

analysis values have been reviewed and compared with the global solar radiation calculated as the theoretica. Results show that ANN estimation based on meteorological data can be used with 99% accuracy in sunny and clear weather conditions and 96% in rainy and cloudy weather conditions in determining the amount of solar radiation. The presented approach can be used to determine the generation potential of existing and planned PV plants.

**Keywords:** Solar Radiation, Artificial Neural Network (ANN), Meteorological Measurement, Daily Solar Radiation

## 1. Giriş

Solar radyasyon, güneşin birim alan başına yaydığı ve elektromanyetik radyasyon şeklinde iletilen güç olarak tanımlanır[1]. Enerji sektörü açısından bakıldığından ise solar radyasyon miktarı; meteorolojik araştırmalar, binalarda kullanılan doğal aydınlatma sistemleri ve güneşten elektrik üretiminde kullanılan fotovoltaik sistemler gibi güneş enerjisine bağımlı olan projelerin boyutlandırılması ve performanslarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken önemli bir değişkendir.

Uydular ile gerçekleştirilen ölçümelerden dünya dışından gelen solar radyasyon miktarının mutlak değerinin  $1361 \text{ W/m}^2$  olduğu ve solar radyasyon değerinin klasik radyometrelerde gözlemlenen  $1365 \text{ W/m}^2$  değerinden önemli ölçüde düşük olması gerektiği gözlemlenmiştir [2]. Fakat gezegen dışından gelen solar radyasyon atmosfer ile etkileşime girdiğinde zayıflar ve sabit olmaktan çıkar. Bu zayıflama atmosferdeki koruyucu madde ile etkileşime giren fotonların saçılması veya soğrulmasından kaynaklanmaktadır.

Dünyadaki enerji ihtiyacı her geçen gün artışı göstermektedir [3]. Bu nedenle ülkeler fosil yakıtların tükenmesine karşı önlem almak ve daha sürdürülebilir bir dünya hedefi ile elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına önelemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaları içerisinde Fotovoltaik (PV) sistemler güneş gibi sonsuz bir enerji kaynağına sahip olması nedeniyle önemli bir avantaja sahiptir [4-7]. Fakat PV hücrelerin üreteceği elektrik miktarını maruz kaldıkları solar radyasyon seviyesi belirlemektedir.

Teknolojideki ilerlemelere rağmen PV hücrelerin verimliliği %11-28 civarındadır [8]. Bu düşük verim dikkate alındığında, PV hücrelerden maksimum verim elde edilebilmek için yüksek solar radyasyon seviyesine sahip uygun lokasyonda çalıştırılması gereklidir.

Solar radyasyon miktarı piranometre, pyheliometre ve solar metre gibi ölçüm cihazları yardımı ile ölçülebilmektedir. Bu cihazların maliyetlerinin yüksek olması nedeni ile dünya üzerindeki tüm noktalarda solar radyasyonun deneyisel olarak ölçülmesi olanaksızdır. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için meteorolojik değişkenler ve solar radyasyon arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak tanımlayan modeller ileri sürülmüştür [9-20]. Sunulan bu yaklaşım, dünyanın güneş çevresindeki hareketine bağlı olarak astronomi ve geometri prensiplerini temel olarak tasarlanmıştır.

Günümüzde kurulması planlanan PV tesislerin ekonomik analizlerinin değerlendirilmesinde solar radyasyonu tanımlayan bu matematiksel yaklaşımlar ve çevresel faktörler dikkate alınarak güvenilir bir tahmin metodolojisine ihtiyaç duyulmaktadır [21]. Yapay Sinir Ağları (YSA) tekniği yüksek işlem hızına sahip olması, uygulanabilirliğinin basit ve düşük maliyet içermesi nedeniyle tahmin uygulamalarında oldukça popülerdir[22] ve YSA uygulamaları PV sistemlerde farklı birçok parametrenin tahmininde kullanılmıştır.

Bora ve arkadaşları, PV modüllerin çıkış gücünü tahmin etmede YSA metodolojisinin kullanılabilceğini göstermiştir[23]. Ceylan ise gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, Fotovoltaik panellerde modül sıcaklığının YSA ile tahmin edilebileceğini ileri sürmüştür [24]. Solar radyasyonun tahmininde YSA uygulamalarını temel alan çeşitli metotlar birçok araştırmacı tarafından inceleme konusu olmuştur [25-37]. [25-27]'de global solar radyasyonun (GSR) YSA kullanılarak tahmin edilebileceği incelenerek tartışılmıştır. [28]'de ise günlük maksimum ve minimum hava sıcaklığı ile yağış ölçümleri mevcut olduğunda YSA'nın günlük solar radyasyonu tahmin etmede kullanılabileceği gösterilmiştir. [30]'de Suudi Arabistan'da lokasyonu bilinen 41 radyasyon toplama istasyonun verileri kullanılarak bilinmeyen