





ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE GES BAĞLANDIKTAN SONRA REAKTİF/AKTİF GÜÇ ORANININ YSA İLE BELİRLENMESİ

¹Emine İŞİN , ²Nurettin ÇETİNKAYA 
¹ eisin@ktun.edu.tr, ² ncetinkaya@ktun.edu.tr

*Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Konya, TÜRKİYE*

(Geliş/Received: 16.03.2022; Kabul/Accepted in Revised Form: 10.05.2022)

ÖZ: Günümüzde elektrik enerjisine olan talep, sosyal yaşam, endüstriyel uygulamalar ve sanayileşmeye bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Enerji talebinin artmasıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgar, hidrojen vs.) kullanımının önemi de artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir güç sistemine dahil edilmesinden sonra ortaya çıkması muhtemel teknik problemlerin incelenmesi gereklidir. Bu teknik problemler genel olarak "Güç Kalitesi" adı ile birlikte değerlendirilebilir. Güç kalitesi; harmonikler, gerilim dalgalanması, güç katsayısı ve fliker gibi birçok parametreyi içinde barındırmaktadır. Bir güneş enerji santralinin endüstriyel firmalarda güç sistemine dahil edilmesinde sonra besleme gerilimi, harmonik ve güç katsayısı değerlerinde değişim meydana gelebilir. Bu yüzden şebekeden çekilen elektrik enerjisinin aktif, reaktif ve harmonik değerlerinin sürekli takip edilmesi gerekmektedir. Reaktif/aktif enerji oranları sınır değerleri Enerji Piyasası Değerlendirme Kurumunun belirlediği sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Reaktif yüklerin aktif yüklere oranlandığında güç faktörünün de değişimi söz konusudur. Bu çalışmada; ölçümü yapılan güneş enerji santrali, reaktif/aktif oranı, harmonik ve gerilim saptması yönünden değerlendirilmiştir. Firmalarda GES bağlandıktan sonra yapılan analizler sonucunda yüklerin sistem üzerinde oluşturabileceği sorunlar tespit edilip çözüm önerisi sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endüktif güç, GES, Kapasitif güç, Aktif güç, Yenilenebilir enerji, Güç faktörü, Güç kalitesi

Detection of Reactive / Active Power Ratio by ANN after Connection GES in Industrial Facilities

ABSTRACT: Today, the demand for electrical energy is increasing day by day depending on social life, industrial applications and industrialization. With the increase in energy demand, the importance of the use of renewable energy sources (solar, wind, hydrogen, etc.) has also increased. It is necessary to examine the technical problems that may arise after the incorporation of renewable energy sources into a power system. These technical problems can generally be evaluated together with the name "Power Quality". power quality; It contains many parameters such as harmonics, voltage fluctuation, power factor and flicker. After a solar power plant is included in the power system in industrial companies, a change may occur in the supply voltage, harmonic and power coefficient values. Therefore, the active, reactive and harmonic values of the electrical energy drawn from the network should be constantly monitored. Limit values of reactive / active energy ratios must be within the limits determined by the Energy Market Evaluation Authority. When the reactive loads are proportional to the active loads, the power factor also changes. In this study; The solar power plant, which was measured, was evaluated in terms of reactive/active ratio, harmonic and voltage deviation. As a result of the analyzes made after the power

supply was connected in the companies, the problems caused by the loads on the system were determined and solution suggestions were presented.

Keywords: *Inductive power, GES, Capacitive power, Active power, Renewable energy, Power factor, Power quality*

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Elektrik enerjisini daha etkin bir biçimde kullanabilmek için, enerji üretimi, iletimi, dağıtımını yapan firmalar elektrik enerjisinin en az kayıpla tüketiciye ulaşması için çaba harcamaktadır. Elektrik içerisinde birçok parametreyi barındırmaktadır. Bu parametreler arasında harmonikler, güç faktörü, fliker, gerilim sapması yer almaktadır. Harmonikler sonucunda gerilim ve akımda dalga şeklinde bozulma, kullanılan ekipmanlarda ısınmalar gibi problemler meydana gelmektedir. Buna ek olarak kompanzasyon sistemlerinde aşırı reaktif yüklenme, pano arızaları sistemin işleyişini olumsuz etkileyecektir. Güç kalitesinden kaynaklanan bu problemler hem şebeke tarafını hem de kullanıcı tarafını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca reaktif/aktif güç oranının Enerji Piyasası Değerlendirme kurumunun yönetmelik gereğince belirlediği sınırlar içerisinde olması gerekmektedir. Kurulu gücü 50 kVA'nın altında olan kullanıcılar çekmiş oldukları aktif enerji miktarının %33'ünü aşacak şekilde endüktif reaktif veya aktif enerji miktarının %20'sini aşacak şekilde kapasitif reaktif tüketmeleri halinde reaktif enerji tüketim bedeli ödemek zorunda kalacaktır. Kurulu gücü 50 kVA'nın üstünde olan kullanıcılar ise çektikleri aktif enerji miktarının %20'sini aşan şekilde endüktif reaktif enerji tüketmeleri veya aktif enerji miktarının %15'ini aşan şekilde sisteme kapasitif reaktif enerji vermeleri halinde, reaktif enerji tüketim bedeli ödemekle yükümlüdür (EPDK-16. Madde). Kullanıcı hatası sebebiyle reaktif enerjinin kaydedilememesi (veya sıfır değer kaydetmesi) durumunda reaktif enerji, aktif enerjinin 0,9 katı alınarak hesaplanır. EPDK tarafından yayınlanan 2022 yılı 2.Çeyrek Faaliyet Bazlı Tarife Tablosuna göre reaktif enerji bedeli 1 Mart 2022'den itibaren 47,4737 krş/kVArh olarak belirlenmiştir. Kullanıcıların aktif reaktif güç oranını cezaya girmeyecek şekilde kontrol altında tutması gerekmektedir. Bu çalışmada, farklı güçlerdeki endüstriyel firmalarda devreye alınan güneş enerji santralının aktif ve reaktif değerleri nasıl değişecek, sistemi nasıl etkileyecek, sistemin mevcut kompanzasyon panosunun yenilemek gerekcek mi sorularına cevap aranmıştır. Yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak aktif/reaktif oran tahmin edilmeye çalışılmış, sisteme etkileri hakkında yorumlar yapılmıştır. Kullanıcılara hesaplı, güvenilebilir, kaliteli enerji sunabilmek için yapılacak tahmin çalışmaları büyük önem arz etmektedir (Var ve Türkay, 2014). Tahmin çalışmaları geçmişteki parametrelerin gelecekteki durumun tahmin edilmesi prensibine dayanır. Doğru yapılan tahmin çalışmaları gelecekteki enerji ihtiyacını, enerji ihtiyacındaki ani değişimlerinin tespit etmesiyle durum analizi yapılmasına fayda sağlar (Buhari ve Adamu, 2012). Regresyon analizi, istatistiksel analiz çalışmaları, YSA gibi yöntemler tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılır (Var ve Türkay, 2014).

