



# İstanbul'da Hava Kalitesi Tahmini: LSTM, GRU ve Transformer Tabanlı Derin Öğrenme Yöntemleri

Erdem Saçan - 170422826  
Hamza Gençay - 170422822  
Çağan Derbent - 170421028



Doç. Dr. Buket Doğan

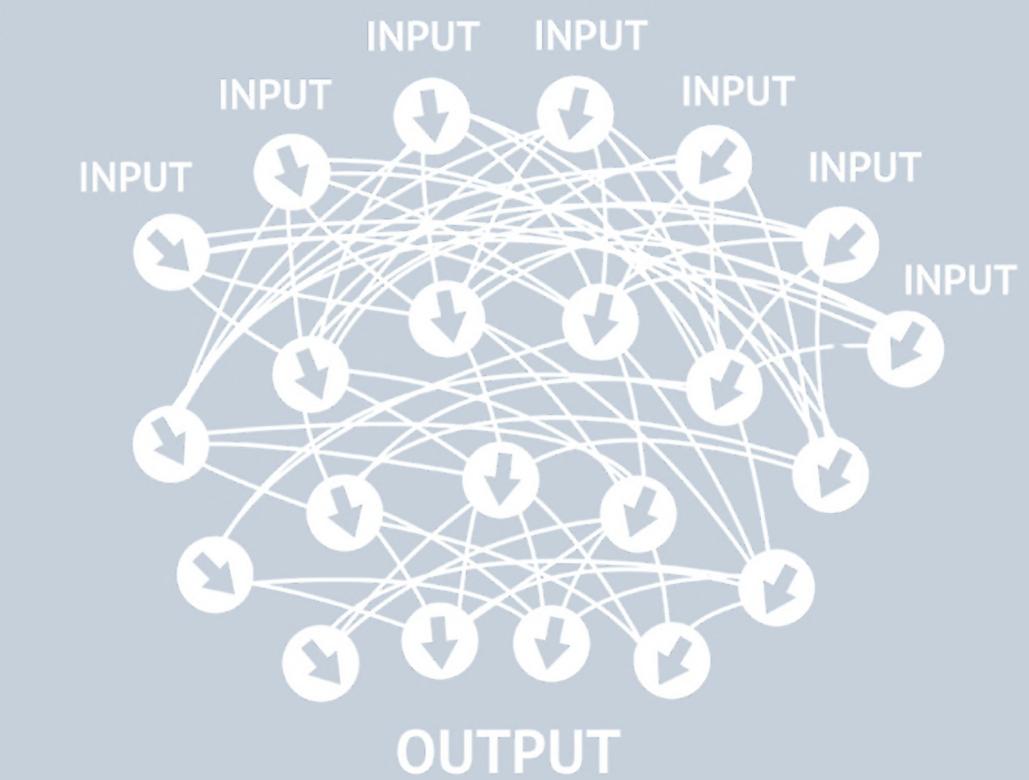
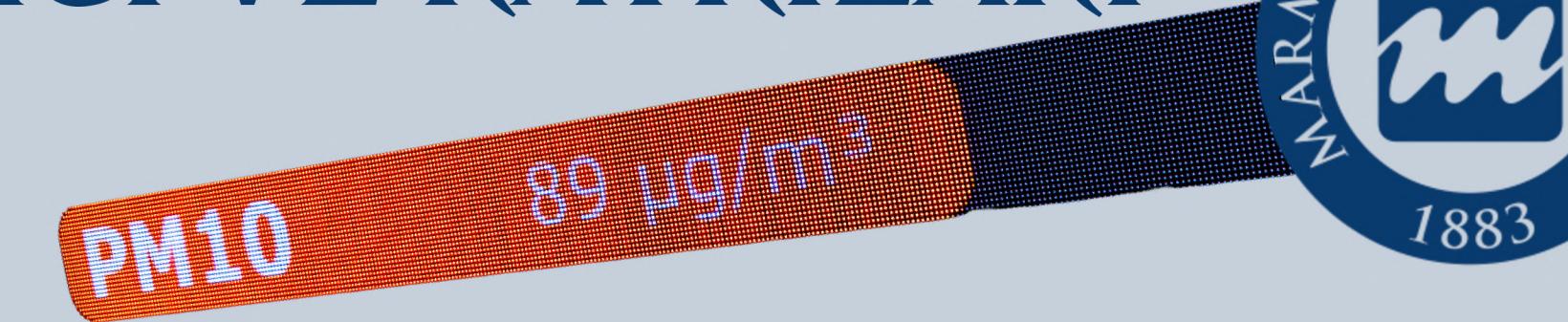


2025 HAZİRAN

# PROJENİN AMACI VE KATKILARI



- 01 İstanbul'da PM10 tahmini
- 02 Derin öğrenme modellerinin karşılaştırılması
- 03 Eksik verilerin KNN ile tamamlanması
- 04 Transformer ile mevsimsel örüntü yakalama



2025 HAZİRAN

# PROBLEMIN TANIMI



## Sağlık Riski

İstanbul'da PM10 düzeyleri, solunum yolu hastalıklarının artmasında önemli bir etkendir. Uzun süreli maruziyet, halkın sağlığını ve yaşam kalitesini doğrudan tehdit etmektedir.

