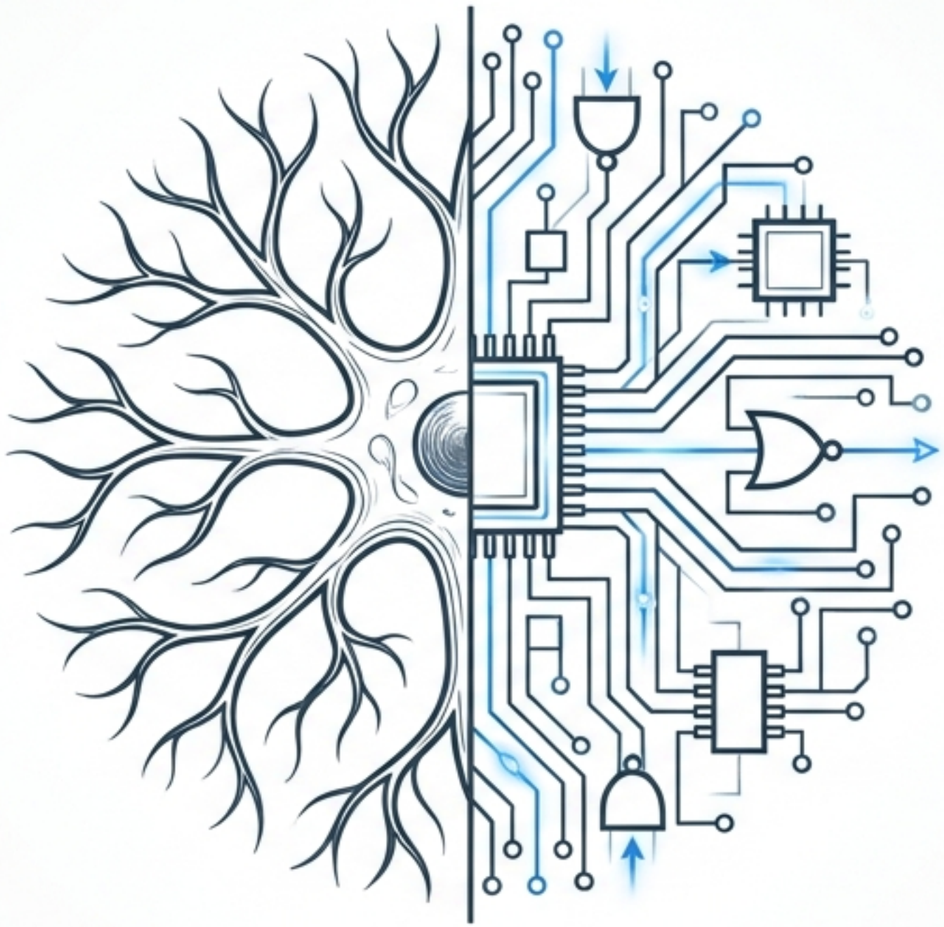
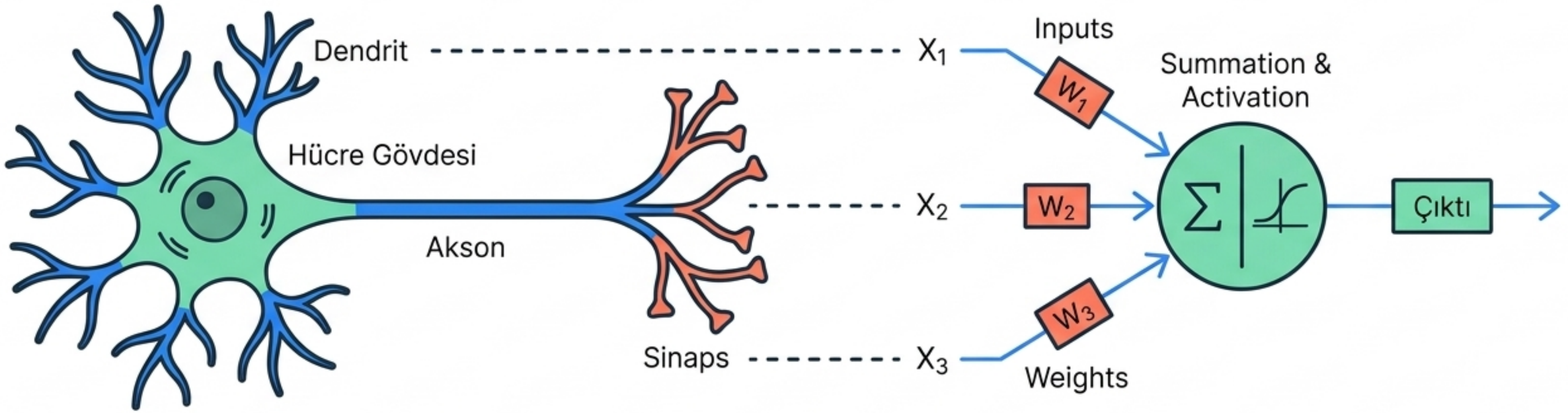


Yapay Sinir Ağları: Zekanın Mimarisi

Biyolojik ilhamdan matematiksel modellere, öğrenen sistemlerin anatomisi.

Gemini Notebook

Biyolojik İlhamdan Matematiksel Modele



Dendrit -> Girdiler (Inputs)

Dış dünyadan veya diğer hücrelerden gelen bilgi toplayıcılar.

