title("x^{3}");
xlabel("x");
ylabel("Fonksiyon");
grid;

```

## EXAMPLE


Gibbs teoremine göre çok sayıda sinüs fonksiyonu aşağıda verilen formatta toplanırsa kare fonksiyon elde edilebilir:

$$\text{square}(n) = \sin(x) + \frac{1}{3} \sin(3x) + \frac{1}{5} \sin(5x) + \dots + \frac{1}{n} \sin(nx)$$

Buradan yola çıkarak önce **SquareWave** isminde bir fonksiyon yazınız. Bu fonksiyon girdi olarak bir **x** ve bir **n** vektörü alacaktır. Sonrasında **n** vektöründeki her bir **n** değeri için **square(n)** fonksiyonunu hesaplayacaktır ve bunları bir matriste birleştirip çıktı olarak verecektir. Örneğin 1., 5., 11. ve 101. dereceden toplamaları bulmak istersek girdiler ve çıktılar aşağıdaki gibi olmalıdır:

INPUTS		OUTPUT	
1	x	1	square(1)
2	[1, 5, 11, 101]		square(5) square(11) square(101)

Sonrasında bu  $\text{square}(n)$  fonksiyonları 2x2 subplot olarak çizdirilecektir. Bu grafikte her bir subplot için olması beklenen özellikler aşağıda verilmiştir:

- x-Eksen: x
- y-Eksen: Sum of Sine Waves
- Başlık: n. Degree Sum
- Grafik Kalınlığı: 1.5
- Renkler: 

```

x = 0 : 1e-5 : 2 * pi;
n_array = [1 5 11 101];
wave_matrix = SquareWave(x, n_array);

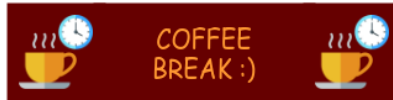
color_matrix = [0 0.4470 0.7410;
                0.4940 0.1840 0.5560;
                0.4660 0.6740 0.1880;
                0.6350 0.0780 0.1840];

for i = 1 : length(n_array)
    n = n_array(i);
    subplot(2, 2, i);
    square_wave = wave_matrix(i, :);
    color = color_matrix(i, :);
    plot(x, square_wave, "-", ...
         "LineWidth", 1.5, ...
         "Color", color);
    title_string = strcat(string(n), ". Degree Sum");
    title(title_string);
    xlabel("x");
    ylabel("Sum of Sine Waves");
    grid;
end

```

Gibbs teoremi hakkında daha detaylı araştırma için aşağıdaki blog yazısı incelenebilir.

- <https://www.gaussianwaves.com/2010/04/gibbs-phenomena-a-demonstration/>



MATLAB Live Script kapsamında yazılan programlara interaktif kontroller eklenebilir. Bunun için **LIVE EDITOR** sekmesinde **Control** kısmından istenen interaktif kontrol eklenebilir. Örneğin yukarıdaki örnekte incelenen Gibbs teoremi interaktif bir slider ile çalıştırılarak, değişen  $n$  değerleri için sinüs fonksiyonlarının kare fonksiyona ne kadar yaklaştığı dinamik olarak gözlemlenebilir.

```
n = 1;
x = 0 : 1e-5 : 2 * pi;
square_wave = SquareWave(x, n);
plot(x, square_wave, "-", ...
      "LineWidth", 1.5, ...
      "Color", [0.6350 0.0780 0.1840]);
title_string = strcat(string(n), ". Degree Sum");
title(title_string);
xlabel("x");
ylabel("Sum of Sine Waves");
grid;
```

Plot komutuna alternatif olarak başka çizdirme fonksiyonları da vardır. Eğer y-ekseni logaritmik olarak çizdirilmek istenirse **semilogy** fonksiyonu kullanılabilir.

```
x = [1e-6 1e-5 1e-4 1e-3 1e-2 1e-1 1 1e1 1e2 1e3 1e4 1e5];

figure;
subplot(1, 2, 1);
plot(x, "-o", "LineWidth", 1.5, ...
      "Color", [0.8500 0.3250 0.0980], ...
      "MarkerSize", 8, ...
      "MarkerFaceColor", [0.8500 0.3250 0.0980]);
title("PLOT");
grid;

subplot(1, 2, 2);
semilogy(x, "-o", "LineWidth", 1.5, ...
          "Color", [0.3010 0.7450 0.9330], ...
          "MarkerSize", 8, ...
          "MarkerFaceColor", [0.3010 0.7450 0.9330]);
title("SEMILOGY");
grid;
```

Ayrık fonksiyonları göstermek için **stem** fonksiyonu kullanılabilir.