## Klasik Yöntemlerin Yetersizliği

Istatistiksel tahmin modelleri, hava kalitesindeki ani değişimleri ve mevsimsel dalgalanmaları yeterince yakalayamamaktadır.

## Yeni Nesil Tahmin Yöntemleri

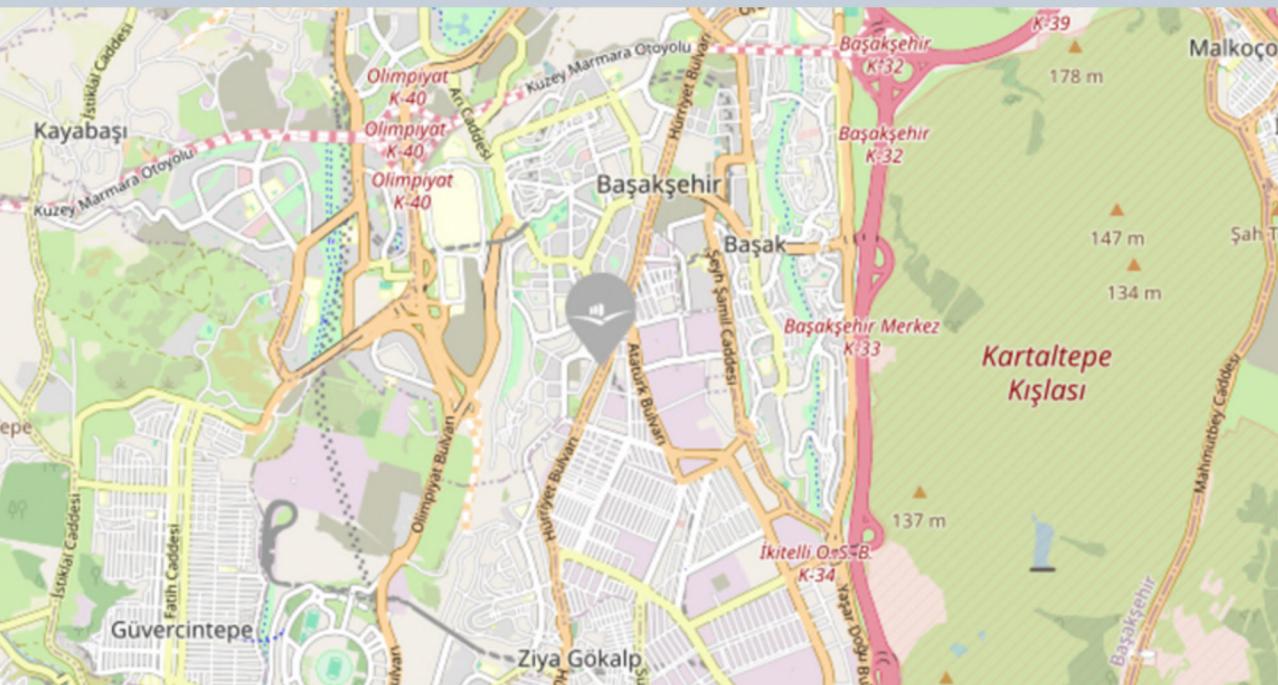
Derin öğrenme modelleri, hava kalitesindeki karmaşık ilişkileri modelleyebilir. Bu sayede, daha doğru ve uzun vadeli öngörüler yapılabilir.



# KULLANILAN VERİ SETİ



Bu çalışmada, İstanbul'un Başakşehir ilçesindeki hava kalitesi izleme istasyonundan elde edilen 2019-2024 dönemine ait günlük veriler kullanılmıştır. Veri seti, **PM<sub>10</sub>**, **SO<sub>2</sub>**, **CO**, **NO<sub>2</sub>**, **NO<sub>x</sub>**, **NO** ve **O<sub>3</sub>** gibi hava kirletici parametrelerin yanı sıra **sıcaklık**, **nem** ve **rüzgar hızı** gibi meteorolojik değişkenleri de içermektedir. Veriler, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı sistemlerden sağlanmış, eksik ve hatalı değerler üzerinde ön işlemler uygulanmıştır. Bu sayede tahmin modellerine uygun, temiz ve tutarlı bir zaman serisi veri seti elde edilmiştir.



