

The Sunshine Duration Error Rates were calculated with Gradient-Descent Algorithm and Genetic Algorithm for Use of Solar Energy

Yalçın KAPLAN^{a,1}

^aİstanbul Kemerburgaz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34217 İstanbul

Abstract

In this study, which is a source of renewable energy required to take advantage of solar energy to the maximum duration of sunshine was estimated. In the study, values were used of the city of Amasya. Artificial neural networks (ANN) backpropagation gradient-descent(GD) learn algorithm and genetic algorithm(GA) were used. Three hidden layer network model was designed with two inputs for ANN and GA. Between 2000 and 2010 values were used as input data monthly sunshine duration and humidity values. Output data was obtained monthly sunshine duration of 2010. The values obtained were compared with the actual values and the root mean square error (RMSE) was calculated. Result of the study, GA was used to calculate the values that are needed for solar energy.

Keywords: "Artificial neural network, solar energy, Sunshine"

1. Giriş

Nüfusun artışı ile birlikte enerji ihtiyacının artması toplumların en büyük sorunu haline gelmiştir. Ülkelerin ve şehirlerin hızla büyümesi artan nüfusu beraberinde getirmiş, sanayileşmenin de artmasıyla ihtiyaç duyulan enerji hızla artmıştır. İnsanların yaşam standartlarının artması ihtiyaç duyulan sanayileşme olgusunu da arttırmış ve artan sanayi ile birlikte çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir, insanlar doğal düzeni korumak ve yeni nesillere temiz bir yaşam bırakmak gayreti içerisinde[1].

Ülkemiz 17 Şubat 2009'da Kyoto Protokolü imzalaması ile protokolde geçen emisyon değerlerine ulaşmak için etmenleri tekrar değerlendirmek ve protokolde geçen uyum şartlarını sağlamak zorundadır[2].

Bütün ülkeler gelecekte ortaya çıkabilecek enerji sorunları için önlemlerini alıp plan ve programlarını yapmaktadır. Ülkemiz ise iktisadi ve sosyal bakımdan gelişen bir ülke olmasından dolayı her geçen gün biraz daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Ülkemiz enerji kaynakları bakımından çok zengin topraklara sahip değildir. Bu sebepten dolayı fosil enerji kaynaklarını kullanarak enerji üretmek ülke ekonomisine ciddi yük oluşturmaktadır[3].

Ayrıca sadece ülkemizde değil Dünya'da da fosil tabanlı enerji kaynaklarının sınırlı ve pahalı olması yine özellikle kirletici özellikleri ile çevreyi kirletmesi nedeniyle sera gazı salınımı gittikçe artmaktadır. Bu nedenle iklim kuşakları değişmektedir. Tüm bu menfi durumları ortadan kaldırmak ve ülkemizi enerji kaynağı açısından dış ülkelere olan bağımlılığını en aza indirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak gerekmektedir[4].

Türkiye'de ki enerji açısından politik yapılara bakacak olursak enerji politikasında duyulan ihtiyacın karşılanmasına yönelik atılan adımlar olmuş ve bu zaman süresince enerji kaynaklarının verimliliğine çok fazla önem verilmemiştir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarla duyulan ihtiyaçtan ziyade enerji kaynaklarının verimliliği de önemli ölçüde dikkate alınmış ve bu değişimin en büyük göstergesi ise 2007 yılında yürürlüğe giren enerji verimliliği kanunudur.

Türkiye birincil enerji tüketimine bakacak olursak; doğalgaz %24.1, petrol %33.3, Kömür %28.1, Nükleer %4.4, hidrolik %6.9, diğer yenilenebilir %3.2olduğunu görürüz. Tüketimin %85.5'lük kısmı fosil yakıtlı kaynaklardan oluşmaktadır[5].

Bütün bu veriler dikkate alındığında ülkemizin çok hızlı bir şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması gerekmektedir. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynağı açısından zengin bir ülkedir. Temiz bir çevre ve ucuz bir enerji kaynağı için tüm çalışmalarını ve planlarını bu doğrultuda yapmalı ve gereken adımları hızlı bir şekilde atmamız[6].

¹ Corresponding author. Tel.: +0-000-000-0000 ; fax: +0-000-000-0000 .
E-mail address: ylcnkpln@myinet.com

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin en verimli bir şekilde kullanmak için gerekli olan güneşlenme süresi tahmini yapılmıştır. Bu çalışmadaki amaç güneşlenme süresinin en iyi sonuçlara göre tahminini yapıp planları ve programları bu doğrultuda yapmaktır.

