

7.2. Yapay Sinir Ağları

İnsan beyni:

İnsan beyninin nasıl çalıştığını daha yeni anlamaya başladık ; daha yolun başındayız. Akıllı makineler yapmanın bir yolu, insan beynini özellikle organizasyonel prensiplerini taklit etmeye çalışmaktır.

Beyin son derece karmaşık, doğrusal olmayan ve paralel bir bilgisayardır ve yoğun şekilde bağlı 10^{11} nörondan oluşur (nöron başına $\sim 10^4$ bağlantı). Bir nöron, silikon mantık geçidine (10^{-9} sn) kıyasla çok daha yavaştır (10^{-3} sn), doğrudur, nöronlar arasındaki muazzam bağlantı, nispeten yavaş hızı oluşturur. Ancak, *karmaşık algısal kararlara çok hızlı bir şekilde ulaşılır* (birkaç yüz milisaniye içinde)

100 Adım kuralı: Bireysel nöronlar birkaç milisaniye içinde çalıştığandan, hesaplamalar yaklaşık 100'den fazla seri adım içermez ve bir nörondan diğerine gönderilen bilgi çok küçüktür (birkaç bit)

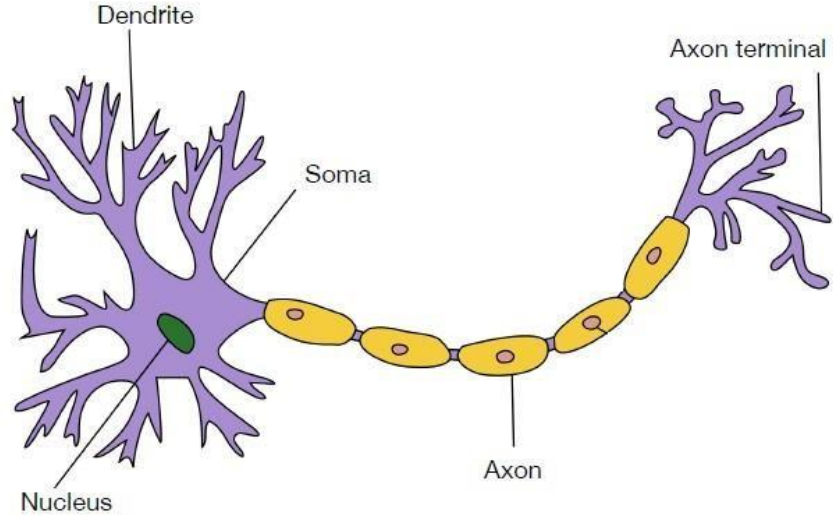
Plastisite: Beynin nöral yapısının bir kısmı doğumda bulunurken, diğer kısımları çevreye uyum sağlamak için özellikle yaşamın erken dönemlerinde öğrenme yoluyla geliştirilir (yeni girdiler). Biyolojik Nöronlarda, farklı dallanma yapılarına sahip çeşitli farklı nöronlar (motor nöron, merkez üstü çevresel olmayan görsel hücreler...) mevcuttur. Ağın bağlantıları ve tek tek sinapsların güçleri ağın işlevini oluşturur.

Beyindeki Biyolojik Nöronlar:

İnsan beyni yaklaşık 100 milyar nörondan oluşur.

