



Zaman serileri analiz modelleri ile Türkiye'nin ham petrol ithalat tahmini: 2023 yılı Mart-Aralık dönemi analizi

Turkey's crude oil import forecast with time series analysis models: Analysis of the March-December 2023 period

Kâmil Abdullah Eşidir¹ 

Yunus Emre Gür² 

¹ Dr., Fırat Kalkınma Ajansı, Elâzığ, Türkiye, abdullahesidir@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-8106-1758

² Arş. Gör. Dr., Fırat Üniversitesi, Elâzığ, Türkiye, yegur@firat.edu.tr

ORCID: 0000-0001-6530-0598

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Yunus Emre Gür,

Arş. Gör. Dr., Fırat Üniversitesi, Elâzığ, Türkiye, yegur@firat.edu.tr

Öz

Türkiye, enerji ihtiyacının önemli bir kısmını ham petrol ithal ederek karşılamaktadır. Ülkenin aylık ham petrol ithalat miktarı, enerji talebinin karşılanması açısından önemli bir faktördür. Çeşitli ülkelerden ham petrol ithal edilerek bu ihtiyaç karşılanmaktadır. 2022 yılında Türkiye'nin aylık ham petrol ithalatı 2,8 milyon ton civarında olmuştur. Bu çalışmada, Türkiye'nin 2023 yılı Mart-Aralık ayları arasındaki 10 aylık ham petrol ithalat miktarlarını tahmin etmek için ARIMA modellerinin çeşitli mimarileri kullanılmıştır. ARIMA modelleri, zaman serileri analiz modelleri arasında yer almaktadır. Tasarlanan modelin bağımlı değişkeni Türkiye ham petrol aylık ithalat miktarıdır (kg). Modelin bağımsız değişkenleri ise, ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi, aylık ortalama Amerikan Doları kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD), aylık Türkiye ithalatı (USD) ve aylık Avrupa petrol varil fiyatıdır (USD). Çalışmada kullanılan aylık veri setleri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) ve ABD Enerji Bilgilendirme İdaresinden (EIA) elde edilmiştir. Veri seti, 2004 yılı Ocak ayından başlayarak 2023 yılı Şubat ayına kadar olan 230 aylık dönem içerir. ARIMA modelinin analiz sonuçları, istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre, 2023 yılı Mart-Aralık ayları arasında Türkiye'nin aylık ham petrol ithalat miktarlarının 2,4 ile 2,65 milyon ton arasında değişeceği ön görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serisi Analizi, ARIMA Modeli, Ham Petrol, İthalat

İel Kodları: C22, C53, Q47

Abstract

Turkey meets a significant portion of its energy demand through crude oil imports. Turkey's monthly crude oil imports are a significant factor in meeting the country's energy demand. Turkey meets this need by importing crude oil from various countries. According to 2022 data, Turkey's monthly crude oil imports are around 2.8 million tons on average. This study estimated Turkey's 10-month crude oil import amounts for March to December 2023 using ARIMA models from Time Series Analysis. The designed model's dependent variable is Turkey's monthly crude oil import amount (kg). The independent variables of the model are the domestic producer price index of crude oil, the monthly average exchange rate of the US Dollar to the Turkish Lira, monthly Turkey exports (USD), monthly Turkey imports (USD), and monthly European crude oil barrel price (USD). The monthly data sets used in the study were obtained from the Turkish Statistical Institute, the Central Bank of the Republic of Turkey, and the US Energy Information Administration. The data set covers 230 months from January 2004 to February 2023. The analysis results of the ARIMA model are statistically significant. The estimated results predict that Turkey's monthly crude oil import amounts will vary between 2.4 and 2.65 million tons between March and December 2023.

Keywords: Time Series Analysis, ARIMA Model, Crude Oil, Import

İel Codes: C22, C53, Q47

Başvuru/Submitted: 1/05/2023

Revizyon/ Revised: 1/06/2023

Kabul/Accepted: 10/06/2023

Yayın/Online Published: 26/06/2023

Atıf/Citation: Eşidir, K. A., & Gür, Y.E., Zaman serileri analiz modelleri ile Türkiye'nin ham petrol ithalat tahmini: 2023 yılı Mart-Aralık dönemi analizi, bmij (2023) 11 (2): 594-609, doi: <https://doi.org/10.15295/bmij.v11i2.2244>

Extended Abstract

Turkey's crude oil import forecast with time series analysis models: Analysis of the March-December 2023 period

