Karmaşık Sistemler ve Veri Bilimi Yaz Okulu 2019

DERİN ÖĞRENME

M. AYYÜCE KIZRAK

@ayyucekizrak

www.ayyucekizrak.com

BAU
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ 1911

Udemy

DOCTUS AI


BLACK MIRROR
BANDERSNATCH
MAVİ HAP
KIRMIZI HAP

Neler Öğreneceğiz!

DERİN ÖĞRENME VE VERİ İLİŞKİSİ

- Derin öğrenme nedir?
- Yapay sinir ağları çalışma yapısı
- Veriye olan ihtiyacın boyutu

TEMEL DERİN ÖĞRENME MODELLERİ

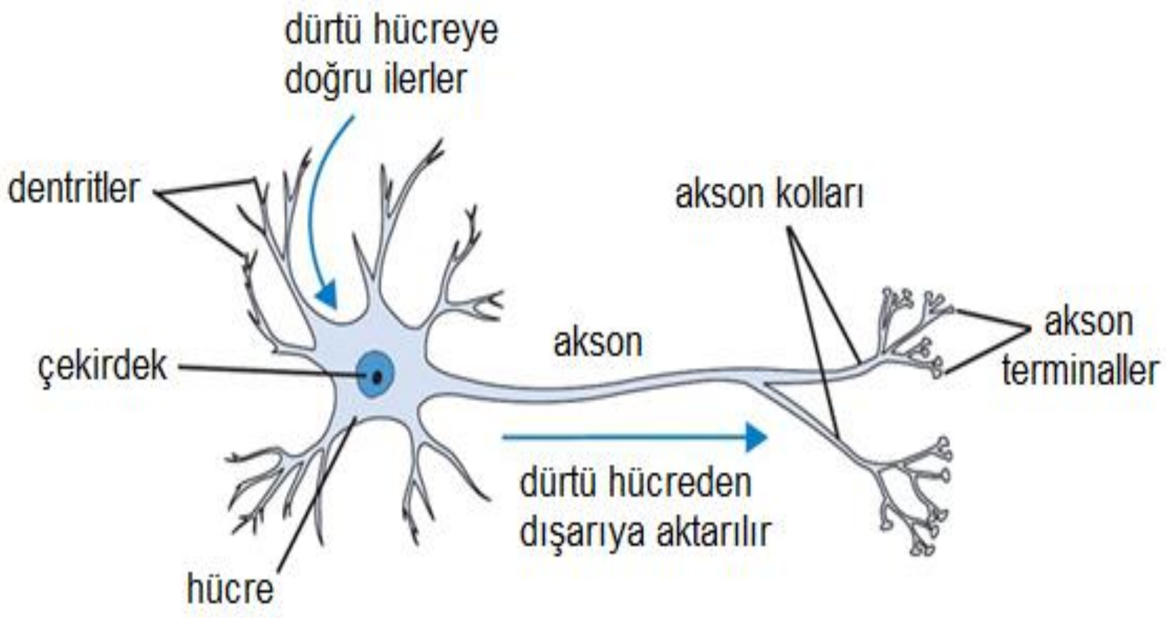
- Evrişimli sinir ağları
- Özyinelemeli sinir ağları
- Üretici çekişmeli ağlar

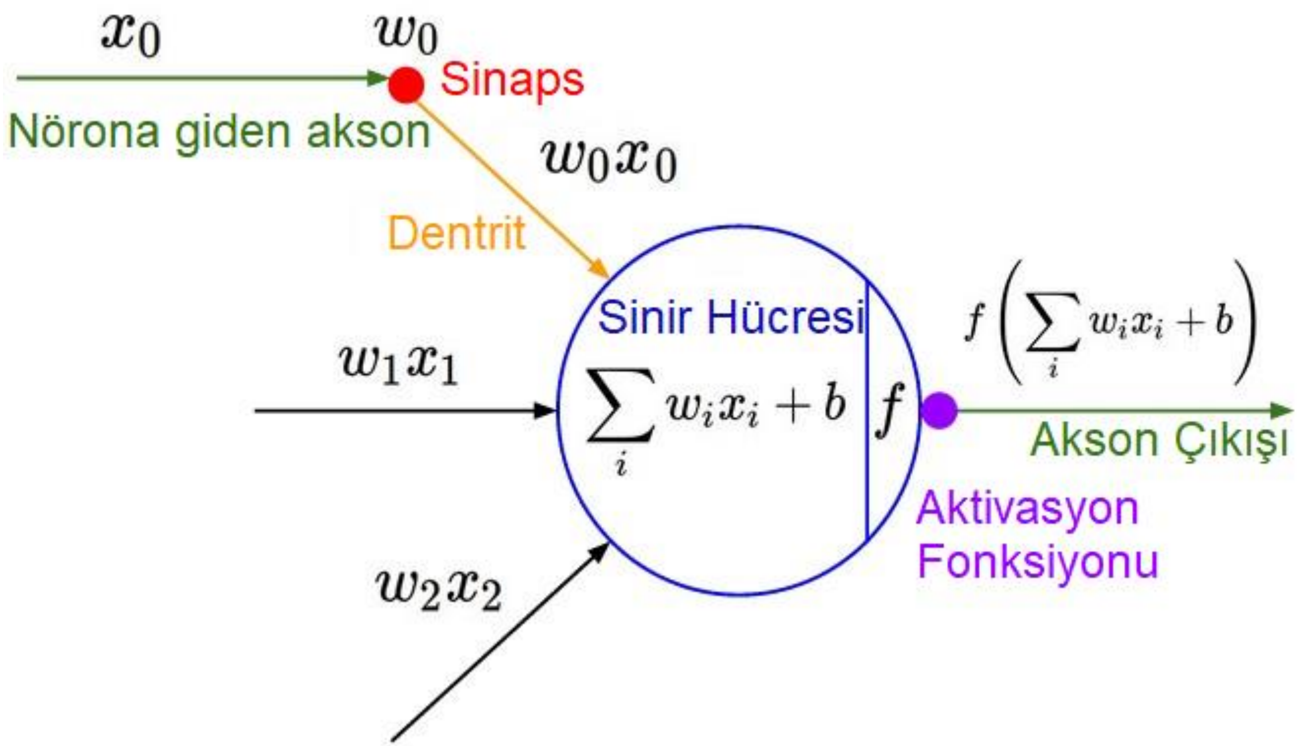
DERİN ÖĞRENME VE KARMAŞIK SİSTEMLER

- Katmanlar ve katmanlarda elde edilen özellikler
- Doğrusal olmayan fonksiyonların katmanlara etkisi
- Neden doğrusal ve lojistik regresyon yöntemlerinden daha başarılı

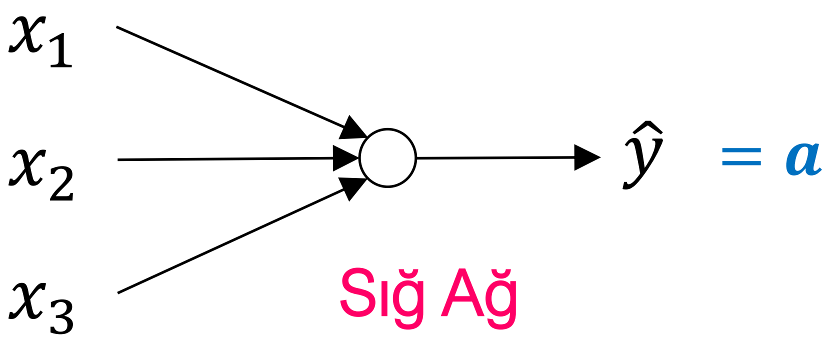
DERİN ÖĞRENMEDE ESKİ-YENİ YAKLAŞIMLAR

DERİN ÖĞRENME
&
VERİ İLİŞKİSİ

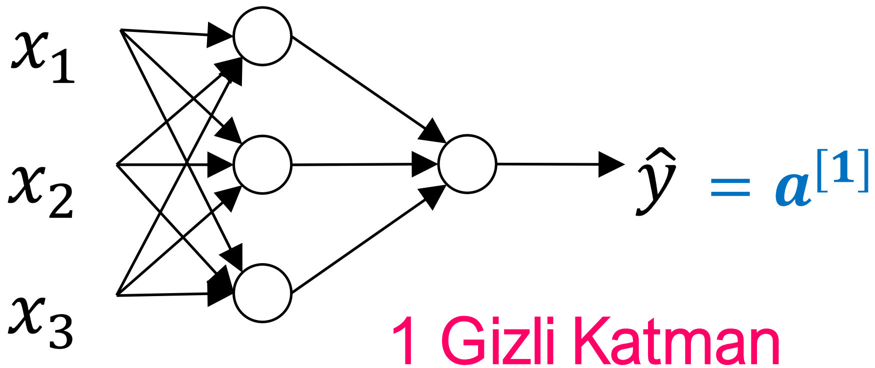

dürtü hücreye doğru ilerler
dentritler
akson kolları
çekirdek
akson
akson terminaller
dürtü hücreden dışarıya aktarılır
hücre


x_0
w_0
Sinaps
Nörona giden akson
$w_0 x_0$
Dentrit
Sinir Hücresi
$\sum_i w_i x_i + b$
f
$f\left(\sum_i w_i x_i + b\right)$
$w_1 x_1$
Akson Çıkışı
Aktivasyon Fonksiyonu
$w_2 x_2$

$$y = W \times x + b$$

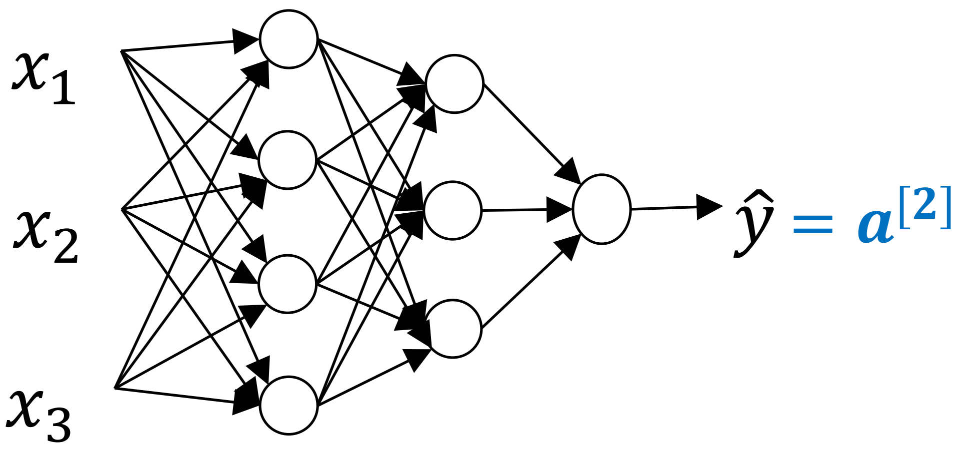


Sığ Ağ

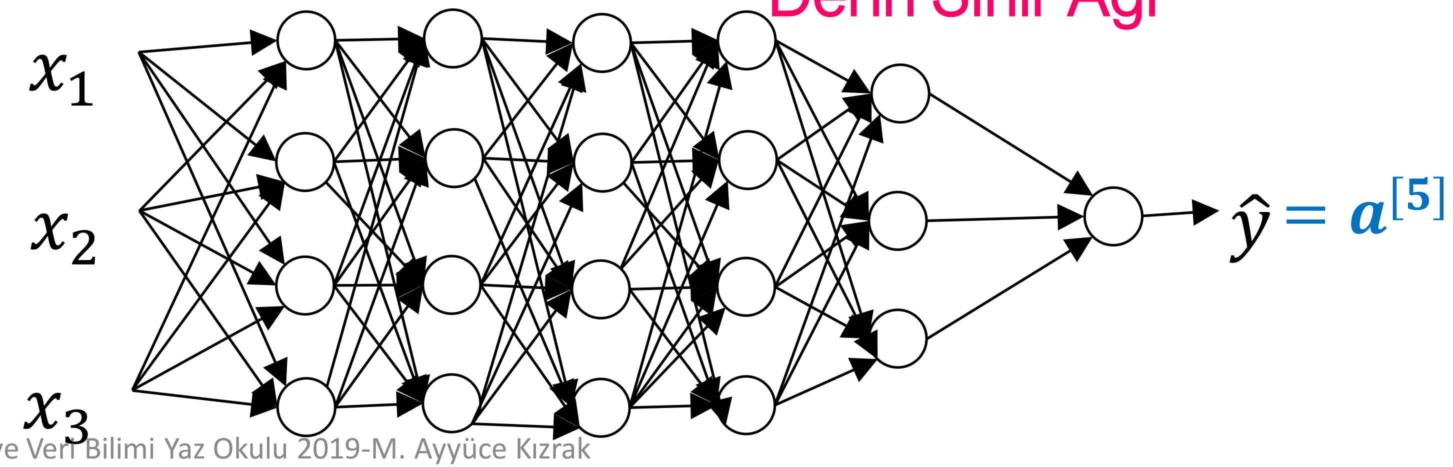


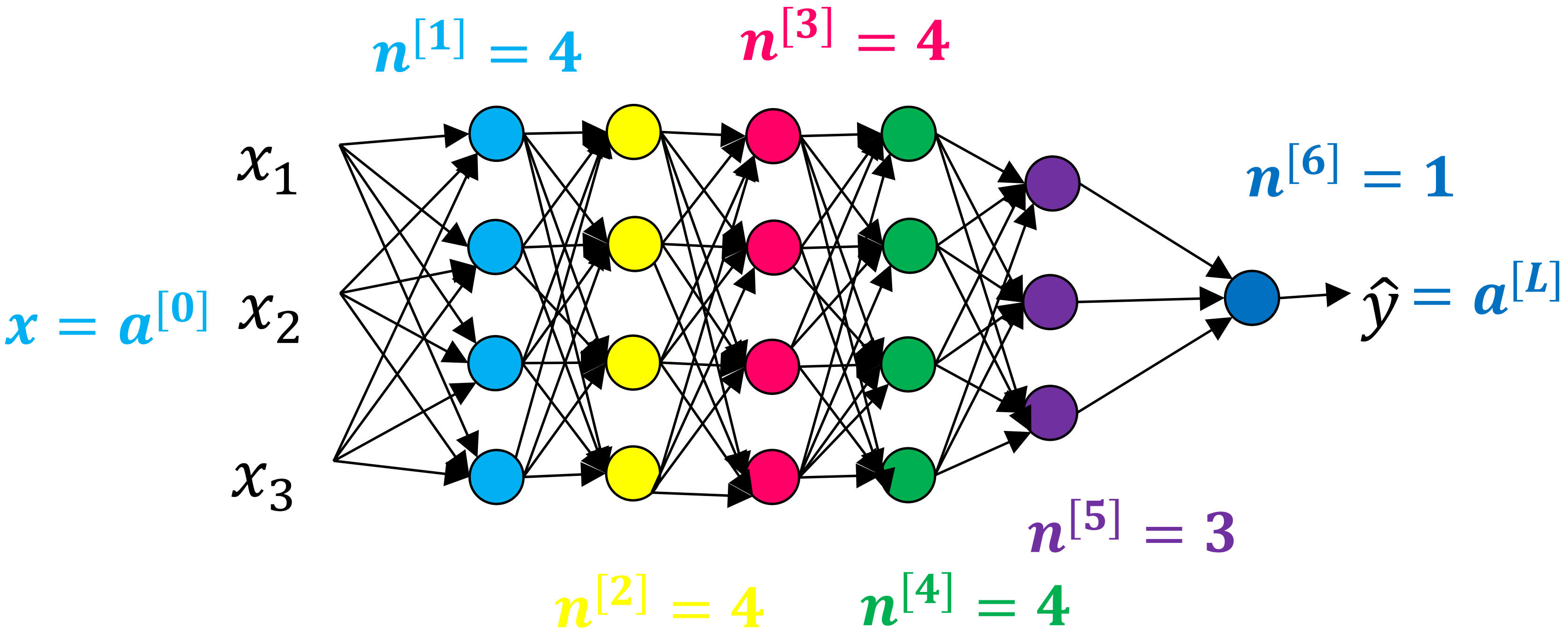
1 Gizli Katman

2 Gizli Katman



5 Gizli Katmanlı Derin Sinir Ağı



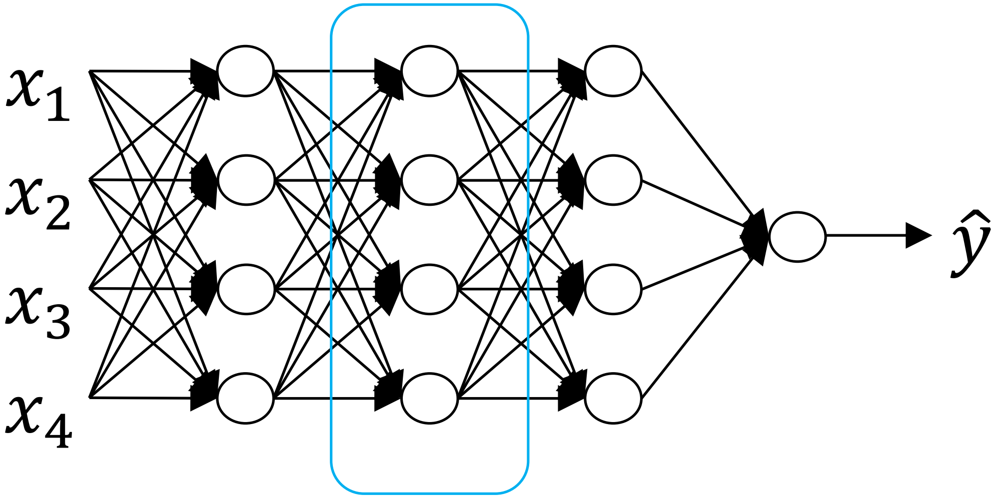


$\boldsymbol{L} = Katman\ Sayısı = 6$

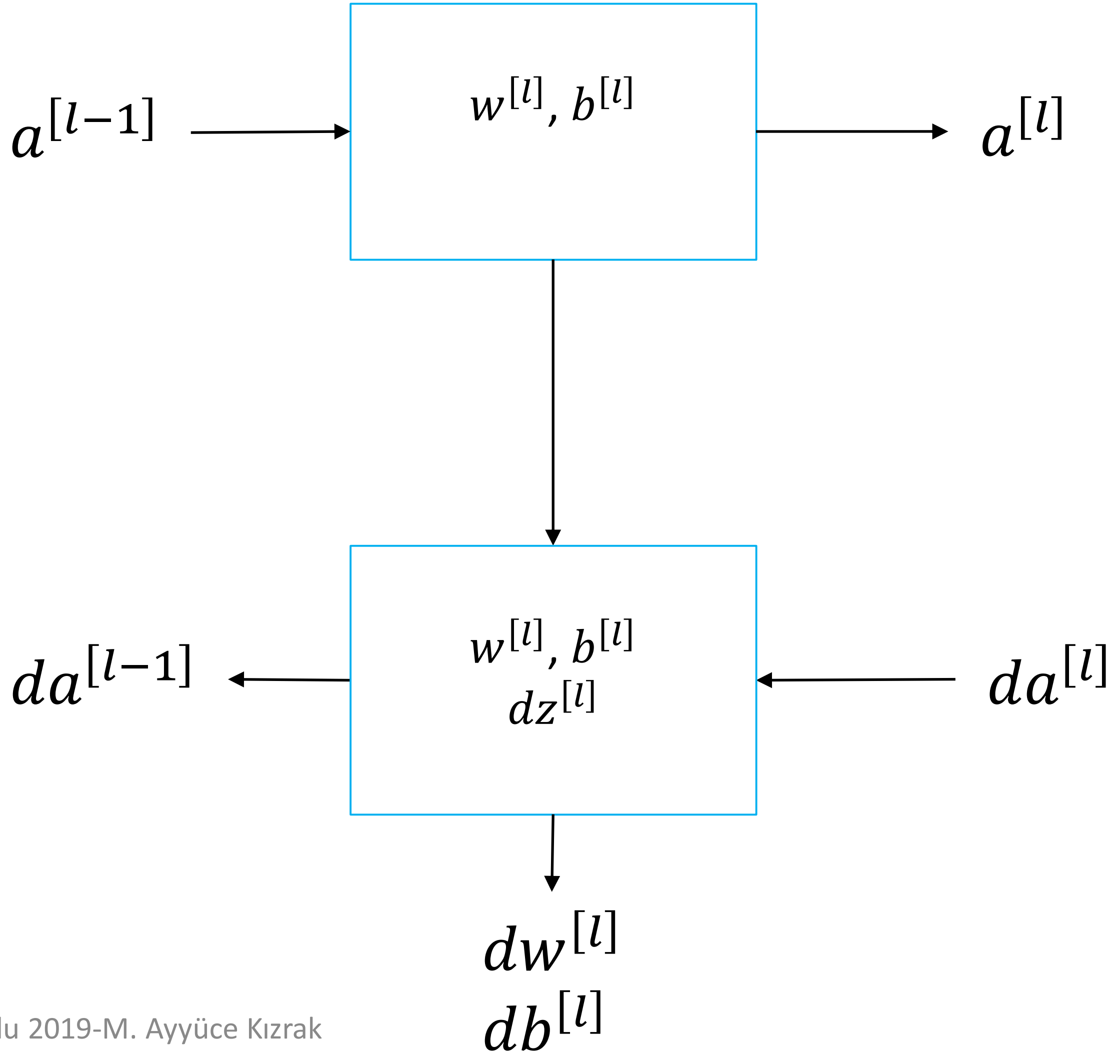
$\boldsymbol{n^{[l]}} = l.\ katmandaki\ nöron\ sayısı$

$\boldsymbol{a^{[l]} = g^{[l]}(z^{[l]})}, \quad w^{[l]} = l.\ katmandaki\ ağırlıklar$

L. Katman için



L. Katman için



İleri yönde:

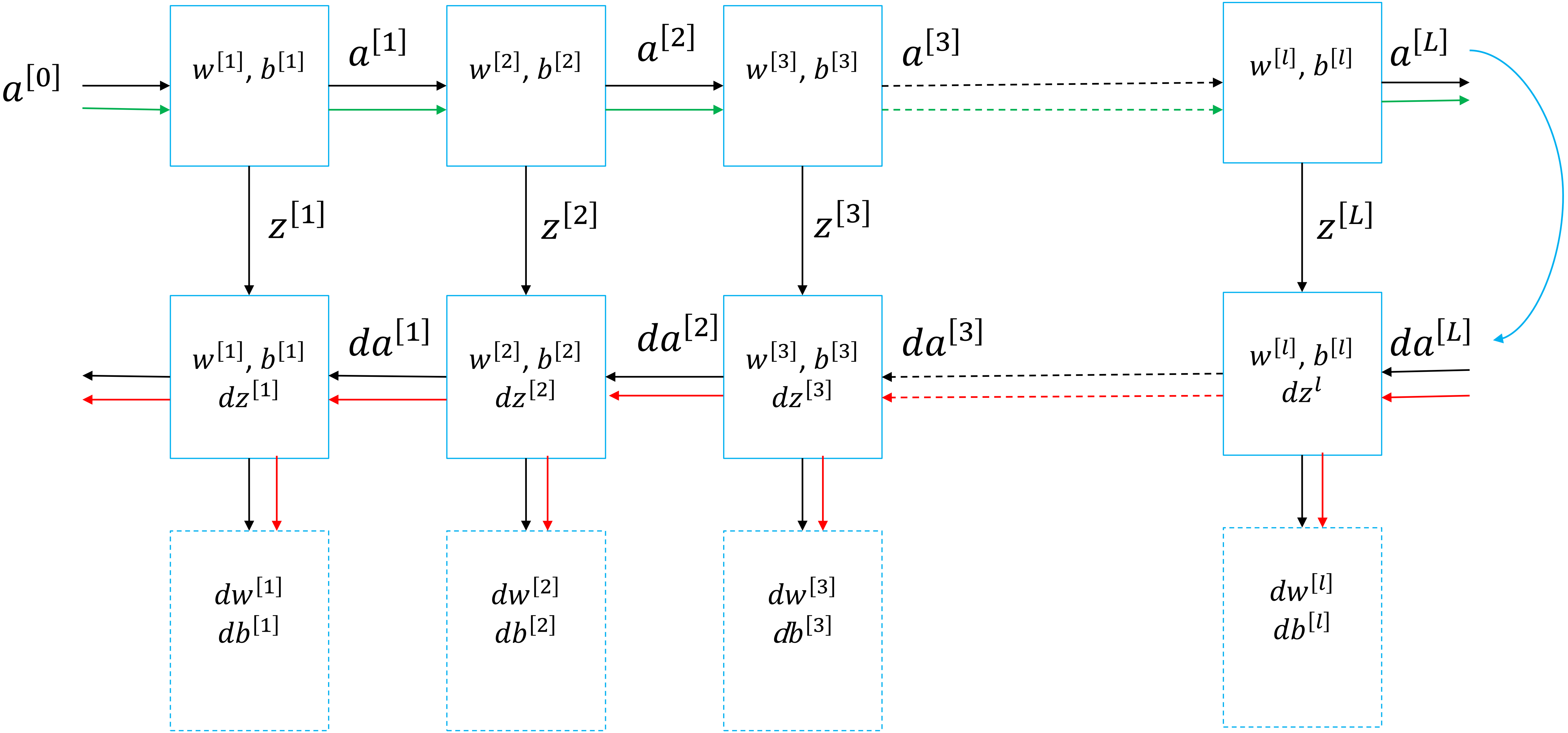
$Giriş: a^{[l-1]}, Çıkış: a^{[l]}, Ara: z^{[l]}$

