



Isparta İlinde Rüzgâr Hızı Değerlerinin Belirlenmesi

İsmail ÖZCAN, Arzu ŞENCAN ŞAHİN*, Erkan DİKMEN, Gamze BAYRAM

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 32200, Isparta

(Alınış Tarihi: 05.11.2007, Kabul Tarihi: 24.01.2008)

Anahtar Kelimeler

Rüzgâr enerjisi
Rüzgâr hızı
Isparta
Yapay zekâ

Özet:Son yıllarda izlenen enerji politikalarının ilk sırasında yer alan rüzgâr enerjisi, mevcut potansiyel açısından, Türkiye coğrafyasında önemli bir yere sahiptir. Türkiye özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi yönünden, Avrupa'da en iyi potansiyele sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Fakat bu enerji potansiyellerini kullanabilen ülkeler sıralamasında ise maalesef son sıralarda olduğu görülmektedir. Rüzgâr potansiyeli bu denli yüksek olan ülkemizde rüzgâr enerjisinden faydalanma bilincinin artırılması özellikle tarım ve sanayi sektöründe kullanımının yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Bu çalışmada meteorolojik veriler kullanılarak yapay zekâ yöntemiyle Isparta iline ait rüzgâr hızı değerleri tahmin edilmiştir.

Investigation of the Effects of the Baffles on the Heat Transfer Coefficient and Pressure Drop in a Shell and Tube Heat Exchanger

Keywords

Wind energy
Wind speed
Isparta
Artificial intelligence

Abstract:The wind energy is the lead of the energy politics in last years. The wind energy has an important location in Turkey geography in terms of existing potential. Turkey is one of the countries, which have the best potential especially about wind and solar energy. But, Turkey can't use that energy potential as much as other countries. In our country, which have high wind potential like that, must have make to take advantage of wind energy, especially in agriculture and industry. In this study, wind velocity in Isparta by using weather data with artificial intelligence method was estimated.

1. Giriş

Günümüzde fosil yakıt rezervlerindeki azalma ve bu yakıtların oluşturduğu çevre kirliliği problemleri yüzünden alternatif enerji kaynaklarının kullanılması daha da önem kazanmıştır. Bu sebeple günümüzde klasik enerji kaynaklarına ek olarak, yenilenebilir enerji kaynağı olarak isimlendirilen güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrojen, deniz-dalgâ enerjileri gibi enerji kaynakları üzerinde çalışmalar ve araştırmalar yapılmakta, uygulamalar gerçekleştirilmektedir.

Rüzgâr kaynaklı enerji üretimi yenilenebilir enerji kaynakları içinde en umut verici ticari olarak mevcut olan ve aynı zamanda en hızlı gelişenidir. Rüzgâr enerjisinin bu kadar gelişmesinin nedeni olarak atmosferde doğal olarak oluşması, kolay kurulumu, teknolojik geliştirilebilirlik ve kullanılabilirliğinin yanında giderek ucuzlayan maliyeti gösterilebilir. Rüzgâr enerjisi, kaynağını güneşten alan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Herhangi bir zamanda dünyanın bir kısmı güneş tarafından ısıtılırken,

yoğunluğu düşerek yükselen havanın sebep olduğu düşük basınç bölgelerine hava kütleleri akın eder. Bu hareket rüzgâr olarak adlandırılan doğa olaylarına sebep olur. Güneşten dünyaya ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşür. Rüzgâr enerjisi herhangi bir kirliliğe sebep olmayan, temiz bir enerjidir. Ayrıca hammadde maliyeti de yoktur. Ancak rüzgâr enerjisinin, güneş enerjisine göre bazı problemleri vardır. Güneş enerjisi tahmin edilebilir ve miktarı bellidir. Oysa rüzgâr enerjisi miktarı tam olarak bilinemez. Sabit değildir, değişkendir ve biraz da güvenilmezdir. Bütün bunlara rağmen rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında en cazip olanıdır ve önemi gün geçtikçe artacaktır (Toklu, 2002).

Türkiye'deki rüzgâr enerjisi kaynakları teorik olarak Türkiye'nin elektriğinin büyük bir kısmını karşılayabilecek yeterliliktedir. Fakat rüzgâr enerjisinin sisteme girişinin tutarlı bir biçimde gerçekleşmesini kolaylaştırmak üzere gerekli altyapı

