



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2008, Volume: 3, Number: 2  
Article Number: A0079

**NATURAL AND APPLIED SCIENCES**  
**CIVIL ENGINEERING**

Received: December 2007  
Accepted: March 2008  
© 2008 www.newwsa.com

**Ömer Keleşoğlu**  
**Engür Esen Akarsu**  
University of Firat  
okelesoglu@firat.edu.tr  
Elazig-Turkiye

**BETONARME BİR BİNADA YILLIK ISI KAYBI VE ENERJİ İHTİYACININ  
YAPAY SINIR AĞLARI İLE BELİRLENMESİ**

**ÖZET**

Bu çalışmada, üçüncü bölgedeki bir binada oluşan yıllık ısı kaybı ve enerji ihtiyacı yapay sinir ağları kullanılarak tespit edilmiştir. Uygulamada binanın yüksekliği, eni, boyu ve yapı elemanlarında kullanılan yalıtım malzemesinin kalınlığı göz önüne alınmıştır. Ağ yapısı olarak geri yayımlı yapay sinir ağı tercih edilmiş ve veriler normalize edilerek ağa sunulmuştur. Eğitim ve test seti için farklı değerler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, TS 825'deki sonuçlarla karşılaştırılmış ve yapay sinir ağlarının mühendislik sistemlerinin analizi için alternatif bir metot olabileceği belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, Isı Kaybı,  
Enerji İhtiyacı, Üçüncü Bölge

**DETERMINATION OF ANNUAL HEAT LOSS AND REQUIREMENT OF ENERGY IN A  
REINFORCED CONCRETE BUILDING BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

**ABSTRACT**

In this study, annual heat loss and requirement of energy in building in third region have been determined by artificial neural network. In application, height, width, length of building and thickness of insulation material used building components have been considered. A backpropagation neural network has been preferred and the normalized data have been presented to network. Different values have been used for the training and test data set. The result obtained from the output of network has been compared with the TS 825 result and the suitability of the results have been discussed and it was seen that the results were satisfactory enough.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Loss of Heat,  
Requirement of Energy, Third Region



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bilim dünyası 1940'lı yıllarda yapay sinir ağları (YSA) ile tanıştı. Bu alanda yapılan ilk çalışmalar, beyin hücrelerinin işlevlerinin ve birbirleri ile haberleşme şekillerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktaydı. O zamandan beri yapay sinir ağları gerek teorik gerekse pratik anlamda çok yol katetti. Bugün birçok hücrenin belli bir düzende bir araya getirilmesi ve uygun öğrenme algoritmalarının kullanılması ile sinir ağları kurulabilmekte ve bu ağlar çok karmaşık görevleri başarıyla yerine getirebilmektedir [1].

Beynin nöro-kimyasal yapısından esinlenerek elde edilen YSA, doğrusal olmayan ve paralel bilgi işleme özellikleriyle; ortamın değişmesiyle cevaptaki davranışı değiştirebilme, giriş uyarılarındaki küçük değişimleri tolere edebilme, değişik bazı uyarılar karşısında daha önceki uyarılarla benzer özellikler tespit ederek deneyimi olmadığı halde uyarıyı cevaplayabilme gibi üstün özelliklere sahiptir [2 ve 3].

Yapay sinir ağları, yapay sinir hücrelerinin katmanlar şeklinde bağlanmasıyla oluşturulan veri tabanlı sistemler olup insan beyninin öğrenme ve değişik koşullar altında çok hızlı karar verebilme gibi yeteneklerinin, basitleştirilmiş modeller yardımıyla karmaşık problemlerin çözülmesinde kullanılmasını amaçlamaktadır [4].

Yapay zekâ olarak bilinen ve yapay sinir ağları; bulanık küme teorisi, genetik algoritmalar, uzman sistemler gibi yapay zeka alt dalları son yıllarda, inşaat mühendisliği problemlerinde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Geçen zaman içinde yapay sinir ağları ve diğer mantıksal programlama tekniklerinin ispatlanmış teorilerinin ortaya çıkartılması nedeniyle konu pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir [5].