Literature

Ediger, Akar, and Uğurlu (2006) conducted a study on estimating fossil fuel production by applying regression, ARIMA and SARIMA methods to compare historical data from 1950 to 2003 to estimate the most probable curve for Turkey's domestic fossil fuel production and developed a decision support system. Different estimation models have been proposed for different fossil fuel types in the study. For the reserve classifications used, the best results were obtained in petroleum. The study's findings showed that the peak of fossil fuel production had already been reached; He stated that the total fossil fuel production of the country would decrease and theoretically will end in 2038. However, production is expected to end in 2019 for hard coal, 2024 for natural gas, 2029 for oil, and 2031 for asphaltite. Kankal, Akpınar, Kömürcü, and Özşahin (2011) used artificial neural networks (ANN) to estimate the future projections of energy consumption in Turkey based on socio-economic and demographic variables (GDP-GDP, population, import and export amounts and employment) were modelled. For this purpose, they used four different models with different indicators in the analyses. As a result of the analyses, Model 2 has been proposed as an appropriate ANN model (which has four independent variables: GDP, population, import and export amount) to estimate Turkey's energy consumption efficiently. The proposed model predicted energy consumption better than the regression and the other three ANN models. Thus, this model calculates Turkey's future energy consumption under different scenarios. The estimation results estimated by the ANN were compared with the official estimations. Finally, it was concluded that all the analyzed scenarios gave lower energy consumption estimates than the MENR projections. These scenarios will change Turkey's future energy consumption between 117.0 and 175.4 Mtoe in 2014. In his study, Solak (2013) used the ARIMA model to predict Turkey's oil demand (2012-2020). The forecast data provided by the ARIMA model showed that the oil demand would be 30.58 mtoe in 2020. These studies in Turkey address important issues regarding energy demand forecasting and import and are useful resources for policymakers and researchers. The studies also address the issues related to Turkey's crude oil imports from different perspectives and provide important clues regarding energy policies.

Research subject

The subject of this research is to estimate Turkey's crude oil imports and to make future evaluations.

Research purpose and importance

This research uses various architectures of ARIMA models to estimate Turkey's 10-month crude oil import volumes between March-December 2023. In addition, this study addresses important issues regarding crude oil imports and is a useful resource for policymakers and researchers.

Contribution of the article to the literature

With the crude oil import estimation in this research, significant clues regarding energy policies will be provided to practitioners operating in the oil sector and those who manage the country's economy. Forecasting studies in this field are generally based on annual periods. Monthly periods were estimated in this study. Therefore, this research is different from many studies in the literature. In addition, the research is thought to contribute to the current energy import estimation literature.

Design and method

Time Series Analysis, one of the quantitative research methods, was used.

Research type

Research Article

Research problems

This article aims to answer the following question: What are Turkey's monthly crude oil imports?

Data collection method

First, the independent variables' historical data were obtained monthly from the official websites of TURKSTAT, CBRT and EIA. The datasets cover 230 months (~19 years) from January 2004 to February 2023. For each independent variable, 10-month values for March-December 2023 were estimated using different and appropriate ARIMA models. Then, considering the independent variable estimation data, monthly crude oil imports of Turkey for March-December 2023 were estimated. The analysis results obtained were statistically significant. There is no missing data in the data set.

Quantitative/qualitative analysis

Quantitative analysis

Research model

The ARIMA model is a method that is frequently used for the estimation of time series data. This model provides a prediction of future values using the previous values of the data. The ARIMA model is used successfully in many application areas. ARIMA can be used in many fields, such as financial, climate, marketing, and economic data. The ARIMA model is based on the application of ARMA models to transform time series, where seasonal and non-stationary behaviour is eliminated. If $\{zt\}$ is the original time series, a non-seasonal and stationary time series $\{xt\}$ is obtained after some transformations. This transformed time series is then fitted with an ARMA model, where xt is the current value of the time series, p is the linear sum of the previous values, and q is the weighted sum of the previous deviations. After the ARMA model is obtained, a prediction model is built to obtain the future values of the transformed time series. Finally, previous transformations are rolled back to obtain future values of the original time series $\{zt\}$. Using ARIMA models, this study estimated the 10-month crude oil import amounts of Turkey for March-December 2023. The dependent variable of the designed model is the monthly Turkish crude oil import amount (kg). The independent variables of the model are the crude oil domestic producer price index, monthly average US dollar exchange rate (TL), monthly Turkish exports (USD), monthly Turkey imports (USD) and monthly European oil barrel prices (USD).

ARIMA(3,1,0)(0,0,0) for crude oil domestic producer price index, ARIMA(2,1,0)(1,0,1) for monthly average US Dollar rate and ARIMA(2,1,0)(0,1,0) for Turkish exports models were used. ARIMA(0,1,1)(1,0,0) for Turkey import and ARIMA(0,1,1)(0,0,0) for European FOB oil barrel prices are preferred.

Research hypotheses

Not Applicable

Findings and discussion

Turkey's monthly crude oil imports are an important factor for the country's economic balance. For this reason, Turkey needs to manage its energy policies, oil import strategies, and investments in alternative energy resources. The upward trend in Turkey's oil imports continues. The reasons for this increase are the rapidly developing industry of the country and the increasing energy need. The fact that Turkey has to import crude oil directly affects the country's economy. Increases in crude oil prices increase Turkey's import bill and cause economic problems.

Findings as a result of the analysis

In the research, the MAPE error values of the ARIMA models were calculated as 7.753% for the crude oil domestic producer price index, 2.319% for the monthly average dollar rate, 8.205% for Turkey's exports, 7.029% for Turkey's imports, and 7.254% for the European FOB oil barrel price. The literature considers prediction models with MAPE error values less than 10% as "high accuracy" prediction models. In the ARIMA model, the values in the time series are modelled over the past values and forecasting is performed for future periods. It is estimated that approximately 2.4 million tons of crude oil will be imported in March, April, November and December of 2023. The highest import value is foreseen for September with 2.65 million tons. Appropriate measures are used in statistical modelling and data analysis. It measures how well a model fits the data or how well the predictions match the actual values. R-squared measures the ability of independent variables to explain the percentage of variance in the dependent variable. The model explains almost all dependent variables if an R-squared value is close to 1. In the analysis, the R-square value was measured as 0.724. MAPE (Mean Absolute Percentage Error) error value is 12.402. Models with 10% and 20% MAPE values are classified as accurate prediction models. Normalized BIC (Bayesian Information Criterion) is used to select the best model among multiple possible models for a dataset. The lower the normalized BIC value, the better the model selection. The normalized BIC value was found to be 39,180.

