

Elektrik Dağıtım Şebekesi Yatırım Kararlarında Jeo-Uzamsal Yük Tahmini Yaklaşımı Tabanlı bir Karar Destek Sistemi *Emre Hangül, Burak Özsoy, Arda Sarı, Benhür Satır, Selen Kılıç Akgün, İbrahim Can Taştan, Nilsu Halci, Erdiç Berkin Konca, Fatma Nur Vurgeç* 0171

Özet

Bu çalışma, elektrik dağıtım şebekelerinde yatırım planlamasını destekleyen CBS-entegre Jeo-Uzamsal Yük Tahminleme (SLF) karar destek sistemi yazılımını tanıtmaktadır. Sistem, 70×90 m çözünürlüklü grid yapısında farklı veri katmanlarını (OSOS, CBS, imar, uydu, sosyoekonomik vb.) bütünleştirerek mekânsal ve zamansal yük projeksiyonları üretir. Makine öğrenmesi, Monte Carlo simülasyonları ve mekânsal optimizasyon teknikleriyle yatay-dikey büyüme ve talep senaryoları modellenmiş, sonuçlar bir masaüstü yazılımı yardımıyla otomatik olarak harita ve rapor formatlarında sunulmuştur.

Yöntem

Metodoloji kapsamında geliştirilen SLF sistemi, dağıtım bölgelerinde imar planları, OSOS/MBS kayıtları, uydu verileri ve açık harita kaynaklarını birleştirerek 70×90 m çözünürlükte hücresel yük projeksiyonları üretmektedir.

İmar katmanları metodolojisinde, uydu verileri, imar planları ve OpenStreetMap kayıtları birleştirilerek hücre bazında net yerleşim alanı ve doluluk oranları hesaplanmıştır. PL katmanları *regex* tabanlı olarak sınıflandırılmış ve SM katmanlarındaki TAKS/KAKS/*hmax* parametreleriyle yapılaşma potansiyeli belirlenmiştir. Akabinde hücresel bazlı *Net Yapılaşabilir Alan*:

$$A_{net} = A_{yasaaksız} \times (1 - Y_{Oran}) \times TAKS_{ağırlıklı}$$

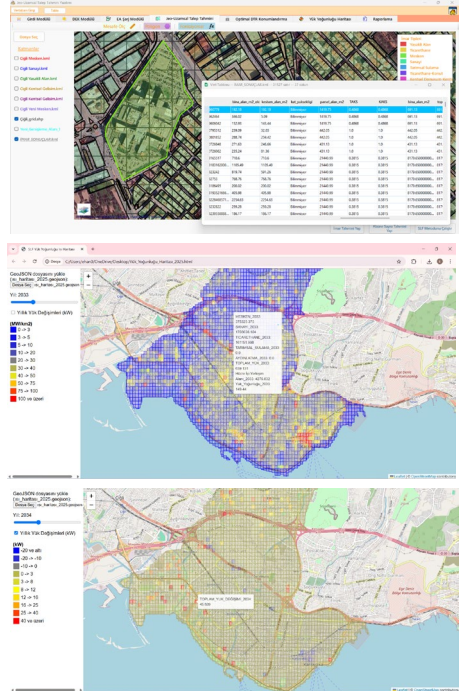
formülüyle hesaplanmıştır. Sonrasında her hücredeki net yerleşim alanına gelecek elektrik tüketimini hesaplayabilmek için ilgili alanlardaki bina tipleri (1-2 katlı, 3-4 katlı, 5-7 katlı, 8+ katlı, villa) makine öğrenmesiyle (XGBoost, çoklu etiket sınıflandırması) belirlenmiş; sanayi ve ticarethaneler için bağlantı gücü-tüketim eşikleriyle «küçük, orta, büyük» sınıflandırması yapılmıştır. Diğer aşamada ise hücreler «Kentsel Yerleşim», «Yeni Genişleme Alanı» gibi kategorilere ayrılarak hücre bazlı *Satırasyon Oranı*:

$$S = \frac{A_{bina}}{A_{net}}$$

hesaplanmıştır. Sonrasında bölgesel elektrik tüketimi ve abone sayıları ekonometrik modeller ile *GSKD*, *nüfus*, *sektör bazlı üretim* ve *meteorolojik* göstergelere göre tahmin edilmiş; sonuçlar, daha önce elde edilmiş imar ve bina analizleri sonucu oluşan hücresel *satırasyon* tahminlerine EA Şarj İstasyonu ve DEK Modülleri, Yeni Genişleme Alanları ve Kentsel Dönüşüm poligonları çıktılarının da eklenmesiyle Monte Carlo simülasyonları ve kümeleme algoritmalarıyla ufuk periyoduna dair yıllara sari olarak hücresel bazda dağıtılmış, böylelikle alttan-yukarı (ing. *bottom-up*) stokastik hücre hesapları ile üstten-aşağı (ing. *top-down*) ekonometrik tahminlerin konsolidasyonu sağlanarak nihayetinde mekânsal sürekliliği yüksek senaryo bazlı yük yoğunluğu (MW/km²) haritaları üretilmiştir.

Sonuç ve Bulgular

- Geliştirilen SLF yazılımı, 70×90 m çözünürlüklü hücresel bazda farklı veri kaynaklarını bütünleştirerek dağıtım şebekesi planlamasında yüksek mekânsal doğruluk sağlamıştır.
- Ekonometrik talep tahminleri, stokastik dağıtım ve mekânsal optimizasyon algoritmalarının entegrasyonu ile beklentilere yakın olacak senaryo bazlı yük projeksiyonları elde edilmiştir.
- EDAŞ karar vericileri, bu çıktılar sayesinde 10-15 yıllık dönemlerde hücresel bazda yük değişimlerini analiz ederek geleceğe yönelik trafo yatırımlarını veri odaklı biçimde planlayabilmektedir.



Tartışma

Gelecek çalışmalarda, yapay zekâ tabanlı tahmin modellerinin entegrasyonu, daha yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin kullanımı ve gerçek zamanlı veri akışlarının sisteme entegre edilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, elektrikli araç şarj altyapısı, yenilenebilir enerji entegrasyonu ve iklim değişikliği senaryolarının etkilerini daha derinlemesine analiz edecek modüllerin de sisteme eklenebilmesiyle sistemin esnekliği ve karar destek kapasitesi artırılacaktır.