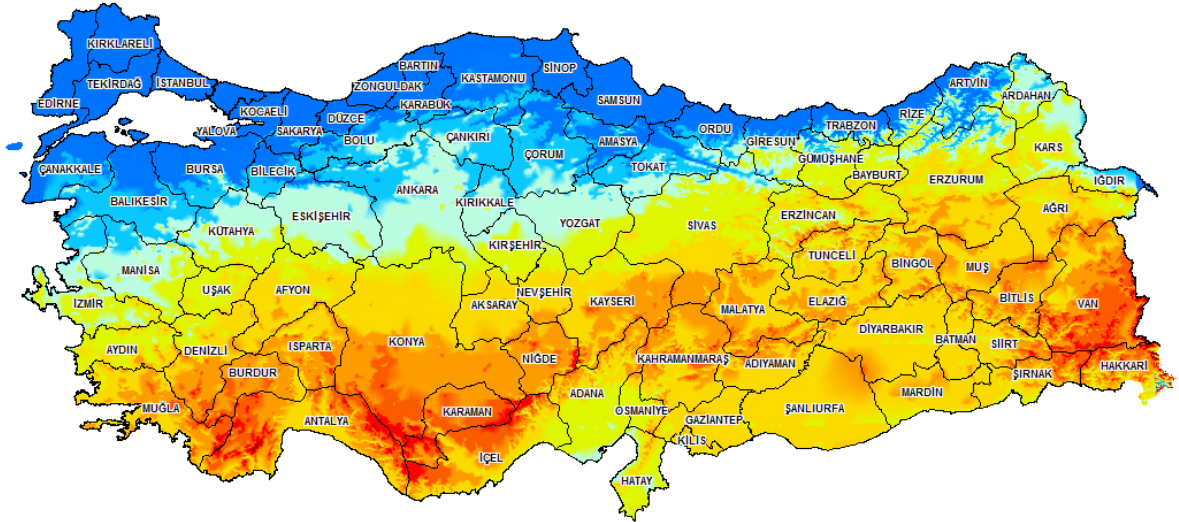
Literatür taramasında ortaya çıkan bu yöntemlerden bazıları; YSA[7], Regresyon analizi[8], Bulanık mantık[9], Genetik algoritma[10], Zabar method[11] gibi metotlardır.

Keskiner ve arkadaşları, YSA ve regresyon yöntemi ile sıcaklık tahmini yapmışlardır[12], Doğdu, yaptığı çalışma ile jeotermometre ile sıcaklık tahmini yapmak için yazılım geliştirmiştir[13]. Minaz, bulanık mantık ile basınç, sıcaklık ve rüzgâr hızı tahmini yapmıştır[14]. Li ve arkadaşları, güneşlenme süresini kullanarak güneş radyasyonu tahmini yapmışlardır[15]. Şahin, Türkiye’de bulunan yirmi ilin sıcaklık tahminini YSA kullanarak yapmıştır[16]. Venkadesh ve arkadaşları, genetik algoritma ve YSA kullanarak sıcaklık tahmini yapmışlardır[17].

Güneşlenme süresi tahminini yapılırken metot olarak yapay sinir ağları(YSA) ve genetik algoritma kullanılmıştır. Ayrıca YSA’da geri beslemeli ağ ve ağırlık hesabında algoritma olarak ise Gradient-Descent öğrenme algoritması kullanılarak iki girişli ve 3 katmanlı bir model tasarlanmıştır. Bulunan değerler ile hata oranları tespit edilmiş ve karşılaştırılması yapılmıştır.

