

Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Türkiye İçin Kara Yüzey Sıcaklığının Modellenmesi

Ozan Şenkal

Çukurova Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü, 01330 Sarıçam, Adana
osenkal@cu.edu.tr

(Geliş/Received:04.03.2016; Kabul/Accepted:01.06.2016)

Özet

Bu çalışma, Türkiye’de (26-45° Doğu ve 36- 42° Kuzey) yayınlık ve coğrafik verileri (enlem, boylam, yükseklik ve ay) kullanılarak yeryüzü sıcaklığının tahmininde yapay sinir ağlarının kullanılmasını ortaya koymaktadır. Genelleştirilmiş Regresyon Ağları (GRA), yapay sinir ağlarında (YSA) kullanılmıştır. Yapay sinir ağını eğitmek için Türkiye’nin Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) hakkında genel fikir veren 10 bölgenin (Adana, Afyon, Ankara, Eskişehir, İstanbul, İzmir, Konya, Malatya, Rize, Sivas) verileri kullanıldı. 2002 yılı için İzmir, Konya, Malatya, Rize ve Sivas’tan alınan veriler eğitim için kullanılırken, Adana, Afyon, Ankara, Eskişehir ve İstanbul’dan alınan veriler ise test etme ve doğrulama için kullanılmıştır. Yer Yüzey Sıcaklığı çıktı olarak alınmıştır. Bununla birlikte, GRA yöntemi yayınlık ve coğrafi verilerden elde edilen değerlerle Yer yüzey Sıcaklığının aylık tahmini için önerilmiştir. Tahmin edilen değerler ve GRA yöntemi ile elde edilen değerlerin aylık ortalama günlük toplamı için yüzey değerleri arasındaki R^2 , eğitim için 99.07%, test için 96.85% bulunmuştur. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, GRA kullanılarak yayınlık ve coğrafi verilerden Yer yüzey Sıcaklığını tahmininde yeterince iyi olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yer Yüzey Sıcaklığı, Yayınlık, Coğrafik Veri, Yapay Sinir Ağı, Türkiye

Land Surface Temperature Modeling For Turkey Using Artificial Neural Networks

Abstract

This study introduces artificial neural networks (ANNs) for the estimation of land surface temperature (LST) using emissivity and geographical data (latitude, longitude, altitude and month) in Turkey (26-45° E and 36- 42° N). Generalized regression neural network (GRNN) were used in the network. In order to train our neural network we used data of 10 stations (Adana, Afyon, Ankara, Eskişehir, İstanbul, İzmir, Konya, Malatya, Rize, Sivas), which are assumed to give a general idea about the land surface temperature of Turkey. Data from stations (İzmir, Konya, Malatya, Rize, Sivas) were used for training, while the stations (Adana, Afyon, Ankara, Eskişehir, İstanbul) was used for testing and validating the model for 2002. Land surface temperature is the output. However, the method of ANN was proposed for the estimation of monthly global land surface temperature values from emissivity and geographical data. R^2 between the estimated and ground values for monthly mean daily sum with ANN method values have been found as 99.07% (training) and 96.85% (testing), respectively. Therefore these results are good enough for predicting the land surface temperature at ground using artificial neural networks method with emissivity and geographical data.

Keywords: Land Surface Temperature, Emissivity, Geographical Data, Artificial Neural Network, Turkey

1. Giriş

YYS iklimsel değerlerin belirlenmesinde anlamlı bir parametredir. YYS ile birlikte, hava sıcaklığı atmosferdeki enerji ve su döngüsünün belirlenmesinde anahtar parametrelerdendir. Bu amaçla günümüze kadar birbirinden farklı çalışmalar YYS’nin belirlenmesinde yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı Devlet Meteoroloji

İşleri Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilirken, bir kısmı YSA, uzaktan algılama v.b. çalışmalar tarafından gerçekleştirilmiştir. YSA kavram olarak, yeryüzünün ve yer kaynaklarının araştırılmasında, araştırılan nesnelere ilgili giriş veri elde etme ve çıkış sonuçlarını inceleme uygulaması olarak tanımlanabilir [1].