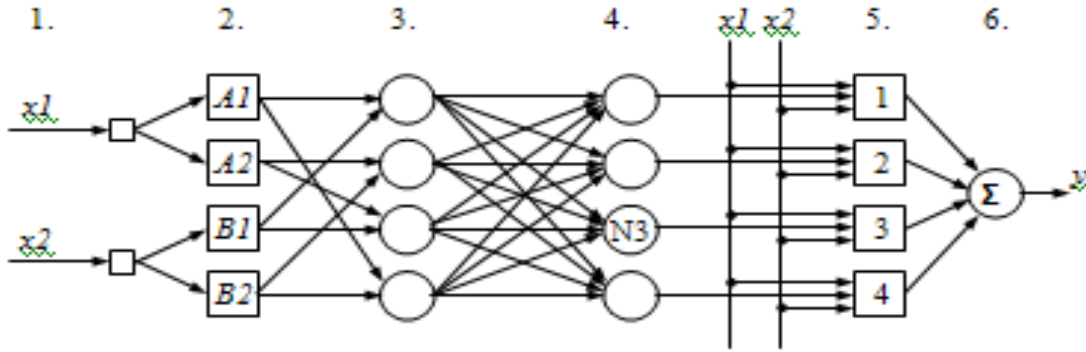
tasarımınmalıdır. Türkiye, Avrupa'da rüzgâr enerjisi potansiyeli en ümit verici olan ülkedir.

Bu çalışmada, Isparta iline ait rüzgâr hızları Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Böylece farklı yıllar ve aylardaki rüzgâr hızlarının tahmini mümkün olmaktadır.

2. ANFIS

Adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (Adaptive-Network Based Fuzzy Inference Systems) ANFIS, yapay sinir ağlarının paralel hesaplayabilme ve öğrenme kabiliyeti ile bulanık mantığın çıkarım özelliğini kullanan melez bir yapay zekâ yöntemidir. Jang tarafından 1993 yılında geliştirilmiş olan ANFIS model sugeno tipi bulanık çıkarım sistemini ve melez öğrenme (hybrid learning) algoritmasını kullanır (Jang, 1993).

Adaptif (uyumlu) ağlar, doğrudan bağlanmış düğümlerden oluşur. Her bir düğüm, bir işlem birimini temsil eder. Düğümler arasındaki bağlantılar,



Şekil 1. Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (Jang, 1993)

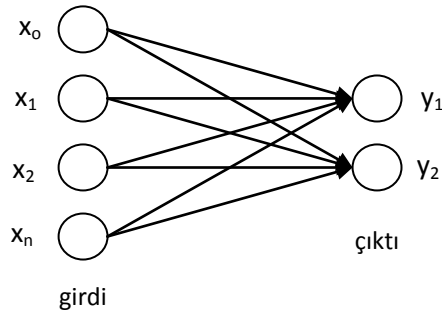
3. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları, insan beyni esas alınarak modellenmiş bir sistemdir. Klasik yöntemlerle çözülemeyen problemleri insan beyninin çalışma sistemine benzer yöntemlerle çözmeye çalışır (Kalogirou, 2000). 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 algoritma kısaca "Yapay Sinir Ağları" olarak adlandırılır (Kalogirou, 1999; Kalogirou, 2000).

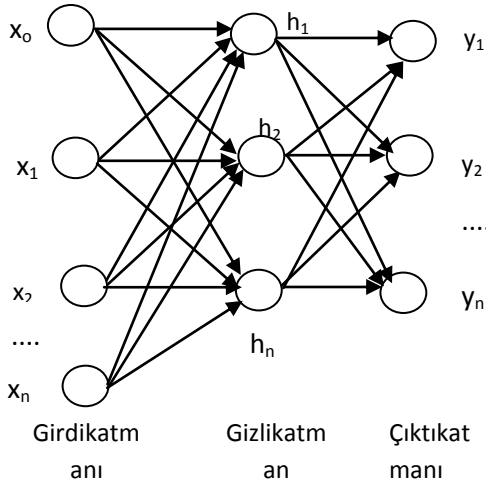
YSA uygulamalarında tek katmanlı ve çok katmanlı sinir ağları kullanılır. Şekil 2'de görülen tek katmanlı ağ, bir girdi ve bir çıktı katmanından oluşur. Burada girdi katmanı işlem yapmaz. Basit olarak ağırlıklarla değiştirilen girdileri, gelecek katmandaki her bir sinire gönderir (Fu, 1994).

aralarındaki değeri tam olarak belli olmayan bir ilgiyi (ağırlığı) gösterir. Düğümlerin hepsi veya bir kısmı adaptif yapıda olabilir. Adaptasyon bu düğümlerin çıkışlarının değişebilir parametrelerle belirlenmesi suretiyle oluşturulur. Öğrenme kuralları, değişebilir parametrelerin ağırlık tamamının çıkışı ile hedef değer arasındaki farkı, yani hatayı minimum yapacak şekilde nasıl değiştirilmesi gerektiğini belirler. Adaptif ağlar sistem tanımlama için kullanılır. Verilen giriş-çıkış veri setleriyle tanımlanan bilinmeyen sistemin, en uygun ağ yapısı ve parametre setleriyle en iyi şekilde modellenmesinde kullanılır. (Jang, 1997). ANFIS Şekil 1'de görüldüğü gibi 6 katmandan oluşmaktadır. Birinci katman giriş katmanı, ikinci katman bulanıklaştırma katmanı, üçüncü katman kural katmanıdır, dördüncü katman normalizasyon katmanı, beşinci katman arındırma katmanı ve altıncı katman toplam katmanıdır (Jang, 1993).

