



IJEASED

INTERNATIONAL JOURNAL OF EASTERN ANATOLIA  
SCIENCE ENGINEERING AND DESIGN

*Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*  
ISSN: 2667-8764 , 1(2), 186-195 , 2019  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijeased>



Araştırma Makalesi / *Research Article*

## Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Güneş Enerjisi Santrali Üretim Tahmini: Kahramanmaraş Örnek Çalışması

Ahmet Oğuz GÖK<sup>1</sup>, Ceyhun YILDIZ\*<sup>2</sup>, Mustafa ŞEKKELİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 46050, Kahramanmaraş, Türkiye.

<sup>2</sup>K.Maraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, 46300, Kahramanmaraş, Türkiye.

<sup>3</sup>K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye.

Yazar Kimliği / <i>Author ID (ORCID Number)</i>	Makale Süreci / <i>Article Process</i>
*Sorumlu Yazar / <i>Corresponding author</i> : <a href="mailto:ceyhun.yildiz@istiklal.edu.tr">ceyhun.yildiz@istiklal.edu.tr</a>	Geliş Tarihi / <i>Received Date</i> : 11.09.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-9075-2147">https://orcid.org/0000-0002-9075-2147</a> , A.O. Gök	Revizyon Tarihi / <i>Revision Date</i> : 18.10.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-5498-4127">https://orcid.org/0000-0002-5498-4127</a> , C. Yıldız	Kabul Tarihi / <i>Accepted Date</i> : 19.10.2019
 <a href="https://orcid.org/0000-0002-1641-3243">https://orcid.org/0000-0002-1641-3243</a> , M. Şekkeli	Yayın Tarihi / <i>Published Date</i> : 15.12.2019

**Alıntı / *Cite*** : Gök, A.O., Yıldız, C., Şekkeli M. (2019). Yapay Sinir Ağları Kullanarak Kısa Dönem Güneş Enerjisi Santrali Üretim Tahmini: Kahramanmaraş Örnek Çalışması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 1(2), 186-195.

### Özet

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle büyük bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve ülkedeki Güneş Enerjisi Santrali (GES) kurulu gücü hızla artmaktadır. Fakat GES üretimlerindeki değişkenlik bu tesislerin elektrik şebeke sisteminde işletilmesini problem haline getirmektedir. Bu problemin giderilmesi için GES üretim tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada GES üretimleri için bir tahmin sistemi önerilmiştir. Önerilen tahmin sisteminde Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır. YSA Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması kullanılarak eğitilmiştir. YSA eğitim, doğrulama ve test süreçlerinde Kahramanmaraş ilinde yer alan GES geçmiş üretim değerleri ve Küresel Tahmin Sisteminden (KTS) alınan bulutluluk tahmin verileri kullanılmıştır. YSA yapısı ve giriş değerleri değiştirilerek analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda giriş olarak üretim değerleri ile birlikte bulutluluk tahmini kullanan YSA'nın sadece geçmiş üretim değerleri kullanılan YSA'ya kıyasla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş Enerjisi Santrali, Üretim Tahmini, Yapay Sinir Ağı.