Sinaps -> Ağırlıklar (Weights)

Bağlantıların gücünü ve bilginin önemini belirleyen filtreler.

Hücre Gövdesi -> Toplama ve Aktivasyon

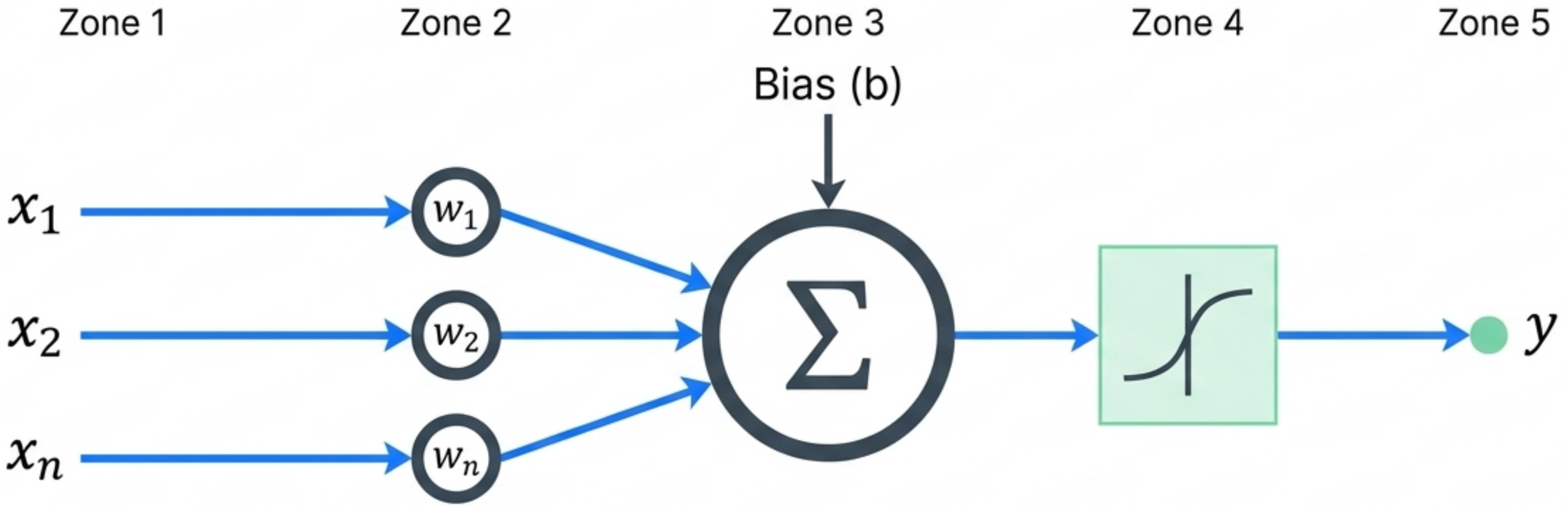
Gelen sinyalleri birleştiren ve işleyen işlem merkezi.

Akson -> Çıktı (Output)

İşlenmiş nihai kararı bir sonraki hücreye ileten taşıyıcı.

Gemini Notebook

Bir Yapay Sinir Hücresinin Anatomisi



1. Girdiler (x): Hücreye ulaşan ham veriler.

2. Ağırlıklar (w): Verilerin önem derecesiyle çarpılması.

3. Toplama (∑): Tüm ağırlıklı girdilerin ve Bias'ın toplanması.

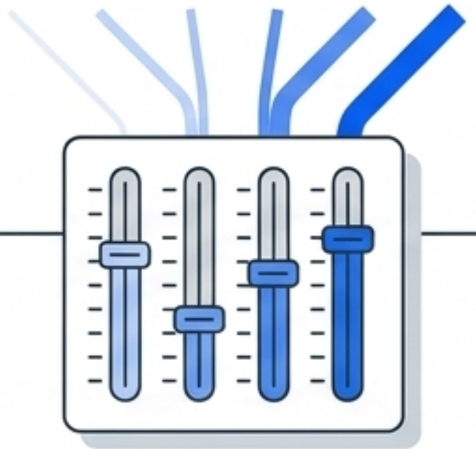
4. Aktivasyon (f): Toplam değerin süzgeçten geçirilmesi.

5. Çıktı (y): Hücrenin ürettiği nihai karar.

$$y = f\left(\sum w_i x_i + b\right)$$

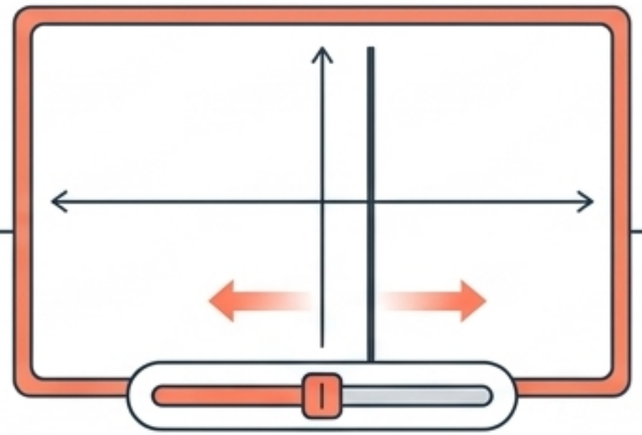
Gemini Notebook

Ağırlıklar ve Bias Gerçekte Ne Yapar?



