

05 - 06 Kasım 2025
Ankara

Dinamik Hat Kapasitesi Tahmininde Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Kullanılması

Ahmet Doğan, Sevgi Samyeli, Mustafa Alçı

Erciyes Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kayseri

ahmetdogan@erciyes.edu.tr, sevgiduman@erciyes.edu.tr, malci@erciyes.edu.tr

Bildiri ID:110

Özet

İletim ve dağıtım hatlarında statik hat kapasitesi kullanılması hatların genelde gerçek kapasitelerinin altında çalışmasına sebep olmaktadır. Dinamik hat kapasitesi (DHK) yaklaşımı ise, hatların gerçek zamanlı çevresel ve işletme koşullarına göre akım taşıma kapasitesini belirleyerek şebeke esnekliğini ve kapasite kullanımını artırarak sistemi daha verimli yapmaktadır. Bu çalışmada, IEEE 738 standardına göre DHK değerlerinin tahmini amaçlanmıştır. Bunun için makine öğrenmesi algoritmaları olan Lineer Regresyon (LR), Destek Vektör Regresyonu (SVR), Rastgele Orman (RF) ve Aşırı Gradyan Artırma (XGB) modelleri kullanılarak DHK tahminleri gerçekleştirilmiştir. Modellerin performansları ortalama mutlak hata (MAE), ortalama kare hata (MSE) ve kök ortalama karesi hata (RMSE) metrikleriyle ölçülmüş ve DHK tahmininde makine öğrenmesi modellerinin etkinliği değerlendirilmiştir.

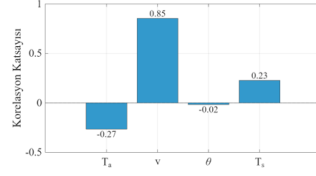
Yöntem

- Veri Üretimi:7 günlük 168 zaman adımı sentetik veri oluşturulmuştur.
- Değişken aralıkları: Ortam sıcaklığı (T_a): 10–45 °C, Rüzgâr hızı (v): 0.1–5 m/s, Güneş ışınım açısı (θ): 0–90°C, İletken sıcaklığı (T_s): 80–125 °C
- IEEE 738'e göre ısı dengesi denklemleriyle (Joule ısınma, radyasyon, konveksiyon, güneş yükü) DHK hesaplanmıştır.
- Makine Öğrenmesi Modelleri: Lineer Regresyon (LR), Destek Vektör Regresyonu (SVR), Rastgele Orman (RF), Aşırı Gradyan Artırma (XGB)
- Veri Ayrımı: 144 örnek eğitim, 24 örnek test seti olarak kullanılmıştır.
- Değerlendirme Metrikleri: MAE, MSE, RMSE.

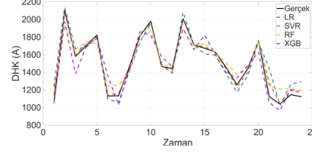
Sonuç

- Rüzgâr hızı, DHK'nın belirlenmesinde kritik parametredir.
- Makine öğrenmesi tabanlı yöntemler DHK tahmininde etkili, düşük maliyetli ve hızlı alternatifler sunmaktadır.
- Genel olarak, SVR modeli DHK tahmininde en güvenilir ve istikrarlı yöntem olarak öne çıkmıştır.
- DHK tahmin performansı, iletken tipi, hat uzunluğu, veri kalitesi ve çeşitliliği, zaman ufku, gibi birçok parametreye bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.
- Gelecek çalışmalarda, DHK tahminlerinin doğruluğunu artırmak amacıyla farklı veri kaynaklarının entegrasyonu ve hibrit makine öğrenmesi yöntemlerinin incelenmesi önerilmektedir.

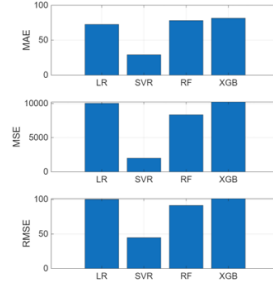
Bulgular



Şekil 1. T_a , v , θ ve T_s değişkenlerinin DHK ile korelasyonu



Şekil 2. LR, SVR, RF ve XGB ile DHK tahmin eğrileri



Şekil 3. LR, SVR, RF ve XGB hata değerleri

Tartışma

- Rüzgâr hızı (v), Dinamik Hat Kapasitesi (DHK) üzerinde en güçlü ve pozitif etkiye sahiptir ve hat soğutmasında belirleyici faktördür. Ortam sıcaklığı ile DHK arasında zayıf bir negatif ilişki bulunurken, iletken sıcaklığı (T_s) ve güneşlenme açısı (θ) ile olan ilişkiler oldukça zayıftır. Sonuçlar, DHK'nın esas olarak rüzgâr kaynaklı soğutma etkisinden etkilendiğini; termal ve radyatif etkilerin ise daha sınırlı rol oynadığını göstermektedir.
- Tüm modeller genel eğilimi başarıyla yakalamış olsa da, SVR modeli gerçek DHK değerlerine en yakın tahminleri üretmiştir. SVR, puan ve minimum noktaları doğru yakalayarak dalgalanmalara hızlı tepki vermiş, en tutarlı ve isabetli sonuçları sağlamıştır. Buna karşılık, LR ve RF bazı zamanlarda sapmalar göstermiş, XGB ise ani değişimlerde en büyük hataları yapmıştır.
- Modellerin hata karşılaştırmasında SVR en düşük MAE hata değerleriyle en yüksek doğruluk ve kararlılığı sağlamıştır. LR ve RF modelleri orta düzeyde performans gösterirken, XGB en yüksek hata değerleriyle en zayıf sonuçları vermiştir.