YSA teriminin 1956 yılında ilk kez kullanılmasından bu yana birçok araştırmacı bu konu üzerinde yoğun olarak çalışmaktadır. Ulaşılan nokta ve gelecekle ilgili hedeflerse, oldukça tartışmalı durumuyla her yaşta hemen herkesin ilgisini çekebilecek düzeyde görünüyor. YSA, bilgisayar biliminin akıllı, yani dili kullanabilme, öğrenme, akıl yürütme, problem çözme gibi niteliklere sahip bilgisayar sistemleri tasarımıyla uğraşan koludur. YSA, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak da tanımlanabilir [2].

Çalışmada kullanılmak üzere coğrafik değerler ve yüzey yayınlık değerleri gerekmektedir. YYS'nin hesaplanmasında Adana, Ankara, Antalya, Denizli, Erzurum, İzmir, Kayseri, Samsun, Sivas, Şanlıurfa, Van illeri (şekil 1) temel alınarak 2002 yılı süresince yayınlık değerleri ile coğrafik değerler (tablo 1) kullanılarak YSA modellenmiş ve YYS hesaplanmıştır.



Şekil 1. Yer yüzey sıcaklığının hesaplanmasında kullanılan istasyonlar.

Tablo 1. İstasyonların coğrafik değerleri

Stations	Latitude(°)	Longitude(°)	Altitude(m)
Adana	36.59	35.21	27
Afyon	38.44	30.35	1001
Ankara	39.57	32.53	891
Eskişehir	39.47	30.34	786
İstanbul	41.01	28.59	0
İzmir	38.26	27.10	29
Konya	37.58	32.33	1031
Malatya	38.21	38.19	948
Rize	41.02	40.31	9
Sivas	39.45	37.01	1600

2. Materyal ve Metot

2.1. Yüzey yayınlık değerlerinin belirlenmesi

Yayınlığın (ϵ) belirlenmesi ve ölçülmesinde kullanılan en başarılı metotlardan biride, NDVI yardımı ile yayınlığın belirlenmesidir. NDVI kavram olarak Normalize Edilmiş Bitki İndeksi demektir. NDVI değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır [3].

$$NDVI = \frac{CH_2 - CH_1}{CH_2 + CH_1} \quad (1)$$

Buradaki CH1 ve CH2 değerleri NOAA uydusunun üzerindeki AVHRR sensörünün sırayla birinci ve ikinci kanal değerleridir. NDVI ve yayınlık arasındaki bağıntıyı elde etmek için yapılan deneyler sonunda aşağıdaki logaritmik fonksiyon elde edilmiştir.

$$\epsilon = a + b \log(NDVI) \quad (2)$$

Burada ϵ yayınlık olmak üzere a ve b bağıntı sabitleri 8 – 14 μm aralığındaki spektral bölge için belirlenmiştir ve değerleri sırasıyla 1,0094 ve 0,047' dir [4]. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre yüzey sıcaklığının belirlenmesinde ortalama bir yayınlık değerinin alınmasının gerektiği ve bu değer 0,975 olduğu, uydunun 4. ve 5. kanallarının yayınlık farkının ise -0,005 olduğu tespit edilmiştir [5]. Bu durumda iki farklı eşitliği elde etmek mümkündür.

$$\epsilon = \frac{\epsilon_4 + \epsilon_5}{2} = 0,975 \quad (3)$$

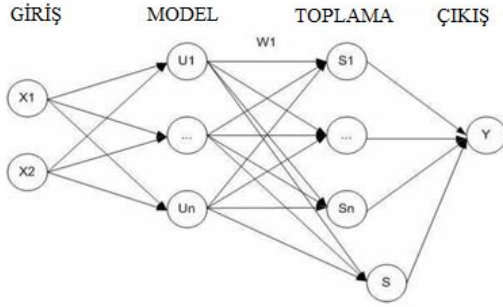
$$\Delta\epsilon = \epsilon_4 - \epsilon_5 = -0,005 \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitlikler ϵ_4 ve ϵ_5 sırasıyla 4. ve 5. kanalın yayınlık değerleri olmak üzere, eşitlik 3 ve 4 çözüldüğünde $\epsilon_4 = 0,9725$ ve $\epsilon_5 = 0,9775$ olarak bulunmaktadır.

