

YAPAY ZEKÂ VE FOTOVOLTAİK SİSTEM UYGULAMALARI

Prof. Dr. Engin Çetin

Pamukkale Üniversitesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

engincetin@pau.edu.tr

Yapay Zeka kavramı, insanı taklit ederek insandan bağımsız hareket edebilen, topladığı verilerle herhangi bir durum karşısında karar verebilen ve kararını uygulamaya geçirebilen yapılar için kullanılır. Bu bağlamda, savunma sanayisinden enerji sektörüne kadar pek çok alanda yapay zeka destekli uygulamalar hayata geçirilmektedir. Yapay zeka destekli uygulamaların enerji sektöründe özellikle üretim tahminleme ve önleyici bakım/arıza tespiti alanlarında yoğunlaştığını söylemek mümkün.

Son yıllarda enerji sektöründeki gelişmelerin güneşten elektrik enerjisi üretimi üzerine odaklandığını görüyoruz. Bu noktada gerek şebekeden bağımsız, gerekse şebeke bağlantılı fotovoltaik santrallerin kurulumu büyük bir ivme kazanmış durumda. Ülkemizde ve tüm dünyada yapılan fotovoltaik santral kurulumlarının ana noktasını, şebeke bağlantılı santraller oluşturmaktadır.

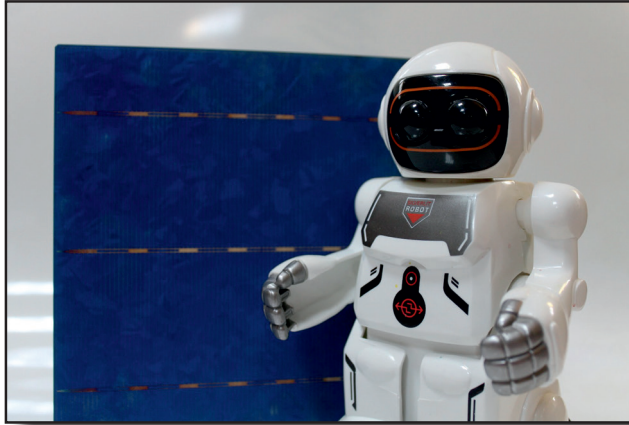
Fotovoltaik santrallerin üreteceği enerjinin tahminlenmesi ile ilgili pek çok çalışmada, yapay sinir ağlarına dayalı yaklaşımların efektif sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [1, 2]. Zira kuvvetli argümanlarla desteklenmeyen talep tahminleri, elektrik kesintilerine veya sistem gerilim seviyesinde düşmelere neden olabilir. Benzetim sonuçları, bu türden sistemlerin modellenmesine yönelik olarak, ileri beslemeli sinir ağlarına yönelim olduğunu göstermektedir [1, 3, 4].

Yapay zekadan, işletme altındaki fotovoltaik santrallerin kullanıcı profilinin çıkarılmasında da yararlanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada [5],

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapay zeka tabanlı yazılımlar kullanılarak, konutlarda fotovoltaik sistem kullanımına ilişkin büyük ölçekli ve verimli bir veri seti oluşturulmuştur. Böylelikle, politika yapıcıların iklim krizini ele almaları noktasında oldukça etkin bir veri havuzu elde edilmiştir.

Fotovoltaik sistemlerin performanslarının artırılması çalışmalarında da yapay zekanın önemli bir rolü bulunmaktadır. Enerji dağıtım sistemlerine fotovoltaik santral entegrasyonu en verimli şekilde, yapay zeka kullanılarak yapılmaktadır. Enerji dağıtım şirketleri, yapay zeka algoritmalarını ve veri analitiğini kullanarak güneş enerjisi

üretim eğilimlerini tahmin edebilir, işletmeciler tracker sistemi olan santrallerde tracker kontrolünü maksimum verim için optimum bir şekilde yapabilir, enerji dağıtımını optimize edebilir ve güneş enerjisiyle ilgili değişkenlik ve kesinti sorunlarını azaltabilir. Ayrıca arz ve talebi dengeleyerek de şebeke istikrarını sağlayabilirler [6].



Fotovoltaik sistemlerin tasarlanmasında yapay zekaya dayalı tasarım süreçlerinin varlığı, tasarım aşamalarının daha hızlı ve daha gerçekçi olmasına yardımcı olmaktadır. Yapay zeka; şebekeden bağımsız, şebeke bağlantılı ve depolamalı fotovoltaik santrallerin boyutlandırılmasında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Yapay zekaya dayalı modellemeler, fotovoltaik sistemlerin doğru bir şekilde boyutlandırılmasının mümkün olduğunu açıkça ortaya koymaktadır [7].

Elektrik dağıtım şebekelerine yapılan fotovoltaik santral entegrasyonları, şebeke frekansının iste-

nilen limitler dahilinde tutulmasını da zorlaştırmaktadır. Burada en önemli faktör, fotovoltaik santrallarda üretilen enerjinin stabilitesinin, gün içerisinde oluşabilecek bulutlanma neticesince bozulmasıdır. Yapay zekaya dayalı bir sistem; çeşitli istasyonlardan alacağı meteorolojik verileri, akıllı sayaçlardan gelen arz-talep bilgisini ve diğer bölgesel faktörleri göz önüne alarak, şebeke stabilitesinin sağlanmasına yardımcı olabilir [8].