$z^{[l]} = w^{[l]}.a^{[l-1]} + b^{[l]}$

$a^{[l]} = g^{[l]}(z^{[l]})$

Geri yönde:

$Giriş: da^{[l]}, Çıkış: da^{[l-1]}, dw^{[l]}, db^{[l]} Ara: z^{[l]}$



$$w^{[l]} = w^{[l]} - \alpha dw^{[l]}$$

$$b^{[l]} = w^{[l]} - \alpha db^{[l]}$$

L. Katman İleri Yayılımda:

$$Giriş:\ a^{[l-1]}$$

$$Çıkış:\ a^{[l]}, 0\ Ara:\ z^{[l]}$$

$$z^{[l]} = w^{[l]}.a^{[l-1]} + b^{[l]}$$

$$a^{[l]} = g^{[l]}(z^{[l]})$$

L. Katman Geri Yayılımda:

$$Giriş:\ da^{[l]}$$

$$Çıkış:\ da^{[l-1]}, dw^{[l]}, db^{[l]}$$

$$dz^{[l]} = da^{[l]} * g^{[l]}(z^{[l]})$$

$$dw^{[l]} = dz^{[l]} * a^{[l-1]}$$

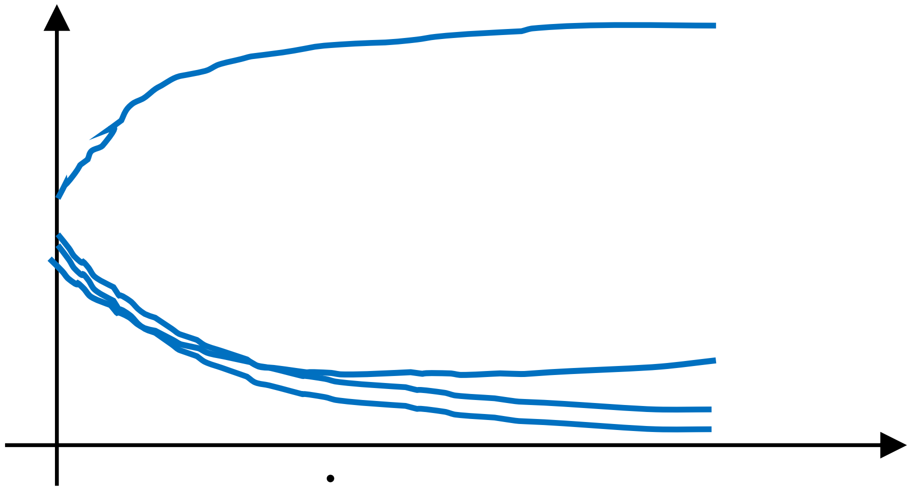
$$db^{[l]} = dz^{[l]}$$

$$da^{[l-1]} = w^{[l]T} * dz^{[l]}$$

$$\boldsymbol{dz^{[l]} = w^{[l+1]T} dz^{[l+1]} * g^{[l]}(z^{[l]})}$$

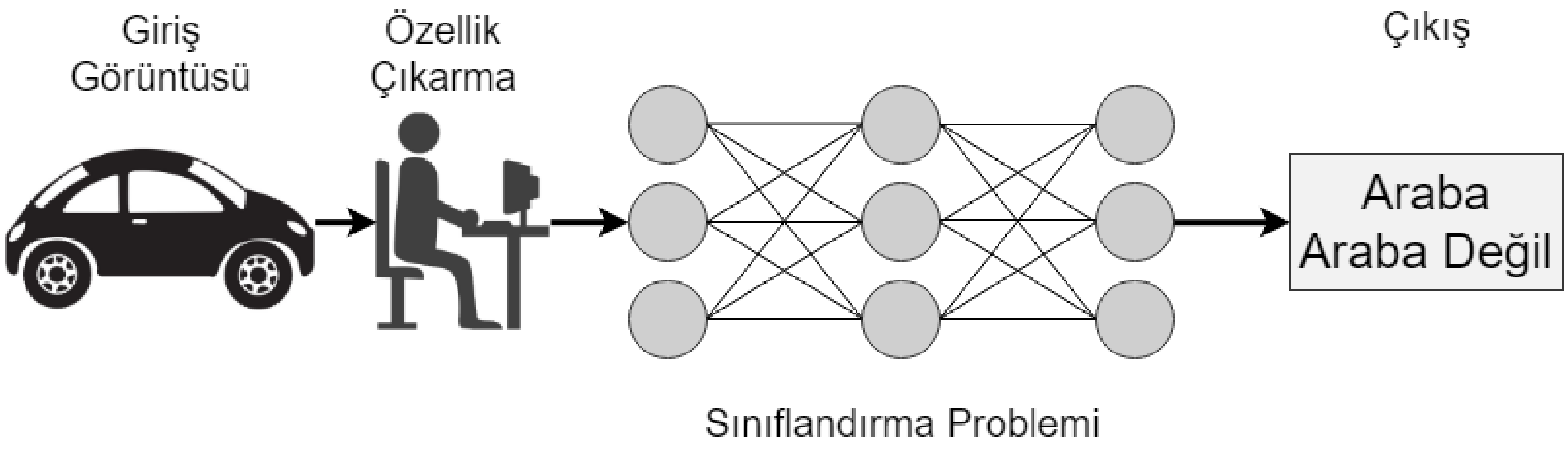
PARAMETRELER: $\boldsymbol{W}^{[1]}, \boldsymbol{b}^{[1]}, \boldsymbol{W}^{[2]}, \boldsymbol{b}^{[2]} \ldots$

HİPER PARAMETRELER:

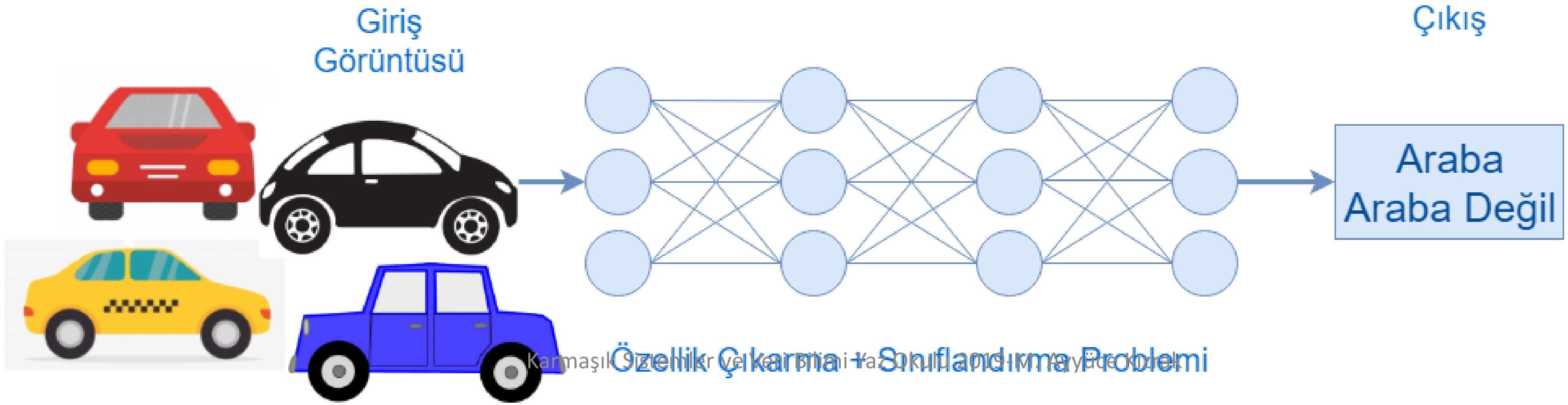


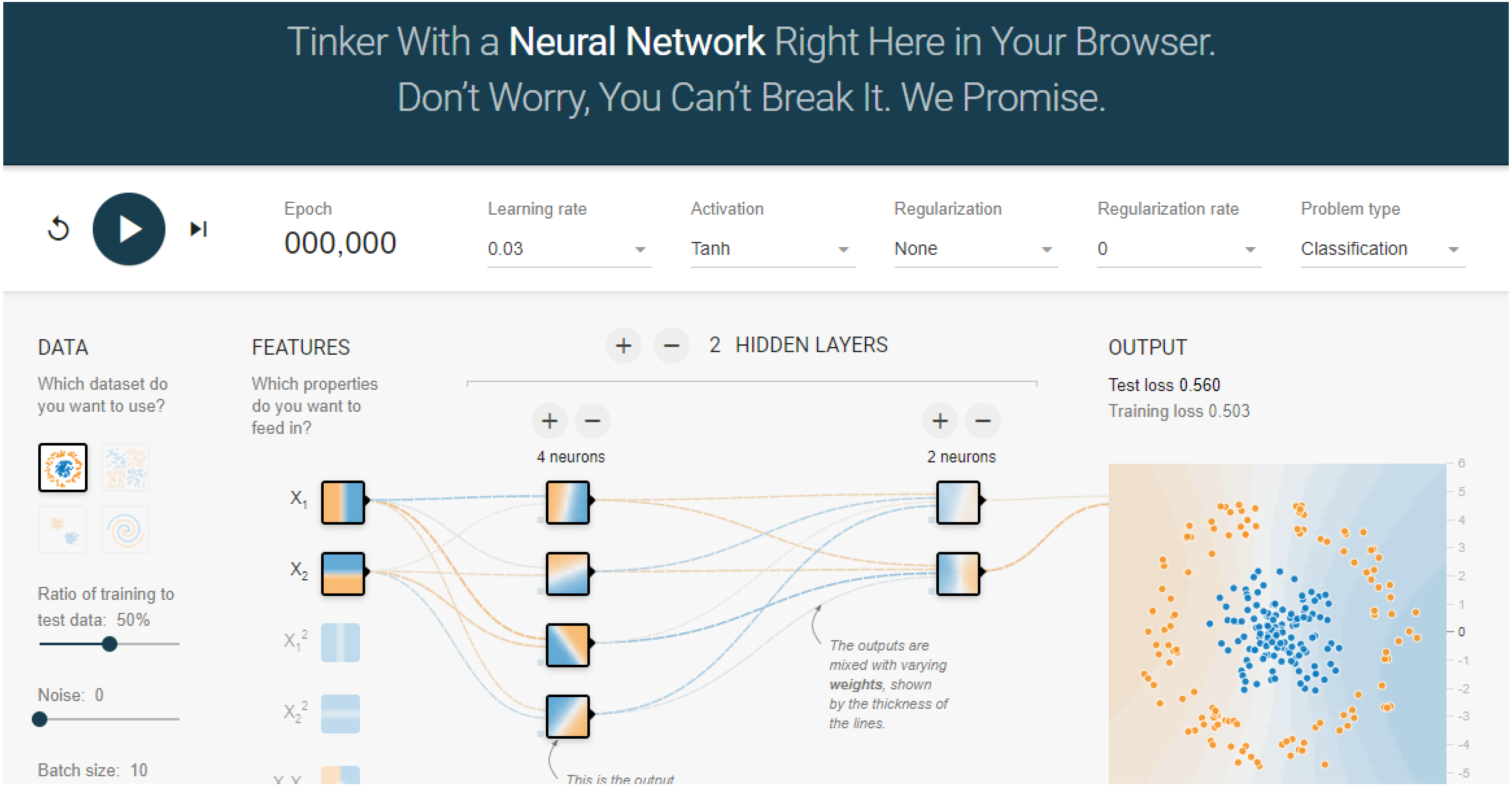
- *Öğrenme Oranı (Learning Rate)*
- *İterasyon Sayısı*
- *Gizli Katman Sayısı*
- *Aktivasyon Fonksiyonu Seçimi*
- *Küme Boyutu ve diğer düzenleme (regularization) yöntemleri*

MAKİNE ÖĞRENMESİ



DERİN ÖĞRENME



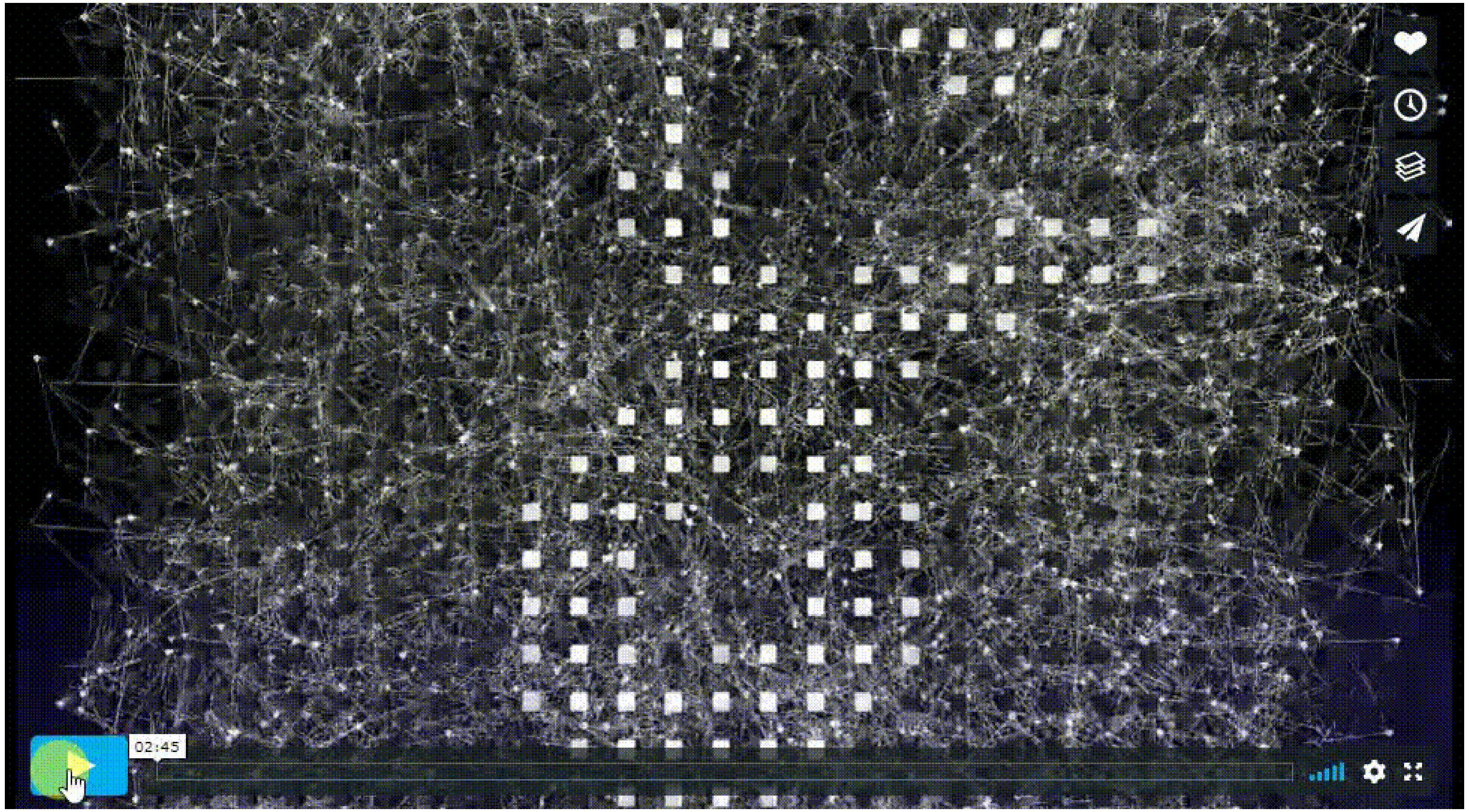


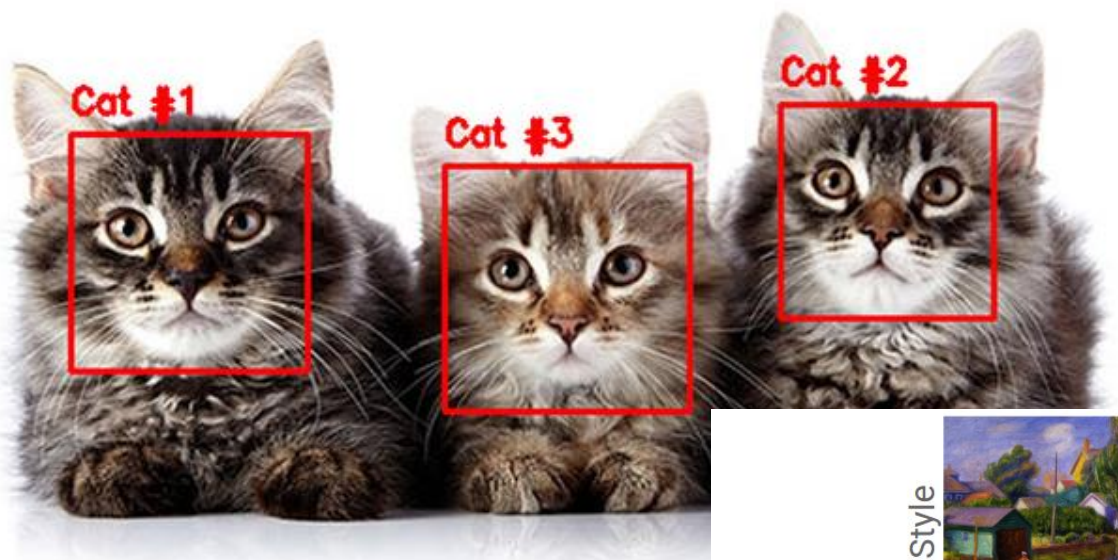
Playground-Tensorflow

Görüntü Sınıflandırma

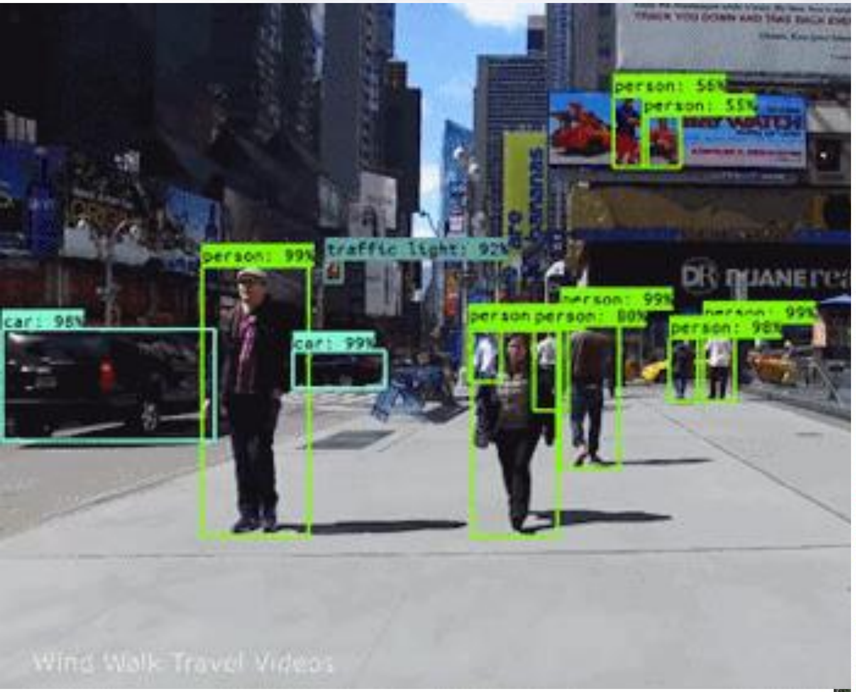
Köpek (1/0)

