

# Makine Öğrenmesine Giriş

T.C. Trakya Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Kontrol Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi İşık İlber Sırmatel  
[sirmatel.github.io](https://sirmatel.github.io)

## Kaynaklar (sources)

- 1) *Introduction to Data Science*
- 2) *Introduction to Data Intensive Engineering*  
Steve Brunton

[www.youtube.com/@Eigensteve](https://www.youtube.com/@Eigensteve)

# Konu listesi

1. Temel kavramlar
2. Yöntemler ve prosedür
3. Yapay sinir ağları
4. Uygulamalar

# Bölüm 1

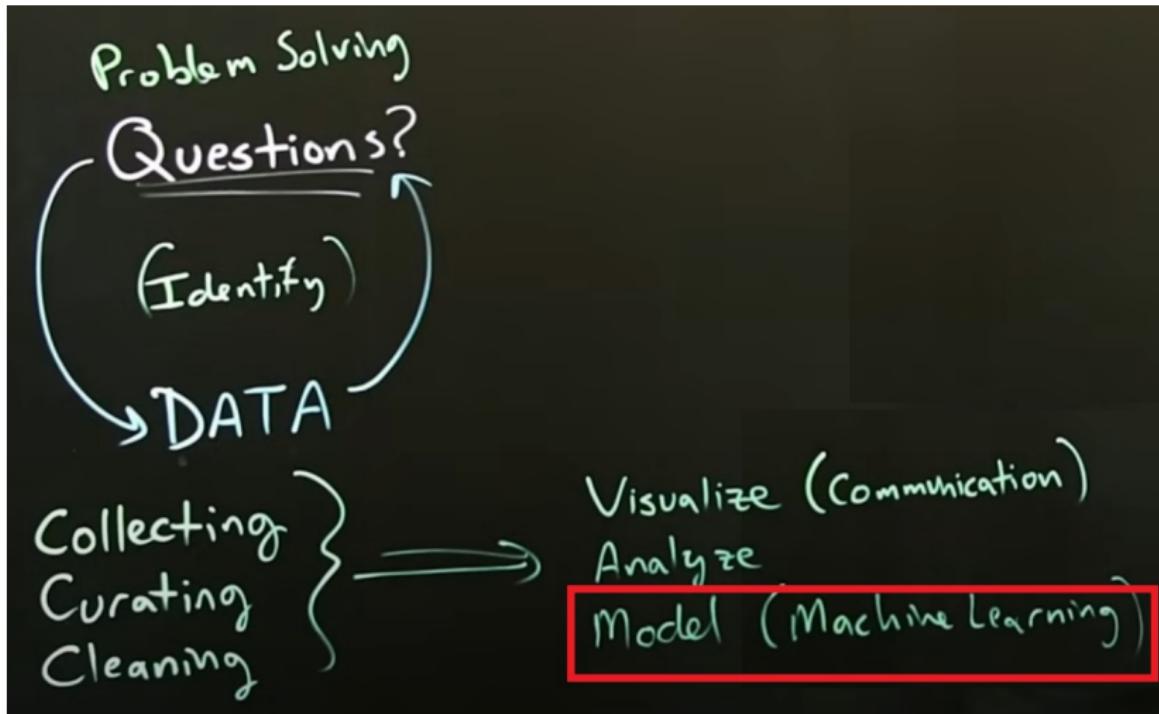
## Temel kavramlar

# Bilim ve teknolojide dört paradigma

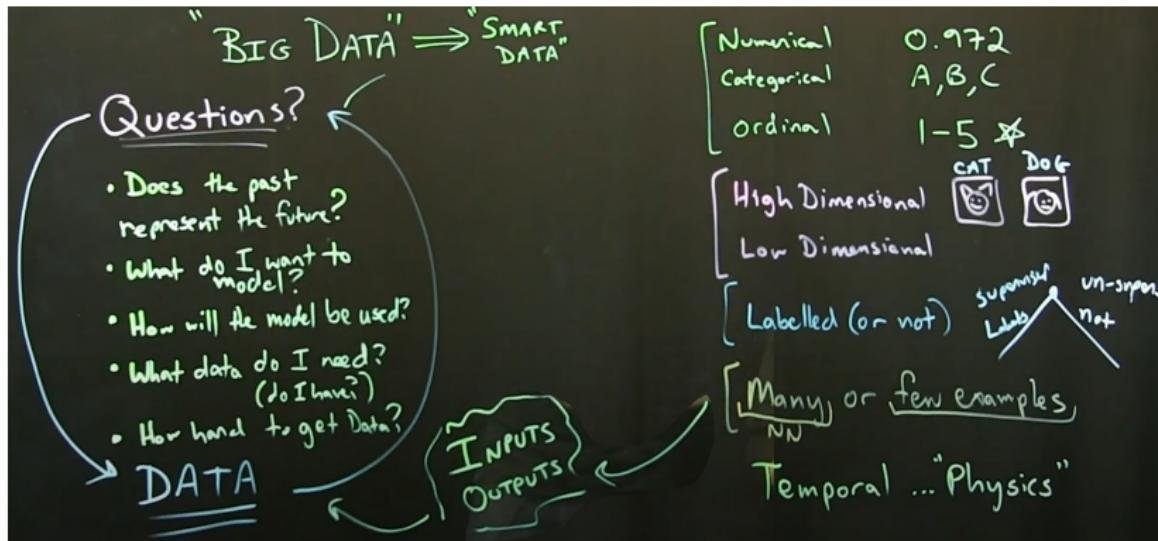
1. teori (matematik, analitik yöntemler, ...)
2. deney
3. hesaplama (simülasyon, sayısal yöntemler, ...)
4. **veri (veri bilimi, veri-güdümlü  
(*data-driven*) bilim ve mühendislik, makine  
öğrenmesi, ...)**

kaynak: *The Fourth Paradigm: Data-intensive Scientific Discovery*. Tony Hey, Kristin Michele Tolle, Stewart Tansley