Ağırlıklar (Weights - w) = Önem Derecesi

- Her girdinin karar üzerindeki etkisini belirler.
- Büyük ağırlık = Güçlü etki ve yüksek önem.
- YSA'nın hafızasıdır; öğrenilen bilgi aslında ağdaki ağırlıkların değerlerinde saklanır.



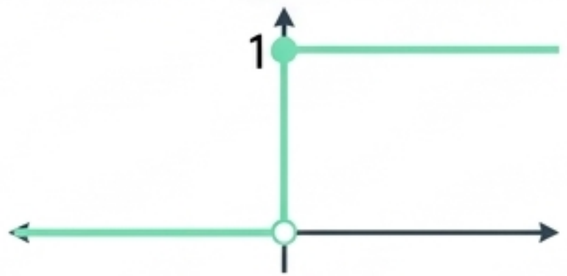
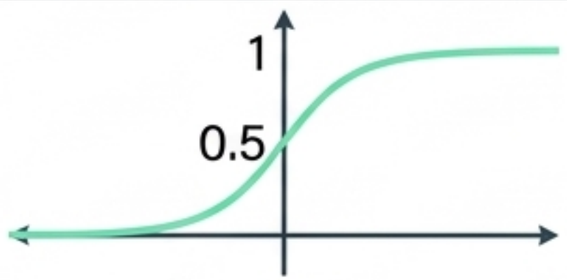
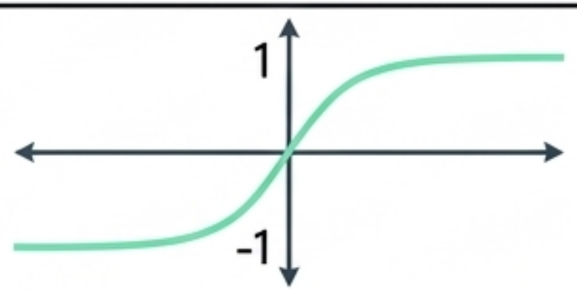
Bias (b) = Esneklik ve Eşik

- Aktivasyon fonksiyonunu sağa veya sola kaydırır (shift).
- Girdilerin toplamı sıfır olsa bile hücrenin öğrenmeye devam edebilmesini sağlar.
- Ağa kendi doğrusunu bulması için matematiksel bir hareket alanı tanır.

Gemini Notebook

Aktivasyon Fonksiyonları: Ağa Zeka Katan Filtreler

Neden Gerekli? Ağa doğrusal olmama (non-linearity) özelliği katar. Bu sayede sadece düz çizgilerle değil, karmaşık eğrilerle problem çözülebilir.

Fonksiyon & Formül	Grafik Şekli	Kullanım Amacı
Adım (Step) $f(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq 0 \\ 0 & \text{if } x < 0 \end{cases}$		Çıktı sadece 1 veya 0'dır. Basit evet/hayır ikili sınıflandırmaları için uygundur.
Sigmoid $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$		Değerleri 0 ile 1 arasına sıkıştırır. Olasılık hesaplamaları için (örneğin %85 ihtimal) idealdir.
Tanjant Hiperbolik (Tanh) $f(x) = \tanh(x)$		Sıfır merkezlidir, negatif ve pozitif değerleri ayrıştırmada etkilidir.

Gemini Notebook

Ağ Mimarisi: Katmanların Birleşimi

Katmanların Görevleri

Giriş Katmanı

Dış dünyadan ham veriyi ağa ileten alıcı noktalar.

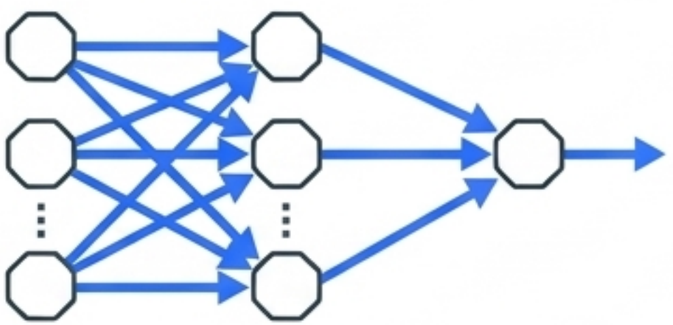
Ara (Gizli) Katmanlar

Veriyi işler. Katman ve hücre sayısı arttıkça ağın karmaşık problem çözme kapasitesi artar.

Çıkış Katmanı

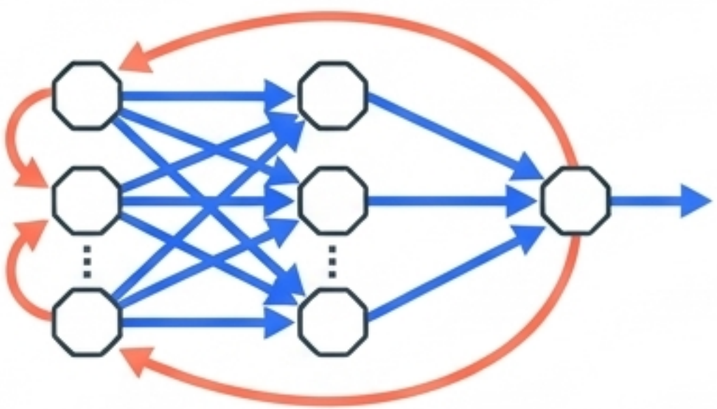
İşlenmiş bilgiden nihai tahmini veya kararı üreten nokta.

