



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2011, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0140

**ENGINEERING SCIENCES**

Received: October 2010

Accepted: January 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

**Erdem Işık**

**Mustafa İnallı**

Firat University

erdemis@firat.edu.tr

Elazığ-Turkey

**TUNCELİ İLİ İÇİN GÜNEŞ IŞINIMININ YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TAHMİNİ**

**ÖZET**

Güneş enerjili sistemlerin tasarımında global güneş ışınımı şiddetinin tahmini oldukça önemlidir. Güneş enerjisi, global güneş ışınımına bağlı olarak ifade edilir. Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen Tunceli'ye ait 2005-2009 yılları arasında ölçülmüş; açık gün sayısı, nispi nem, hava basıncı, hava sıcaklığı, güneşlenme süresi, rüzgâr hızı ve güneş ışınım şiddeti değerleri kullanılmıştır. Son yıllarda genişçe kullanım alanı bulan yapay sinir ağları (YSA) metodu ile aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti tahmin edilmiştir. Güneş ışınım miktarının tahmini için Geriye yayımlı (GY) çok katmanlı YSA kullanılmıştır. YSA modelinin performansı orta katmandaki nöron sayısı, giriş sayısı, öğrenme katsayısı gibi parametreler değiştirilerek ayarlanmıştır. Oluşturulan YSA modeli ile global güneş ışınım miktarı yüksek bir hassasiyetle tahmin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş enerjisi, Işınım, Yapay Sinir Ağları, Meteoroloji, Modelleme

**GLOBAL RADIATION PREDICT BY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR TUNCELİ CITY**

**ABSTRACT**

The prediction of global radiation which is used to obtain the potential of sun energy prediction is very important. Sun energy is expressed in terms of global radiation. In this paper; relative humidity atmospheric pressure, air temperature, sunshine duration, wind speed and amount of global solar radiation belong to Tunceli City between 2005-2009, which were taken from Turkish State Meteorological Service have been used. In this paper, back-propagation (GY) multi layer artificial neural networks were used to estimate monthly mean sun radiation in future. Performance of artificial neural networks was adjusted by changed number of neurons in hidden layer, learning rate and momentum constant. The model based on the artificial neural network (YSA) achieved solar radiation forecasting with high accuracy.

**Keywords:** Solar Energy, Radiation, Artificial Neural Network, Meteorology, Modeling

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Alternatif enerji kaynakları içerisinde; güneş, rüzgâr, biyokütle, gelgit, dalga ve akarsular sayılabilmektedir. Ancak alternatif enerji kaynakları arasında çevreyi kirletmeyen ve sürekliliği olan enerji kaynağı olarak ilk akla gelen güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin pek çok uygulamaları bulunmaktadır. Küresel güneş radyasyonu verileri güneş enerjisi uygulamaları için en önemli parametredir. Dünyanın yüzeyinde, yatay bir düzleme gelen güneş enerjisi yılın gününe, günün hangi saati olduğuna ve atmosferik şartlara bağlı olarak değişmektedir (Behrang, 2010; Şencan ve Bezir, 2003). Dolayısı ile güneş enerjisinin ekonomik, verimli ve doğru bir şekilde kullanılabilirliği zamana ve yere göre değişmektedir. Güneş enerjisi doğrudan ve difüze olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Güneş enerjisi tayfı; kızılötesi, görünür ve ultraviyole bölgelerini kapsamaktadır. Güneş radyasyonu ölçümleri maliyet, bakım ve kalibrasyon ile ölçme ekipmanlarının gereksinimi nedeniyle zor olmaktadır. Birçok meteoroloji istasyonunda yatay yüzeye gelen tüm güneş radyasyonu ölçülebilmektedir. Ancak güneş enerjisinin tüm bileşenini oluşturan direk ve yayılı güneş radyasyonu bu meteorolojik istasyonlarda ölçülememektedir (Rehman ve Mohandes, 2008; Jiang, 2009; Atik ve diğ., 2007; Özek ve Bezir, 2004).

Global güneş radyasyonu verileri çeşitli mühendislik, mimarlık uygulamalarında ve pek çok araştırmada kullanılmaktadır. Bununla beraber güneş radyasyonu, hava sıcaklığı gibi hazır kullanılabilen bir veri değildir (Rahimikhoob, 2010). Güneş radyasyonu ölçümlerinde kullanılan pironometre cihazı birçok yerleşim yerinde ya sınırlı sayıda ya da mevcut değildir. Fakat birçok yerleşim bölgesinde rüzgâr hızı, nispi nem, buhar basıncı, hava basıncı, hava sıcaklığı, güneşlenme süresi gibi meteorolojik veriler ölçülebilmektedir. Bu meteorolojik verilerin, güneş radyasyonu değerinin doğru olarak hesaplanmasında oldukça etkili olduğu, yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Güneş radyasyonunun belirlenmesi konusunda çeşitli çalışmalar yapılmış ve değişik matematiksel ifadeler türetilmiştir.