Hypothesis test results

Not Applicable

Discussing the findings with the literature

According to the actual and estimated crude oil import amounts produced by the ARIMA model, it is seen that the amount of crude oil that Turkey will import in the next ten months will follow a fluctuating course. In his study, Solak (2013) used the ARIMA model to predict Turkey's oil demand (2012-2020). The forecast data provided by the ARIMA model showed that the oil demand would be 30.58 mtoe in 2020. As a result of the study, it is stated that oil demand will fluctuate. As a result of our research, in line with the estimation data obtained from the Arima model, it is seen that the 10-month crude oil imports in 2023 (March-December) will fluctuate. Therefore, the results of Solak's study and our study overlap. Ediger and Akar (2007) used Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and seasonal ARIMA (SARIMA) methods to forecast Turkey's future primary energy demand from 2005 to 2020. The ARIMA estimate of total primary energy demand was more reliable. The study results showed that the average annual growth rates of individual energy sources and total primary energy would decrease except for wood and animal-plant residues, which will have negative growth rates. In line with the estimation data obtained from our research, it has been determined that oil imports will show an increasing trend. It is seen that this result supports the conclusion of Ediger and Akar that the average annual growth rates of individual energy sources and total primary energy will decrease in all cases in the coming years.

Conclusion, recommendation and limitations

It is estimated that Turkey's crude oil import amounts will vary between 2.4 million tons and 2.65 million tons between March and December 2023. It is estimated that the amount of crude oil that Turkey will import in the next ten months will fluctuate and show an increasing trend.

Results of the article

Turkey's monthly oil imports are directly related to the country's economic growth and energy demand. Turkey's policies to diversify its energy supply may reduce its dependence on oil imports. Accurate estimation of imported product quantities is important for the public and private sectors as it will help to use resources conveniently, reduce costs and prevent unnecessary imports. From this point of view, it is important to analyze the regional investment environment and to develop the investment environment ecosystem in the energy field. In 2022, monthly crude oil imports in Turkey were around 2.8 million tons. With the ARIMA model, it has been estimated that Turkey's crude oil import amounts will vary between 2.4 million tons and 2.65 million tons between March and December 2023. According to ARIMA estimates, due to the increase in crude oil imports in March-December 2023, Turkey needs to manage its energy policies, strategies on oil imports, and investments in alternative energy resources. However, the reasons for this increase are the rapidly developing industry of the country and the increasing energy need. The fact that Turkey has to import crude oil directly affects the country's economy. Increases in crude oil prices increase Turkey's import bill and cause economic problems. From this point of view, it is important to analyze the regional investment environment and to develop the investment environment ecosystem in the energy field.

Suggestions based on results

Turkey's monthly crude oil imports are an important factor for the country's economic balance. According to ARIMA estimates, due to the increase in crude oil imports in March-December 2023, Turkey needs to manage its energy policies, strategies on oil imports, and investments in alternative energy resources. This study is thought to contribute to the current energy import forecasting literature. In addition, researchers who will carry out a similar study; By examining the ARIMA models in the study, they can develop new suggestions and recommendations by making improvements and improvements in the models. In future studies, more independent variables can be used, the number of variables can be increased, and different estimation models can be compared with the models of the study.

Limitations of the article

Only the data of the Turkish Statistical Institute (TUIK), the Central Bank of the Republic of Turkey (TCMB) and the US Energy Information Administration were included in the study. In addition, the limited number of estimation studies on Turkey's crude oil imports in the literature constitutes the limitation of this article.

Giriş

Enerji kaynakları dünya tarihinde her zaman önemli bir yere sahip olmuş ve günümüzde de bu önemini korumaya devam etmektedir. Özellikle Sanayi Devrimi ile birlikte enerji kaynaklarına olan talep geçmişe göre önemli ölçüde artmıştır. Öte yandan, nüfus artışı ve nüfusa bağlı yüksek tüketim gibi faktörler de enerji kaynaklarına olan talepte etkili olan unsurlardır. Yeterli enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler, artan nüfuslarının ihtiyaçlarını karşılamak ve ekonomilerini güçlendirmek için çevresel etkilerini dikkate almadan fosil enerji kaynaklarını yoğun bir şekilde kullanarak çok fazla çevresel tahribata yol açmışlardır. Yeraltı enerji kaynakları veya üretim teknolojisi yetersiz olan ülkeler enerji kaynaklarını ithal etmişlerdir. İthal edilen enerji kaynakları fosil kökenli olduğu için çevreye zarar vermektedir. Çevre tahribatının yanı sıra bu ülkelerde enerjide dışa bağımlılık sorunu da artmıştır. Dolayısıyla, ülke ekonomilerinin büyümesiyle birlikte artan enerji ihtiyacı ithalat yoluyla karşılandığı için ithalat maliyetleri de artmaktadır. Bu durum, cari açığı artırmakta ve diğer tüm ekonomik olgular üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu sorunlara ek olarak, enerji arz güvenliği ve sürekliliği de enerjide dışa bağımlı ülkeler için ulusal güvenlik riskleri dâhil olmak üzere ciddi riskler oluşturmaktadır (Ürkmez ve Okyar, 2022).