Yapay sinir ağları derin betonarme kirişlerin kesme dayanımlarının belirlenmesinde başarıyla uygulanmış ve elde edilen sonuçlardan etkili ve alternatif bir metot olduğu görülmüştür [6]. Yapay sinir ağları tekniği betonarme elemanlardaki zamana bağlı etkilerin analizine başarıyla uygulanmış, elde edilen sonuçlar çeşitli yazarlar tarafından verilen teorik ve deneysel sonuçlara çok yakın çıkmıştır [7]. Ayrıca beton dayanımının tahmininde ve beton yapılarıdaki klorid üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır [8 ve 9]. Betonun farklı yüklemeler altındaki gerilme-şekil değiştirme bağıntılarının belirlenmesine başarıyla uygulanmış ve çalışmada malzeme davranışı ile ilgili herhangi bir kabul yapılmamıştır [10]. Ayrıca bir tuğla duvardaki yalıtım malzemesinin kalınlığı yapay sinir ağları ile başarılı bir şekilde tespit edilmiştir [11]. Köprülerin dinamik analizinde de bu teknik kullanılarak sağlıklı sonuçlara ulaşılmıştır [12].

Enerji tasarrufu ve onun çok önemli bir aracı olan "yalıtım"; aile bütçesi, ulusal kaynaklar ve çevre açısından günümüzde en öncelikli gündem maddesi ve bir uygarlık ölçütüdür. Yalıtımla sağlanacak olan enerji tasarrufunun toplumun belirli katmanları tarafından paylaşılması giderek önem kazanmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sürekli artmakta olan enerji maliyetleri özellikle ısı yalıtımını en ekonomik çözümlerden biri kılmıştır. Kaynakları son derece kıt olan ülkemiz, bir Avrupa ülkesine göre altı kat daha fazla yakıtı ısınmak amacıyla harcamaktadır. Tüketilen fazla yakıt aynı oranda da ekonomiye ve doğal çevreye zarar vermektedir [11].

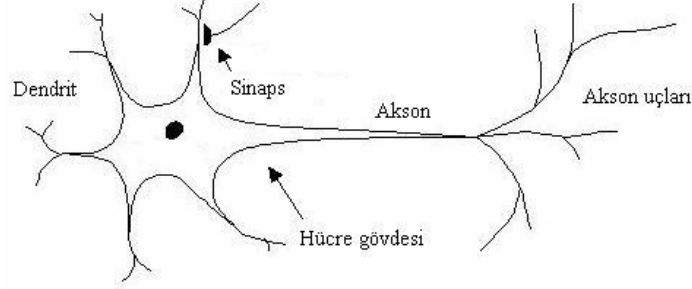
## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, 3. bölgeye ait bir binadaki yıllık ısı kaybı ve buna bağlı olarak binanın ihtiyaç duyduğu enerji miktarı yapay sinir ağları kullanılarak belirlenmiştir [13]. Sinir ağından elde edilen

sonuçlar TS 825'deki sonuçlarla karşılaştırılmış ve ağıdan yeterli hassasiyette sonuçlar alındığı görülmüştür.

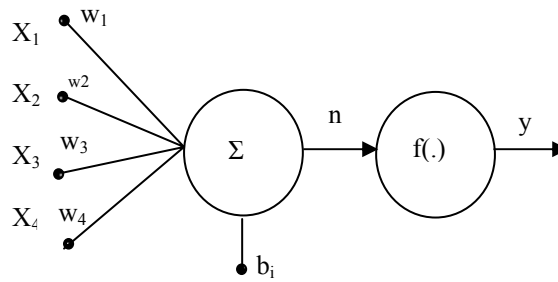
### 3. YAPAY SİNİR AĞLARI (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS)

Yapay sinir ağlarındaki işleme elemanları biyolojik olarak insan beynindeki nöronlara karşılık gelmektedir (Şekil 1). Dendrit olarak adlandırılan yapı, diğer hücrelerden bilgiyi alan nöron girişleri olarak görev yapar. Diğer hücrelere bilgiyi transfer eden eleman aksonlardır. Dolayısıyla aksonlar nöron çıkışları olarak görev yaparlar. Akson ile dendrit arasındaki bağlantı ise sinapslar tarafından gerçekleştirilir [14].