64x64x3

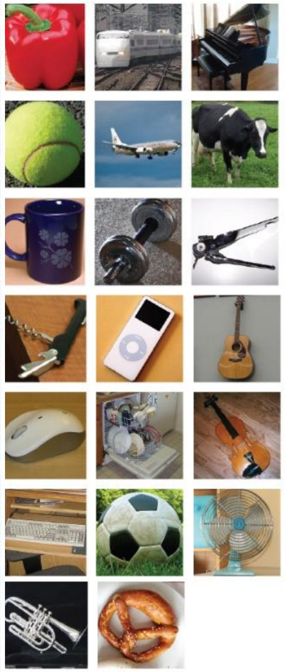


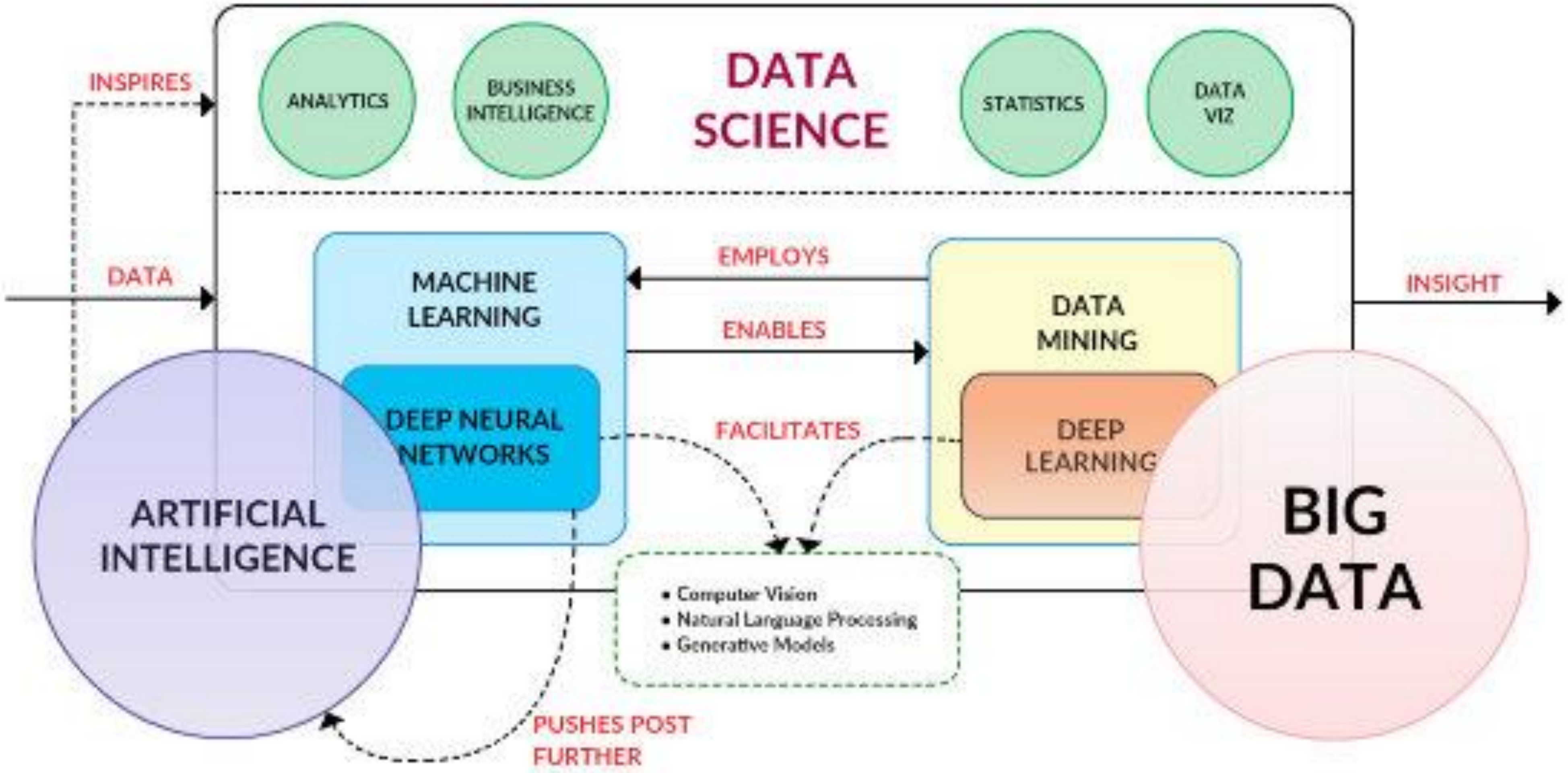

Cat #1
Cat #3
Cat #2


building
sky
tree
person
car
road
STOP
WEST


DUANE reade
Wing Walk Travel Videos


Style
Content



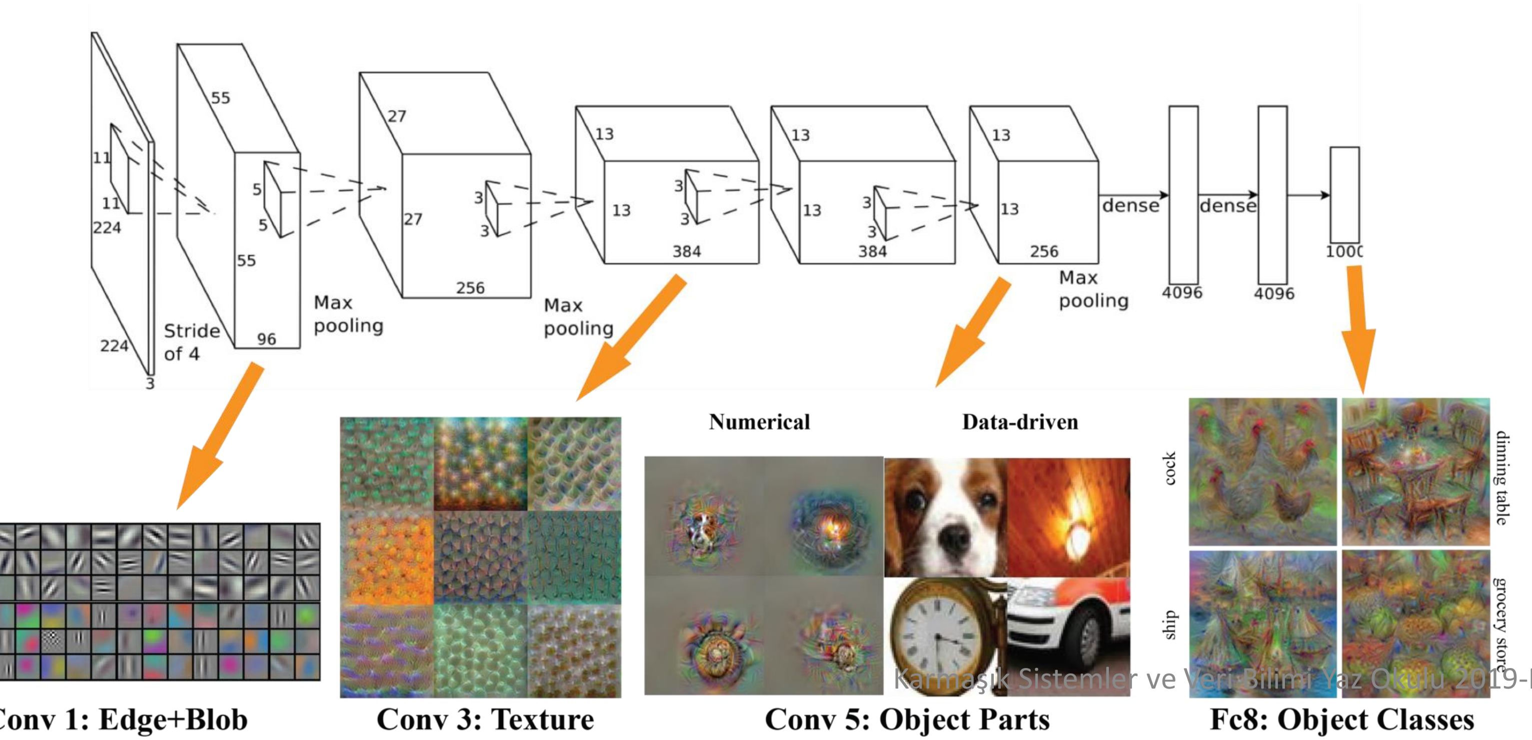

INSPIRES
DATA
ANALYTICS
BUSINESS INTELLIGENCE
DATA SCIENCE
STATISTICS
DATA VIZ
MACHINE LEARNING
EMPLOYS
ENABLES
DATA MINING
INSIGHT
DEEP NEURAL NETWORKS
FACILITATES
DEEP LEARNING
ARTIFICIAL INTELLIGENCE
BIG DATA
• Computer Vision
• Natural Language Processing
• Generative Models
PUSHES POST FURTHER

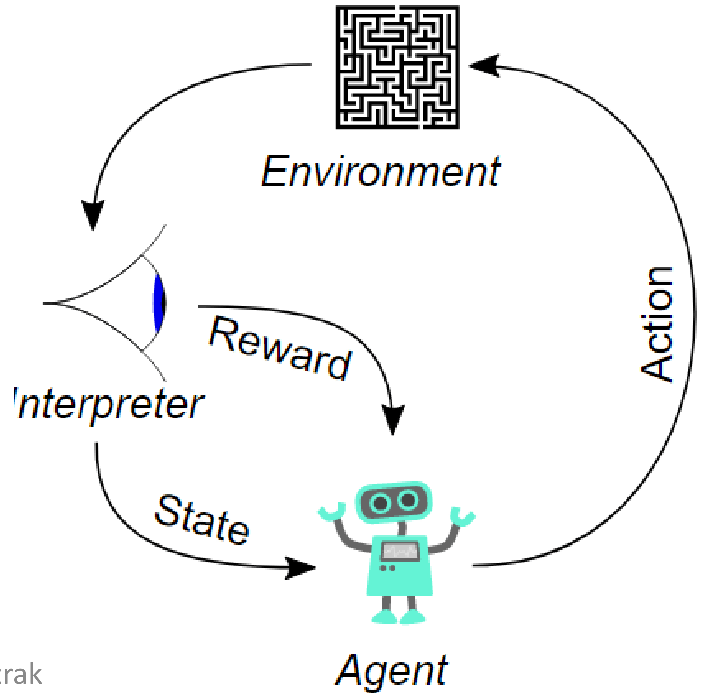

Data has a better idea

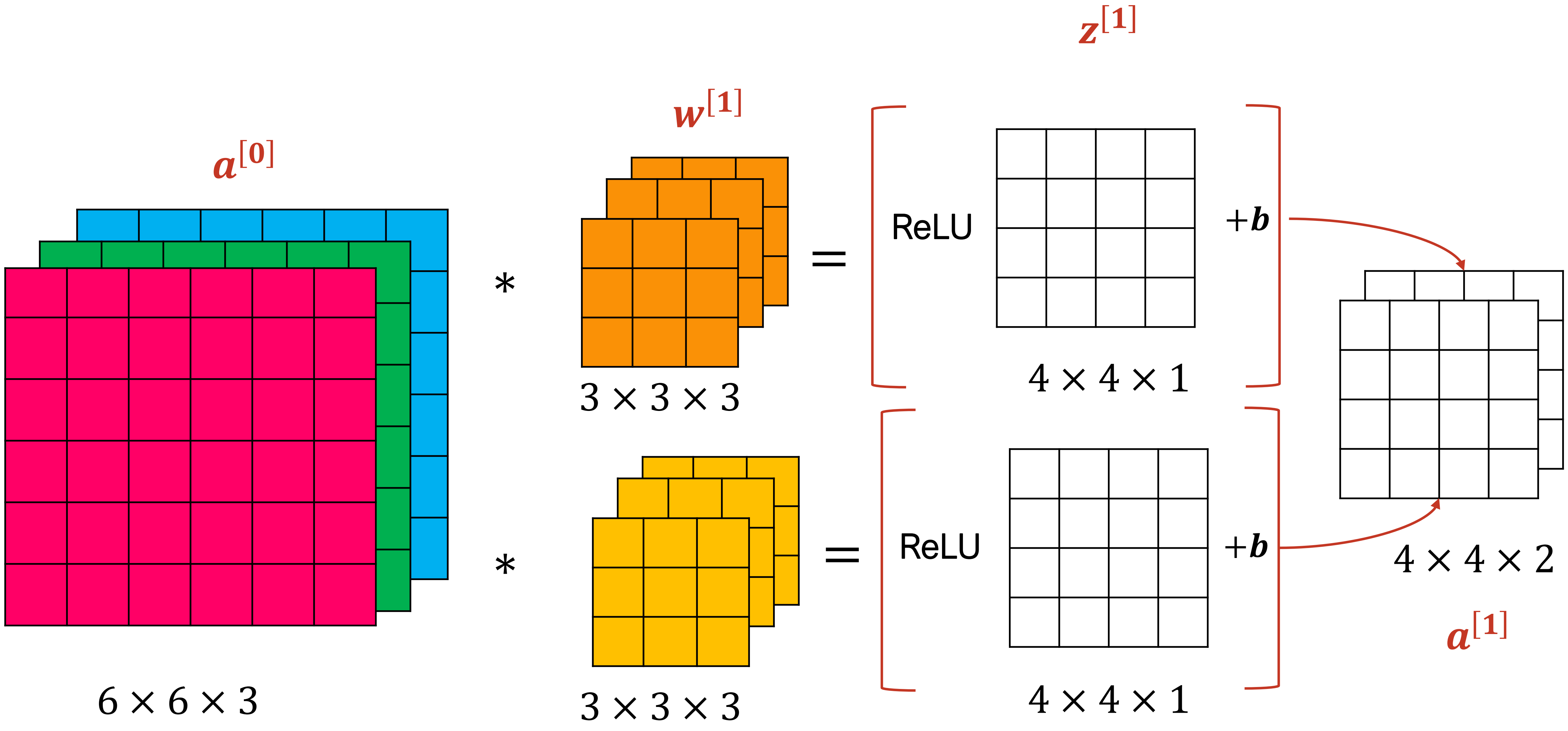
DERİN ÖĞRENME MODELLERİ

Hangi problem için hangi modelleri tercih etmeliyim/öğrenmeliyim?

- **CNN (**Convolutional Neural Networks-Evrişimli Sinir Ağları**)**: Nesne tanıma ve takip etme, stil transferi, kanser tespiti vb.
- **LSTM (**Long Short Term Memory-Uzun-Kısa Süreli Bellek**)**: Doğal dil işleme, çeviri, chatbot, finans uygulamaları vb.
- **GAN (**Generative Adversarial Networks-Çekişmeli Üretici Ağlar**)**: Sentetik veri üretme, sahte yüz üretme, stil transferi vb.
- **RL (**Reinforcement Learning-Pekiştirmeli Öğrenme**)**: Kendi kendine ve az veriyle öğrenen yapay zeka sistemleri vb.







$$z^{[1]} = w^{[1]} . a^{[0]} + b^{[1]}$$

$$a^{[1]} = g^{[1]}(z^{[1]})$$

Filtre boyutu : $f^{[l]}$

Piksel doldurma : $p^{[l]}$

Adım kaydırma : $s^{[l]}$

Filtre (kanal) sayısı : $n_C^{[l]}$

Her bir filtrenin boyutu : $f^{[l]} \times f^{[l]} \times n_C^{[l-1]}$

Aktivasyon fonksiyonu : $a^{[l]} \rightarrow n_H^{[l]} \times n_W^{[l]} \times n_C^{[l]}$

Ağırlıklar : $f^{[l]} \times f^{[l]} \times n_C^{[l-1]} \times n_C^{[l]}$

Bias : $n_C^{[l]} \rightarrow \left(1, 1, 1, n_C^{[l]}\right)$

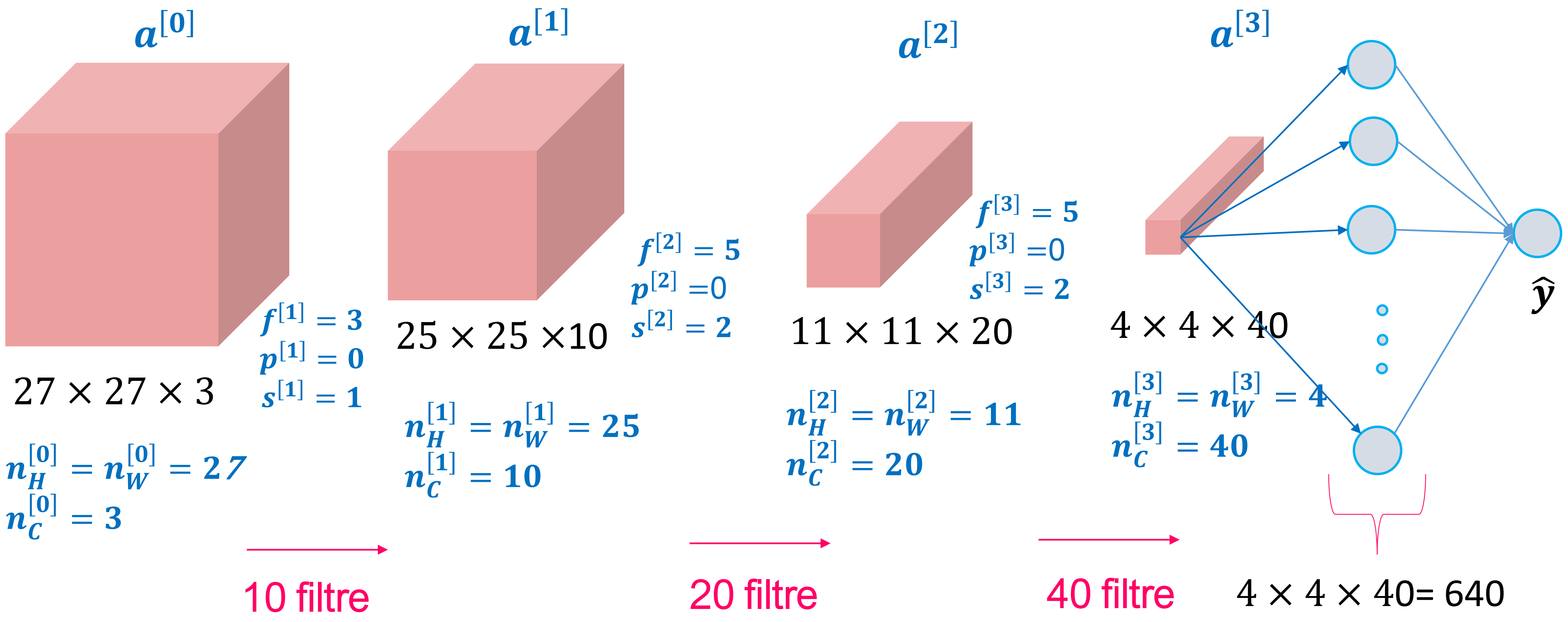
Giriş : $n_H^{[l-1]} \times n_W^{[l-1]} \times n_C^{[l-1]}$

Çıkış : $n_H^{[l]} \times n_W^{[l]} \times n_C^{[l]}$

$$n_{H,W}^{[l]} : \left\lfloor \frac{n_H^{[l-1]} + 2p - f^{[l]}}{s^{[l]}} + 1 \right\rfloor$$

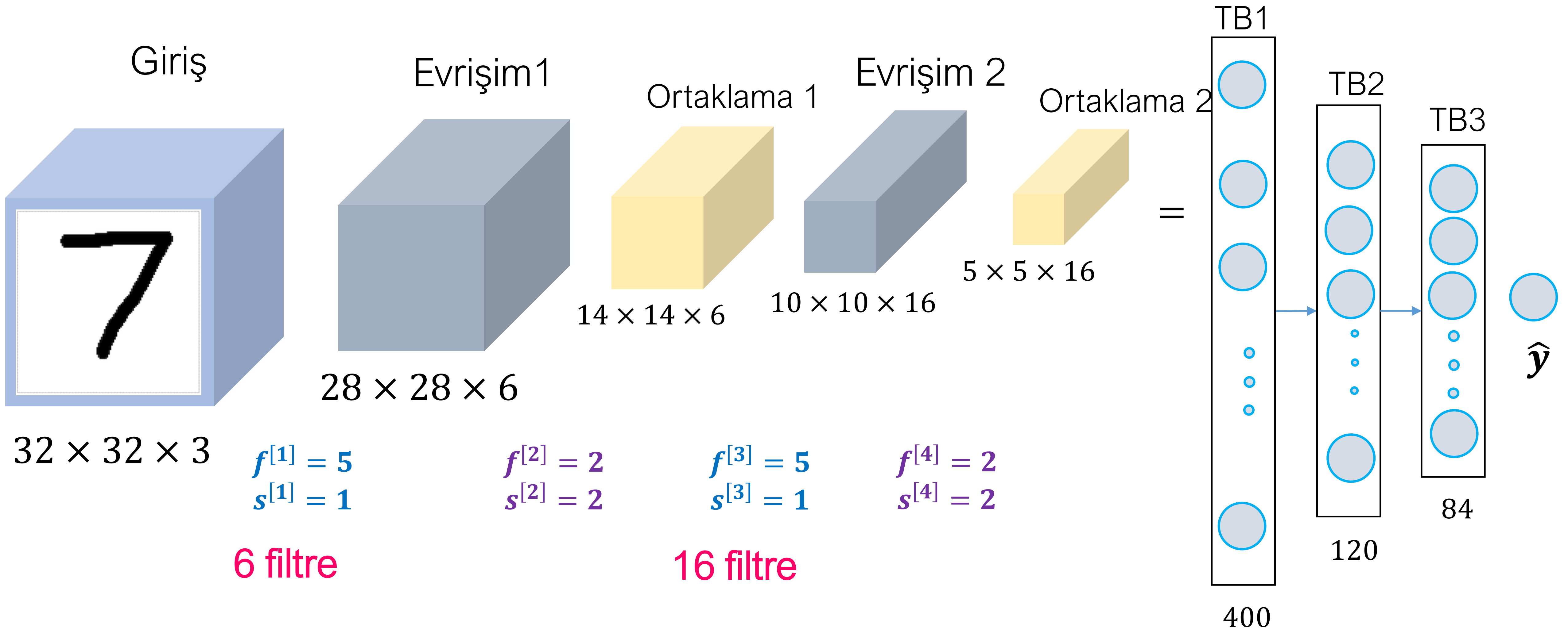
Bir Evrişimli Sinir Ağı için Gereken Katmanlar

- Evrişim Katmanı (Aktivasyon fonksiyonu, Bias değeri)
- Ortaklama Katmanı (Maksimum ya da ortalama ortaklama)
- Tam/Tüm Bağlantı Katmanı (Klasik yapay sinir ağı bağlantıları)



Udemy-Python ile Derin Öğrenmeye Giriş

Karmaşık Sistemler ve Veri Bilimi Yaz Okulu 2019-M. Ayyüce Kızrak

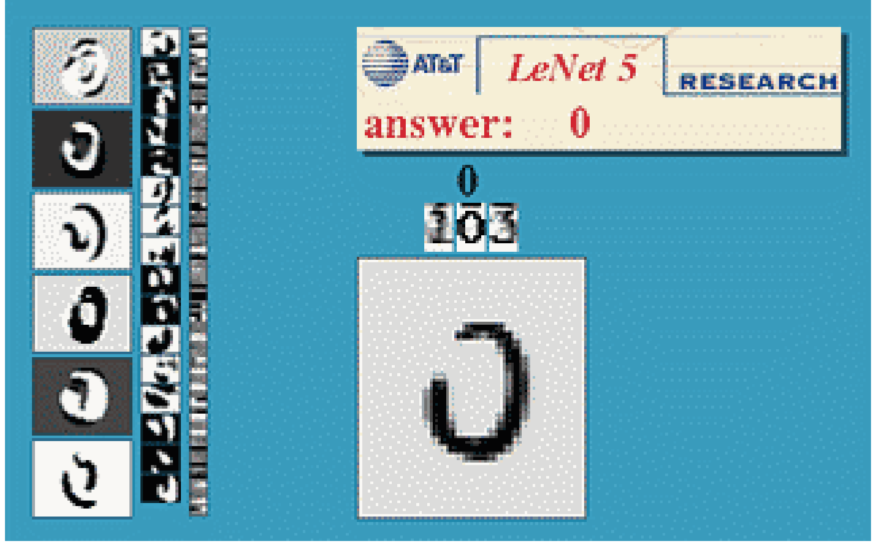


$n_H, n_W \downarrow$

$n_C \uparrow$

Çıkışta 10 sınıflı rakam tanıma yapılacaksa: softmax(10)

