

Estimation of Tr81 Area Yearly Electric Energy Consumption By Artificial Neural Networks

Y. Kocadayı^{1*}, O. ErKaymaz¹, R. Uzun¹

Abstract: In this study, the annual electricity consumption estimate of the TR81 region (Zonguldak, Karabük, Bartın) was made using by artificial neural networks (ANN). As ANN model input population, import, export and building area datas were used to estimate electricity consumption in the region. The estimation performance of the generated ANN model was investigated by calculating mean square error, mean absolute error and correlation coefficient. According to the result, ANN model to estimate the electricity consumption of the TR81 region was observed is valid and provided high accuracy. Using these proved ANN model, TR81 regional electricity consumption forecast has been realized belonging to years 2016-2020. Thus, it is believed that the study done will help the energy investment projects to be carried out or planned in the future.

Keywords: Artificial neural networks, Electricity consumption estimation, TR81 region, Fault tests, Machine learning

Yapay Sinir Ağları ile Tr81 Bölgesi Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketiminin Tahmini

Özet: Bu çalışmada, TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın) bölgesinin yıllık elektrik enerjisi tüketim tahmini yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak yapılmıştır. Bölgedeki elektrik enerjisi tüketimini tahmin etmek için YSA modelinin girişi olarak nüfus, ithalat, ihracat ve bina yüzölçümü verileri kullanılmıştır. Oluşturulan YSA modelinin tahmin performansı ortalama karesel hata, ortalama mutlak hata ve korelasyon katsayısı hesaplanarak incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuca göre YSA modelinin TR81 bölgesinin elektrik tüketimi tahmini için geçerli olduğu ve yüksek doğruluk sağladığı tespit edilmiştir. Uygunluğu ispat edilen bu YSA modeli kullanılarak, 2016-2020 yıllarına ait TR81 bölgesi elektrik tüketim öngörüsü gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın, bölgede ileride yapılacak veya yapılması planlanan enerji yatırım projelerine yardımcı olacağına kanaat getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, Elektrik tüketim tahmini, TR81 bölgesi, Hata testleri, Makine öğrenmesi

1. Giriş

Elektrik enerjisi, günümüzde kaliteli, verimli ve hızla iletililebilen bir kaynak olmasından ötürü yüksek oranda kullanılan bir enerji formudur.

Elektrik enerjisinin kullanımıyla birlikte meydana gelen arz-talep, iletim-dağıtım ve fiyatlandırma konularında planlamaların yapılması, elektrik enerjisi sektörünün sağlıklı bir şekilde gelişimi için büyük önem taşımaktadır. Yapılacak planlama

çalışmalarının en önemli sorunlarından biri, gelecekteki talep tahmini bilgilerinin elde edilebilmesidir. Elektrik enerjisinin depolanamayan ve üretildiğinde anında tüketilmesi gereken bir enerji türü olması, yapılacak olan talep tahminin doğruluk derecesinin önemini artırmaktadır. Bu nedenle talebin üzerinde yapılan tahminler sonucunda elektrik üretiminde kaynakların israf edilebileceği gibi talebin altında yapılan tahminlerde meydana gelen elektrik açığı, talebin yeterli miktarda karşılanamamasına neden

¹Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 67100,Zonguldak, Türkiye

*Corresponding author (İletişim yazarı): yasemin.kocadayi@gmail.com

Citation (Atıf): Kocadayı, Y., ErKaymaz, O., Uzun, R. (2017). Yapay Sinir Ağları ile Tr81 Bölgesi Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketiminin Tahmini. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 59-64.

olacaktır (Mahmutoğlu vd., 2015). Ayrıca yeni enerji santrallerinin kurulması ve yapılacak olan enerji yatırımları hacminin belirlenmesinde de gelecekteki tüketim tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak tahminler gerçeğe ne kadar yakın olursa, yapılan planlama çalışmalarının da o kadar geçerli olacağı açıktır.

Elektrik enerjisi tüketimi tahminine yönelik çalışmalar üç sınıfta değerlendirilebilir (Eşiyok vd., 1995):

1. Kısa dönemli tahmin: Enerji üretimi ve dağıtımının verimli ve güvenli yapılması için kullanılan dakikalık, saatlik ve günlük tahminlerdir.
2. Orta dönemli tahmin: Enerji santralleri ve trafo merkezleri arasındaki yük paylaşımının en verimli şekilde yapılmasını için kullanılan haftalık ve aylık tahminlerdir.
3. Uzun dönemli tahmin: Elektrik enerjisi sistemlerinin ekonomik olarak tesisinde, üretim kapasitesinin planlanmasında kullanılan yıllık veya daha uzun dönemli tahminlerdir.