Şekil 1. Biyolojik sinir hücresi  
(Figure 1. Biological neuron cell)

Yapay sinir ağları esas olarak biyolojik nöronların basitleştirilmiş bir şekilde matematiksel olarak modellenmesine dayanmaktadır [15 ve 16]. Biyolojik ve yapay sinir hücreleri arasındaki benzeşim (Şekil 1,2), hücreler arasındaki bağlantılar (hücreye gelen ve hücreden çıkan uyarımlar) akson ve dendritlere; ağırlık faktörleri ( $w_i$ ) sinapslara ve sınır değerler ( $t_j$ ) hücre içi kararlılık haline karşılık gelecek şekilde oluşturulmaktadır: Yapay sinir hücresinde, ağırlık faktörünün etkisine bağlı olarak ( $w_1, w_2..w_n$ ) hücreye gelen uyarımlar ( $x_1, x_2..x_n$ ) hücre içi denge durumu veya sınır değeri ( $t_j$ ) de dikkate alınarak doğrusal olmayan bir aktivasyon fonksiyonu  $f(.)$  yardımıyla çıktı şeklinde uyarımlara ( $y_j$ ) dönüştürülür (Şekil 2).



Şekil 2. Yapay sinir hücresi  
(Figure 2. Artificial neuron cell)

Yapay sinir ağları en genel anlamda beyin öğrenme ve hatırlama gibi işlemleri çok kısa sürelerde yapabileceği özelliklerinin bilgisayar ortamında simülasyonu olarak tanımlanabilir. Bu modele göre, bir nöron N tane ağırlıklandırılmış girişi toplamakta ve sonucu lineer olmayan bir fonksiyondan geçirmektedir. Matematik ifadeyle

$$y_i = \sum_i^N x_i w_i + b_i \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir. Buradaki  $b$  bias değeri,  $W$  ağırlıklar matrisi,  $X$  ise girişler matrisidir.  $N$  giriş sayısı olmak üzere;

$$W = w_1, w_2, w_3, \dots, w_n \quad (2)$$

$$X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \quad (3)$$

şeklinde yazılabilir. Birimin çıkışı ise bu toplamın, doğrusal olmayan bir fonksiyondan geçirilmesiyle

$$y = f(y_i) \quad (4)$$

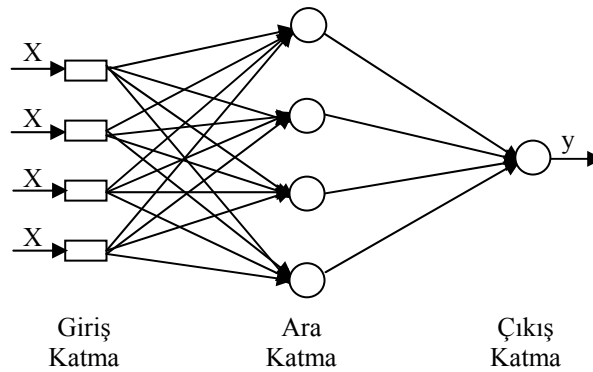
hesaplanır. Fonksiyonun uygulanması ile birimin çıkışı

$$y = \frac{1}{1 + e^{-\left(\sum_i x_i w_i + b_i\right)}} \quad (5)$$

olarak hesaplanır.

### 3.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları (Feedforward Artificial Neural Networks)

Yapay sinir ağ yapısı olarak en fazla kullanılan ileri beslemeli yapay sinir ağlarıdır. İleri beslemeli sinir ağları, giriş, çıkış ve gizli katman olmak üzere en az üç katmandan oluşur [17, 18 ve 19]. Gizli katmanların sayısında teorik olarak bir sınırlama yoktur. Fakat genel olarak bir veya iki tane bulunur. Bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, girdi vektörüyle aldığı bilgileri ağırlık matrisiyle çarpıp değişikliğe uğratarak orta (gizli) katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, orta ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. Bu yapısı ile ileri beslemeli ağlar doğrusal olmayan statik bir işlevi gerçekleştirir. İleri beslemeli üç katmanlı YSA'nın, orta katmanında yeterli sayıda hücre olmak kaydıyla, herhangi bir sürekli fonksiyonu istenilen doğrulukta yaklaştırabileceği gösterilmiştir. En çok bilinen geriye yayılım öğrenme algoritması, bu tip YSA'ların eğitiminde etkin olarak kullanılmakta ve bazen bu ağlara geriye yayılım ağları da denmektedir. Şekil 3'te giriş, ara ve çıkış katmanı olmak üzere üç katmanlı ileri beslemeli YSA yapısı verilmiştir.



Şekil 3. İleri beslemeli yapay sinir ağı  
(Figure3. Feedforward artificial neural network)

Geri yayılım algoritması birbirine bağlı sabit üniteli ve çok katmanlı ağlar için ağırlıkların bulunmasında kullanılan bir algoritmadır. Bu algoritmanın temel prensibi çıkış için hedef değerleri ile ağ çıkışındaki değerler arasındaki hatayı en küçük etmeye çalışmaktır [20].

