

# BMÜ-421 Benzetim ve Modelleme

## MATLAB SIMULINK

İlhan AYDIN

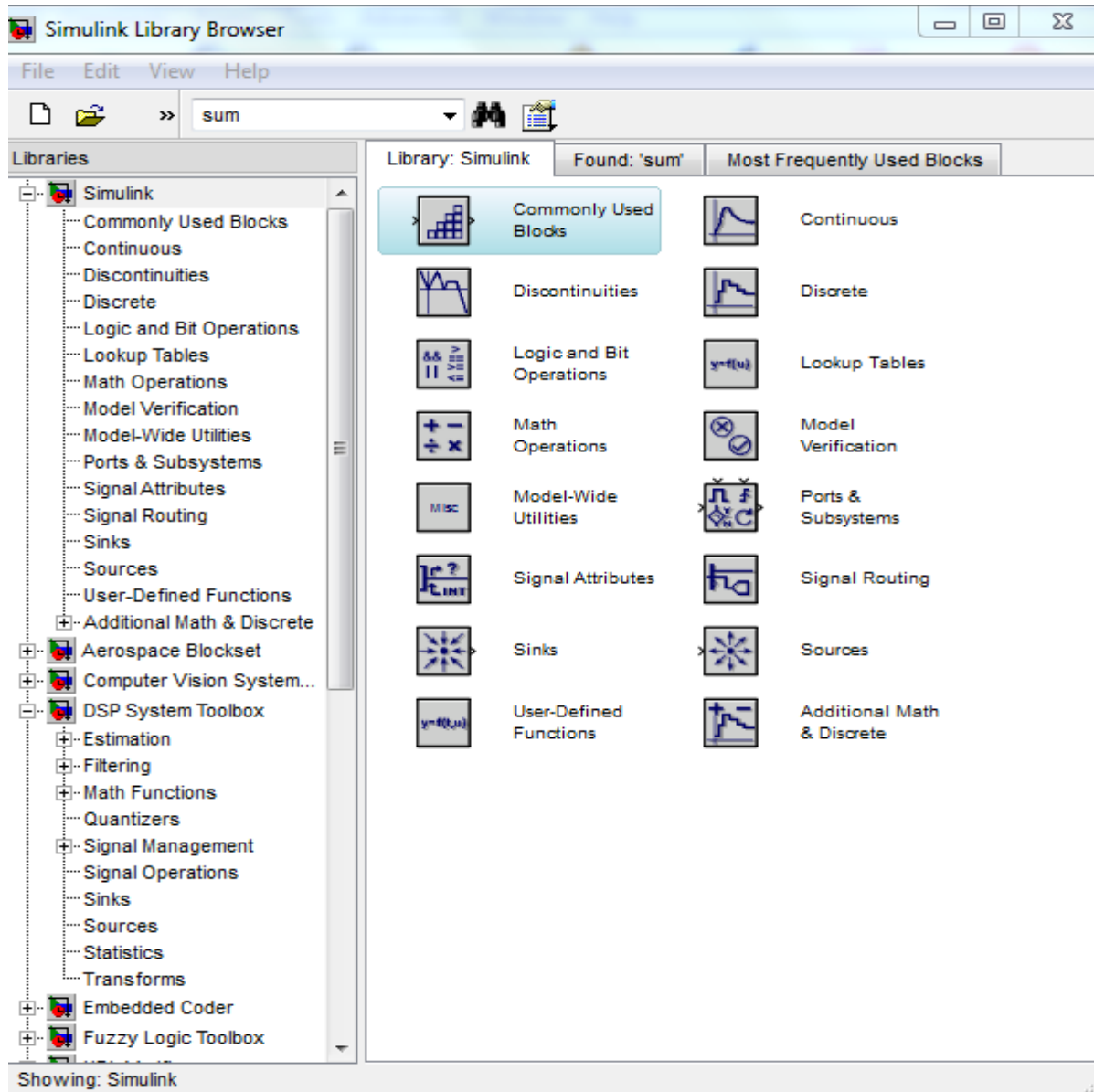
# SIMULINK ORTAMI

- Simulink bize karmaşık sistemleri tasarlama ve simülasyon yapma olanağı vermektedir.
- Mühendislik sistemlerinde simülasyonun önemi gün geçtikçe artmaktadır.
- Sistemlerin tasarımında büyük oranda bilgisayar simülasyonlarından faydalanmakta, mümkün olduğunda tasarımın test aşamaları da bilgisayarlar yardımıyla yapılmaktadır.
- Günümüzde mühendislik alanında en çok kullanılan programlardan birisi MATLAB'dir.
- Simulink, MATLAB ile birlikte bütünleşik olarak çalışan bir simülasyon ortamıdır.
- Sürekli zamanlı ve ayırık zamanlı sistemleri ,veya her ikisini de içeren hibrit sistemleri desteklemektedir.
- İçinde birçok alt sistemi blok olarak barındırdığından sürükle-bırak yöntemiyle birçok sistemi bir-kaç dakikada kurarak simule edebilir, değişik durumlardaki cevabını test edebilirsiniz.
- Bunun için Simulink bizlere zengin bir blok kütüphanesi sunmaktadır.

# SIMULINK ORTAMI

- **Simulink Kütüphanesi:**
- Simulink'i çalıştırdığınızda karşınıza Simulink kütüphanesi gelecektir.
- Simulasyon yaparken kullanacağımız bloklar kategorilere ayrılmış biçimde burada bulunmaktadır.
- **Blok Diyagramlar:** Her bir blok sürekli zamanda ya da ayırık zamanda çıkış veren temel bir dinamik sistemi ifade eder.
- **Bloklar:** Bloklar Simulink'in nasıl simule edileceğini bildiği temel dinamik sistemleri temsil eder.
- **Durumlar:** Bloklar durumlara sahip olabilirler. Simulink İntegral alıcı (integrator) bloğu duruma sahip bloklara bir örnektir.
- **Değiştirilebilir Parametreler:**
- Birçok blok parametresi değiştirilebilirdir. Örneğin Kazanç bloğunun kazanç parametresi değiştirilebilir parametredir.
- **Veri Tipleri:** SIMULINK'te desteklenen int8, double ve boolean gibi herhangi bir dahili veri tipini kullanabilir.