# Veri bilimi nedir?



# Veri kategorileri



## Makine öğrenmesi - Genel bakış

yapılan iş açısından:

makine öğrenmesi = optimizasyon  
kullanarak, veriden “**veriyle gelişen**”  
modeller kurmak

branşlar açısından:

makine öğrenmesi =  
doğrusal cebir + optimizasyon + istatistik

# Modeller ve makine öğrenmesi

modellemede iki yaklaşım:

- 1) model doğrudan insan uzmanlar tarafından geliştirilir
- 2) insan uzmanlar **makine öğrenmesi** çerçevesini oluşturur, model bu çerçeve tarafından veri kullanarak geliştirilir

# Modeller ve makine öğrenmesi

örnek: satranç oynayan yazılım

Deep Blue, IBM, 1995  
(kural-tabanlı)



AlphaZero, DeepMind, 2017  
**(pekiştirmeli öğrenme**  
*(reinforcement learning))*



kaynak (source): [James the photographer](#),

CC BY 2.0

kaynak (source): [Science](#), Aralık 2018

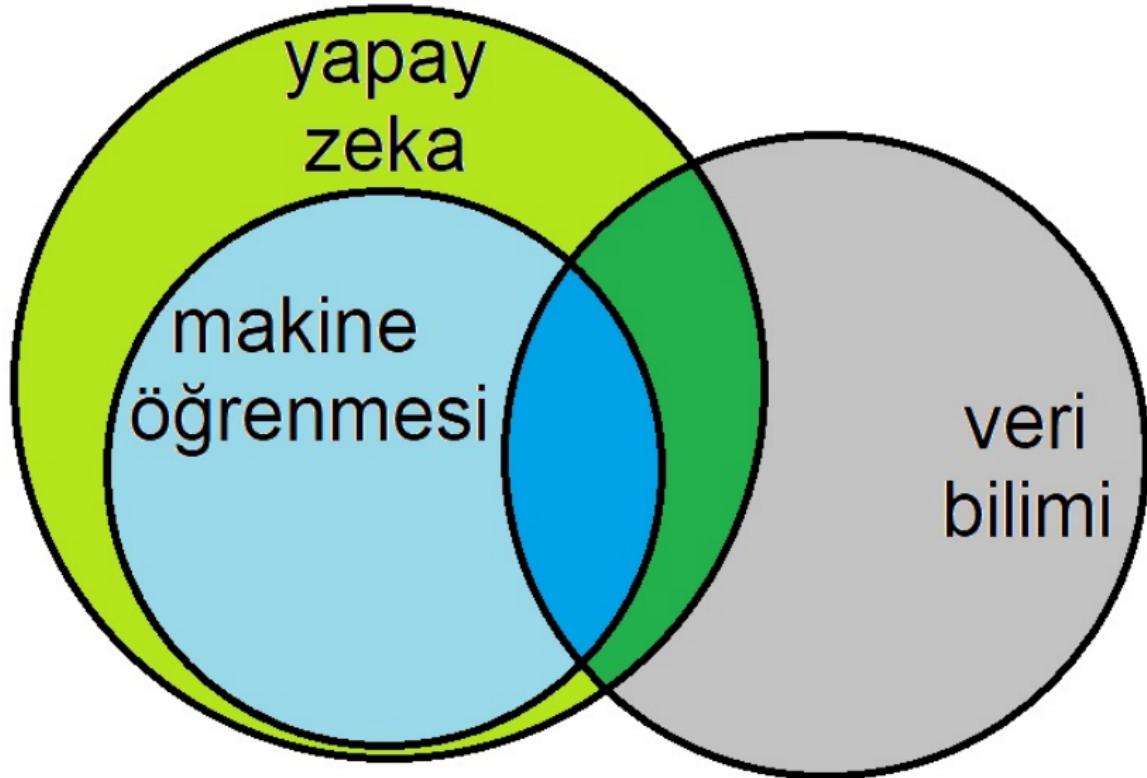
# Makine öğrenmesiyle amaçladıklarımız

makine öğrenmesiyle kurduğumuz modeller

- ▶ gelecekte yararlı (geçmiş veriye dayalı olarak geliştiriyoruz, ancak gelecekte kullanılacak):
  - isabetli (oluşturduğu sonuçlar/öngörüler doğru olsun)
  - hızlı (sonuçları/öngörüleri hızlı oluştursun)
- ▶ **genelleştirilebilir** (*generalizable*) (örnek:  $F = ma$ )
- ▶ **yorumlanabilir/açıklanabilir** (*interpretable/explainable*)
- ▶ **doğrulanabilir/garanti edilebilir**  
(*certifiable/guaranteeable*)