Elektrik enerjisi tüketimine yönelik tahminler yük tahmini olarak da isimlendirilebilir. Elektrik enerjisi talep tahmini için YSA'nın kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur. Karacasu ve Hocaoğlu (2003) Gaziantep yöresinin yük tahmin analizini YSA ile birlikte doğrusal ve doğrusal olmayan trend denklemleri ve hareketli ortalamalar metodlarını kullanarak gerçekleştirmiştir. Yalçınöz vd., (2002) Niğde bölgesinin elektrik yük tahmini için YSA ve hareketli ortalamalar metodlarını kullanmışlardır. Demirel vd., (2010) ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi) ve ARMA (Otoregresif Hareketli Ortalamalar) modellerini elektrik enerjisi yük tahmini için kullanmışlardır. Hamzaçebi ve Coşkun (2004) çalışmalarında YSA, zaman serileri analizi (ZSA) ve regresyon tekniğini kullanarak Türkiye elektrik enerjisi tüketimi tahminini yapmışlardır. Yiğit (2011), genetik algoritma kullanarak yaptığı çalışmada Türkiye net elektrik enerjisi tüketimi tahminini gerçekleştirmiştir. Es vd., (2014) ise Türkiye net enerji talep tahmini için yaptıkları çalışmada çoklu doğrusal regresyon ve YSA modeli kullanmışlardır. Toker ve Korkmaz (2011) Türkiye'nin kısa süreli elektrik talebinin saatlik olarak tahmininde YSA ve ileri sinyal işleme tekniklerini kullanmışlardır.

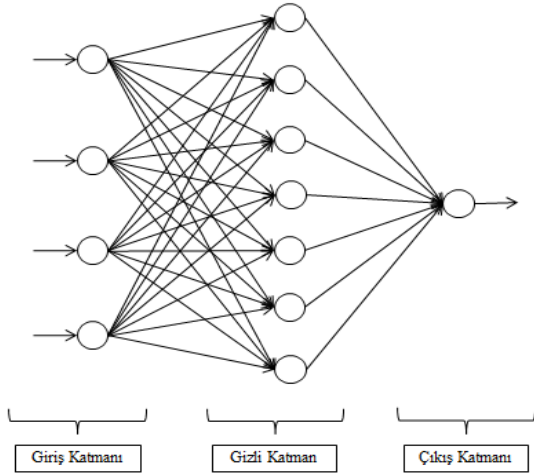
Bu çalışmada, YSA modeli kullanılarak TR81 bölgesinin yıllık elektrik enerjisi tüketim tahmini yapılmıştır. Bölgeye ait 2002-2014 yıllarına ait

TÜİK'ten alınan (TÜİK, 2015) nüfus, bina yüzölçümü, ithalat ve ihracat verileri YSA'nın girdileri olarak kullanılmıştır. Ağın eğitiminde çıkış olarak bölgenin elektrik tüketim verileri kullanılmıştır. Eğitimin ardından 2002-2014 yıllarına ait verilerdeki değişimlerin ortalaması alınarak 2016-2020 yılları için sentetik veriler oluşturulmuştur. Bu veriler kullanılarak oluşturulan YSA modeliyle birlikte 2016-2020 yıllarına ait elektrik enerjisi tüketim öngörüsü yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları (YSA), biyolojik sinir ağlarından yola çıkılarak elde edilmiş ve bu ağlara ait benzer işlevleri yerine getirebilmek amacıyla oluşturulmuş bir bilgi işleme sistemidir (Fausett, 1994). En temel elemanı YSA hücresi olan bu sistem, insan beyninin çalışmasını taklit ederek öğrenme, hatırlama, değerlendirme, karar verme ve genelleme yapabilme becerilerinin matematiksel olarak modellenmesiyle oluşur. YSA'da çok çeşitli ağ modelleri vardır. Elektrik enerjisi tüketim tahmininin yapıldığı bu çalışmada çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli kullanılmıştır. Çok katmanlı yapay sinir ağı yapısında nöronlar (düğümler) katmanlar şeklinde dizilmiştir. Bu yapıda; çözülmesi istenen probleme ait bilgilerin alınmasını sağlayan girdi katmanı, ağ içinde işlenen bilginin dışarıya verildiği çıktı katmanı ve bu katmanlar arasında yer alan gizli katman bulunur. Çok katmanlı YSA'da birden fazla gizli katman bulunabilmektedir. Şekil 1'de yapılan çalışmada kullanılan çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli gösterilmiştir.