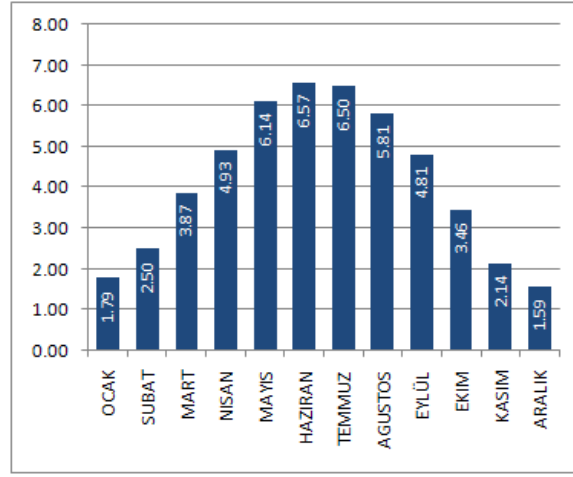
2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde her geçen gün yıldızı parlayan bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi bakımından ülkemiz son derece zengin bir ülkedir. Güneş enerjisinden maksimum şekilde yararlanmak için, güneşlenme süresinin en fazla olduğu alanı belirlemek ve planlamayı buna göre yapmak gerekmektedir. Şekil 1’de Türkiye güneş enerjisi radyasyon atlası görülmektedir. Şekli incelediğimizde Türkiye’nin büyük bölümünün güneş enerjisinden yararlandığı görülmektedir. Toplam güneş radyasyonunu ele alırsak, mavi kısımlar 1400-1550 KWh/m²-yıl, sarı kısımlar 1550-1750 KWh/m²-yıl, kırmızı renkle gözüken kısımlar ise 1750-2000KWh/m²-yıl temsil etmektedir[18].



Şekil 1. Türkiye Güneş enerjisi potansiyel atlası[18]

Ayrıca bir ay içerisinde ki bir günlük toplam güneşlenme süresi Şekil 2’de gösterilmiştir[18].

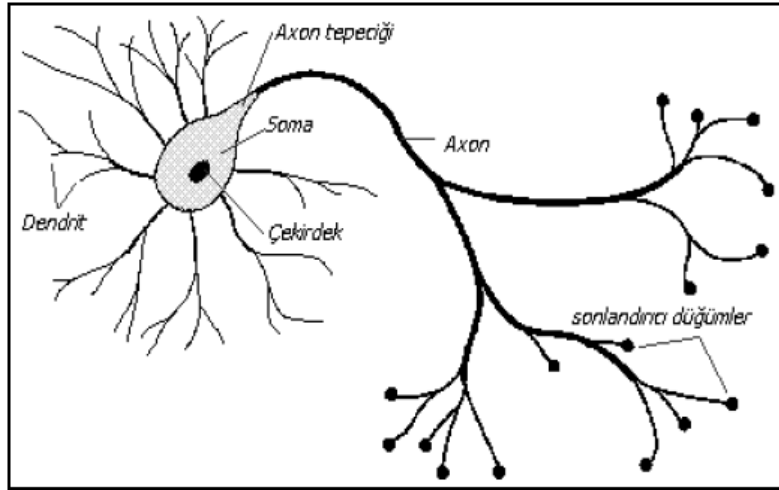


Şekil 2. Türkiye'nin ay içerisinde ki bir günlük güneşlenme süresi (saat)[18]

3. Metot

3.1. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir sisteminden esinlenerek ortaya çıkarılan matematiksel modelleme şeklidir. YSA' ları insanların algılama yetisi gibi çalışır. İnsanların beyinlerini taban alarak çalışan bu modeller halen insanların sinir yapısına göre çok ilkel kalmaktadır[19].



Şekil 3. Biyolojik sinir hücresi[19]

Şekil 3'de basit bir biyolojik sinir hücresi görülmektedir. Basit bir sinir hücresinde çekirdek, soma, akson tepesiği, dendrit, akson ve sonlandırıcı düğümler bulunmaktadır.

3.2. YSA' ların Genel Özellikleri

YSA' ların genel olarak baskın bir karakteristik sergilemesine rağmen yine de birkaç genel özelliği bulunmaktadır. Birinci özelliği paralel olması, ikinci özelliği genelleme yapabilmesi, üçüncü özelliği doğrusal olması, bir diğer özelliği ise gerçekleştirilebilir olması.