olsun isteriz

# Yapay zeka, makine öğrenmesi, veri bilimi



## Bölüm 2

### Yöntemler ve prosedür

# Makine öğrenmesi ve optimizasyon

## MACHINE LEARNING: MODELS FROM DATA VIA OPTIMIZATION

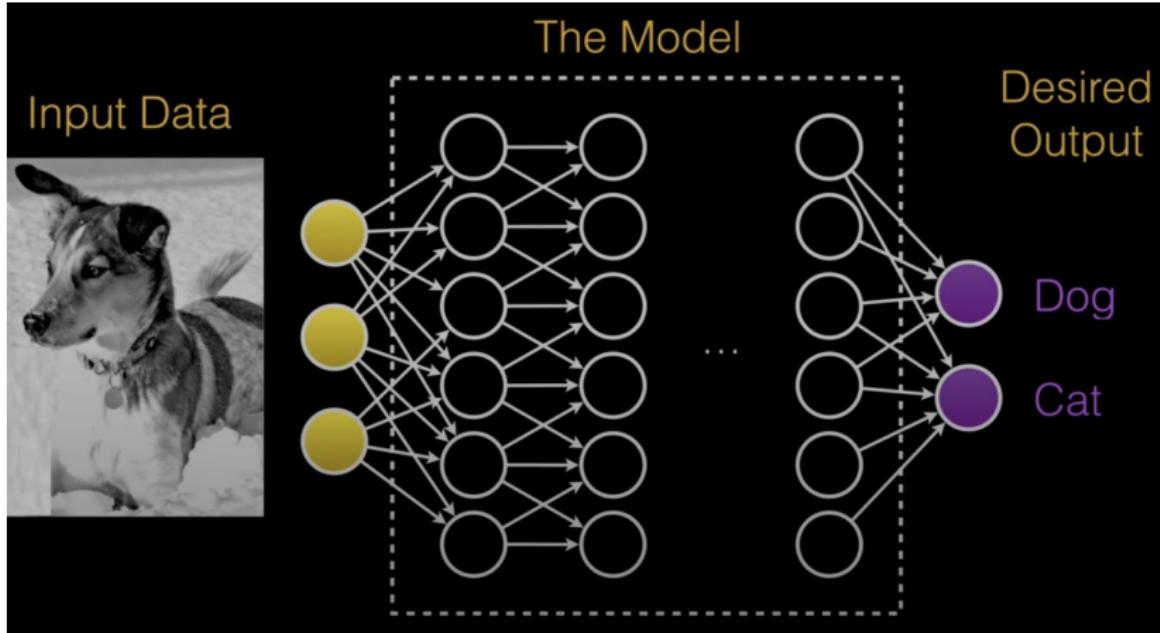
### Engineering Tasks:

- ▶ Modeling
- ▶ Design
- ▶ Sensor placement
- ▶ State estimation
- ▶ Feedback Control

### Optimization Problems:

- ▶ Nonlinear
- ▶ Multiscale
- ▶ High-dimensional
- ▶ Non-convex

# Model nedir?

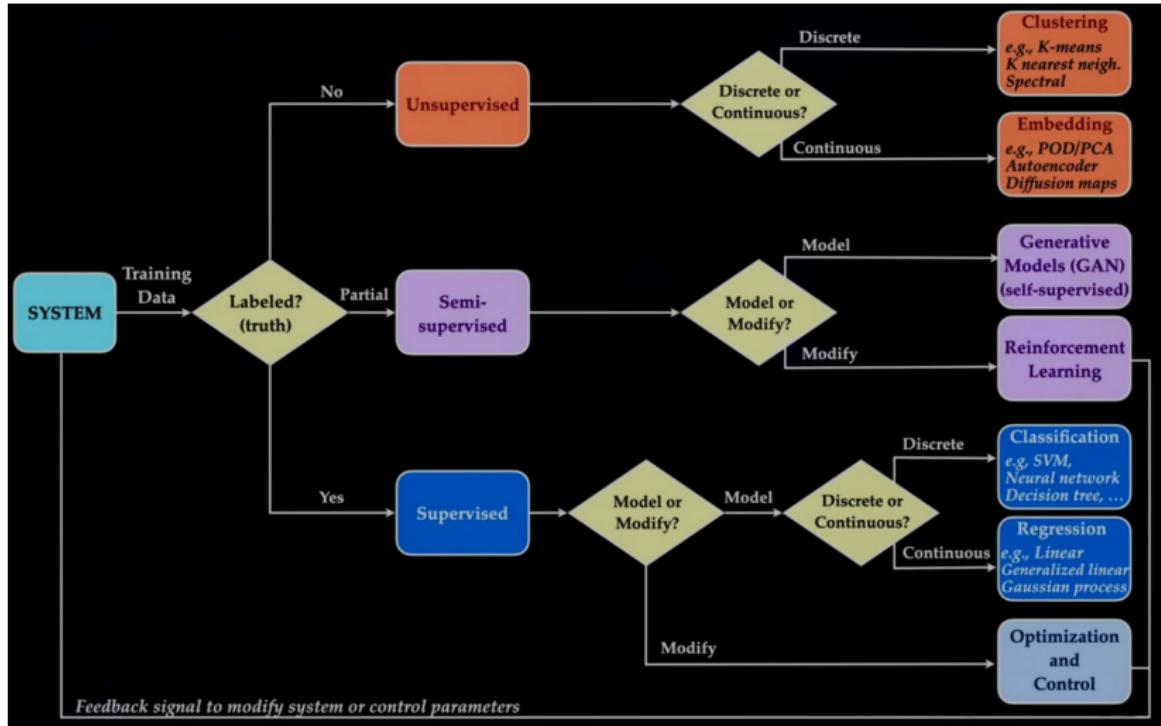


matematiksel olarak: model, bir fonksiyondur

$$y = f(x)$$

$x$ : giriş,  $y$ : çıkış,  $f$ : model

# Makine öğrenmesi - Yöntem seçimi



# Makine öğrenmesi prosedürü

## **1. DECIDE ON OBJECTIVE**

(What are we modeling?)

