

# EEM 423 ANTEN KURAMI VE ELEKTROMANYETİK YAYILIM

## MATLAB Yazılımına Giriş

**Dr. S. Gökhan Tanyer**

ELEKTRİK–ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

**Önemli not:** Ders notlarındaki şekillerin hazırlanmasında internet ortamından faydalanılmıştır. Özellikle belirtilmeyen tüm şekil, tablo, eşitlik ve denklemler vb. “Balanis, Antenna Theory” ile “Collin, Antennas and Radiowave Propagation” kitabından taranarak elde edilmiştir. Alıntıların kaynağına kolay ulaşılabilmesi amacıyla numarası ve altyazıları da gösterilmektedir.

# TEMEL05SS.m

```

%% temel05SS.m
%
% EEM423 Dersi için hazırlanmıştır.
%
% Temel MATLAB fonksiyonlarının gözden geçirilmesi.
% Bu dosya, Baskent Univ., Muh. Fak. öğrencileri tarafından ödev ve proje
% çalışmalarında kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bu dosyayı ihtiyacınız
% doğrultusunda asama asama değiştirerek kendi yazılımlarınızı
% geliştirebilirsiniz. Başarılar.

% Dr. S. Gökhan Tanyer
% 14.02.13

%% YAZILIMIN TARİHÇESİ
% Bu kısımda her ürettiğiniz yazılım sürümünün kodunu bir artırarak
% tarihçesini burada kayıt altına alabilirsiniz. Bu sayede, hata
% yaptığınızda eski kayıtlara dönebilir, ayrıca eski çalışmalarınızı gözden
% geçirebilirsiniz.
% dosya ismi / yıl.ay.gün / çalışma durumu / detaylı bilgi.
% Dosya ismi: Kısa, anlaşılır olmalı. Çift rakamlı sürüm
% sayısı ile takip edebilir.
% Tarih: 14 Şubat 2013 için 130204
% Çalışma durumu: -- henüz üstünde çalışıyorum.
% OK Çalışan sürumdür.
% SS Çalışan ve bir daha dokunmayacağım, koruma
% altına almak istediğim Son Sürüm yazılımdır.
% Bu durumda temel01SS.m dosyasına da ayrıca
% saklamanızda fayda var.
%
%
%
%
%temel05SS 130214 OK Koruma altına alıyorum.
%temel05 OK Aksam ders sonrası tamamlandı.
% -- Dalga hareketi olacak.
%temel04 OK Örnek 4: Dalga gösterimi tamam.
%temel03 OK Örnek 3 tamamlandı. Örnek 4'te dalga hazırlayacağım.
% OK Örnek 3'e geçiyorum.
%temel02 130214 -- Örnek 1 ve 2'deki pause etkisizleştirildi. 3'e geçiyorum.
% OK Örnekler 1(A-B), 2(A-G) tamamlandı.
%temel01 130214 -- İlk çalışma.
%% GİRİŞ - Ekran
% Bu kısımda kullanacağınız şekiller, diğer yazılımlardan alıntı satırlar,
% yazılıma giriş aşamasında ihtiyaç duyacağınız satırlar bulunabilir.

clear; %Hafızayı sil.
figure(1), clf, hold off;
figure(2), clf, hold off;
figure(3), clf, hold off;
figure(4), clf, hold off;
%figure(5), clf, hold off;
%figure(6), clf, hold off;
%figure(7), clf, hold off;
%figure(8), clf, hold off;
%Not: kullanmadığınız satiri silmek yerine sonra kullanmak üzere " % "
%işareti ile etkisiz hale getirir, saklayabilirsiniz.
%Not: Kısım sonlarında iki-üç satır boş bırakmanız görünürlük
%sağlayacaktır.

```

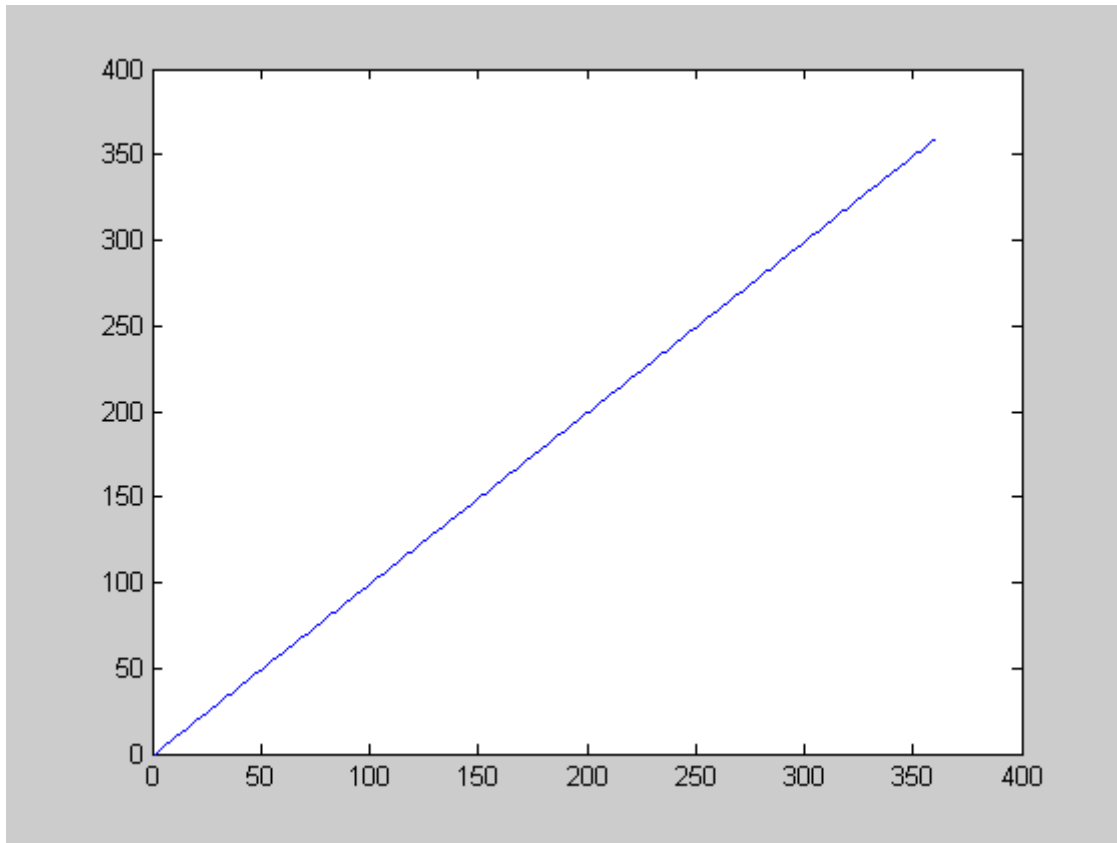
```
%% GIRIS - Veri hazirlama
%  ihtiya duyacaginiz sabit degerler, kullanacagınız matrislerin onceden
%  tanımlanması burada yapılabilir.
%  Not: Kullanacagınız matris boyutu onceden belirli olması halinde,
%  tanımlanması halinde Matlab çok daha hızlı çalışmaktadır. Dongu
%  içerisinde sürekli olarak boyutları değişen matris kullanımını
%  engellemenizde fayda var.

%%  ÖRNEK VERİ HAZIRLAMA VE ÇİZDİRME:
%  Hadi tek boyutlu bir vektor hazırlayalım ve görelim.
%  x = [0:1:360];  %Ya da sadece [0:360] kullanabilirsiniz. 1 adım varsayılan
değerdir.
%  %eger ";" işaretini kullanmazsanız x değeri ekrana
%  %bastırılacaktır. Gerektiğinde veri incelemede
%  %kullanabilirsiniz.

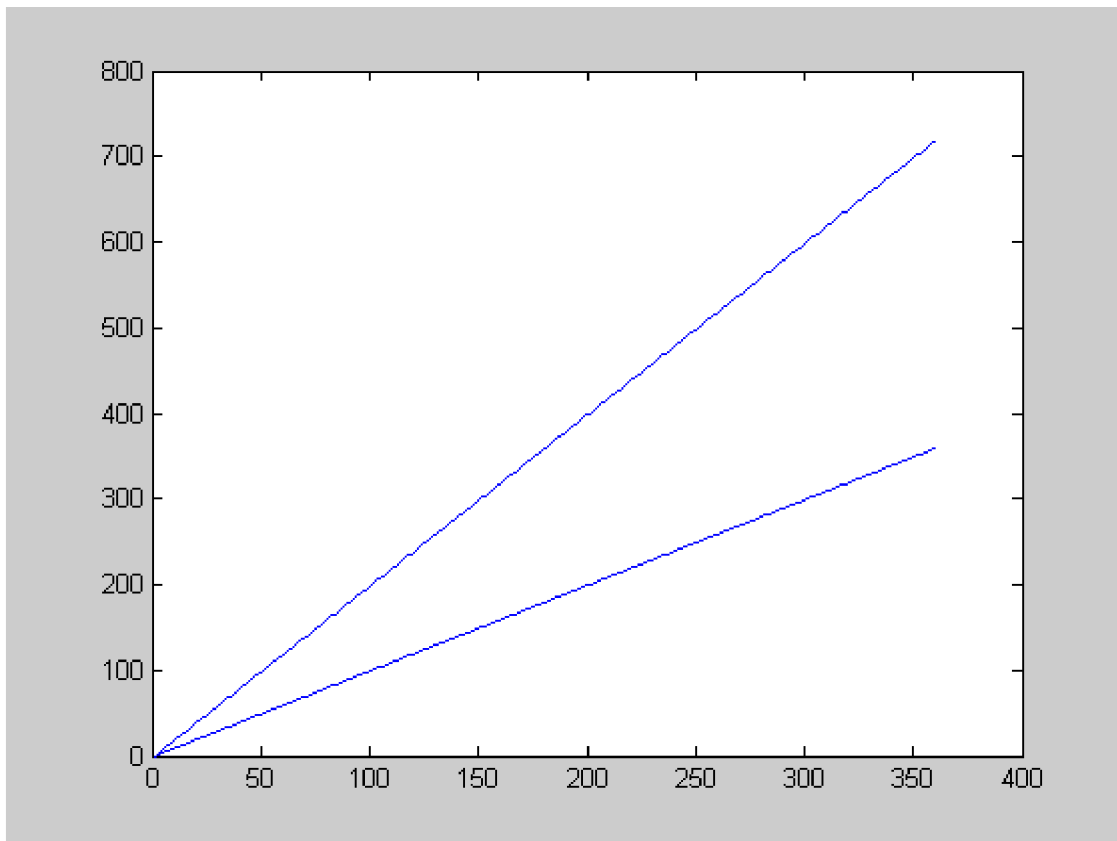
%%  ÖRNEK 1: TEK BOYUTLU VERİLER
%  Hadi basit tek boyutlu bir çizge çizdirelim
figure(1)  %açık değilse açar. Eğer zaten açıksa, ekranın üstüne getirir.
%pause komutu ile burada beklemeye alabilirsiniz. Tıklayınca devam edecektir.
disp('Örnek 1A - Çizdirilecek');
pause;      %tam durduruyorum.
%pause(2);  %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

plot(x)      %Bu kadar basit!

y = 2 * x;
```