3.3. YSA' ların Uygulama Alanları

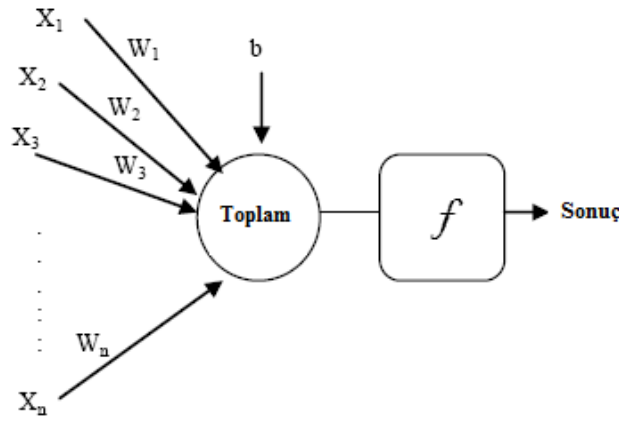
YSA' lar günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar arasında modelleme, sınıflandırma, genelleme bulunmaktadır. YSA' ların uygulama alanlarına bakacak olursak karmaşık çözümü olmayan ve ya gerçek bir karmaşık hale sahip sorunların çözümünde başarılı olduğu görülmektedir. Bu durumda YSA' lar aşağıdaki durumları meydana getirir[19].

Tablo 1. YSA'ların kullanıldığı alanlar[19]

Sınıflandırma
Kümeleme
Tahmin yapmak
Optimizasyon
Kontrol ilişkileri
Sinyal işleme
Veri sıkıştırma

3.4. YSA Hücresi

YSA hücresinde giriş verileri (X_n), ağırlıklar (W_n), toplama fonksiyonu (Toplam), eşik değeri (b), aktivasyon fonksiyonu (f), ve çıkış ise (sonuç) olarak adlandırılmıştır. Şekil 4' da gösterilmiştir[20].

**Şekil 4. YSA hücresi[20]**

Dışarıdan gelen veriler hücre girişinden içeriye sokulur, ağırlıklarla giriş verileri çarpılarak toplam fonksiyon elde edilir. Toplam fonksiyonuna sabit değer eklenerek aktivasyon fonksiyonu giriş verisi elde edilir, aktivasyon fonksiyonunda işlenen veri çıkış verisi olarak çıkışa aktarılır. Denklem 1'de ayrıntılı formülü gösterilmiştir[20].

$$Sonuç = f\left(\sum_{i=1}^n x_n w_n + b\right) \quad (1)$$

3.5. Sigmoid Fonksiyonu

Sigmoid fonksiyonu YSA fonksiyonları arasında genelleme yapmak için kullanılan fonksiyondur. Türevi alınır ve 0 ile 1 arasında değerler alır. Sigmoid fonksiyon formülü Denklem 2'de gösterilmiştir[19].

$$f = \frac{1}{1 + e^{-sonuç}} \quad (2)$$

3.6. Tanjant Hiperbolik Fonksiyonu

Bu fonksiyon YSA içerisinde sonuç almaya yarayan fonksiyondur. Doğrusal olmayan fonksiyondur ve -1 ile +1 arasında değer alır. Bu fonksiyonda Denklem 3'teki formül kullanılır[19].

$$f = \frac{e^{sonuç} + e^{-sonuç}}{e^{sonuç} - e^{-sonuç}} \quad (3)$$

3.7. Gradient-Descent Algoritması

Gradient-Descent algoritması YSA modellerinde sıklıkla kullanılan bir algoritma çeşididir. Denklem 4,5,6,7 formülasyonu olarak kullanılmaktadır[19].

$$j(k) = \frac{1}{2} e^{N^T}(k) e^N(k) \quad (4)$$

$e^N(k)$ = Ağın hata oranını verir.

$$W_{ij}^L(k) = W_{ij}^L(k-1) + \alpha e^T(k) \frac{\partial y(k)}{\partial W_{ij}^L(k)} \quad (5)$$

Çıkış katmanı içerisinde;

$$\delta_i^L(k) = e(k)^T \frac{df_i^L(x_i^L(k))}{dx_i^L(k)} \quad (6)$$

Başka katmanlar içerisinde;

$$\delta_i^L(k) = \frac{df_i^L(x_i^L(k))}{dx_i^L(k)} W_i^{L+1}(k) \delta^{L+1}(k) \quad (7)$$

Denklemlerinin sonucu verdiği gözlenmektedir[21].