## **2. CURATE DATA**

(What data will inform the model?)

## **3. DESIGN AN ARCHITECTURE**

(RNN, AUTOENCODER, DMD, SINDY?)

## **4. CRAFT A LOSS FUNCTION**

(What models are “good”?)

## **5. EMPLOY OPTIMIZATION**

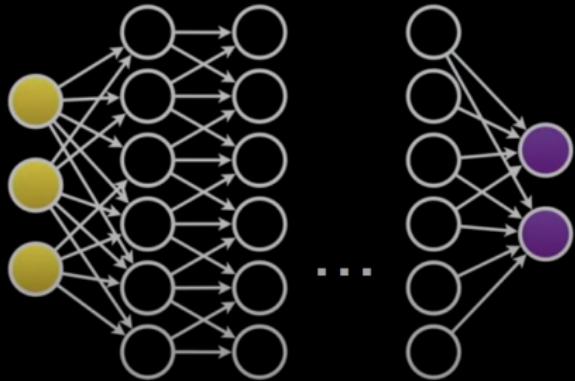
(What algorithms to train model?)

## Bölüm 3

Yapay sinir ağları

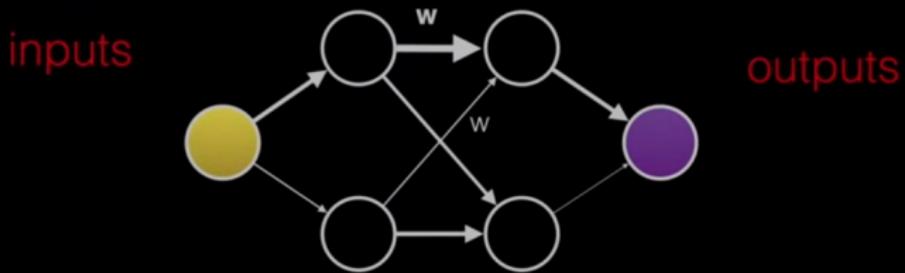
# Genel bakış

- Expressive
- Arbitrary function approximation
- Perceptron in 1958 [Rosenblatt]
- ImageNet in 2012



# Sinir ağı (*neural network*, NN) nedir?

“neural” network

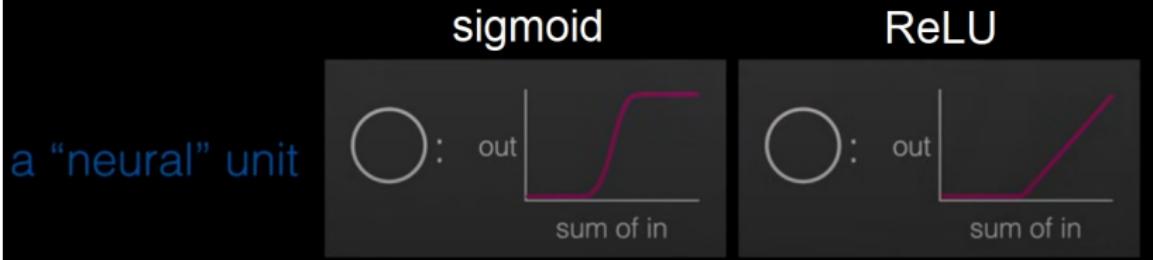
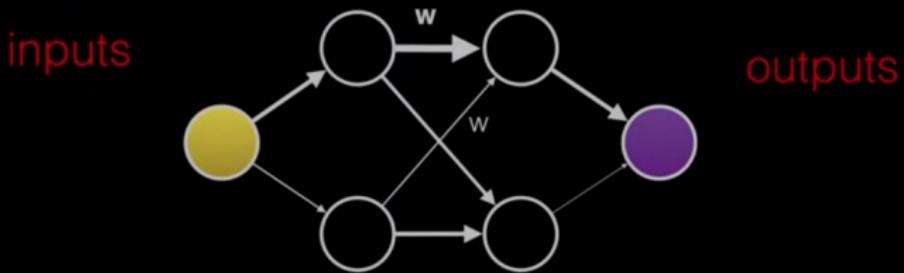