2.2. Genelleştirilmiş regresyon ağları

Genelleştirilmiş Regresyon Ağları (GRA), Radyal Temelli ağların (RTA) özel bir halidir. 1991 yılında Donald Francis Specht tarafından önerilmiştir [6]. Genelleştirilmiş Regresyon Ağları genellikle sistem modelleme ve kestirimi

gibi fonksiyon yaklaştırma uygulamalarına en uygun ileri beslemeli ağıdır. Genelleştirilmiş Regresyon Ağları belirli sayıda gizli (hidden) katman nöronu ile sürekli fonksiyonlara yaklaşımı sağlarlar. GRA’de Çok Katmanlı Perseptron (ÇKP)’daki gibi tekrarlı eğitime işlemine ihtiyaç duyulmaz. Giriş ve çıkış arasında, eğitim kümesinden elde ettiği bulgularla herhangi bir sıradan fonksiyona yaklaşabilir. Buradan da anlaşılacağı üzere eğitim kümesinin boyutları büyüdükçe yaklaşımdaki hata oranı sıfıra yaklaşır. Aynı zamanda GRA, standart teknikler gibi sürekli değişkenler üzerinde yargıya varılabilmesi içinde kullanılır. Temelinde standart bir istatistiksel yöntem olan Kernel yaklaşımını kullanmaktadır. Çok kolay dizayn edilebilir.



Şekil 2. Genelleştirilmiş Regresyon Ağları (GRA) topolojisi

GRA dört katmandan oluşur. İlk katman Giriş Katmanıdır ve ikinci katmana tam olarak bağlanmıştır. İkinci katman Model (Pattern) Katmanıdır. Üçüncü katman Toplama (Summation) Katmanıdır ve toplama nöronlarından oluşur. Dördüncü katman ise Çıkış (Output) Katmanıdır ve toplam nöronların bölümünden ortaya çıkan sonuçtur [7] (şekil 2).

İlk katman normal bir radyal tabanlı YSA gibi işler. Her nöronun ağırlıklı girişi, giriş vektörü ile bu girişin ağırlık vektörü arasındaki uzaklıktır. Her nöronun net girişi, o nöronun ağırlıklı girişi ile biasının çarpımıyla belirlenir. Her nöronun çıkışı, o nöronun net girişinin radyal tabanlı katmandan geçirilmesiyle hesaplanır.

$f(x,y)$ ortak olasılık yoğunluk fonksiyonunun bilinmesi durumunda, bağımsız x değişkenine göre bağımlı y değişkeninin regresyonu aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$E[y|X] = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} yf(X, y)dy}{\int_{-\infty}^{\infty} f(X, y)dy} \quad (5)$$

Eğer olasılık yoğunluk fonksiyonu bilinmiyorsa gözlenen X^i and Y^i değerlerinden bu fonksiyon tahmin edilir.

$$f(X, Y) = \frac{1}{(2\pi)^{(p+1)/2} \sigma^{(p+1)}} \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n \exp\left[-\frac{(X - X^i)^T (X - X^i)}{2\sigma^2}\right] \exp\left[-\frac{(Y - Y^i)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (6)$$

Bu denklemde p x vektörünün boyutu, n gözlenen veri sayısı, σ ise düzeltme (yumuşatma) parametresidir.