3.8. Genetik Algoritma (GA)

Genetik algoritma, çözümü çok zor olan soruların çözüme kavuşturulması için ortaya çıkarılan popülasyon tabanlı sezgiye dayanan bir algoritmadır[22]. Genetik algoritma, tabiatta olağan şekilde bulunan evrimsel süreci göz önünde bulundurarak birebir aynı süreci gerçekleştirmeye çalışır. GA amaç fonksiyonuna göre çalışır amaç fonksiyonunu en ideal hale getirmek için uğraşır. Problemlerin kistasları kromozom ve genlerle temsil edilir. Sorunların bireylerin gösterimi probleme göre değişir. Sorunun çözümünü temsil eden bireydir ve GA'nın başarısını gösterir. GA'da başlangıç popülasyonu genellikle random seçilir ve her bir sonuç kromozomlarla gösterilir. İleriki iterasyonda çaprazlama ve mutasyon kullanılır. Bir popülasyon içerisindeki bir çözüm diğer çözümlerle karşılaştırılır ve bir değer verilir. Bu değer uyum değeridir ve popülasyonun yaşamasına imkan verir[23].

3.9. GA'nın Kullanıldığı Alanlar

Genetik algoritmalar günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bunları sıralayacak olursak; tıp, istatistik, işletme, muhasebe, işaret işleme, sinyal işleme, lineer ve lineer olmayan kontrol sistemleri, robotik uygulamaları, örüntü tanıma, ses tanıma, planlama, yön bulma, yapay zeka, yöneylem problemleri, optimizasyon, ağ tasarımı vb. alanlarda başarıyla uygulanmaktadır[23].

Tablo 2. Genetik algoritmaların adımları[24].

İ=0
Kaç nesil üretileceğini belirle; (MaksNesil)
Başlangıç popülasyonunu oluştur;(Popi)
Popi 'yi değerlendir;
İ<MaksNesil olduğu müddetçe aşağıdaki adımları tekrarla;
<i>Çaprazlama ve mutasyonu kullanarak Popi+1 'i oluşturPopi+1 i değerlendir</i>
İ=i+1
Sonlandır
İdeal çözümü ver

Tablo 2' de genetik algoritmaların adımları gösterilmiştir[23].

4. Normalizasyon

Çalışmada kullanılan değerler sayısal değerler olduğundan işlem kolaylığı ve yer kaplaması açısından sıkıntıya düşmemek adına, gerçek sayıları 0,1 ile 0,9 arasına oranlanır. Bu işleme normalizasyon denir. Normalizasyon yapıldıktan sonra en büyük sayı 0,9 en küçük sayı ise 0,1 olmaktadır. Geriye kalan sayılar ise 0,1 ile 0,9 arasında değerler almaktadır. Denklem 8'de normalizasyon formülü bulunmaktadır[19].

$$X(n) = \left(\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \right) * 0.8 + 0.1 \quad (8)$$

4.1. Ortalama karekök hatası(OKH)

Ortalama karekök hatası, elde edilen tahmini değerler ile gerçek değerleri kıyaslama yaparak elde edilir. Formülü Denklem 9'da gösterilmiştir[19].

$$OKH = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (R_n - F_n)^2} \quad (9)$$

R_n = Gerçek değer

F_n = Tahmin değeri

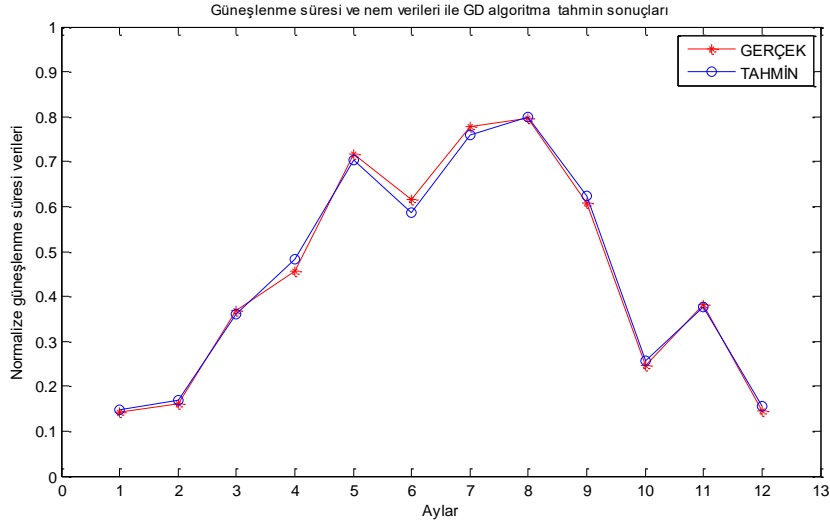
5. Uygulama

Yapılan bu çalışmada Amasya ilinin güneşlenme süresi tahmini yapılmıştır. Bu tahmin gerçekleştirilirken güneşlenme süresine etkisi olduğu bilinen nem değerleri de giriş verisi olarak kullanılmıştır. Yapay sinir ağları geri besleme modelinde ağırlık optimizasyonunda gradient-descent algoritması kullanılarak bir model tasarlanmıştır. Ayrıca genetik algoritma kullanılarak bir model daha tasarlanmıştır.