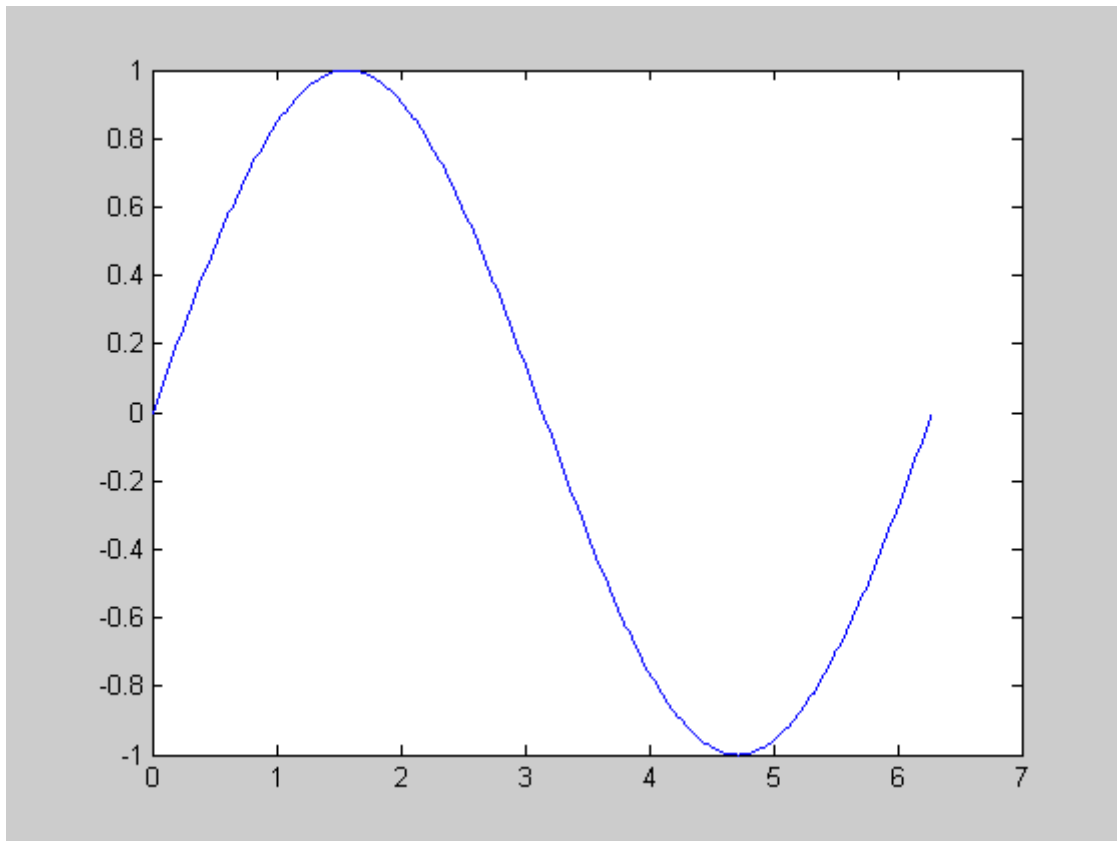


```
figure(1), hold on;  
disp('Örnek 1B - y ilave edilecek');%pause  
pause;           %tam durduruyorum.  
  
plot(y)         %bu da basit degil mi!
```