Türkiye, enerji kaynaklarının büyük bir bölümünü ithal ederek karşılamaktadır ve ham petrol, bu ithalatın en önemli bileşenlerinden biridir. Türkiye, ekonomik büyümesini sürdürebilmek için ham petrol ithalatına bağımlı durumdadır ve ham petrol talebi her geçen yıl giderek artmaktadır. Öte yandan, son dönemlerde yaşanan ekonomik ve demografik genişlemelerle birlikte enerji talebini önemli ölçüde artırmakla birlikte ithalata olan bağımlılığı da artırmıştır. Türkiye, enerji talebindeki artışı rasyonelleştirmek, tüketici enerji maliyetlerini en aza indirmek ve ithalat artış hızını yavaşlatmak için enerji sisteminde bir reform arayışına girmiştir. Petrol ve doğal gaz ithalatına önemli ölçüde bağımlı olduğu göz önüne alındığında, Türkiye enerji arzını güvence altına almayı birinci öncelik ve enerji politikasının temel taşlarından biri haline getirmiştir (Adebayo, 2023, s.18891).

Türkiye, iç ihtiyacını karşılamak için yerli kaynaklara erişimi olmayan, ekonomik açıdan hızla gelişmekte olan enerjiye susamış bir ülkedir. Türkiye, ihtiyacı olan petrolün ancak %9'unu karşılayabilecek durumdadır. Bununla birlikte, Türkiye şu anda tükettiği ham petrolün %93'ünü ithal etmekte ve bu oranın 2023 yılında %4 artacağı tahmin edilmektedir. Türkiye 2017 yılında 25,8 milyon ton ham petrol ithal etmiş ve İran 11,5 milyon tonla Türkiye'nin petrol tedarikçileri arasında ilk sırada yer almıştır (Omidi ve Orhon Özdağ, 2023, s.11). Ancak Donald Trump'ın 2018'de Tahran'a yönelik yaptırımları yeniden yürürlüğe koymasının ardından Türkiye, 2018 Mayıs ayı ortasından itibaren İran'dan petrol ve elektrik alımını durdurmuştur. Bununla birlikte, 2022'de Türkiye'nin aylık ham petrol ithalat ortalaması 2,8 milyon ton civarında gerçekleşmiştir. Yine 2022 yılı verilerine göre Türkiye'nin en fazla petrol ithalatı yaptığı ülkeler Rusya, Irak ve İran'dır. Ham petrol ithalatı, ülkenin enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşıladığından Türkiye ekonomisi için önemli bir faktör olarak görülmektedir ve ithalat miktarı, ülkedeki petrol fiyatlarını etkilemektedir. Türkiye'nin ham petrol ithalatı, çeşitli kaynaklardan ve limanlardan temin edilmektedir (Omidi ve Orhon Özdağ, 2023, s.12).

Türkiye, dünya çapında önemli bir ham petrol ithalatçısı konumundadır ve ithal edilen ham petrol, genelde ulaşım, sanayi ve enerji sektörlerinde kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu sektörler ve enerji talebi, Türkiye'nin ham petrol ithalatını doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte, Türkiye'nin ham petrole bağımlı olması cari açığı da olumsuz yönde etkilemektedir. Ham petrol ithalatı, ülkenin cari açığının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Türkiye'nin ham petrol ithalatı, her yıl artış göstermekte ve ülke ekonomisini ve cari açığı olumsuz olarak etkilemektedir. Türkiye, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi konusunda çeşitli çalışmalar yapmakta ve ham petrol ithalatının etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır (İnançlı ve Akı, 2022, s.122-123).

Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu'nda (GTİP) 270900, ham petrolü ifade etmektedir. Bu pozisyon, petrol yağları ve bitümenli minerallerden elde edilen yağları içeren bir kategoridir ve ticari işlemlerde kullanılan uluslararası bir standarttır. Bu kategori, petrol endüstrisindeki ürünlerin ithalat ve ihracatında kullanılmaktadır. Tablo 1'de yıllara göre (2000-2022) Türkiye ham petrol ithalat miktarları ton olarak gösterilmektedir. 2000 yılında 21 milyon ton civarında olan ham petrol ithalatının, 2022'de 33 milyon tonu aştığı görülmektedir.