Q katmanlı ileri beslemeli bir ağ için geri yayılım algoritması;  
 $q=1,2,3,\dots,Q$  katman numarası,  
 $X_i^q$ : q'inci katmandaki i biriminin girdisi,  
 $y_i^q$ : q'inci katmandaki i biriminin çıktısı,  
 $w_{ij}^q$ : (q-1)'inci katmandaki i birimini, q'ncu katmandaki j birimine bağlayan ağırlık olmak üzere aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilir:

1. **Adım:**  $w'$ ye reel değerli küçük rastgele sayıları başlangıç değeri olarak atanır.
2. **Adım:** Rastgele bir (giriş-hedef) çalışma modeli seçilir ve q katmanındaki her bir j birimi için ileri yönde 'çıkıtı' değerleri hesaplanır. Böylece çıkış,

$$y_i^q = f\left(\sum_i y_i^{q-1} w_{ij}^q\right) \quad (6)$$

olur.

3. **Adım:** Çıkış birimleri için hata terimleri hesaplanır  $\delta$ :

$$\delta_i^q = (y_i^q - y_i^p) f'(X_i^q) \quad (7)$$

4. **Adım:**  $q=Q, Q-1, \dots, 2$  katmanlarındaki tüm i birimleri için geriye yayılımla gizli katman birimleri için hata terimleri hesaplanır.

$$\delta_i^{q-1} = f'(X_i^{q-1}) \sum_i \delta_i^q w_{ij}^q \quad (8)$$

5. **Adım:** Bütün bu ağırlıklar  $w_{ij}$ 'leri kullanılarak güncellenir.

$$w_{ij}^{\text{yeni}} = w_{ij}^{\text{eski}} + \Delta w_{ij}^q \quad (9)$$

Öğrenme katsayısı  $\eta$  kullanılarak, öğrenme aşamasında ağırlıkta yapılan değişim  $\Delta w_{ij}^q$  aşağıdaki eşitliğe göre olmalıdır.

$$\Delta w_{ij}^q = \eta \delta_i^q y_i^{q-1} \quad (10)$$

hesaplanır.

6. **Adım:** 2. adıma dönüp, toplam hata kabul edilebilir bir düzeye gelene kadar her bir p modeli için işlemler tekrarlanır.

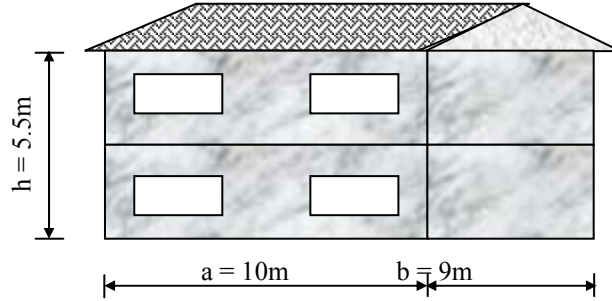
#### 4. Isı Yalıtımı ve Enerji Tasarrufunun Önemi

##### (The Importance of Heat Insulation and Energy Saving)

Isı yalıtımı, yapı elemanlarının yalıtılarak ısı kaybının azaltılmasıdır. Isı yalıtımı genel olarak binalarda ve tesisatta kullanılmaktadır. Isı yalıtımının sonuçları, üç boyutuyla ortaya çıkmaktadır. Birincisi, enerji tasarrufu boyutudur. Isı kaybının azalması, kullanılan ısıtıcı malzemeden tasarruf edilmesini sağlamakta yani tesisattaki ilk yatırım masraflarını azaltmaktadır. Bunun yanı sıra daha az yakıt kullanımı nedeniyle parasal tasarruf ortaya çıkmaktadır. İkinci boyut çevre kirliliğinde azalma sağlanması, üçüncü boyut ise ısıl konfordur [13].

İçinde yaşadığımız konutlarda, ısıl konforu sağlamak ve optimum şartlarda sıcaklık dengesini kurmak, yapılarda kullanılan malzemenin seçimi ile doğrudan ilgili bir durumdur. Seçilen malzemenin hangi türden bir yapı malzemesi olursa olsun, ısıl yalıtım etkileri ve ısı geçirimsizlik karakteristiği analiz edilerek, irdelenmelidir. Yapılarda iç hava sıcaklığının ve buna bağlı olarak yapı kesitini oluşturan (duvarda, tavanda, tabanda) elemanların iç yüzey sıcaklıklarının belli

değerlerde olması gerekmektedir. Yapılan literatür araştırmaları, konutlar için iç ortam sıcaklığının 18-20°C, yapı elemanı sıcaklığı ise 16-18°C olması arzu edilen konfor şartlarının sağlanabileceğini göstermiştir [13].