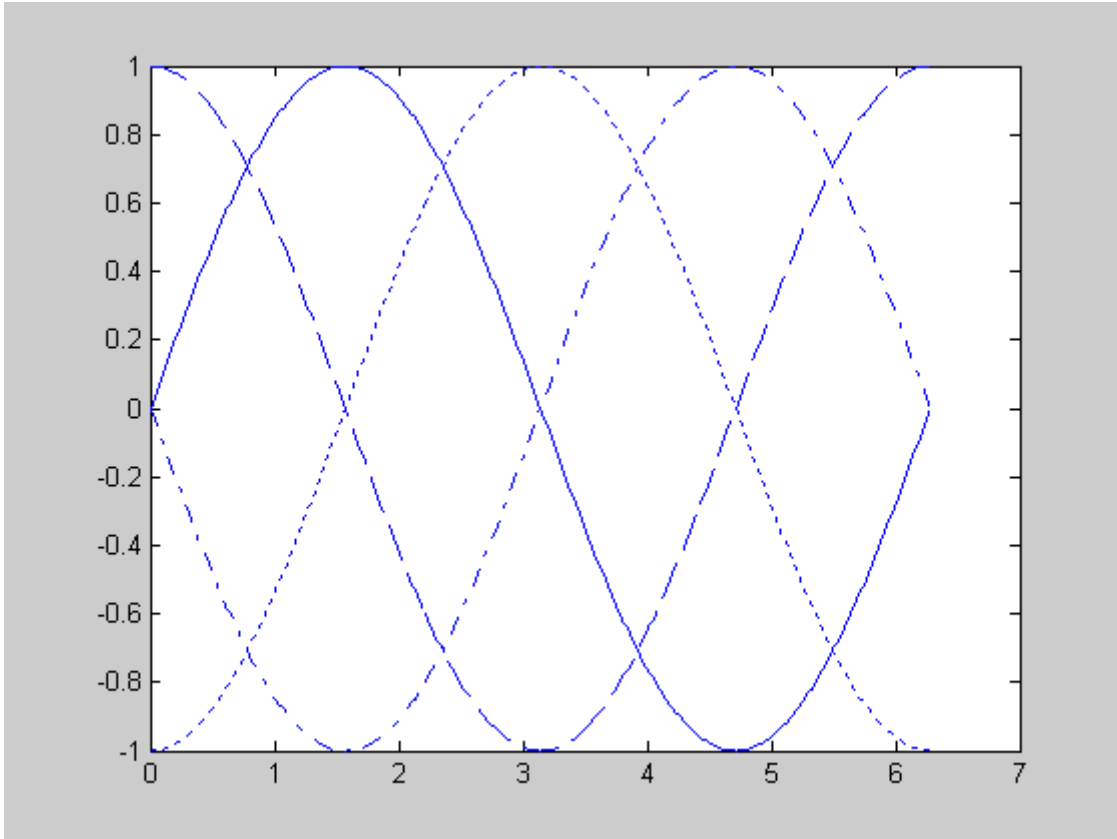
```
%% ÖRNEK 2:  
% x aci olsun. Onu radyana cevrip sinus çizdirelim.  
xrad = pi .* x ./ 180; %dikkat: vektör çarpımı ".*", vektör bolumu "./"  
z = sin(xrad);  
  
disp('Örnek 2A - Sinus çizilecek');%pause  
pause; %tam durduruyorum.  
%pause(2); %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.
```

```
figure(2)  
plot(xrad, z), hold on; %sinüsü ekranda gördünüz. Hadi diğerlerini de  
çizdirelim.
```



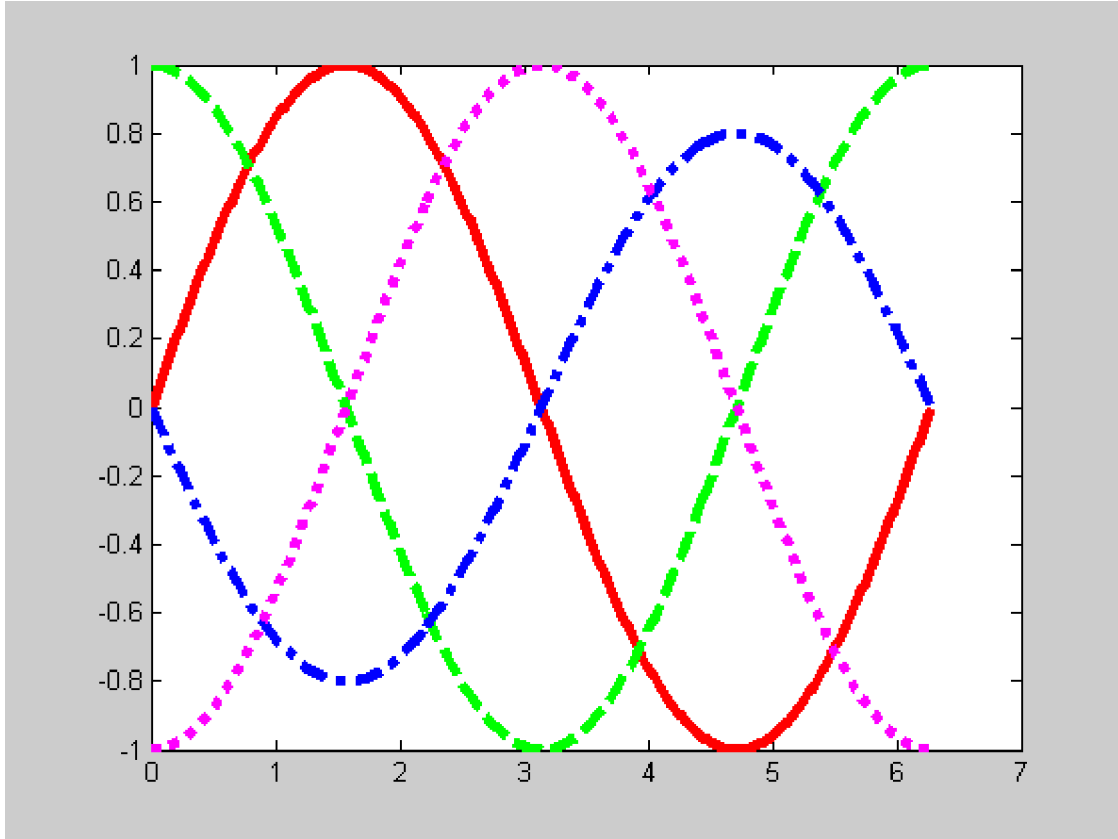
```
disp('Örnek 2B - Diğerleri çizdirilecek');%pause
pause;           %tam durduruyorum.

plot(xrad,  cos(xrad), '--')
plot(xrad, -sin(xrad), '-.')
plot(xrad, -cos(xrad), ':')
%Dikkat: x eksenini radyan degerleri vermektedir.
%Güzel ve anlaşılır görünmesi için şöyle de yapabildik.
disp('Örnek 2C - Renkli grafikler çizdirilecek');%pause
pause;           %tam durduruyorum.
%pause(2);       %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.
```

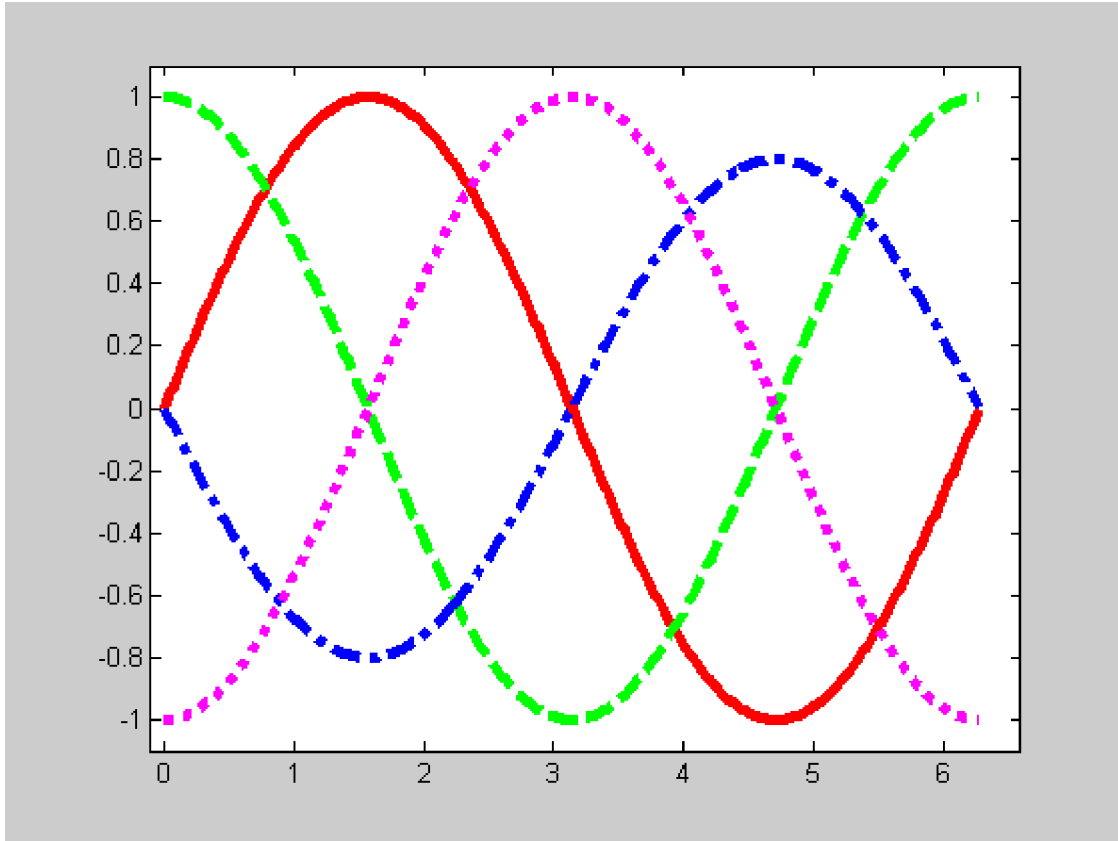


```
figure(2), hold off, clf; %Sekli serbest bırakıp temizleyelim.
```

```
plot(xrad, sin(xrad), 'r-', 'LineWidth', 4), hold on;  
plot(xrad, cos(xrad), 'g--', 'LineWidth', 4)  
plot(xrad, -0.8 .* sin(xrad), 'b-.', 'LineWidth', 4)  
plot(xrad, -cos(xrad), 'm:', 'LineWidth', 4)
```