Kısa vadeli rüzgar gücü tahmin etme çalışmasında hibrid yaklaşım olarak yapay sinir ağları kullanılmış çalışmalar sonucunda ilkbahar, yaz, sonbahar, kış ayları için mutlak yüzdesel hata oranları hesaplanmıştır (Eyese ve diğ., 2017). Gaziantep, Antakya, Kahramanmaraş illeri için yapılan çalışmada yıllık güneş ışınım miktarı, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre YSA ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen yapay sinir ağı ile meteorolojiden alınan veri ile bir tane girdi, iki tane gizli katman ve bir tane çıktı katmanından oluşmaktadır. Oluşturulan modelde Levenberg Marquardt ileri yayımlı algoritma kullanılmıştır. Belirtilen iller için R^2 , RMSE, MAPE ve MSE parametresi ayrı ayrı hesaplanmıştır (Şahan, 2021). İtalya hava kuvvetlerinden alınan veri ile yapılan çalışmada rüzgar hızı tahmin edilmeye çalışılmış, yapılan tahminin doğruluk oranları MAPE, RMSE ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır (Finamore ve diğ., 2016).

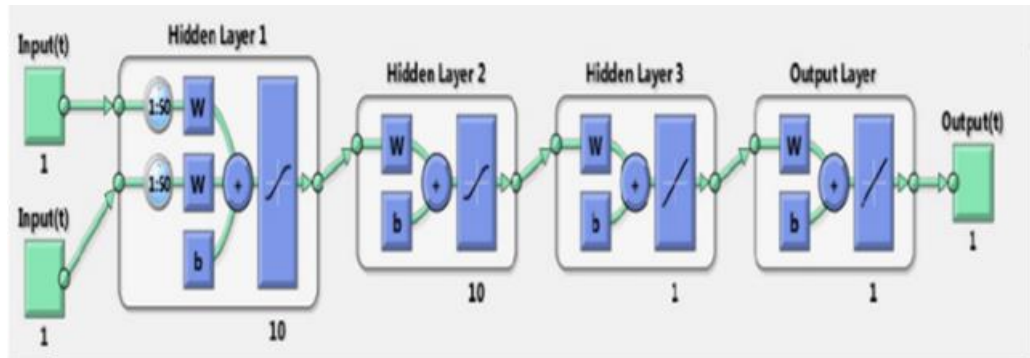
YSA ile yapılan bir çalışmada 24 saat öncesinde güneş enerji santrallerinde güç tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kıyaslama yaklaşımları, RMSE, MAE, WMAE verileri ile sistemden elde edilen verilerin doğruluğu ölçülmüştür. Ayrıca YSA modeli oluşturulurken BAGGING ve Bootstrap teknikleri kullanılarak eğitim veri kümeleri, deneme yanılma prosedürüne katkı sağlanmıştır. (Al-Dahidi ve diğ., 2019)

(Zarkovic ve Sosis, 2016) dağıtık üretim tesislerinde harmonik yük akışını YSA ile belirlenmesi için geliştirmiş oldukları modelde elektrik güç sistemlerinin kararlı durumunu değerlendirerek, dağıtık üretim tesislerinin daha kontrollü çalışması için bir planlama oluşturmuşlardır. Sistemdeki güç akışı dikkate alınmalıdır. Bu durumu göz önüne almak için Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Aktif güç kayıpları, gerilim dalgalanması, toplam harmonik bozulma dağıtık üretimin etkileridir. Dağıtık üretimin etkileri sistemin verilerini oluşturmaktadır. YSA modeli ile IEEE-33 baralı sistem kullanılarak simülasyonlar tamamlanmıştır.

Endonezya'da gerçekleştirilen bir çalışmada YSA kullanılarak kısa vadede yük tahmini yapılmaya çalışılmıştır. Backpropagation yönteminin öğrenilmesinde gizli katman davranışı gözlemlenmiş ve kısa süreli elektrik yüklerinin tahmini için kullanılmıştır. Kullanılan iki gizli katman her katmanda ise on nöron bulunmaktadır (Zuraidah ve diğ., 2021).

TEORİK METOD (THEORETICAL METHOD)

Endüstriyel tesisin güç oranlarının tahminini yapabilmek için MATLAB Regression Learner yaklaşımı ve Neural Network Start Dyanamic Time Series ve Excell üzerinde hesaplanan hata değerleri ile karşılaştırmalar yapılarak mevcut probleme bakış açısı geliştirilmeye çalışılmıştır. Bulunan oranlar ve sistemin işleyişi hakkında yorumlar yapılmıştır. YSA' da verinin %70' i eğitim, %15' i değerlendirme ve %15'i de test için kullanılmıştır. Bu oranlar çalışmanın özelliklerine göre belirlenebilir. Ayrıca üç gizli katmanı bulunan (hidden layer 1, hidden layer 2, hidden layer 3) yapay sinir ağı en iyi performansa 1000 iterasyon sonucunda ulaşmıştır. Eğitim verileri ağı verilerek ağı öğrenmesi sağlanmış ve 242 model içerisinde test verisi için, hata kareleri ortalaması (MSE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ve ortalama mutlak hata (MAE) hata değerlerinden en küçük hata oranını veren YSA modeli sistem için tercih edilmiştir.



Şekil 1. YSA Modeli

Figure 1. ANN Model

MATLAB Regresyon Öğrencisi (MATLAB Regression Learner)

Mevcut değişkenler ile bağlantı sağlarken aynı zamanda matematiksel analizleri gerçekleştirir. Normalde karmaşık ve zaman gerektiren analizleri hızlı bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Şekil 2'de Regresyon akış şeması gösterilmiştir (Tam ve diğ., 2022).



Şekil 2. Regresyon Akış Şeması

Figure 2. Regression Flow Chart

Regresyon Problemi için Veri ve Doğrulama Seçimi (Select Data and Validation for Regression Problem)

Çalışma alanından veya dosyalardan verileri Regresyon Öğrenicisine aktarımını, örnek veri kümeleri bulunmasını ve çapraz doğrulama veya bekletme doğrulama seçeneklerinin belirlenmesini sağlar. Şekil 3'te endüstriyel firmada devreye alınan GES 'e ait veriler bulunmaktadır. Oranlar % cinsinden verilip hesaplamalar yapılmıştır.

S	TesisatNo	ModemSeri...	Cihaz	Tarih	EnduktifOran	KapasitifOr...	EK
Number	Number	Number	Categorical	Datetime	Number	Number	Number
S	Tesisat No	Modem Ser...	Cihaz	Tarih	Enduktif Or...	Kapasitif Or...	E/K
1	100408	501301233	80281597-...	17-Oca-2021	0	20	0
2	100408	501301233	80281597-...	18-Oca-2021	29.4930	4.1470	7.1119
3	100408	501301233	80281597-...	19-Oca-2021	9.2750	3.7680	2.4615
4	100408	501301233	80281597-...	20-Oca-2021	9.6570	3.1150	3.1002
5	100408	501301233	80281597-...	21-Oca-2021	8.9460	3.8340	2.3333
6	100408	501301233	80281597-...	22-Oca-2021	12.8620	4.5020	2.8570
7	100408	501301233	80281597-...	23-Oca-2021	4.5450	18.1820	0.2500
8	100408	501301233	80281597-...	24-Oca-2021	2.0830	20.8330	0.1000
9	100408	501301233	80281597-...	25-Oca-2021	8.1700	2.9410	2.7780

Şekil 3. Regresyon Dataları

Figure 3. Regression Data

Regresyon Modeli Seçeneklerini Seçimi (Choose Regression Model Options)

Regresyon Öğrenici'de, bir model seçimini otomatik olarak eğitin veya doğrusal regresyon modelleri, süreç regresyon modelleri, regresyon ağaçları toplulukları ve regresyon sinir ağlarının seçeneklerini karşılaştırıp ve ayarlanır.