LeNet 5 – 1980’lerden - 1998



PROC. OF THE IEEE, NOVEMBER 1998

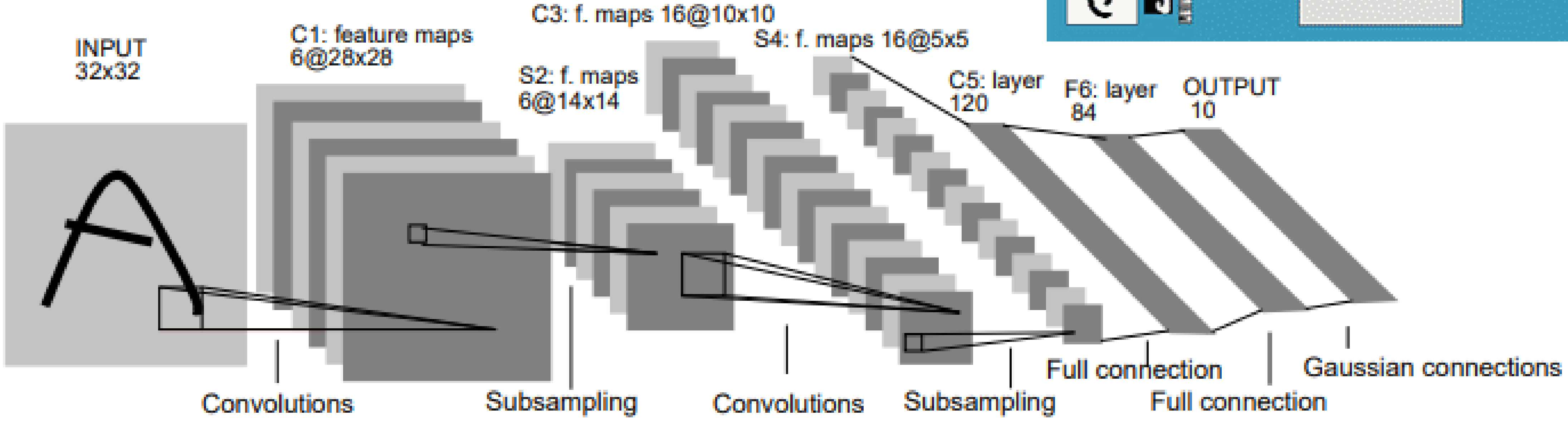
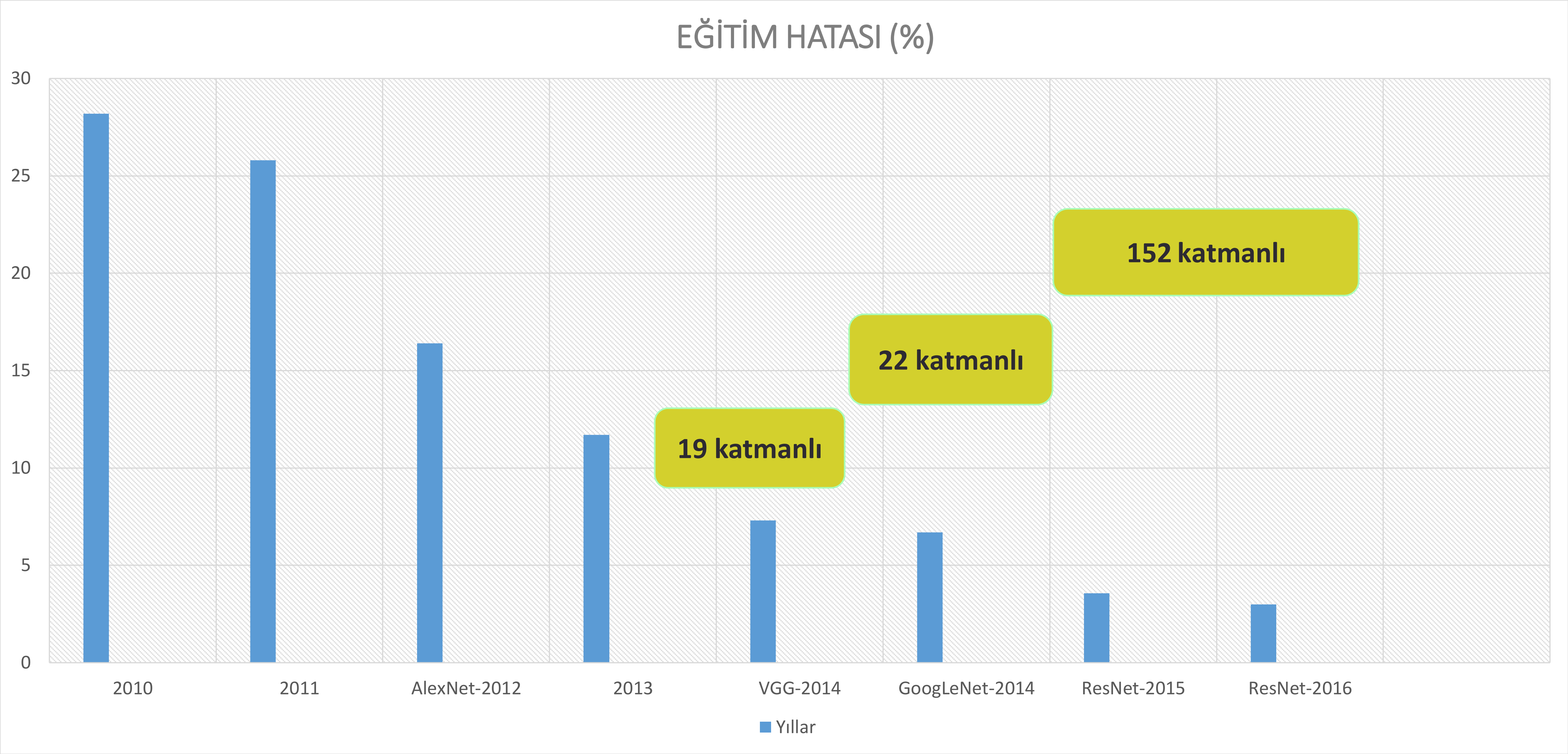
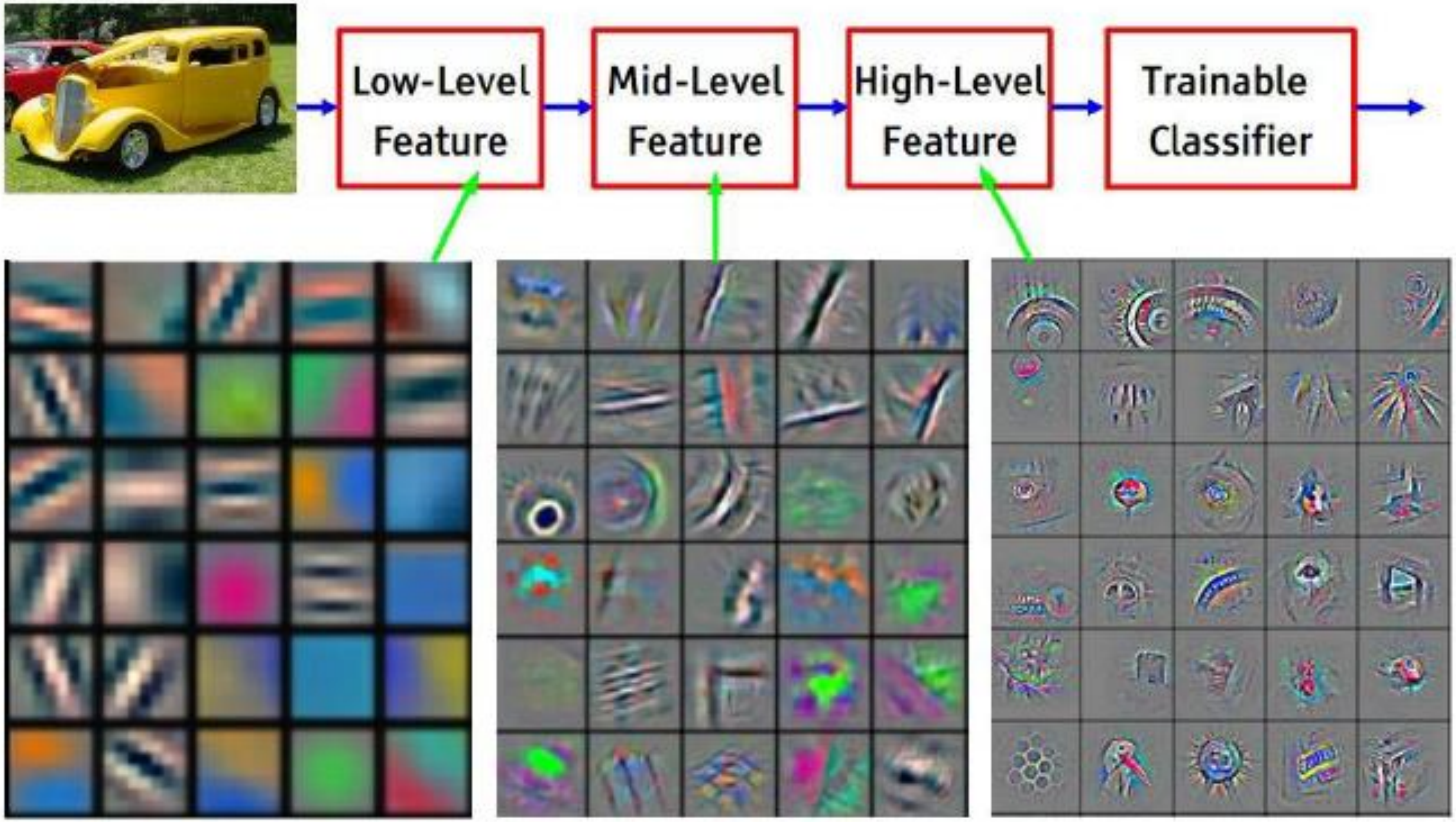


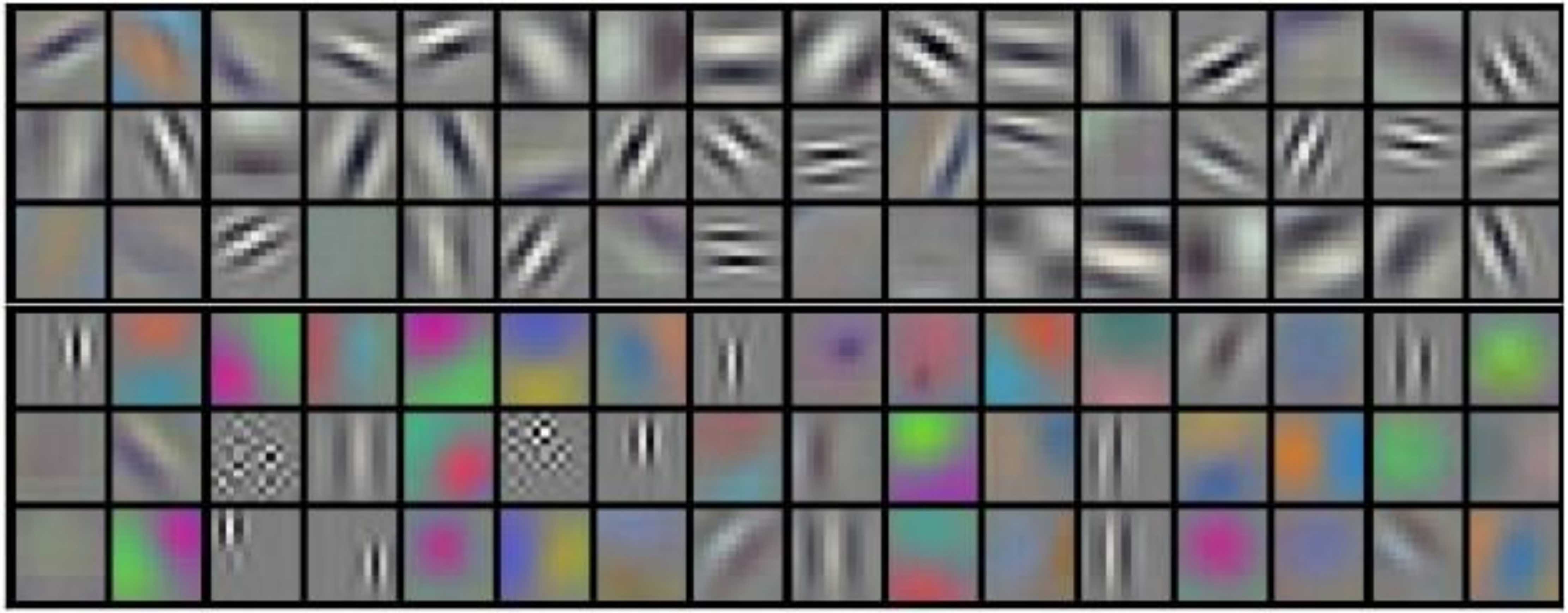
Fig. 2. Architecture of LeNet-5, a Convolutional Neural Network, here for digits recognition. Each plane is a feature map, i.e. a set of units whose weights are constrained to be identical.

http://yann.lecun.com/exdb/publis/pdf/lecun-01a.pdf


EĞİTİM HATASI (%)
30
25
20
15
10
5
0
152 katmanlı
22 katmanlı
19 katmanlı
2010
2011
AlexNet-2012
2013
VGG-2014
GoogLeNet-2014
ResNet-2015
ResNet-2016
Yıllar

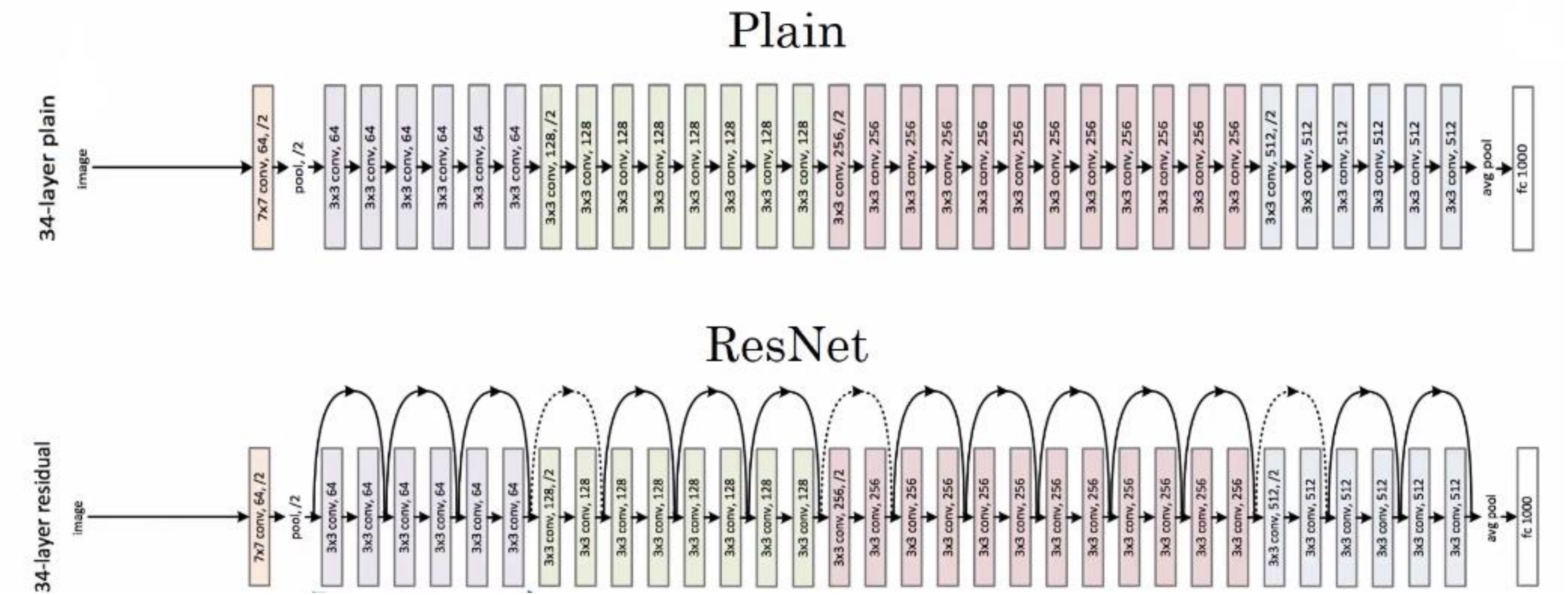


Feature visualization of convolutional net trained on ImageNet from [Zeiler & Fergus 2013]

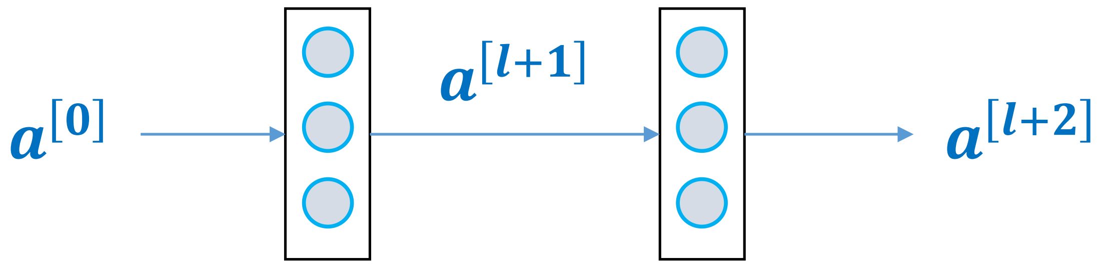


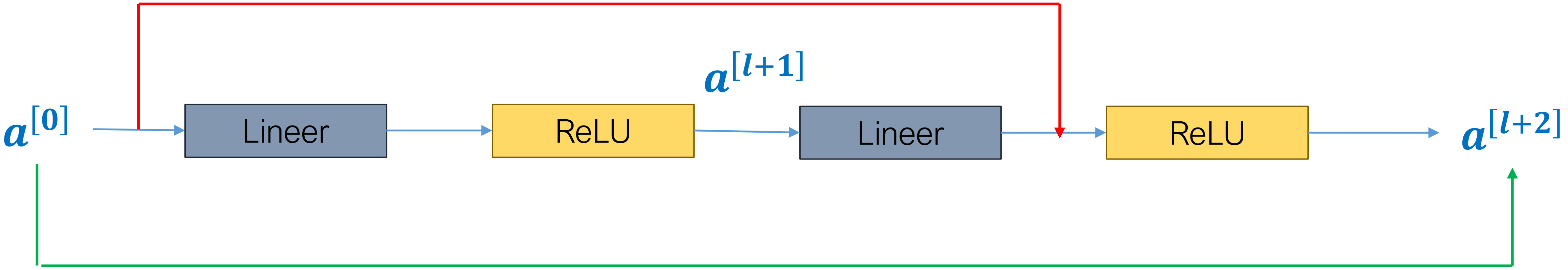

DAHA DERİNE

ResNets 152



https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf





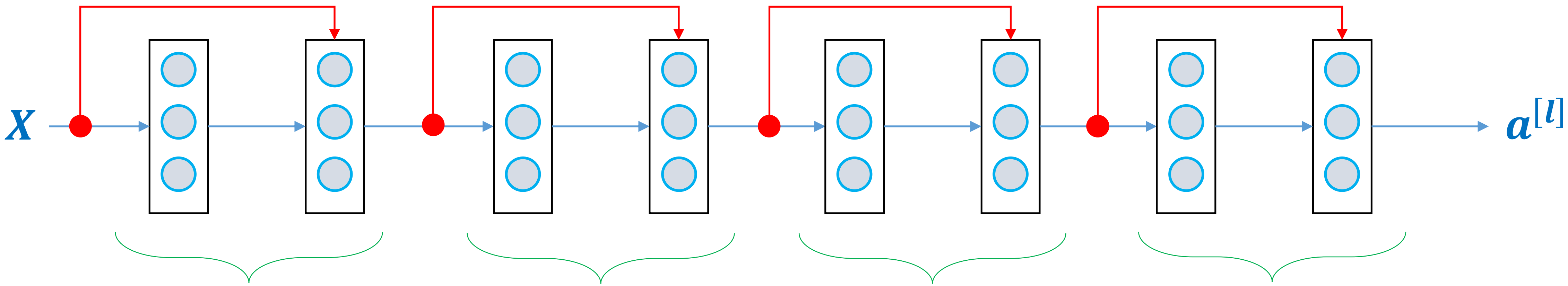
$$z^{[l+1]} = W^{[l+1]} a^{l} + b^{[l+1]}$$

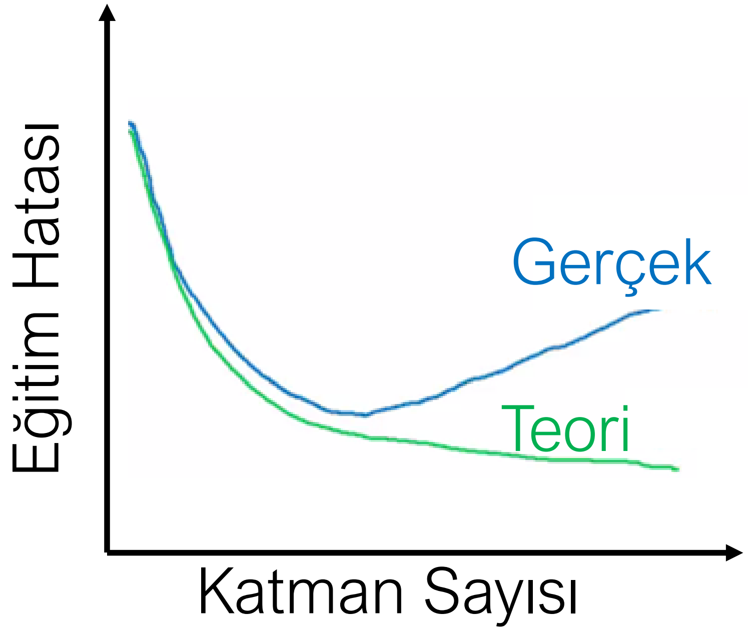
$$a^{[l+1]} = g(z^{[l+1]})$$

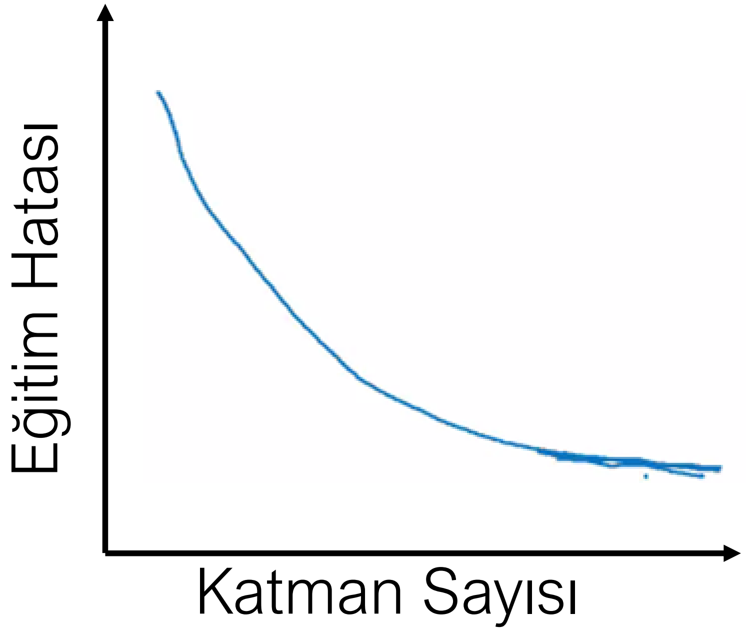
$$z^{[l+2]} = W^{[l+2]} a^{[l+1]} + b^{[l+2]}$$

$$\cancel{a^{[l+2]} = g(z^{[l+2]})}$$

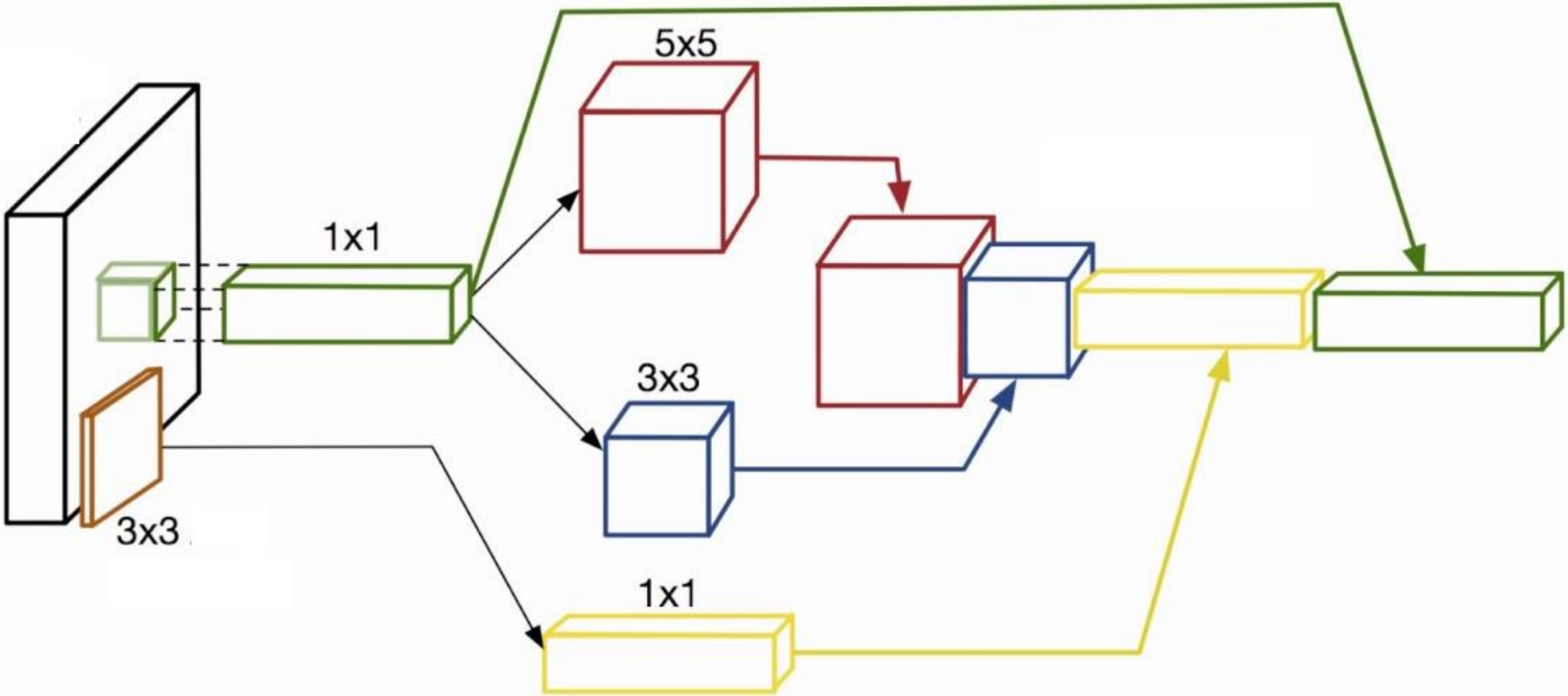
$$a^{[l+2]} = g(z^{[l+2]} + \boxed{a^{[l]}})$$







https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf

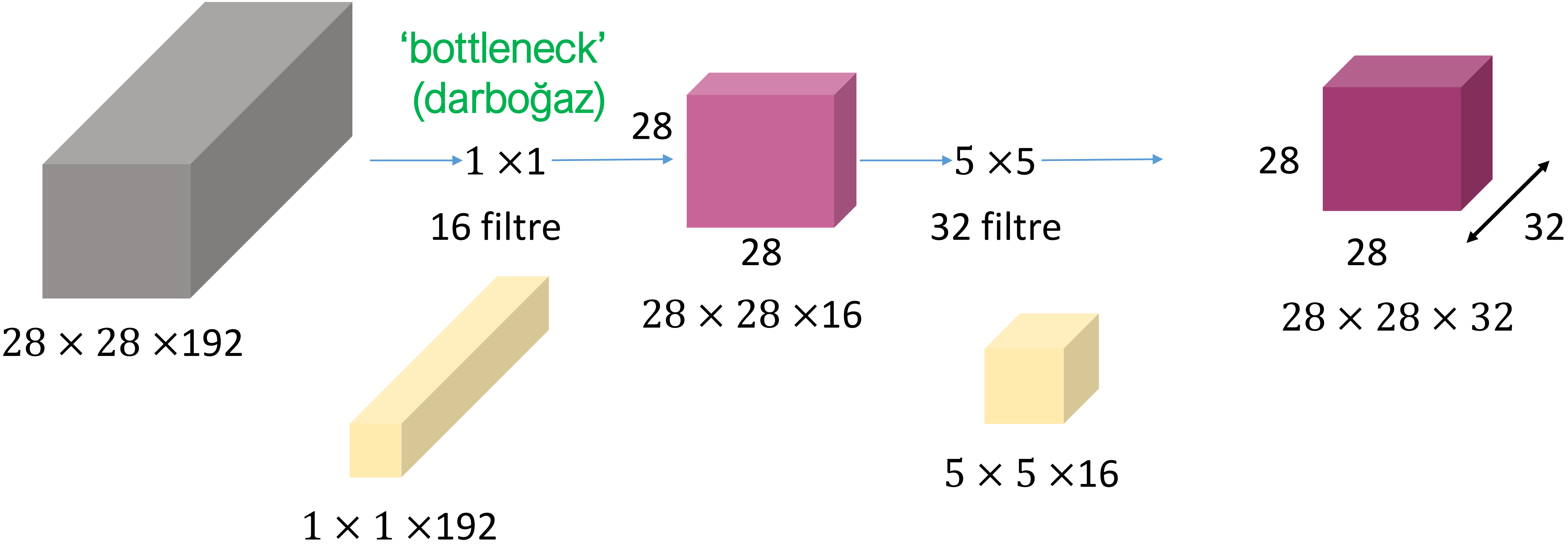

5x5
1x1
3x3
3x3
1x1

Bu koşulda; 1x1 evrişim katmanında: **(28x28x16)x(1x1x192)=2,4** milyon parametre