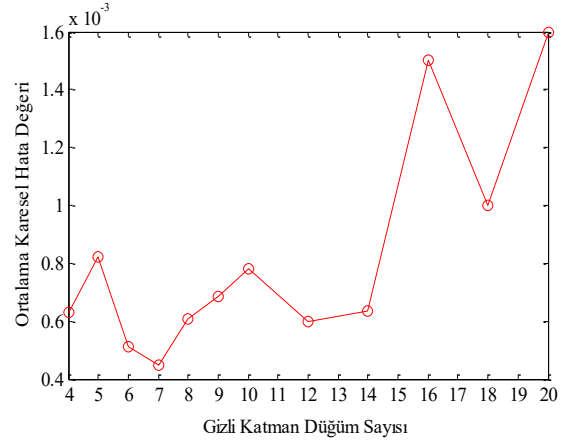


Şekil 1. Çalışmada kullanılan çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli

Model, MATLAB Neural Network Toolbox programı ile oluşturulmuş ve ağıın eğitiminde Levenberg - Marquardt geri yayılım algoritması kullanılmıştır. Geri yayılım algoritması adını, hatanın geriye yani ağıın çıkışından girişine doğru azaltılmaya çalışılmasından almıştır. Bu algoritma danışmanlı öğrenme yapısına sahip ve yaygın olarak kullanılan bir öğrenme algoritmasıdır. Danışmanlı öğrenme yapısında ağına verilen her bir giriş değerine karşılık çıkış değeri verilir. Buna göre ağı verilen girdilere ait çıktıları en az hataya sahip olacak şekilde elde etmeye çalışır.

3. Bulgular

Bu çalışma için oluşturulan YSA modelinde giriş katmanı düğüm sayısı 4 ve çıkış katmanı düğüm sayısı 1 olup ara katman düğüm sayısı 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 değerleri alınarak YSA modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerin performansı ortalama karesel hataya (mse) göre çizilen Şekil 2' deki grafikte incelenmiştir. Grafikte, en iyi performansın gizli katman düğüm sayısının 7 olduğu modelde sağlandığı gözlemlenmiştir.



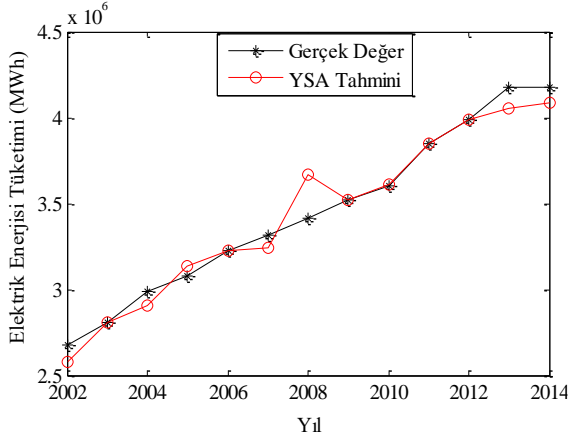
Şekil 2. Gizli katman düğüm sayısına göre ortalama karesel hata değeri değişimi

Oluşturulan YSA modelinde rasgele sıralanan eğitim verilerinin eğitim ve test grubu olarak kullanım yüzdeleri değiştirilerek çeşitli hata hesabı yöntemleriyle Çizelge 1' deki performanslar elde edilmiştir.

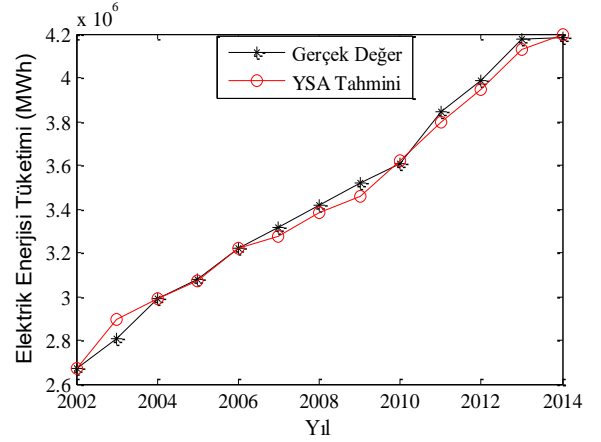
Çizelge 1. Uygulanan eğitim ve test grubu yüzdelerinin performansları

Veri Oranları (% Eğitim-Test Verisi)	Ortalama Karesel Hata (MSE)	Ortalama Mutlak Hata (MAE)	Doğrusal Regresyon Belirleme Katsayısı (R ²)
%50-50	4.4586e-04	0.0191	0.9750
%60-40	2.0977e-04	0.0126	0.9909
%70-30	2.3541e-05	0.0048	0.9975
%80-20	9.5010e-06	0.0029	0.9975