Regresyon Öğrenicisini Kullanarak Regresyon Ağaçlarının Eğitimi (Train Regression Trees Using Regression Learner)

Regresyon ağaçları oluşturulup yeni veriler için tahminler yapmak üzere eğitilmiş modelleri dışa aktarılır.

Regresyon Öğrenicisinde Model Performansını Değerlendirilmesi (Assess Model Performance in Regression Learner)

Regresyon Öğrenici'de regresyon modellerini eğittikten sonra, modelleri model istatistiklerine dayalı olarak karşılaştırabilir, sonuçları bir yanıt grafiğinde veya gerçek ve tahmin edilen yanıtı çizerek

görselleştirebilir ve modeller değerlendirilebilir. Regresyon Öğrenici' de bir modeli eğittikten sonra, hangi modelin en iyi toplam puana sahip olduğunu görmek için modeller bölmesini kontrol edilir. En iyi RMSE değeri bir kutu içerisinde ifade edilir. Bu puan, doğrulama setindeki ortalama karesel hatanın (RMSE) köküdür. Skor, eğitilen modelin yeni veriler üzerindeki performansını tahmin eder. En iyi toplam puan, hedefiniz için en iyi model olmayabilir. Bazen genel puanı biraz daha düşük olan bir model, hedefiniz için daha iyi bir model olabilir.

Yeni Verileri Tahmin Etmek İçin Regresyon Modelini Dışa Aktarımı (Export Regression Model to Predict New Data)

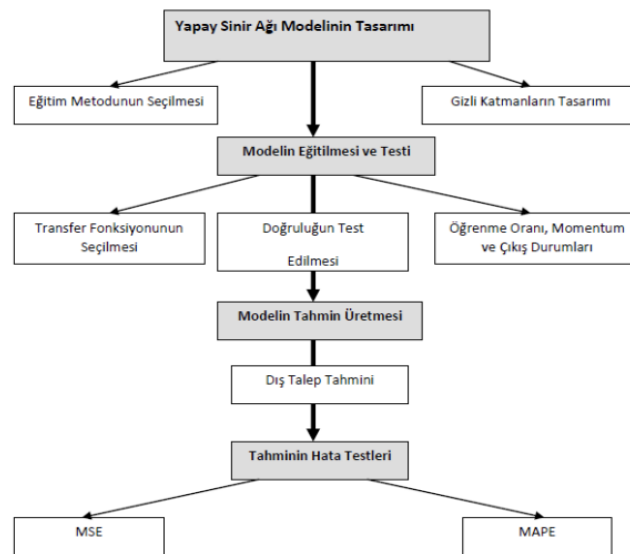
Son model Regresyon Öğrenicisi dışa aktarır, her zaman tam veri seti kullanılarak eğitilir. Kullandığınız doğrulama şeması, yalnızca uygulamanın doğrulama ölçümlerini hesaplama şeklini etkiler. Regresyon probleminiz en iyi modeli belirlemek için doğrulama ölçümlerini ve sonuçları görselleştiren çeşitli grafikler kullanılabilir.

YSA DİNAMİK ZAMAN SERİLERİ (YSA NETWORK START DYANAMİK TIME SERIES)

Yapay Sinir Ağları işleyişi insan sinir sisteminin temel yapı taşlarından olan nörona benzemektedir. Bu sayede bir şeyler öğrenip karar verebilmektedir. Sistemde kullanılacak YSA modeli belirlenmeden önce modelin doğruluğunu etkileyecek olan farklı YSA topolojilerinin incelenmesi gerekmektedir (Ayyagari, 2011).

Yapay Sinir Ağlarıyla tahminleri gerçekleştirmek, mevcut olan geçmişe dair belli bir dönemdeki veriler ile yapay sinir ağını eğitmek ve eğitilmiş verileri geleceğe uyarlamaktan oluşur. Tahmin edilecek parametreyi etkileyen faktörlerin tespiti, verilerin toplanması, tahmin döneminin tespit edilmesi, tahmin yöntemlerinin belirlenmesi ve hata hesabı, tahmin sonuçlarının geçerliliğinin araştırılması süreçlerinden oluşmaktadır (Sarı, 2016). YSA giriş ve çıkış verileri ile herhangi bir ön bilgiye gerek kalmadan gerekli modellemeyi doğrusal veya doğrusal olmayan şekilde gerçekleyebilmektedir (Sarı, 2016).

Şekil 4. Yapay Sinir Ağı Modelinin Tasarım Sürecinin algoritması ve sistemin nasıl işlediği açıklanmaya çalışılmış, hata tahmin testlerinde kullanılan yöntemlere değinilmiştir.

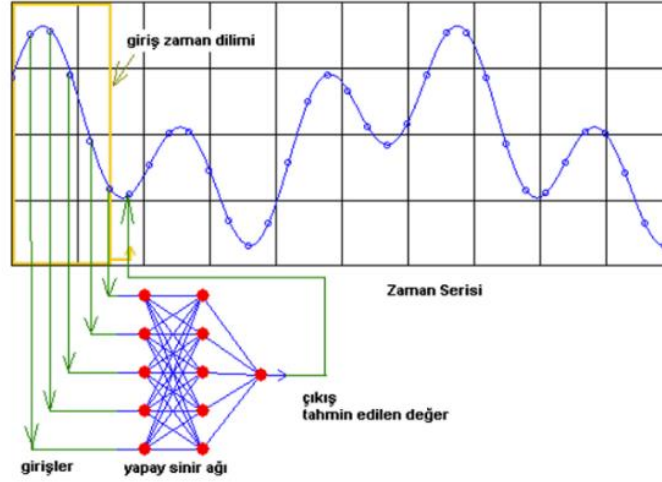


Şekil 4. Yapay Sinir Ağı Modelinin Tasarım Süreci (Karahana, 2015)

Figure 4. Design Process of Artificial Neural Network Model

Zaman serilerinin tahmin çalışmaları, geçmişteki verileri analiz eder ve gelecekteki değerler için yaklaşık tahminde bulunur. Genel olarak bu yöntem doğrusal olmayan (nonlinear) bir fonksiyonun geçmişteki değerlerinden çıkarılan ilişkileri modeller (Çaylı, 2008).

Şekil 5'te zaman serisinde oluşturulan modelin verileri nasıl oluşturduğunu açıklamaktadır. Çıktı olarak alınan verinin, bir sonraki iterasyonda giriş verisi olduğu ifade edilmiştir.