## ***A Short Term Solar Power Plant Generation Forecast Using Artificial Neural Networks: Kahramanmaraş Case Study***

### ***Abstract***

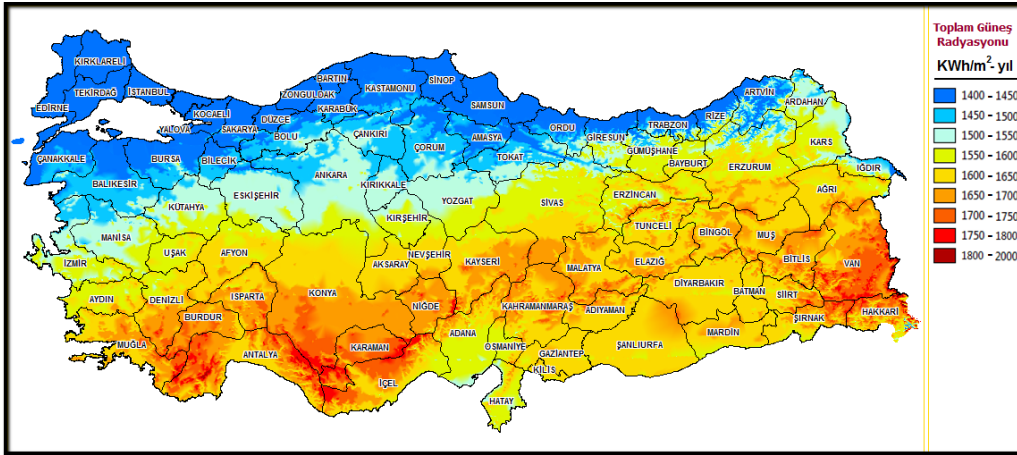
*Turkey has a large solar energy potential due to its geographical location and the installed power of Solar Power Plant (SPP) in the country is rapidly increasing. But the variability in SPP generation makes it a problem to operate these facilities in the electrical grid system. SPP generation forecasts are needed to solve this problem. In this study, a forecast system is proposed for SPP generations. Artificial Neural Networks (ANN) are used in the proposed forecast system. ANN is trained by using the Levenberg-Marquardt learning algorithm. In the training, verification and test processes of the ANN, the generation values of the SPP located in Kahramanmaraş province and the cloudiness forecast data obtained from the Global Forecasting System (GFS) are used. Analyses are performed by changing the structure and input values of ANN. As a result of the analyses, it is found that the ANN that uses cloudiness forecast with the generation values as input is more successful than the ANN that uses only generation values.*

**Keywords:** *Solar Power Plant, Power Generation Forecast, Artificial Neural Network.*

### **1. Giriş**

Türkiye’de ve dünyadaki elektriksel enerji ihtiyacında sürekli bir artış görülmektedir. Elektrik enerjisi ihtiyacındaki bu artışın karşılanabilmesi için yeni yatırımların yanında alternatif temiz ve tükenmez enerji kaynaklarına (hidro enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi vb.) da yöneliş olmuştur. Bu alternatif kaynaklar sayesinde doğada sınırlı olan fosil enerji kaynaklarına bağımlılığın azaltılması hedeflenmiştir. Ayrıca alternatif kaynakların kullanımı, sürdürülebilirlik ve arz güvenirliliği açısından oldukça avantaj sağlamaktadır.

Türkiye, temiz ve tükenmez enerji kaynakları potansiyeli yüksek bir ülkedir. Özellikle güneş enerjisi potansiyeli, uygulamaya konulan destekler sayesinde yatırımcıların ilgisini çekmektedir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi konusunda değerlendirme yapabilmesi amacıyla Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) oluşturulmuştur. GEPA, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanarak kullanıma açılmıştır (Kılıç 2015). Şekil 1’de (GEPA) görülmektedir.



Şekil 1. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (URL-1 2019,).

Türkiye’de elektrik piyasası serbestleşmiş ve yatırımcılar tarafından santral kurulup işletilebilir hale dönüşmüştür. Serbestleşen bir elektrik piyasasının, daha sağlıklı şartlarda işletilebilmesi için arz-talep dengesinin korunması ve üretilecek olan elektrik enerjisi miktarının bir gün öncesinden önceden bilinmesine ihtiyaç vardır. Günümüz koşullarında her santralin ertesi gün içinde ne kadar enerji üreteceğini bilmesi ve ilgili kuruma gerçekleşecek üretim miktarını bildirmesi, elektrik piyasasının sürdürülebilirliği açısından hayati önem taşımaktadır. Özellikle GES gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanan tesislerde üretim belirsizliği büyük riskler oluşturmaktadır (Jamil ve ark., 2019). Bu risklerin ortadan kaldırılabilmesi için GES üretim tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı GES üretimleri için kısa süreli bir tahmin modeli geliştirmektir.