Bağlantı Topolojileri



İleri Beslemeli (Feed-forward)

Bilgi sadece tek yönde akar. Katmanlar arası geri dönüş yoktur.



Geri Beslemeli (Feedback)

Hücre çıktıları sadece ileriye değil, hafıza gerektiren işlemler için önceki katmanlara veya kendine dönebilir.

Gemini Notebook

Öğrenme Motoru: 4 Adımlık Döngü



1. İleri Yayılım (Forward)

Veri ağdan baştan sona geçer, sistem bir 'tahmin' üretir.

2. Hata Hesaplama (Loss)

Tahmin edilen sonuç ile beklenen gerçek sonuç karşılaştırılır.

3. Geri Yayılım (Backward)

Hatanın sorumluluğu zincir kuralı ile sondan başa doğru geriye taşınır.

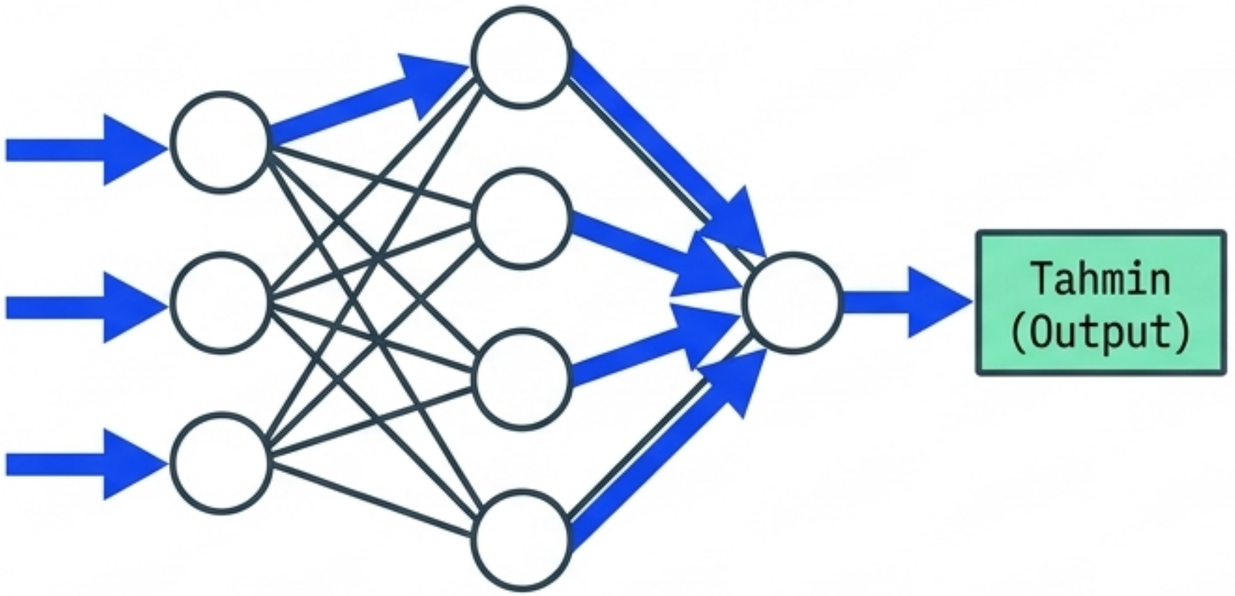
4. Ağırlık Güncelleme

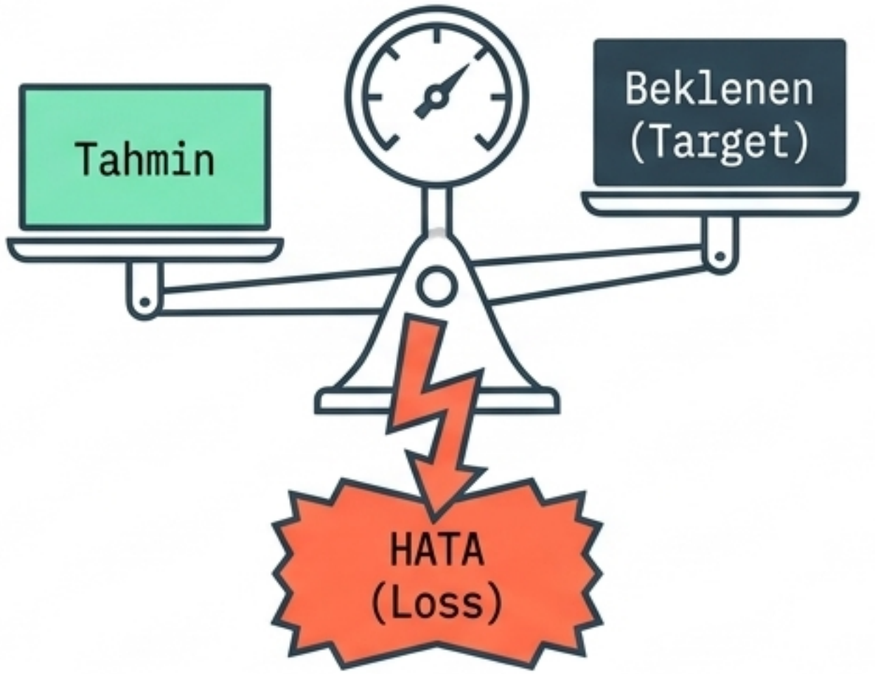
Ağ, hatayı sıfıra yaklaştırmak için bağlantı güçlerini (w) ayarlar.