# SIMULINK ORTAMI



# Simülasyon Zamanı Ayarlama

Configuration Parameters: untitled/Configuration

Select

- Solver
- Data Import/Export
- Optimization
- Diagnostics
  - Sample Time
  - Data Integrity
  - Conversion
  - Connectivity
  - Compatibility
  - Model Referencing
- Hardware Implementation
- Model Referencing
- Real-Time Workshop
  - Comments
  - Symbols
  - Custom Code
  - Debug
  - Interface

Simulation time

Start time: 0.0 Stop time: 10.0

Solver options

Type:	Variable-step	Solver:	ode45 (Dormand-Prince)
Max step size:	auto	Relative tolerance:	1e-3
Min step size:	auto	Absolute tolerance:	auto
Initial step size:	auto		
Zero crossing control:	Use local settings		

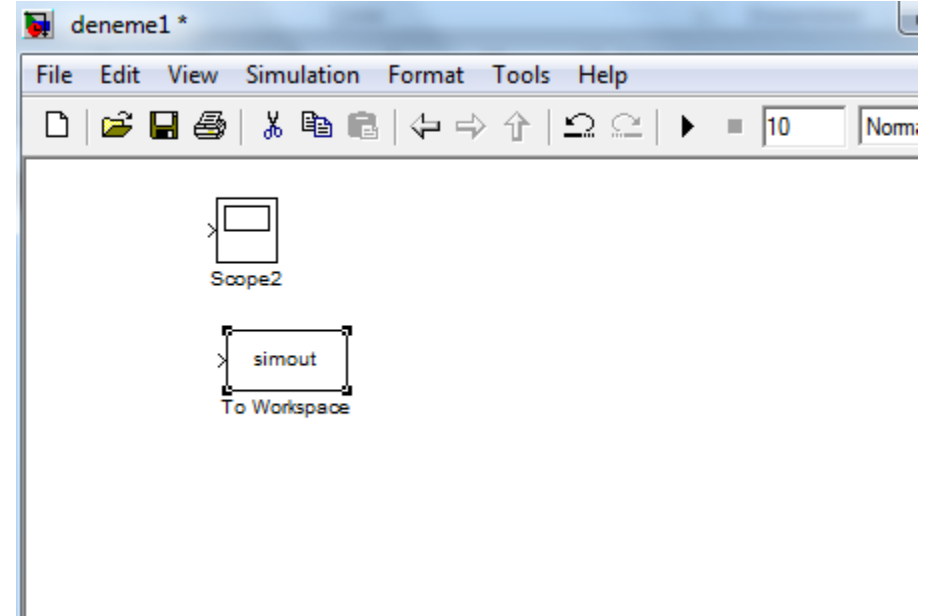
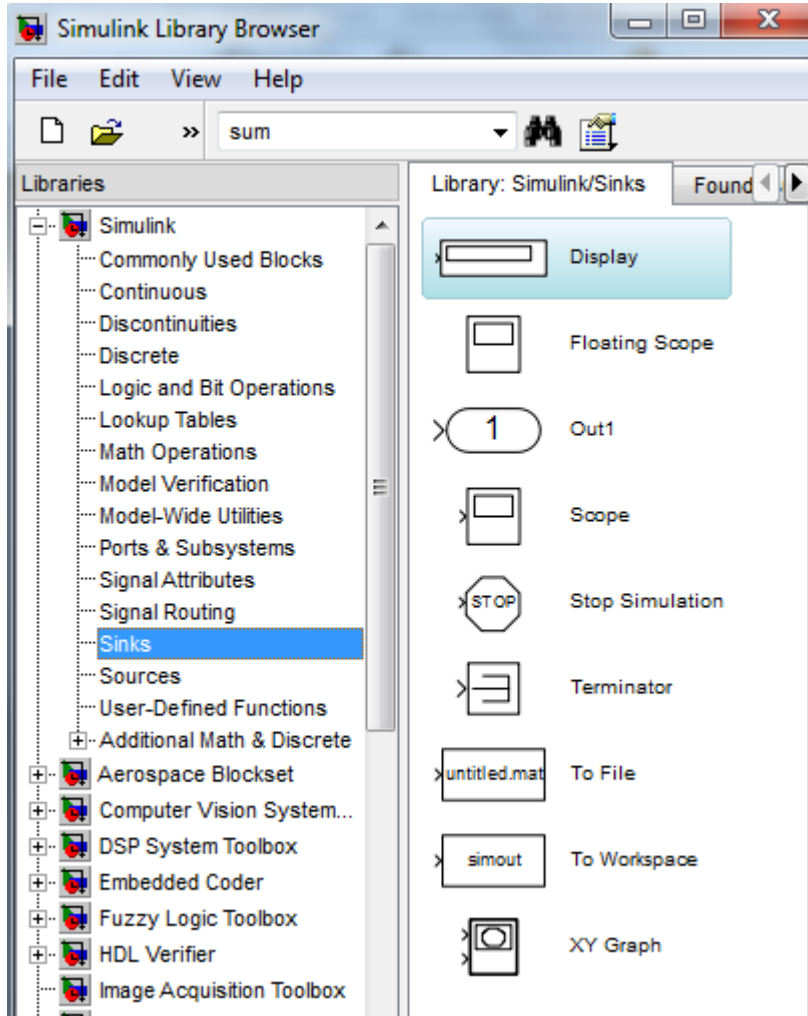
OK Cancel Help Apply

# Sinyal Üretme

The image shows the Simulink Library Browser interface. The title bar reads "Simulink Library Browser". The menu bar includes "File", "Edit", "View", and "Help". The search bar contains the text "sum". The left sidebar lists various libraries, with "Sources" selected under the "Simulink" library. The main area displays a grid of blocks from the "Simulink/Sources" library, filtered by the search term "sum". The blocks are arranged in a grid with three columns and ten rows. The first block, "Band-Limited White Noise", is highlighted with a blue background. The status bar at the bottom indicates "Showing: Simulink/Sources".