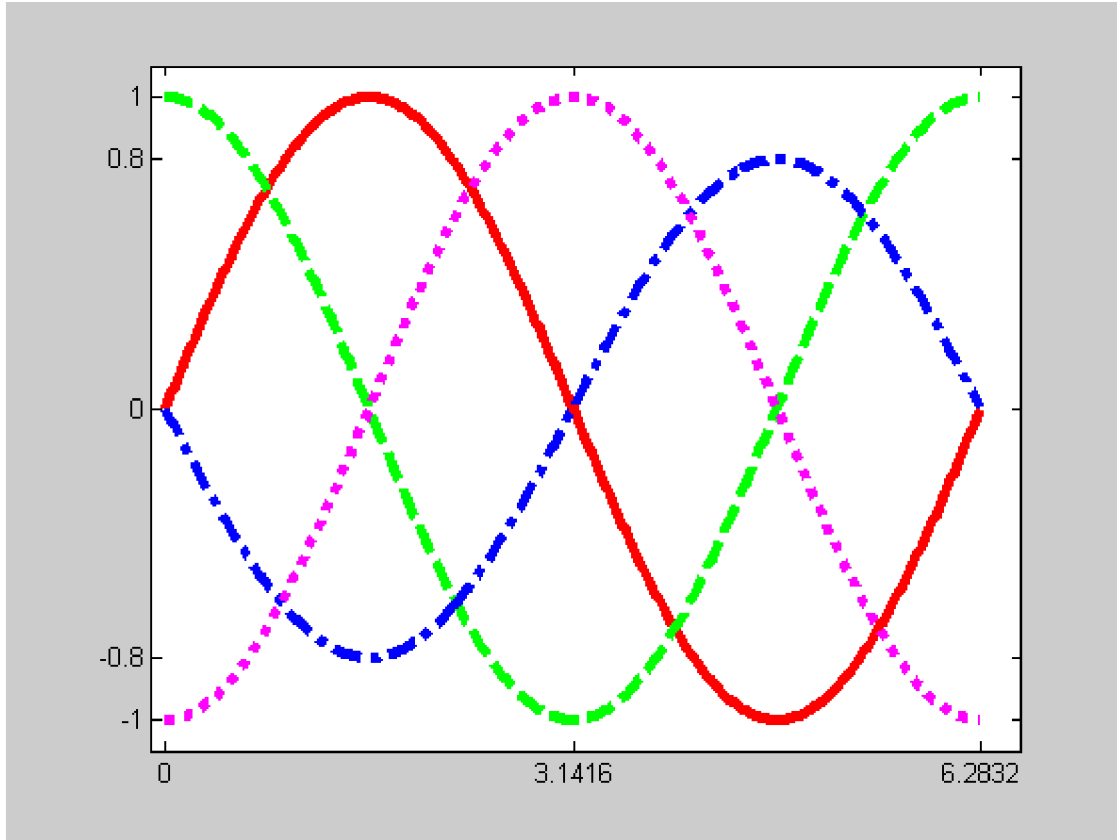


```
%Eksen degerlerine de mudahale etmek mumkun.  
disp('Örnek 2D - Eksen degerleri ayarlanacak');%pause  
pause;           %tam durduruyorum.  
axis([-0.1, 2.1*pi, -1.1, 1.1]);
```