Not: Bu döngü (Epoch) binlerce kez tekrarlanarak ağın öğrenmesi sağlanır.

Gemini Notebook

Adım 1 ve 2: Tahmin ve Hata





İleri Yayılım (Tahmin Üretimi)

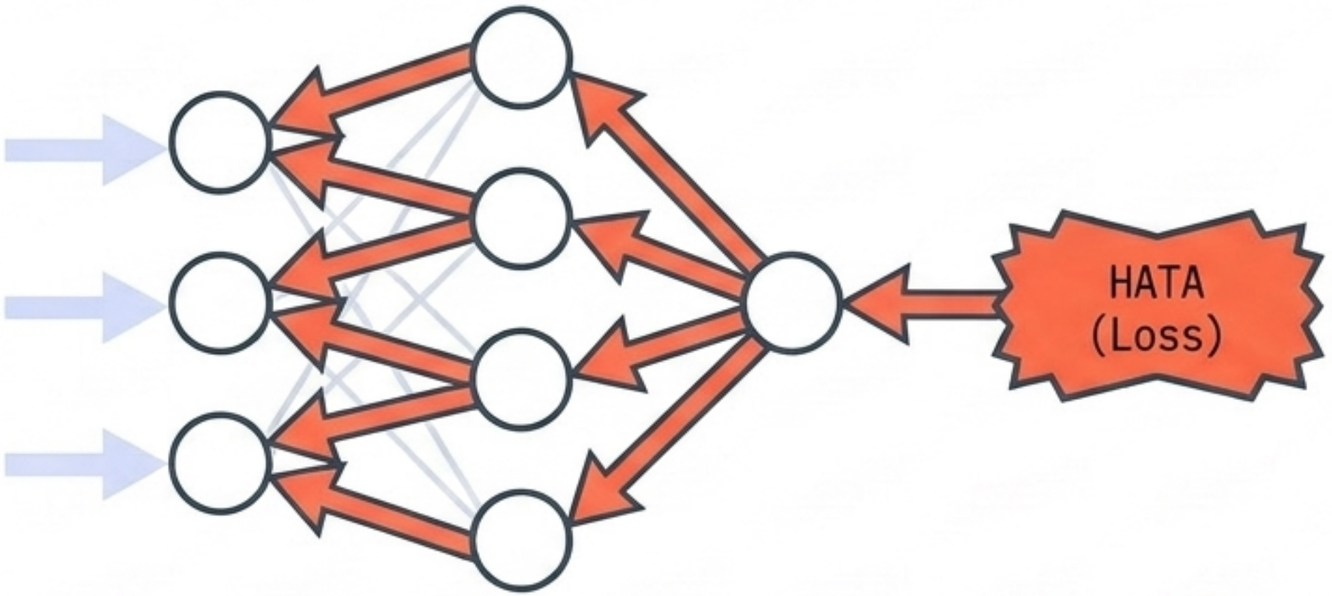
- Ham veri giriş katmanından girer.
- Gizli katmanlardaki milyarlarca ağırlık ile çarpılıp toplanır.
- Ağ, elindeki mevcut ağırlıklara dayanarak matematiksel olarak en iyi tahminini yapar.

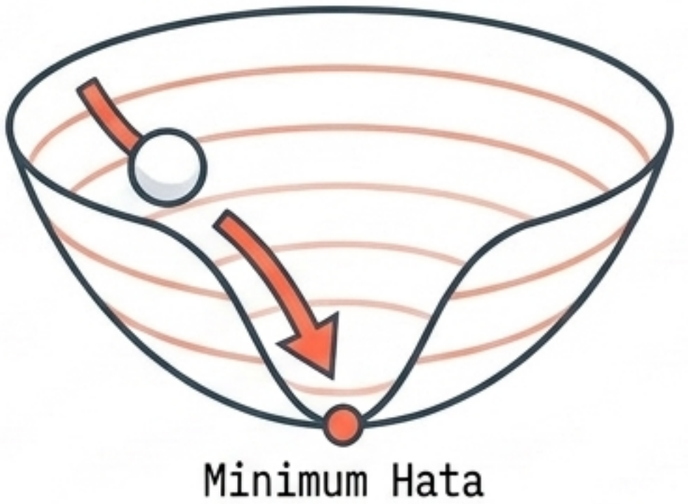
Hata Hesaplama (Loss Function)

- Tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki fark ölçülür.
- Ortalama Kare Hata (MSE) Formülü:
  E = 1/2 (Beklenen - Tahmin)^2
- Amaç: Sistemin bu E (Hata) değerini bir sonraki sefer sıfıra daha çok yaklaştırmasıdır.

Gemini Notebook

Adım 3: Geri Yayılım Algoritması (Backpropagation)





Sorumluluk Dağıtımı

- Hata sinyali, zincir kuralı (türev) kullanılarak çıkıştan girişe doğru taşınır.
- Hangi ağırlık hataya ne kadar sebep olduysa, o ağırlığa o oranda sorumluluk yüklenir.

