

are used for the prediction of power outputs obtained from PV panels monthly. Particle Swarm Optimization (PSO), Back-Propagation (BP), Clonal Selection Algorithm (CSA) are used to train ANN to predict six different PV panel located in different angles from 10 to 60 degrees. Three different popular evaluation methods which are called mean absolute percentage error (MAPE), root mean square error (RMSE), varyans (R^2) used to do comparison. According to examination of verification results, PSO is almost most successful algorithm as a training method when it is compared with BP and CSA. It is seen for the some of the results belong to a few months that BP is slightly better than PSO.

Keywords: Photovoltaic Panel, Power Prediction, ANN, Back-propagation; PSO, Clonal Selection Algorithm

1. Giriş

Dünyada ve onun küçük bir yansımıası olarak Türkiye'de; gelişen teknoloji beraberinde aynı oranda artan bir enerji ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bu ihtiyacın giderilmesi için kullanılan kaynaklar incelendiğinde, bölgesel olarak farklılıklar olsa da fosil yakıt türlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Türkiye'ye ait yıllık istatistikler incelendiğinde enerji ihtiyacının %66.7'si fosil yakıtlardan, %25.3'ü hidrolikten, %8.1'i ise jeo-termal, rüzgar, güneş enerjisi ve diğer kaynaklardan elde edilmektedir[1,2]. Gelişen ihtiyaçlara cevap verebilmek adına devletler mevcut politikalarını gözden geçirerek, gerek tükenme olasılığı, gerekse çevreye etkileri düşünülerek fosil yakıtlara alternatif olan enerji kaynaklarını ve üretim yöntemlerini araştırmaya başlamışlardır.

Elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan yöntemlerden birisi de FV paneller yardımıyla güneş enerjisinden yararlanmaktadır. Özellikle güneş enerjisi, diğer enerji kaynaklarına göre temiz, sessiz, ekonomik, güvenilir ve tükenmez olması nedeniyle son zamanlarda daha da önemli hale gelmiştir [3]. FV panellerden üretilen enerji, coğrafi konum, mevsimsel değişimler ve çevresel koşullar gibi faktörlere göre değişiklikler gösterebilmektedir. Buna bağlı olarak FV panellerin eğim açısının aylık, mevsimsel ve yıllık olarak değiştirilmesi ile panellerden en yüksek gücün elde edilmesi sağlanabilmektedir. Güncel ve modern güç sistemlerinin güvenli ve ekonomik olarak işletilmesi için üretim planlamaları gerçek zamanlı, günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak yapılmaktadır. Bundan dolayı, FV panel istasyonları gibi yenilenebilir güç tesislerinin güç çıkış değerlerinin ve yük eğilimlerinin kestirilmesi temel bir süreç olarak ortaya çıkmaktadır.

Solar güç istasyonlarının verimliliğinin(çıkış gücü), farklı hava koşullarına göre değişimler gösterdiği bilinen bir gerçektir. Bu nedenden dolayı, son zamanlarda FV panellerin güç çıkış değerlerinin tahmin edilmesine yönelik çalışmaların önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Günümüzde FV panellerin güç tahmini için yaygın olarak kullanılan iki temel yaklaşım bulunmaktadır [4]. Bunlardan birincisi, solar ışınım, ortam sıcaklığı ve matematiksel modelleri kullanılarak elde edilen bazı parametreler gibi çevresel parametrelerin tahmini yardımıyla FV sistemlerindeki aktif gücün hesaplanmasıdır. Diğer ise, FV sistemlerin aktif güç çıkışlarının doğrudan tahmin edilmesidir [5]. Solar ışınım verilerinin saatlik olarak tahmin edilmesi çok zor olduğundan dolayı, Kudo vd.[5]' un çalışmasında aktif güç çıkışı, daha önce ölçülen akım ve gerilim verilerine bağlı olarak doğrudan tahmin edilmiştir.