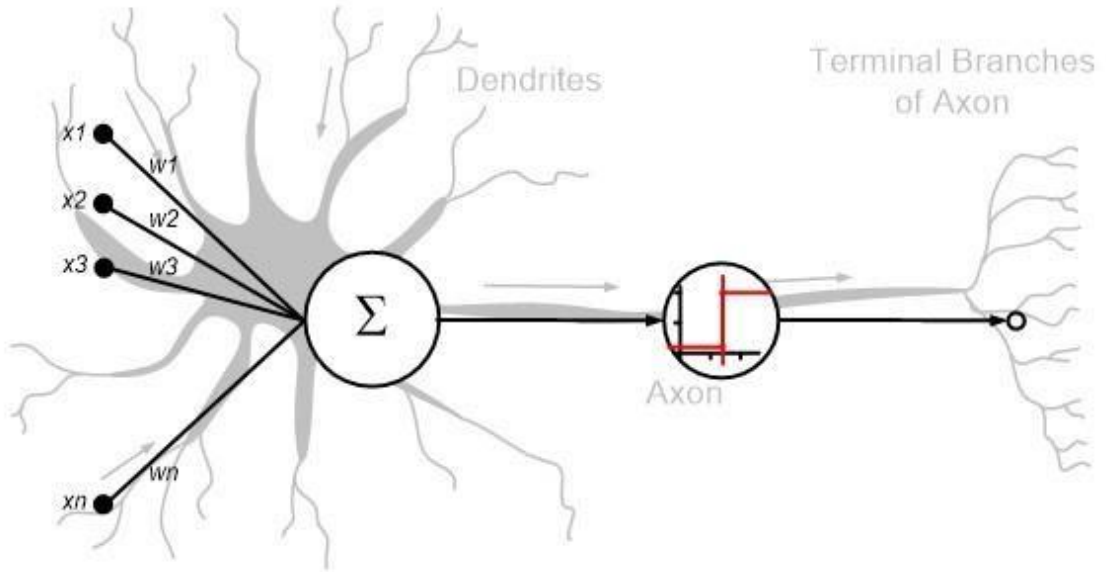
dendritler: hücrelere elektrik sinyalleri taşıyan sinir lifleri **hücre gövdesi:** girdilerinin doğrusal olmayan bir işlevini hesaplar **akson:** elektrik sinyalini hücre gövdesinden diğer nöronlara taşıyan tek uzun lif. Nöronun aksonu, diğer birçok nöronun dendritlerine bağlıdır. Nöronlar, dendritlerden elektrik sinyalleri alır ve bunları aksona gönderir.

sinaps: gücü hücreye girişi etkileyen kimyasal bir bağlantıyı düzenleyen, bir hücrenin aksonu ile diğerinin dendriti arasındaki temas noktası.



İnsan beyninden ilham alan hesaplama model, Yapay Sinir Ağları:

- Basit işlem birimlerinden (nöronlar) oluşan büyük ölçüde paralel, dağıtılmış sistem • Edinilen bilgiyi depolamak için nöronlar arasındaki sinaptik bağlantı güçleri kullanılır.
- Bilgi, ağ tarafından bir öğrenme süreci aracılığıyla çevresinden edinilir.



- Basit işlem birimlerinden (nöronlar) oluşan büyük ölçüde paralel, dağıtılmış sistem • Edinilen bilgiyi depolamak için nöronlar arasındaki sinaptik bağlantı güçleri kullanılır.
- Bilgi, ağ tarafından bir öğrenme süreci aracılığıyla çevresinden edinilir.
- Örneklerden öğrenmek: etiketli veya etiketsiz
- Adaptivite: bir şeyler öğrenmek için bağlantı güçlerini değiştirmek

- Doğrusal olmama: doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları gereklidir
- Hata toleransı: Nöronlardan veya bağlantılardan biri hasar görürse, tüm ağ hala oldukça iyi çalışıyor.
- Bu nedenle, aşağıdakilerle karakterize edilen sorunlar için klasik çözümlerden daha iyi alternatifler olabilirler: Yüksek boyutluluk, gürültü, kesin olmayan veya eksik veriler; ve açıkça ifade edilmiş matematiksel bir çözüm veya algoritmanın olmaması

Beyin ve Yapay Sinir Ağları:

Benzerlikler:

- Nöronlar, nöronlar arasındaki bağlantılar
- Öğrenme = bağlantıların değişmesi, nöronların değişmesi değil
- Büyük paralel işleme

Ancak yapay sinir ağları çok daha basit:

- nöron içindeki hesaplama büyük ölçüde basitleştirildi
- ayrık zaman adımları
- tipik olarak çok sayıda uyaran içeren bir tür denetimli öğrenim

Bir sinir ağı, basit işlem birimlerinden (yapay nöronlar) oluşan büyük ölçüde paralel, dağıtılmış bir işlemcidir. Beyne iki açıdan benziyor:

- Bilgi, ağ tarafından bir öğrenme süreci aracılığıyla çevresinden edinilir
- Edinilen bilgiyi depolamak için nöronlar arasındaki sinaptik bağlantı güçleri kullanılır.