Tablo 1: Yıllara Göre Türkiye Ham Petrol İthalat Miktarı (Ton)

Yıllar	Ham Petrol İthalat Miktarı (Ton)	Yıllar	Ham Petrol İthalat Miktarı (Ton)
2000	21.362.926	2012	19.479.238
2001	23.141.640	2013	18.554.147
2002	23.707.589	2014	17.481.481
2003	24.028.667	2015	25.065.977
2004	23.917.019	2016	24.957.388
2005	23.389.647	2017	25.766.549
2006	23.786.875	2018	20.970.669
2007	23.445.764	2019	31.073.818
2008	21.833.471	2020	29.368.757
2009	14.219.427	2021	31.398.360
2010	16.873.392	2022	33.486.198
2011	18.049.163		

Kaynak: TÜİK, 2023

Literatür taraması

Enerjide dışa bağımlılık hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkeler için önemli sorunlar oluşturmaktadır. Ancak özellikle Türkiye gibi fosil enerji kaynakları açısından yetersiz olan gelişmekte olan ülkeleri etkilemektedir. Bu sebeple, enerjide dışa bağımlılığın belirleyicilerinin belirlenmesi ve alternatif enerji kaynakları ile bu bağımlılığın azaltılmasına yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu alanda yapılan ilk çalışmalara bakıldığında, çalışmaların daha çok petrol ithalatının belirleyicilerini belirlemeye yönelik yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar (kronolojik olarak) şöyle sıralanabilir: Zhao ve Wu (2007), Jiping ve Ping (2008), Ghosh (2009), Ziramba (2010), Ediger ve Berk (2011), Kim ve Baek (2013).

Bununla birlikte, enerji ekonomisi ile ilgili literatür incelendiğinde, enerji tahmini çalışmalarının gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde sıklıkla yapıldığı görülmektedir. Türkiye’de ise bu çalışmaların 2000’li yıllardan sonra hız kazandığı söylenebilmektedir. İlgili literatürde Türkiye’den bazı örnekler aşağıdaki şekildedir:

Ediger, Akar ve Uğurlu (2006), Türkiye’nin yerli fosil yakıt üretimi için mümkün olan en olası eğriyi tahmin etmek amacıyla 1950’den 2003’e kadar olan tarihsel verilere karşılaştırmalı olarak regresyon, ARIMA ve SARIMA yöntemi uygulayarak fosil yakıt üretimini tahmin etmeye yönelik bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmada farklı fosil yakıt türleri için farklı tahmin modelleri önerilmiştir. Kullanılan rezerv sınıflamaları için en iyi sonuç petrolde elde edilmiştir. Çalışmanın bulguları, fosil yakıt üretiminin zirvesine çoktan ulaşıldığını göstermiş; ülkenin toplam fosil yakıt üretiminin azalacağını ve teorik olarak 2038’de sona ereceğini belirtmiştir. Ancak taşkömürü için 2019’da, doğal gaz için 2024’te, petrol için 2029’da ve asfalt için 2031’de üretimin sona ermesi beklenmiştir.

Ediger ve Akar (2007), 2005’ten 2020’ye kadar Türkiye’nin gelecekteki birincil enerji talebini tahmin etmek için Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) ve mevsimsel ARIMA (SARIMA) yöntemlerini kullanmıştır. Toplam birincil enerji talebinin ARIMA tahmini, daha güvenilir bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, bireysel enerji kaynaklarının ve toplam birincil enerjinin ortalama yıllık büyüme oranlarının, negatif büyüme oranlarına sahip olacak odun ve hayvan-bitki kalıntıları dışında tüm durumlarda azalacağını göstermiştir. Dolayısıyla enerji talep oranındaki düşüş, daha sonraki yıllarda enerji yoğunluğu zirvesine ulaşılacağı şeklinde yorumlanmıştır. Diğer bir yorum da enerji talebindeki herhangi bir düşüşün tahmin edilen dönemde ekonomik büyümeyi yavaşlatacağı yönündedir. Fosil yakıtlardaki değişim oranları ve rezervler, ülkenin enerji sisteminin en iyi karışımına yol açacak şekilde yakıtlar arası ikame yapılması gerektiğini göstermiştir.

Bir başka çalışmada Ünler (2008), Türkiye’nin enerji talebini daha verimli bir şekilde tahmin etmek için PSO tabanlı enerji talep tahmini (PSOEDF) kullanılarak bir model önermiştir. Başka göstergeler de olmakla birlikte, enerji talebinin temel enerji göstergeleri olarak gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), nüfus, ithalat ve ihracat kullanılmıştır. Algoritmanın doğruluğunu göstermek için aynı problem için geliştirilen karınca kolonisi optimizasyonu (ACO) enerji talebi tahmin modeli ile karşılaştırma yapılmıştır.

Kankal, Akpınar, Kömürcü ve Özşahin (2011), yapay sinir ağları (YSA) kullanarak sosyo-ekonomik ve demografik değişkenlere (GSYİH-GSYİH, nüfus, ithalat ve ihracat miktarları ve istihdam) dayalı geleceğe yönelik projeksiyonların tahmin edilmesi için Türkiye’deki enerji tüketiminin modellenmesini

konu almışlardır. Bu amaçla analizlerde farklı göstergeler içeren dört farklı model kullanmışlardır. Analizler sonucunda, Türkiye enerji tüketimini verimli bir şekilde tahmin etmek için uygun bir YSA modeli (GSYİH, nüfus, ithalat ve ihracat miktarı olmak üzere dört bağımsız değişkene sahip) olarak Model 2 önerilmiştir. Önerilen model, enerji tüketimini regresyon modellerinden ve diğer üç YSA modelinden daha iyi tahmin etmiştir. Böylece Türkiye'nin gelecekteki enerji tüketimi bu model aracılığıyla farklı senaryolar altında hesaplanmıştır. YSA tarafından tahmin edilen tahmin sonuçları, resmi tahminler ile karşılaştırılmıştır. Son olarak, analiz edilen tüm senaryoların ETKB projeksiyonlarından daha düşük enerji tüketimi tahminleri verdiği ve bu senaryoların da Türkiye'nin gelecekteki enerji tüketiminin 2014 yılında 117,0 ile 175,4 Mtoe arasında değişeceği sonucuna varılmıştır.

