

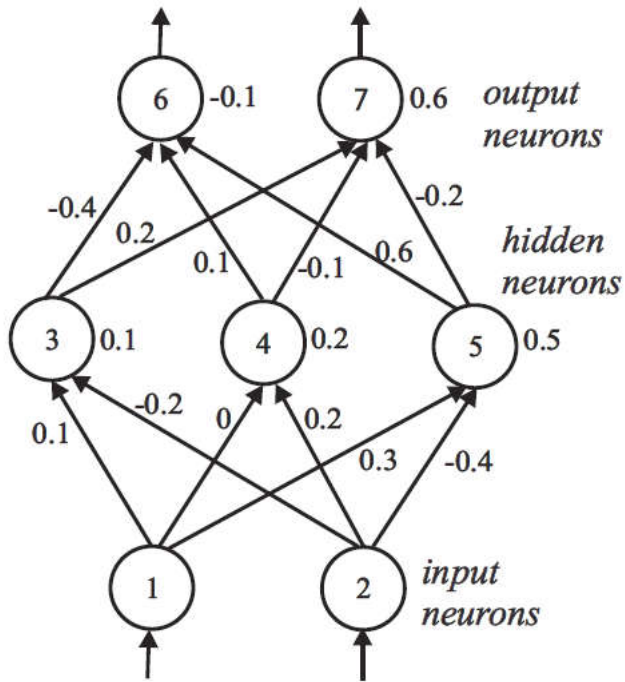
### Backpropagation Örnek:

Eğitim kümesi:

X1	X2	Y1 (dikdörtgen)	Y2(kare)
0.6	0.1	1	0
0.2	0.2	0	1

Öğrenme katsayısı : 0.1

Başlangıç için Ağıın Yapısı:



- İlk eğitim örneği için aşağıdaki hesaplamaları yapıyoruz:

1. Çıkışları ileri doğru yayıyoruz.

a. Giriş katmanındaki nöronlarının çıkış değerleri, girişlerine verilen değerlerdir.

$$o_1=0.6, o_2=0.1,$$

b. Gizli katmandaki nöronların çıkış değerlerinin hesaplanması:

$$\text{net}_3 = o_1 * w_{13} + o_2 * w_{23} + b_3 = 0.6 * 0.1 + 0.1 * (-0.2) + 0.1 = 0.14$$

$$o_3 = 1 / (1 + e^{-\text{net}_3}) = 0.53$$

$$\text{net}_4 = o_1 * w_{14} + o_2 * w_{24} + b_4 = 0.6 * 0 + 0.1 * 0.2 + 0.2 = 0.22$$

$$o_4 = 1 / (1 + e^{-\text{net}_4}) = 0.55$$

$$\text{net}_5 = o_1 * w_{15} + o_2 * w_{25} + b_5 = 0.6 * 0.3 + 0.1 * (-0.4) + 0.5 = 0.64$$

$$o_5 = 1 / (1 + e^{-\text{net}_5}) = 0.65$$

c. Çıkış katmanındaki nöronların çıkış değerleri:

$$\text{net}_6 = o_3 * w_{36} + o_4 * w_{46} + o_5 * w_{56} + b_6 = 0.53 * (-0.4) + 0.55 * 0.1 + 0.65 * 0.6 - 0.1 = 0.13$$

$$o_6 = 1 / (1 + e^{-\text{net}_6}) = 0.53$$

$$\text{net}_7 = o_3 * w_{37} + o_4 * w_{47} + o_5 * w_{57} + b_7 = 0.53 * 0.2 + 0.55 * (-0.1) + 0.65 * (-0.2) + 0.6 = 0.52$$

2. Hatay geriye doğru yayıyoruz.

a. Çıkış nöronlarına ait hataları hesaplıyoruz. (Not: formüldeki  $d_6$  derste anlatılan  $t_6$  'ya karşılık geliyor. target function yani)

$$\delta_6 = (d_6 - o_6) * o_6 * (1 - o_6) = (1 - 0.53) * 0.53 * (1 - 0.53) = 0.12$$

$$\delta_7 = (d_7 - o_7) * o_7 * (1 - o_7) = (0 - 0.63) * 0.63 * (1 - 0.63) = -0.15$$

b. Gizli katman ile çıkış katmanı arasındaki ağırlıklar güncelleniyor. ( $\eta = 0.1$ )

$$\Delta w_{36} = \eta * \delta_6 * o_3 = 0.1 * 0.12 * 0.53 = 0.006$$

$$w_{36}^{\text{new}} = w_{36}^{\text{old}} + \Delta w_{36} = -0.4 + 0.006 = -0.394$$

$$\Delta w_{37} = \eta * \delta_7 * o_3 = 0.1 * -0.15 * 0.53 = -0.008$$

$$w_{37}^{\text{new}} = w_{37}^{\text{old}} + \Delta w_{37} = 0.2 - 0.008 = 0.19$$

Benzer şekilde  $w_{46}^{\text{new}}, w_{47}^{\text{new}}, w_{56}^{\text{new}}$  ve  $w_{57}^{\text{new}}$  da hesaplanır.

c. Gizli katmandaki nöronlar için hata hesaplanıyor

$$\delta_3 = o_3 * (1 - o_3) * (w_{36} * \delta_6 + w_{37} * \delta_7) =$$

$$= 0.53 * (1 - 0.53) * (-0.4 * 0.12 + 0.2 * (-0.15)) = -0.019$$

Benzer şekilde  $\delta_4$  ve  $\delta_5$  de hesaplanır.

d. Gizli ve giriş katmanı arasındaki ağırlıklar güncelleniyor

$$\Delta w_{13} = \eta * \delta_3 * o_1 = 0.1 * (-0.019) * 0.6 = -0.0011$$

$$w_{13}^{\text{new}} = w_{13}^{\text{old}} + \Delta w_{13} = 0.1 - 0.0011 = 0.0989$$

Benzer şekilde  $w_{23}^{\text{new}}, w_{14}^{\text{new}}, w_{24}^{\text{new}}, w_{15}^{\text{new}}$  ve  $w_{25}^{\text{new}}$  de hesaplanır.

- İkinci eğitim örneği için hesaplamaları tekrar ediyoruz. (Eğitim örnekleri bitesiye kadar tekrar edilecek. Böylece 1 iterasyon (epoch) tamamlanmış olur.)