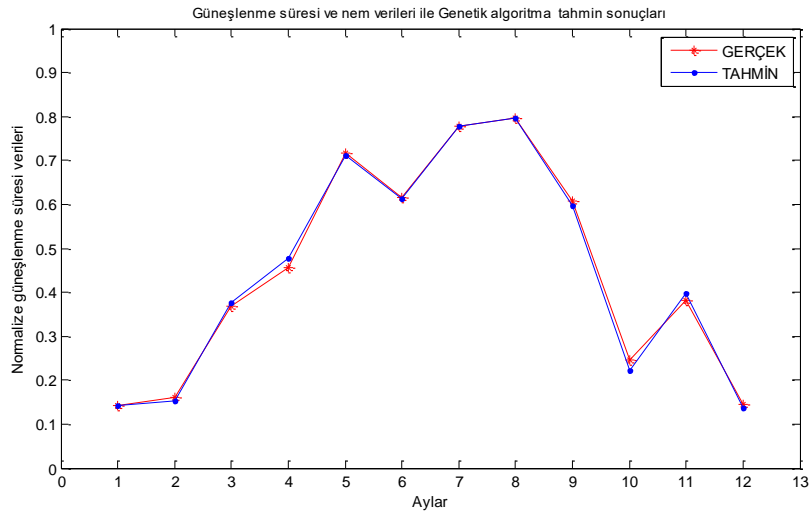
İlk olarak giriş verileri geçmiş güneşlenme süresi ve güneşlenme süresine etkisi bilinen nem verileridir. Oluşturulan genetik algoritma modelinde 100 kromozomdan oluşan bir popülasyon oluşturulmuş, çaprazlanma oranı 0.8, mutasyon olasılığı ise 0.05 kullanılmıştır.

İkinci metot olarak YSA modelini anlatacak olursak; iki adet giriş verisi kullanılmıştır. Bunlar güneşlenme süresi ve nem değerleridir. Amasya ilinin 2000-2010 yılları arası aylık değerleri kullanılmıştır. 2000-2008 yılları arası eğitim için kullanılırken, 2009 değerleri test verisi olarak kullanılmıştır. Eğitim verileri test verileri olarak kullanılmamıştır. 3 katmanlı geri beslemeli bir ağ oluşturulmuş ilk ve ara katmanda logaritmik sigmoid fonksiyonu, son katmanda ise tanjant sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır.

Genetik algoritma kullanılarak oluşturulan model de ise giriş verileri olarak güneşlenme süresi ve nem verileri kullanılmıştır. Yine Amasya ilinin 2000-2010 yılı aylık güneşlenme süresi, nem verileri ile bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde 2010 yılının aylık güneşlenme süresi tahmini yapılmıştır.



Şekil 5. YSA gradient-descent algoritma sonuçları



Şekil 6. Genetik algoritma sonuçları

Şekil 5'de gösterilen grafik YSA sonuçları ile gerçek sonuçların karşılaştırılmasını göstermektedir. Uygulama MATLAB kullanılarak yapılmıştır.

Şekil 6'da gösterilen grafik ise genetik algoritma kullanılarak yapılmıştır. Bu uygulamada MATLAB kullanılarak yapılmıştır.

6. Sonuç

Yapılan çalışmada elde edilen sonucu irdeleyecek olursak, iki model oluşturulmuştur. Bu modeller YSA ve genetik algoritma modelleridir. Modellere tahminler yaptırılmış ve 2010 yılının aylık güneşlenme süreleri normalizasyon değerleri bulunmuştur. Algoritmaların değerleri kendi aralarında gerçek değerle karşılaştırılarak OKH tespit edilmiştir. Elde edilen değerler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Algoritmaların OKH değerleri

Uygulama yöntemleri	Ortalama karekök hata oranı
Gradient-Descent Algoritma	0,0154
Genetik Algoritma	0,0113

Yapılan çalışmada OKH değerlerini incelediğimizde güneşlenme süresi tahmin işleminde genetik algoritmanın son derece başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca YSA gradient- descent algoritmasının da son derece makul sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ancak hata oranlarına bakıldığında genetik algoritmanın daha başarılı olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

[1] Variyenli H.İ., Menlik T., Özkaya M.G., "Isı enerjisi destekli bir kompresörün buhar sıkıştırımlı soğutma sistemindeki performansının deneysel incelenmesi" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 26, No:1,1-8, 2011.