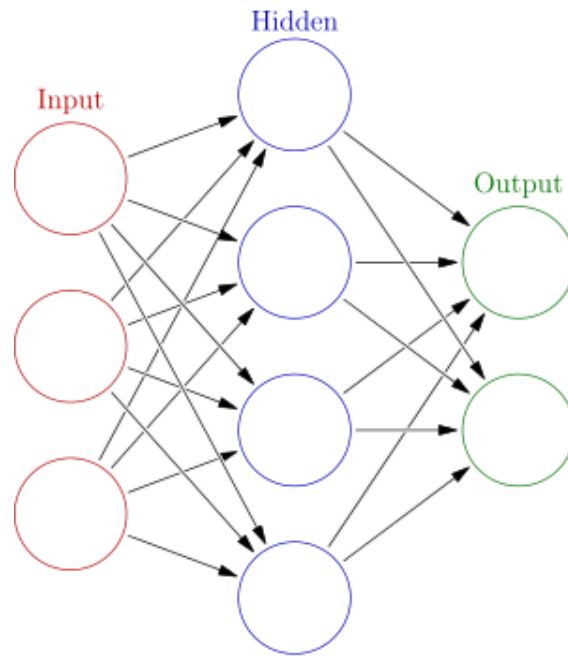
Yapay sinir ağları (YSA) veya bağlantı sistemi, hayvan beyinlerini oluşturan biyolojik sinir ağlarından belirsiz bir şekilde esinlenen bilgisayar sistemleridir. Bu tür sistemler, genellikle herhangi bir göreve özgü kural ile programlanmadan, örnekleri dikkate alarak görevleri yerine getirmeyi "öğrenir".

YSA, biyolojik bir beyindeki nöronları gevşek bir şekilde modelleyen "yapay nöronlar" adı verilen bağlı birimler veya düğümler koleksiyonuna dayanan bir modeldir. Her bağlantı, biyolojik bir beyindeki sinapslar gibi, bir yapay nörondan diğerine bilgi, bir "sinyal" iletebilir. Bir sinyal alan yapay bir nöron, onu işleyebilir ve daha sonra ona bağlı ek yapay nöronları işaret edebilir. Ortak YSA uygulamalarında, yapay nöronlar arasındaki bağlantıdaki sinyal gerçek bir sayıdır ve her bir yapay nöronun çıkışı, girdilerinin toplamının doğrusal olmayan bir fonksiyonu tarafından hesaplanır. Yapay nöronlar arasındaki bağlantılara "kenarlar" denir. Yapay nöronlar ve kenarlar tipik olarak öğrenme ilerledikçe ayarlanan bir ağırlığa sahiptir. Ağırlık, bir bağlantıdaki sinyalin gücünü artırır veya azaltır. Yapay nöronlar, sadece toplam sinyal bu eşiği geçtiğinde sinyalin gönderileceği bir eşik değerine sahip olabilir. Tipik olarak, yapay nöronlar katmanlar halinde toplanır. Farklı katmanlar, girdilerinde farklı türde

dönüşümler gerçekleştirebilir. Sinyaller, muhtemelen katmanları birden çok kez geçtikten sonra, ilk katmandan (giriş katmanı) son katmana (çıkış katmanı) gider.