Fotovoltaik sistemlerde kullanılan yapay zeka tekniklerinin, sistemde yer alan verilerin fazla olması ve yapay zeka sisteminin eğitimi için gereken yüksek hesaplama süreleri gibi birtakım sorunlarına karşılık, sorunun çözümüne

yönelik mevcutta kullanılan geleneksel yaklaşımlardan (basit otomatik denetim yaklaşımları ya da maliyetli doğrudan insan denetimi) daha iyi performans gösterdiği ortadadır [9].

Yatırım Ekonomik ve Hızlı; Modifikasyon Az

Fotovoltaik santralların kurulacağı sahaların seçiminde, yapay zekadan yararlanmak mümkündür; zira seçim sürecinde yapılacak analizler, santralin kurulacağı sahanın topografik yapısının ve meteorolojik karakteristiğinin enerji üretimini etkilemesi nedeniyle büyük önem taşır [10]. Bu olguyu açıklamak gerekirse; saha seçimi sonrası yapılacak projelendirme aşamalarında yapay zekanın süreçlere dahil olması, verimli bir inşaa sürecini de beraberinde getirir. Bu durum, daha ekonomik ve daha hızlı bir yatırım süreci ve santralin devreye alınması sonrası ortaya çıkabilecek daha az modifikasyon ihtiyacı demektir.

Bu noktada, fotovoltaik santralin mümkün olan en kısa sürede devreye girmesi, enerji üretimi neticesinde elde edilecek ekonomik getirinin de hızlı bir şekilde elde edilmesini sağlar. İnşaa sürecinde yapay zekaya dayalı çözümlerin kullanılması, önemli oranda maliyet düşüşünü beraberinde getirebilmektedir. Yapay zeka, santralin yer aldığı

bölgenin meteorolojik koşullarını, diğer tüm çevresel etmenleri ve santralin önceki bakım kayıtlarını baz alarak, santralin ekonomik işletme ömrü içerisindeki davranışını ortaya koyabilir. Tüm bu verileri harmanlayarak fotovoltaik santralda karşılaşılabilecek sorunları öngörebilir (örneğin termal kameralarla donatılmış dron benzeri araçlarla hot spot tespiti gibi), bakım-onarım ihtiyaçlarını belirleyebilir.



Yapay zeka, solar hücre üretimi yapan fabrikalarda da kullanılan önemli bir yapıdır. Solar hücre üretim süreçlerinin otomasyonu için çeşitli verileri kullanan derin öğrenme (deep learning) veya makine öğrenmesi (machine

learning) kavramına dayalı yapay zeka tabanlı üretim tesislerinin tasarımı, yüksek teknoloji, dolayısıyla yüksek verimli solar hücrelerin elde edilmesi noktasında oldukça kıymetlidir. Makine öğrenmesi kavramının deneyime (daha önce kaydedilen verileri baz alır), derin öğrenme kavramının ise büyük veri kümelerinden özellikler çıkarmaya dayalı karmaşık süreçler içerdiği bilinmektedir [11]. Yapay zekanın hangi kavram üzerinde çalışacağı, sistem tasarımının hibrit bir yapılanma üzerinde mi geliştirileceği hususları, önemli oranda yazılım ve kontrol mühendisliklerinin konusunu oluşturmaktadır.

“Yapay zeka adeta zorunluluk haline geldi”

Yukarıda da bahsedildiği üzere yapay zeka, eldeki çok miktarda karmaşık veriyi doğru bir şekilde analiz edebilmekte, elde ettiği sonuçlara göre aksiyon alabilmektedir. Bu nedenle, fotovoltaik santral tasarım, bakım ve işletme süreçlerinde, ayrıca fotovoltaik sistemlerde kullanılan donanımların üretim aşamalarında yapay zekaya dayalı süreçlerin kullanılması, günümüzde adeta bir zorunluluk haline gelmiştir.

The Economist dergisinin The World Ahead 2024 başlıklı sayısında Abby Bertics tarafından kaleme

alınan bir makale yayımlandı [12]. “AI models will become smaller and faster” başlıklı makaleye göre yapay zeka üzerine yoğunlaşan ilgi, 2023 yılında zirveye ulaştı. Abby’e göre bu durumda önemli paylardan biri, ChatGPT’yi 2022 yılı Kasım ayında piyasaya süren OpenAI’ye ait. Yapay zeka unsurları geliştirilirken, gerek daha güçlü chiplerin tasarımı, gerekse yapay zeka modellerinin eğitilmesi gibi bir durum karşımıza çıkıyor. Eğitim ise, daha fazla verinin elde edilmesini zorunlu kılıyor.

