



SAKARYA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

- YAPAY ÖĞRENMENİN TEMELLERİ DERSİ PROJE RAPORU -

Türkiye'nin CO₂ Emisyonlarının Lineer Regresyon Yöntemi ile Tahmini:
SKA 13 İklim Eylemi

Hazırlayanlar:

23010903055 - FATMA YAŞAR

23010903049 - SÜMEYYE GÜL

Öğretim Görevlisi :

Doç. Dr. EKİN EKİNCİ

Arş. Gör. FURKAN ATBAN

1.Giriş: Seçilen SKA ve Problem Tanımı

Bu çalışma, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) kapsamında yer alan SKA 13: İklim Eylemi hedefi doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Karbon dioksit (CO₂) emisyonlarının izlenmesi ve geleceğe yönelik eğilimlerinin tahmin edilmesi, iklim değişikliğiyle mücadelede ve sürdürülebilir politikaların geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir.

Bu proje kapsamında, Türkiye'nin 2010–2023 yılları arasındaki CO₂ emisyon verileri analiz edilerek geçmiş yıllardaki eğilimler incelenmiştir. Ardından, veri analizi ve yapay öğrenme yöntemlerinden biri olan Doğrusal (Lineer) Regresyon modeli kullanılarak 2024 yılından itibaren, uygulamada seçilen süreye bağlı olarak 30 yıla kadar uzanan bir dönem için CO₂ emisyon tahminleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin gelecekteki CO₂ emisyon trendlerini ortaya koyarak, iklim eylemi kapsamında karar alma süreçlerine veri temelli katkı sağlamaktır.

2.Verİ Künyesi ve Kaynak

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye'nin yıllık karbon dioksit (CO₂) emisyon değerlerini içermektedir. Veri seti, güvenilir ve açık veri kaynakları olan World Bank Open Data ve TÜİK verileri esas alınarak oluşturulmuştur.

Veri Seti Özellikleri:

Ülke: Türkiye

Gösterge: CO₂ Emisyonu

Zaman Aralığı: 2010 – 2023

Gözlem Sayısı: 14 yıl

Veri Kaynağı: World Bank Open Data / TÜİK

Veriler Excel formatında temin edilmiş ve Python programlama dili kullanılarak analiz edilmiştir. Veri setinde yapılan ön incelemelerde eksik veya aykırı değerlere rastlanmamış, analiz ve modelleme aşamaları için veri setinin uygun olduğu tespit edilmiştir.

- ☐ Veri setinde kullanılan gösterge olan **Karbon Dioksit Emisyonu (Mt CO₂e)**'nin yıllara göre değişimini gösteren ham veri örneği aşağıdaki tablodada sunulmuştur

	A	B
1	Year	CO2
2	2010	312.1
3	2011	332.7
4	2012	344.1
5	2013	333.8
6	2014	355.4
7	2015	387.9
8	2016	391.2
9	2017	433.2
10	2018	428.9
11	2019	413.8
12	2020	422.8
13	2021	460.7
14	2022	433.7
15	2023	438.3

- ☐ Veri setinin Excel dosyasından yüklenmesi ve yıl sütununun modelin kullanabileceği sayısal bir formata dönüştürülmesi aşağıdaki kod bloğu ile gerçekleştirilmiştir.

```
# -----  
# 2) Veriyi Yükle  
# -----  
df = pd.read_excel("CO2 dataset.xlsx")  
df['Year'] = pd.to_datetime(df['Year'], format='%Y')  
df['Year_int'] = df['Year'].dt.year
```

3. Yöntem

-Kullanılan Model

Bu çalışmada, regresyon tabanlı bir yapay öğrenme yöntemi olan Doğrusal Regresyon (Linear Regression) modeli kullanılmıştır. Model, CO₂ emisyonları ile zaman (yıl) arasındaki doğrusal ilişkiyi öğrenerek geleceğe yönelik tahminler üretmektedir.