Şekil 4. Uygulamada kullanılan iki katlı bina  
(Figure 4. Two-floored building in the application study)

Bu çalışmada, Şekil 4'deki üçüncü bölgede bulunan ve dıştan dışa 9 m eninde, 10 m boyunda, 5.5 m yüksekliğinde, 158.4 m<sup>2</sup> kullanım alanı olan iki katlı bir konut örneği ele alınarak yıllık ısı kaybı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Uygulamada kullanılan binanın yapı elemanları ve bileşenlerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Hesaplamalarda havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kaybı ihmal edilmiştir.

Tablo 1. Uygulamada kullanılan binanın özellikleri  
(Table 1. Properties of the considered building)

Yapı Elemanları	Yapı Elemanları Bileşenleri	Kalınlık
Duvarlar	Dış sıva	0.020 m
	Yatay delikli tuğla	0.190 m
	Isı yalıtım malzemesi	0.060 m
	İç sıva	0.005 m
Döşemeler	PVC yer döşemesi	-
	Şap	0.030 m
	Isı yalıtım malzemesi	0.080 m
	Tesviye şapı	0.020 m
	Hafif beton	0.100 m
	Blokaj	0.150 m
Tavanlar	Sıva	0.020 m
	Betonarme	0.150 m
	Isı yalıtım malzemesi	0.120 m

##### 5. BETONARME BİR BİNADAKİ YILLIK ISI KAYBI VE ENERJİ İHTİYACININ YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BELİRLENMESİ (DETERMINATION OF ANNUAL HEAT LOSSES AND ENERGY REQUIREMENTS NEEDS OF A REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS)

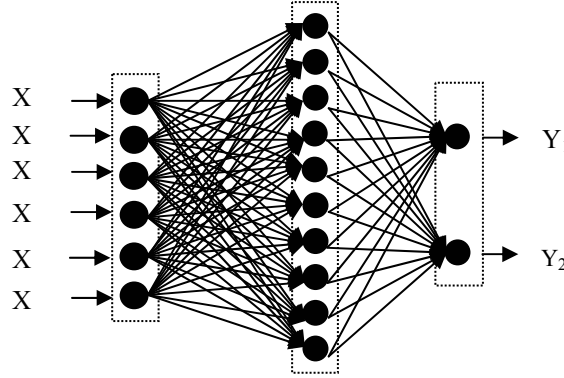
Yapay sinir ağları denetimli öğrenme kullanılarak eğitilirler. Eğitim sırasında yeterli sayıda örneğin kullanılması ile iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle çeşitli yükseklikte, eninde, boyda ve yalıtım malzemesi kalınlıklarında binada meydana gelecek yıllık ısı kaybı ve enerji ihtiyacının tespiti için Tablo 3'deki değer aralıkları kullanılarak eğitim ve test setleri hazırlanmıştır. Eğitim seti ile yapay sinir ağları eğitilmiş daha sonra da eğitim setinde kullanılmamış örneklerden oluşan test seti ile test edilmiştir. Eğitim ve test işlemlerinde kullanılan giriş parametreleri, çıkış parametreleri ve ağız mimarisi Şekil 5'te gösterilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, ağ mimarisi olarak ileri beslemeli sinir ağı, öğrenme tipi olarak danışmanlı denetimli öğrenme, öğrenme algoritması olarak da, hatayı geriye yayma algoritması kullanılmıştır.

### 5.1. Ağın Eğitilmesi (Training of the Network)

Şekil 5'te görüldüğü gibi giriş tabakasındaki nöron sayısı, yapı yüksekliği, yapı eni, yapı boyu, duvardaki, döşemedeki ve tavadaki yalıtım malzemelerinin kalınlıkları olmak üzere altı adettir. Çıkış tabakasındaki nöron sayısı ise binadaki yıllık ısı kaybı ve yıllık enerji ihtiyacı olmak üzere iki adettir.