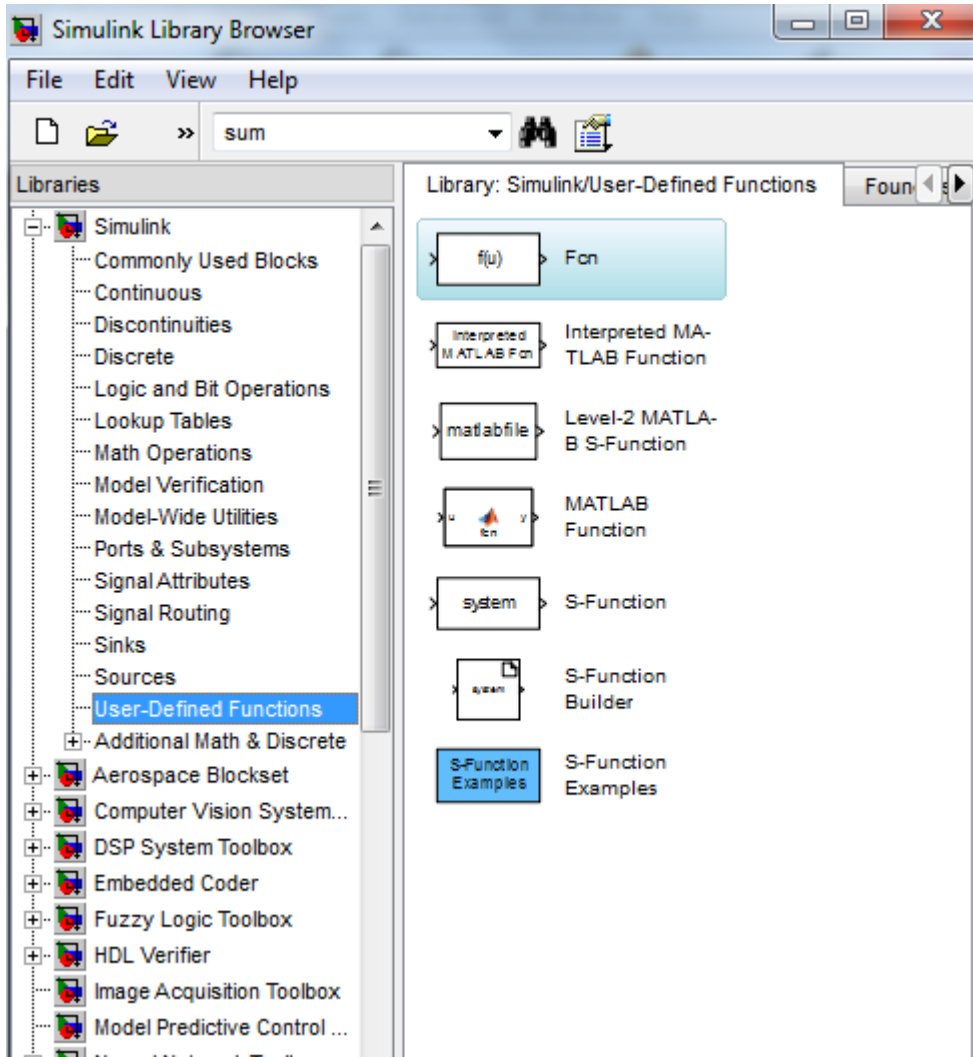
Library: Simulink/Sources	Found: 'sum'	Most Frequently Used Blocks
Band-Limited White Noise	Chirp Signal	Clock
Constant	Counter Free-Running	Counter Limited
Digital Clock	Enumerated Constant	From File
From Workspace	Ground	In1
Pulse Generator	Ramp	Random Number
Repeating Sequence	Repeating Sequence Interpol...	Repeating Sequence Stair
Signal Builder	Signal Generator	Sine Wave
Step	Uniform Random Number	

# Simülasyon Sonuçlarının Elde Edilmesi



Herhangi bir simgeyi seçip çalışma ortamına sürükleyip bırakarak ekleyebilirsiniz.

# Kullanıcı Tanımlı Fonksiyonlar



Tanımladığınız .m file dosyalarını MATLAB Function ile ekleyebilirsiniz.



# Diğer Fonksiyonlar

The image shows two screenshots of the Simulink library browser. The left screenshot shows the 'Signal Routing' section highlighted in blue, with various blocks like Bus Assignment, Bus Creator, Bus Selector, Data Store Memory, Data Store Read, Data Store Write, Demux, Environment Controller, From, and Goto. The right screenshot shows the 'Math Operations' section highlighted in blue, with various mathematical blocks like Abs, Algebraic Constraint, Bias, Complex to Real-Imag, Dot Product, Gain, Math Function, MinMax, Permute Dimensions, and Product.

