



## BURDUR İLİ GELECEKTEKİ RÜZGÂR HIZI DEĞERLERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARIMETODU İLE TAHMİNİ

**\*Bayram KILIÇ<sup>1</sup>, Emre ARABACI**

<sup>1</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez T.B.M.Y.O., Otomotiv Teknolojisi Bölümü, Burdur, [bayramkilic@mehmetakif.edu.tr](mailto:bayramkilic@mehmetakif.edu.tr), [earabaci@mehmetakif.edu.tr](mailto:earabaci@mehmetakif.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, Burdur ilinin gelecekteki rüzgâr hızı değerleri yapay sinir ağları (YSA) metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. Hesaplamalar için gerekli olan rüzgâr hızı değerleri Türkiye Meteoroloji Enstitüsünden alınmıştır. Çalışma sonucunda, gelecekteki rüzgâr hızı değerlerinin hesaplanabilmesi amacıyla formül türetilmiştir. Bu çalışmanın Burdur ilinde yapılması planlanan rüzgâr enerjisi çalışmalarına yardım edebileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Yapay Sinir Ağları, Rüzgâr Hızı, Burdur, Rüzgâr Enerjisi.*

## ESTIMATION OF WIND SPEED VALUES IN FUTURE OF BURDUR CITY USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (ANN)

### ABSTRACT

In this paper, wind speed values were estimated in future of Burdur city using artificial neural networks (ANN). Required wind speed values for the calculation were taken from Turkey Meteorological Institute. The formula is derived from result of this study for the calculation of future wind speed values. We are believed that this study can help to the planned wind energy work in Burdur city.

**Keywords:** *Artificial Neural Networks (ANN), Wind Speed, Burdur, Wind Energy.*

### 1. GİRİŞ

Enerji, toplumların kalkınmasının başlıca unsurlarından birisi olmuş, yirminci yüzyıl içinde yaşam düzeyinin sürekli yükselmesiyle birlikte de kişi başına enerji tüketimi artmıştır. Günümüzde güvenilir, ucuz ve temiz enerji temini bütün ülkelerin enerji politikalarının vazgeçilmez esasları arasında yer almaktadır. Önümüzde ki yıllarda da, dünya enerji talebini arttıran sebeplerin yanı sıra, enerji temininde güçlük çıkaracak çevresel etkenlerde enerji konusunda önemli bir etken olacaktır. Enerji talebini arttıran nedenlerin başında dünya nüfusundaki artış görülmektedir. Dünya nüfusu 1970 yılında 4 milyar iken, 2025 yılında 8.5 milyara ulaşacağı değerlendirilmektedir. Nüfus artışı ve giderek yükselen yaşam düzeyinin getirdiği kişi başına enerji tüketim artışı, önümüzdeki yıllarda dünya enerji tüketiminin artacağına işaret etmektedir [1].



Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin bir türevidir. Bu nedenle güneş enerjisi potansiyeli ile rüzgâr enerjisi potansiyeli arasında ilişki bulunmaktadır. Güneş, dünyaya saatte yaklaşık 1,1011 MWh enerji göndermekte, bunun %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Suyu göre istikrarlı olan rüzgâr, 30 yılda  $\pm\%10$  sapma göstermektedir. Rüzgâr gücü, yenilenebilir enerji teknolojilerinin en ileri ve ticari olarak mevcut olanıdır. Tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenmeyen bir güç sağlamaktadır. Son yıllarda dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olmuştur.

Türkiye'nin rüzgâr potansiyeli, birçok Avrupa ülkesine göre daha yüksek olmasına karşın bu enerji kaynağına neden yatırımda gereken ilgiyi göstermediği düşündürücüdür, fakat geç kalmış değildir. Rüzgâr enerjisi sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri günümüz itibariyle biraz yüksek olsa bile, çevre kirliliğine neden olmaması, yakıt maliyetinin bulunmaması ve bakım giderlerinin düşük olması, önemli avantajlarıdır [2].