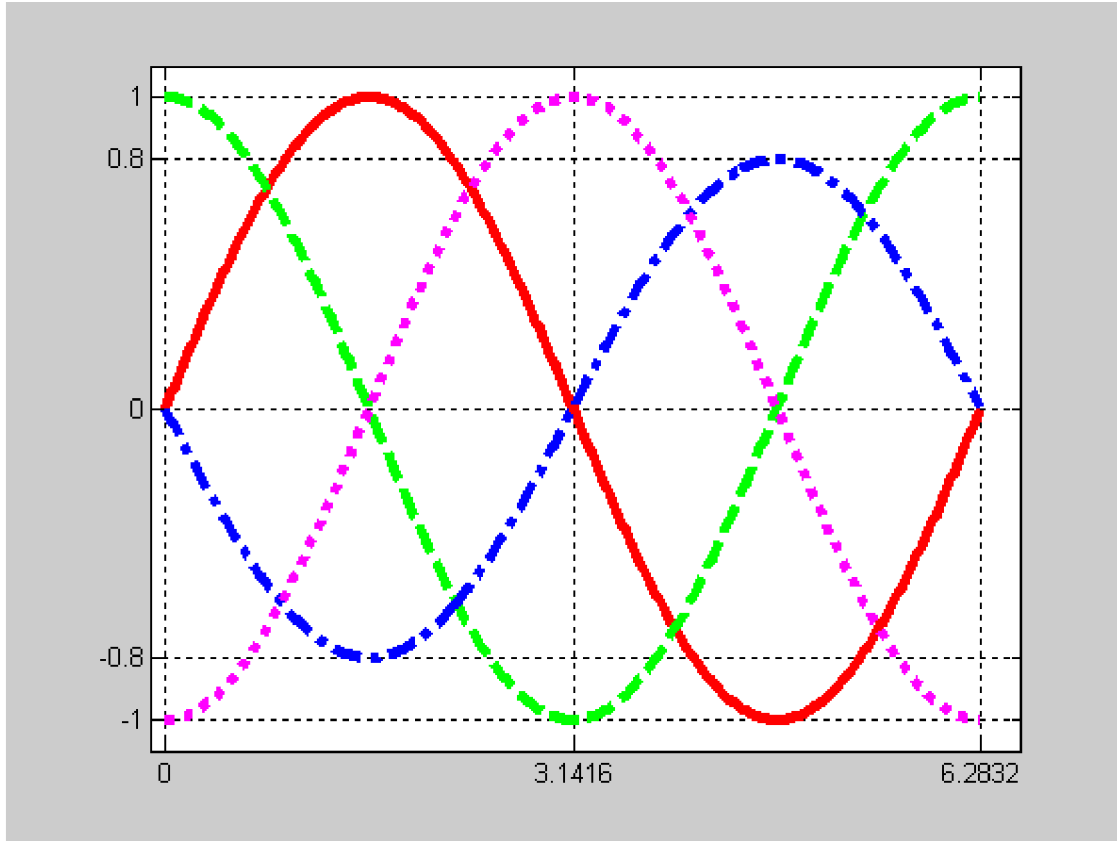




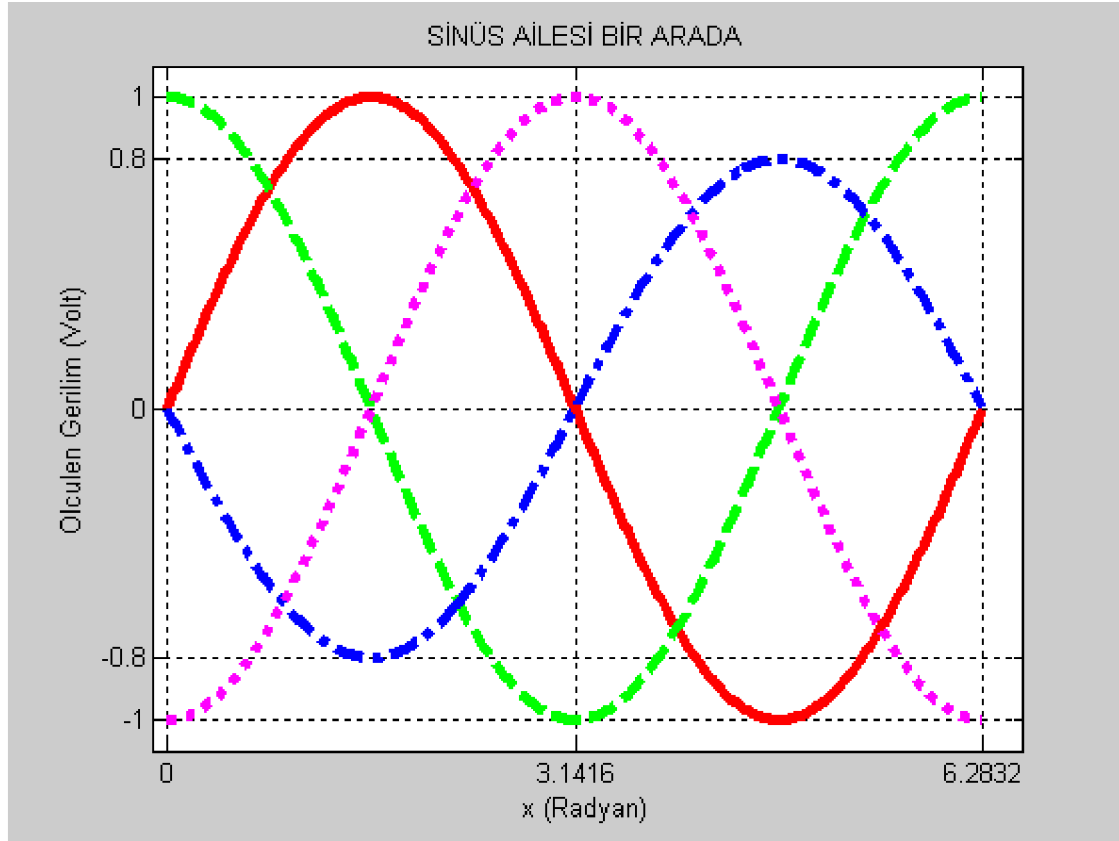
```
%Eksen tik degerlerine de mudahale etmek mumkun.  
disp('Örnek 2E - Eksen tik degerleri');%pause  
pause; %tam durduruyorum.  
%pause(2); %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.  
set(gca, 'xtick', [0 pi 2*pi]);  
set(gca, 'ytick', [-1 -0.8 0 0.8 1]);
```



```
%Dahası da var.  
disp('Örnek 2F - Grid çizgileri');%pause  
pause;           %tam durduruyorum.  
%pause(2);       %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.  
grid on;
```



```
%Dahası yine var.  
disp('Örnek 2G - Basliklar');%pause  
pause;           %tam durduruyorum.  
%pause(2);       %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.  
title('SİNÜS AİLESİ BİR ARADA');  
xlabel('x (Radyan)');  
ylabel('Olculen Gerilim (Volt)');
```



# HOMEWORK

```
disp(' ');
disp('>> legend komutunu ogrenin');
disp('>> Ayrica fprintf komutunu ogrenin ornek yaratın. ');
disp(' ');
%ODEV: legend komutunu ogreniniz.
%      Aşağıdaki komutu anlayınız.
%      x = plot(1:10,5*rand(10,1),'marker','square','markersize',12,...
%      'markeredgecolor','y','markerfacecolor',[.6 0 .6],...
%      'linestyle','-','color','r','linewidth',2); hold off
```

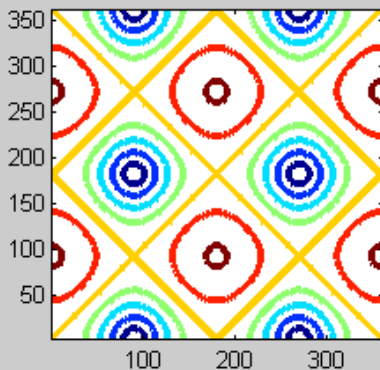
```
% ÖRNEK 3: İKİ BOYUTLU VERİLER
disp('Örnek 3 - 2B Çizgeler - Baklava - Contour');%pause
pause;          %tam durduruyorum.
%pause(2);      %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

clear;
Rrad    = 1 .* pi .* [0:360] ./ 180;          %sinüsün fazı
lenR    = length(Rrad);

x        = ones(lenR,1) * cos(Rrad); %Dikkat: matris çarpımıdır.
y        = ones(lenR,1) * sin(Rrad); %Dikkat: matris çarpımıdır.
y        = y';

Baklava = zeros (size(x)); %matrisi acalim
Baklava = sqrt ( x.^2 + y.^2);

%Hadi bakalım, 2B çizgeleri birlikte inceleyelim.
figure(3), hold off; %pencereniz yüksekliğin iki katı genişlikte olsun.
subplot(121), contour(Baklava, 'LineWidth', 3);
subplot(121), axis('square');
```

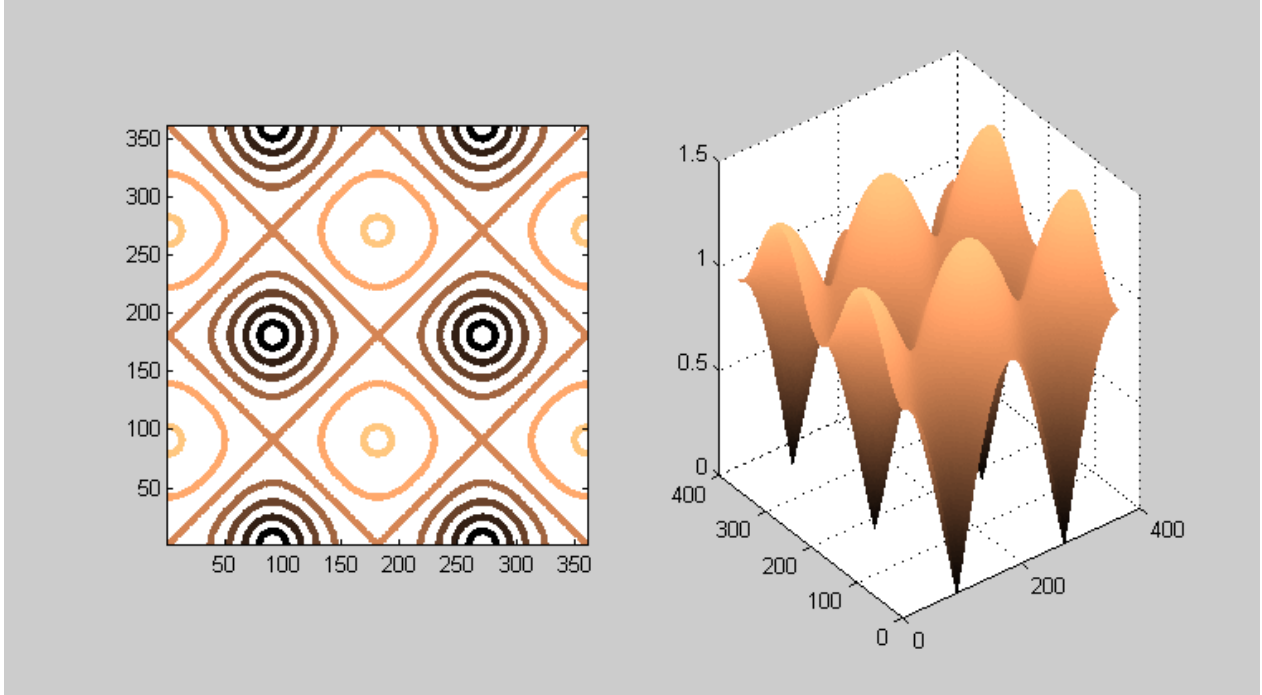


```

disp('Örnek 3 - 2B Çizgeler - Baklava - 3B gösterim');%pause
pause;          %tam durduruyorum.
%pause(2);      %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

subplot(122), mesh(Baklava);
colormap('copper');
%subplot(122), axis('square');