# VERİ ÖN İŞLEME SÜRECİ



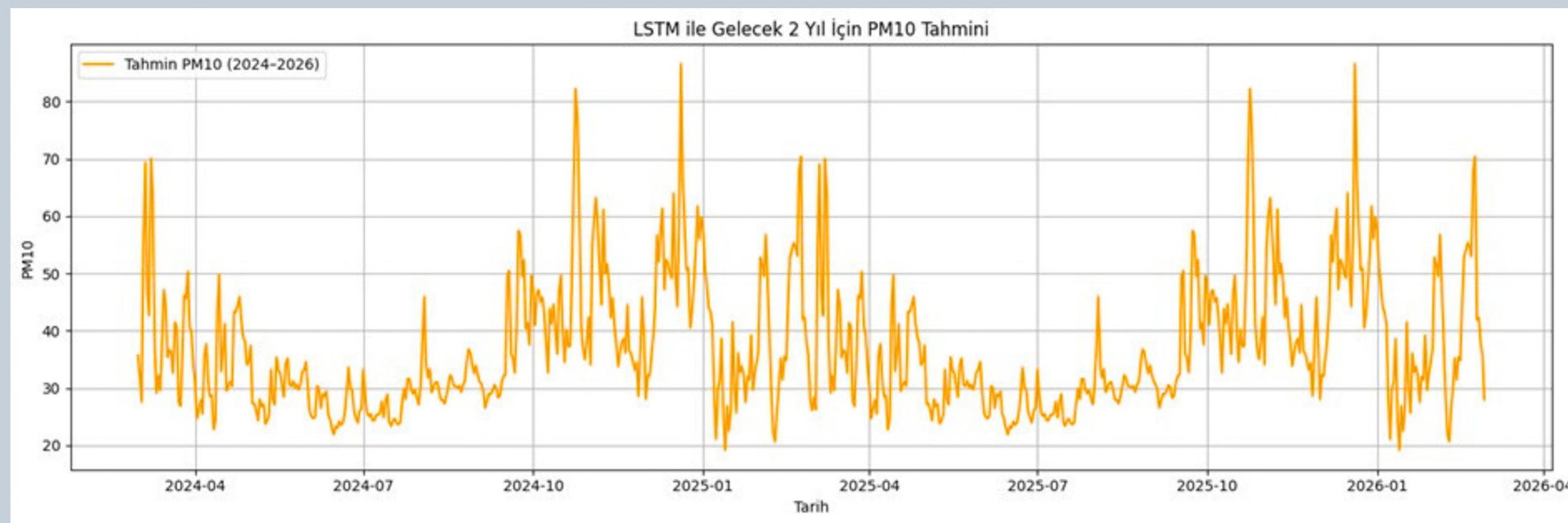
Veri setindeki sayı ve tarih formatları standart hale getirilmiş, metinsel temizlik işlemleri uygulanmıştır. Eksik değerler, **K-Nearest Neighbors** ( $k=3$ ) yöntemiyle doldurularak veri bütünlüğü sağlanmıştır. Ardından, tüm sayısal sütunlar **MinMaxScaler** ile 0-1 aralığına normalize edilmiştir. Zaman serisi analizine uygunluk için tarih sütunundan ay ve gün bilgileri çıkarılarak veri kümese eklenmiştir.