5x5 evrişim katmanında: **(28x28x32)x(5x5x16)=10** milyon parametre

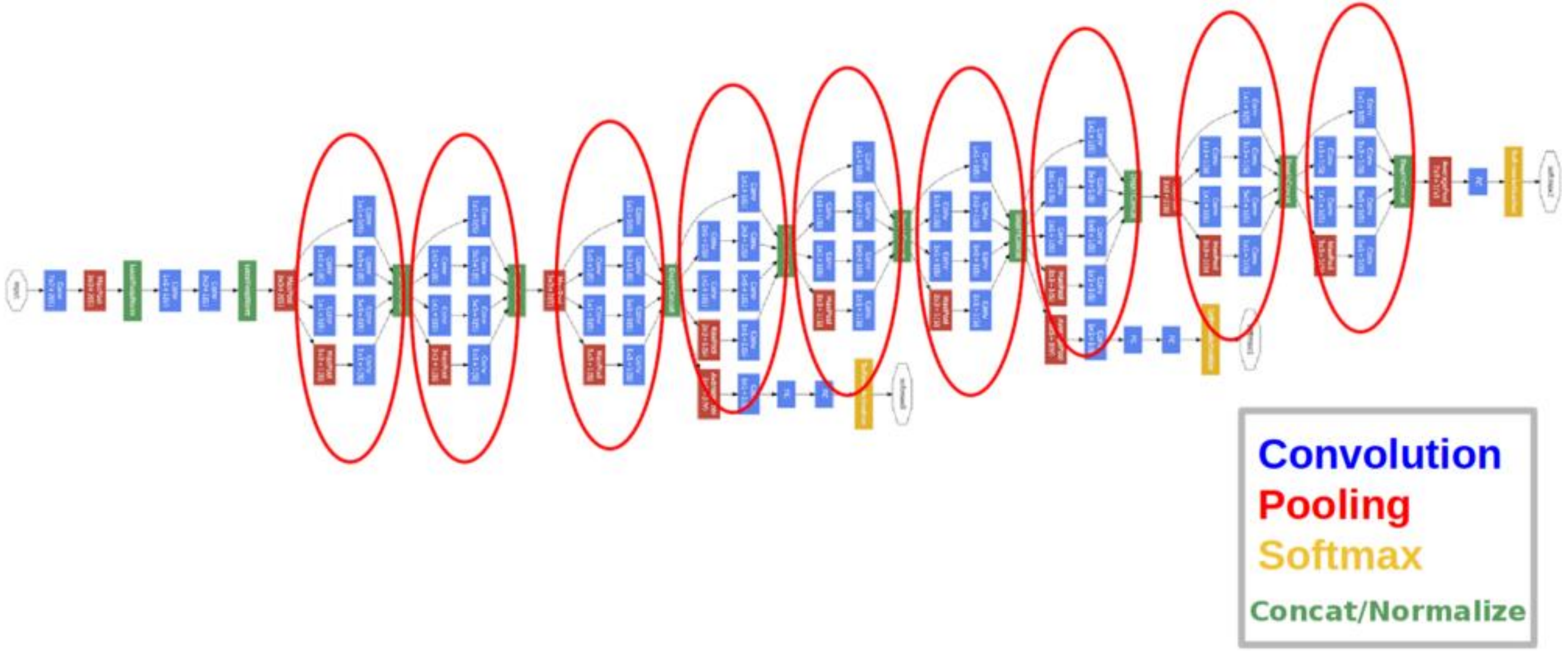
Toplamda 12.4 milyon parametre

İlk duruma göre yaklaşık **10 kat daha az** parametre hesabı son derece çarpıcıdır.

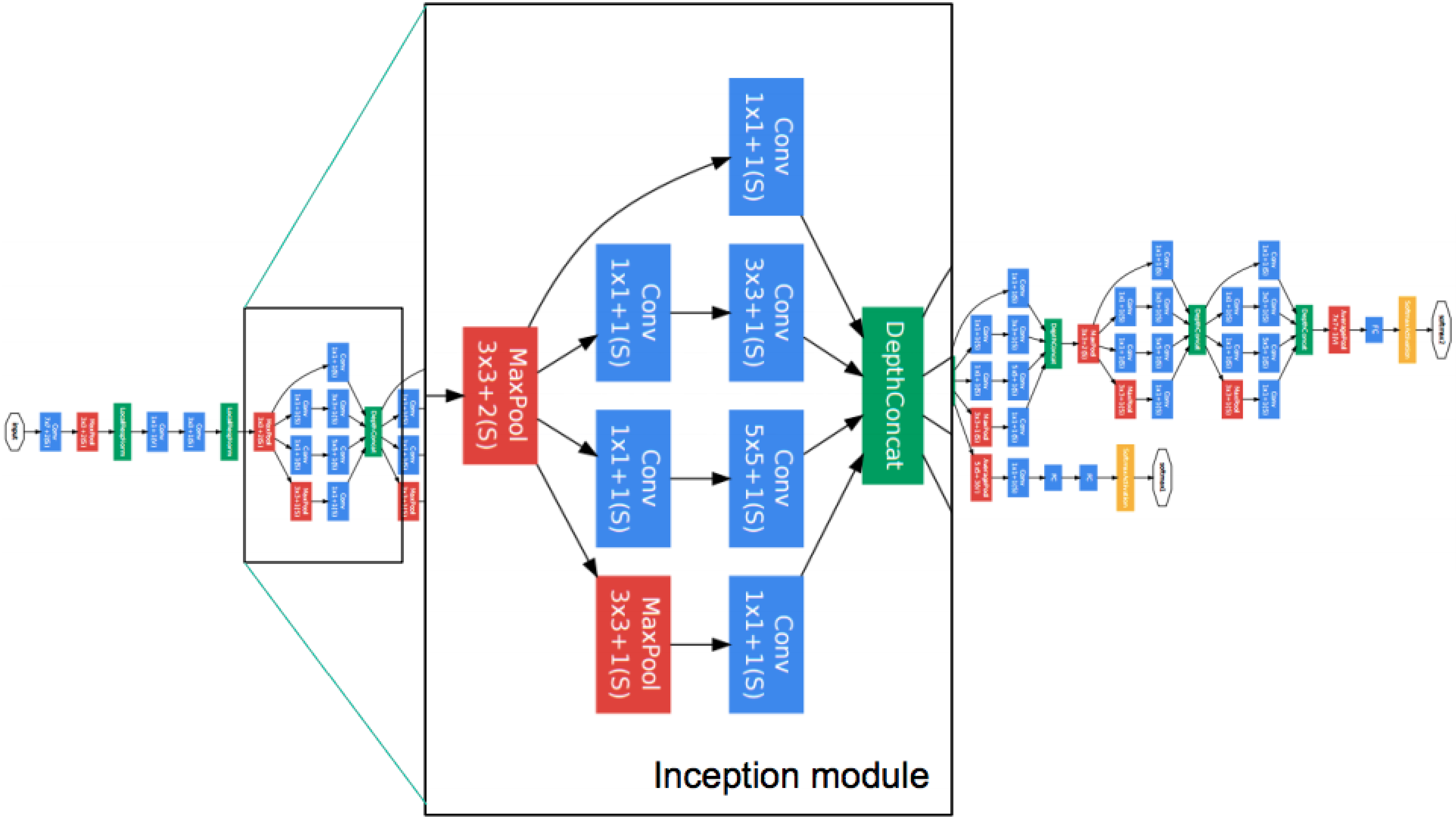


https://arxiv.org/pdf/1312.4400.pdf https://www.deeplearning.ai/

GoogLeNet - 2014

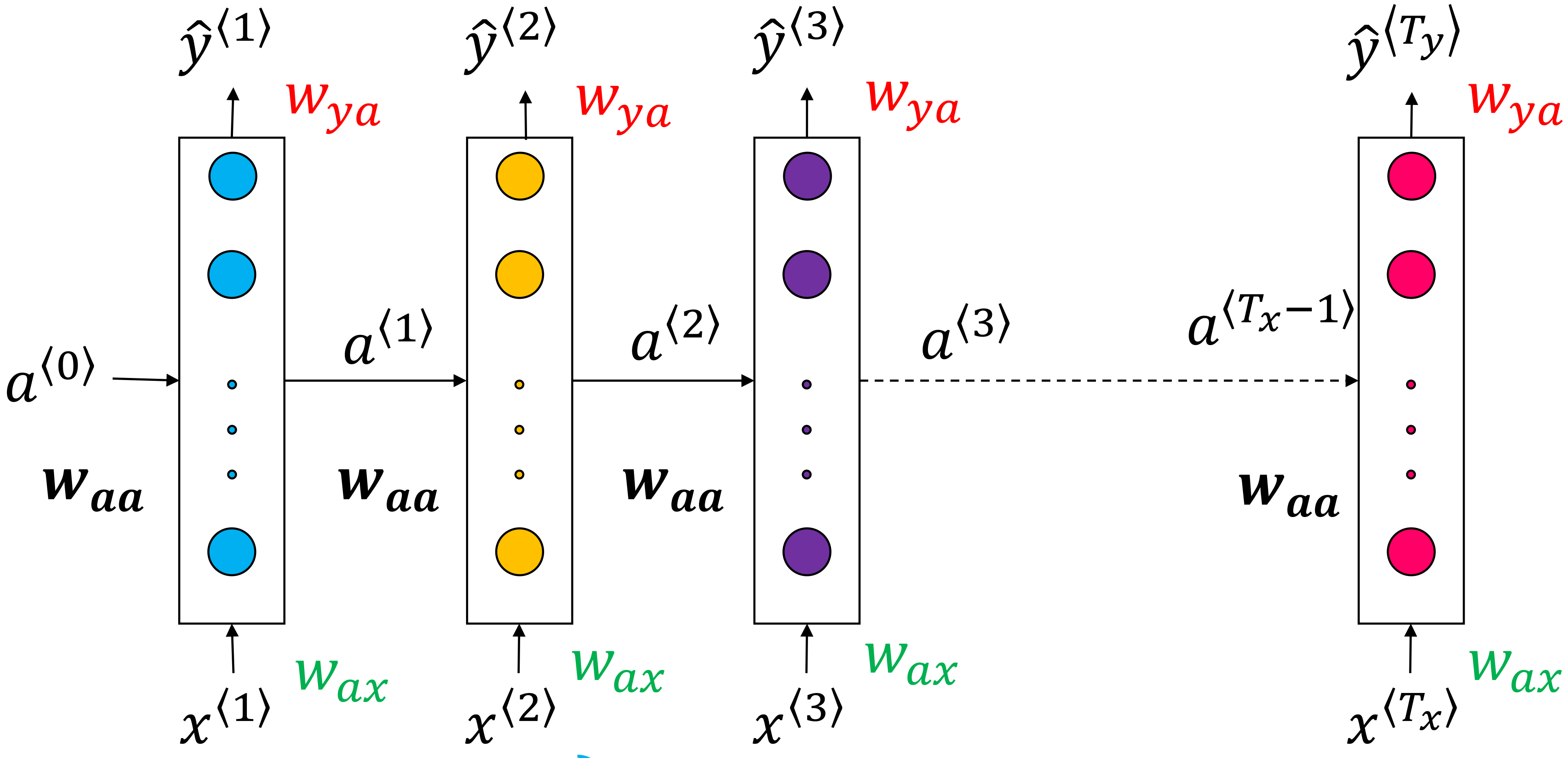


https://arxiv.org/pdf/1409.4842.pdf



Conv
1x1+1(S)
Conv
1x1+1(S)
Conv
3x3+1(S)
MaxPool
3x3+2(S)
DepthConcat
Conv
1x1+1(S)
Conv
5x5+1(S)
MaxPool
3x3+1(S)
Conv
1x1+1(S)
Inception module

ÖZYİNELEMELİ SİNİR AĞLARI



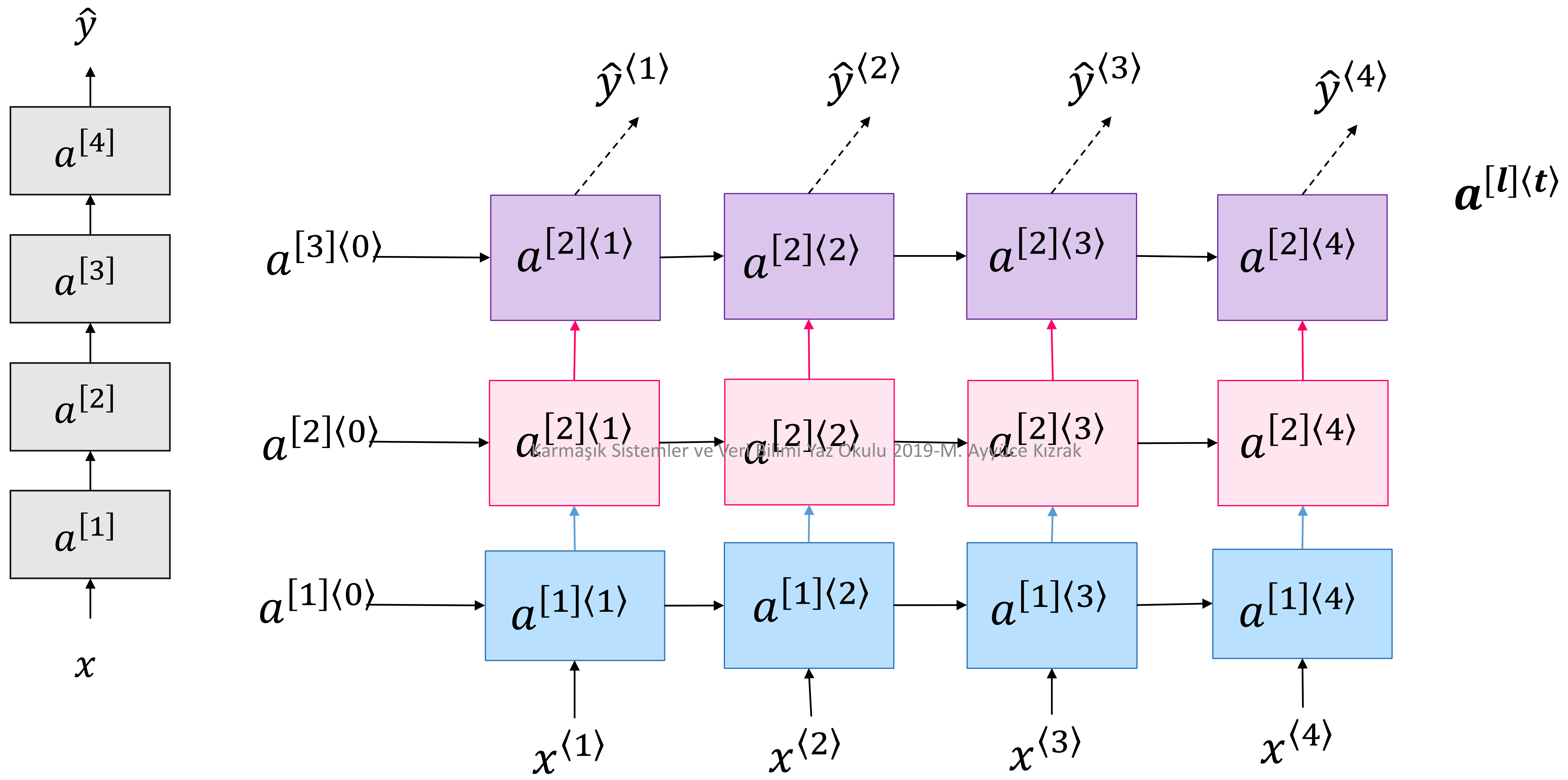
$$a^{\langle 0 \rangle} = \vec{0}$$

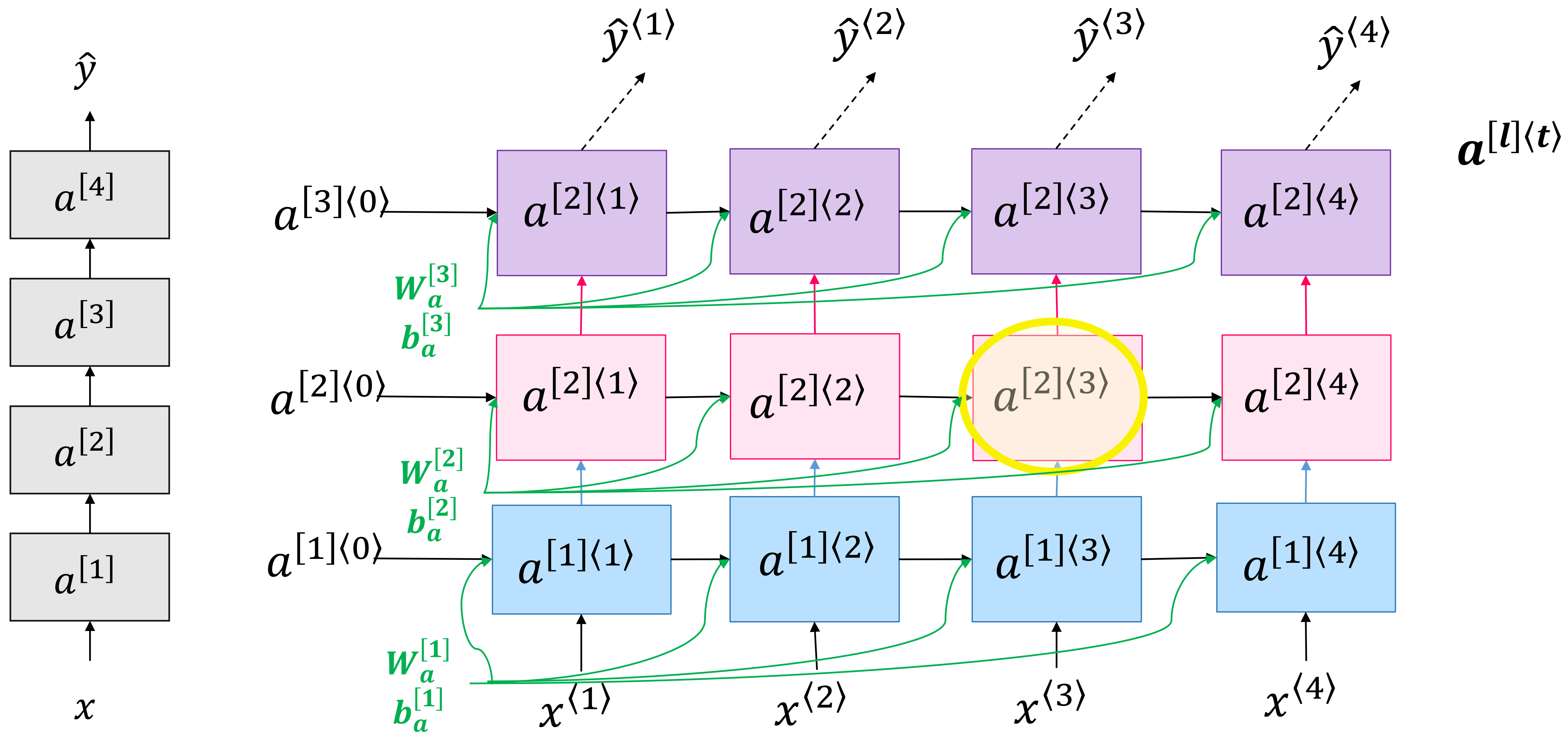
$$a^{\langle 1 \rangle} = g_1\left(W_{aa}a^{\langle 0 \rangle} + W_{ax}x^{\langle 1 \rangle} + b_a\right)$$

$$\hat{y}^{\langle 1 \rangle} = g_2\left(W_{ya}a^{\langle 1 \rangle} + b_y\right)$$

$$\boldsymbol{a^{\langle t \rangle} = g\left(W_{aa}a^{\langle t-1 \rangle} + W_{ax}x^{\langle t \rangle} + b_a\right)}$$ Tanh/ReLU