Öncelikle, GES üretim tahmini konusunda literatür taraması yapılmış ve önemli görülen bazı çalışmaların öne çıktığı görülmüştür. (Yang ve ark., 2014) çalışmasında GES sisteminde üretilecek olan enerji gün öncesinde elde edilen sıcaklık ve yağış olasılığı verileri kullanılarak bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan bu girdiler ile oluşturulan tahmin modelinin güneşli günlerde iyi sonuç verdiği görülmüştür. (Tao ve ark., 2010) çalışmasında kamuya açık internet sitelerinden bulutluluk durumunu gösteren hava tahmin verileri kullanılmıştır. GES sisteminde saatlik güç çıkışı tahmini yapmak için, NARX ağ tabanlı bir tahmin modeli kullanıldığı görülmüştür. Önerilen yöntem bir çatı-üstü GES üzerinde denenmiş ve üretim tahmin sonuçlarının hassas bir doğruluk ile gerçek değerleri yakalayabildiği görülmüştür. (Kim ve ark. 2017) çalışmasında GES üretimleri için hava durumu tahmin bilgilerine dayanan günlük bir tahmin modeli önerilmiştir. Önerilen model Kore’de ticari olarak bulunan bir GES izleme sistemine bütünleşik olarak çalıştırılmış ve mevcut tahmin modellerinden daha iyi performans sergilediği gösterilmiştir. .

(Şahan ve Okur 2016) çalışmasında, aylık ortalama güneş ışınım şiddeti değerlerini tahmin etmek amacıyla bir YSA modeli önerilmiştir. Önerilen yöntemin uygulaması Akdeniz Bölgesindeki 14 yerleşkede gerçekleştirilmiştir. YSA modelinin eğitiminde Levenberg Marquand geri yayılım algoritması tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Kullanılan verilerin kapsadığı zaman aralığı 1993-2010 yıllarıdır. Sonuç olarak, tahmin edilen ve ölçülen toplam güneş ışınım şiddeti değerleri arasında oldukça güç bir ilişki olduğu görülmüştür. Geliştirilen YSA modelinin diğer yerleşim yerleri ve farklı durumlar için tahmin amacıyla kullanılabileceği önerilmiştir.

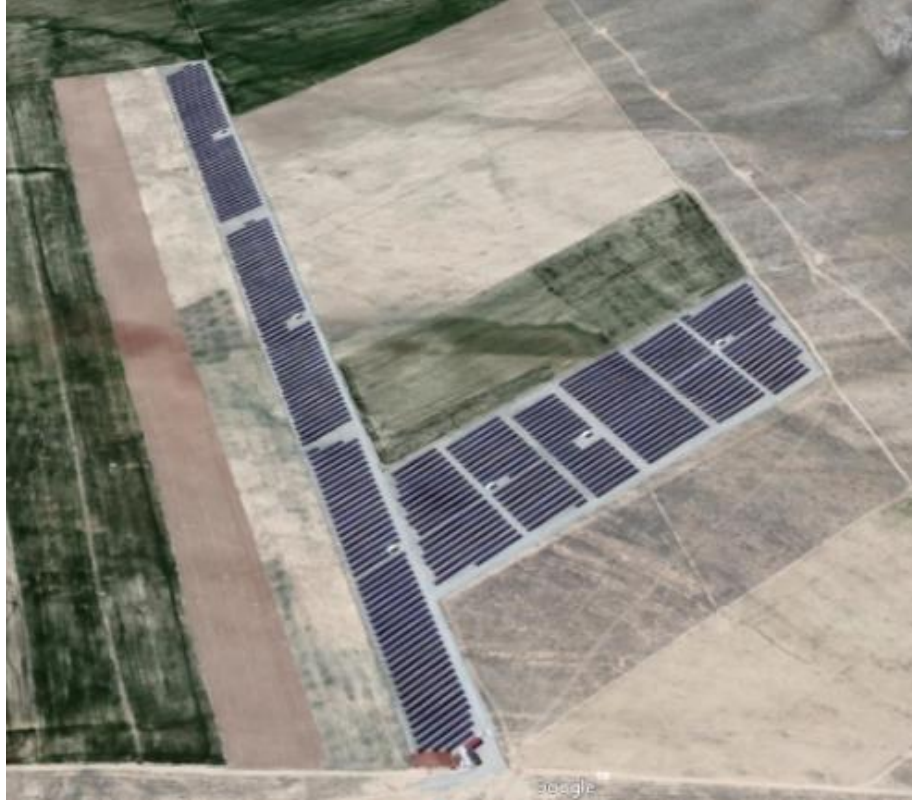
Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Evcı Hüyük mevkiinde bulunan bir GES tesisinin gerçekleşen geçmiş üretim verileri ile KTS bulutluluk tahmin verileri YSA girdisi olarak kullanılarak bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Farklı ağ yapıları ve farklı girdiler için sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve bulutluluk tahmini kullanılan sistemin daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durum KTS meteorolojik tahmin verisi kullanan GES üretim tahmin sistemlerinin sadece geçmiş üretim değerleri kullanan sistemlere kıyasla daha başarılı olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın literatüre katkısı; Türkiye'de işletilen bir GES için ilk defa KTS bulutluluk tahminleri kullanılarak bir gün sonra gerçekleşecek saatlik üretim tahmini yapılması olmuştur.