Gizli tabaka sayısı ve buradaki nöron sayısı deneme yanılma yoluyla bulunmuştur. Tablo 2'de de görüldüğü gibi yapılan denemeler sonucunda 10 nörondan oluşan bir ara katman uygun görülmüş ve öğrenme oranı 0.95 alındığında ağ daha uygun sonuçlar vermiştir. Tablo 2'deki diğer sütunlarda; ağın iterasyon sayısı, ağdan elde edilen çıktı değerlerinin gerçek sonuçla arasındaki hata yüzdeleri verilmiştir. Gerçek sonuçlara en yakın değerleri veren ağ yapısı ve öğrenme oranı dikkate alınmıştır. Yapay sinir ağı eğitilirken aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid tipi bir aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 5. Yıllık ısı kaybı ve enerji ihtiyacının tespiti için oluşturulan ağ mimarisi

(Figure 5. The architecture of the network constructed for Annual heat loss and energy requirement)

Tablo 2. Ağ yapısı ve öğrenme oranının deneme yoluyla bulunması  
Table 2. (Structure of the network and determination of training rate by testing)

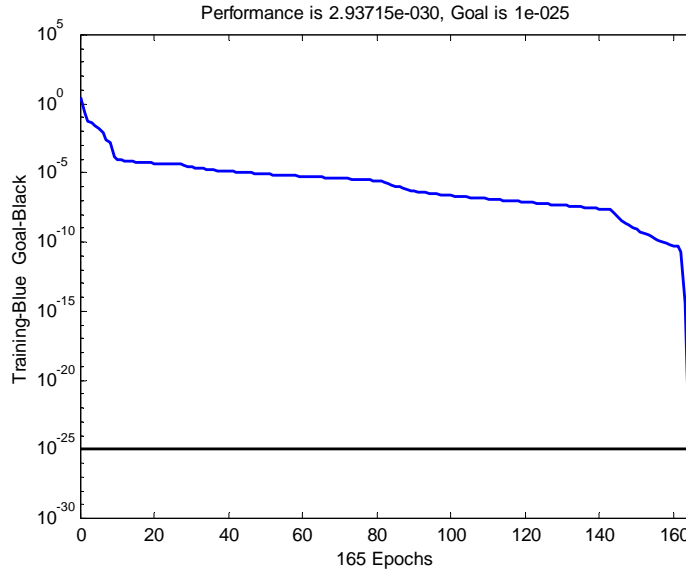
Ağ yapısı	Öğrenme oranı	İterasyon sayısı	1. Çıkışın hatası	2. Çıkışın hatası
6-10-2	0.95	165	% 0.15	% 0.46
6-10-2	0.60	66	% 0.49	% 0.45
6-10-2	0.75	142	% 0.80	% 2.12
6-6-2	0.80	415	% 0.46	% 0.89
6-6-2	0.50	988	% 0.06	% 2.41
6-6-2	0.75	721	% 0.64	% 2.12
6-8-8-2	0.70	160	% 0.98	% 0.47
6-8-8-2	0.90	129	% 1.01	% 2.40
6-8-8-2	0.60	162	% 0.27	% 1.05
6-12-12-2	0.50	145	% 0.66	% 0.60
6-12-12-2	0.75	96	% 0.20	% 0.76
6-12-12-2	0.90	61	% 1.38	% 0.36

Ağın girdi elemanlarına çeşitli değerler verilerek oluşturulan eğitim setinde 50 adet örnek bulunmaktadır. Eğitim setinde kullanılan örneklerin değer aralıkları Tablo 3’de verilmiştir. Örneklerdeki giriş ve çıkış değerleri [0,1] aralığında normalize edilerek ağa sunulmuştur.

Tablo 3. Hazırlanan eğitim setinde kullanılan değerler  
(Table 3. Used values of the training set)

	Giriş ve çıkış	Eğitimde kullanılan
X <sub>1</sub>	Yapı yüksekliği	4 - 10 m
X <sub>2</sub>	Yapı eni	5 - 15 m
X <sub>3</sub>	Yapı boyu	4 - 13 m
X <sub>4</sub>	Duvardaki yalıtım	0.040 -0.100 m
X <sub>5</sub>	Döşemedeki yalıtım	0.040 -0.120 m
X <sub>6</sub>	Tavandaki yalıtım	0.050 - 0.160 m
Y <sub>1</sub>	Yıllık ısı kaybı	130.10 - 264.22 W/K
Y <sub>2</sub>	Yıllık enerji	9493.32 -27371.24 kwh