-Model Kurulumu

Modelde bağımsız değişken olarak yıl bilgisi, bağımlı değişken olarak ise CO₂ emisyon değeri kullanılmıştır. Doğrusal regresyon modeli, Python programlama dili ve Scikit-learn kütüphanesi yardımıyla eğitilmiştir. Kullanılan kod parçacığı görseldeki gibidir:

```
# -----  
# 3) Model  
# -----  
X = df[['Year_int']]  
y = df['CO2']  
  
model = LinearRegression()  
model.fit(X, y)
```

-Performans Ölçütleri

Modelin başarımı, tahmin edilen değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılması sonucunda hesaplanan R² (Belirleme Katsayısı) ve RMSE (Kök Ortalama Kare Hatası) metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu metrikler, modelin veriye uyumunu ve tahmin hatasının büyüklüğünü ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Kullanılan kod parçacığı görseldeki gibidir:

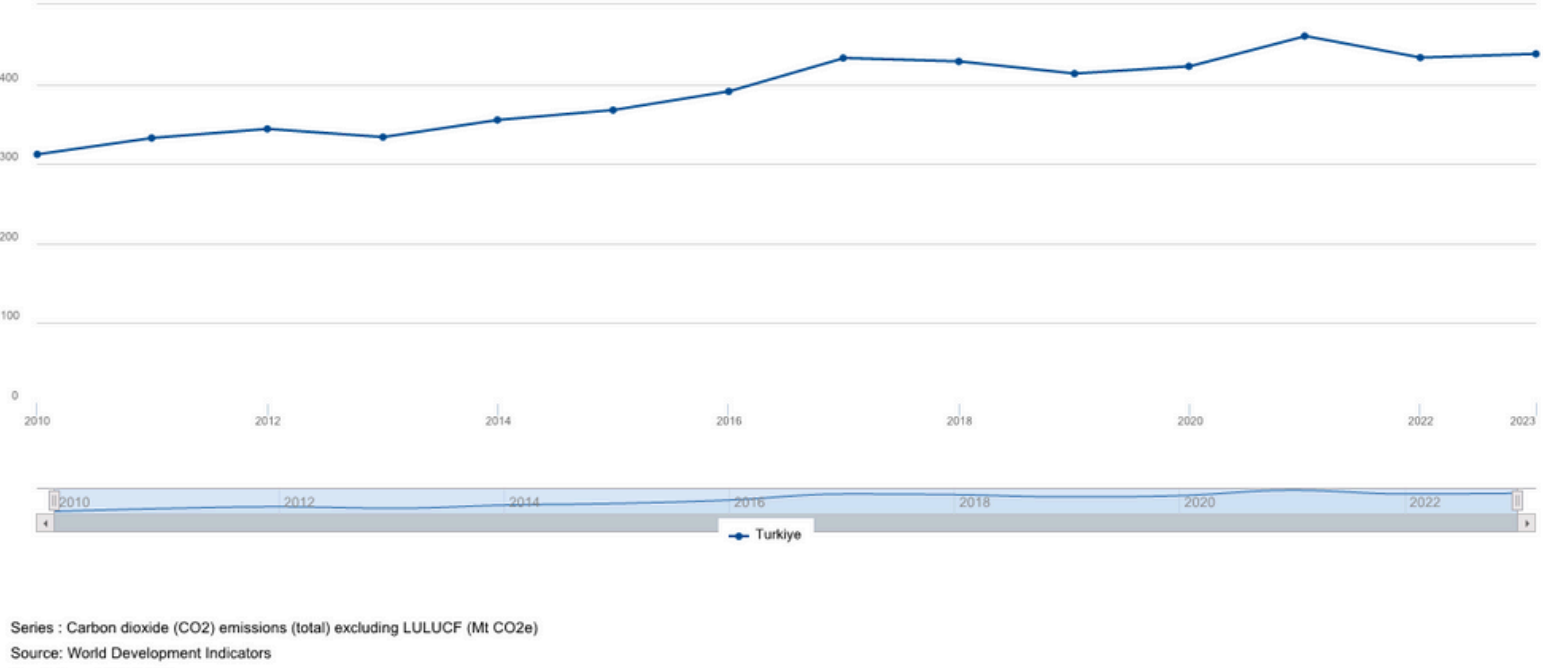
```
# -----  
# 4) Model Performansı  
# -----  
y_pred = model.predict(X)  
r2 = r2_score(y, y_pred)  
rmse = np.sqrt(mean_squared_error(y, y_pred))  
  
st.subheader("Model Performansı")  
st.write(f"R2 Skoru: {r2:.3f}")  
st.write(f"RMSE: {rmse:.3f}")
```

-Uygulamanın Çalıştırılması

Python ve Streamlit kullanılarak hazırlanan tahmin uygulaması, terminal üzerinden aşağıdaki komut ile çalıştırılarak web tarayıcısı üzerinden erişime açılmıştır:

“streamlit run Co2_forecasting_app_linear.py”

-Yıllara Göre Değişim Grafiği



4.Bulgular ve Görseller

-Model Performans Metrikleri:

- **R² Skoru: 0.872** (Mükemmel bir uyuma yakın, bağımsız değişkenin (Yıl) bağımlı değişkendeki (CO₂) varyansın %87.2'sini açıkladığını gösterir.)
- **RMSE: 16.570** (Tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki ortalama hata yaklaşık 16.57 metrik ton/yıl civarındadır.)