Bu makale beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm olan girişte konu ile ilgili genel bilgiler, kısa bir literatür özeti ve çalışmanın genel hatları verilmiştir. İkinci bölümde çalışmada incelenen santralin genel bilgileri, gerçekleşen üretim verileri ve meteorolojik veriler anlatılmıştır. Üçüncü bölümde kullanılan YSA yapısı ve kullanılan öğrenme yönteminden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular verilmiştir. Beşinci bölümde ise sonuç ve bazı öneriler bulunmaktadır.

## **2. GES ve Veriler**

### **2.1. Santralin Tanıtımı**

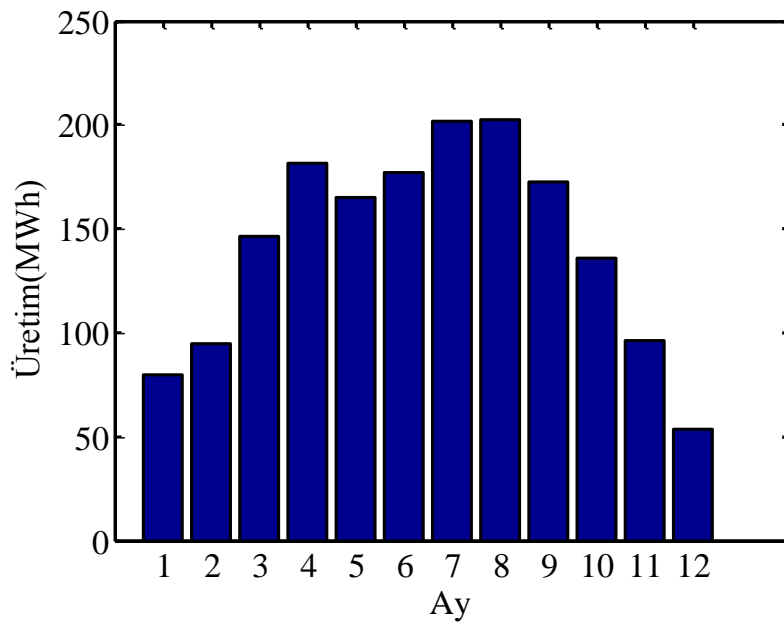
Santral, Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Evcı Hüyük mevkiinde yer almaktadır. Enerji üretimi yapan bu tesisin hesaplamalar ile belirlenmiş yapısında; 260(Wp) gücünde 4114 adet polikristal güneş paneli, her biri 60(kWe) gücünde 17 adet dizi evirici bulunmaktadır. Tesisin DC kurulu gücü 1069,6(kWp), AC kurulu gücü 999(kWe) olmuştur. Mevcut alçak gerilim şebekesine bağlanması mümkün görülmediği için 999(kWe) gücündeki tesis 31,5(kV) üzerinden yeni kurulan dağıtım merkezi sayesinde şebekeye bağlanmıştır. Tesisin Google Earth görünümü aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2. GES Google Earth görünümü.

## 2.2. Gerçekleşen Üretim Verileri

Bu çalışmada santralin 2018 yılında kaydettiği saatlik üretim değerleri dikkate alınmıştır. Bu değerlerin aylık olarak toplamı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Aylık toplam GES üretimleri.