a “neural” unit

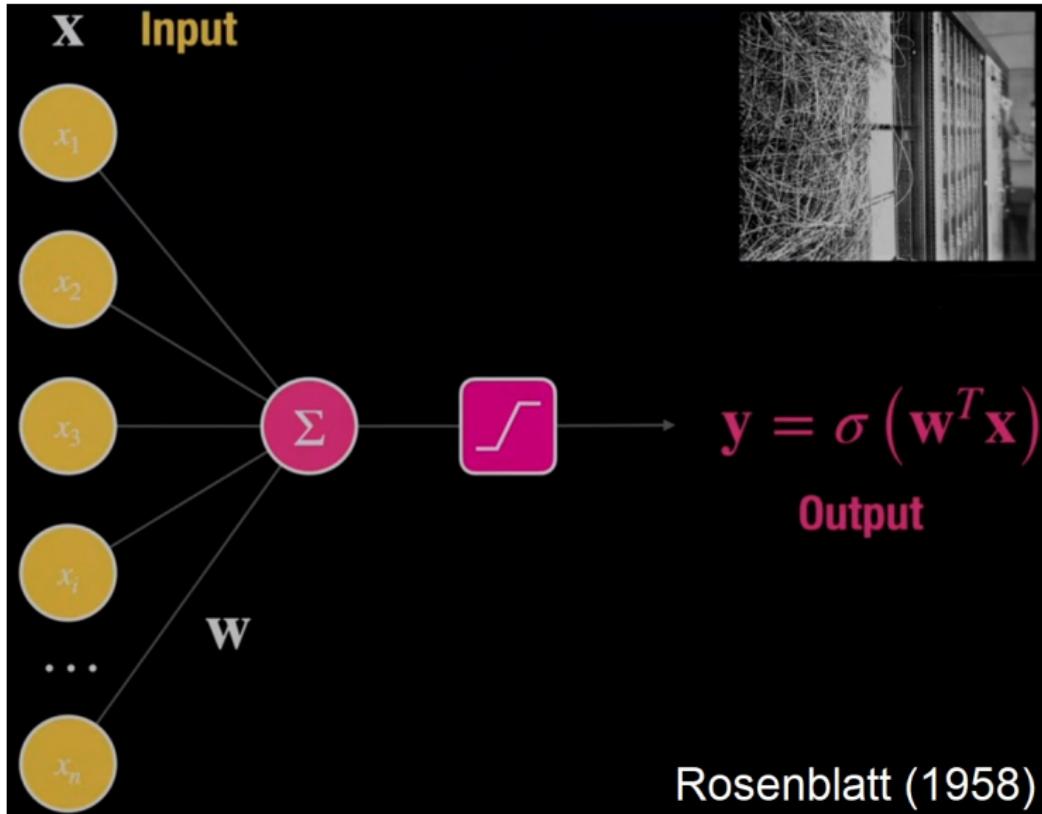


# Sinir birimi

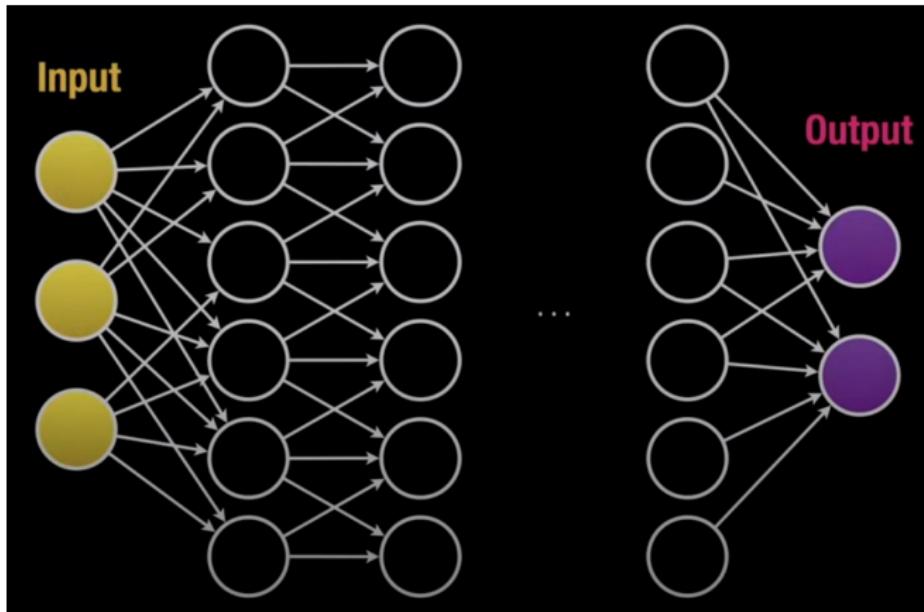
“neural” network



# Perseptron (bir katmanlı NN)

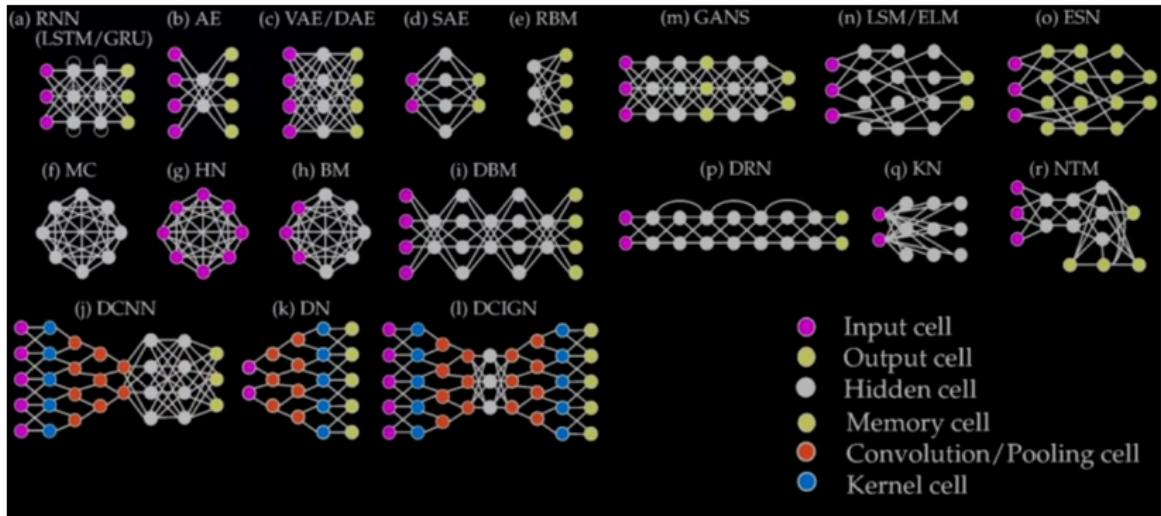


# Derin sinir ağı (çok katmanlı NN)



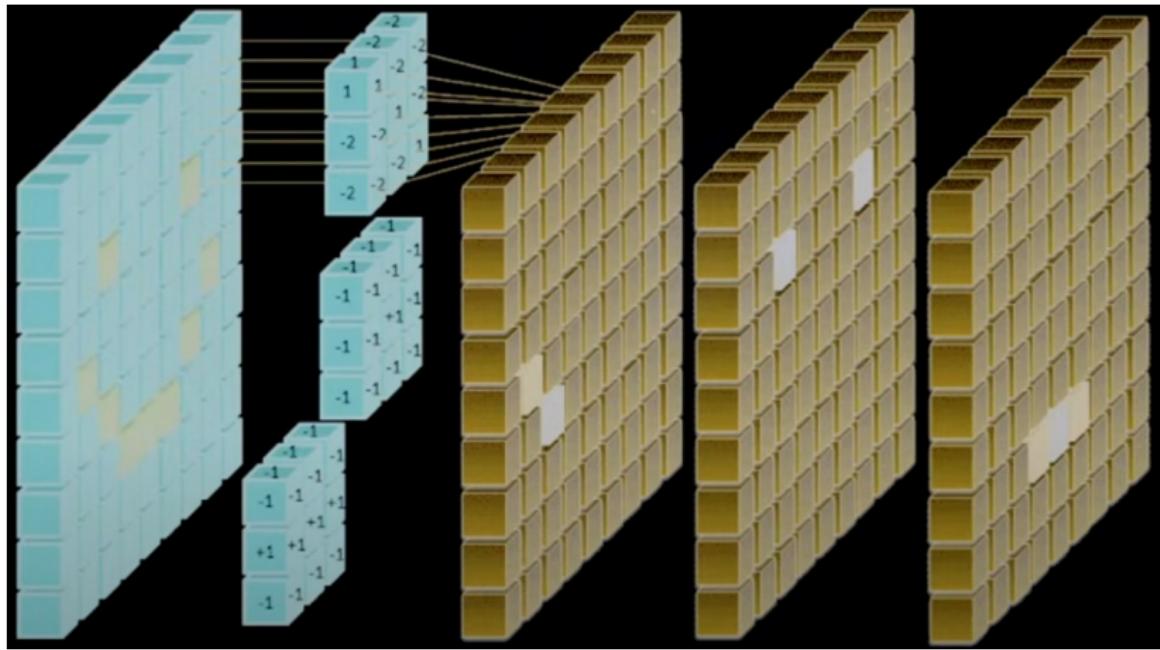
- derinlik → çok karmaşık fonksiyonları temsil edebilir