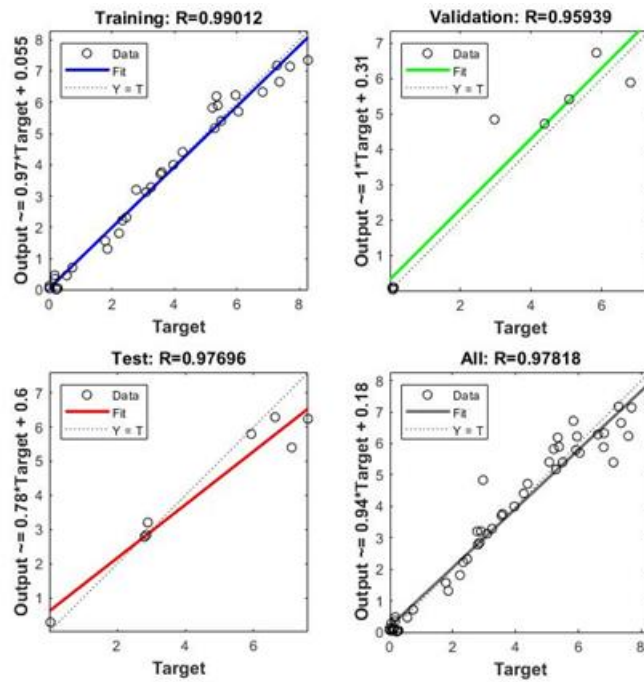


Şekil 5. Zaman serisi tahmini için bir model

Figure 5. A model for time series forecasting

Zaman serilerinde, geçmiş dönemlere ait veriler incelenerek, geleceğe yönelik tahminde bulunulmasıdır. Zaman serisi analizinde, geçmiş periyottaki verilerinin değişim biçimi incelenir ve bu süreci temsil eden model oluşturulur. Bu modelle geleceğe yönelik tahmin çalışmaları yapılmaya çalışılır (Kayakuş ve Terzioğlu, 2021).

Endüstriyel tesiste güneş enerji santralının devreye alınmasıyla birlikte endüktif/kapasitif oranların tahminiyle ilgili istatistikler Şekil 6'da gösterilmiştir. YSA çalıştırıldığında tahmin değerlerinin doğruluk oranı %97 olarak gösterilmiştir.



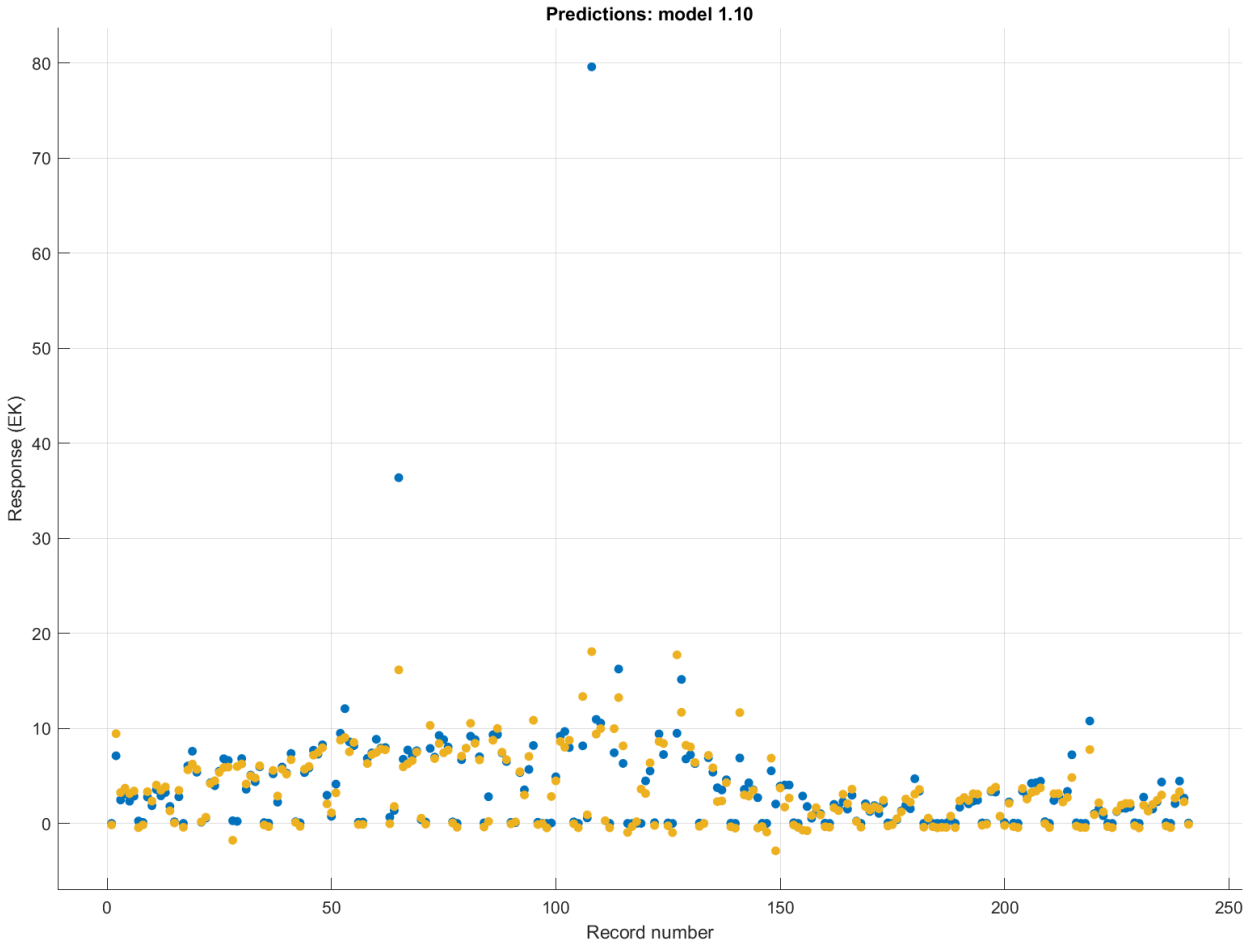
Şekil 6. Test Verilerine Göre Doğruluk Oranları

Figure 6. Accuracy Rates According to Test Data

REGRESYON GRAFİK ANALİZLERİ (REGRESSION GRAPHIC ANALYSIS)

Yanıt Grafiği (Response Plot)