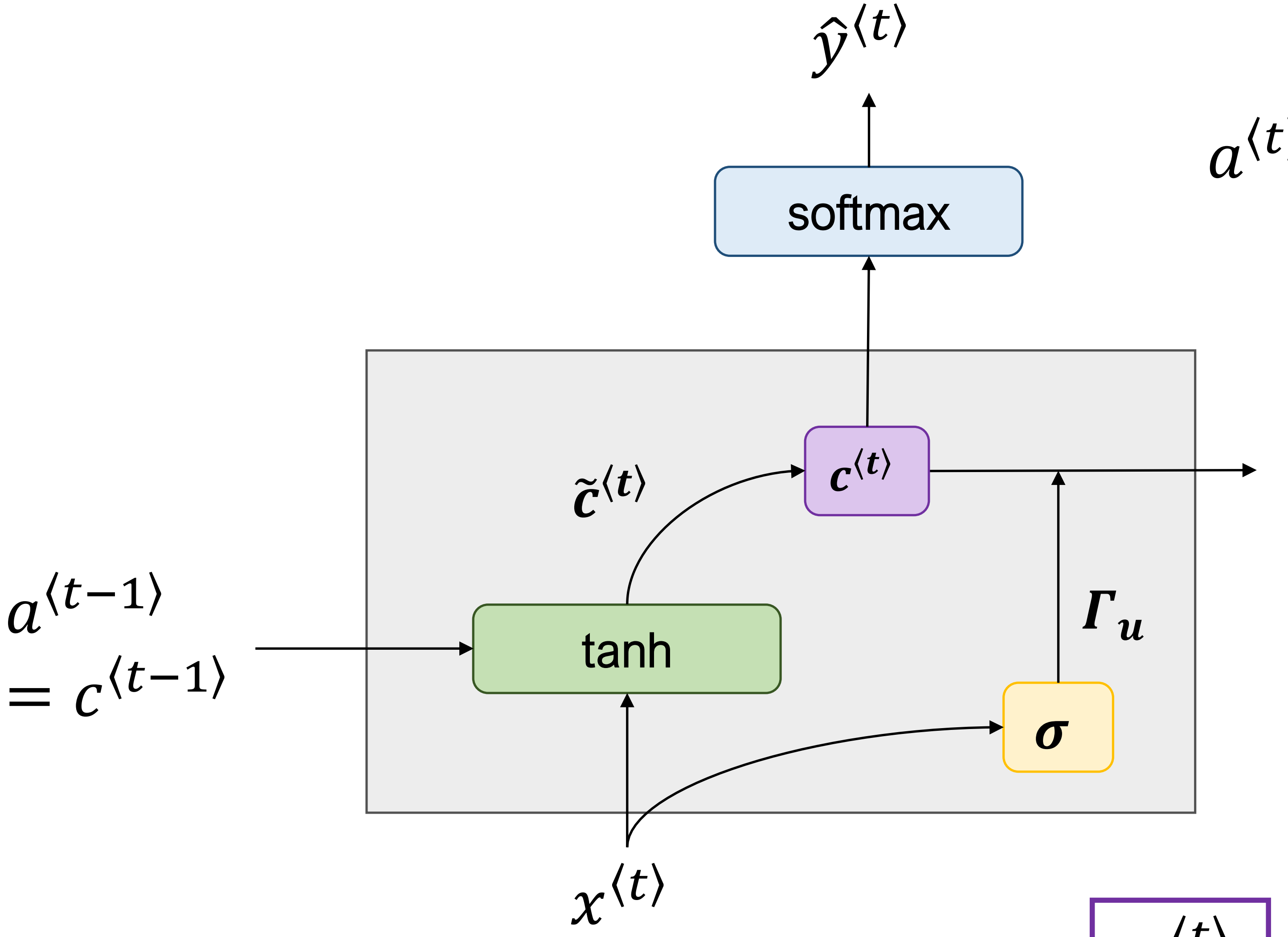
$$\boldsymbol{\hat{y}^{\langle t \rangle} = g\left(W_{ya}a^{\langle t \rangle} + b_y\right)}$$ Sigmoid


$\hat{y}$
$a^{[4]}$
$a^{[3]}$
$a^{[2]}$
$a^{[1]}$
x
$\hat{y}^{\langle 1 \rangle}$
$\hat{y}^{\langle 2 \rangle}$
$\hat{y}^{\langle 3 \rangle}$
$\hat{y}^{\langle 4 \rangle}$
$a^{[3]\langle 0 \rangle}$
$a^{[2]\langle 1 \rangle}$
$a^{[2]\langle 2 \rangle}$
$a^{[2]\langle 3 \rangle}$
$a^{[2]\langle 4 \rangle}$
$a^{[l]\langle t \rangle}$
$a^{[2]\langle 0 \rangle}$
$a^{[2]\langle 1 \rangle}$
$a^{[2]\langle 2 \rangle}$
$a^{[2]\langle 3 \rangle}$
$a^{[2]\langle 4 \rangle}$
$a^{[1]\langle 0 \rangle}$
$a^{[1]\langle 1 \rangle}$
$a^{[1]\langle 2 \rangle}$
$a^{[1]\langle 3 \rangle}$
$a^{[1]\langle 4 \rangle}$
$x^{\langle 1 \rangle}$
$x^{\langle 2 \rangle}$
$x^{\langle 3 \rangle}$
$x^{\langle 4 \rangle}$



$$a^{[2]\langle 3 \rangle} = g\left(W_a^{[2]}\left[a^{[2]\langle 2 \rangle}, a^{[1]\langle 3 \rangle}\right] + b_a\right)$$

$$a^{\langle t \rangle} = g\left(W_a\left[a^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_a\right)$$



$a^{\langle t \rangle} = c^{\langle t \rangle}$

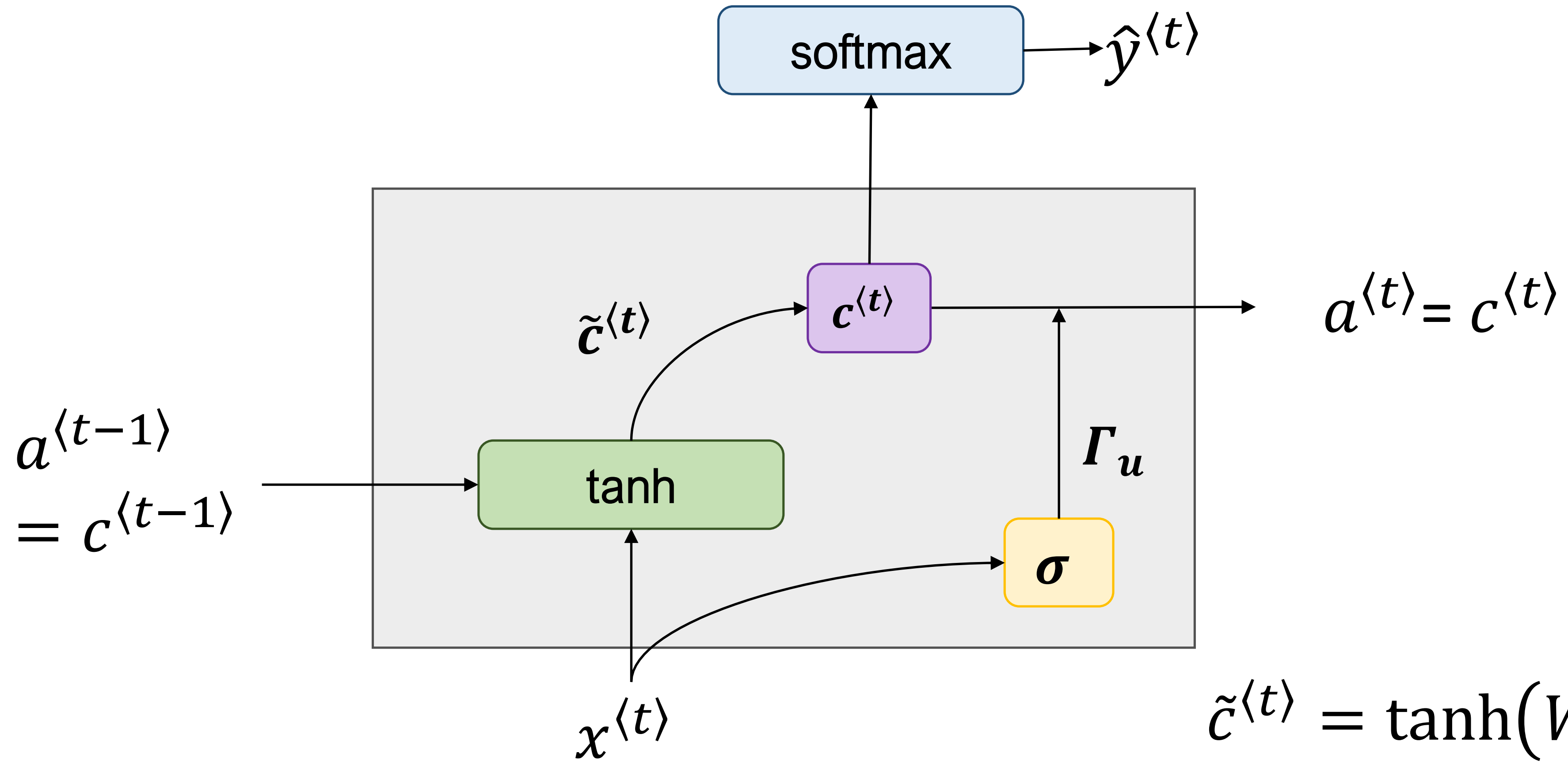
$$\boxed{c^{\langle t \rangle}} = \Gamma_u * \tilde{c}^{\langle t \rangle} + (1 - \Gamma_u) * \boxed{c^{\langle t-1 \rangle}}$$

$$\tilde{c}^{\langle t \rangle} = \tanh\left(W_c\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_c\right)$$

$$\Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_u\right)$$

$\boldsymbol{\Gamma_u = 1}$ $\Gamma_u = 0$ $\Gamma_u = 0$ $\Gamma_u = 0$ $\boldsymbol{\Gamma_u = 1}$

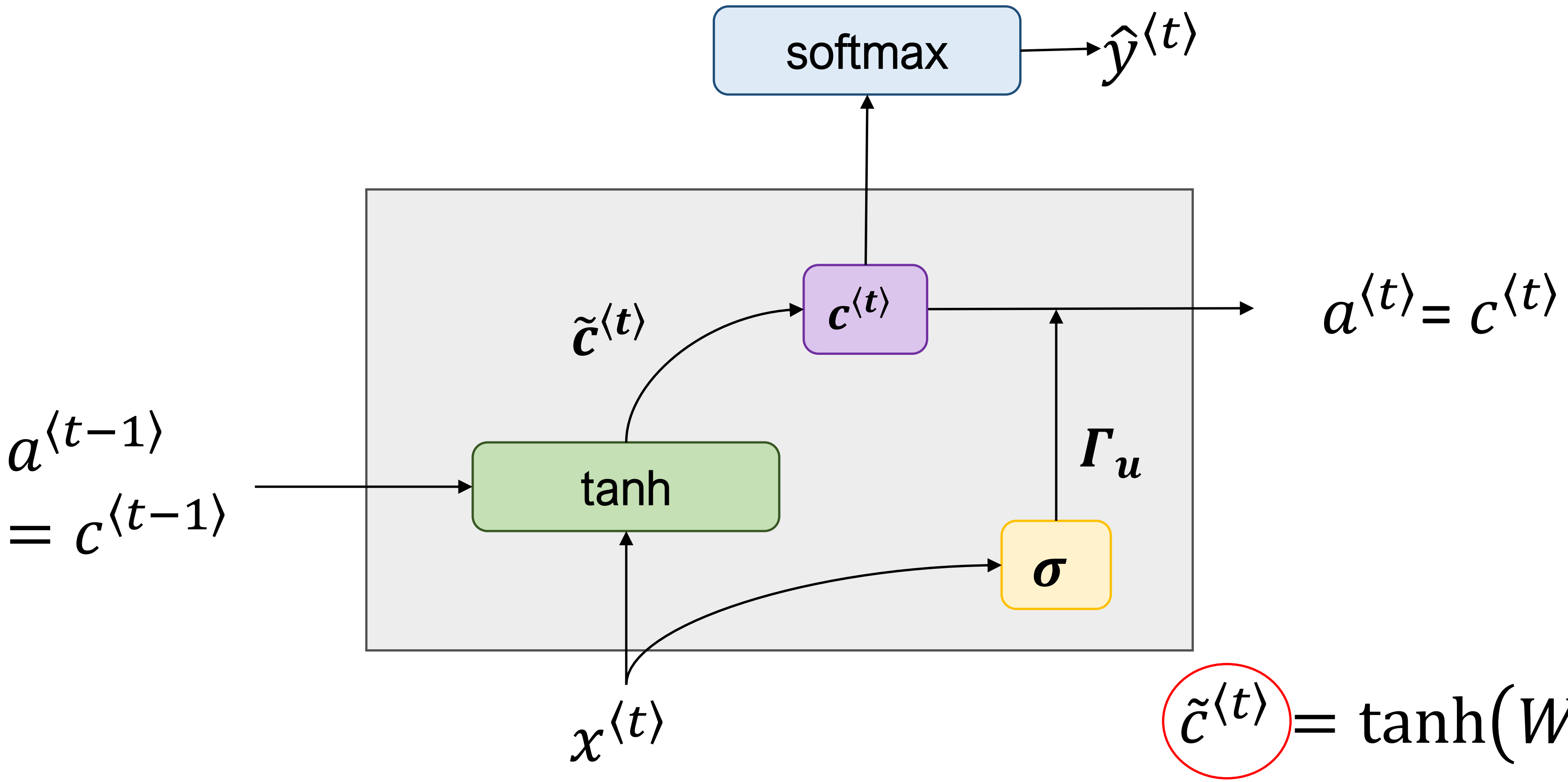
The dogs which already gone were so cute.



$$\tilde{c}^{\langle t \rangle} = \tanh\left(W_c\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_c\right)$$

Güncelleme Geçiti $\Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_u\right)$

$$c^{\langle t \rangle} = \Gamma_u * \tilde{c}^{\langle t \rangle} + (1 - \Gamma_u) * c^{\langle t-1 \rangle}$$



$$\tilde{c}^{\langle t \rangle} = \tanh\left(W_c\left[\Gamma_r * c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_c\right)$$

Güncelleme Geçiti $\Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_u\right)$

İlgililik Geçiti $\boldsymbol{\Gamma_r = \sigma\left(W_r\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_r\right)}$

$$c^{\langle t \rangle} = \Gamma_u * \tilde{c}^{\langle t \rangle} + (1 - \Gamma_u) * c^{\langle t-1 \rangle}$$

$$\tilde{c}^{\langle t \rangle} = \tanh\left(W_c\left[\Gamma_r * c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_c\right) \longrightarrow \tilde{c}^{\langle t \rangle} = \tanh\left(W_c\left[a^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_c\right)$$

Güncelleme Geçiti

$$\Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_u\right) \longrightarrow \Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[a^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_u\right)$$

İlgililik Geçiti

$$\Gamma_r = \sigma\left(W_r\left[c^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_r\right)$$

Unutma Geçiti

$$\Gamma_f = \sigma\left(W_f\left[a^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_r\right)$$

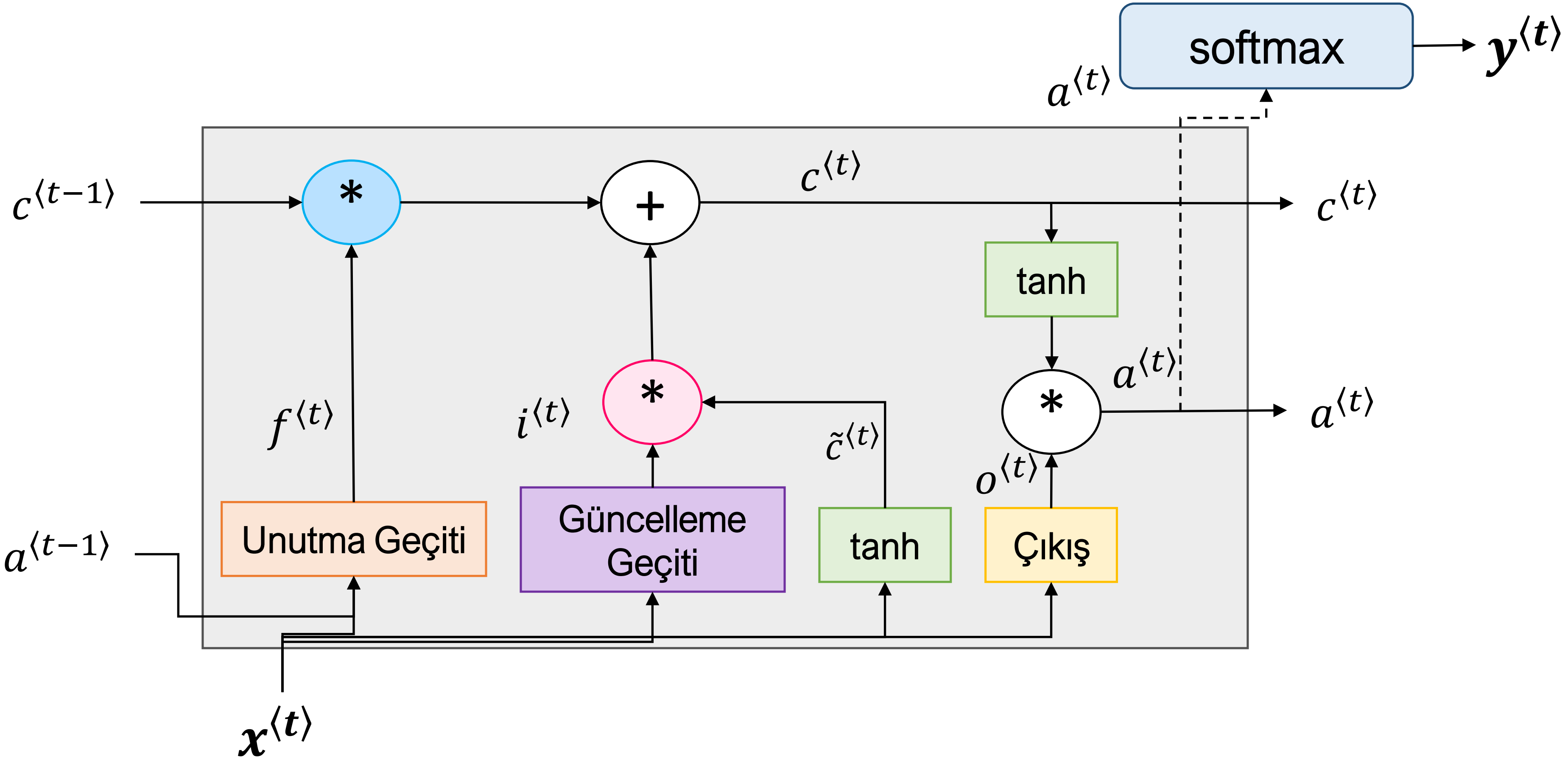
Çıkış

$$\Gamma_o = \sigma\left(W_o\left[a^{\langle t-1 \rangle}, x^{\langle t \rangle}\right] + b_o\right)$$

$$c^{\langle t \rangle} = \Gamma_u * \tilde{c}^{\langle t \rangle} + (1 - \Gamma_u) * c^{\langle t-1 \rangle} \longrightarrow c^{\langle t \rangle} = \Gamma_u * \tilde{c}^{\langle t \rangle} + \left(\Gamma_f\right) * c^{\langle t-1 \rangle}$$

$$\boldsymbol{c^{\langle t \rangle} = a^{\langle t \rangle}}$$

$$\boldsymbol{\Gamma_o * c^{\langle t \rangle} = a^{\langle t \rangle}}$$



$$\tilde{c}^{\langle t\rangle} = \mathbf{tanh}\left(W_c\left[a^{\langle t-1\rangle}, x^{\langle t\rangle}\right] + b_c\right)$$

$$\Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[a^{\langle t-1\rangle}, x^{\langle t\rangle}\right] + b_u\right)$$

$$\Gamma_f = \sigma\left(W_f\left[a^{\langle t-1\rangle}, x^{\langle t\rangle}\right] + b_r\right)$$

$$\Gamma_o = \sigma\left(W_o\left[a^{\langle t-1\rangle}, x^{\langle t\rangle}\right] + b_o\right)$$

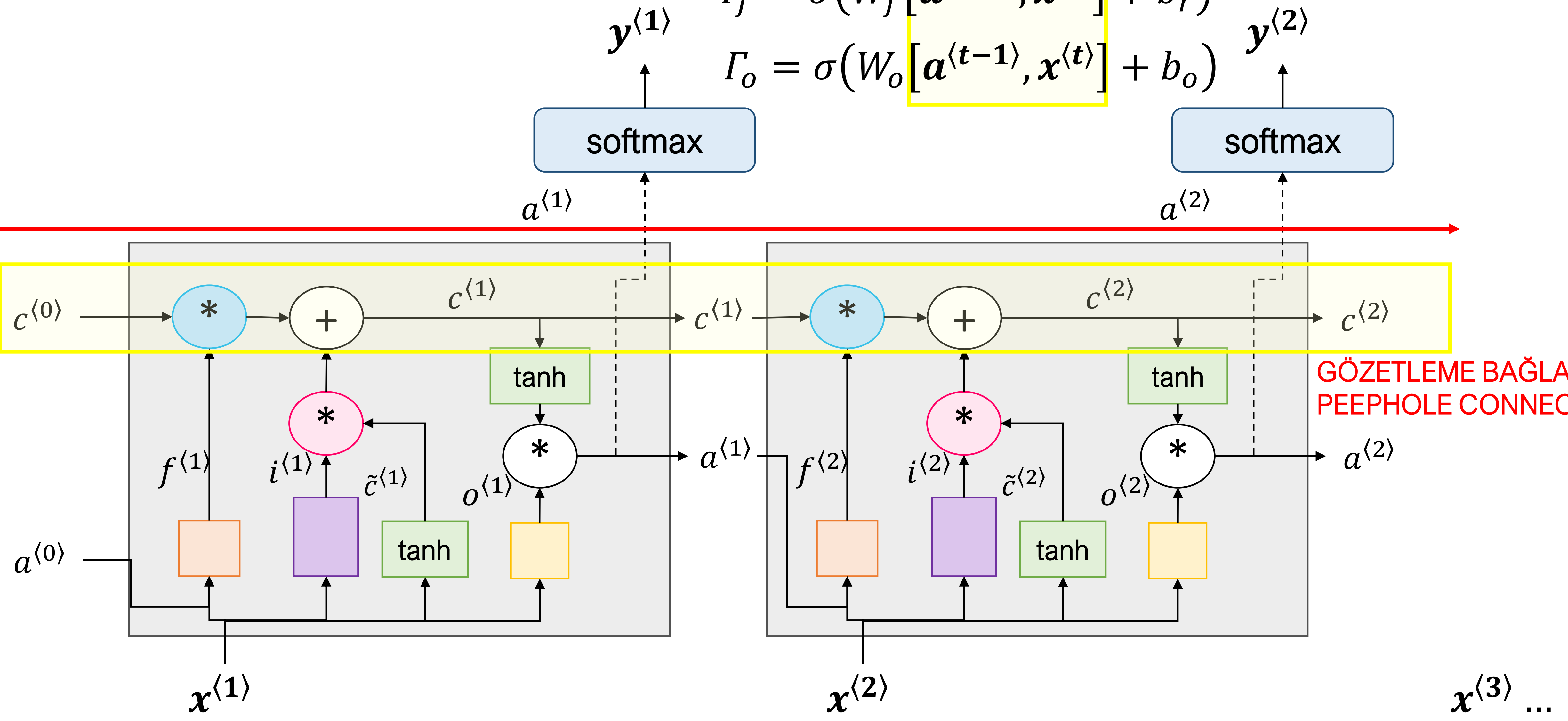
$$c^{\langle t\rangle} = \Gamma_u * \tilde{c}^{\langle t\rangle} + \left(\Gamma_f\right) * c^{\langle t-1\rangle}$$

$$\Gamma_o * c^{\langle t\rangle} = a^{\langle t\rangle}$$

$$\Gamma_u = \sigma\left(W_u\left[\boldsymbol{a}^{\langle t-1\rangle}, \boldsymbol{x}^{\langle t\rangle}\right] + b_u\right)$$

$$\Gamma_f = \sigma\left(W_f\left[\boldsymbol{a}^{\langle t-1\rangle}, \boldsymbol{x}^{\langle t\rangle}\right] + b_r\right)$$

$$\Gamma_o = \sigma\left(W_o\left[\boldsymbol{a}^{\langle t-1\rangle}, \boldsymbol{x}^{\langle t\rangle}\right] + b_o\right)$$