A grid of 16 mathematical function blocks from Simulink, each with its icon and name:

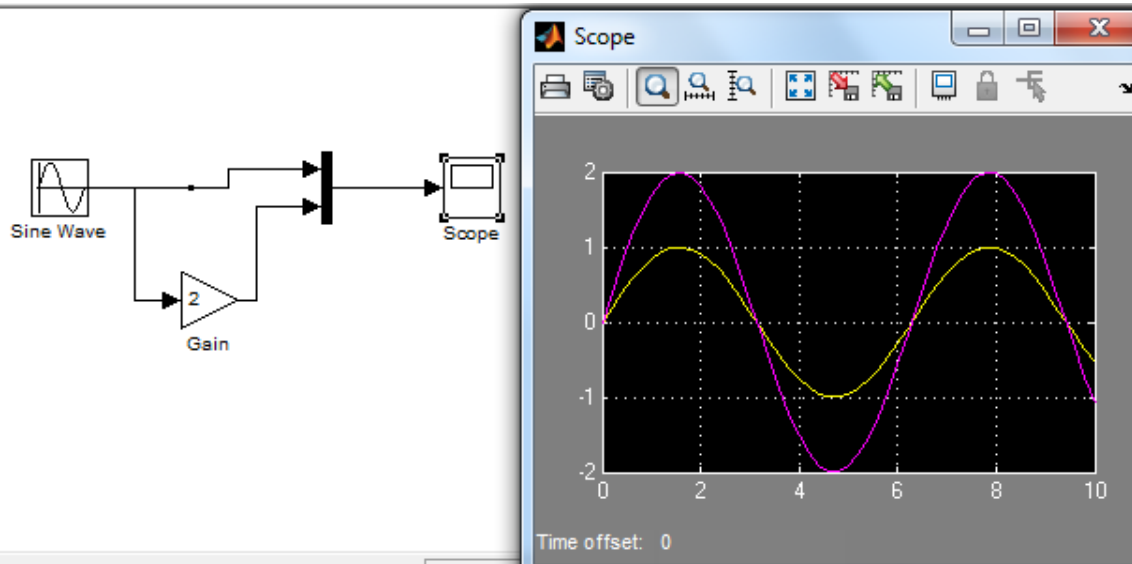
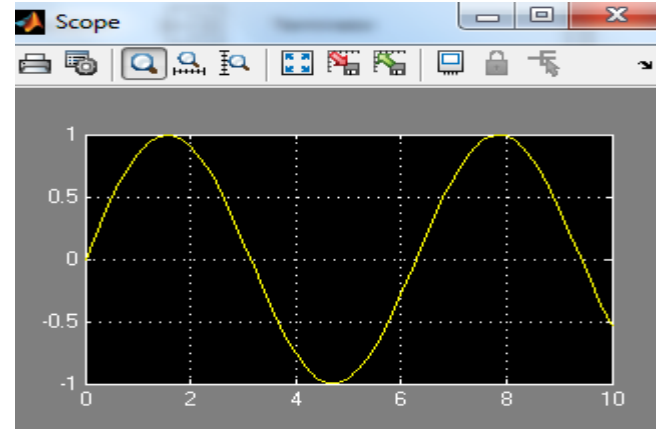
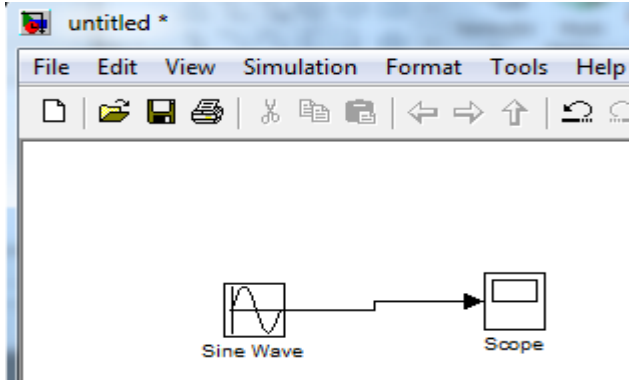
- Abs
- Add
- Algebraic Constraint
- Assignment
- Bias
- Complex to Magnitude-Angle
- Complex to Real-Imag
- Divide
- Dot Product
- Find Nonzero Elements
- Gain
- Magnitude-Angle to Complex
- Math Function
- Matrix Concatenate
- MinMax Running Resettable
- Permute Dimensions
- Polynomial
- Product
- Product of Elements

Sinyal yönlendirme

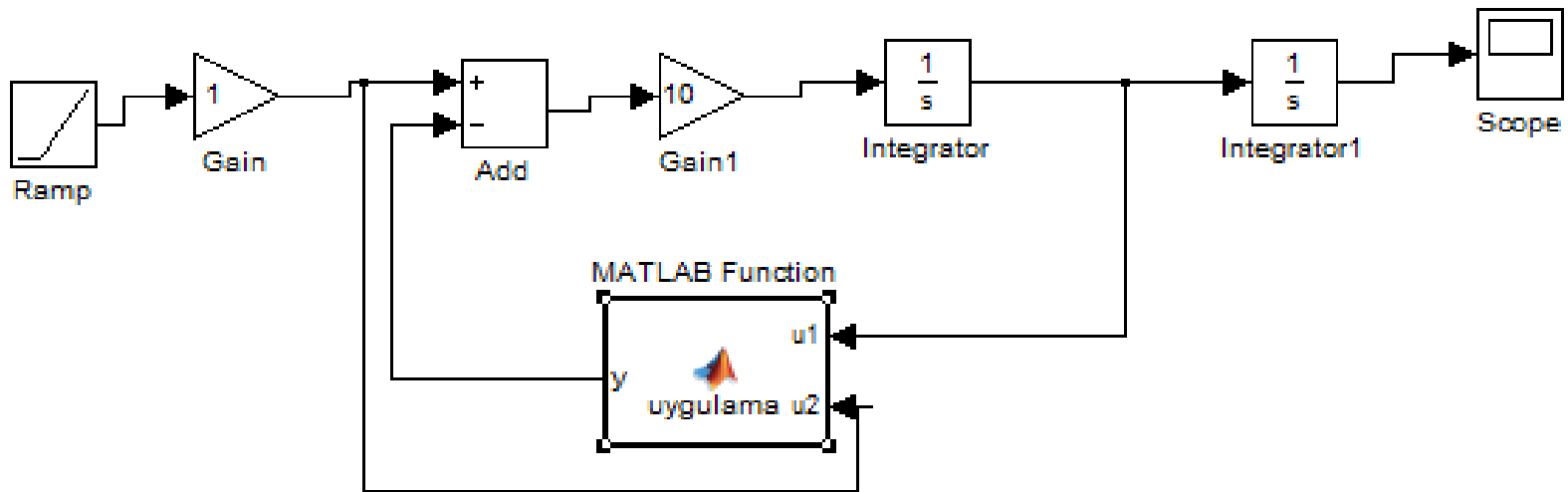
Matematiksel işlemler

# Blokların Bağlanması

- Bloklar sürükle-bırak şeklinde çalışma ortamına eklenir.
- Blokları bağlamak için kontrol tuşu basılı iken seçili bloktan diğerine tıklamak yeterlidir.