Şekil 3'de görülen çok katmanlı sinir ağları, bir veya birden fazla gizli katmana sahiptir. Çok katmanlı ağ, en azından bir gizli katmanlı ileri bildirimli bir sinir ağıdır. Girdi katmanı, katman olarak sayılmaz. Bu yüzden, n katmanlı bir ağ n-1 adet gizli katmana, bir girdi ve bir çıktı katmanına sahiptir. Genellikle lineer olmayan problem çözümlerinde çok katmanlı YSA'lar kullanılır (Fu, 1994; Tsoukalas ve Uhrig, 1997).



Şekil 2. Tek katmanlı bir yapay sinir ağı (Fu, 1994).



Şekil 3. Çok katmanlı bir yapay sinir ağı (Fu, 1994)

4. YSA VE ANFIS kullanılarak Rüzgâr Hızı Tahmini

Meteorolojiden alınan Isparta iline ait, 1975 ile 2008 yılları arasındaki aylık rüzgâr hızları kullanılarak Isparta ilinin rüzgâr potansiyeli YSA ve ANFIS yöntemiyle tahmin edilmiştir (Özcan, 2011). Her iki modelde de eğitim için Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilen 1975-2008 yılları arasındaki aylık rüzgâr hızları kullanılmıştır. Bu işlem sırasında toplam 408 adet verinin 79 adedi test için ayrılmıştır.

Öğrenme sonrasında ortalama karekök hata RMS (Root-Mean-Squared) olarak isimlendirilir ve aşağıdaki gibi tanımlanır (Bechtler, 2001):

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^n (y_{p,m} - t_{m,m})^2}{n}} \quad (1)$$

Ayrıca, mutlak değişim yüzdesi (R^2) ve değişim katsayısı (cov) da aşağıdaki gibi

$$\text{tanımlanır: } R^2 = 1 - \frac{\sum_{m=1}^n (t_{m,m} - y_{p,m})^2}{\sum_{m=1}^n (t_{m,m} - \bar{t}_{m,m})^2} \quad (2)$$

$$\text{cov} = \frac{RMS}{|\bar{t}_{m,m}|} 100 \quad (3)$$

Bu eşitliklerde n, veri sayısını; $y_{p,m}$ tahmin edilen değeri; $t_{m,m}$ gerçek değeri ve $\bar{t}_{m,m}$ tüm gerçek değerlerin ortalamasını ifade etmektedir.

Bu çalışmada, geriye yayılım algoritmasının Scaled Conjugate Gradient (SCG) ile Levenberg-Marquardt (LM) versiyonları ve tek gizli katman kullanılmıştır. Ayrıca tanjant sigmoid (tansig)

transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Tansig fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$F(z) = \frac{2}{1 + e^{-2z}} - 1 \quad (4)$$

Burada z, girdinin ağırlıkla toplanmış halidir. Bilgisayar programı MATLAB'da hazırlanmıştır. Eğitim esnasında hassas sonuçlara ulaşmak için gizli katmandaki nöron sayısı 3'den 12'e kadar artırılmıştır. Tablo 1'de görüleceği gibi en iyi tahmini, tek gizli katmana ve on iki nörona sahip olan ağ mimarisi sağlamıştır.

Ayrıca rüzgâr hızı tahmininde ANFIS yöntemi kullanılmıştır. Tablo 2'de kullanılan mimarinin bazı özellikleri görülmektedir.

5. Model Sonuçları

Rüzgâr hızı değerleri YSA ve ANFIS metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. Tablo 3'de rüzgâr hızının tahmininde YSA ve ANFIS metodlarının istatistiksel karşılaştırma sonuçları gösterilmektedir. Tablo 3'den görüldüğü gibi rüzgâr hızı tahmininde ANFIS metoduyla elde edilen sonuçların R^2 değerleri, YSA metodu ile elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Tablo 4'de ANFIS ile tahmin edilen rüzgâr hızı ve gerçek rüzgâr hızlarının karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 1. Yapay sinir ağları ile tahmin edilen rüzgâr hızlarının istatistiksel analizi