- çok büyük miktarda veri gerektirir
- çok güçlü bilgisayarlar gerektirir

# Sinir ağı mimarileri



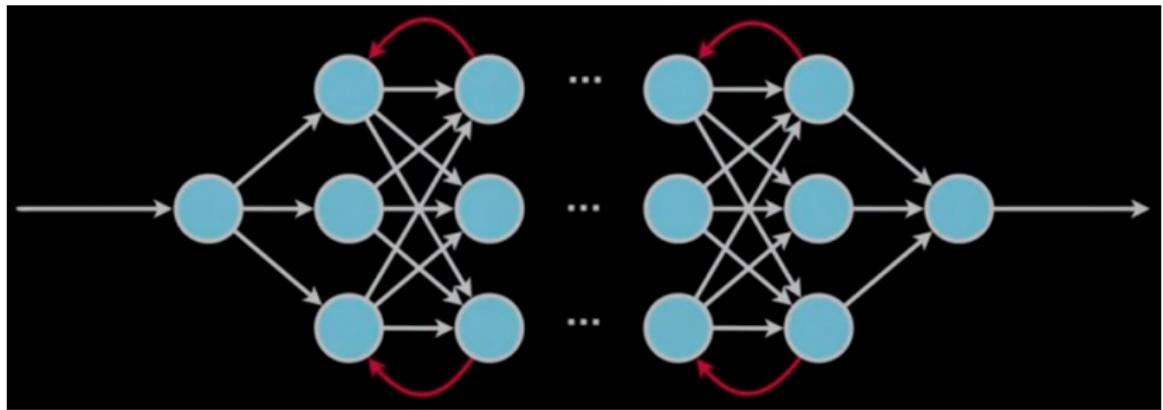
- farklı problemler için farklı mimariler kullanmak gereklidir
- hangi problem için hangi mimarinin seçilmesi gerektiği tam olarak belli değil (araştırma konusu)