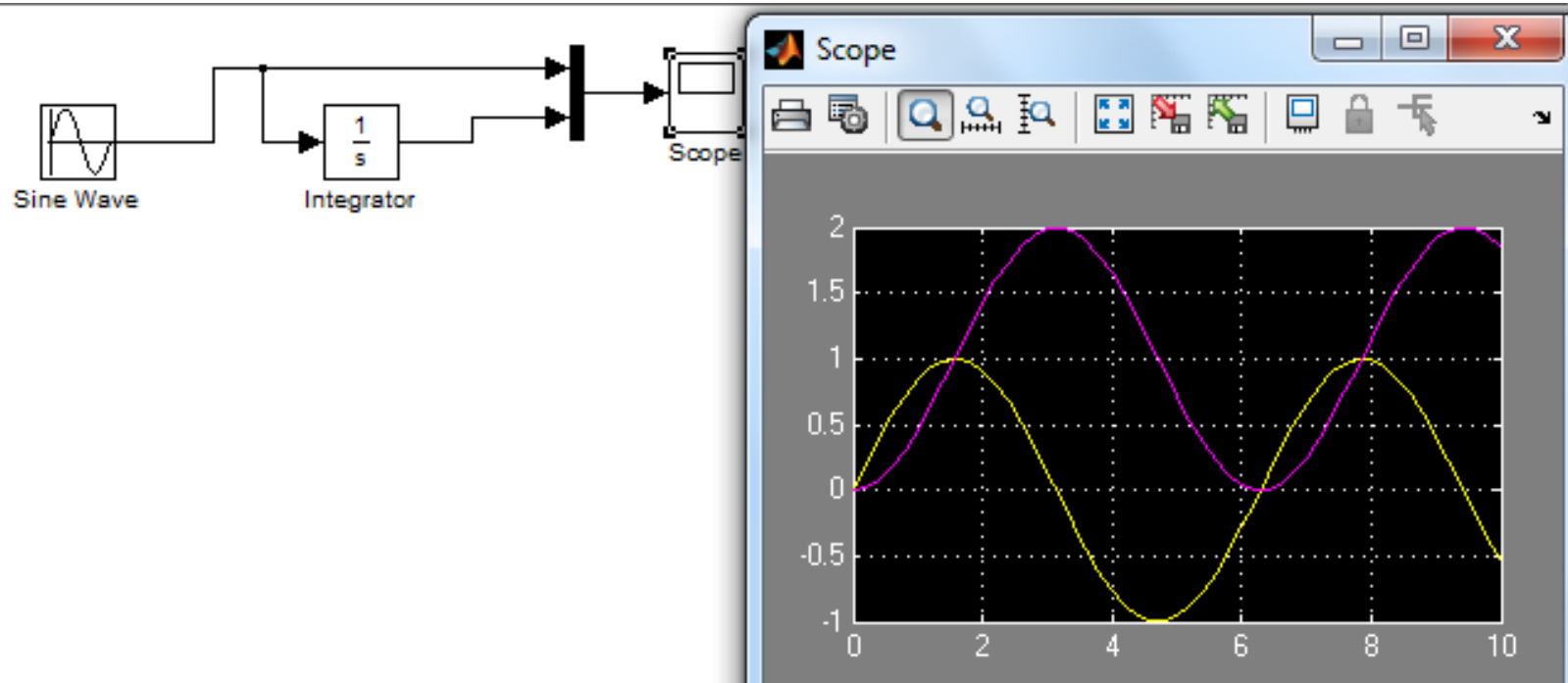


# Kullanıcı Tanımlı Fonksiyonlar



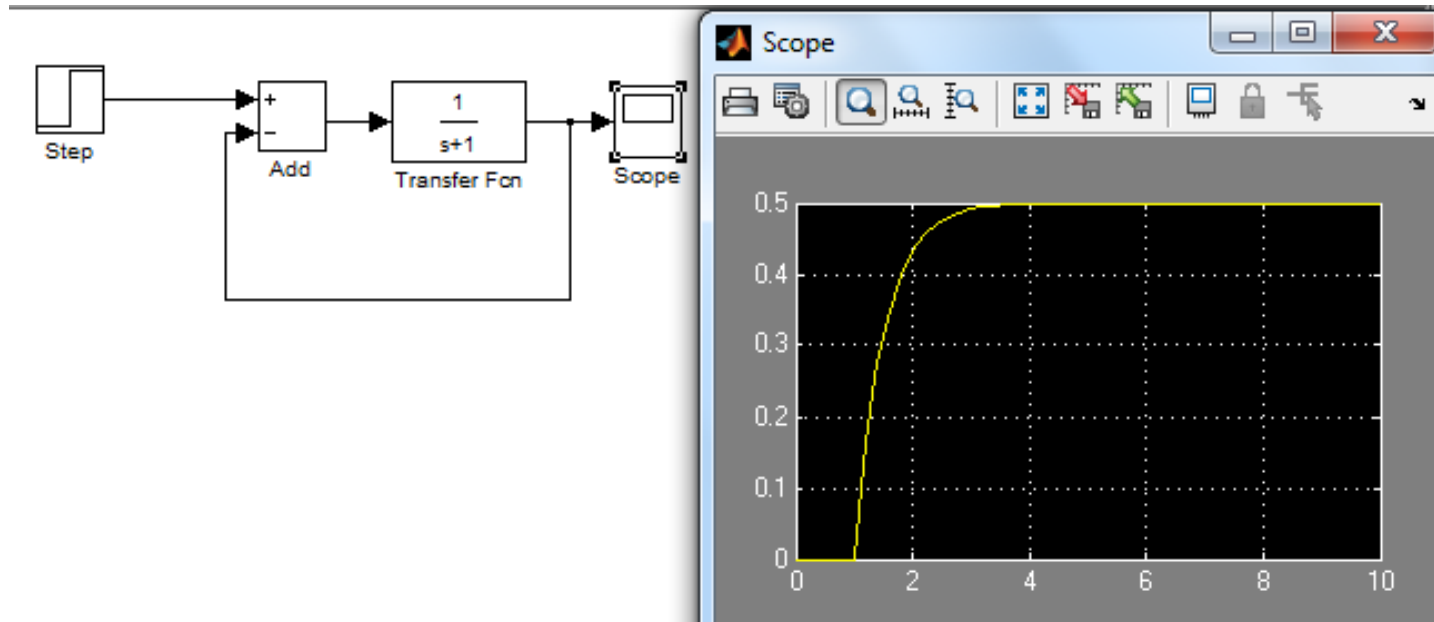
```
function y = uygulama(u1,u2)
St1=1;
c=1;
if u2>St1 || u2<-St1
    y=c*u1;
else
    y=u2;
end
```

