

### 1.ÖZET ve AMAÇ

Temiz enerji, global ekonomi ve sürdürülebilirlik için hayati öneme sahiptir. Küresel enerji yatırımları, 2024 yılında ilk kez 3 trilyon ABD dolarını aşacak ve bunun 2 trilyon ABD doları temiz enerji teknolojileri ve altyapısına ayrılacaktır. 2020 yılından bu yana temiz enerjiye yapılan yatırımlar hızlandırılmıştır ve yenilenebilir enerjiye, şebekeler ve depolamaya yapılan harcamalar artık petrol, gaz ve kömüre yapılan toplam harcamalardan daha yüksek seviyeye ulaşmıştır.[1] Solar enerjiye yapılan yatırımlar ise bilhassa daha önemli hale gelmiştir. Güneş fotovoltaik (PV) teknolojisine yapılan enerji sektörü yatırımlarının, 2024 yılında 500 milyar ABD dolarını aşarak diğer tüm enerji üretim kaynaklarını geride bırakması öngörülmektedir. 2023 yılında, rüzgar ve güneş PV'ye yapılan her bir dolar yatırım, on yıl önce aynı teknolojilere yapılan yatırımla kıyaslandığında 2,5 kat daha fazla enerji üretimi sağlamıştır. [1] Solar radyasyon tahmini, özellikle büyük ölçekli güneş enerjisi santralleri söz konusu olduğunda, solar enerji sistemlerinin tasarımı, işletilmesi ve optimizasyonunda önemli bir unsurdur. Bu santrallerin teknik ve ekonomik fizibilitesini değerlendirmek için en önemli değişken DNI(Direct normal solar irradiance)'dır. DNI, güneşin konumuna dik (normale) bir yatay düzleme düşen ışıdır. [2] Bu nedenle, DNI tahmini yapmak, solar enerji sistemleri için çok önemlidir ve bu tahminlerin doğruluğu, enerji üretim kapasitesinin ve ekonomik verimliliğin belirlenmesinde kritik rol üstlenir.

Bu çalışmanın amacı, bir KAN modeli kullanarak gelecekteki DNI tahminlerinin doğruluğunu artırmak ve bu tahminlerin güneş enerjisi sistemlerinin verimliliğini nasıl etkilediğini ortaya koymaktır. Bu yaklaşım, güneş enerjisi projelerinin teknik ve ekonomik fizibilitesini daha güvenilir bir şekilde değerlendirmemizi sağlayacaktır.

### 2.KAPSAM

Bu projenin kapsamı, Kolmogorov-Arnold Networks (KAN) modeli kullanarak Direct Normal Solar Irradiance (DNI) tahminlerinin doğruluğunu artırmaktır. Proje için kullanılan veri elazığ bölgesindeki bir konumun 2023 yaz aylarının 1 saatlik aralıklarla alınan zaman serisidir. Kullanılan veri kaynakları şunlardır:

1. NASA POWER API: Güneş ışıması ve özellikle DNI verileri için ana kaynak. [NASA POWER API](#)
2. NREL SPA: Güneşin konumunu belirlemek için kullanılan Güneş Pozisyonu Algoritması. (yükseliş açısını bu algoritma ile hesapladı) [NREL SPA](#)
3. Elazığ Havalimanı İklim Verileri: Hava koşulları ve DNI arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılan çeşitli iklim verileri. [Visual Crossing Weather](#)

Bu projede, güneş ışıması tahmini için Kolmogorov-Arnold Networks (KAN) modelleri oluşturuldu. Python kullanılarak PYKAN kütüphanesinden yararlanıldı, (Bu kütüphane paperda [3] referans verilen kütüphanedir)[4] bu sayede veriler işlendi ve model parametreleri belirlendi. Eğitim ve test işlemleri yapılarak modelin performansı değerlendirildi ve sonuçlar görselleştirildi. Bu yöntem, güneş enerjisi sistemlerinin verimliliğini artırmayı hedeflemektedir.