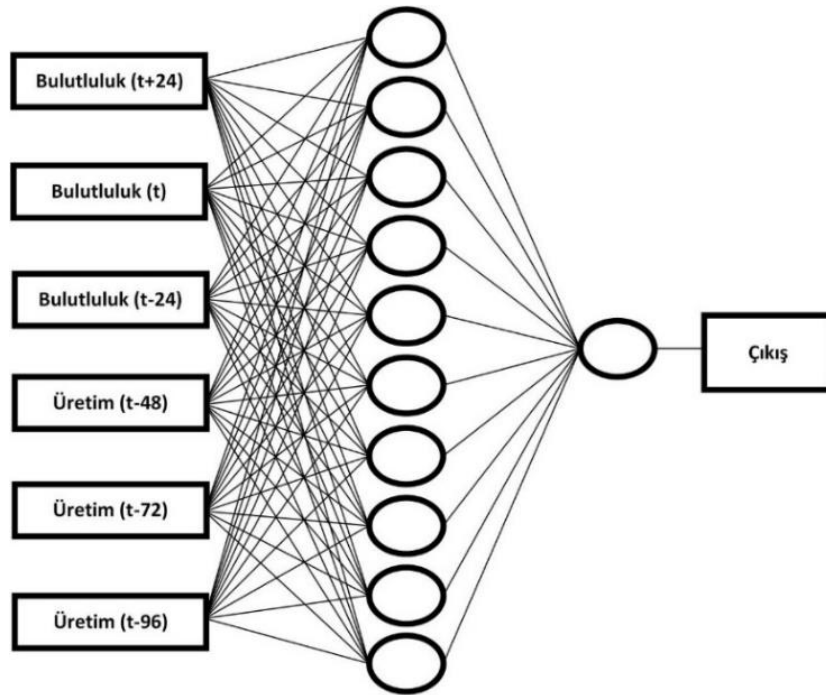
### 2.3. Meteorolojik Veriler

Çalışmada kullanılan bulutluluk tahmini verileri, Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) resmi internet sitesi aracılığı ile kamuya açılmış olan KTS veri arşivinden temin edilmiştir (URL-2 2019). GRIB dosya formatında indirilen veri setleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) resmi internet sitesinde kamuya açık olan Panoply programı ile işlenerek TXT dosya formatına dönüştürülmüştür (URL-3 2019).

KTS tahmin sistemi 6 saat aralıklar ile güncellenen bulutluluk tahmini üretmektedir. Tahminler tüm dünya için üretilmekte olup ücretsiz olarak erişime açılmıştır. Bu çalışmada 2018 yılının her günü için gün öncesinden üretilmiş bulutluluk tahmin verisi arşivi kullanılmıştır.

### 3. YSA ile Üretim Tahmini

Bu çalışma kapsamında oluşturulan YSA, incelenen GES üretimlerini tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Oluşturulan YSA yapısı Şekil 3'te verilmiştir. Ayrıca ağ yapısına ilişkin bazı özellikler Tablo 1'de özetlenmiştir.



Şekil 3. YSA Yapısı.

Tablo 1. YSA yapısının özellikleri.

Katman	Nöron Sayısı	Aktivasyon Fonksiyonu
1	10	sigmoid
2	1	doğrusal

YSA eğitim, doğrulama ve test süreçleri incelenen GES tesisinden alınan bir yıllık üretim verileri ve KTS bulutluluk tahminleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eğitim, doğrulama ve Test1 süreçleri sırasıyla ilk altı aylık verinin %70, %15 ve %15'i kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreçler sonucunda elde edilen eğitilmiş YSA'nın performansını test etmek amacıyla ayrıca Test2 yapılmıştır. Test2 sürecinde bir yıllık verinin son altı aylık kısmı kullanılmıştır. Tüm süreçlerde kullanılan veri sayıları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** YSA eğitim, doğrulama ve test sürecinde kullanılan veri sayıları.