# Örnek: Basit bir model oluşturmak



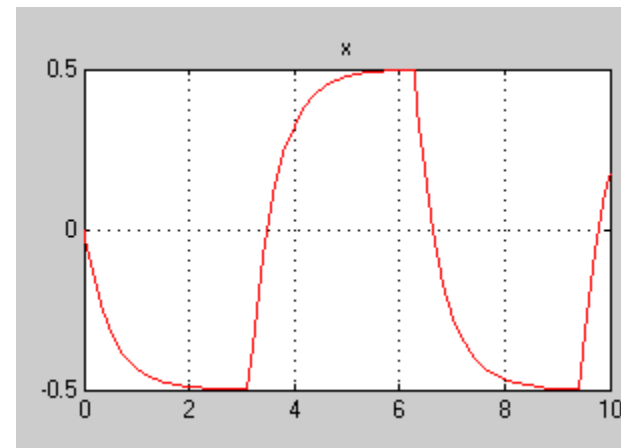
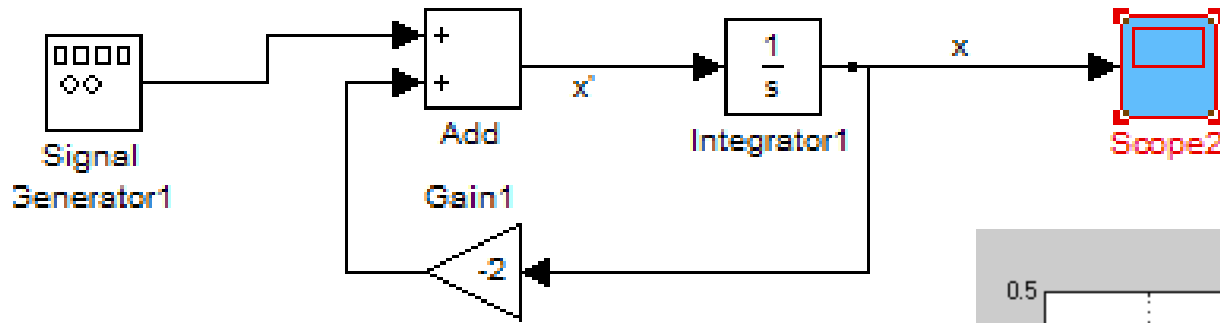
# Model oluşturmak 2

## ( Basit bir oransal denetleyici tasarımı)



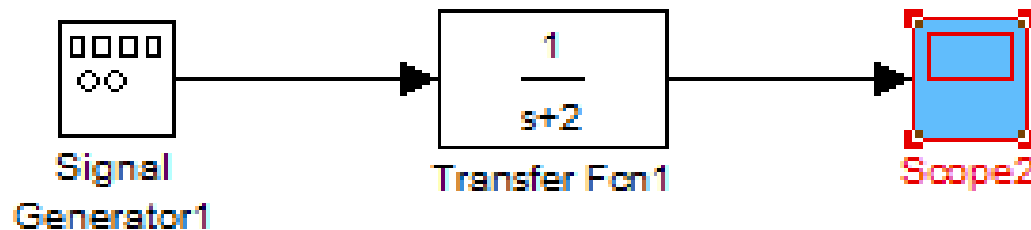
# Diferansiyel denklemin modellenmesi

- $x'(t) = -2x(t)+u(t)$  şeklinde bir denklem verilsin.
- Burada  $u(t)$  genliği 1 ve frekansı 1 rad/sec olan bir kare dalgadır.
- İntegral alıcı girişin integralini alır ve  $x$  değişkenini üretir. Toplama, sinval generatör ve kazanc blokları eklenmelidir.