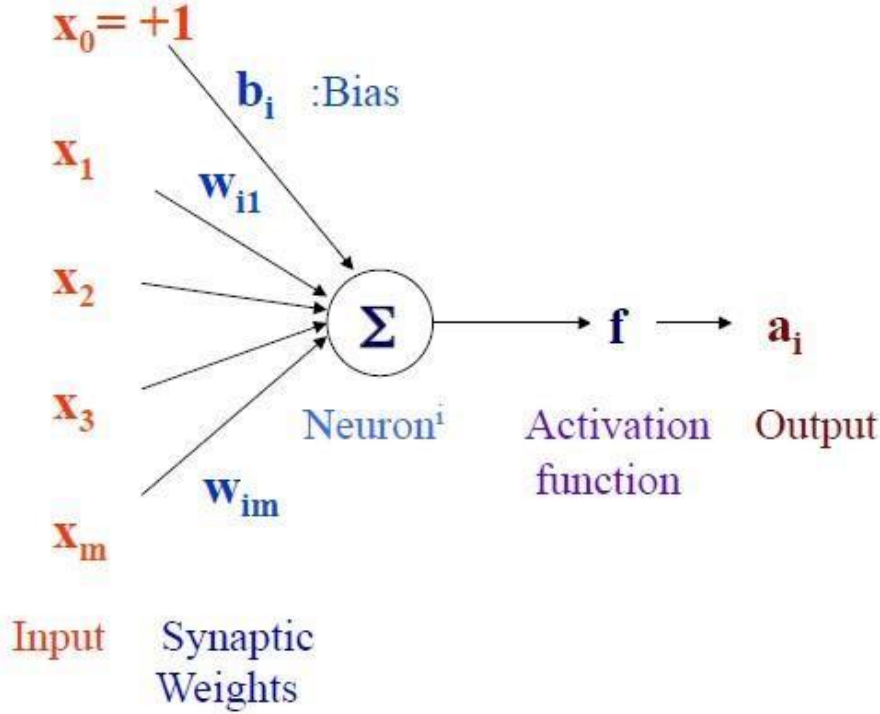
YSA yaklaşımının asıl amacı, problemleri bir insan beyninde olduğu gibi çözmektir. Bununla birlikte, zamanla dikkat, belirli görevlerin yerine getirilmesine ve biyolojiden sapsmalara yol açtı. Yapay sinir ağı, bilgisayar görme, konuşma tanıma, makine çevirisi, sosyal ağ filtreleme, oyun tahtası ve video oyunları ve tıbbi teşhis gibi çeşitli görevlerde kullanılmıştır.

Derin öğrenme yapay bir sinir ağına birden fazla gizli katmandan oluşur. Bu yaklaşım, insan beyninin ışığı ve sesi görme ve işitme biçimini modellemeye çalışır. Derin öğrenmenin bazı başarılı uygulamaları bilgisayarla görme ve konuşma tanımadır.



Yapay bir sinir ağı, bir beyindeki geniş nöron ağına benzer şekilde birbirine bağlı bir düğüm grubudur. Burada, her dairesel düğüm bir yapay nöronu temsil eder ve bir ok, bir yapay nöronun çıkışından diğerinin girişine bir bağlantıyı temsil eder.

Yapay Nöron Modeli



Eğilim – Sapma (Bias):

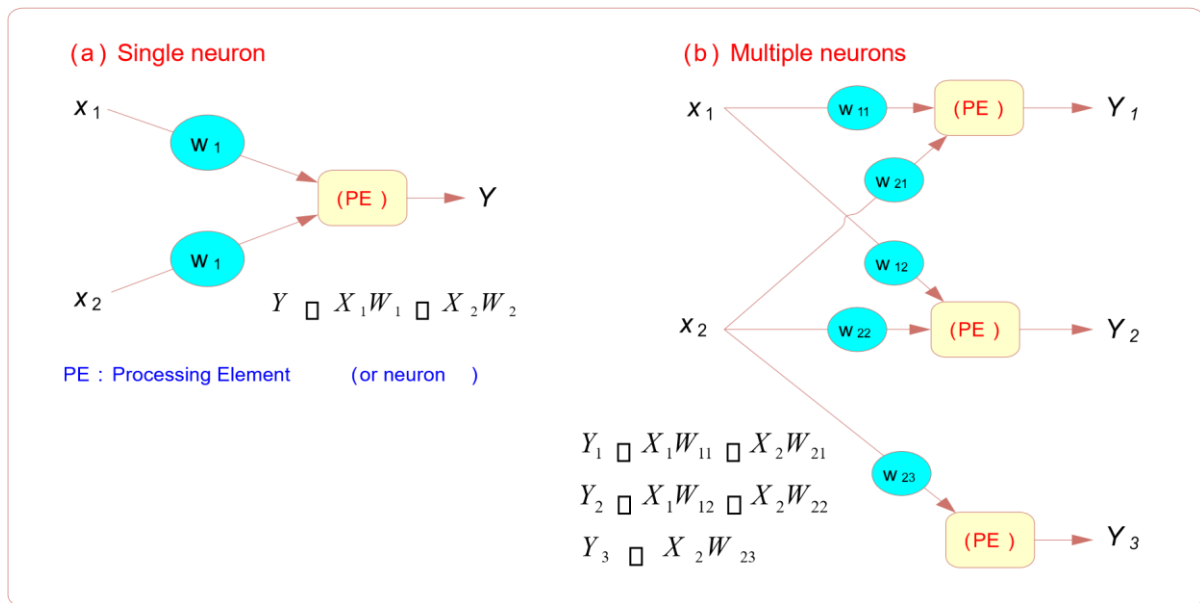
Bias: eşik değer, eğilim ya da sapma değeri.