Ağın eğitilmesi için öğrenme algoritması olarak danışmanlı denetimli öğrenme uygulanmıştır. Bu öğrenme yöntemi, bütün işleme elemanlarının anlık hatalarını en aza indirmeye çalışır. Bu hata azaltma işlemi, kabul edilebilir doğruluğa ulaşana kadar ağırlıklar devamlı olarak derlenir. Bu parametreler kullanılarak MATLAB’da hazırlanan programda YSA eğitilir. Bu ağın iterasyona bağlı hata değişimi Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Yapay sinir ağının iterasyona bağlı hata değişim grafiği  
(Figure 6. The fault variation graph of the neural network due to iteration)

## 5.2. Sinir Ağının Test Edilmesi (The to Make Test of Neural Network)

Yapay sinir ağının eğitimi tamamlandıktan sonra ağın performansını test etmek amacıyla eğitim setindeki örneklerden tamamen farklı örnekler kullanılarak ağ test edilmiştir. Ağın test setinde kullanılan örnekler ve sonuçların karşılaştırılması Tablo 4’de verilmiştir.



Tablo 4. Hazırlanan test seti  
(Table 4. The test set prepared)

Test No	Giriş						Çıkış			
	X <sub>1</sub> (m)	X <sub>2</sub> (m)	X <sub>3</sub> (m)	X <sub>4</sub> (m)	X <sub>5</sub> (m)	X <sub>6</sub> (m)	TS 825, [13]		YSA	
							Isı Kaybı (W/K)	Enerji İhtiyacı (kwh)	Isı Kaybı (W/K)	Enerji İhtiyacı (kwh)
1	5.2	9.7	10.3	0.06	0.07	0.11	191.84	16644	191.3	16589
2	6.4	10.7	13.6	0.04	0.10	0.15	269.48	27735	268.3	26467
3	5.3	11.6	13.4	0.07	0.09	0.14	213.87	21424	213.2	21566
4	4.7	10.9	14.0	0.07	0.09	0.13	202.60	18872	202.0	19010
5	6.6	9.7	12.6	0.08	0.12	0.15	197.81	21293	196.6	20495
6	6.9	9.1	8.6	0.04	0.08	0.10	220.50	19779	220.8	19704
7	5.8	9.6	8.4	0.07	0.08	0.14	164.65	14488	164.3	14437
8	5.5	9.8	10.5	0.05	0.07	0.11	204.07	18113	205.0	18278
9	4.3	10.2	9.8	0.06	0.09	0.11	165.44	13186	165.5	13108
10	7.0	8.9	8.6	0.04	0.08	0.10	221.24	19826	221.4	19817
11	7.6	8.8	6.9	0.07	0.12	0.13	164.21	15139	164.8	15190
12	4.4	8.6	9.9	0.07	0.06	0.09	162.98	12644	161.8	12432

Yapay sinir ağını eğittikten ve test ettikten sonra; 10 m boyunda, 9 m eninde, 5.5 m yüksekliğindeki binanın duvarına 6 cm, döşemesine 8 cm, tavanına 12 cm kalınlığında yalıtım malzemesi uygulanması göz önüne alınırsa binanın yıllık ısı kaybı 185.49 W/K, yıllık enerji ihtiyacı ise 16152 kwh olarak bulunur. TS 825'te ise bu problemin çözümünde yıllık ısı kaybı 185.78 W/K, yıllık enerji ihtiyacı da 16077 kwh olarak elde etmiştir [13].

## 6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, betonarme bir binada meydana gelen ısı kaybı ve buna karşılık olarak binanın ihtiyaç duyduğu enerji miktarının belirlenmesinde üç katmanlı, ileri beslemeli bir yapay sinir ağı kullanılmıştır. Giriş değerleri olarak binanın eni, boyu, yüksekliği ve bina elemanlarında kullanılan yalıtım malzemesinin kalınlıkları dikkate alınmış, ağıdan yıllık ısı kaybı ve enerji miktarı çıkış olarak istenmiştir. Binada meydana gelen ısı kaybı ve enerji ihtiyacı aylık olarak tek tek hesaplanmış ve toplanarak yıllık miktar olarak ağı sunulmuştur. Test aşamasında elde edilen YSA sonuçları ile TS 825'teki sonuçlar karşılaştırılmıştır ve sinir ağından uygun sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Bir binada meydana gelen ısı kaybını hesaplamak için; ortalama aylık güneş ışınım şiddeti değerleri, aylık ortalama dış sıcaklık değerleri, bina pencerelerinin yönü ve alanları gibi çeşitli detaylar dikkate alınmaktadır. Oysa yapay sinir ağları ile binanın ısı kaybı, binaya ait yükseklik, en, boy, yalıtım kalınlığı gibi belli özellikler kullanılarak kolaylıkla yaklaşık olarak tahmin edilebilmektedir. Çünkü yapay sinir ağları, bilgisayar ortamında, beynin yaptığı işlemleri yapabilen, karar veren, sonuç çıkaran, yetersiz veri durumunda var olan mevcut bilgiden yola çıkarak sonuca ulaşan, sürekli veri girişini kabul eden, öğrenen, hatırlayan bir algoritmadır. Yapay sinir ağları bu gibi avantajları nedeniyle özellikle mühendislik başta olmak üzere birçok dalda kullanılmaktadır.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Efe, Ö. ve Kaynak, O., (2000). Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
2. Harvey, R.L., (1994). Neural Network Principles, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.