Literatürde, şimdide kadar FV panel güç çıkışlarının tahmini için birçok yöntem önerilmiştir. Lorenz vd. [4] ve Kudo vd. [5] hava durumu verileri kullanarak FV panel güç çıkış karakteristiklerini ortaya koyan, çoklu doğrusal regresyon yöntemleri ve YSA modelleri kullanılarak elde edilen solar ışınım tahminlerini karşılaştırmalı birer çalışma ile sunmuşlardır. Junseok vd. [6] ve Li vd. [7], Markov zincirleri kullanarak olasılıksal bir yaklaşım ile Fotovoltaik üretim merkezlerinde enerji depolama birimleri üzerine çalışma yapmışlardır. Ran vd. [8] ve Shi vd. [9] ise çalışmalarında, bir makine öğrenmesi yöntemi olan Destek Vektör Makineleri ile FV panel güç çıkışlarının tahmin edilmesine yönelik çalışmalar yürütmüştür. Wang [10] çalışmasında, yukarıdaki çalışmaların dışında, FV güç çıkışlarının tahmin edilmesinde en uygun metodun YSA olduğu bazı çalışmalarla ortaya koymuştur. Kou vd. [11] çalışmalarında, GY kullanarak eğitilen YSA yapısı ile meteoroloji verilerinin de kullanılması sayesinde solar panel çıkış gücü tahmini yapmıştır. Zhang vd. [12], PSO evrimsel algoritmasını hibrit bir yöntem getirerek yapay sinir ağını eğittikleri çalışmalarında, ışınım değerlerini de girdi olarak kullanmış ve solar radyasyon tahmin çıkarımları elde etmişlerdir. Qasrawi [13], farklı bölgelere yerleştirilen güneş panellerinden alınan panel çıktıları ve uydulardan alınan veriler ile birlikte çok katmanlı ve GY (Levenberg-Marquardt) ile eğitilmiş YSA tasarlamışlardır. Sisteme girdi olarak nem, solar ışınım, gün ışığı süresi uzunluğu, bulutsuz hava şartları verilmiştir. Test verileri ile ajan başarımı doğrulanmıştır. Zhu vd. [14], dalgacık dönüşümü(wavelet transform) yöntemi ile verilere indirgeme uygulamışlardır. Bu verileri YSA'nın eğitiminde kullandıkları hibrit bir yöntem çalışmasının ardından tekrar dalgacık ayırtılması Yöntemi ile veriyi yapılandırma işlemine tabi tutmuşlar ve mevcut YSA çalışmalarına oranla daha az matematiksel işlem gerektiren bir çalışma ortaya çıkarmışlardır. Prokop vd. [15], ANFIS ve çok katmanlı algılayıcı (MLP) yöntemler ile bir çalışma önermişlerdir. ANFIS ve MLP'nin benzer davranışlar sergileyerek ortalama %2'lik bir kesinlikte tutarlı sonuçlar elde etmişlerdir. ANFIS'in MLP'ye nazaran daha kesin sonuçlar verdiklerini çalışmalarında belirtmişlerdir. Paulin ve Praynlin [16], güneş panellerinde ortalama ortam ısısı, ortalama panel ısısı, dönüştürücü ortalama ısısı, solar ışınım, rüzgar hızı ve güç çıkışı verilerini girdi olarak kullanarak GY tabanlı YSA'yı eğittikleri karşılaştırmalı bir çalışma ortaya koymuşlardır. Rana vd. [17], farklı YSA yapılarından oluşan bir iteratif ve iteratif olmayan iki farklı yöntemin verdiği sonuçları karşılaştırarak iteratif olan yöntemin diğerlerine göre yakın sonuçları verdiği göstermiştir.

Bu çalışmada ise geriye yayılma gibi klasik algoritmaların farklı olarak sezgisel yöntemler kullanılarak eğitilen bir YSA modeli ile farklı eğim açılarına (100,200, 300, 400, 500, 600) yerleştirilmiş FV panel güç çıkışlarının, akım ve gerilim değerlerine bağlı bir şekilde aylık olarak tahmin edilmesine yönelik hibrit bir yöntem önerilmiştir. Önerilen bu çalışmada, geriye yayılma algoritması yardımıyla elde edilen güç değerleri ile sezgisel yöntemler olan PSO ve KSA sezgisel algoritmaları ile elde edilen güç değerlerinin karşılaştırılmalı değerlendirilmesi de yapılmıştır. Ayrıca, yöntemin elde edilen sonuçlar üzerindeki etkinliği ölçüm yapılan gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki ortalama yüzdelik hatanın analizi ile doğrulanmıştır. Çalışmanın sonraki aşamaları şu şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde deneysel düzenek ve veriseti ile kullanılan algoritmalar çalışmanın materyal ve metot kısmı olarak