Algoritma-nöron	RMS	cov	R^2
LM3	0,459193	0,223128	0,520157
LM4	0,384325	0,186749	0,66387
LM5	0,382469	0,185847	0,667108
LM6	0,417318	0,202781	0,603682
LM7	1,467915	0,713281	-3,90356
LM8	0,381464	0,185359	0,668856
LM9	0,401973	0,195324	0,632293
LM10	0,37541	0,182417	0,679283
LM11	0,385952	0,18754	0,661018
LM12	0,368777	0,179194	0,690517
SCG3	0,45176	0,219517	0,535565
SCG4	0,412056	0,200224	0,613614
SCG5	1,331848	0,647165	-3,03663
SCG6	0,436849	0,242271	0,565718
SCG7	0,392095	0,190525	0,650141
SCG8	0,431621	0,209731	0,57605
SCG9	0,433533	0,21066	0,572285
SCG10	0,393453	0,191185	0,647714
SCG11	1,154798	0,561133	-2,03474
SCG12	0,423072	0,205577	0,592678

Tablo 2. ANFIS mimarisi ve eğitim parametreleri

Eğitim verisi sayısı	329
Test verisi sayısı	79
Üyelik fonksiyonu	gaussMF
Kural sayısı	240
Öğrenme Kuralları	Leastsquareestimation Gradientdescentalgorithm
Momentum sabiti	1.25
İterasyon sayısı	1000

Tablo 3. YSA ve ANFIS metotlarının istatistiksel karşılaştırma sonuçları

Metot	Karşılaştırma parametreleri		
	R ²	RMSE	cov
YSA	0,690517	0,368777	0,179194
ANFIS	0,999891	0,014466	0,007276

Tablo 4. ANFIS ile tahmin edilen rüzgâr hızı ve gerçek rüzgâr hızlarının karşılaştırılması

Yıl	Ay	Gerçek rüzgâr hızları (m/s)	ANFIS ile elde edilen rüzgâr hızları (m/s)	Hata değerleri
2008	1	1,85	1,8234	0,0266
2008	2	1,71	1,6991	0,0109
2008	3	3,08	3,0881	-0,0081
2008	4	2,27	2,261	0,009
2008	5	1,92	1,915	0,005
2008	6	2,31	2,2931	0,0169
2008	7	2,07	2,065	0,005
2008	8	1,82	1,814	0,006
2008	9	1,85	1,8892	-0,0392
2008	10	1,55	1,545	0,005
2008	11	1,58	1,53427	0,04573
2008	12	1,85	1,845	0,005

6. Sonuç

Fosil enerji kaynaklarının yakın gelecekte tükenecek olmasından ve çevresel etkilerinden dolayı bütün dünya alternatif enerji kaynakları arayışına girmiştir. Bu bağlamda rüzgâr enerjisi, hammadde maliyetinin olmaması, dışa bağımlılığı azaltması, temiz ve yenilenebilir olması gibi nedenlerle dünyada her geçen gün daha fazla dikkat çekmekte ve daha fazla talep görmektedir. Ülkemiz de rüzgâr potansiyeli bakımından dünyanın önde gelen ülkelerinden

olmasına rağmen bu potansiyel yeterince kullanılmamaktadır.

Bu çalışmada Isparta ilinin mevcut rüzgâr potansiyeli YSA ve ANFIS yöntemiyle tahmin edilmiştir. YSA metodu kullanılarak yapılan tahminde Tan-sig fonksiyonu kullanılmış ve en iyi sonucun LM12 algoritmasıyla elde edildiği belirlenmiştir. Her iki yöntem arasında yapılan istatistiksel karşılaştırma neticesinde ANFIS metoduyla elde edilen R² değerinin YSA metoduyla elde edilen değere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple ANFIS metodunun rüzgâr hızı tahmini için daha uygun olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

Bechtler, H. Browne, M. W. Bansal, P. K., Kecman, V., 2001. New Approach to Dynamic Modeling of Vapor-Compression Liquid Chillers: Artificial Neural Networks, Applied Thermal Engineering, 21, 941-953.

Fu, L.M., 1994. Neural Networks in Computer Intelligence. McGraw-Hill International Editions.

Jang, J.S.R., 1993. ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference Systems), Man, And Cybernetics, 23, 3, 665-685.

Jang, J.S.R., Sun, C.T., Mizutani, E., 1997. Neuro Fuzzy and Soft Computing A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, Prentice Hall, New Jersey, USA.

Kalogirou, S. A., 2000. Artificial neural networks in renewable energy systems applications: a review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5, 373 - 401.

Kalogirou, S.A., 1999. Applications of artificial neural networks in energy systems A review, Energy Conversion & Management, 40, 1073-1087.

Özcan, İ., 2011. Isparta ilinde rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesi ve bir rüzgâr santrali tasarımı, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49s, Isparta.

Toklu, M., 2002. Rüzgâr enerjisi ve Elazığ şartlarında bir rüzgâr santrali tasarımı. Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 98s. Elazığ

Tsoukalas, L.H., Uhrig, R.E., 1997. Fuzzy and Neural Approaches In Engineering, John Wiley&Sons Inc.