# LSTM MODELİ İLE PM10 TAHMİNİ



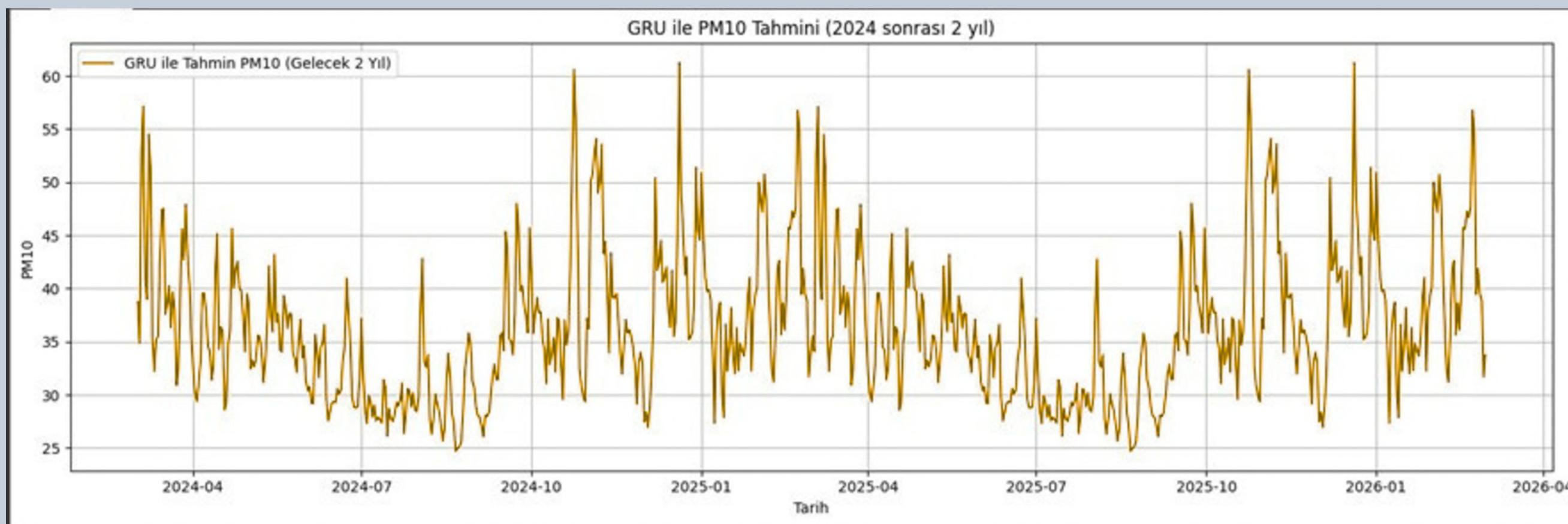
LSTM (Long Short-Term Memory), zaman serilerindeki geçmiş bilgileri uzun süre hatırlayabilen bir yapay sinir ağı mimarisidir. Bu modelde, **64** birimlik bir LSTM katmanı ve ardından bir Dense (tam bağlantılı) katman kullanılmıştır. Modelin çıkışı, günlük **PM10** tahminini vermektedir. Model, PM10'un bir gün önceki değeri (**PM10\_prev**), diğer kirleticiler (**SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO, O<sub>3</sub>**) ve meteorolojik değişkenler (**sıcaklık, nem, rüzgar hızı**) ile birlikte ay ve gün bilgilerini giriş olarak almıştır.



# GRU MODELİ İLE PM10 TAHMİNİ



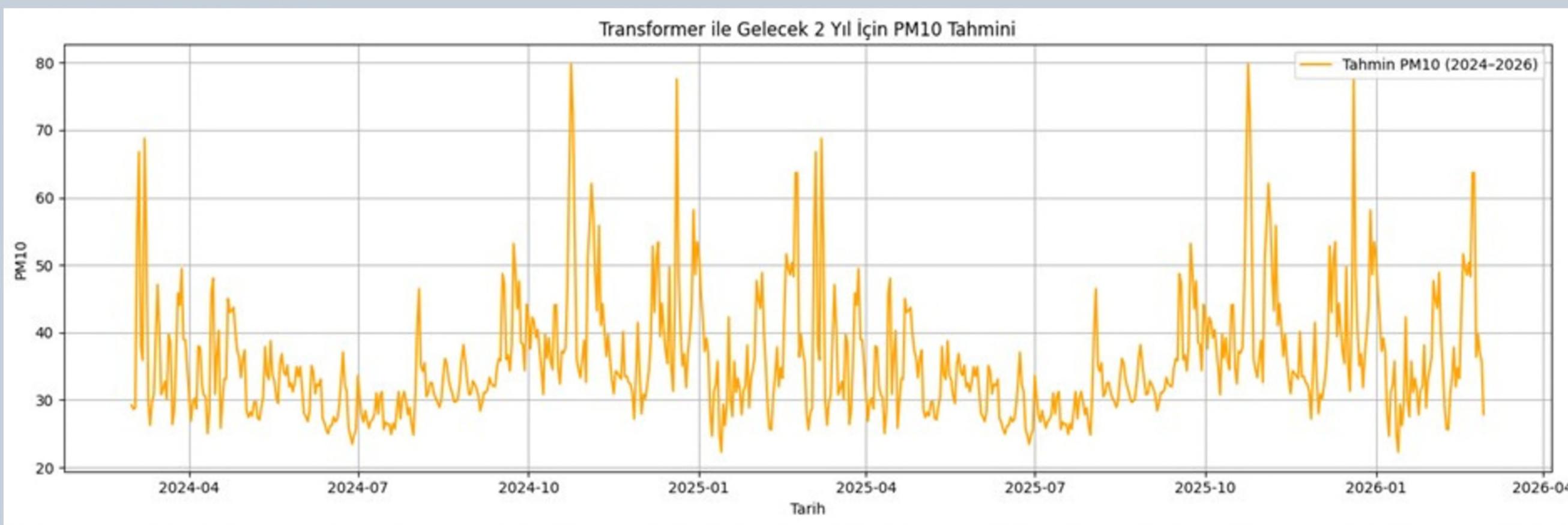
GRU (Gated Recurrent Unit), LSTM'e benzer şekilde sıralı verilerde geçmiş bilgiyi taşıyabilen bir yapay sinir ağı yapısıdır. LSTM'e göre daha basit ve daha az parametre içerir. Bu modelde, **64** birimlik bir GRU katmanı, **%30 dropout** ve ardından bir Dense katman kullanılmıştır. Model, **PM10'un bir gün önceki değeri, tüm kirletici parametreler** ve meteorolojik değişkenlerin yanı sıra **ay** ve **gün** bilgilerini giriş olarak almıştır.