Eğim Azaltma (Gradient Descent)

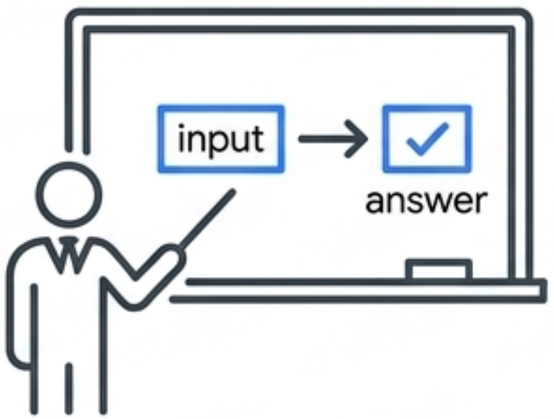
- Hata değerini 3 boyutlu bir dağ gibi düşünün.
- Algoritmanın amacı bu dağdan aşağıya, en az hata olan dip noktaya (sıfıra) matematiksel olarak en güvenli yoldan inmektir.

Öğrenme Oranı (η)

- Ağın her adımda ağırlıklarını ne kadar büyük değiştireceğini belirler. Adımlar çok büyük olursa hedef ıskalanır; çok küçük olursa öğrenme yıllar sürer.

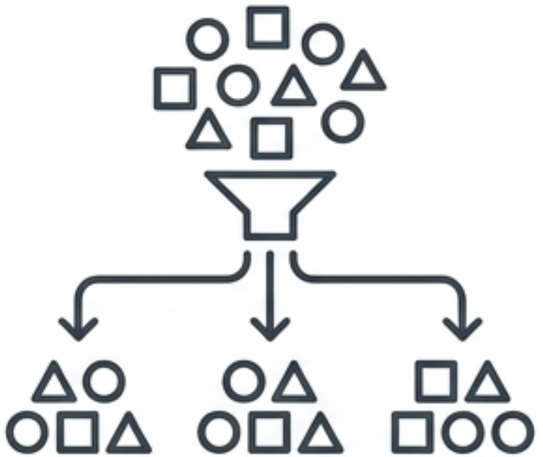
Gemini Notebook

Öğrenme Paradigmaları



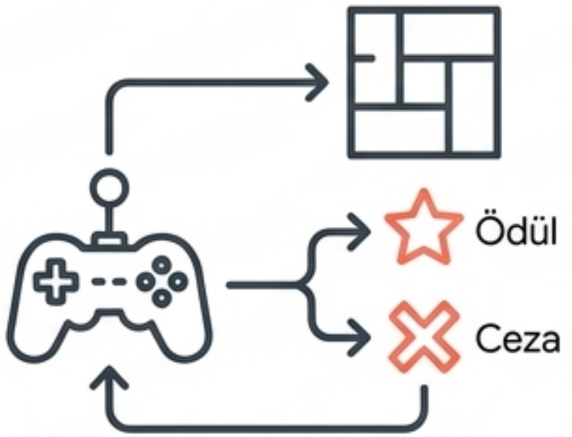
Danışmanlı (Supervised) Öğrenme

- **Mekanizma:** Ağa hem girdi verileri hem de üretmesi beklenen 'doğru cevap' (hedef) aynı anda verilir.
- **Analoji:** Öğretmen eşliğinde test çözmek gibidir. Sistem hata yaptığında anında uyarılır ve kendini düzeltir.



Danışmansız (Unsupervised) Öğrenme

- **Mekanizma:** Ağa sadece **ham veri** verilir, hedef veya doğru cevap verilmez. Ağ kendi kendine veri içindeki örüntüleri ve benzerlikleri bulur.
- **Analoji:** Karışık bir yapboz parçası yığınından, referans resim olmadan renk grupları oluşturmaya benzer.



Takviyeli (Reinforcement) Öğrenme

- **Mekanizma:** Geri bildirim anlık değildir. Ağ ortamla etkileşime girer ve ardışık eylemleri sonucunda 'ödül' veya 'ceza' alarak kuralları keşfeder.
- **Analoji:** Satranç oynamak gibidir. Yapılan bir hamlenin gerçekten iyi olup olmadığı ancak oyunun sonunda kazanıp kaybetmekle anlaşılır.

Gemini Notebook

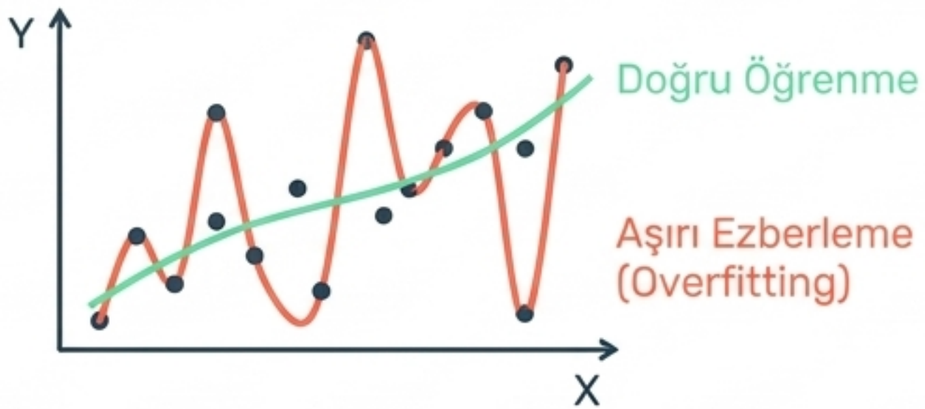
Eğitme, Test ve Ezberleme Tehlikesi



Veri Seti Bölünmesi

- **Eğitim Seti:** Ağın ağırlıklarını güncellemesi ve arka plandaki kuralları öğrenmesi için defalarca gösterilen veriler.
- **Test Seti:** Ağın eğitimde HİÇ GÖRMEDİĞİ veriler. Sistemin gerçekten mantığı kavrayıp kavramadığını ölçmek için saklanır.