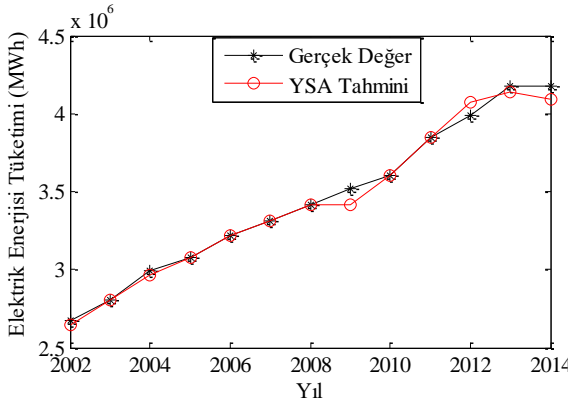
Çizelge 1'deki veri grupları kullanılarak oluşturulan YSA modelleriyle yapılan elektrik tüketim tahminlerinin gerçek tüketim değerleriyle yakınlığı grafiklerle de ortaya konulmuştur. Bu grafikler sırasıyla Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6' da gösterildiği gibidir.



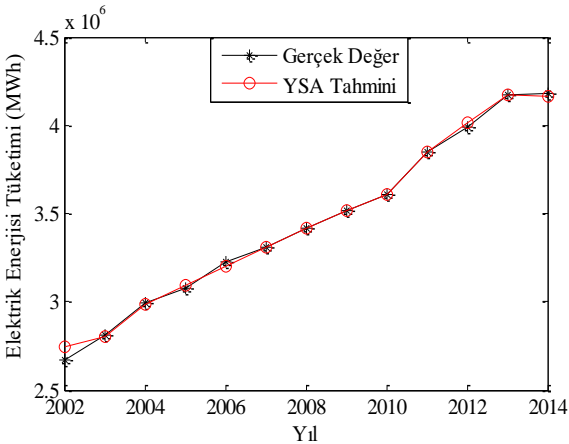
Şekil 3. %50 eğitim - %50 test veri grubu için YSA tahmin performansı



Şekil 6. %80 eğitim - %20 test veri grubu için YSA tahmin performansı



Şekil 4. %60 eğitim - %40 test veri grubu için YSA tahmin performansı



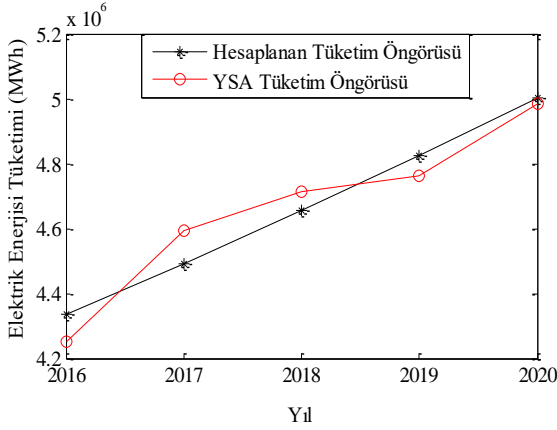
Şekil 5. %70 eğitim - %30 test veri grubu için YSA tahmin performansı

Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6' da gösterilen grafikler incelendiğinde YSA modelinin elektrik tüketimi tahmin sonuçlarının gerçek değere çok yakın olduğu görülmektedir. Modelin en iyi performansının; ortalama karesel hata değeri $9.5010e-06$, ortalama mutlak hata değeri 0.0029 olan ve korelasyon katsayısı r^2 ye bakıldığında tahminin %99.75 doğruluğu saptanan Şek. 6.' da elde edildiği gözlemlenmiştir.

YSA modelinin, TR81 bölgesi için mevcut verilerle yapılan elektrik tüketim tahminindeki performansları incelendikten sonra, bölgenin 2016-2020 yıllarına yönelik elektrik tüketim tahmininin üzerinde çalışma yapılarak öngöründe bulunulmuştur. Bu çalışma için bölgenin 2002-2014 yıllarındaki nüfus, bina yüzölçümü, ithalat, ihracat ve elektrik tüketimi değişim oranlarının ortalaması alınarak 2016-2020 yılları için öngörü verileri hesaplanmıştır. Oluşturulan verilerle gerçekleştirilen YSA' ya ait çeşitli hata hesabı yöntemleriyle elde edilen değerler Çizelge 2' deki gibidir. Ayrıca TR81 bölgesinin geleceğe yönelik elektrik tahmini öngörüsünün yapıldığı bu çalışmadaki YSA' nın performansı Şekil 7' deki grafikte de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Oluşturulan YSA modelinin 2016-2020 yılları için elektrik tüketim öngörüsü performansı