Kıran, Özceylan, Gündüz ve Paksoy (2012), Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ve Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) kullanarak Türkiye'nin enerji talebini tahmin etmek için yeni bir hibrit yöntem (HAP) önermiştir. Önerilen enerji talep modeli (HAPE), bahsedilen iki meta-sezgisel tekniği bütünleştiren ilk modeldir. Sürekli optimizasyon problemlerinin çözümü için geliştirilen PSO, popülasyon tabanlı stokastik bir teknik iken; gerçek karıncaların yuva ve besin kaynağı arasındaki davranışlarını simüle eden ACO, genellikle ayrı optimizasyonlar için kullanılmıştır. Hibrit yöntem tabanlı PSO ve ACO, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), nüfus, ithalat ve ihracatı kullanarak enerji talebini tahmin etmek için geliştirilmiştir. HAPE, doğrusal (HAPEL) ve karesel (HAPEQ) olmak üzere iki biçimde geliştirilmiştir. Gelecekteki enerji talebi farklı senaryolar altında tahmin edilmiştir. Algoritmanın doğruluğunu göstermek adına aynı problem için geliştirilmiş olan ACO ve PSO ile karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, HAPE modelinin göreceli tahmin hataları en düşük olanıdır ve ikinci dereceden form (HAPEQ), sosyo-ekonomik göstergelerdeki dalgalanmalar nedeniyle daha uygun çözümler sunmaktadır.

Solak (2013) çalışmasında, Türkiye'de petrol talebini (2012-2020) tahmin etmek için ARIMA modelini kullanmıştır. ARIMA modelinin sunmuş olduğu tahmin verileri, 2020 yılında petrol talebinin 30,58 mtep olacağını göstermiştir.

Öztürk ve Arısoy (2016), doğru ve daha sağlam fiyat ve gelir tahminleri elde etmek amacıyla zamanla değişen parametreler (TVP) yaklaşımına dayalı olarak Türkiye'deki ham petrol ithalat talebini modellemek ve ithal ham petrolün fiyat ve gelir esnekliklerini tahmin etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, 1966-2012 dönemleri arası yurt içi petrol tüketimi, reel GSYİH ve petrol fiyatının yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, hem gelir hem de fiyat esnekliklerinin teorik beklentilerle uyumlu olduğunu göstermiştir. Ancak, gelir esnekliği istatistiksel olarak anlamlı iken, fiyat esnekliği istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen nispeten yüksek gelir esnekliği değeri (1.182), Türkiye'deki ham petrol ithalatının gelir seviyesindeki değişikliklere daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, ithal ham petrolün normal bir mal olduğunu ve artan gelir seviyelerinin, ekonomik birimler tarafından petrol bazlı ekipman, araç ve hizmetlerin daha fazla tüketilmesini teşvik edeceğini göstermiştir. 1.182 olarak tahmin edilen gelir esnekliği, ithal ham petrol tüketiminin gelirden daha yüksek bir oranda büyüdüğünü göstermiştir. Bu nedenle, tahmin dönemi boyunca ham petrol ithalatı büyük ölçüde gelir tarafından yönlendirilmiştir.

Gümüş ve Kıran (2017)'in çalışmasında, ham petrol fiyatlarını etkileyen faktörler olan parametreler, makine öğrenimi kütüphanelerinden bir gradyan artırma modeli olan XGBoost kullanılarak yorumlanmış ve tahmin yapılmıştır.

Türkiye'de yapılan bu çalışmalar, enerji talep tahmini ve ithalatı açısından önemli sorunları ele almaktadır ve politika yapıcılar ve araştırmacılar için faydalı kaynaklar niteliğindedir. Çalışmalar aynı zamanda, Türkiye'nin ham petrol ithalatı ile ilgili konuları farklı açılardan ele almakta ve enerji politikaları açısından önemli ipuçları sağlamaktadır.

Yöntem

Akademik yöntem, bilimsel araştırmaların yürütülmesinde kullanılan, sistematik ve disiplinli bir yaklaşımdır. Bu yöntem, bilimsel araştırmaların objektif ve güvenilir sonuçlar üretmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Akademik yöntem, araştırmacıların hipotezler kurmalarını, verileri toplamalarını, analiz etmelerini, yorumlamalarını ve sonuçlarını sunmalarını içerir. Bu yöntem, araştırmaların doğru, tekrarlanabilir ve geçerli sonuçlar üretmesini sağlamakta ve bilimsel çalışmaların bir parçası olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, 2023 yılı Mart-Aralık aylarında Türkiye'nin ham petrol ithalat tahmin değerleri Zaman Serisi Analiz modellerinden ARIMA modeli kullanılarak elde edilmiştir. ARIMA yönteminin kısa dönemli tahminlerde diğer yöntemlere kıyasla daha iyi oluşu yöntem olarak ARIMA'nın seçilmesinin

uygun olacağı düşüncesini doğurmuştur. Türkiye aylık ham petrol ithalat miktarı (kg), tasarlanan ARIMA modelinin bağımlı değişkenidir. Modelde 5 adet bağımsız değişken kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler arasında ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi (YÜFE), aylık ortalama Amerikan Doları kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD), aylık Türkiye ithalatı (USD) ve aylık Avrupa petrol varil fiyatı (USD) yer almaktadır.