Süreç	Doğrulama	Eğitim	Test1	Test2
Veri Sayısı	2948	632	632	4380

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde iki adet değerlendirme indeksi kullanılmıştır. Bunlardan ilki Ortalama Hata Karesi (MSE)'dir. Diğeri ise elde edilen tahmin değerleri ile gerçekleşen üretim değerleri arasındaki ilişkiyi veren Korelasyon Katsayısı (R)'dir. R ve MSE hesabında kullanılan denklemler sırasıyla Eşitlik (1) ve (2)'de verilmiştir.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (1)$$

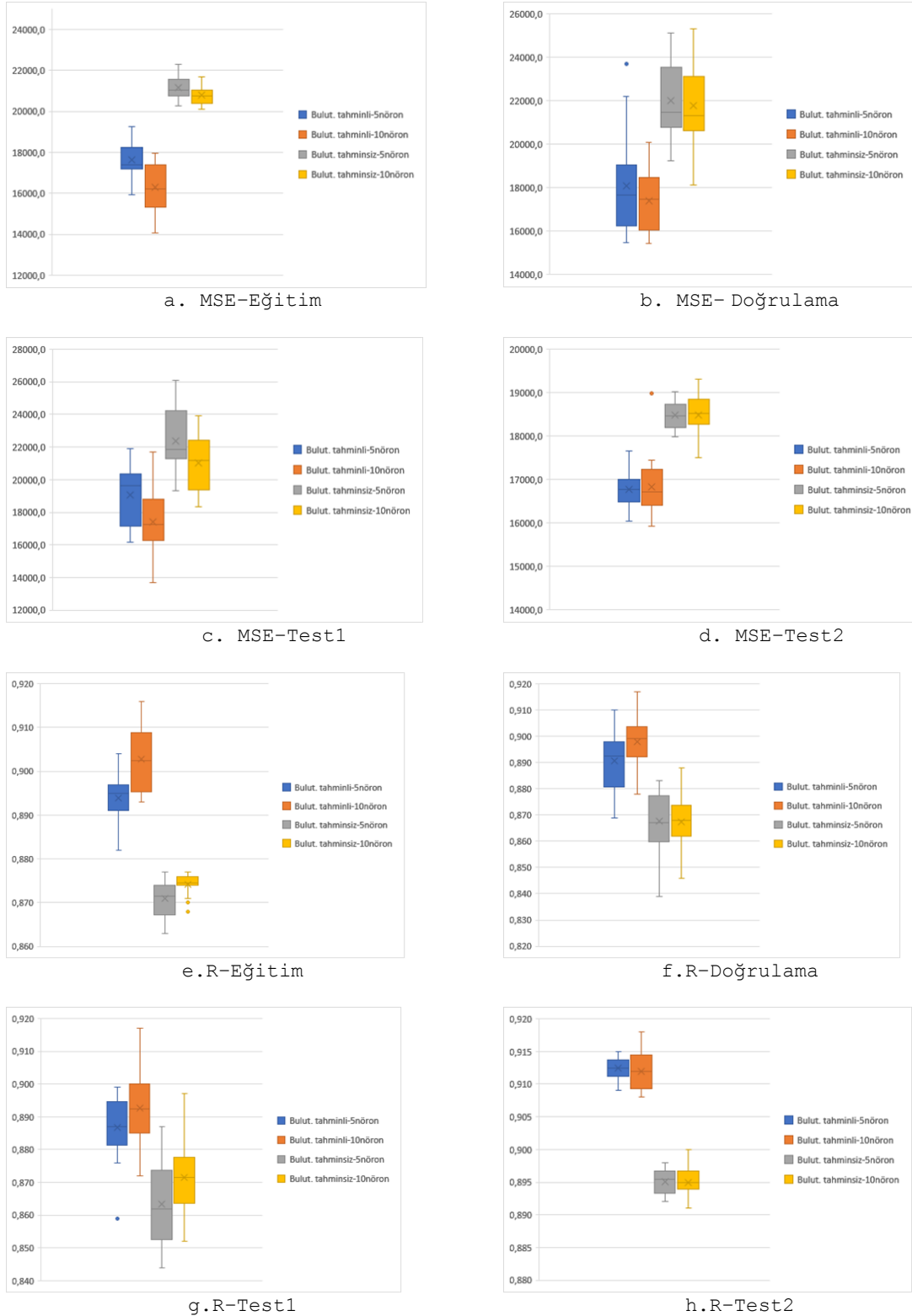
$$R = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Bu çalışmada kullanılan YSA, Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılarak eğitilmiştir. Bu algoritma Yapay Sinir Ağlarının eğitiminde sağlamış olduğu hız ve kararlılık nedeni ile çoğunlukla tercih edilen bir yöntemdir. Temel olarak bu algoritma komşuluk fikri üzerine kurulmuştur. İleri beslemeleri ağlarda hızlı öğrenme sağlamaktadır (Budin ve ark. 1996).