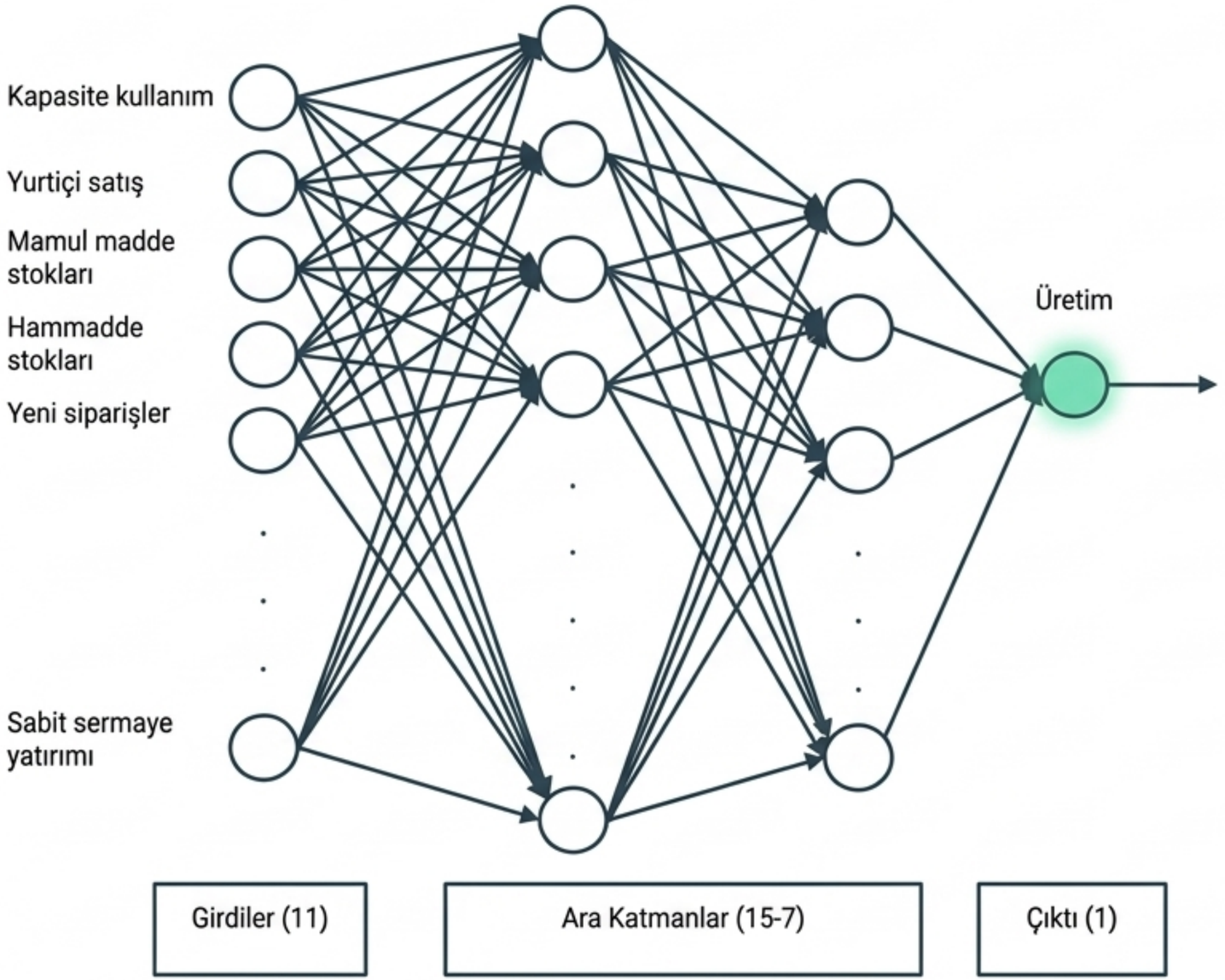
Ezberleme (Overfitting) Problemi



Ağa gereğinden fazla iterasyon yaptırılırsa, ağ mantığı kavramak yerine eğitim verisini noktası noktasına ezberler. Sonuç olarak eğitimde %100 başarılı görünürken, yeni test verisiyle karşılaştığında çuvallar.

Gemini Notebook

Gerçek Dünyada YSA: Üretim Tahmini Örneği



Senaryo: İşletme Üretim Durumu Tahmini

Model: Neuro Solutions (11-15-7-1 mimarisi)

Girdiler (11 Adet Parametre):

Kapasite kullanım oranı, Yurtiçi satış, Hammadde stokları, Yeni siparişler, Sabit sermaye yatırımı vb.