GÖZETLEME BAĞLANTISI
PEEPHOLE CONNECTION

SİYAH BEYAZ KÖPEK BAR ÜZERİNDEN ATLIYOR

PEMBE KIYAFETLİ KIZ HAVADA ZIPLIYOR

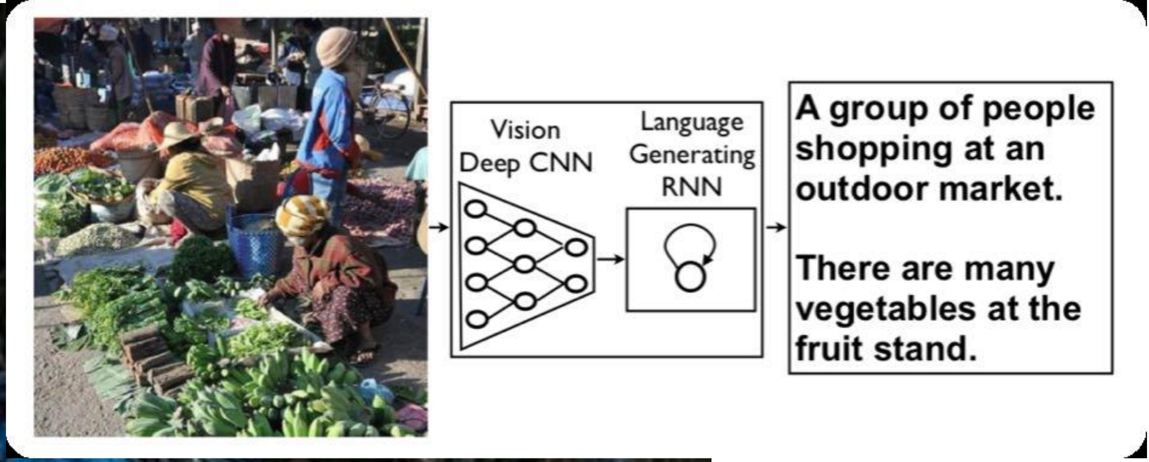
TURUNCU GÜVENLİK YELEĞİ GİYEN YAPI İŞÇİSİ YOLDA ÇALIŞIYOR

MAVİ DALIŞ KIYAFETLİ ADAM DALGA ÜSTÜNDE SÖRF YAPIYOR

İKİ GENÇ KIZ LEGO OYUNCAĞI İLE OYNUYOR

SİYAH TİŞÖRT GİYEN ADAM GİTAR ÇALIYOR

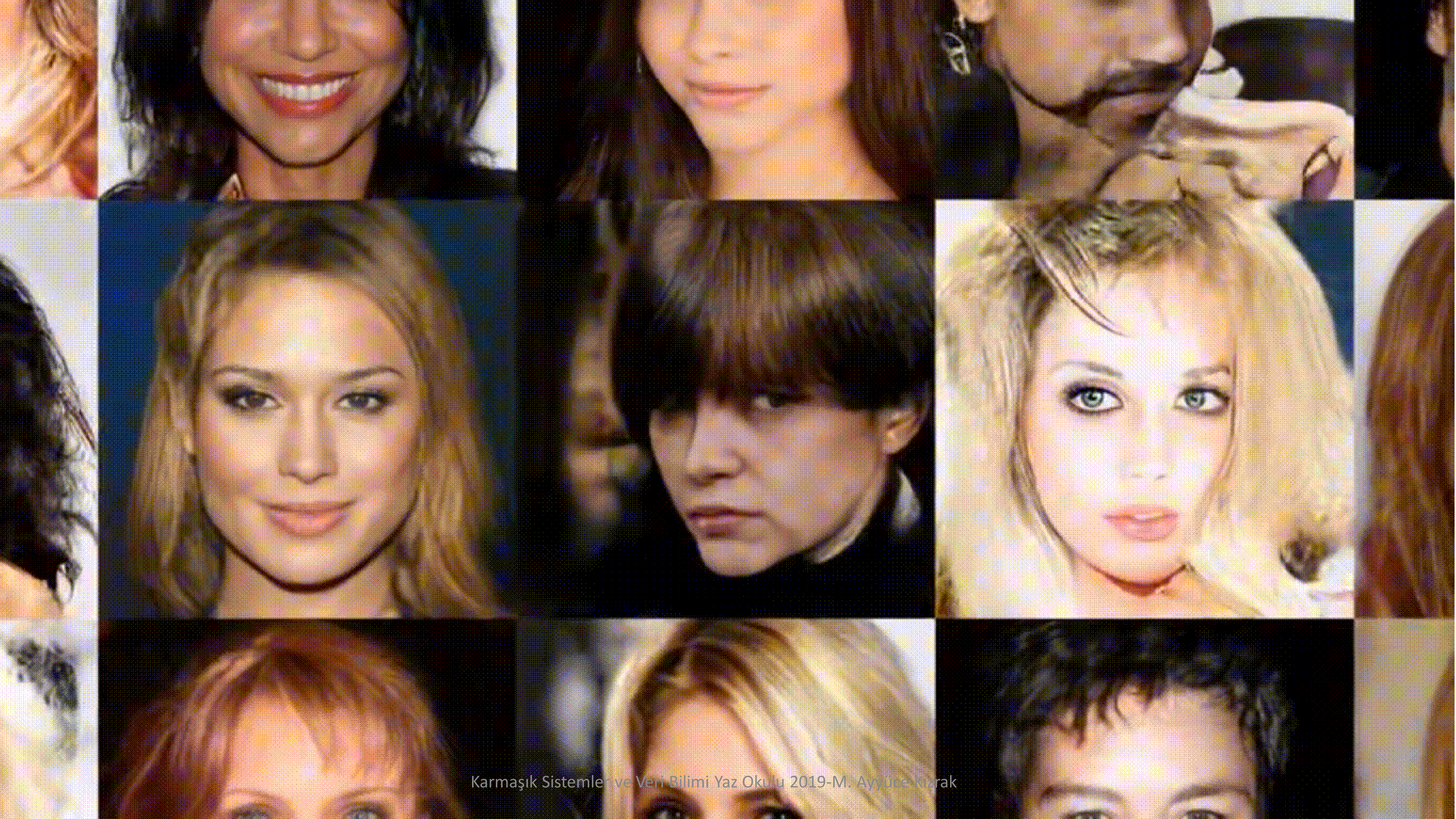
Deep Visual-Semantic Alignments for Generating Image Descriptions, CVPR 2015
Andrej Karpathy Li Fei-Fei, Department of Computer Science, Stanford University

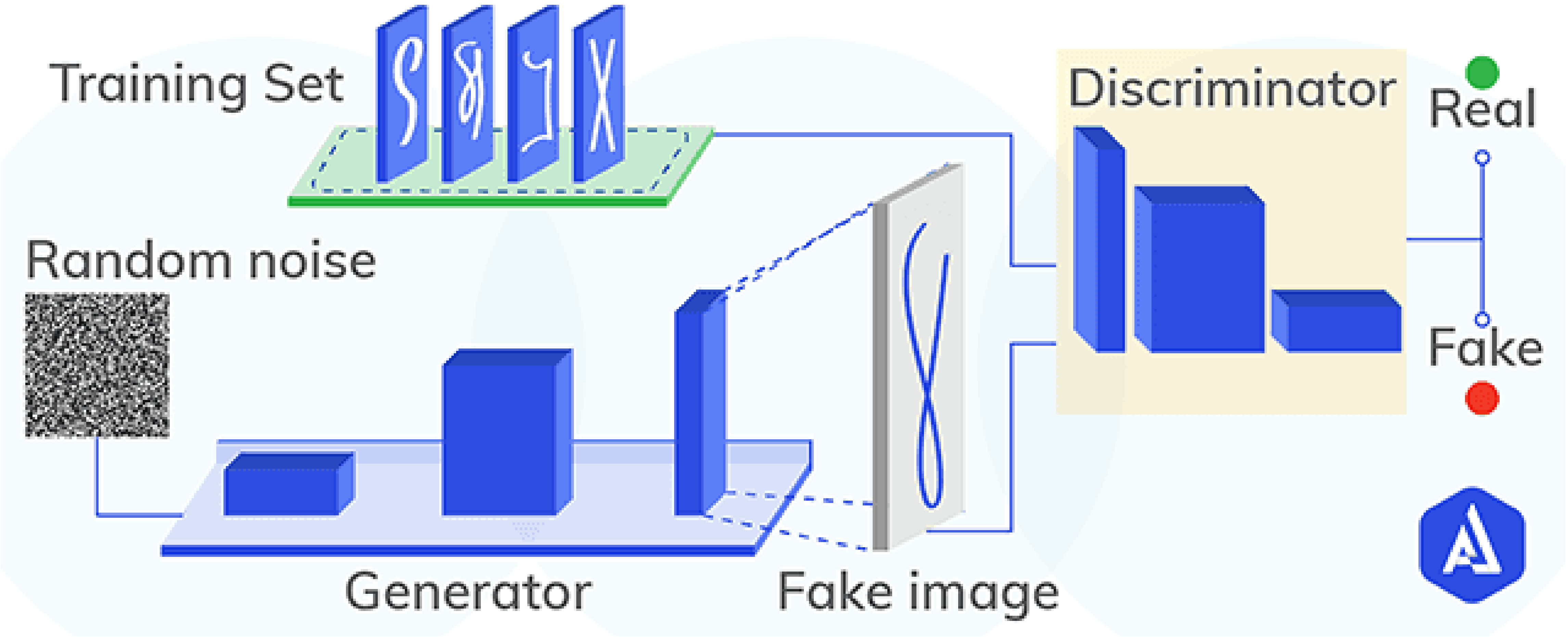


M. Kuyu, A. Erdem ve E. Erdem. Altsözcük Öğeleri ile Türkçe Görüntü Altyazılama. SİU 2018

Yarış pistinde virajı almakta olan bir yarış arabası

ÜRETİCİ ÇEKİŞMELİ AĞLAR

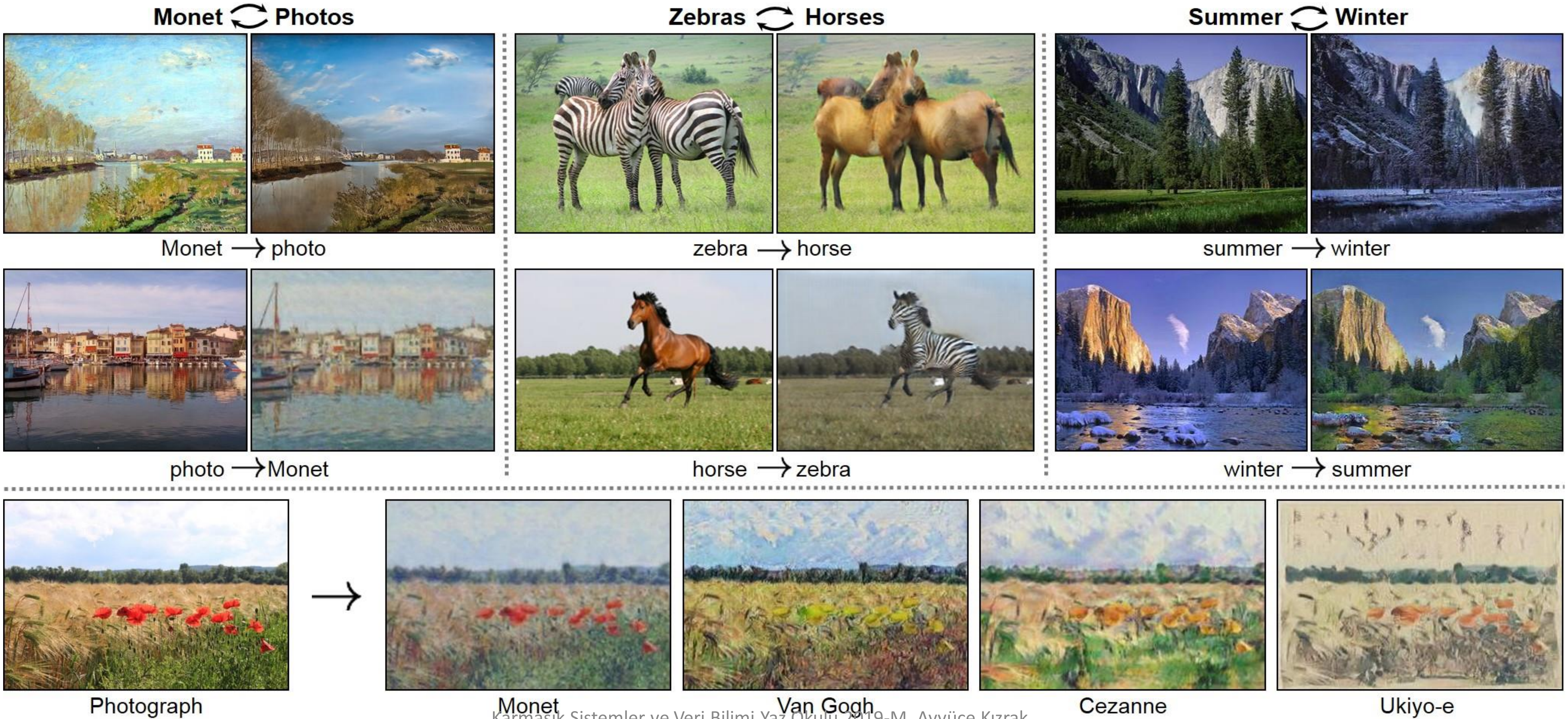



Training Set
Random noise
Generator
Fake image
Discriminator
Real
Fake

YAPAY ZEKA’NIN 3 SENELİK GELİŞİMİ

The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation


STİL TRANSFERİ



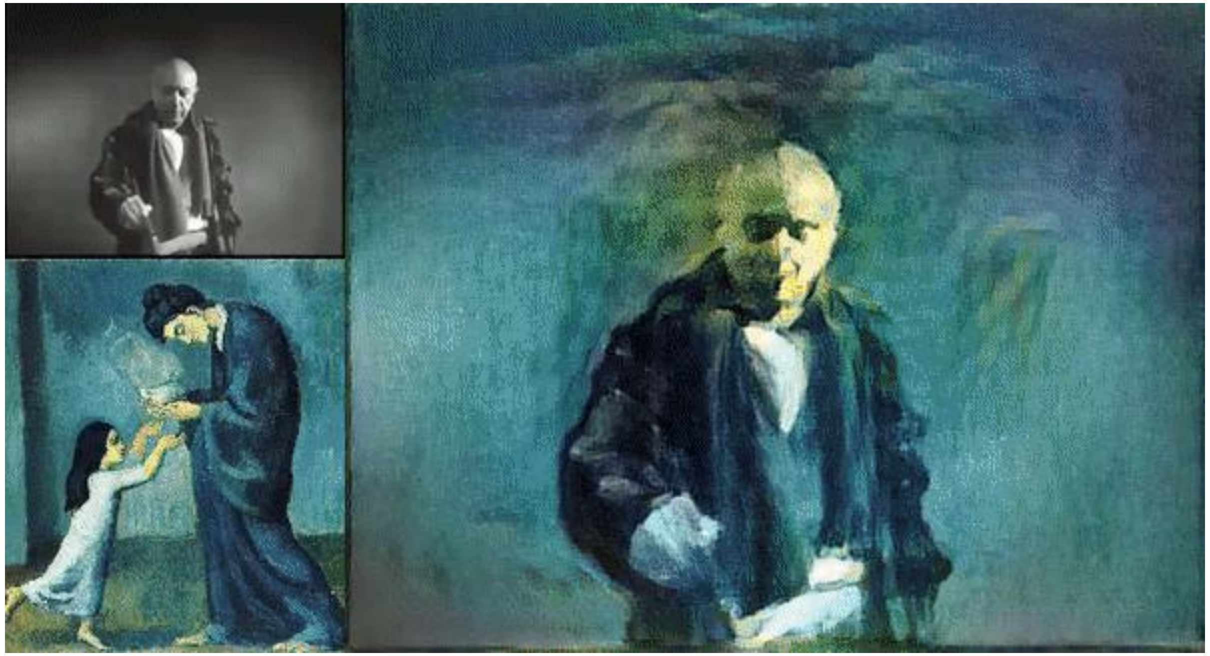
Derin Öğrenme ile Artistik Stil Transferi

You highlighted

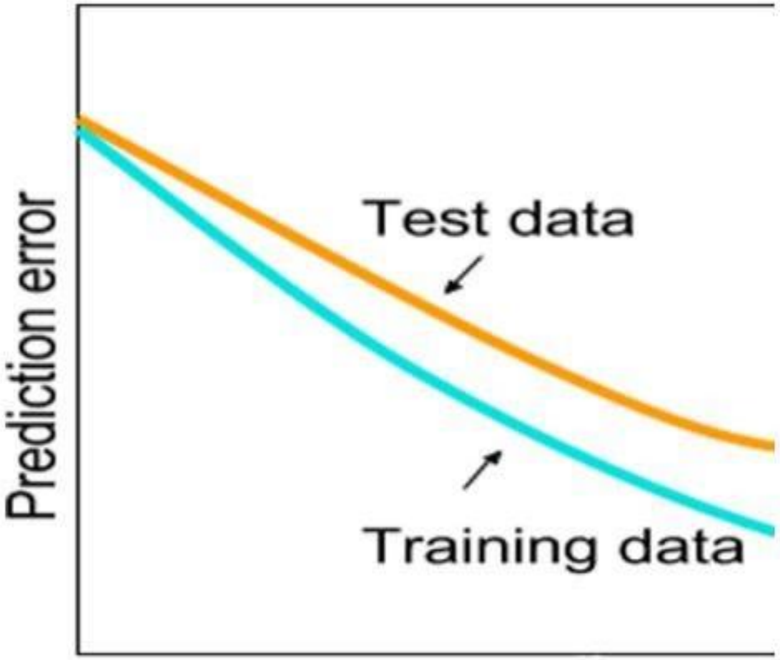
🎨 Çektiğiniz fotoğrafın ya da çizdiğiniz bir resmi tüm zamanların sizce en başarılı ressamı resmetseydi neye benzerdi, merak etmez misiniz?