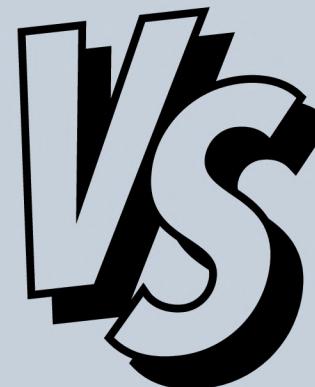


# TRANSFORMER MODELİ İLE PM10 TAHMİNİ



Transformer, dikkat mekanizmasına dayalı bir derin öğrenme mimarisidir ve özellikle **zaman serilerindeki** uzun vadeli bağımlılıkları öğrenmede güçlü bir performans sergiler. Bu projede kullanılan model, bir **encoder bloğu**, **GlobalAveragePooling1D** ve yoğun katmanlardan oluşmaktadır. Model, günlük PM10 tahmini üretmektedir. Girdi olarak PM10'un bir gün önceki değeri (**PM10\_prev**), hava kirleticileri (**SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO, O<sub>3</sub>**) ve meteorolojik değişkenler (**sıcaklık, nem, rüzgar hızı**) ile birlikte **ay ve gün** bilgilerini almıştır.

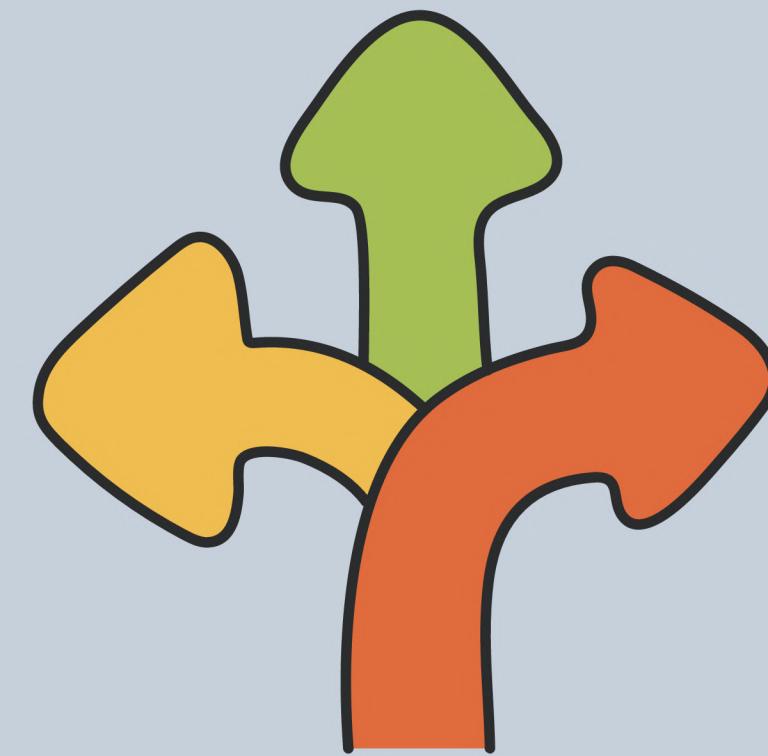




# MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI



Model	MAE	RMSE	R <sup>2</sup>	MAPE (%)
LSTM	7.83	11.02	0.5582	21.85
Transformer	6.28	8.05	0.764	18.47
GRU	6.66	8.82	0.7168	18





Teşekkürler



2025 HAZİRAN