Ortalama Karesel Hata (MSE)	Ortalama Mutlak Hata (MAE)	Korelasyon Katsayısı (R^2)
2.0472e-04	0.0131	0.9055



Şekil 7. 2016-2020 yılları için hesaplanan ve YSA elektrik tüketim öngörüsü sonuçları

Şekil 7' deki grafiği bakıldığında TR81 bölgesinin geleceğe yönelik 2016-2020 elektrik tüketimi öngörüsünde YSA modelinin hesaplanan öngörü değerlerini yakından takip ettiği görülmektedir. Bu yakınlık Çizelge 2'deki korelasyon katsayısı r_2 ile yorumlanacak olursa YSA'nın elektrik tüketimi öngörüsü tahmininin %90.55 doğruluk payına sahip olduğu söylenebilmektedir. 2016-2020 yıllarına ait elektrik tüketim öngörüsü için hesaplanan değerler ve YSA tahmin değerleri Çizelge 3' te verilmiştir.

Çizelge 3. 2016-2020 yılları için Tr81 bölgesi elektrik enerjisi tüketim öngörü değerleri

Yıl	Hesaplanan Elektrik Tüketimi Öngörü Değerleri (MWh)	YSA Elektrik Tüketimi Öngörü Değerleri (MWh)
2016	4334521,796	4249377,112
2017	4492440,206	4595167,050
2018	4656110,810	4713307,051
2019	4825743,274	4761799,219
2020	5001554,533	4982254,321

4. Tartışma ve Sonuçlar

TR81- Zonguldak, Karabük, Bartın Bölgesinin verileriyle oluşturulan YSA modeliyle, bölgenin uzun dönemli elektrik enerjisi tüketiminde oldukça iyi bir tahmin aracı olduğu yapılan hata analizleriyle ispatlanmıştır. Bunun sonucunda 5 yıllık elektrik tüketim öngörüsü elde edilerek bölgedeki elektrik enerjisi sektörünün gelişimi için

önemli olan arz, talep, iletim, dağıtım, fiyatlandırma konularındaki planlamaların daha sağlıklı yapılabilmesi ve yeni enerji santrallerinin kurulmasıyla bölgeye yapılacak olan enerji yatırımları hacminin belirlenmesi gibi enerji politikalarının oluşumunda önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Demirel, Ö., Kakilli, A., Tektaş, M. (2010). Anfis ve Arma Modelleri İle Elektrik Enerjisi Yük Tahmini, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 25(3): 601-610.
- Es, H.A., Kalender F.Y., Hamzaçebi, C. (2014). Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Net Enerji Talep Tahmini, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 29(3):495-504.
- Eşiyok, E.A., Hocaoğlu, T., Dumanlı, M. (1995). Güç Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları İle Yük Tahmini Analizi, Elektrik Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, s 69-72., Bursa.
- Fausett, L. (1994). Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications, Prentice Hall, New Jersey.
- Hamzaçebi, C., Kutay, F. (2004). Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(3):227-233.
- Karacasu, Ö., Hocaoğlu, M.H. (2003). Yapay Sinir Ağları ile Gaziantep Yöresi İçin Yük Tahmini Analizi, TAINN'03 XII. International Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, Çanakkale.
- Mahmutoğlu, M., Öztürk, F. (2015). Türkiye Elektrik Tüketimi Öngörüsü ve Bu Kapsamda Geliştirilebilecek Politika Önerileri, EY International Congress on Economics II, Europa and Global Economic Rebalancing, Ankara.
- Toker, A.C., Korkmaz, O. (2011). Türkiye Kısa Süreli Elektrik Talebinin Saatlik Olarak Tahmin Edilmesi, II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, İzmir.
- TÜİK, (2015). Türkiye İstatistik Kurumu, Bölgesel göstergeler, TR81-Zonguldak, Karabük,

Bartın Bölgesi Nüfus, İthalat, İhracat, Bina Yüzölçümü ve Elektrik Tüketimi İstatistikleri, (Erişim Tarihi: 26.11.2016).

- Yalçınöz, T., Herdem, S., Eminoğlu, U. (2002). Yapay Sinir Ağları ile Niğde Bölgesinin Elektrik Yük Tahmini, ELECO'2002 Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, s 25-29., Bursa.
- Yiğit, V. (2011). Genetik Algoritma ile Türkiye Net Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2020 Yılına Kadar Tahmini, International Journal of Engineering, 3(2):37-41.