Son yıllarda güneş radyasyonunun doğru tahminine duyulan ihtiyaç, güneş radyasyonu verilerinin bazı enerji sistemlerinin kontrol ve optimizasyon işlemlerinde kullanılmalarından dolayı artmıştır. Dünyanın farklı yerlerinde global güneş radyasyonunun tahmini için en yaygın kullanılan metot yapay sinir ağlarıdır (Cao ve Lin, 2008; Fadare, 2009).

Tunceli ili, Türkiye'nin doğusunda 39° 6' E 39° 33' B bulunmakta ve denizden yüksekliği 981 m'dir. Tunceli'de meteorolojik parametreler Sinoptik ve Büyük Klima İstasyonu olarak faaliyet gösteren Tunceli Meteoroloji İstasyon Müdürlüğünde ölçülmektedir. Bu çalışmada, Tunceli ili için ölçülen bazı meteorolojik veriler yardımıyla, güneş radyasyonu değerleri Yapay Sinir Ağları metoduyla tahmin edilmiştir. Yapay sinir ağları, lineer olmayan kompleks problemlerin çözümünde özellikle son yıllarda kullanılmaya başlanan alternatif bir çözüm metodudur. Bu metot, eksik verilerin tamamlanması ve enerji sistemlerinin modellenmesi konularında oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu yeni metotla tahmin edilen güneş radyasyonu değerleri, ölçülen güneş radyasyonu değerleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; YSA metoduyla bulunan değerlerin, ölçüm değerleriyle uyum gösterdiği görülmüştür.

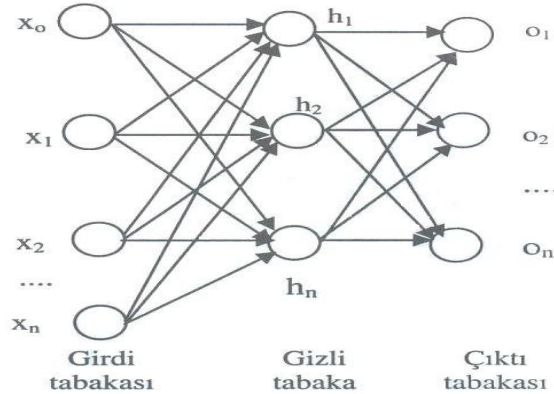
## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, meteoroloji istasyonları tarafından ölçülmüş çeşitli datalardan faydalanılarak, yapay sinir ağları metodu ile güneş radyasyonu değerleri ileriye dönük olarak tahmin edilmiştir. Sonuçların yüksek bir hassasiyetle doğruluğu test edilmiş ve YSA metodunun güneş radyasyonu değerlerinin tahmin edilmesinde oldukça

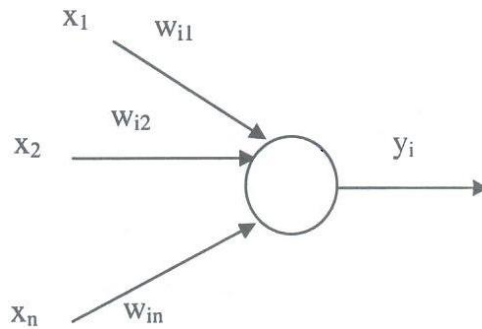
başarılı bir şekilde kullanılabileceğini görülmüştür. Bu durumda, güneş radyasyonu ölçümü direkt olarak yapılamayan farklı yerleşim bölgelerinin güneş radyasyonunun tespit edilmesinde, kolay ve ucuz olan bazı meteorolojik ölçüm cihazlarıyla yapılacak ölçümlerden elde edilen data lar rahatlıkla kullanılabilir.