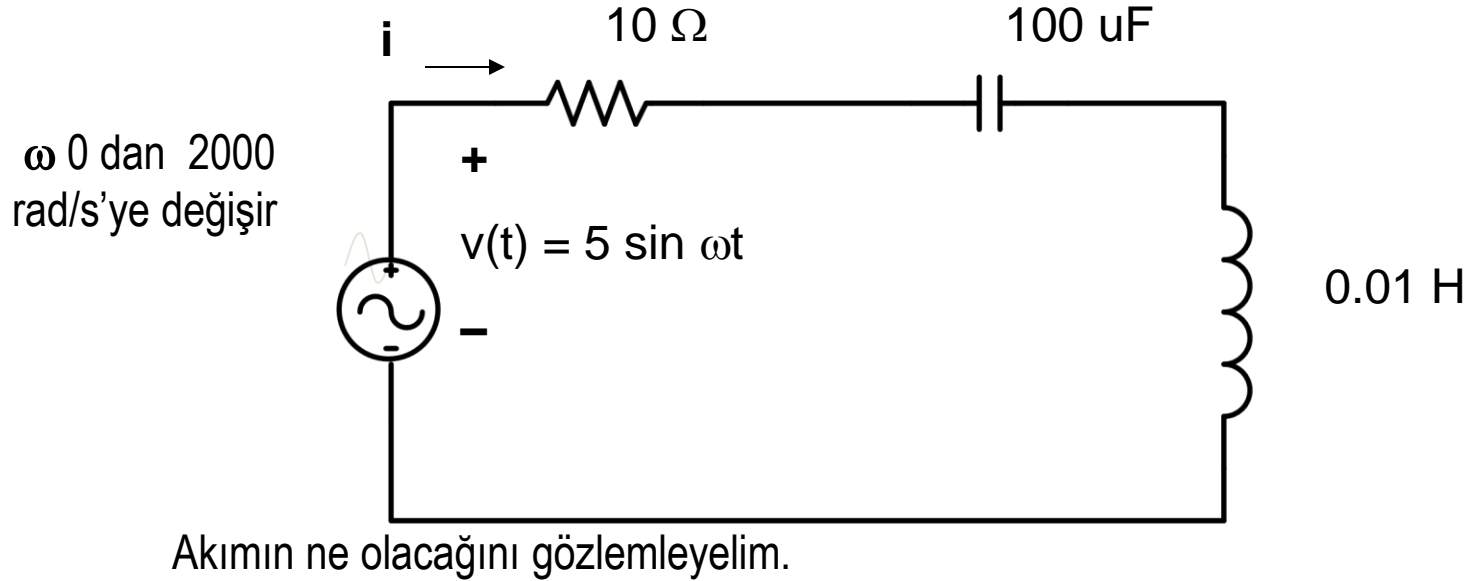


## Diferansiyel denklemin modellenmesi

- Aynı işlemi transfer fonksiyonu olarak ta yapabiliriz.
- Model Transfer Fcn bloğunu kullanır. U girişini alarak x çıkışını verir.
- Dolayısıyla blok x/u işlemini uygular.
- Yukarıdaki denklemde x' yerine sx yazarsak
  - $sx = -2x + u$
  - $x = u/(s+2) \rightarrow x/u = 1/(s+2)$  olur.



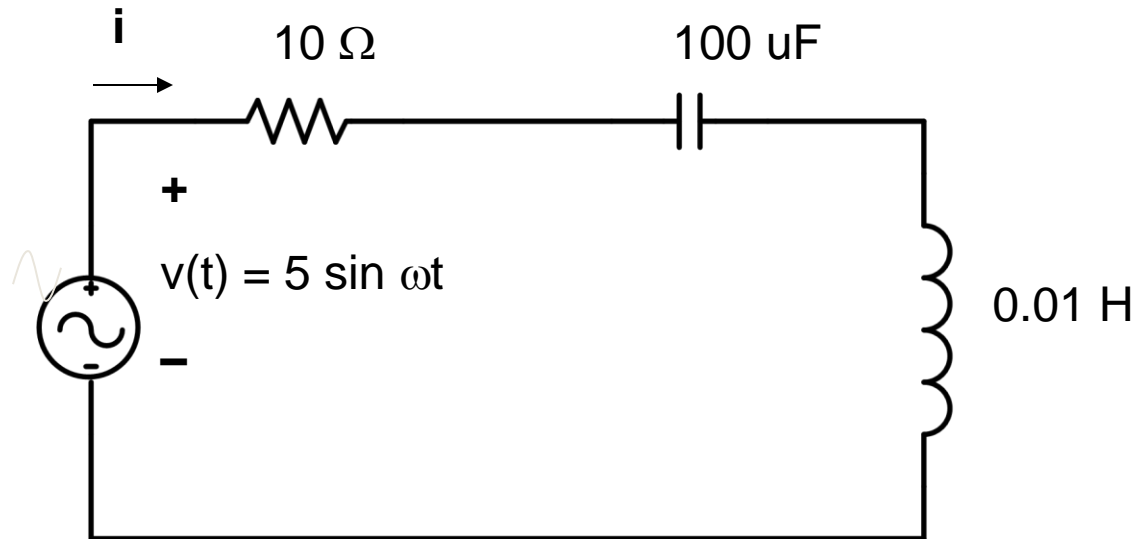
Problem: Aşağıdaki elektrik devresini simulinkte modelleyelim ve frekans değişimine göre akımı çizdirelim.



**Akım sinyalinin genliği frekans  $\omega = 1000$  rad/s olduğunda maksimum olur**



Devre nasıl modellenecek?



$$v = iR + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt$$

## Simulink

Zamana göre diferansiyel denklem alınırsa:

$$\frac{1}{L} \frac{dv}{dt} = \frac{di}{dt} \frac{R}{L} + \frac{d^2i}{dt^2} + \frac{i}{LC}$$

Laplace dönüşümü uygulanırsa:

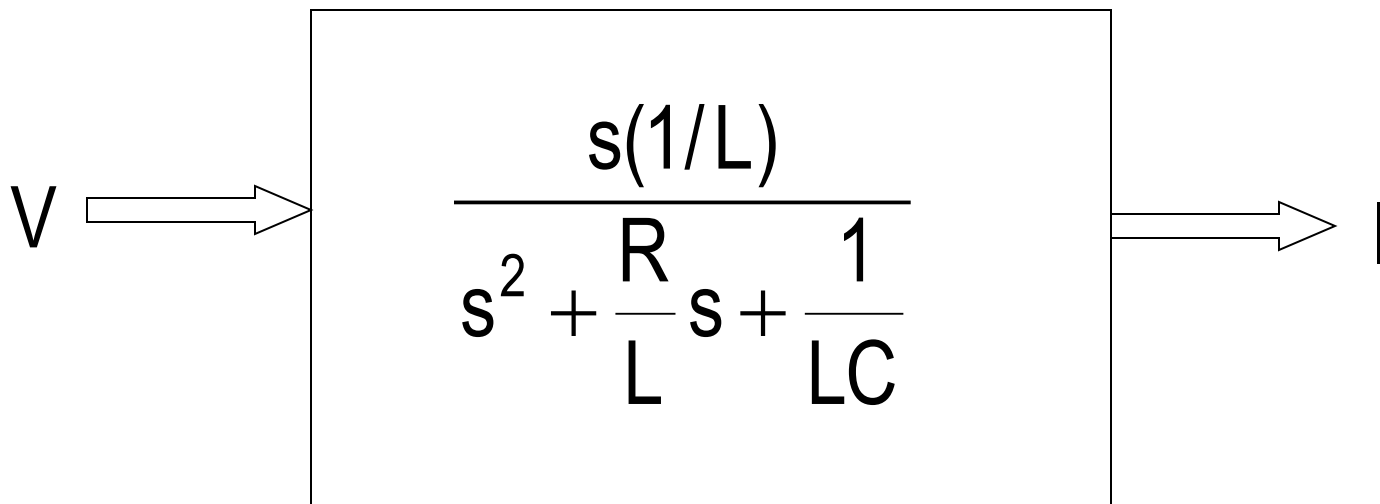
$$\frac{sV}{L} = \frac{R}{L} sI + s^2 I + \frac{I}{LC}$$

$$\frac{sV}{L} = I \left[ s^2 + \frac{R}{L} s + \frac{1}{LC} \right]$$

# Simulink

Böylece akım gerilimden elde edilebilir:

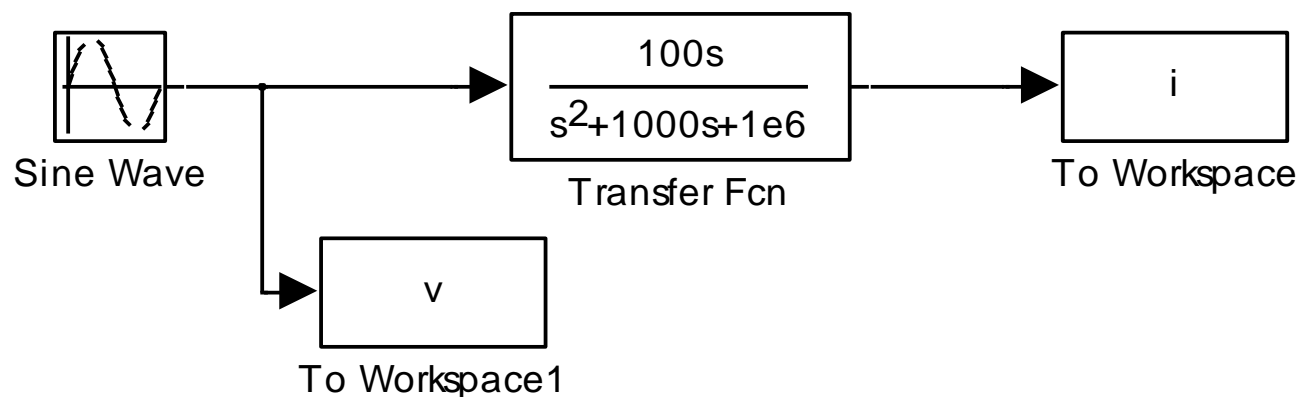
$$I = V \left[ \frac{s(1/L)}{s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC}} \right]$$



# Simulink

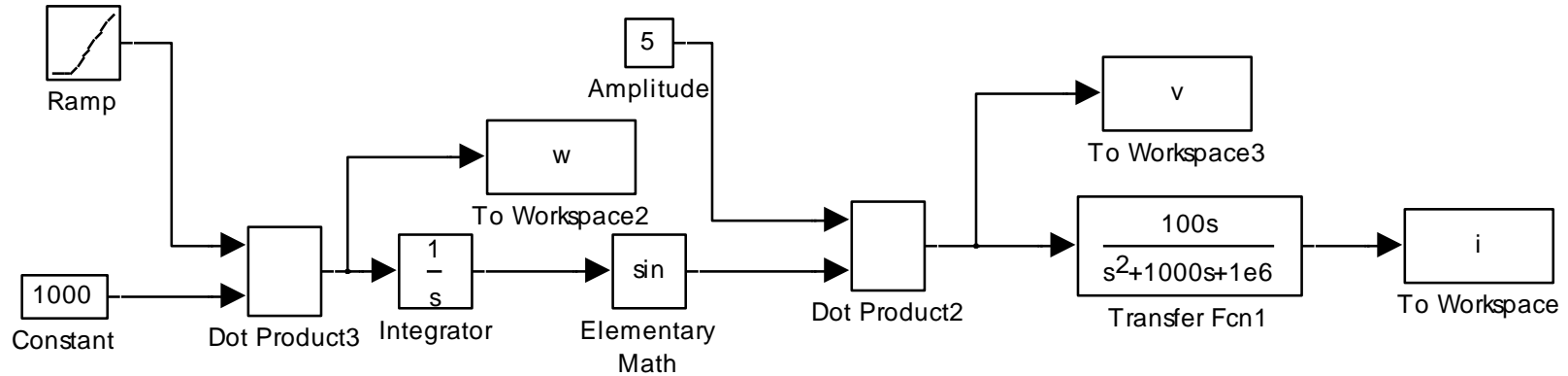
Simulink'i kullanarak modeli oluřturalım:

$$\frac{s(1/L)}{s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC}} \quad \longrightarrow \quad \frac{s(100)}{s^2 + 1000s + 1 \times 10^6}$$



# Simulink

## Frekansını değiştirip akımı gözlemleyebiliriz



Problemin tanımlanmasından giriş  $5\sin(\omega t)$  olduğu açıktır.

# Simulink