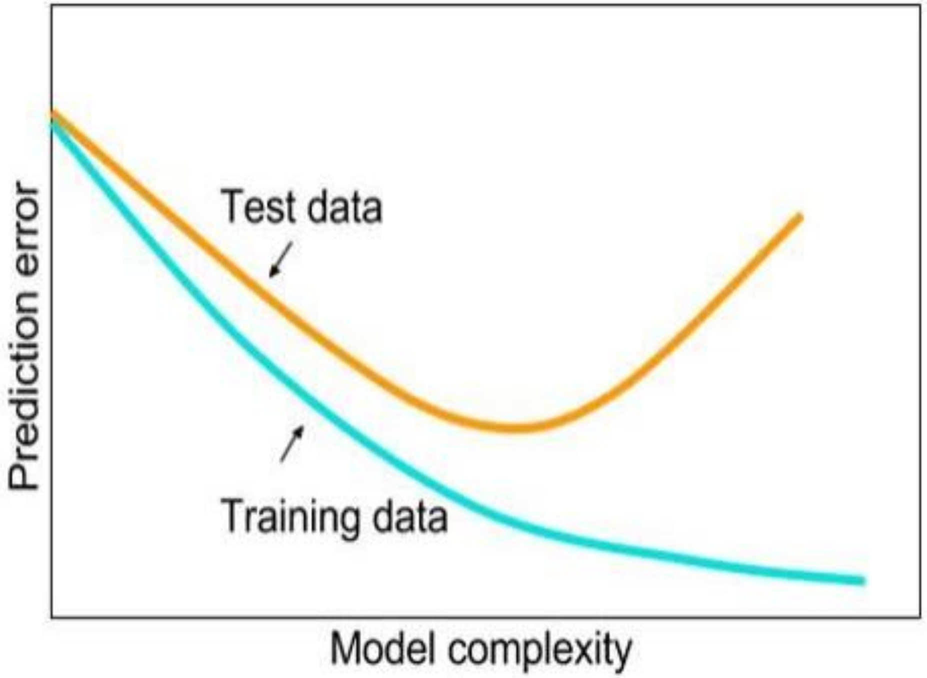
Ayyüce Kızrak
Nov 26, 2018 · 7 min read

> ***Peki bu, sanatçıyı kopyalamak mıdır, ölümsüzleştirmek midir?***

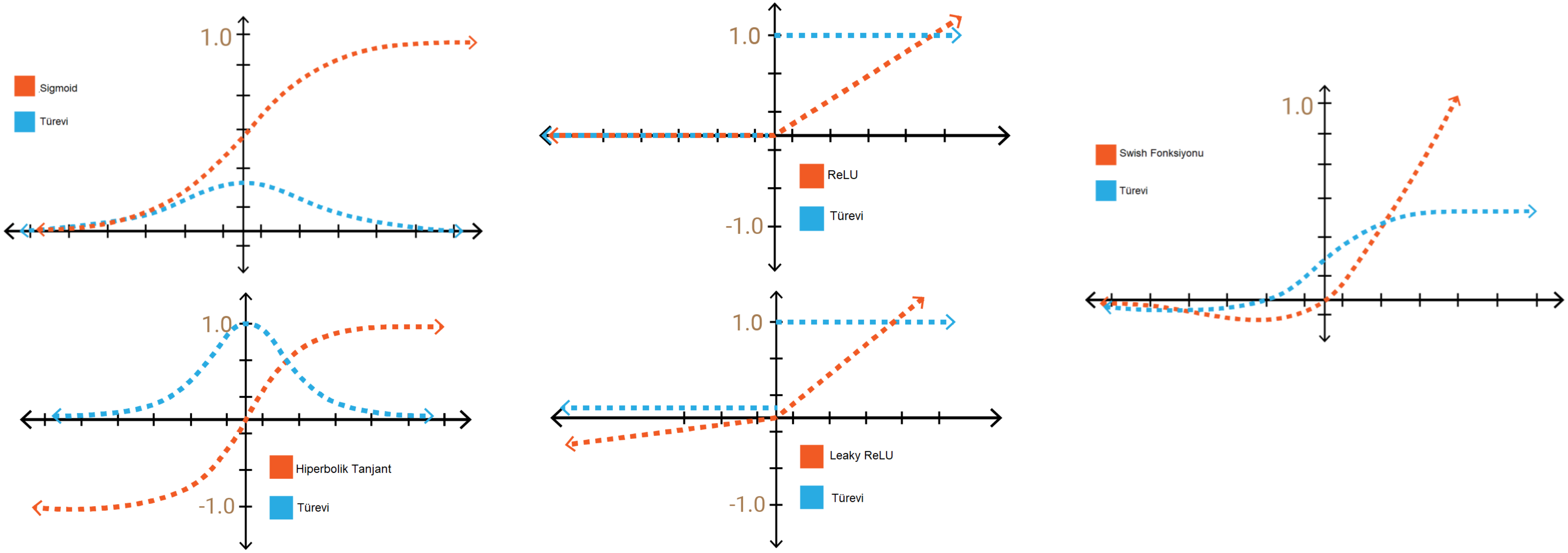


DERİN ÖĞRENME VE KARMAŞIK SİSTEMLER


Test data
Training data
Prediction error

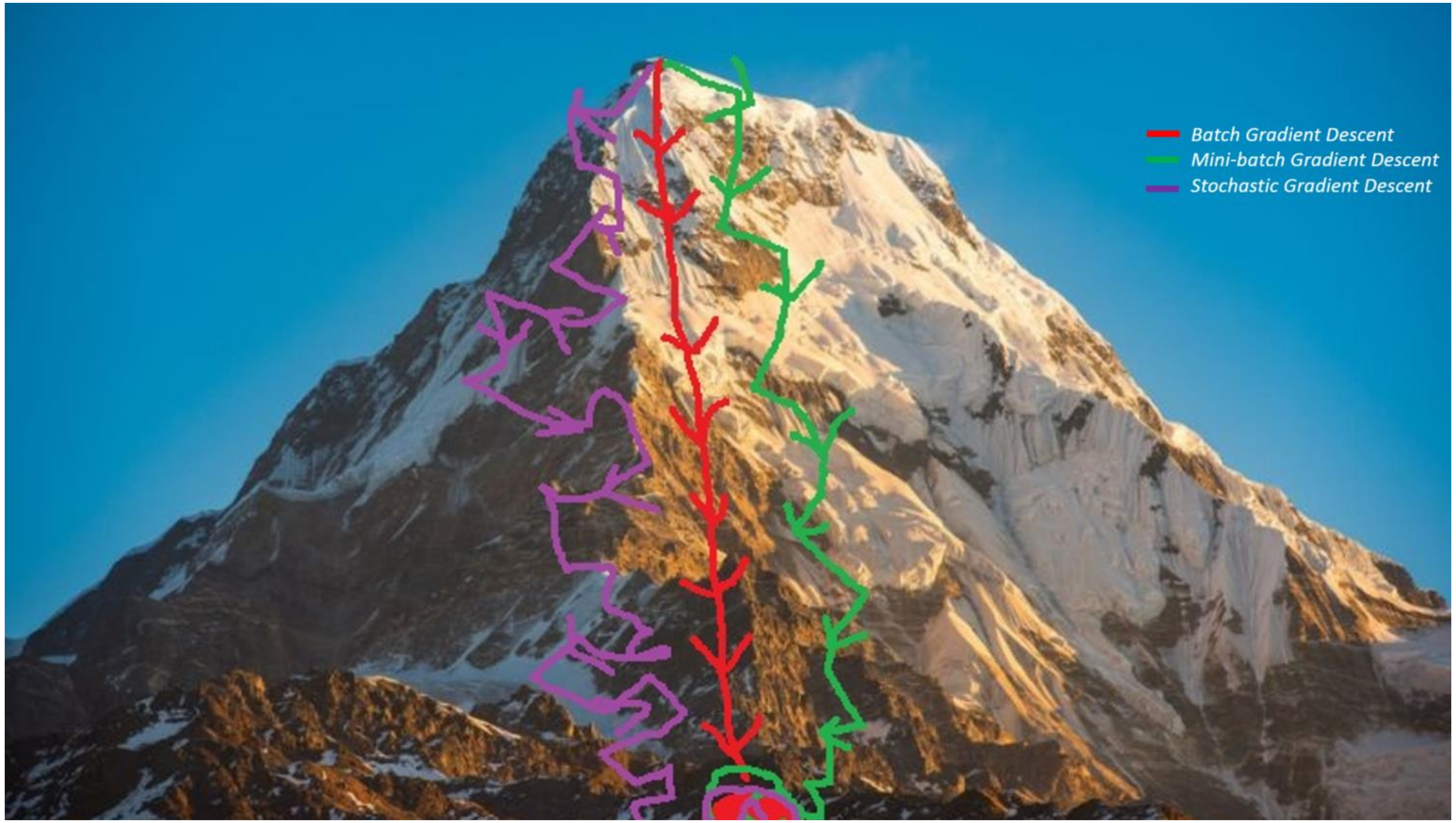

Test data
Training data
Prediction error
Model complexity


Aktivasyon Fonksiyonunun Doğru Seçilmesi



ÇÖZÜM: İŞLEM YÜKÜNÜ ÇOK ARTIRMADAN EN İYİ ÖĞRENEN FONKSİYONU BELİRLEMEK

Optimizasyon Yönteminin Seçilmesi

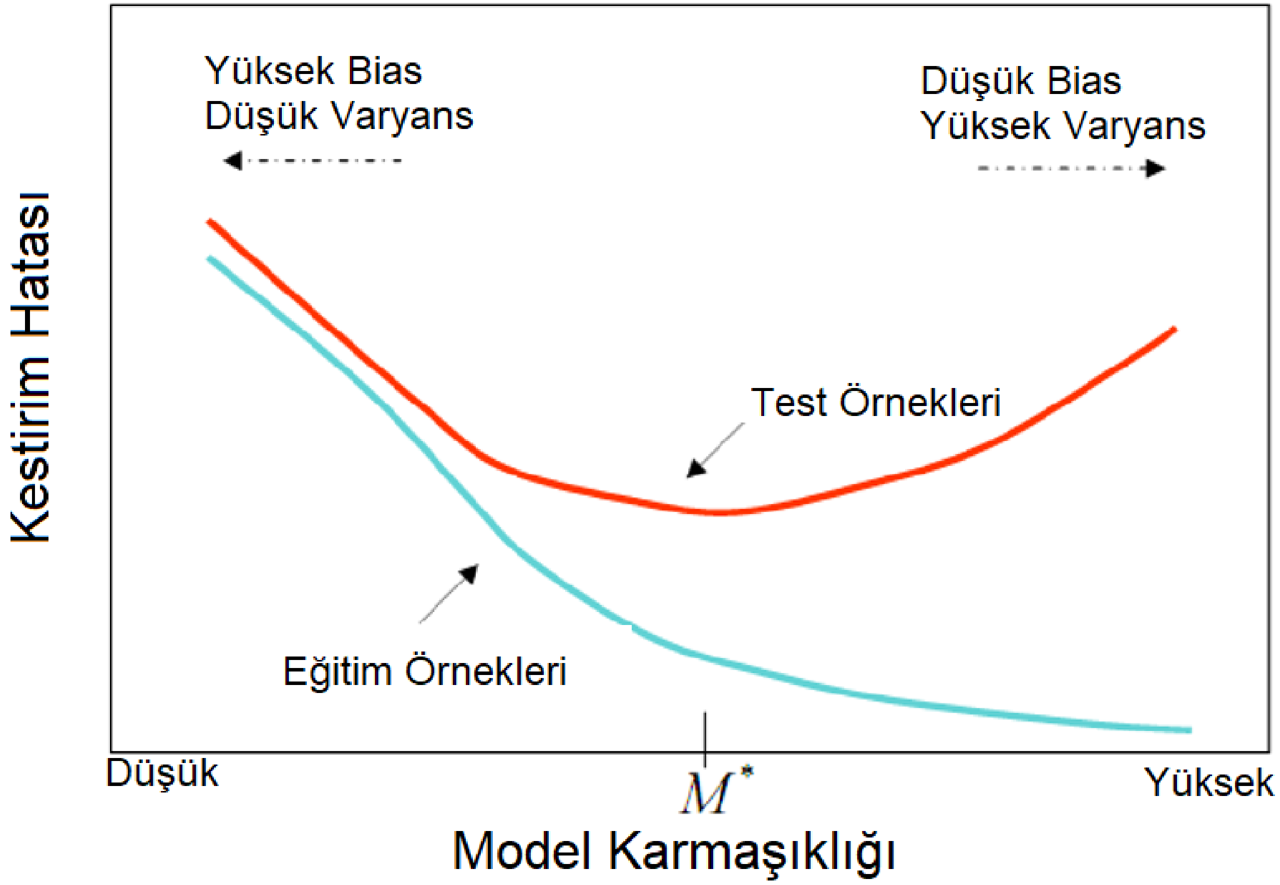


ÇÖZÜM: ÖDÜNLEŞİM

Bias vs. Variance

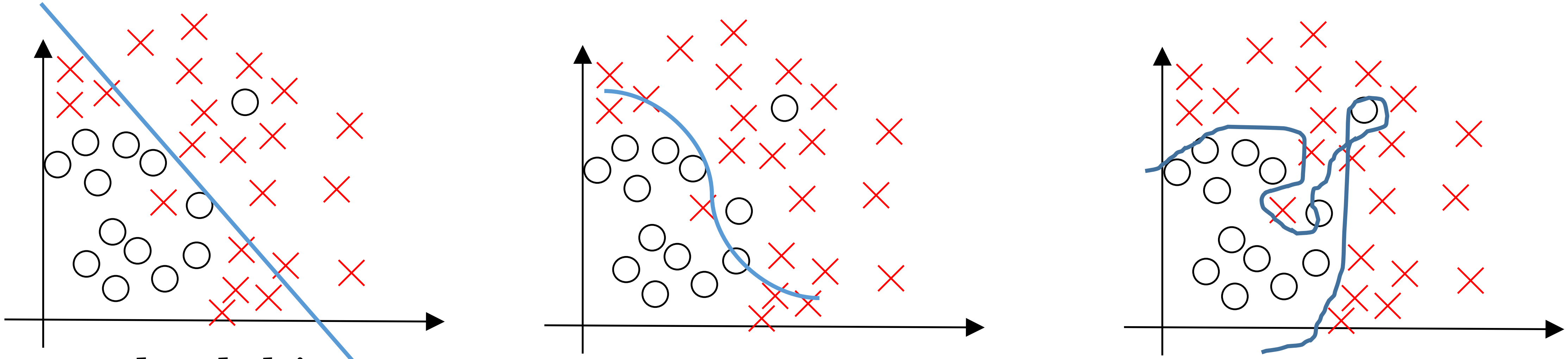
ÇÖZÜM: GENELLEŞTİRİLEBİLİR, AÇIKLANABİLİR VE BAŞARILI BİR MODEL

Bias vs. Variance



ÇÖZÜM: GENELLEŞTİRİLEBİLİR, AÇIKLANABİLİR VE BAŞARILI BİR MODEL

Bias vs. Variance



yüksek bias — Az Uydurma

“tam kararında”

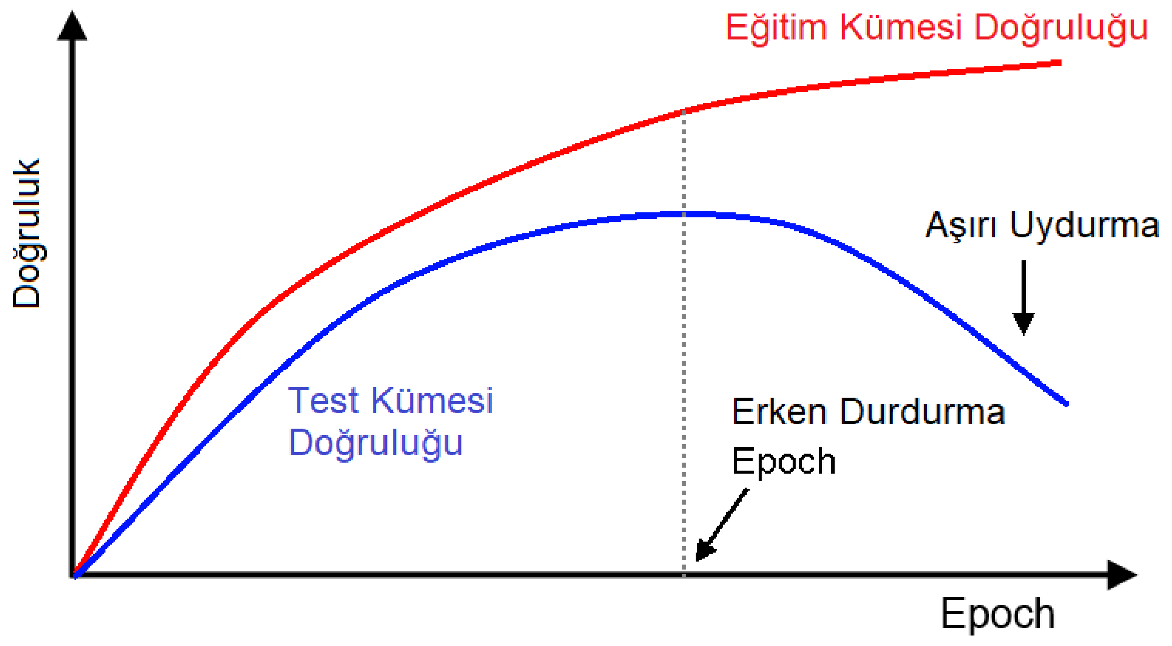
yüksek varyans — Aşırı Uydurma

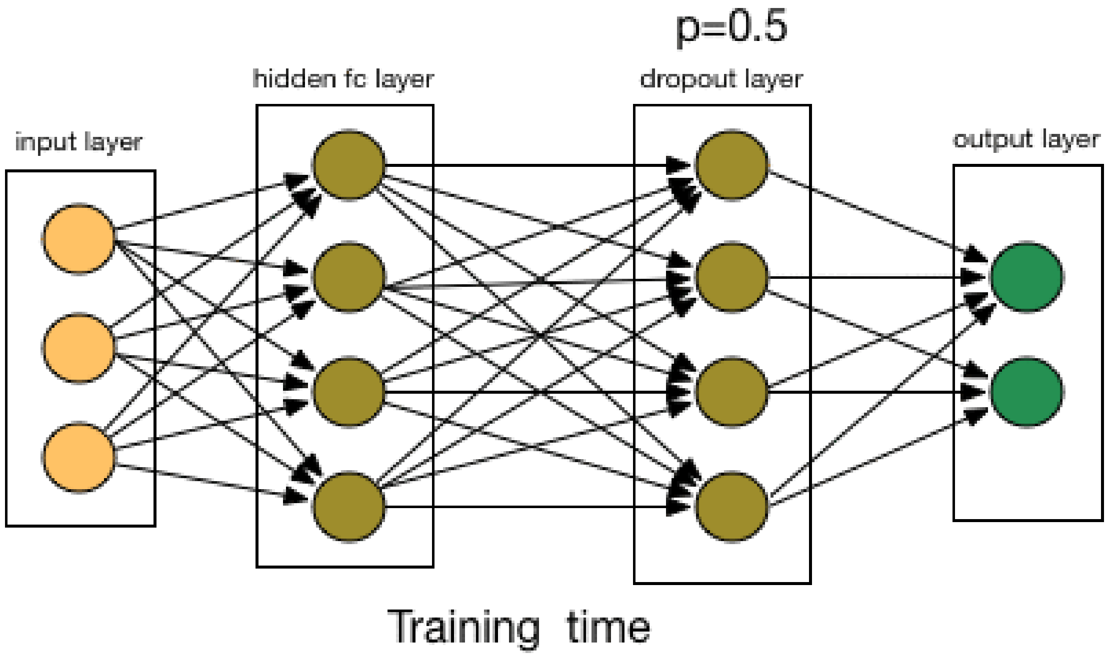
Bias = modelin tahminlerindeki sistematik hata.

Variance = eğitim setinde örnekleme gürültüsü tahminlerdeki gürültüye ne neden olur.

ÇÖZÜM: GENELLEŞTİRİLEBİLİR, AÇIKLANABİLİR VE BAŞARILI BİR MODEL

Aşırı uydurma- Az uydurma (Overfitting vs. Underfitting)





ÇÖZÜM: SEYRELTME-ERKEN DURDURMA-GÜRÜLTÜ EKLEME

Yapay Öğrenme Modeli Geliştirme Püf Noktaları El Özeti

🔥Yapay Öğrenme Modeli Geliştirirken Genellikle Karşılaşılan Problemler ve Olası Çözümleri🍀

Developer Summit 2019 organizasyonunda yapmış olduğum sunumu öylece paylaşmak yerine kaynaklarla destekleyerek bir özet sunmak istedim. Hem katılamayanlar için de belki 📚 **"hap bilgi"** 💊 dediğimiz bir yönlendirme olur diye düşündüm. Elbette ki her bir başlık kendi başına uzun uzun anlatılabilir ve zengin içeriğe sahiptir. Bu kaynak, ihtiyacı olanları hızlıca yönlendirmek için hazırlanmıştır. Verdiğim bağlantıları takip ederek uygulamalı deneylerine ve daha açıklamalı kaynaklara da ulaşabilirsiniz!

💾 **Tek sayfa *Yapay Öğrenme Modeli Geliştirme Püf Noktaları El Özeti*'ni indirmek için PDF veya PNG tıklayınız!**

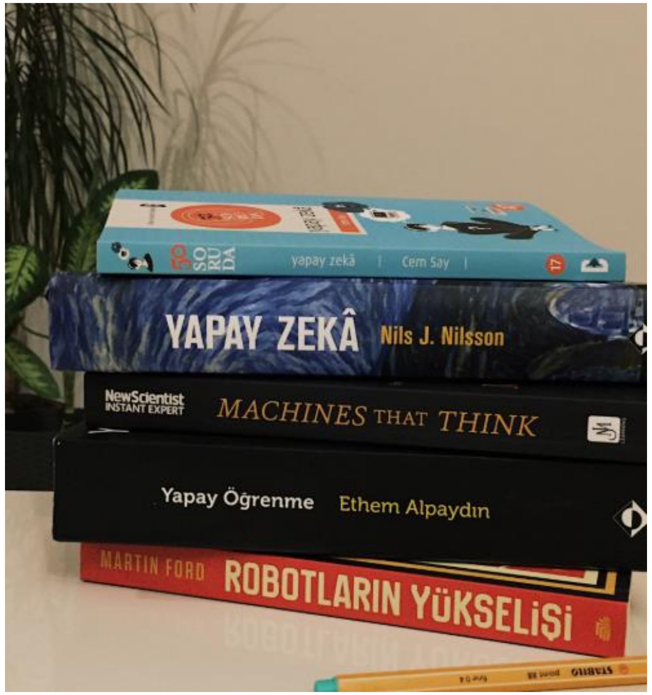
🌈 **Aktivasyon Fonksiyonları için detaylı açıklama ve Google Colab üzerinde uygulama örneği**

🎬 **Aktivasyon Fonksiyonları için videolu anlatım**

🎯 **Optimizasyon Algoritmalarının Uygulamalı Karşılaştırılması**

👽 **Transfer Öğrenme için detaylı açıklama ve uygulama örnekleri**

GENEL KÜLTÜR OKUMA ÖNERİLERİ



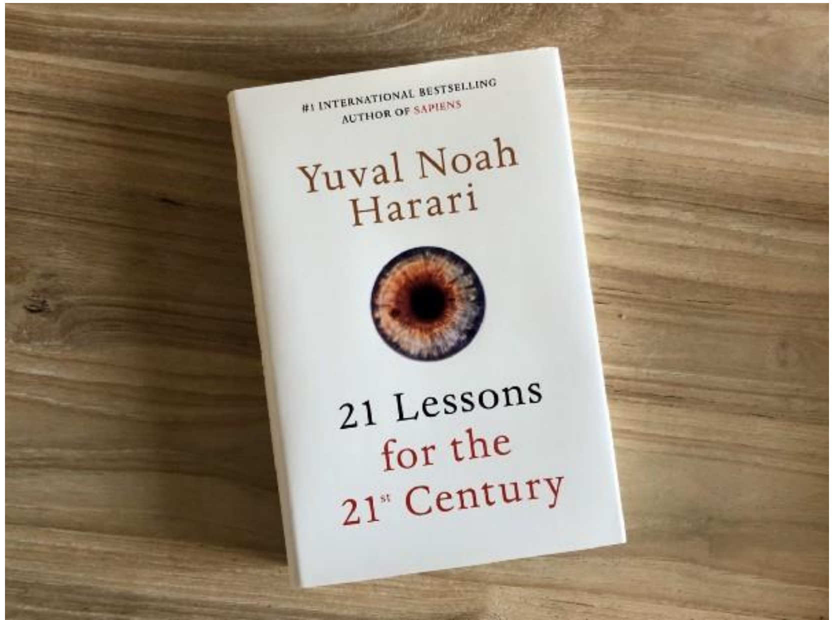
Okuma Önerileri 📚 ☕ Reading List

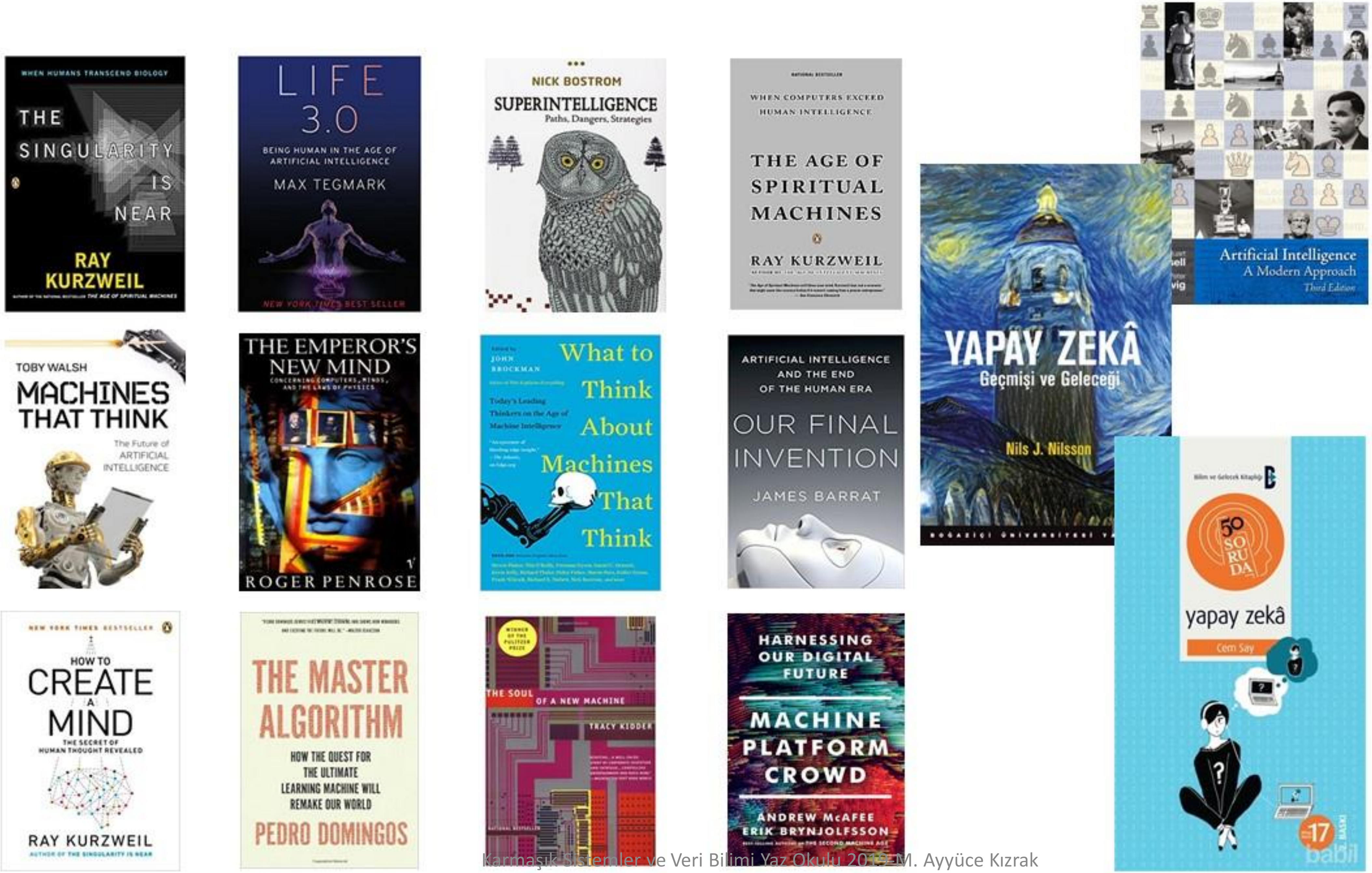
Ayyüce Kızrak
Mar 31 · 7 min read

"Bilimi açıklamamak bana ahlaksızlık gibi geliyor, aşık olunca bunu tüm dünyaya duyurmak istersiniz."

"Not explaining science seems to me perverse. When you're in love, you want to tell the world."

~Carl Sagan




WHEN HUMANS TRANSCEND BIOLOGY
THE SINGULARITY IS NEAR
RAY KURZWEIL
LIFE 3.0
BEING HUMAN IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
MAX TEGMARK
NEW YORK TIMES BEST SELLER
NICK BOSTROM
SUPERINTELLIGENCE
Paths, Dangers, Strategies
WHEN COMPUTERS EXCEED HUMAN INTELLIGENCE
THE AGE OF SPIRITUAL MACHINES
RAY KURZWEIL
YAPAY ZEKÂ
Geçmişi ve Geleceği
Nils J. Nilsson
BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ
Artificial Intelligence
A Modern Approach
Third Edition
TOBY WALSH
MACHINES THAT THINK
The Future of ARTIFICIAL INTELLIGENCE
THE EMPEROR'S NEW MIND
CONCERNING COMPUTERS, MINDS, AND THE LAWS OF PHYSICS
ROGER PENROSE
JOHN BROCKMAN
What to Think About Machines That Think
Today's Leading Thinkers on the Age of Machine Intelligence
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE END OF THE HUMAN ERA
OUR FINAL INVENTION
JAMES BARRAT
50 SORUDA
yapay zekâ
Cem Say
17
babil
NEW YORK TIMES BESTSELLER
HOW TO CREATE A MIND
THE SECRET OF HUMAN THOUGHT REVEALED
RAY KURZWEIL
THE MASTER ALGORITHM
HOW THE QUEST FOR THE ULTIMATE LEARNING MACHINE WILL REMAKE OUR WORLD
PEDRO DOMINGOS
THE SOUL OF A NEW MACHINE
TRACY KIDDER
HARNESSING OUR DIGITAL FUTURE
MACHINE PLATFORM CROWD
ANDREW McAFEE
ERIK BRYNJOLFSSON

Karmaşık Sistemler ve Veri Bilimi Yaz Okulu

TEŞEKKÜRLER

www.ayyucekizrak.com

M. AYYÜCE KIZRAK