Özellikle fotovoltaik santrallarda; gerilim, akım, güç gibi elektriksel unsurların yanı sıra, üretimi etkileyen güneş ışınımı, nem, rüzgar hızı, sıcaklık gibi meteorolojik verilerin toplanması son derece önemli. Bu verilerin tümü, hem santralin mevcut durumunun analizi, hem de ömrü boyunca sergileyeceği performansın tahmin edilebilmesi açısından değerli. Bahsedilen verilerin sağlıklı bir şekilde toplanabilmesi için güçlü bir ağ alt yapısına, bu ağ omurgası üzerinde konuşlandırılmış saha sensörlerine, toplanan verilerin işlenmesi, yorumlanması ve aksiyon alınması noktasında da karar verici mekanizmalara ihtiyaç duyulmakta. İşte bahsedilen bu unsurların tamamı, bir fotovoltaik santralda oluşturulabilecek yapay zeka tabanlı bir sistemin temelini oluşturmaktadır.

Son olarak; Abby Bertics’e göre, yapay zeka modellerinin performanslarının artırılması, ilgili modele “ince ayar” yapılmasına bağlı. Bu makalenin konusu olan fotovoltaik santrallarda yapay zeka uygulamalarına yönelik yapılabilecek “ince ayar” için, hem saha tecrübelerinden elde edilen teknik notlardan, hem de akademik platformlarda yayımlanan her türlü çalışmadan (makale, rapor, tez v.b.) faydalanmak gerekiyor. Bunun için de, elde edilen her türlü verinin belirli kurum ya da organizasyonlarca işlenip açık erişime uygun bir şekilde depolanması önemli bir olgu olarak karşımıza çıkıyor.

“Yapay zeka, eldeki çok miktarda karmaşık veriyi doğru bir şekilde analiz edebilmekte, elde ettiği sonuçlara göre aksiyon alabilmektedir. Bu nedenle, fotovoltaik santral tasarım, bakım ve işletme süreçlerinde, ayrıca fotovoltaik sistemlerde kullanılan donanımların üretim aşamalarında yapay zekaya dayalı süreçlerin kullanılması, günümüzde adeta bir zorunluluk haline gelmiştir.”

Kaynaklar

- [1] Gligor A, Dumitru AG, Grif H-S, 2018, Artificial intelligence solution for managing a photovoltaic energy production unit, *Procedia Manufacturing*, 22 (2018), 626-633.
- [2] Kuzlu M, Sarp S, Cali U, Elma O, Guler O, 2021, An interpretable solar photovoltaic power generation forecasting approach using explainable artificial intelligence tool, *IEEE Innovative Smart Grid Technologies Conference*.
- [3] Dumitru CD, Gligor A, Enachescu C, Solar photovoltaic energy production forecast using neural networks, *Procedia Technology*, 22 (2016), 808-815.
- [4] Dumitru CD, Gligor A, Daily average wind energy forecasting using artificial neural networks, *Procedia Engineering*, 181 (2017), 829-836.
- [5] Wang Z, Arlt M-L, Zanocco C, Majumdar A, Rajagopal R, 2023, Using AI to understand residential solar power, *Policy Brief: HAI Policy & Society*.
- [6] Mohammad A, Mahjabeen F, Revolutionizing solar energy with AI-driven enhancements in photovoltaic technology, 2023, *Bullet: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, Vol. 2, No. 04, Juli 2023 ISSN 2829-2049 (media online), 1174-1187.
- [7] Meena RS, Singh A, Urhekar S, Bhakar R, Garg NK, Israr M, Kothari DP, Chiranjeevi C, Srinivasan P, 2022, Artificial intelligence-based deep learning model for the performance enhancement of photovoltaic panels in solar energy systems, *International Journal of Photoenergy*, Vol. 2022, Article ID 3437364.
- [8] Akshay VR, 2023, How artificial intelligence is revolutionizing solar installation, <https://arka360.com/ros/artificial-intelligence-revolutionizing-solar-installation/>
- [9] Romero HFM, Rebollo MAG, Cardenoso-Payo V, Gomez VA, Plaza AR, Moyo RT, Hernandez-Callejo L, 2022, Applications of Artificial Intelligence to Photovoltaic Systems: A Review, *Applied Sciences*, 12, 10056. <https://doi.org/10.3390/app121910056>
- [10] Morkos R, 2023, Artificial intelligence can expand solar energy: here are 7 great examples, <https://solarbuildermag.com/featured/artificial-intelligence-can-expand-solar-energy-here-are-7-great-examples/>
- [11] Anekwe IMS, Tetteh EK, Armah EK, 2023, Chapter 3: Artificial intelligence applications in solar photovoltaic renewable energy systems, *Application of Artificial Intelligence in New Materials Discovery*, Materials Research Foundations 147 (2023) 47-86.
- [12] Bertics A, 2023, AI models will become smaller and faster: they will improve in plenty of other ways, too, *The Economist*, *The World Ahead 2024: Science and Technology in 2024* (makalenin Türkçe versiyonu için bkz.: Oksijen Gazetesi, www.gazeteoksijen.com).