### 3. YAPAY SİNİR AĞLARI (ARTİFİCİAL NEURAL NETWORK)

Yapay sinir ağları, sayısal bir modelleme tekniğidir. Yapay sinir ağları anahtar bilgi kalıplarını öğrenebilen çok boyutlu bilgi alanlarıdır. Bir şekilde yapay sinir ağları, insan beynini ve öğrenme sürecini taklit etmektedir. Bu nedenle sistem hakkında karakteristik bilgiye ihtiyaç yoktur. Yapay sinir ağları bunun yerine önceden girilmiş veriler olan girdi ve çıktı parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Dolayısı ile yapay sinir ağları, bir veya daha fazla girdi ve çıktı arasındaki muhtemelen doğrusal olmayan ilişkinin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Mubiru, 2008; Benghanem ve diğ., 2009). Yapay sinir ağlarının iki türlü çalışma şekli vardır. Biri; eğitime, diğeri; test (kullanma) aşamasıdır. Bir yapay sinir ağlarının kullanılabilmesi için önce eğitilmesi gerekir. Yapay sinir ağları Şekil 1'da görüldüğü üzere temel olarak girdi, gizli ve çıktı tabakaları olmak üzere üç tabakadan oluşmakta ve her tabakada birçok nöron (düğüm) bulunmaktadır. Yapay bir sinir hücresi Şekil 2'de görülmektedir. Burada nöronun görevi; girişindeki sayıları kendi ağırlık değerleri ile çarpmak, daha sonra çarpımları toplamak ve toplamı bir yumuşatma fonksiyonundan (genelde sigmoid veya tanh) geçirdikten sonra çıkışa vermektir. Bir nöronun çıkışındaki değerlerin genelde 0-1 (sigmoid) veya -1-1 (tanh) arasında olması istenir.



Şekil 1. Üç tabakalı bir yapay sinir ağı  
(Figure 1. A three layer artificial neural network)

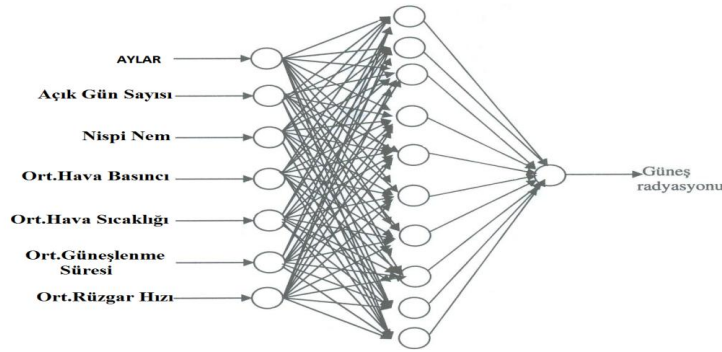


Şekil 2. Yapay Sinir hücresi  
(Figure 2. Artificial neural cell)

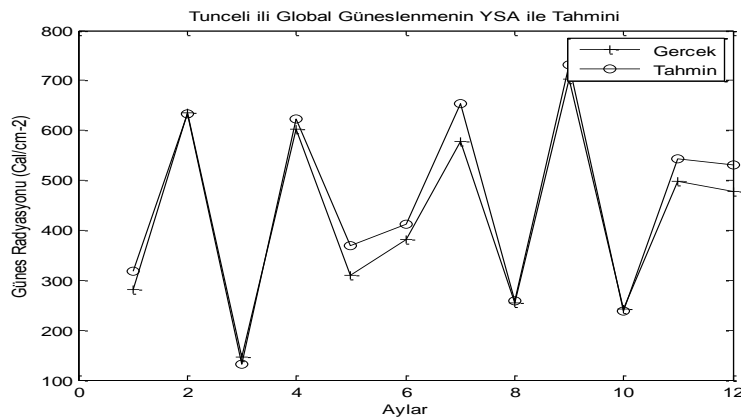
#### 4.UYGULAMADA KULLANILAN YSA MODELİ (ANN MODEL FOR PRACTICE)

Bu çalışmada; Tunceli İli'nin aylık güneş radyasyonu değerleri, farklı meteorolojik verilerden yararlanarak YSA modeli yardımıyla tahmin edilmiştir. Modelde; aylar, ortalama rüzgâr hızı, ortalama hava basıncı, ortalama hava sıcaklığı, ortalama nispi nem, ortalama buhar basıncı ve ortalama güneşlenme süresi girdi değerlerini, güneş radyasyonu ise tahmin edilmek istenen çıktı değerini ifade etmektedir. Uygulamada kullanılacak YSA modeli, farklı tabaka ve nöron sayıları için denenmiştir. Sonuç olarak en iyi çözüm mimarisini, 2000 iterasyon sonucu Şekil 3'da görülen tek gizli tabaka ve 10 nörona sahip ileri beslemeli YSA modeli temsil etmektedir. Yapay sinir ağını eğitmek için geriye yayılma algoritması ve eşik (sigmoid) aktivasyon fonksiyonu seçilmiştir.