[2] Özdemir V., "Türkiye'nin karbonizasyon indeksinin temel enerji göstergelerine bağlı olarak yapay sinir ağları ile tanımlanması" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 26, No:1,9-15, 2011.

[3] Ucar A. Balo F., "Evaluation of wind energy potential and electricity generation at six locations in Turkey" Applied Energy 86(1):1864-1872,2009.

[4] Dünyada yenilenebilir enerji, Nisan 2017, sayı:197, Seta Raporu

[5] "Türkiye'nin enerji görünümü", Nisan 2016.

[6] Lüy, M. Saray, U., Wind Speed Estimation For Missing Wind Data With Three Different Backpropagation Algorithms. Energy Education Science and Technology Part A, Cilt 30(1), 45-54, 2012

[7] Kayri M, Kayri İ, Gencoglu M.T, "The performance comparison of Multiple Linear Regression, Random Forest and Artificial Neural Network by using photovoltaic and atmospheric data" 14th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES), 1-2 June 2017.

[8] Meenal R, Selvakumar I.A, "Estimation of global solar radiation using sunshine duration and temperature in Chennai" International Conference on Emerging Trends in Engineering, Technology and Science (ICETETS) 24-26 Feb 2016.

[9] Hussain S, Alili A.A, "Soft Computing Approach for Solar Radiation Prediction Over Abu Dhabi, UAE: A Comparative Analysis" IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE), 17-19 Aug.p1-6, 2015.

[10] Al-Hajj R., Assi A., Batch F., "An Evolutionary Computing Approach for Estimating Global Solar Radiation". 5th International Conference on Renewable Energy Research and Applications. Birmingham UK. 20-23 Nov. 2016

[11] Ismailou A, Han M, "Estimation of Solar Radiation and PV Output Power in CAMEROON" APPEEC'11 Proceedings of the 2011 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, Washington USA, p1-4, 2011

[12] Keskiner A.D., İbrikçi T., ve Çetin M., "Yapay sinir ağlarıyla coğrafi bilgi sistemi ortamında olasılıklı sıcaklık tahmini ve karşılaştırılması", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural sciences 17.3,2012.

[13] Doğdu M.Ş., "Jeotermal suların rezervuar sıcaklığının tahmininde kullanılan jeotermometre hesaplamaları için bilgisayar programı", Jeoloji Mühendisliği Dergisi 30(1), 2006.

- [14] Bilecik İlinin Farklı Yöntemler Kullanılarak Basınç, Sıcaklık ve Rüzgâr Hızı Tahmini
- [15] Li H., Ma W., Lian Y., Wang X., Zhao L., “Global solar radiation estimation with sunshine duration in Tibet, China”, Renewable Energy, Cilt 36, 3141-3145, 2011.
- [16] Şahin M., “Modelling of air temperature using remote sensing and artificial neural network in Turkey”, advances in Space Research Cilt 50,973-985, 2012.
- [17] Venkadesh S., Hoogenboom G., Pottera W., McClendon R., “A genetic algorithm to refine input data selection for air temperature prediction using artificial neural networks”, Applied Soft Computing 13, 2253-2260, 2013.
- [18] <http://www.eic.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (Erişim tarihi: 01.10.2017)
- [19] Saray U.,“Rüzgar potansiyelinin yapay sinir ağlarıyla analizi ve uygulaması”, Kırıkkale Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale, 2012.
- [20] Manngard M., Kronqvist J., Böling M. J. “Structural learning in artificial neural networks using sparse optimization”, Neurocomputing, 660-667,10 jan 2018.
- [21] Ganjefar S., Tofighi M., “Training qubit neural network with hybrid genetic algorithm and gradient descent for indirect adaptive controller design”. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol 65,346-360, Oct.2017.
- [22] D. Goldberg, Genetic Algorithms in Optimization, Search and Machine Learning, Addison Wesley, 1989.
- [23] Yigit V., “Genetik Algoritma ile Türkiye Net Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2020 Yılına Kadar Tahmini”, International Journal of Engineering Research and Development, Vol.3, No.2, June 2011.