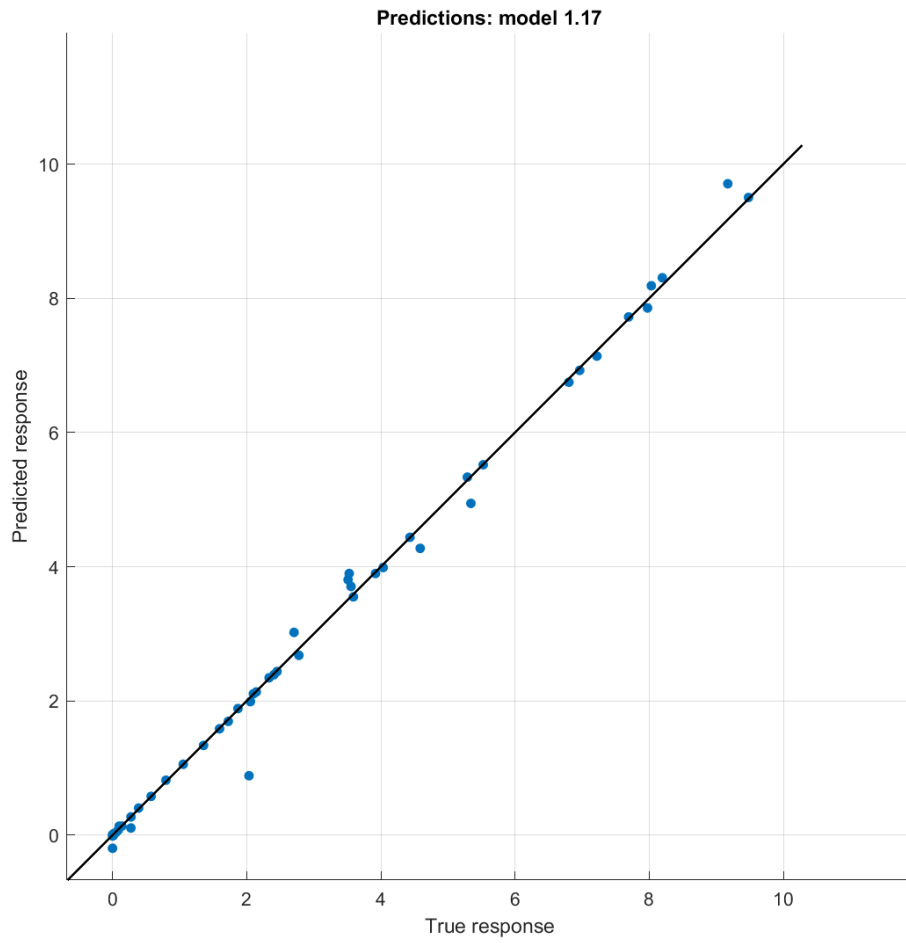
Matematiksel yaklaşımın sonucunu gösterir. Mavi noktalar santral için gerçek değerleri ifade ederken, sarı noktalar tahmin edilen değerleri göstermektedir. Şekil 7'de gerçek değer (E/K) ile tahmin edilen oran verilerinin birbirleriyle uyumu görülmektedir. Ani sapmalarda ise endüstriyel tesisin endüktif veya kapasitif güç değerinin sıfıra yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 7. Response Plot
Figure 7. Response Plot

Gerçek ve Tahmin Grafiği (Predicted vs Actual Plot)

Oluşturulan modelin performansını ifade eder. Grafikteki mavi noktalar ortadaki siyah doğruya ne kadar yakınsa ve bu doğrunun her iki tarafına da eşit şekilde dağılıyorsa analiz başarılı demektir. Şekil 8'de tahmin edilen ve gerçek verilerin siyah doğruya göre pozisyonu gösterilmiştir. Santral devreye alınmadan önceki değerlerde sapmalar görülmektedir.

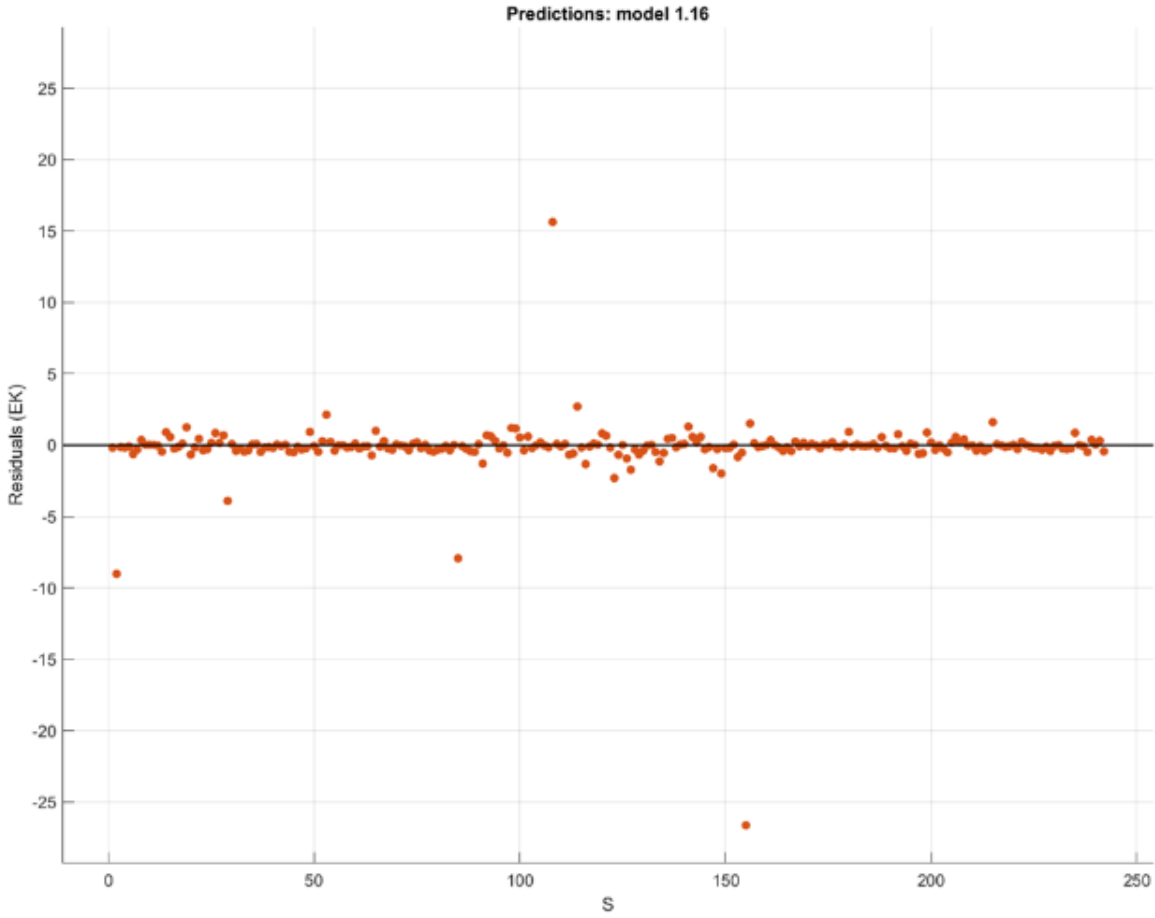


Şekil 8. Predicted vs Actual Plot

Figure 8. Predicted vs Actual Plot

Hata Oran Grafiği (Residual Plot)

Oluşturulan modelin hata oranını ifade eder. Kırmızı noktalar siyah doğruya ne kadar yakınsa hata oranının o kadar düşük olduğu anlamına gelir. Şekil 9'da gösterilen grafikte bazı noktalarda siyah doğruya uzak olduğu görülmektedir. Bu durumu santralin o anlarda sıfır veya sıfıra çok yakın endüktif veya kapasitif yük çekmesiyle ifade edilebilir.