```



## HOMEWORK

```

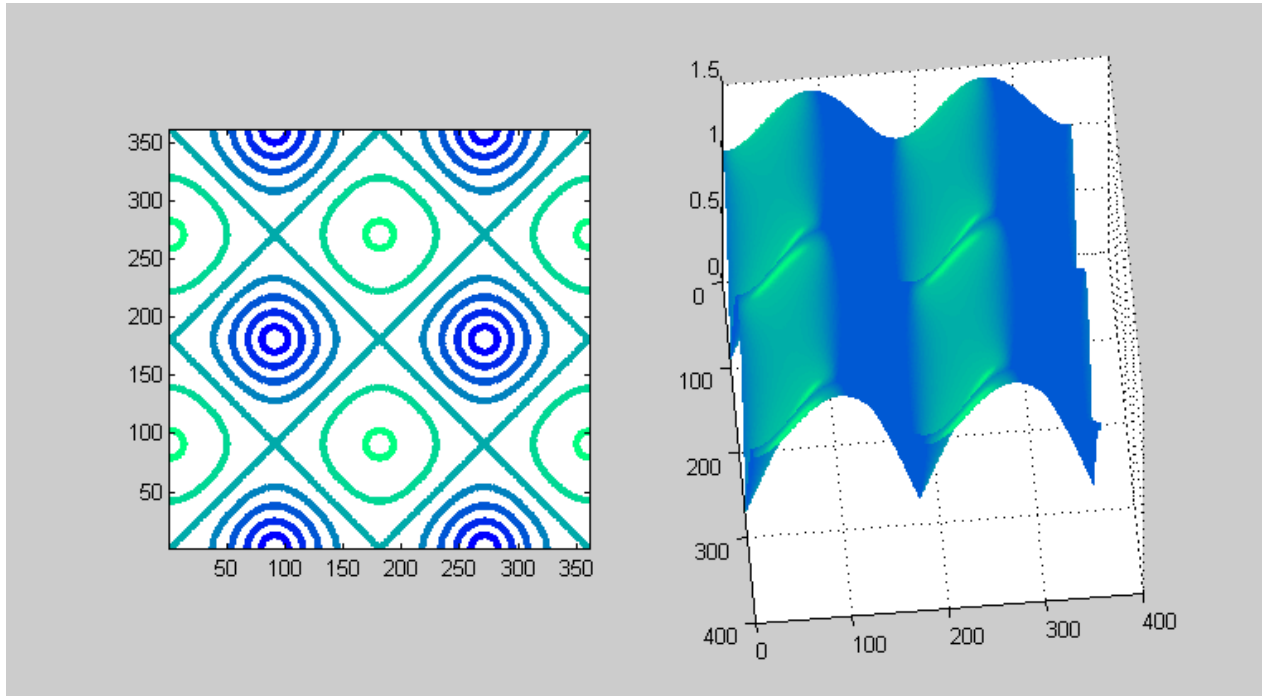
%ODEV: subplot(121) ve
%       subplot(122) yerine
%       subplot(211) ve
%       subplot(212) deneyin bakalım ne oluyor?
%       Neden subplot(33x)'i denemiyorsunuz. x yerine koyacağınız
%       rakamlar kaca kadar gidecek? Her sayının yeri nereye denk
%       geliyor? İnceleyim bakalım.

%ODEV: mesh yerine, surf, surfl kullanın, farkını inceleyin.

%Asagidaki komutlari degistirerek farkli cozumleri deneyebilirsiniz.
disp('Örnek 3 - Baklava çizimi - Farkli renk / bakış açısı tercihi');%pause
pause;          %tam durduruyorum.
%pause(2);      %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

```

```
subplot(122), surf1(Baklava);  
shading('interp'); colormap('winter');  
AZ = 85; EL = 60; view(AZ,EL);
```



```

%% ÖRNEK 4: DALGA GÖSTERİMİ
disp('Örnek 4 - Dalga gosterimi');%pause
pause;           %tam durduruyorum.
%pause(2);      %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

clear %hafizayı sil, yeniden başlıyoruz.

t      = 0;                %anlık fotoğrafı hesaplıyoruz.
f      = 1e9;              %1 GHz
c      = 3e8;              %ışık hızı = 300,000 km
db     = c / f;            %dalga boyu = 30 cm.

%100X100lük bir matris oluşturacağız.
X      = 10 .* [0: 0.3/99 : 0.3];
Y      = 10 .* [0: 0.3/99 : 0.3];
len    = length(X);

%Simdi dongu yapmayı inceleyelim.
for ix = 1:len

    for iy = 1:len

        XX = (X(ix) - 1.5) .* (X(ix) - 1.5);
        YY = (Y(iy) - 1.5) .* (Y(iy) - 1.5);
        R  (ix,iy) = 1e-10 + sqrt(XX + YY); %Dikkat: R=0 sorun yaratıyor.
        Att (ix,iy) = 1 ./ R(ix,iy); %Dalgamızın 1/R ile zayıfladığını
        kabul

        %edelim. Biliyorum 1/R^2 olmalı ama 1/R
        %daha güzel görünüyor.

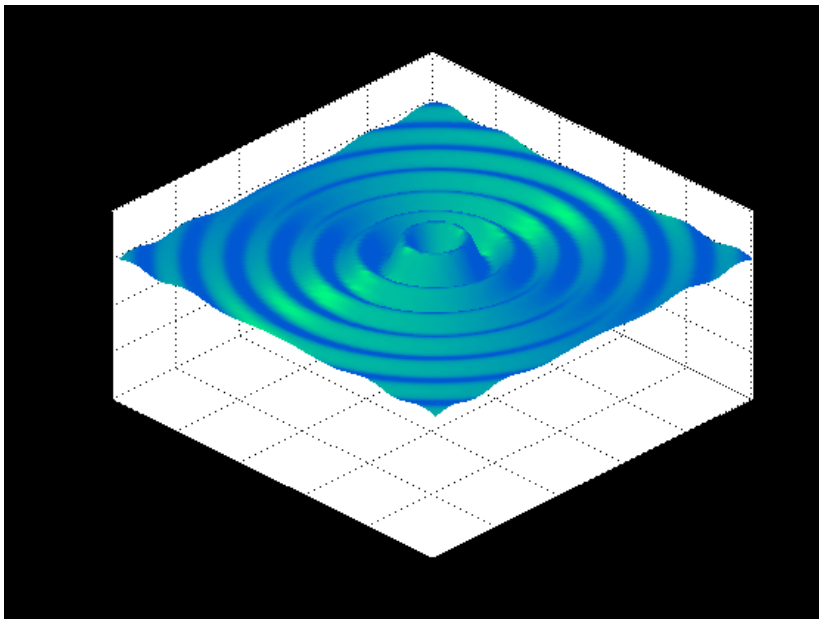
        faz (ix,iy) = 2 .* pi .* f .* t ...
                    - 2 .* pi ./ db .* R(ix,iy);

    end
end

Dalga = sin(faz) .* Att;

figure(4), hold off;
surf1(Dalga);
shading('interp'); colormap('winter');
AZ = 45;EL = 50; view(AZ,EL); %Mudahale etmeyebilirsiniz de.