Yapay bir nöron: Girdisinin ağırlıklı toplamını hesaplar (net girdisi denir). Sapmasını ekler. Bu değeri bir aktivasyon işlevinden geçirir. Nöronun çıkışı sıfırın üzerindeyse tetiklendiğini, "ateşlendiğini" (yani aktif hale geldiğini) söylüyoruz. Sapma, sabit +1.0 girdisine kenetlenen başka bir ağırlık olarak dahil edilebilir. Bu ekstra serbest değişken (eğilim ya da sapma), nöronu daha güçlü hale getirir.

$$a_i = f(n_i) = f\left(\sum_{j=1}^n w_{ij}x_j + b_i\right)$$

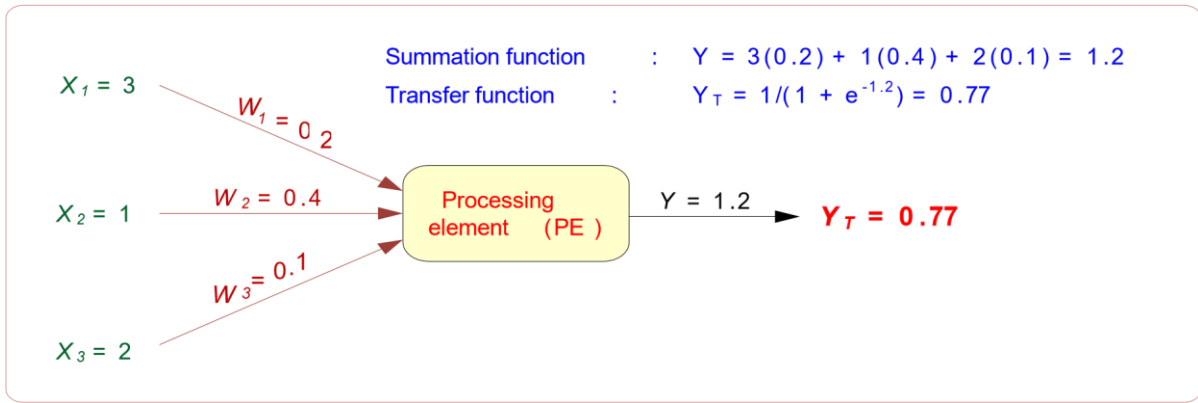
Yapay Sinir Ağları (YSA) Unsurları:

- İşleme ögesi (Processing element - PE)
- Ağ Mimarisi
 - Gömülü Katmanlar
 - Paralel İşlem
- Ağ Bilgisi İşleme
 - Girişler – Çıkışlar
 - Bağlantı Ağırlıkları (Connection weights)
 - Toplama İşlevi (Summation function)



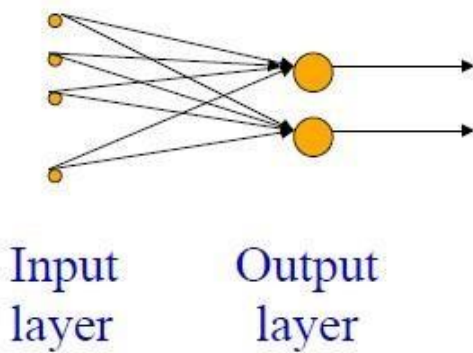
Transformation (Transfer) Function:

- Linear function
- Sigmoid (logical activation) function [0 1]
- Tangent Hyperbolic function [-1 1]

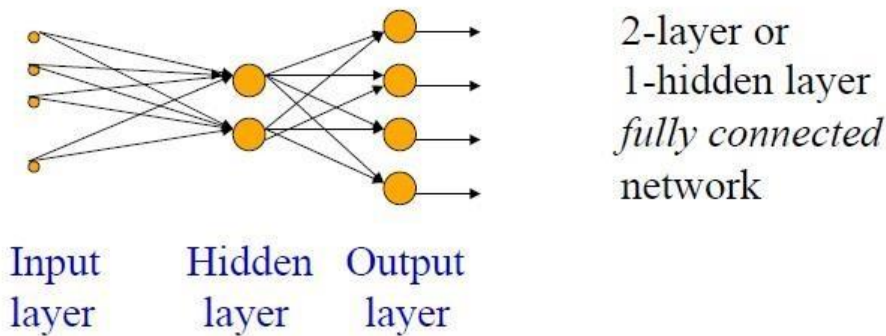


Farklı Ağ Topolojileri:

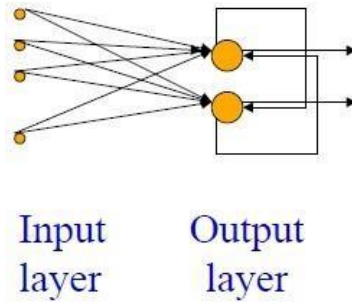
- **Tek katmanlı ileri beslemeli ağlar:** Çıktı katmanına yansıyan girdi katmanı.



- **Çok katmanlı ileri beslemeli ağlar:** Bir veya daha fazla gömülü katman. Girdi projeleri yalnızca önceki katmanlardan bir katmana yansıtılır. Tipik olarak, yalnızca bir katmandan diğerine bağlanırlar.



- **Tekrarlayan ağlar:** Bazı girişlerinin bazı çıkışlarına (ayrık zaman) bağlı olduğu geri beslemeli bir ağ.