Bu çalışmada, Burdur ilinin gelecekteki rüzgâr hızı değerleri yapay sinir ağları (YSA) metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. Türkiye Meteoroloji Enstitüsünden alınan Burdur ili rüzgâr hızı değerleri Tablo 1.'de verilmiştir. Çalışma sonucunda, Burdur ilinin gelecekteki rüzgâr hızı değerlerinin hesaplanabilmesi amacıyla formül türetilmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye Meteoroloji Enstitüsünden alınan Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) [3].

Tarih (Ay.Yıl)	Ortalama rüzgâr hızı (m/s)	Tarih (Ay.Yıl)	rüzgâr hızı (m/s)	Tarih (Ay.Yıl)	rüzgâr hızı (m/s)	Tarih (Ay.Yıl)	Ortalama rüzgâr hızı (m/s)
Eki.10	3,12928	Oca.12	4,02336	Oca.13	3,57632	Oca.14	1,78816
Kas.10	2,23520	Şub.12	3,57632	Şub.13	3,57632	Şub.14	2,68224
Ara.10	2,23520	Mar.12	4,02336	Mar.13	3,57632	Mar.14	3,12928
Oca.11	2,68224	Nis.12	3,57632	Nis.13	4,02336	Nis.14	3,12928
Şub.11	3,12928	May.12	2,68224	May.13	3,12928	May.14	2,68224
Mar.11	3,12928	Haz.12	3,57632	Haz.13	3,57632	Haz.14	3,57632
Nis.11	3,12928	Tem.12	4,47040	Tem.13	4,91744	Tem.14	4,02336
May.11	3,12928	Ağu.12	4,47040	Ağu.13	4,02336	Ağu.14	4,02336
Haz.11	3,12928	Eyl.12	3,12928	Eyl.13	4,02336	Eyl.14	3,57632
Tem.11	3,57632	Eki.12	2,68224	Eki.13	3,12928	Eki.14	2,68224
Ağu.11	4,02336	Kas.12	3,12928	Kas.13	2,68224	Kas.14	2,68224
Eyl.11	3,57632	Ara.12	2,68224	Ara.13	3,12928	Ara.14	2,68224
Eki.11	3,12928					Oca.15	3,57632
Kas.11	3,12928					Şub.15	4,91744
Ara.11	3,12928					Mar.15	3,12928