Model tasarımı için, konuyla ilgili literatür taranmış ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesinde temel alınmıştır. Daha sonra Tahminlemede kullanılacak olan bağımsız değişkenlere ait geçmiş veriler TÜİK, TCMB ve EİA resmî web sitelerinden aylık olarak elde edilmiştir. Veri setleri Ocak 2004 ile Şubat 2023 arasındaki 230 aylık dönemi kapsamaktadır (~19 yıl). Her bir bağımsız değişken için, farklı ve uygun ARIMA modelleri kullanılarak, 2023 yılı Mart-Aralık ayları arasında gerçekleşecek 10 aylık değerler tahmin edilmiştir. Tahminleme işlemi için SPSS 25 yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım aracılığıyla, bağımsız değişken tahmin verileri de hesaba katılarak, 2023 yılı Mart-Aralık aylarına ait, Türkiye aylık ham petrol ithalat miktarları tahmin edilmiştir.

Zaman Serileri Analizi

Zaman Serileri Analizi, zamanla değişen verilerin istatistiksel analizidir. Zaman serileri, örneğin bir ürünün satışları, hisse senedi fiyatları, hava sıcaklığı gibi bir veya birden fazla değişkenin zamanla değiştiği verilerdir. Zaman serileri analizi, geçmiş verilere dayanarak gelecekteki değerleri tahmin etmek için kullanılmaktadır. Zaman serileri, belli aralıklarla ölçülen veya kaydedilen bir değişkenin zaman içindeki değerlerinden meydana gelmektedir. Örneğin, bir hisse senedinin günlük kapanış fiyatları, bir şirketin aylık gelirleri veya bir ülkenin yıllık GSYİH'sı zaman serilerine örnek olarak verilebilir.

ARIMA Modeli

ARIMA modeli, zaman serileri verilerinin tahmini için sıklıkla kullanılmakta olan bir yöntemdir. Bu model, verilerin önceki değerlerini kullanarak gelecekteki değerlerin tahmin edilmesini sağlamaktadır. ARIMA modeli, birçok uygulama alanında başarı ile kullanılmaktadır. Finansal veriler, iklim verileri, pazarlama verileri ve ekonomik veriler gibi birçok alanda ARIMA kullanılabilir.

ARIMA (p, d, q) modeli, mevsimsel ve durağan olmayan davranışın ortadan kaldırıldığı, ARMA modellerinin dönüştürülmüş zaman serilerine uygulanmasına dayanmaktadır. {zt} orijinal zaman serisi ise, bazı dönüşümlerden sonra mevsimsel olmayan ve durağan bir zaman serisi olan {xt} elde edilir. Daha sonra, bu dönüştürülmüş zaman serisi bir ARMA modeli ile donatılır; burada zaman serisinin mevcut değeri xt, p önceki değerlerin lineer toplamı ve q önceki sapmaların ağırlıklı toplamı olarak ifade edilmektedir. ARMA modeli elde edildikten sonra, dönüştürülmüş zaman serilerinin gelecekteki değerlerini elde etmek için bir tahmin modeli kurulur. Son olarak, orijinal zaman serisinin {zt} gelecekteki değerlerini elde etmek için önceki dönüşümler geri alınır (Navarro-Esbri, Diamadopoulos ve Ginestar, 2002, s.203).

Materyal ve metot

Bu çalışmada, Zaman Serileri Analiz modellerinden ARIMA modelleri kullanılarak Türkiye'nin 2023 yılı Mart-Aralık aylarına ait 10 aylık ham petrol ithalat miktarları tahmin edilmiştir. Çalışmanın bağımlı değişkeni; aylık ham petrol ithalat miktarıdır. Modelin bağımsız değişkenleri ise, ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi, aylık ortalama Amerikan Doları kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD), aylık Türkiye ithalatı (USD) ve aylık Avrupa petrol varil fiyatıdır (USD).

“Ekonometrik araştırmalarda bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait verilerin güvenilir kaynaklardan doğru olarak toplanması ve analiz verilerinin modele uygun olarak hazırlanması tahminlerin tutarlılığını etkilemektedir” (Gujarati, 2003, s.636). Çalışmada kullanılan aylık veri setleri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) ve ABD Enerji Bilgilendirme İdaresinden (EIA) edinilmiş olup, 2004 Ocak - 2023 Şubat arası dönemi (230 ay) kapsamaktadır. Elde edilen analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Veri setinde kayıp veri bulunmamaktadır.