Şekil 9. Residual Plot

Figure 9. Residual Plot

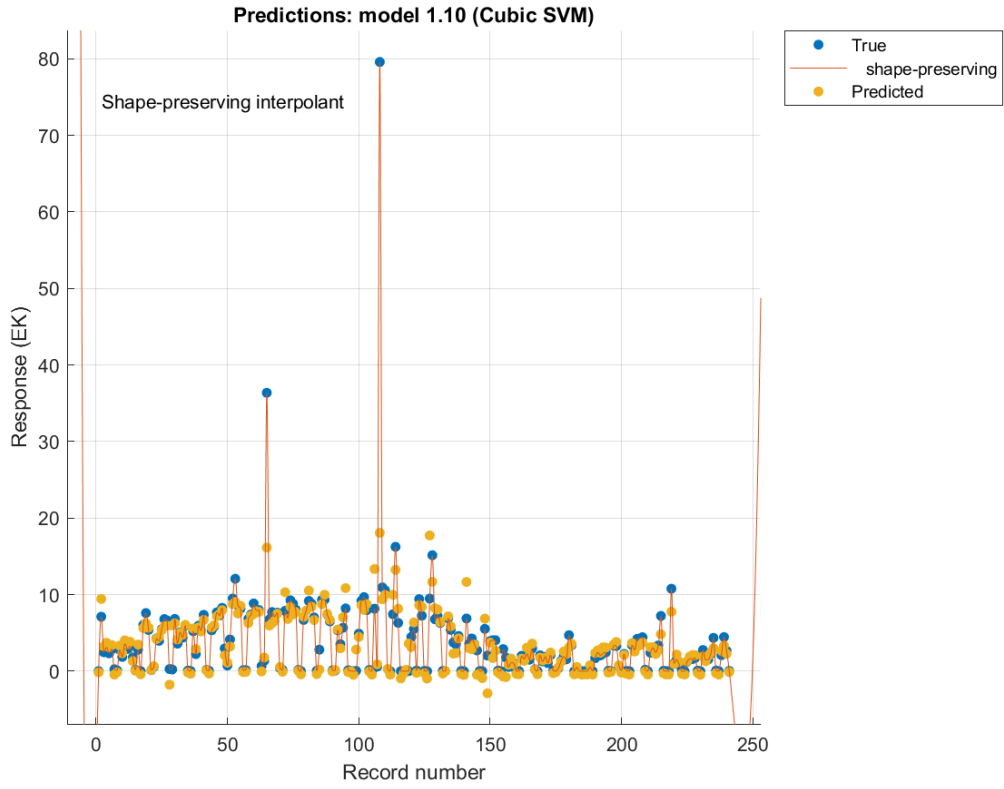
Regresyon analizi yapılırken shape preserving interpolant denklemlerini elde edebilmek için kullanılan kod:

```

coeffs = fit.coeff.coefs;
breaks = fit.coeff.breaks;
for idx = 1:size(fit.coeff.coefs, 1)
eq{idx, 1} = sprintf('%0.2fx^3 + %0.2fx^2 + %0.2fx + %0.2f %0.2f <= x < %0.2f', coeffs(idx, :), breaks(idx:idx+1));
end

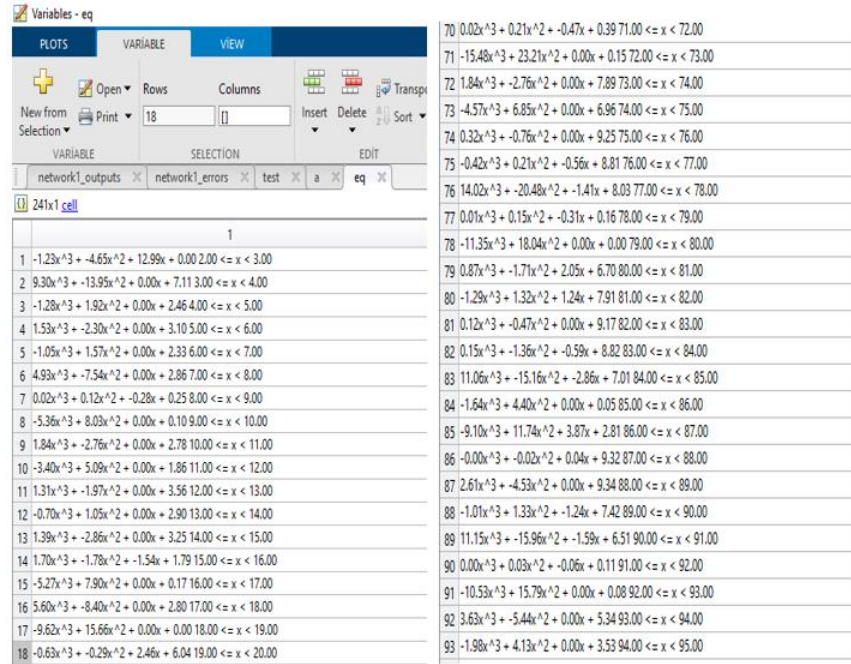
```

Elde edilen denklemler sonucunda çizdirilen grafik Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Shape -preserving plot
Figure 10. Shape -preserving plot

Şekil 11’de regresyon analizi sonucu elde edilen grafiği denklemleri gösterilmiştir. Analiz için kullanılan 242 veriye karşılık 242 tane denklem oluşturulmuştur.



Şekil 11. Regresyon Analizine Göre Elde Edilen Grafik Denklemleri
Figure 11. Graphic Equations Obtained According to Regression Analysis

Çizelge 1’ de YSA’da analiz yapmak için kullanılan değerlerin açıklaması yapılmıştır.

Çizelge 1. YSA'da Hedeflenen Değerler

Table 1. Targeted Values in ANN

İSTATİSTİK	AÇIKLAMA	HEDEF
RMSE	Karekök ortalama hata. RMSE pozitif değer alır ve birimleri yanıtınızın birimleriyle eşleşir.	RMSE'nin daha küçük değerlerini arayın.
R-Squared	Determinasyon katsayısı. R-kare her zaman 1'den küçüktür ve genellikle 0'dan büyüktür. Eğitimli modeli yanıtın sabit olduğu modelle karşılaştırır ve eğitim yanıtının ortalamasına eşittir. Modeliniz bu sabit modelden daha kötüyse, R ² negatiftir.	1'e yakın bir R ² arayın.
MSE	Ortalama kare hatası. MSE, RMSE'nin karesidir.	MSE'nin daha küçük değerlerini arayın.
MAE	Ortalama mutlak hata. MAE her zaman pozitif değerler alır ve RMSE'ye benzerdir.	MAE'nin daha küçük değerlerini arayın.
MAPE	Ortalama mutlak yüzde hatası eğilim tahmininde, tahmin doğruluğunun ifade edilmesinde kullanılır. Doğruluk genellikle yüzde olarak ifade edilir	MAPE < %10'un altında olan modeller tercih edilmelidir.

Çizelge 2. YSA ile İstatistiksel Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması için oluşturulmuştur.

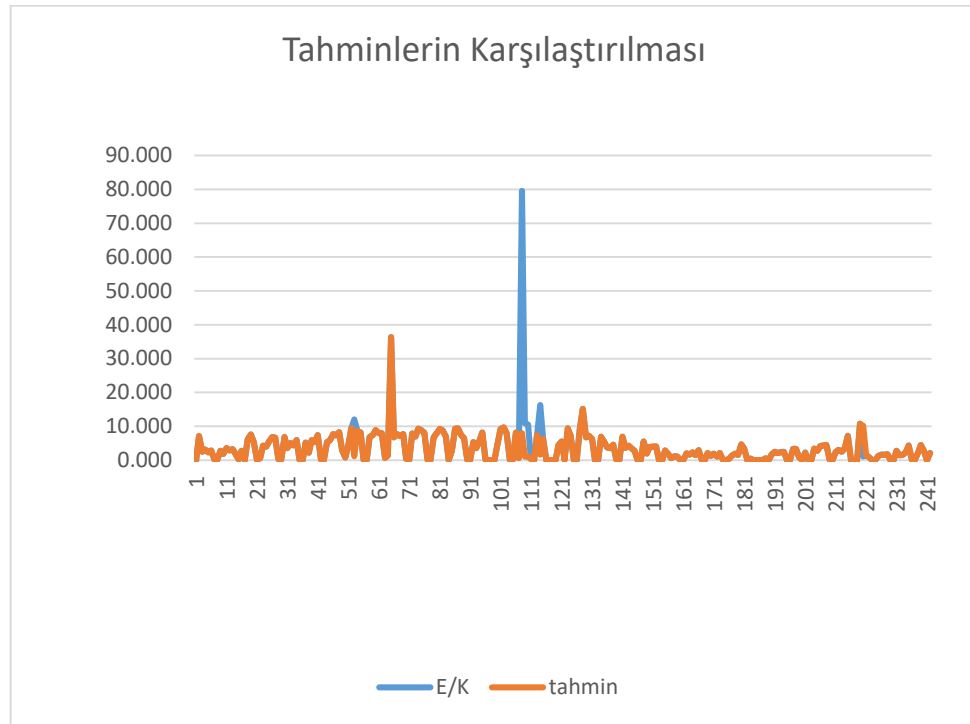
Çizelge 2. YSA ile İstatistiksel Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Table 2. Comparison of ANN and Statistical Analysis Results