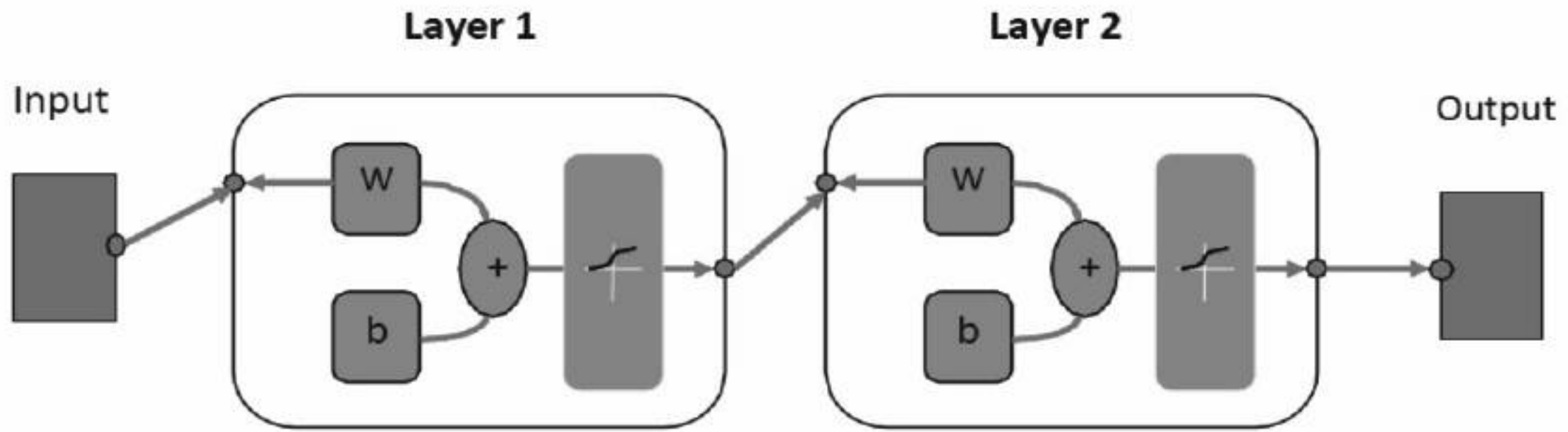


## 2. MATERİYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Yapay Sinir Ağları (YSA) Metodunun Uygulanması

Türkiye Meteoroloji Enstitüsünden alınan verileri, burdur ili rüzgâr hızı tahmininde kullanabilmek amacıyla bazı bağıntılar elde edilme yoluna gidilmiş ve bu amaçla yapay sinir ağları (YSA) metodu kullanılmıştır. Yapay sinir ağları metodu birçok mühendislik uygulamasında kullanılmaktadır. Bu metodun en önemli avantajları hızlı oluşu, basit oluşu ve öğrenme kapasitesinin yüksek oluşudur [4].

Yapay sinir ağları uygulaması MATLAB Toolbox kullanılarak yapılmıştır. Verilerin eğitiminde, gizli katmandaki nöron sayısı 3 ile 12 arasında değiştirilmiştir. Türkiye Meteoroloji Enstitüsünden alınan 54 adet verinin %87'i eğitim, %13'si test amacıyla rastgele seçilmiştir. Oluşturulan ağda yıl (Y) ve ay (M) olmak üzere iki adet giriş değişkeni ile çıkış değişkeni olarak Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) kullanılmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı Şekil 1.'de şematik olarak gösterilmiştir. Oluşturulan ağda transfer fonksiyonu olarak LOGSIG, ağıın tipi için Forward Back Prop ve eğitim fonksiyonu olarak ise TRAINLM ve TRAINSCG seçilmiştir. Yapılan denemelerde Epoch sayısı olarak 1000 değeri kullanılmıştır. Her bir ağ en uygun değeri elde edebilmek amacıyla 10'ar kez çalıştırılmıştır.



Şekil 1. Yapay sinir ağının şematik gösterimi.

## 3. BULGULAR

Yapay sinir ağı metodundan en iyi sonucu elde etmek için, farklı algoritmalar ve gizli nöronlar, farklı sayıda kullanılmıştır. Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) için elde edilen RMS,  $R^2$  ve cov değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) için en iyi  $R^2$  değeri TRAINSCG-9 eğitim fonksiyonu için 0,991922 olarak elde edilmiştir.



**Tablo 2.** Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) tahmini için oluşturulan ağız istatistiksel değerleri.

Algoritma-Nöronlar	RMS	cov	R <sup>2</sup>
Lm-3	0,134203	0,042886	0,987212
Lm-4	0,139870	0,044697	0,986110
Lm-5	0,135512	0,043305	0,986962
Lm-6	0,199251	0,063673	0,971812
Lm-7	0,136208	0,043527	0,986827
Lm-8	0,153387	0,049017	0,983295
Lm-9	0,159474	0,050962	0,981943
Lm-10	0,131187	0,041922	0,987781
Lm-11	0,234173	0,074833	0,961065
Lm-12	0,142732	0,045612	0,985535
SCG-3	0,169758	0,054248	0,975488
SCG-4	0,147462	0,047123	0,981778
SCG-5	0,133597	0,042692	0,985819
SCG-6	0,133579	0,042687	0,986990
SCG-7	0,135688	0,043361	0,987982
SCG-8	0,401781	0,128394	0,907232
<b>SCG-9</b>	<b>0,133864</b>	<b>0,042778</b>	<b>0,991922</b>
SCG-10	0,133579	0,042687	0,991040
SCG-11	0,154723	0,049444	0,990967
SCG-12	0,176995	0,056561	0,989725

Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerlerinin (v) belirlenmesinde, YSA metodundan elde edilen aşağıdaki denklemler kullanılmıştır

$$E_i = \sum_{n=1}^4 I_n w_{ni} + b_n \quad (1)$$

$$F_i = \frac{1}{1+e^{-E_i}} \quad (2)$$

Yukarıdaki denklemlerde,  $E_i$  nöron toplama fonksiyonu ve  $F_i$  nöron aktivasyon fonksiyonudur.  $I_n$  giriş değişkenleri ve  $b_n$  ise bias değerini temsil etmektedir. Formüllerde kullanılan katsayılar eğitim ağızın gizli katmanına ait her nöronun toplama fonksiyonunun ağırlık değerlerini temsil etmektedir. Yukarıdaki denklemlerde YSA'nın giriş değişkenleri olarak yıl (Y) ve ay (M) olmak üzere iki adet giriş değişkeni kullanılmaktadır. Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerlerinin (v) tayini için kullanılan ağırlık katsayıları ve bias değerleri sırasıyla Tablo 3.'de verilmiştir.



**Tablo 3.** Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerlerinin (v) tayini için kullanılan ağırlık katsayıları ve bias değerleri.

Nör on pozisyonu ( $w_{ni}$ )	$I_1(Y)$	$I_2(M)$	$b_n$
1	-8.212	-1.0551	8.5796
2	8.2131	-2.6559	-5.9799
3	1.8555	8.6548	-3.7739
4	7.7154	3.0219	-2.5436
5	-7.0335	-4.5154	0.014813
6	4.3127	-6.9594	2.4911
7	-4.1586	-7.4508	-3.9802
8	7.4774	3.9014	6.2136
9	-8.2919	1.9955	-8.3195

Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v), yıl (Y) ve ay (M)'a olmak bağılı olarak aşağıdaki denklemlerle hesaplanabilir.

$$E_{10} = -4.3024F_1 - 2.4061F_2 - 3.3295F_3 + 1.0141F_4 + 0.25891F_5 - 2.8269F_6 - 2.7783F_7 - 0.48939F_8 - 1.1628F_9 + 0.21897 \quad (3)$$

$$\text{Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerleri (v)} = \left( \frac{1}{1 + e^{-E_{10}}} \right) \times 10^4 \quad (4)$$

Burdur ili ortalama rüzgâr hızı değerlerinin (v) belirlenmesinde, YSA metodundan elde edilen denklemler kullanılarak Burdur ili için gelecekteki rüzgâr hızı değerleri tahmin edilerek Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Burdur ili gelecekteki ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) tahmini.

Tarih (Ay. Yıl)	Kas.15	Şub.17	Nis.19	Kas.20	Haz.25	May.28	Oca.30
<b>Ortalama rüzgâr hızı (m/s)</b>	3,2339	4,8730	2,5526	3,2498	1,6699	1,9800	6,4400

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Burdur ilinin gelecekteki rüzgâr hızı değerleri yapay sinir ağları (YSA) metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. Hesaplamalar için gerekli olan rüzgâr hızı değerleri Türkiye Meteoroloji Enstitüsünden alınmıştır. Çalışma sonucunda, gelecekteki rüzgâr hızı değerlerinin hesaplanabilmesi amacıyla formül türetilmiştir. Burdur ili gelecekteki ortalama rüzgâr hızı değerleri (v) tahminleri yapılarak tablo halinde verilmiştir. Sonuçların elimizdeki verilerle uyum içinde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yapay sinir ağları metodunun bu ve benzer çalışmalar için uygun bir metodoloji olabileceği değerlendirilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] B. Kılıç, “Evaluating of Renewable Energy Potential in Turkey”, International Journal of Renewable Energy Research, 4, 259 (2011).
- [2] B. Kılıç, A. Şencan, and O. İpek, “Evaluating of Solar and Wind Energy in Isparta and İzmir”, The Second International Conference on Nuclear and Renewable Energy Resources, Ankara, 928, 2010.
- [3] <http://www.mgm.gov.tr/>
- [4] R. Selbaş, A. Şencan, and B. Kılıç, “Alternative approach in thermal analysis of plate heat exchanger”, Heat Mass Transfer, 45, 323 2009.