```



```

%% ÖRNEK 5: DALGA HAREKETİNİN GÖSTERİMİ

disp('Örnek 5 - Dalga hareketinin gosterimi');%pause
figure(4), hold off;
pause;          %tam durduruyorum.
%pause(2);      %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

clear %hafizayı sil, yeniden başlıyoruz.

f      = 1e9;          %1 GHz
c      = 3e8;          %ışık hızı = 300,000 km
db     = c / f;        %dalga boyu = 30 cm.
T      = 1/f;         %Dalganın periyodu.
t      = [0 : T/10 : T]; %süre sadece 1 milisaniye
lenT   = length(t);

for it = 1 : lenT
    %100X100lük bir matris oluşturacağız.

    X      = 10 .* [0: db/99 : db];
    Y      = 10 .* [0: db/99 : db];
    len    = length(X);

    %Simdi dongu yapmayi inceleyelim.
    for ix = 1:len

        for iy = 1:len

            XX = (X(ix) - 1.5) .* (X(ix) - 10*db/2);
            YY = (Y(iy) - 1.5) .* (Y(iy) - 10*db/2);
            R   (ix,iy) = 1e-10 + sqrt(XX + YY); %Dikkat: R=0 sorun
            %yaratıyor.
            Att (ix,iy) = 1 ./ R(ix,iy); %Dalgamızın 1/R ile zayıfladığını
            %kabul
            %edelim. Biliyorum 1/R^2 olmalı ama 1/R
            %daha güzel görünüyor.
            faz (ix,iy) = 2 .* pi .* f .* t(it) ...
                - 2 .* pi ./ db .* R(ix,iy);

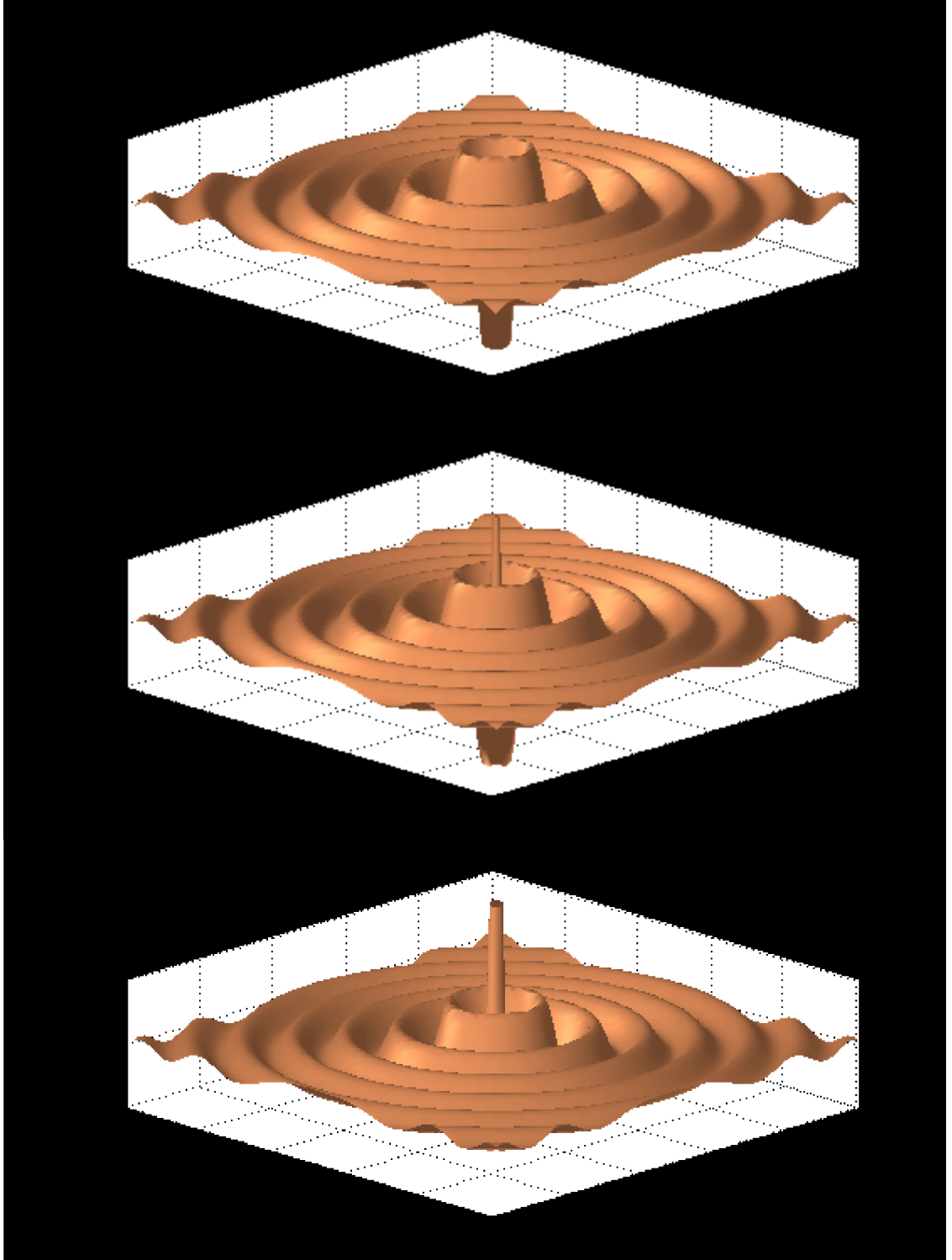
        end %iy
    end %ix
    Dalga = sin(faz) .* Att;
    surfl(Dalga);
    shading('interp'); colormap('copper');
    AZ = 45;EL = 50; view(AZ,EL); %Mudahale etmeyebilirsiniz de.
    axis([0 100 0 100 -5 5])
    M(it) = getframe;
end %it

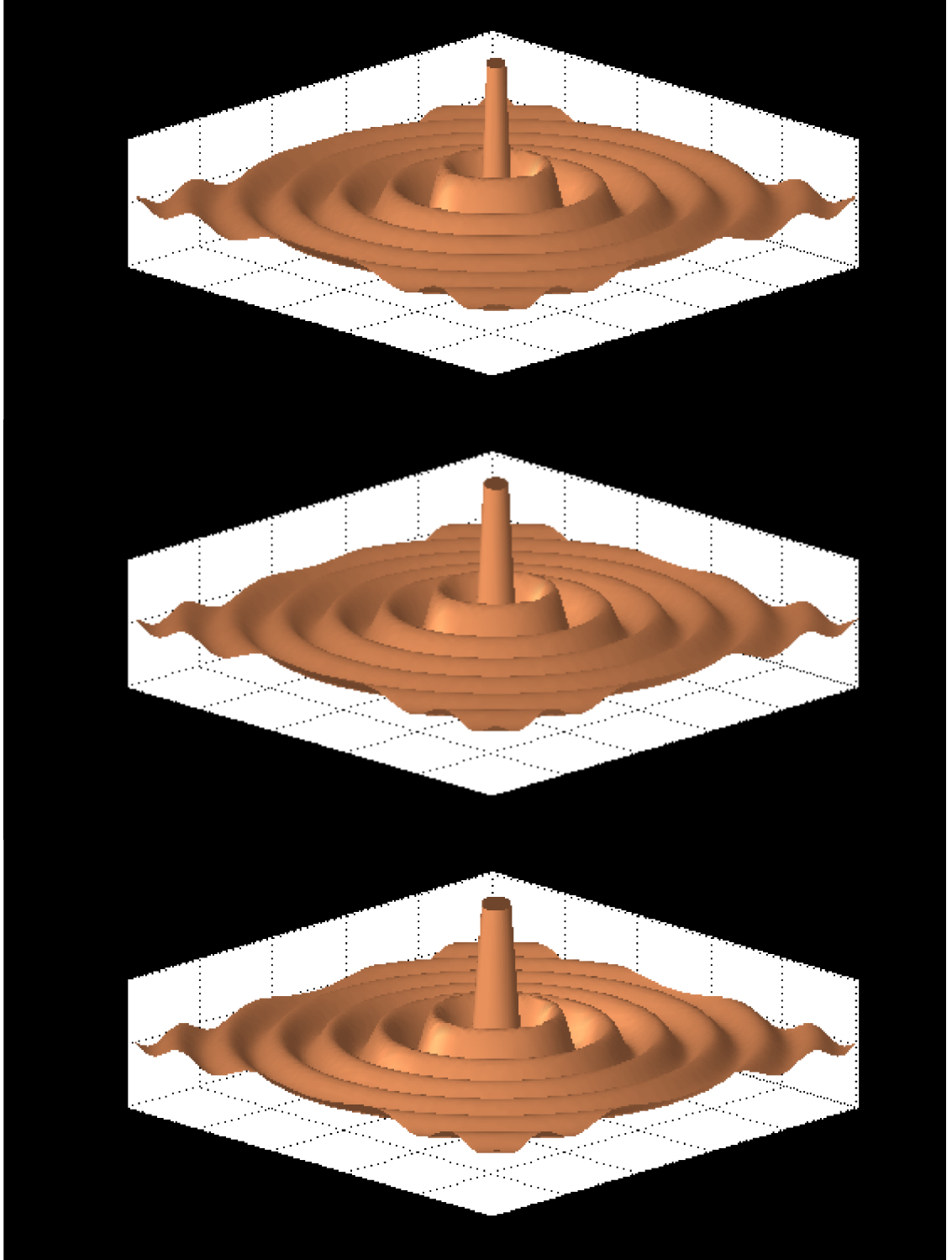
disp('Örnek 5 gosterime hazır! ');
pause;          %tam durduruyorum.
%pause(2);      %ekrana bakabilmek için 2 saniye yeterli olacaktır.

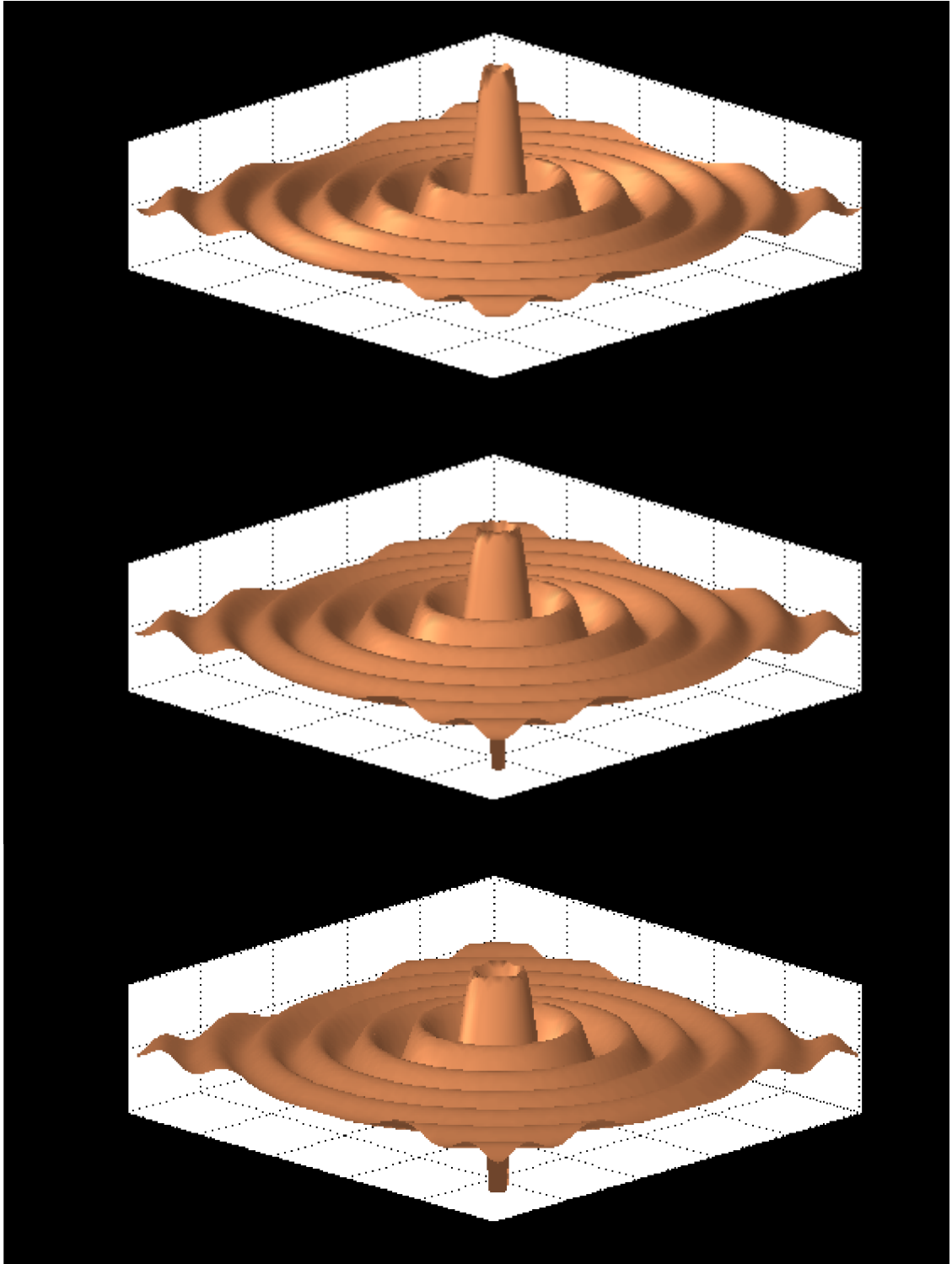
movie(M,10,2);