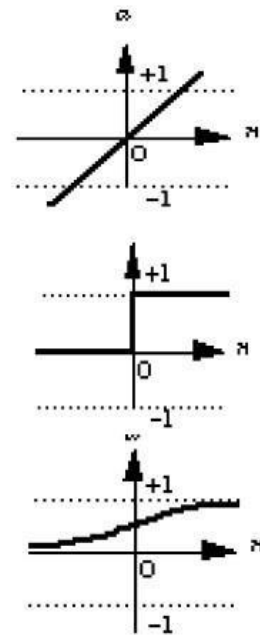


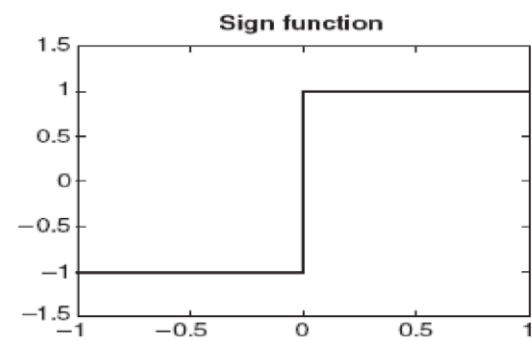
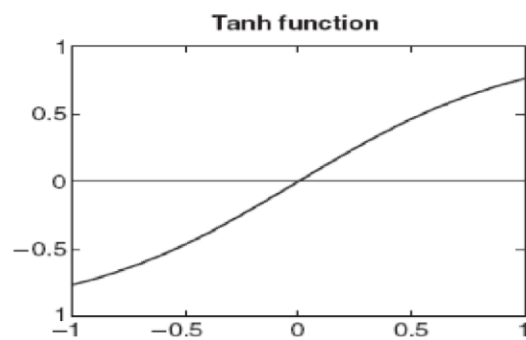
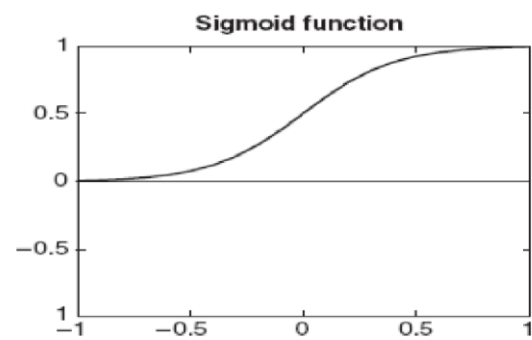
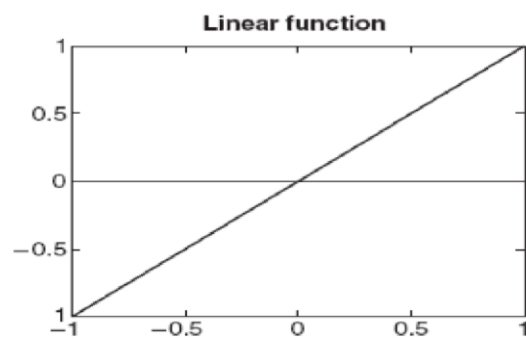
Aktivasyon fonksiyonları:










Nöronun çıktısının genliğini sınırladığı için limit işlevi olarak da adlandırılır.

Many types of activations functions are used:

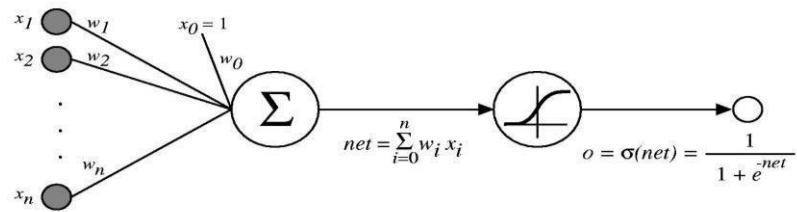
- **linear:** $a = f(n) = n$
- **threshold:** $a = \begin{cases} 1 & \text{if } n \geq 0 \\ 0 & \text{if } n < 0 \end{cases}$
(hardlimiting)
- **sigmoid:** $a = 1/(1+e^{-n})$
- ...





Name	Input/Output Relation	Icon	MATLAB Function
Hard Limit	$a = 0 \quad n < 0$ $a = 1 \quad n \geq 0$		hardlim
Symmetrical Hard Limit	$a = -1 \quad n < 0$ $a = +1 \quad n \geq 0$		hardlims
Linear	$a = n$		purelin
Saturating Linear	$a = 0 \quad n < 0$ $a = n \quad 0 \leq n \leq 1$ $a = 1 \quad n > 1$		satlin
Symmetric Saturating Linear	$a = -1 \quad n < -1$ $a = n \quad -1 \leq n \leq 1$ $a = 1 \quad n > 1$		satlins
Log-Sigmoid	$a = \frac{1}{1 + e^{-n}}$		logsig
Hyperbolic Tangent Sigmoid	$a = \frac{e^n - e^{-n}}{e^n + e^{-n}}$		tansig
Positive Linear	$a = 0 \quad n < 0$ $a = n \quad 0 \leq n$		poslin
Competitive	$a = 1$ neuron with max n $a = 0$ all other neurons		compet

Sigmoid unit:

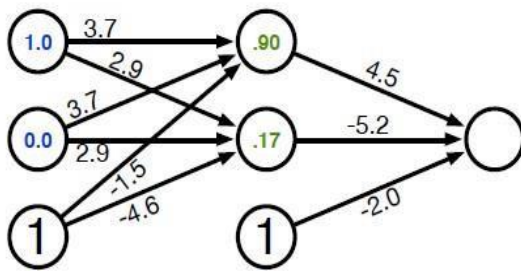


$\sigma(x)$ is the sigmoid function

$$\frac{1}{1 + e^{-x}}$$

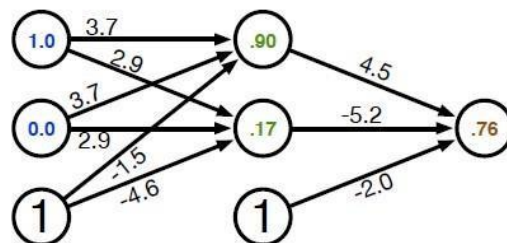
Nice property: $\frac{d\sigma(x)}{dx} = \sigma(x)(1 - \sigma(x))$