#### **4. Bulgular**

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular verilmiştir. Çalışmada geçmiş üretim ve bulutluluk tahmini verileri oluşturulan YSA girişleri olarak kullanılmıştır. YSA çıkışı bir gün sonrası için üretim tahmini yapmaktadır. YSA katmanı nöron sayısı (5 ve 10 olmak üzere) değiştirilerek ağ performansı değerlendirilmiştir. Ayrıca 5 ve 10 nörona sahip olan ağlar 20 defa tekrar eğitilerek sonuçlar alınmıştır. Bu süreç, giriş olarak KTS bulutluluk tahminleri kullanılan ve sadece geçmiş üretim verisi kullanılan yapı için tekrarlanmıştır.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için Şekil 3'te verilen kutu grafikler kullanılmıştır. Grafiklerdeki kutu verilerin ilk çeyreği ile üçüncü çeyreği arasındaki kısmını kapsamaktadır. Kutunun ortasındaki çizgi ve çarpı işaretleri sırasıyla ortanca ve ortalama değerleri göstermektedir.



Şekil 3. Tahmin sistemi performans değerlendirme sonuçları.



Yukarıda verilen kutu grafiklerinde eğitim, doğrulama, Test1 ve Test2 süreçlerinde elde edilen MSE ve R değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bulutluluk tahmini kullanılan yapıda daha düşük MSE ve daha yüksek R değerleri olduğu görülmüştür. Ayrıca 10 nöron kullanılarak oluşturulan yapay sinir ağının 5 nöronlu yapıya göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Fakat test2 sürecinde R değerinin 5 nöronlu yapıda daha yüksek olduğu ve MSE değerinin de aynı şekilde 5 nöronlu yapıda daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca çalışmada yapılan Test1 ve Test2 süreçlerinde elde edilen üretim tahminleri ve bu süreçlerde gerçekleşen üretim değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Test 1 ve Test 2 süreçlerinde elde edilen saatlik ortalama üretim ve tahmin değerleri.

Saat	Test 1				Test 2				Gerçek (kW)
	Bulut Tahminsiz		Bulut Tahminli		Bulut Tahminsiz		Bulut Tahminli		
	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	5 Nöron (kW)	10 Nöron (kW)	
1	7,812	-2,356	1,301	4,818	2,707	3,893	-14,222	1,386	0,000
2	1,521	-0,681	-2,214	-2,388	-1,869	4,397	-9,395	0,150	0,000
3	-0,673	0,977	-3,103	-4,454	-4,791	4,319	-4,897	-0,825	0,000
4	0,497	-0,640	-4,790	0,720	-5,177	4,319	-3,156	-1,868	0,000
5	0,772	-1,039	-3,984	-0,206	-5,319	3,914	-3,014	-2,190	0,000
6	3,606	2,624	1,135	2,908	-3,655	5,792	-3,241	-0,448	2,914
7	25,712	29,358	29,789	24,429	17,763	30,818	2,719	19,265	25,771
8	120,426	123,960	141,698	135,610	139,212	139,583	102,408	125,812	117,314
9	308,667	300,766	316,262	310,615	347,300	345,081	279,508	313,562	286,400
10	490,092	480,431	482,552	473,764	496,800	526,028	482,296	454,592	480,914
11	584,179	569,607	572,510	574,177	612,864	641,485	560,883	541,826	619,200
12	606,699	601,737	589,288	605,857	664,351	685,210	594,393	591,003	666,743
13	612,206	607,051	588,975	603,735	667,321	693,572	597,735	603,348	659,371
14	587,873	579,662	568,035	582,854	652,297	678,433	581,675	583,489	616,057
15	543,284	530,672	531,925	540,858	606,334	633,851	535,969	531,180	538,114
16	465,058	455,483	458,719	460,047	513,862	544,752	458,100	451,034	436,229
17	322,234	339,162	332,003	340,727	348,341	377,836	289,706	300,288	281,029
18	147,164	178,521	163,023	185,636	169,541	186,800	136,578	143,632	122,286
19	45,491	53,057	43,188	65,639	47,595	62,435	28,954	41,345	26,343
20	22,704	18,587	13,582	37,707	17,456	10,942	-6,468	14,832	3,086
21	19,810	13,932	9,618	34,000	14,937	5,545	-9,622	12,550	0,000
22	19,401	13,221	6,958	30,386	12,732	5,243	-9,755	12,559	0,000
23	16,640	8,271	6,614	27,936	12,276	4,648	-12,820	11,529	0,000
24	13,951	0,610	4,428	18,134	8,989	4,381	-17,886	6,618	0,000