	RMSE	MSE	MAPE
YSA	3,488	12,1311	-
İstatistiksel Analiz	0,030821365	0,000949957	0,028796204

Bu istatistiklerde beklenen sonuç, en küçük MSE, RMSE ve MAPE değerine sahip tahmin modeli oluşturmaktır, fakat hangi istatistiğin kullanılması gerektiği konusunda bazı parametreler detaylı bir şekilde araştırılmalıdır (Kaynar ve Taştan, 2009).

Şekil 13'te tahmin edilen ve gerçek oranların karşılaştırılması ve ölçülen değer ile tahmin değerinin örtüştüğü grafikte gösterilmiştir.



Şekil 13. Tahmin Edilen ve Gerçek Oranların Karşılaştırılması

Figure 13. Comparison of Estimated and Actual Rates

Başkaca literatürde

- MAPE değeri %10'un altında ise modeller "çok iyi",
- MAPE değeri %10 ve %20 arasında yer alan modelleri "iyi",
- MAPE değeri %20 ve %50 arasında olan modelleri "kabul edilebilir" düzeydedir.

MAPE değeri %50'nin üzerinde olan modeller ise "yanlış ve hatalı" olarak sınıflandırılır. Bu çalışma; doğru yatırım için gerçek veri elde edilmesinin önemini vurgular. Şekil 14'te Regresyon İstatistik Sonuçları MATLAB çıktısı olarak ifade edilmiştir. Tüm eğitim sonuçlarına göre en küçük RMSE değeri olan model tercih edilmiştir.

Current Model Summary	
Model 1: Trained	
Training Results	
RMSE (Validation)	3.483
R-Squared (Validation)	0.80
MSE (Validation)	12.131
MAE (Validation)	2.4026
Prediction speed	~25000 obs/sec
Training time	1.3217 sec

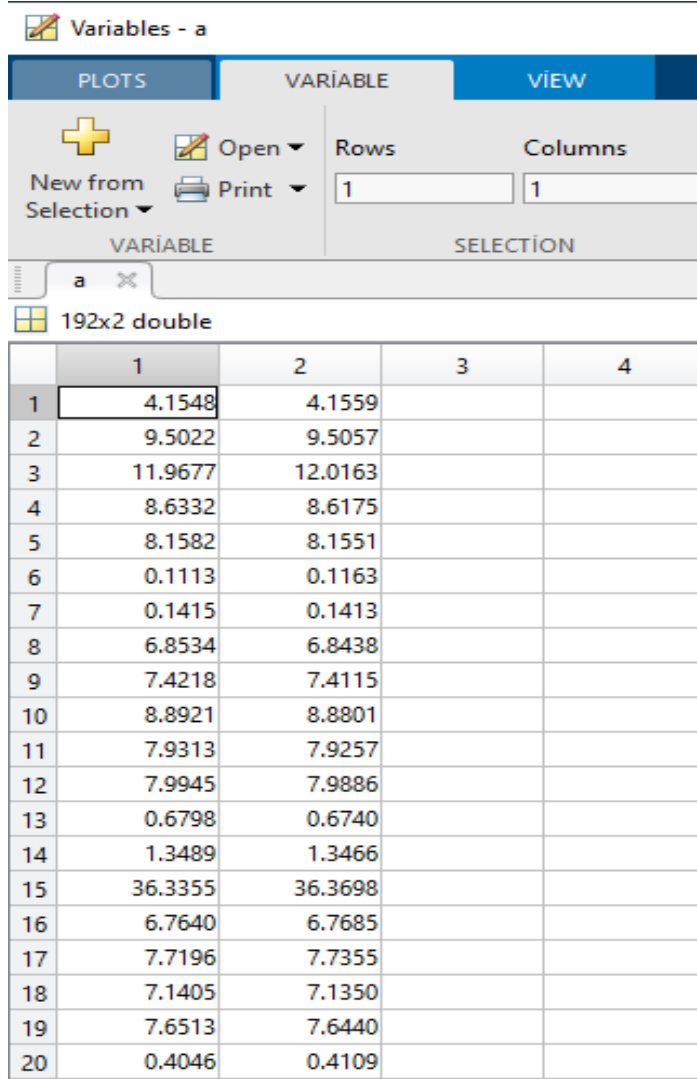
Şekil 14. Regresyon İstatistik Sonuçları

Figure 14. Regression Statistics Results

SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Yapılan tahminlerin doğruluk oranını kontrol etmede yaygın olarak kullanılan, Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) istatistiğidir. Literatürde yapılan çalışmalarda, MAPE tahmin hatalarını yüzde olarak ifade ettiğinden tek başına da bir anlam taşıması, uygulamada diğer yöntemlere oranla daha fazla

kullanılmaktadır (Karahan, 2015). Çalışmada, MAPE değeri 0,02879 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında, YSA modelinin yapmış olduğu tahmin değerlerinin eğitim ve test aşamalarının her ikisinde de güvenilir ve tutarlı olduğu söylenebilir. Gerilim kararlılık analizlerinde aktif güç ve reaktif güç kontrol edilecek karakteristiklerdendir (Baysal, 2008). Güç sistemlerinde aktif güç tüketiminin artışı tüm sistemin gerilim profilini etkilemektedir (Butera, Evangelista, 2022). MATLAB'da tahmin edilen oran ve gerçek değer karşılaştırması Şekil 15'te gösterilmiştir.