3. Karna, K.N. and David, M.B., (1989). An Artificial Neural Networks Tutorial Part:1-Basics, Neural Networks, Vol:1, No:1,5-23.
4. Koç, M.L., Balas, C.E. ve Arslan, A., (2004). Taş Dolgu Dalgakıranların Yapay Sinir Ağları ile Ön Tasarımı, İMO Teknik Dergi, Cilt:15, Sayı:4, ss:3351-3375.
5. Zurada, J.M., (1992). Introduction to Artificial Neural Networks, West Publishing com.
6. Sanad, A. and Saka, M.P., (2001). Shear Strength of Reinforced-Concrete Deep Beams using Neural Networks Journal of Structural Engineering, Volume: 127, No:7, pp:818-828.
7. Civalek, Ö., (1997). The Analysis of Time Dependent Deformation In R.C Members by Artificial Neural Network, Journal of Pamukkale University Engineering Sci. Vol.:3, No:2, pp:331-335.
8. Kim, J.I., Kim, D.K., Feng, M.Q., and Yazdani, F., (2004). Application of Neural Networks for Estimation of Concrete Strength, Journal of Materials in Civil Engineering, Volume:16, No:3, pp:257-264.
9. Peng, J., Li, Z., and Ma, B., (2002). Neural Network Analysis of Chloride Diffusion in Concrete Journal of Materials in Civil Engineering, Volume: 14, No:4, pp:327-333.
10. Ghaboussi, J., Garrett, Jr., and Wu, X., (1991). Knowledge-Based Modeling of Material Behavior with Neural Networks, Journal of Structural Engineering, ASCE, 117:1,132-53.
11. Keleşoğlu, Ö., Ekinci C.E. ve Fırat, A., (2005). Yalıtım Hesaplarında Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı, Sigma Dergisi, 3, ss:78-86.
12. Ghaboussi, J. and Lin, C.C., (1998). New Method of Generating Spectrum Compatible Accelerograms Using Neural Network, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, pp:377-396.
13. TS 825, (2000). Binalarda Isı yalıtımı Kuralları- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, T.C. Resmi Gazete, Ankara.
14. Keleşoğlu, Ö., (2006). Yapay Sinir Ağları ile Betonarme Kiriş Kesitlerin Analizi, TMMOB İMO Teknik Dergi, 17(3), ss:3935-3942.
15. Kirkegaard, P.H. and Rytter, A., (1993). The Use of Neural Networks for a Damage Detection and Location in a Steel Member, Neural Networks and Combinatorial Optimization in Civil and Structural Engineering, Mingle Press, pp:1-9, UK.
16. Kröse, B. and Smagt, P., (1996). An Introduction to Neural Networks, The University of Amsterdam, ss:135, Amsterdam.
17. Keleşoğlu, Ö. ve Fırat, A., (2006). Tuğla Duvardaki ve Tesisattaki Isı Kaybının Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(1), ss:31-139.
18. Keleşoğlu, Ö. ve Fırat, A., (2006). Çatı Döşemesinde Meydana Gelen Yoğuşma ve Buharlaştırma Kütlelerinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Dergisi, 21, ss:49-56.
19. Keleşoğlu, Ö. ve Fırat, A., (2006). İnce Cidarlı Tüp Sistemlerin Yapay Sinir Ağları ile Analizi, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimler Dergisi, 6, ss:45-54.
20. Uguz, H., Kodaz, H., Saraçoğlu, R. ve İnan O., (2003). Geriye Yayılma Algoritmasındaki Öğrenme Katsayısının Performansa Etkisi, II. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu.
21. Ekinci, C.E., (2003). Yalıtım Teknikleri, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, ss:52-53.