-CO₂ Emisyon Tahmin Grafiği:

Kaç yıl ileri tahmin yapmak istiyorsunuz?

10

1

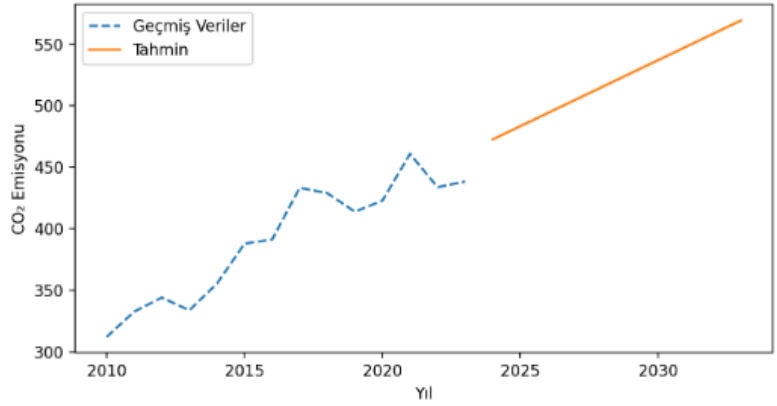
30

Tahmin et

Tahmin Tablosu

Year	CO2
2024	472.4989
2025	483.2264
2026	493.9538
2027	504.6813
2028	515.4088
2029	526.1363
2030	536.8637
2031	547.5912
2032	558.3187
2033	569.0462

CO₂ Emisyon Grafiği



-Grafiksel Bulguların Yorumlanması

Streamlit kullanılarak geliştirilen uygulama aracılığıyla, geçmiş yıllara ait CO₂ emisyon verileri ile Doğrusal Regresyon modeli kullanılarak elde edilen geleceğe yönelik tahminler grafiksel olarak sunulmuştur.

Grafikler incelendiğinde:

- Geçmiş Veriler (2010-2023): Türkiye'nin CO₂ emisyonlarında yıllar içerisinde genel olarak artış gösteren bir eğilim olduğu görülmektedir.
- Tahmin Çıktısı (2024-2053): Model sonuçlarına göre, mevcut eğilim devam ettiği takdirde (Doğrusal Regresyonun öngördüğü keskin artış) Türkiye'nin CO₂ emisyonlarının önümüzdeki yıllarda da artış göstermesi beklenmektedir.

5. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışmada, **SKA 13: İklim Eylemi** kapsamında Türkiye'nin 2010–2023 yılları arasındaki CO₂ emisyon verileri doğrusal regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkiye'nin karbon emisyonlarının genel olarak **artan bir eğilim** gösterdiğini ve mevcut koşullar devam ettiği sürece bu artışın sürebileceğini ortaya koymaktadır. Modelin yüksek R² değeri, yapılan tahminlerin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik sürdürülebilir politikaların önemini ortaya koymaktadır.

Politika Önerileri:

- Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması
- Sanayi sektöründe karbon salınımını azaltıcı teşviklerin uygulanması
- Enerji verimliliğini artıran teknolojilerin yaygınlaştırılması
- Düşük karbonlu ulaşım alternatiflerinin teşvik edilmesi

6. Kaynakça

- **UNDP – SDG Data Portal**

UNDP, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA/SDG) göstergeleri için resmi veri sağlar.

<https://unstats.un.org/sdgs/>

- **World Bank Open Data**

CO₂ emisyonları, GDP, enerji kullanımı gibi göstergeler için güvenilir kaynak.

<https://data.worldbank.org/>

- **Scikit-Learn Documentation**

Linear Regression ve model değerlendirme metrikleri için.

<https://scikit-learn.org/stable/>

- **Streamlit Documentation**

Web arayüzü ve interaktif tahmin uygulaması için.

<https://docs.streamlit.io/>