Örnek: Basit Sinir Ağı



$$\text{sigmoid}(1.0 \times 3.7 + 0.0 \times 3.7 + 1 \times -1.5) = \text{sigmoid}(2.2) = \frac{1}{1 + e^{-2.2}} = 0.90$$

$$\text{sigmoid}(1.0 \times 2.9 + 0.0 \times 2.9 + 1 \times -4.5) = \text{sigmoid}(-1.6) = \frac{1}{1 + e^{1.6}} = 0.17$$

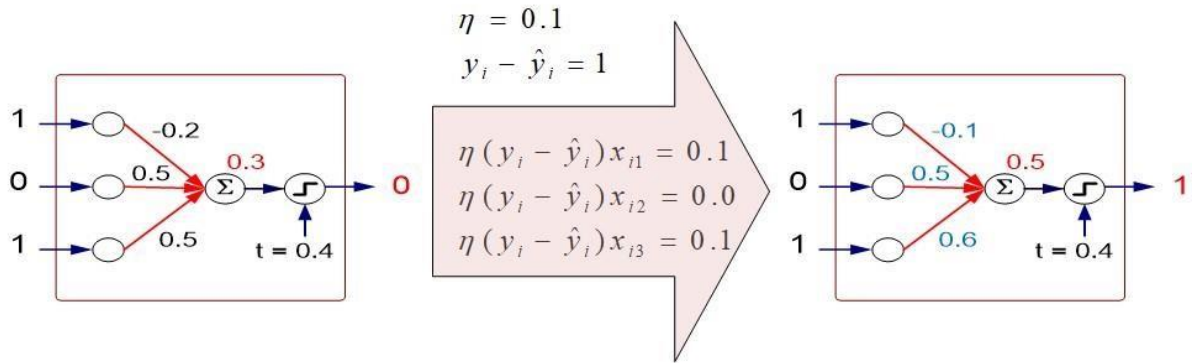


• Output

$$\text{sigmoid}(.90 \times 4.5 + .17 \times -5.2 + 1 \times -2.0) = \text{sigmoid}(1.17) = \frac{1}{1 + e^{-1.17}} = 0.76$$

Bir numuneyi işleme örneği:

X_1	X_2	X_3	Y
1	0	1	1



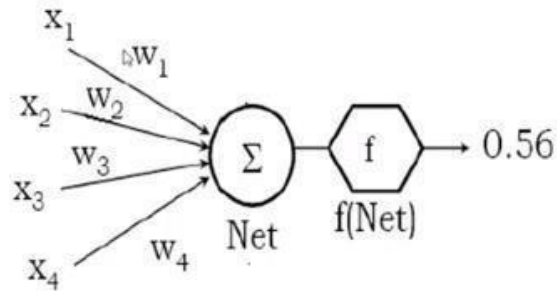
Örnek:

Girişler

$x_1 = 0.5$
 $x_2 = 0.6$
 $x_3 = 0.2$
 $x_4 = 0.7$

Ağırlıklar

$w_1 = -0.2$
 $w_2 = 0.6$
 $w_3 = 0.2$
 $w_4 = -0.1$



Hücrenin net girdisi;

$$\text{Net} = \sum x_i w_i \quad i=1 \dots 4$$

$$\text{Net} = 0.5 \cdot (-0.2) + 0.6 \cdot 0.6 + 0.2 \cdot 0.2 + 0.7 \cdot (-0.1)$$

$$\text{Net} = 0.23$$

- Sigmoid aktivasyon fonksiyonuna göre hücrenin çıkışı;**

$$f(\text{Net}) = 1 / (1 + e^{-0.23})$$

$$f(\text{Net}) = 0.56$$