# Evrişimsel sinir ağı (convolutional NN)



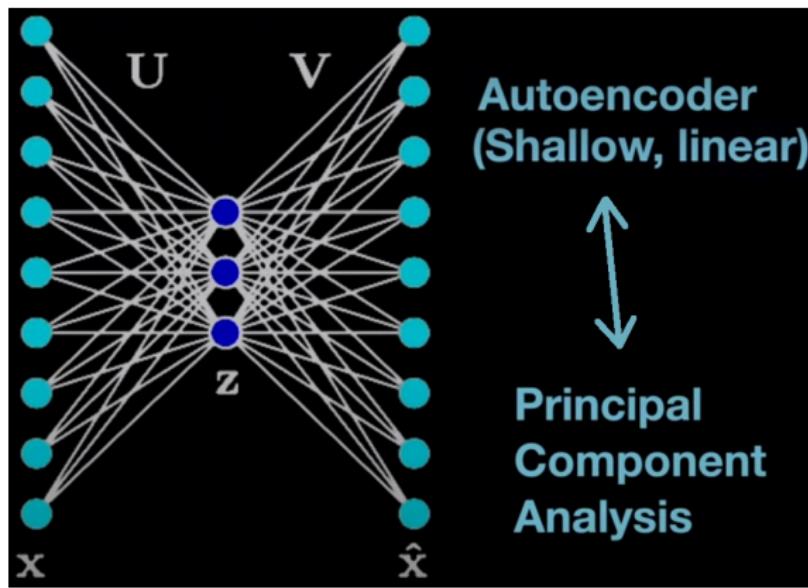
- ▶ ötelenmeye göre değişimsizlik (*translational invariance*) özelliği olan veri → CNN
- ▶ yaygın uygulama: görüntü

# Yinelgen sinir ağı (recurrent NN)



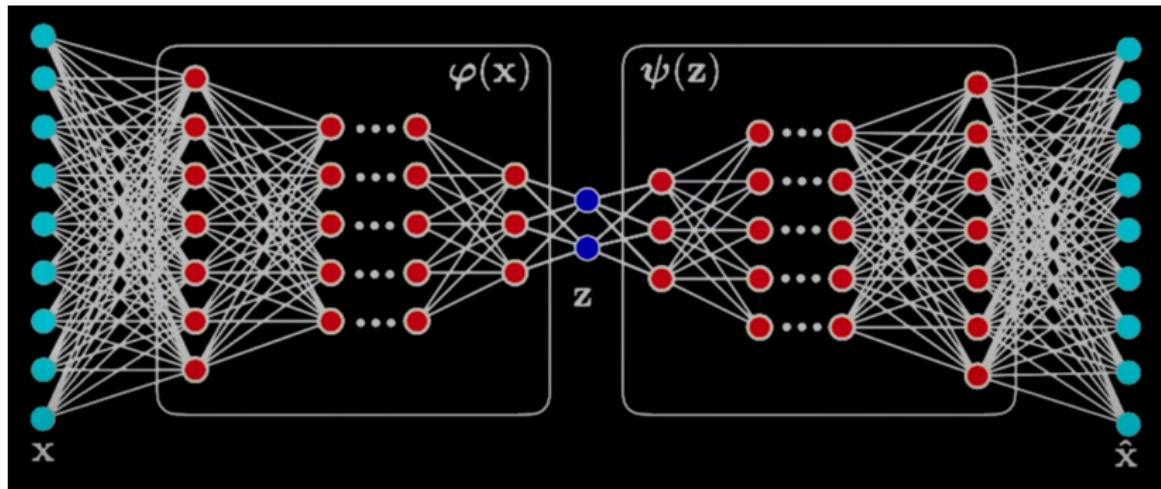
- ▶ zamanla değişme/gelişme özelliği olan veri → RNN
- ▶ aşağı yöndeeki katmanlardan yukarı yöndeeki katmanlara geribesleme vardır → hafıza özelliği
- ▶ yaygın uygulamalar: ses; diferansiyel denklemlerle modellenebilecek sistemlerden gelen veri (genel olarak: **zamansal** (*temporal*) veri)

# Özkodlayıcı ağı (sığ, doğrusal)



- çok yüksek boyutlu veride düşük boyutlu bir yapı olduğunu düşünüyorsak (örneğin, normalde **temel bileşenler analizi** (*principal components analysis (PCA)*) kullanılabilecek uygulamalarda) → özkodlayıcı ağı
- sığ ve doğrusal özkodlayıcı ağı  $\leftrightarrow$  PCA

# Özkodlayıcı ağı (derin, doğrusal olmayan)



- ▶ PCA'nın doğrusal olmayan **genelleştirmesidir** (*generalization*)
- ▶ yorumlanabilme özelliği vardır
- ▶ fizik/mühendislik uygulamalarında yararlı olabilir