D_i^2 skaler bir fonksiyon olmak üzere (Öklit uzaklığı) [6];

$$D_i^2 = (X - X^i)^T (X - X^i) \quad (7)$$

olarak tanımlanırsa, bağımsız x değişkenine göre bağımlı y değişkeninin regresyonu;

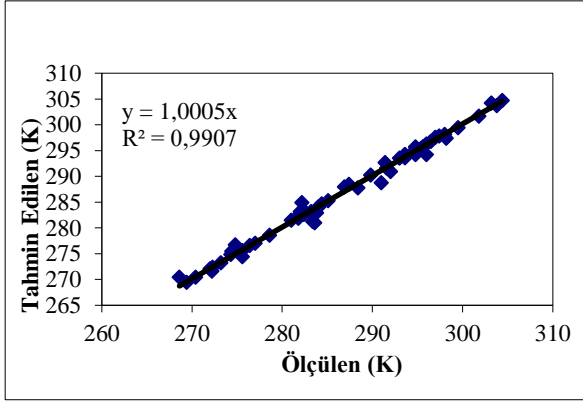
$$Y(X) = \frac{\sum_{i=1}^n Y^i \exp\left(\frac{-D_i^2}{2\sigma^2}\right)}{\sum_{i=1}^n \exp\left(\frac{-D_i^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (8)$$

şeklinde bulunur.

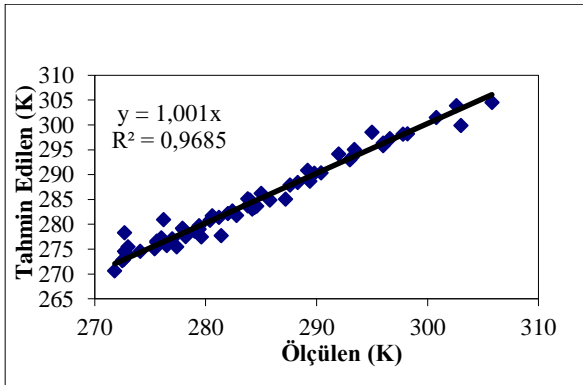
3. Sonuçlar

Uydu görüntülerinden tüm dünya için tahmin edilen yayınlık değerleri ile beraber enlem, boylam, yükseklik ve ay değerleri GRA'nın giriş kısmını oluşturmuşlardır. MATLAB programı ağın eğitimi için kullanılmıştır. GRA'nın yapısı GRA (5, 1, 1) 5 giriş düğümü, 1 yayılma değeri ve 1 çıkış düğümünden oluşmuştur. Bu ağ yapısı giriş, model, toplama ve çıkış katmanlarını içermiştir. Ağın eğitiminde 2002 yılı için İzmir, Konya, Malatya, Rize ve Sivas seçilmişken, test için aynı yıl periyodunu kullanarak Adana, İstanbul, Afyon, Eskişehir ve Ankara seçilmiştir.

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait ulusal 10 istasyon kullanıldı. Bu istasyonlar Türkiye'nin geniş anlamda iklimatik durum değişikliğini tanımlayan alanlardan seçilmiştir. Türkiye üzerindeki bu alanlarda YYS eğitim için R^2 (korelasyon katsayılarının kare değeri) %99,07 (şekil 3) ve test alanları için ise %96,85 (şekil 4) ile oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir. Karşılaştırmalarda sadece korelasyon katsayısına göre değerlendirme yapmak yetersiz kalacaktır. Bu amaçla eğitim istasyonları için RMSE değeri 0,1322 K ve test istasyonları için 0,1451 K hata değeri hesaplanmıştır.