## 5. Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışmada Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde Evcü Hüyük mevkiinde yer alan GES tesisi için gün öncesinden üretim tahmini yapabilecek bir sistem önerilmiştir. Bu sistemde

YSA kullanılmıştır. Tahmin sistemi girdisi olarak ise bulutluluk tahminleri ve geçmiş üretim değerleri kullanılmıştır. Farklı ağ yapıları ve farklı girdiler için sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve bulutluluk tahmini kullanılan sistemin daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durum meteorolojik tahmin verisi kullanan GES üretim tahmin sistemlerinin sadece geçmiş üretim değerleri kullanan sistemlere kıyasla daha başarılı olabileceğini göstermektedir. İleride yapılacak çalışmalarda bu çalışmada kullanılan bulutluluk tahmini verilerine ek olarak sıcaklık, basınç ve yağış tahmini değerlerinin de dikkate alınması önerilmektedir. Ayrıca farklı YSA yapılarının ve eğitim algoritmalarının tahmin performansını arttırabileceği düşünülmektedir.

### Kısaltmalar

$y_i$ :	Gerçek değer
$\hat{y}_i$ :	Tahmin değeri
$n$ :	Değer Sayısı
$x$ :	Gerçek değer
$y$ :	Tahmin değeri
$\bar{x}$ :	Gerçek değerlerin ortalaması
$\bar{y}$ :	Tahmin değerlerinin ortalaması

### Kaynaklar

- Budil, D. E., Lee, S., Saxena, S., & Freed, J. H., (1996). Nonlinear-least-squares analysis of slow-motion EPR spectra in one and two dimensions using a modified Levenberg–Marquardt algorithm. *Journal of Magnetic Resonance, Series A*, 120(2), 155-189.
- Jamil, I., Zhao, J., Zhang, L., Rafique, S. F., & Jamil, R., (2019). Uncertainty Analysis of Energy Production for a 3× 50 MW AC Photovoltaic Project Based on Solar Resources. *International Journal of Photoenergy*, 2019.
- Kılıç, F. Ç., (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri. *Mühendis ve Makine*, 56(671), 28-40.
- Kim, J., Kim, D., Yoo, W., Lee, J., Kim, B.A., (2017). Daily prediction of solar power generation based on weather forecast information in Korea. *IET Renew. Power Gener.*, 11(10), 1268-1273.
- Şahan, M., & Yüksel, O. K. U. R. (2016). Akdeniz bölgesine ait meteorolojik veriler kullanılarak yapay sinir ağları yardımıyla güneş enerjisinin tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 11(1), 61-71.
- Tao, C., Shanxu, D. and Changsong, C., (2010) Forecasting Power Output for Grid-connected Photovoltaic Power System without using Solar Radiation Measurement. *The 2nd International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems*, (s. 773-777) Hefei, China: IEEE.
- Yang, H., Huang, C., Huang, Y. and Pai, Y., (2014). A Weather-Based Hybrid Method for 1-Day Ahead Hourly Forecasting of PV Power Output. *Ieee Transactions On Sustainable Energy*, (5)3, 917-926.
- URL-1, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, (Erişim tarihi 24 Mayıs 2019).
- URL-2, <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-atasets/global-forecast-system-gfs>, (Erişim tarihi 11 Ocak 2019).
- URL-3, <https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>, (Erişim tarihi 24 Mart 2019).