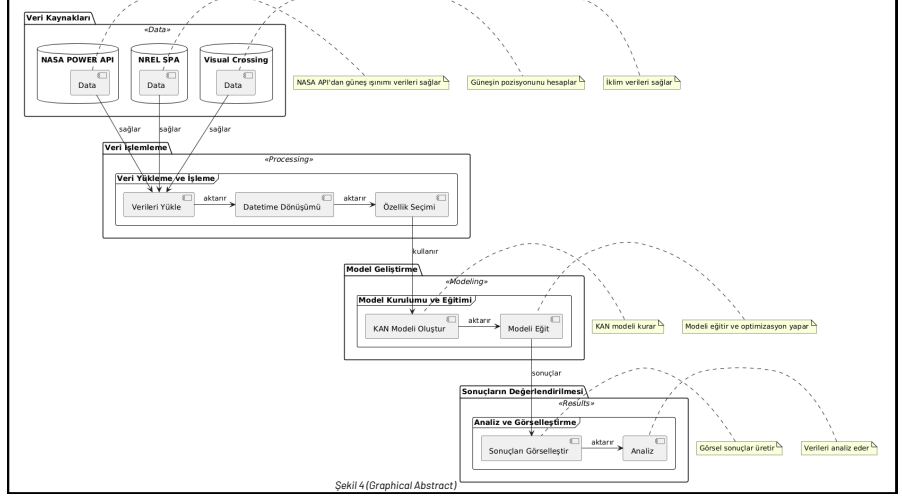
### 3.EDA

Otokorelasyon Grafiği (Şekil 1) : DNI'nin önceki değerlerle güçlü ve düzenli periyotlarla tekrar eden bir ilişkisi olduğunu gösteren, zaman içindeki otokorelasyonu ifade eden grafik.

Dağılım Grafiği (Şekil 2) : Bir gün önceki DNI değerlerinin ilişkisini ifade eder. zaman serisinin durağanlığını gösterir.

Korelasyon Matrisi:(Şekil 3) bu korelasyon matrisinde DNI verisini en çok Yükseliş açısı ile pozitif bir ilişkisi olduğunu görüyoruz. ayrıca nem değeri ile çok güçlü olmasa da negatif bir korelasyon mevcut.

### 4.GRAPHICAL ABSTRACT



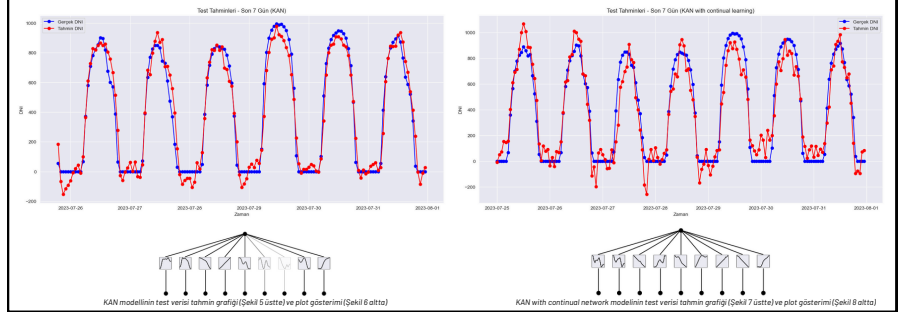
Şekil 4 (Graphical Abstract)

### 5.YÖNTEM ve SONUÇLAR

Standart KAN Modeli günlük veri gruplarına dayanarak eğitilmiştir ve test sonuçları genel olarak tatmin edici olmuştur. Zaman serisi grafiklerinden de görülebileceği üzere, bu model zirve değerlerinde bazı sapmalar gösterse de genel eğilimleri iyi bir şekilde takip etmiştir.