Şekil 3. YYS eğitim için korelasyon katsayılarının kare değeri



Şekil 4. YYS test için korelasyon katsayılarının kare değeri

Bununla beraber RMSE ve MBE değerlerine de eğitim ve test alanları için bakılmış ve Tablo 2'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 2. Genelleştirilmiş regresyon ağlarının (GRA) hata değerleri

İstasyonlar	YSA	
	RMSE(K)	MBE(K)
Eğitim istasyonları		
İzmir	0.1149	-0.0331
Konya	0.0200	-0.0025
Malatya	0.1823	-0.0526
Rize	0.1285	-0.0371
Sivas	0.1463	-0.0422
Test istasyonları		
Adana	0.1360	-0.0392
Afyon	0.1124	-0.0325
Ankara	0.1300	-0.0375
Eskişehir	0.2600	0.0676
İstanbul	0.0141	0.0037

YYS test ve eğitim sonuçları istatistiksel olarak RMSE (karekök hatası) ve MBE (ortalama sapma hatası) incelendiğinde, eğitim alanları için RMSE 0.0200 K ile 0.1823 K, MBE -0.0025 K ile -0.0526 K ve test alanları için ise RMSE 0.0141 K ile 0.2600 K, MBE 0.0037 K ile 0.0676 K arasında değerler elde edilmiştir.

Bütün istasyonlar içerisinde en iyi RMSE ve MBE değeri Konya istasyonu, en kötü ise Eskişehir istasyonu çıkmıştır. Bulunan bu değerler; YSA uygulamalarına dayanılarak yapılan YYS'nin hesaplanmasında, küçük hata oranı ile elde edilebileceğini göstermektedir.

4. Tartışma

Bu çalışmanın amacı Dünyanın enerji döngüsünde önemli yer tutan, deprem, volkanik patlamalar, fırtına hareketleri, sera etkisi gibi doğal afetlerin habercisi olan, kuraklık, bitki stresi, atmosferik don olayı, geceleri oluşan ani soğumalar, denizlerde sıcak su akıntılarının belirlenmesi ve yer yüzeyi atmosfer etkileşimi gibi olaylarda önemli bir parametre olan YYS'nin Türkiye için yerel ve küresel ölçeklerde hesaplanmasına olanak sağlayacak yayınlılık ve coğrafik koşullara bağlı algoritmalar üretmek ve bu algoritmaların geçerliliğini kontrol etmektir. Sonuç olarak YSA kullanılarak elde edilen verilere göre hesaplanan korelasyon katsayıları ve RMSE değerleri GRA algoritmasına göre YYS'nin hesaplanabileceğini göstermiştir.

Bu bağlamda YSA kullanılarak Türkiye için kara yüzey sıcaklığının belirlenmesi iyi sonuçlar vermiştir. Bu yüzde YSA kara yüzey sıcaklığı ve diğer uygulamalarda iyi bir örnek olarak kullanılabilir.

5. Kaynaklar

1. Şahin, M., Şenkal, O., Sarıkoç, A. (2009). Yer yüzey sıcaklığının Price-1984 algoritmasına bağlı hesaplaması. Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, **27**: 241-253.
2. Pirim, H. (2006). Yapay Zeka, Journal of Yaşar University, **1**: 81-93.
3. Srivastava, S.K., Jayaraman, V., Rao, P.P., N., Manikiam, B., Chandrasekhar, M.G. (1997). Interlinkages of NOAA/AVHRR Derived Integrated NDVI to Seasonal Precipitation and Transpiration in Dryland Tropics. International Journal of Remote Sensing, **18**: 2931-2952.
4. Van de Griend, A.A., Owe, M. (1993). On the Relationship Between Thermal Emissivity and The Normalized Difference Vegetation Index for National Surfaces. International Journal of Remote Sensing, **14**: 1119-1131.
5. Caselles, V., Coll, C., Valor, E. (1997). Land Surface Emissivity and Temperature Determination in the Whole Hapex- Sahel Area from AVHRR Data. International Journal of Remote Sensing, **18**: 1009-1027.
6. Speckt, D.F. (1991). A generalized regression neural network. IEEE Transactions on Neural Networks, **2**: 568-576.
7. Cigizoğlu, H.K., Alp, M. (2006). Generalized regression neural network in modelling river sediment yield. Avdan. in Engin. Software **37**: 63-68.