```









## HOMEWORK

```
%% ODEV 1:
% A. İsteddiğinizde bu yazılımı aynen kullanarak,
%       for it = 1 : lenT
%       için, tel üstünde sinus dalgası yaratınız.
%       Dikkat ediniz, grafik tek boyutlu olacak.
%
% B. Aynı şekilde gelen dalgayı da gösteriniz.
%
% C. Her iki dalganın toplamını farklı zamanlarda gösteriniz.
%
% D. C şıkkındaki sonuçları film halinde gösteriniz.
%%
```

## HOMEWORK

```
%real(E) ile Guc miktarını ilerleme yonundeki mesafeye göre çizdiriniz.
figure(5), hold off
clear

dum = 0:0.01:20;
E = sin(dum);
E2 = E .* E;

plot(dum, E, 'r-', 'LineWidth', 4), hold on;
plot(dum, E2, 'b--', 'LineWidth', 4)
title ( 'ALAN GENLİĞİ VE GÜC DEĞERİ');
xlabel('Radyan')
ylabel( 'ALAN (Volt) , GÜC (Watt)');
```

```
%% Devami olacak, pek yakında !!
```

```
%% SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON SON
```

# POLARXX.m

```

%% Polarxx.m
% EEM423 Dersi için hazırlanmıştır.
% Polar (THETA, RHO) komutu kullanılarak yönlülük çizgesi gösterilmiştir.
% Dr. S. Gokhun Tanyer
% 23.02.13
%% YAZILIMIN TARİHÇESİ
%
%Polar02 130223 SS Odev olarak verilecek surumdur.
%Polar01 130223 OK polar plot tamam. 2B henüz yok.
% -- İlk çalışma.
%% GIRIS - Ekran
clear; %Hafızayı sil.
figure(1), clf, hold off;
%% GIRIS - Veri hazırlama
Theta = [0 : 0.01 : pi/2];
Phi = [0 : 0.01 : 2 * pi];

lenTH = length(Theta);
lenPH = length(Phi);

Th = zeros (lenTH, lenPH);
Ph = zeros (lenTH, lenPH);
R1 = zeros (lenTH, lenPH);
R2 = zeros (lenTH, lenPH);

for iTh = 1:lenTH

    for iPh = 1:lenPH

        Th(iTh, iPh) = Theta (iTh);
        Ph(iTh, iPh) = Phi (iPh);

        R1(iTh, iPh) = sin (Th(iTh, iPh)) ;
        R2(iTh, iPh) = sin (Th(iTh, iPh))^2 ;

        x2(iTh, iPh) = R2(iTh, iPh)* sin(Th(iTh, iPh)) ...
            * cos(Ph(iTh, iPh));

        y2(iTh, iPh) = R1(iTh, iPh)* sin(Th(iTh, iPh)) ...
            * sin(Ph(iTh, iPh));
        z2(iTh, iPh) = R1(iTh, iPh)* cos(Th(iTh, iPh));
    end
end

surfl (x2, y2, z2); hold on; surfl (x2, y2, -z2);

shading('interp'); colormap('gray');
axis('equal');axis([-1 1 -1 1 -0.6 0.6]);

```