```
figure;
daily_temperatures = [-1 4 5 6 5 2];
days = [1 2 3 4 5 6];
stem(days, daily_temperatures);
xlabel("Days");
ylabel("Temperature");
grid;
```



Histogram çizdirmek için **histogram** fonksiyonu kullanılabilir. Histogram, bir vektörü eşit aralıklara böler ve her bir aralıkta kaç tane eleman olduğunu gösterir. Aslında vektörün dağılımını verir.

```
% Uniform distribution between 0 and 1.
uni_vec = rand(1, 1e5);
histogram(uni_vec);
grid;

% Uniform distribution of integers between 1 and 5
uni_int_vec = randi([1, 5], [1, 1e5]);
h1 = histogram(uni_int_vec);
h1.Normalization = "pdf";
grid;

% Gaussian distribution with means -4, -2, 2, and 4
gaussian_vec = randn(1, 1e5) - 4;
h2 = histogram(gaussian_vec);
h2.Normalization = "pdf";
hold on;

gaussian_vec = randn(1, 1e5) - 2;
h3 = histogram(gaussian_vec);
h3.Normalization = "pdf";
hold on;

gaussian_vec = randn(1, 1e5) + 2;
h4 = histogram(gaussian_vec);
h4.Normalization = "pdf";
hold on;

gaussian_vec = randn(1, 1e5) + 4;
h5 = histogram(gaussian_vec);
h5.Normalization = "pdf";
grid;

% Exponential distribution with lambda 0.8, 1, and 1.2
x = 0 : 5e-5 : 5;

lambda = 0.8;
exponential_vec = lambda * exp(-lambda * x);
h6 = histogram(exponential_vec);
h6.Normalization = "pdf";
hold on;

lambda = 1;
exponential_vec = -lambda * exp(-lambda * x);
h7 = histogram(exponential_vec);
h7.Normalization = "pdf";
hold on;

lambda = 1.2;
exponential_vec = lambda * exp(-lambda * x);
h8 = histogram(exponential_vec);
```

```
h8.Normalization = "pdf";  
grid;
```

### 3-Boyutlu Grafik Çizdirme

İki değişkene bağlı olan fonksiyonların grafiklerini incelemek ve bazı üç boyutlu modellemeleri gerçekleştirmek için üç boyutlu grafikler gerekmektedir. Üç boyutlu grafikleri elde etmek için öncelikle **meshgrid** fonksiyonu kullanılmalıdır. Bu fonksiyon iki adet matris oluşturur:

1. Her satırında  $x$  vektörünü (birinci bağımsız değişken) içeren bir **X** matrisi
2. Her sütununda  $y$  vektörünü (ikinci bağımsız değişken) içeren bir **Y** matrisi

Sonra bu matrisler kullanılarak  $x$  ve  $y$  değişkenlerine bağlı olan bağımsız değişken **surf** fonksiyonu ile çizdirilir.

Örneğin  $f(x, y) = xe^{-x^2-y^2}$  fonksiyonu,  $x \in [-2, 2]$  ve  $y \in [-4, 4]$  aralıkları için üç boyutlu olarak aşağıdaki gibi çizdirilebilir.

```
x = -2 : 0.15 : 2;  
y = -4 : 0.15 : 4;  
  
[X, Y] = meshgrid(x, y);  
Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);  
surf(X, Y, Z);  
xlabel("x");  
ylabel("y");  
zlabel("z");
```

Üç boyutlu çizim haritadaki farklı değerler için farklı renkler almaktadır. Bu renk skalası **colormap** fonksiyonu kullanılarak değiştirilebilir.

```
x = -2 : 0.15 : 2;  
y = -2 : 0.15 : 2;  
  
[X, Y] = meshgrid(x, y);  
Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);  
surf(X, Y, Z);  
colormap(prism);  
xlabel("x");  
ylabel("y");  
zlabel("z");
```

Benzer bir biçimde **mesh** fonksiyonu kullanılarak da aynı grafik yüzeyler boş kalacak şekilde elde edilebilir.

```
x = -2 : 0.15 : 2;  
y = -2 : 0.15 : 2;  
  
[X, Y] = meshgrid(x, y);  
Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);  
mesh(X, Y, Z);  
xlabel("x");  
ylabel("y");
```

```
zlabel("z");
```

Son olarak da izohips benzeri bir grafik elde edebilmek için **contour** fonksiyonu kullanılabilir.

```
x = -2 : 0.15 : 2;  
y = -2 : 0.15 : 2;  
  
[X, Y] = meshgrid(x, y);  
Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);  
contour(X, Y, Z, 10);  
xlabel("x");  
ylabel("y");  
zlabel("z");
```

Hem üç boyutlu grafiği hem de izdüşümünü görmek için **surf** fonksiyonu kullanılabilir.

```
x = -2 : 0.15 : 2;  
y = -2 : 0.15 : 2;  
  
[X, Y] = meshgrid(x, y);  
Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);  
surf(X, Y, Z);  
colormap(lines)  
xlabel("x");  
ylabel("y");  
zlabel("z");
```