## Bölüm 4

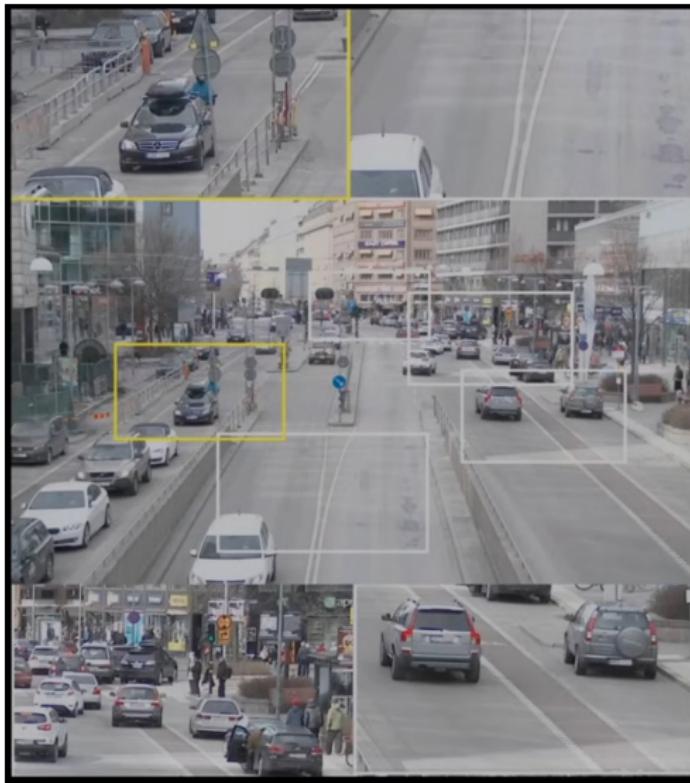
### Uygulamalar

# Görüntü sınıflandırma (classification)

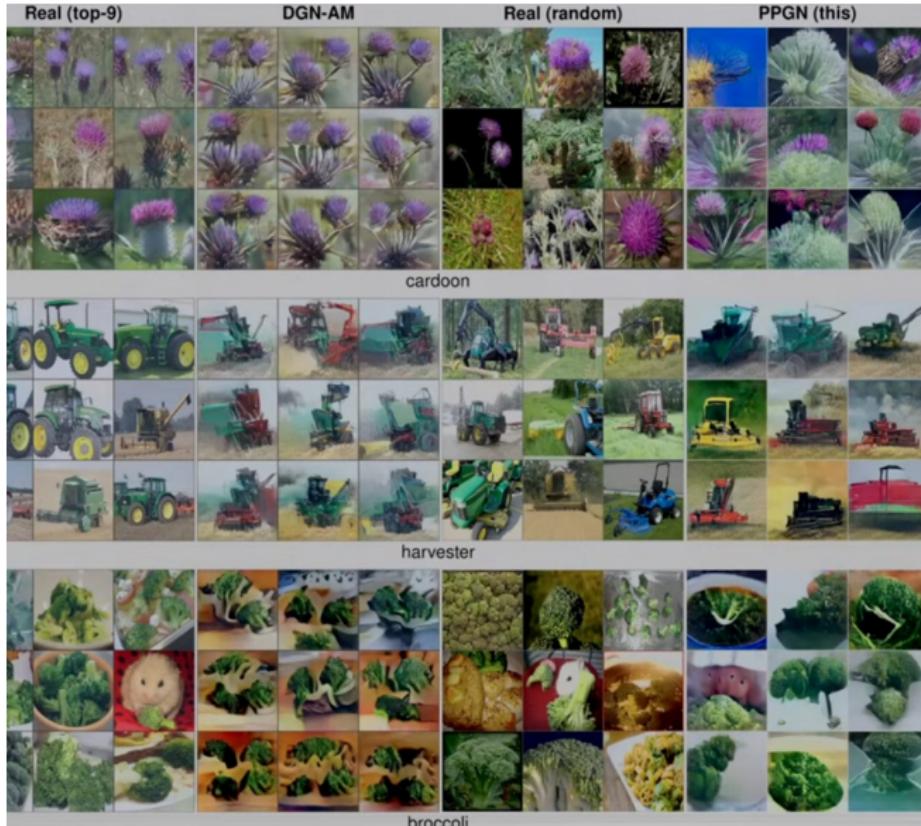


Deng, Dong, Socher, Li, Li, Fei-Fei, 2009 [ImageNet]

# Gözetleme (surveillance)



## Görüntü oluşturma



# Büyük dil modelleri (LLMs)

Samuel Taylor Coleridge



In Xanadu did Kubla Khan  
A stately pleasure-dome decree:  
Where Alph, the sacred river, ran  
Through caverns measureless to man  
Down to a sunless sea.  
The old Moon shook her silver tresses  
The new Moon bow'd her golden horns:  
While all the stars that round her burn'd,  
Bow'd to the ground and based their fires.  
To the one ever-branching cloud  
That blew and drifted—blow and drift;  
To the one moon that alone swung,  
Colossal, glimmering, through the sky;  
I bowed my head and half-believed  
A dizzy spell had made me dream.  
The tumult ceased, the clouds were torn,  
The moon resumed her solemn course,  
The stars were faint, the dawn was near,  
And faintly from the distant sea  
What seemed a misty-white and slender rod,  
A phantom-wand, a beam of light,  
It grew and grew to a towering spire,  
A seraph-wand, a sun-bright sail.

# Bilgisayar oyunları



# Robotik



Reinforcement Learning: Policy after 15 Trials  
Kober, J.; Peters, J.; Learning Motor Primitives in Robotics