Süreç (Öğrenme):

Ağ, geçmişteki 469 adet aylık veriyi (eğitim seti) inceleyerek girdiler ile üretim hacmi arasındaki çok karmaşık, doğrusal olmayan ekonomik ilişkiyi tek başına öğrenir.

Çıktı & Başarı (Test):

Eğitim bitip ağın daha önce hiç görmediği 45 adet test verisi sorulduğunda, sistem %95,5 oranında doğru üretim tahmini (artacak, azalacak, aynı kalacak) gerçekleştirmeyi başarmıştır.

Gemini Notebook

YSA Neler Yapabilir? Kullanım Alanları



Finans & Ekonomi

Makro ekonomik tahminler, döviz kuru analizleri, borsa trendleri ve banka kredi risk değerlendirmeleri.



Tıp ve Sağlık

Karmaşık tıbbi sinyallerin yorumlanması, görüntü işleme ile kanserli hücrelerin teşhisi ve genetik analitik.



Üretim & Mühendislik

Erken makine arıza tespiti, ürün kalite kontrolü, doğrusal olmayan sistem modelleme ve robotik optimizasyon.

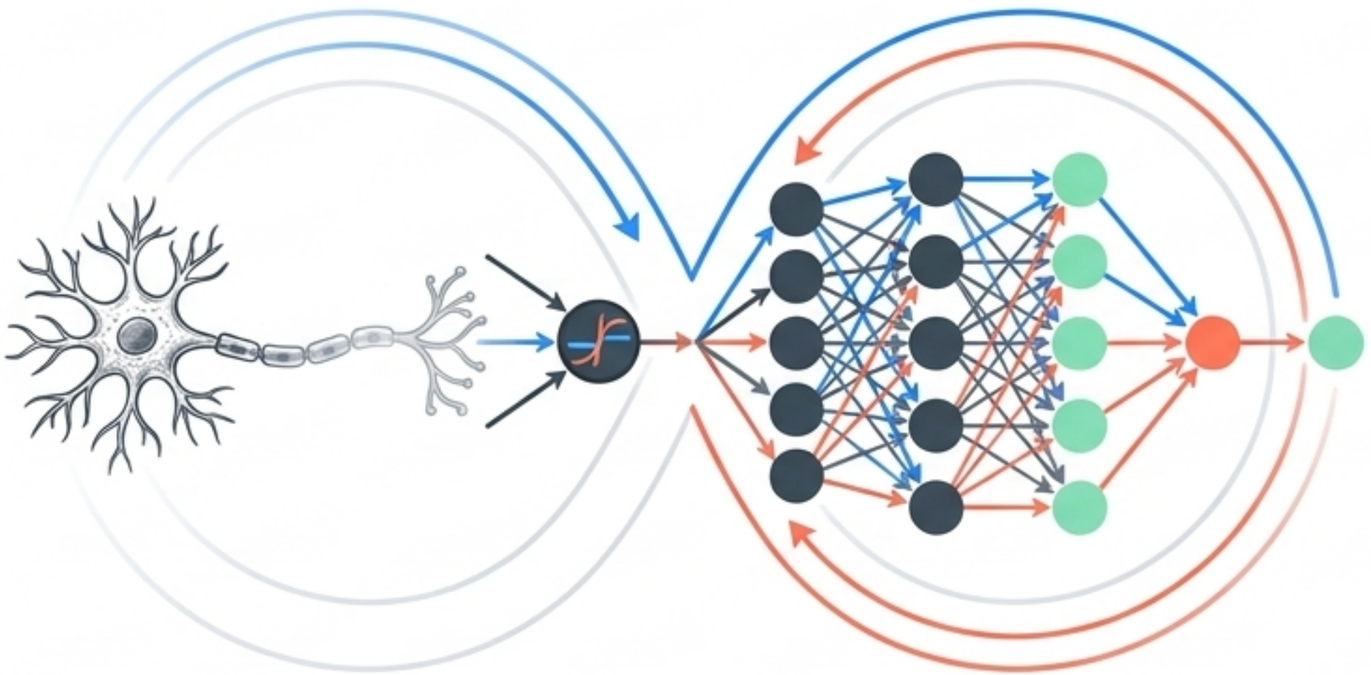


Bilişim & Veri Madenciliği

Karakter, el yazısı ve imza tanıma (sınıflandırma), devasa ve gürültülü veri setleri içinden anlamlı veriyi filtreleme.

Gemini Notebook

Sentez: Öğrenen Makinelerin Özeti



Temel Çıkarımlar

1. İlham Biyolojik:

Dendritlerden (girdi) aksonlara (çıktı) uzanan doğal beynin kusursuz dijital kopyasıdır.

2. Özünde Matematik:

Sihir yoktur. Yalnızca devasa matris çarpımları (w*x) ve hataları minimize eden kalkülüs (türev) vardır.

3. Hafıza Ağırlıklarda Gizlidir:

YSA'nın 'zekası' bir sabit diskte değil, hücreler arası bağlantıların (w) matematiksel gücünde saklanır.

4. Hata Eşittir Öğrenme:

Geri yayılım (Backpropagation) algoritması sayesinde sistem, kendi yanlışlarından ders çıkararak dışarıdan kodlanmaya ihtiyaç duymadan öğrenir.

Gemini Notebook