Tunceli ilindeki meteoroloji istasyonu tarafından 2005 - 2009 yılları arasında ölçülmüş değerlerin aylık ortalamaları DMİ Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Temin edilen bu veriler YSA'yı eğitmek için kullanılmıştır. YSA ile eğitilen modelden elde edilen güneş radyasyonu değerleri, ölçülen gerçek güneş radyasyonu değerleriyle uyum göstermiş ve regresyon değeri ( $R^2$ ) 0.98 olarak bulunmuştur. Bu sonuç; değişik meteorolojik veriler yardımıyla (girdi değerleri), güneş radyasyonu (çıktı değerleri) değerlerinin yaklaşık %98 oranında bir doğrulukla tahmin edilebileceğini göstermiştir. YSA ile tahmin edilen güneş radyasyonu değerlerinin, gerçek ölçüm değerleri ile karşılaştırılması Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 3. Uygulamada kullanılan YSA modeli  
(Figure 3. ANN Model for practice)



Şekil 5. Tunceli ili için YSA ile tahmin edilen güneş radyasyonu değerlerinin, gerçek ölçüm değerleri ile karşılaştırılması.  
(Figure 5. Comparasion of the values of solar radiation obtained by ANN and the real values for Tunceli region)

## 5. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bu çalışmada, Tunceli ilinde aylık güneş radyasyonu değerleri; ortalama rüzgâr hızı, ortalama hava basıncı, ortalama hava sıcaklığı, ortalama nispi nem, ortalama buhar basıncı ve ortalama güneşlenme süresi gibi meteorolojik verilerden yararlanarak Yapay Sinir Ağları (YSA) metoduyla tahmin edilmiştir. Çalışmada, gerçek değerler ile YSA metodu kullanılarak hesaplanmış değerler arasındaki regresyon değeri (korelasyon katsayısı) 0.98 olarak bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, YSA metodunun güneş radyasyonu değerlerinin tahmin edilmesinde oldukça başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca bu metod; güneş radyasyonu ölçümü direkt olarak yapılamayan farklı yerleşim bölgelerinin güneş radyasyonunun tespit edilmesinde de rahatlıkla kullanılabilecektir.

## NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 14-16 Ekim 2010 tarihinde Dicle Üniversitesinde tamamlanan Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumunda (BUMAT2010) sözlü sunumu yapılmış ve NWSA yazım esaslarına göre yeniden düzenlenmiştir.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Behrang, M.A., Assareh, E., Ghanbarzadeh, A., and Noghrehabadi, A.R., (2010). The Potential of Different Artificial Neural Network (ANN) Techniques in Daily Global Solar Radiation Modeling Based on Meteorological Data, *Solar Energy*, 84, 1468-1480.
2. Şencan, A. ve Bezir, N.Ç., (2003). Ölçülebilir Meteorolojik Verilerle Güneş Radyasyonunun Yapay Sinir Ağları Metoduyla Tayini, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu, Mersin, 235-239.
3. Rehmana, S. and Mohandes, M., (2008). Artificial Neural Network Estimation of Global Solar Radiation Using Air Temperature and Relative Humidity, *Energy Policy*, 36, 571-576.
4. Jiang, Y., (2009). Computation of Monthly Mean Daily Global Solar Radiation in China Using Artificial Neural Networks And Comparison with Other Empirical Models, *Energy*, 34, 1276-1283.
5. Atik, K., Deniz, E. ve Yıldız, E., (2007). Meteorolojik Verilerin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10, 148-152
6. Özek, N., Bezir, N.Ç., (2004). Isparta- Yalvaç'a Ait Yatay Yüzeğe Gelen Güneş Radyasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8-2, 151 - 153.
7. Rahimikhoob, A., (2010). Estimating Global Solar Radiation Using Artificial Neural Network and Air Temperature Data in a Semi-Arid Environment, *Technical Note Renewable Energy*, 35, 2131-2135.
8. Cao, J. and Lin, X., (2008). Study of Hourly and Daily Solar Irradiation Forecast Using Diagonal Recurrent Wavelet Neural Networks, *Energy Conversion and Management*, 49, 1396-1406
9. Fadare, D.A., (2009). Modelling of Solar Energy Potential in Nigeria Using an Artificial NeuralNetwork Model, *Applied Energy*, 86, 1410-1422.
10. Mubiru, J., (2008). Predicting Total Solar Irradiation Values Using Artificial Neural Networks, *Technical Note, Renewable Energy*, 33, 2329-2332
11. Benganem, M., Mellit, A., and Alamri, S.N., (2009). ANN-Based Modelling and Estimation of Daily Global Solar Radiation Data: A case Study, *Energy Conversion and Management*, 50, 1644-1655.