	1	2	3	4
1	4.1548	4.1559		
2	9.5022	9.5057		
3	11.9677	12.0163		
4	8.6332	8.6175		
5	8.1582	8.1551		
6	0.1113	0.1163		
7	0.1415	0.1413		
8	6.8534	6.8438		
9	7.4218	7.4115		
10	8.8921	8.8801		
11	7.9313	7.9257		
12	7.9945	7.9886		
13	0.6798	0.6740		
14	1.3489	1.3466		
15	36.3355	36.3698		
16	6.7640	6.7685		
17	7.7196	7.7355		
18	7.1405	7.1350		
19	7.6513	7.6440		
20	0.4046	0.4109		

Şekil 15. YSA'da Tahmin Edilen ve Gerçek Değer Karşılaştırması

Figure 15. Estimated and Actual Value Comparison in ANN

SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Kullanılan tahmin etme metotlarına göre Regresyonda elde edilen doğruluk oranı %80 iken YSA kullanılarak yapılan tahmin çalışmasında elde edilen doğruluk oranının %97,818 olduğu görülmüştür. Aktif ve reaktif güç miktarındaki değişiklikler gerilim değerlerinde ve faz açılarında değişime sebep olmaktadır. Güç sistemlerinde aktif güç tüketiminin artışı tüm sistemin gerilim profilini etkilemektedir. Doğruluk oranının yüksek olmasını enerjinin etkin kullanılmasına zemin hazırlayacak aynı zamanda sistemin güvenilirliğini arttıracaktır. Bu çalışmada kullanılan endüstriyel tesise ait 242 veri ilk önce Yapay Sınır Ağlarıyla tahmin çalışmaları yapılmış daha sonra regresyon modeli kullanılarak doğruluk oranlarında karşılaştırma sağlanmıştır. Genel olarak, bir güç sisteminde gerilim kararlılığı, gerilim değeri

(V) ve reaktif güç (Q) parametreleri ile ilişkilidir. Tahmin modellemelerinde kullanılan, kullanım kolaylığı ve başarılı sonuçlar vermesi sebebiyle seçilen ileri beslemeli geri yayılım ağı ile kurulan model hem kendi içinde değerlendirilmiş, hem de bir başka tahmin tekniği olan çoklu doğrusal regresyon modeli ile performans kıyaslaması yapılmıştır. Gerilim kararlılık analizlerinde aktif güç ve reaktif güç oranı kontrol edilerek YSA ile sonuca ulaşılmıştır. Yapay sinir ağlarında oluşturulan modelin başarısının regresyon modeline göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Benzer olarak yapılacak tahmin çalışmalarında farklı veriler giriş olarak kullanılarak farklı yapay sinir ağları metodolojisine uyarlanarak daha doğru sonuçlar elde edilebilir. Tahmini yapılacak verinin model karakteristiği ile doğrudan bağlantılı olduğu ve buna bağlı değişkenlik göstereceği unutulmamalıdır. Bir tesise kurulacak kompanzasyon sisteminin tipi sistemde kullanılan yüklerin dağılımına, reaktif güç değişimine ve tesisteki harmoniklerin miktarına bağlı olarak değişmektedir. Şebekede güç kalitesi ve şebeke stabilizasyonu güç faktörünün istenen değerler arasında ayarlanması gibi birçok teknik soruna yol açmaktadır. Aynı zamanda düşük güç kalitesi, tüketicilere rahatsızlık ve mali kayıplar da verebilirken güç faktörünün belirtilen aralıklarda olmaması da tüketici açısından sorunlar oluşturabilir. Bu yüzden kompanzasyon rölesinin akım ölçümü alçak gerilim barasından değil yüksek gerilim barasından yapılması gereklidir. Bu sayede şebekeden hem enerji çekiş hem de şebekeye enerji veriş durumunda daha doğru ve etkili bir kompanzasyon yapılmış olur. Bu çalışma aynı zamanda doğru yatırım için gerçek veri elde edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Al-Dahidi, S., Ayadi, O., Alrbai, M., Adeeb, J. 2019. "Ensemble approach of optimized artificial neural networks for solar photovoltaic power prediction". IEEE Access, 7, 81741–81758.
- Ayyagari, S.B., (2011), Artificial neural network based fault location for transmission lines, University of Kentucky Master's Theses.
- Baysal, M., "Güç Sistem Gerilim Kararlılığında Yük Modellemelerinin Önemi", 2008
- Çaylı, H. 2008. "Finansal Tahminde Yapay Sinir İletim Ağlarının Kullanımı ve Bir Örnek Uygulama".
- Eseye, A. T. Zhang, J., Zheng, D., Ma, H. and Jingfu, G. (2017). Short-term wind power forecasting using a double-stage hierarchical hybrid GA-ANN approach. 2017 IEEE 2nd International Conference on Big Data Analysis, 552-556.
- Finamore, A. R., Galdi, V., Calderaro, V., Piccolo, A., Conio, G., and Grasso, S. (2016). Artificial neural network application in wind forecasting: an one-hour-ahead wind speed prediction, 5th IET International Conference on Renewable Power Generation (RPG) 2016, 1-6.
- G. Zhang, B. Eddy Patuwo, ve M. Y. Hu, "Forecasting with artificial neural networks: The state of the art", Int. J. Forecast., c. 14, sayı 1, ss. 35–62, Mar. 1998, doi: 10.1016/S0169-2070(97)00044-7.
- H. Var ve B. E. Türkay, "Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Kısa Dönem Elektrik Yükü Tahmini", ss. 27–29, 2014.
- Kaynar, O., Taştan, S. 2009. "Zaman Serileri Tahmininde ARIMA-MLP Melez Modeli Oğuz Kaynar (*) Serkan Taştan(**)", ss. 141–149, 2009.
- M. Buhari ve S. S. Adamu, "Short-term load forecasting using artificial neural network", Lect. Notes Eng. Comput. Sci., c. 2195, ss. 83–88, 2012, doi: 10.1109/icit.2000.854220.
- M. Karahan, "Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analiz", Ege Akad. Bakis (Ege Acad. Rev., c. 15, sayı 2, ss. 165–165, 2015, doi: 10.21121/eab.2015221919.
- M. Kayakuş ve M. Terzioğlu, "Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Doğrusal Regresyon Kullanarak Emeklilik Fonu Net Varlık Değerlerinin Tahmin Edilmesi", Bilişim Teknoloji. Derg., ss. 95–103, 2021, doi: 10.17671/gazibtd.742995.
- M. Sari, "Yapay Sinir Ağları ve Bir Otomotiv Firmasında Satış Talep Tahmini Uygulaması", ss. 1–114, 2016.
- PortalAdmin_Uploads_Content_FastAccess_e50733d959844. 2022 Tarihinde adresinden erişildi <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-159-3/yonetmelikler>

- R. Bayindir, M. Yeşilbudak, ve Ü. Çetinkaya, "Güç Sistemlerinde Gerilim Kararlılığını Etkileyen Faktörler", c. 3, sayı 4, ss. 595–602, 2015.
- Şahan, M. 2021. "Yapay Sinir Ağları ve Angström-Prescott Denklemleri Kullanılarak Gaziantep, Antakya ve Kahramanmaraş İçin Global Güneş Radyasyonu Tahmini". Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 16(2), 368–384.
- Tam, V. W. Y., Butera, A., Le, K. N., Da, L. C. F., Evangelista, A. C. J. 2022. "A prediction model for compressive strength of CO 2 concrete using regression analysis and artificial neural networks". Construction and Building Materials, 324(November 2021), 126689.
- V. W. Y. Tam, A. Butera, K. N. Le, L. C. F. Da, ve A. C. J. Evangelista, "A prediction model for compressive strength of CO 2 concrete using regression analysis and artificial neural networks", Constr. Build. Mater., c. 324, sayı November 2021, s. 126689, 2022, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.126689.
- Zarkovic, M., Sosic, D. 2016. "Ann for solving the harmonic load flow in electric power systems with DG". IET Conference Publications, 2016(CP711), 13–16.
- Zuraidah, A. H., Windarko, N. A., Eviningsih, R. P. 2021. "Short-Term Electrical Load Prediction Using ANN-Backpropagation". ICAICST 2021 - 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science Technology, 13–18