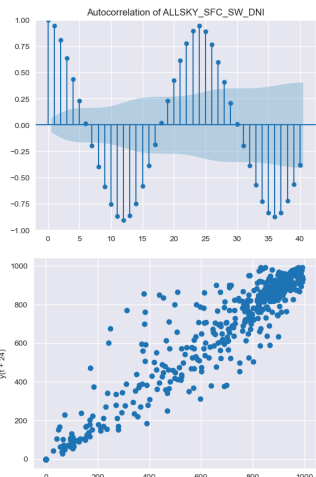
Sürekli Öğrenme Özelliğine Sahip KAN Modeli, modeli sürekli güncelleyerek ve yeni verilerle eğiterek daha iyi bir adaptasyon ve tahmin yeteneği sergilemesi beklenirken, sonuçlar bu beklentiyi karşılamamıştır. Model, özellikle yüksek DNI değerlerini tahmin etmede zorlanmış ve düşük DNI değerlerinde de hatalı tahminler yapmıştır.

Kolmogorov-Arnold Networks (KAN) modelleri arasında yapılan karşılaştırmada, standart KAN modeli ve sürekli öğrenme özelliğine sahip KAN modeli farklı performanslar sergilemiştir. Standart model, ortalama eğitim kaybı 71.5 ve test kaybı 78.9 ile daha istikrarlı sonuçlar sunarken (model dinamik veriler ile çalışacağı için veriler normalizasyona tabi tutulmamıştır), sürekli öğrenme modeli eğitim ve test kaybında dalgalanmalar göstermiş, özellikle aşırı uyum sorunlarıyla mücadele ederek düzenlilik terimi 69.7ye kadar yükselmiştir. Bu sonuçlar, sürekli öğrenme modelinin zaman içinde veriye aşırı uyum sağlamasının tahmin yeteneğini olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Her iki modelin parametre ayarlarında, özellikle KAN grid boyutunun ve k değerinin model performansı üzerinde belirleyici bir etkisi olduğu dikkate alınmalıdır. Standart modelde kullanılan daha sabit parametreler, modelin genel veri seti üzerinde daha tutarlı tahminler yapmasını sağlamıştır. Bu durum, model seçimi ve ayarlamalarında dikkatli olunması gerektiğini ortaya koymaktadır. (Uygulama ve data Prof. Dr. Resul Daş hocamızın bulunduğu github organizasyonunda yer almaktadır)[5]

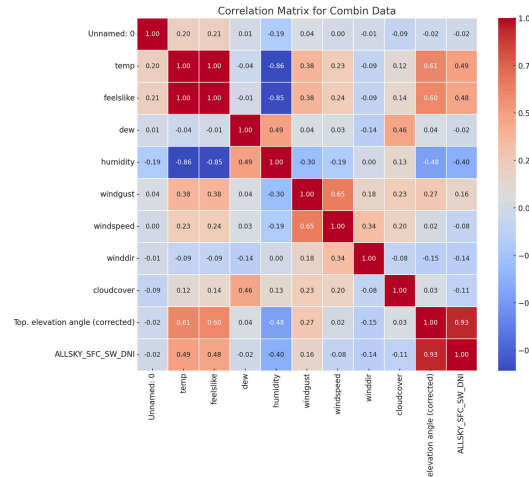


KAN modelinin test verisi tahmini grafiği (Şekil 5 üstte) ve plot gösterimi (Şekil 6 altta)

KAN with continual network modelinin test verisi tahmini grafiği (Şekil 7 üstte) ve plot gösterimi (Şekil 8 altta)



Şekil 1(Otokorelasyon Grafiği üstte) ve Şekil 2 (Dağılım Grafiği altta)



Şekil 3 (Korelasyon Matrisi)

### 6.KAYNAKÇA

- [1] <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024>
- [2] <https://pubs.aip.org/aip/sci/article/2024/7/071105/3265578/Estimating-solar-irradiance-to-predict-crop-yield>
- [3] <https://arxiv.org/abs/2404.19756>
- [4] <https://github.com/KindXiaoming/pykan>
- [5] <https://github.com/B-E-B/KAN>

### 7.İLETİŞİM

tel batı: +90 0552 730 05 40  
Email batı: bbayır686@gmail.com  
tel burak: +90 0532 419 29 67  
Email burak: b.erdenn01@gmail.com