Model kurulumu

Ham petrol ithalat tahmini birçok faktöre bağımlıdır. Çalışmanın model kurulumuna ilişkin, konuyla ilgili literatür incelendikten sonra, ham petrol ithalatına etki eden faktörler tarafımızca derlenmiş ve aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Ekonomik Büyüme: Ham petrol ithalatı, bir ülkenin ekonomik büyümesi ile doğrudan ilişkilidir. Ekonomik büyüme, ham petrol talebinde artışa neden olmaktadır ve bu durum da ham petrol ithalatını artırmaktadır (Raza ve Lin, 2021, s.2).

- Sanayi Üretimi: Sanayi üretimi, ham petrol talebinin ana kaynaklarından. Sanayi sektörü, genelde büyük miktarlarda enerji ve petrol kullanmaktadır. Sanayi üretimi arttığı zaman, ham petrol talebi de artmaktadır (Öztürk ve Arısoy, 2016, s.174).
- Döviz Kuru: Uluslararası serbest piyasalarda ham petrol fiyatları genelde Amerikan Doları olarak belirlenmektedir. Dolayısıyla, ülkedeki döviz kurunda oluşan değişiklikler, petrol ithalat fiyatlarını etkilemektedir. Ülkenin döviz kuru düştüğü zaman, ham petrol ithalatı daha pahalı hale gelmektedir (Özata, 2014, s.72).
- Ham Petrol Fiyatları: Ham petrol fiyatları, dünya petrol piyasalarındaki arz ve talep dengesine göre belirlenmektedir. Ham petrol fiyatlarında meydana gelen değişiklikler, ülkelerin ham petrol ithalat maliyetlerine doğrudan etki etmektedir (Ediger ve Berk, 2011, s.2040).
- Politik Faktörler: Ham petrol ithalatı, siyasi ve coğrafi faktörlere de bağlıdır. Örneğin, bir ülke, belirli bir bölgedeki siyasi gerilimler nedeniyle petrol tedarikçilerine ulaşamayabilir veya belirli bir ülkeyle siyasi anlaşmazlıklar nedeniyle petrol ithalatı yapmak istemeyebilir (Balat, 2010, s.2002).

Bu faktörler, ülkelerin petrol ithalat tahminlerinin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmada; Zaman Serileri Analiz modellerinden ARIMA modelleri kullanılarak Türkiye'nin 2023 yılı Mart-Aralık ayı dönemlerinde gerçekleştireceği 10 aylık ham petrol ithalat miktarları tahmin edilmiştir. Tasarlanan modelin bağımlı değişkeni Türkiye aylık ham petrol ithalat miktarıdır (kg). Modelin bağımsız değişkenleri ise, ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi, aylık ortalama Amerikan Doları kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD), aylık Türkiye ithalatı (USD) ve aylık Avrupa petrol varil fiyatıdır (USD).

Uygulama ve bulgular

Tasarlanan modelde 5 adet bağımlı değişken vardır. Ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi, üretilen ham petrolün Türkiye'de belirli bir dönemdeki fiyatlarının ağırlıklı ortalamasını ölçen bir endekstir. Bu endeks, ham petrolün üretim maliyetlerini yansıtmaktadır. Ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi, petrol üreticilerinin kârlılığını ve genel ekonomik durumu ölçmek için kullanılabilir. Bu endeks, ekonomik analizlerde ve politika yapımında önemli bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Tablo 2'de çalışmada kullanılan veri setinin bir bölümü sunulmuştur.

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Veri Setinin Bir Bölümü

Dönemler	Ham Petrol Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi	Ortalama Dolar Kuru-TL	Türkiye İhracatı-USD	Türkiye İthalatı-USD	Avrupa FOB Petrol Varil Fiyatı-USD	Ham Petrol İthalat Miktarı-Kg
2004-1	96,02	1,3499	4.619.660.840	6.329.956.967	31,28	1.978.533.062
2004-2	93,30	1,3302	3.664.503.043	6.139.441.840	30,86	1.951.767.299
2004-3	85,00	1,3222	5.218.042.177	8.451.887.708	33,63	2.030.768.650
2004-4	94,64	1,3579	5.072.462.994	7.932.034.288	33,59	1.798.066.844
2004-5	98,11	1,5086	5.170.061.605	7.990.553.353	37,57	2.109.344.674
2004-6	124,05	1,4959	5.284.383.286	8.467.764.892	35,18	2.200.683.204
...
...
...
2022-8	5.071,46	18,0274	19.479.393.798	30.744.989.546	100,45	2.942.495.834
2022-9	4.873,91	18,3144	20.617.598.991	30.184.852.934	89,76	2.984.449.191
2022-10	4.680,36	18,5981	19.503.663.637	27.497.799.701	93,33	2.884.087.490
2022-11	4.791,93	18,6244	20.032.224.549	28.297.921.962	91,42	2.633.417.587
2022-12	4.603,02	18,6705	20.796.757.674	30.749.482.171	80,92	2.267.025.601
2023-1	4.193,96	18,7914	17.526.351.030	31.842.469.777	82,5	2.255.846.010
2023-2	4.240,37	18,8572	17.057.804.096	28.904.753.548	82,59	2.017.437.826

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

Aylık Ortalama Dolar Kuru, Türk Lirası'nın (TL) Amerikan Doları (USD) karşısındaki değerinin aylık ortalama bir değeridir. Bu değer, Türkiye'deki döviz kurlarının istikrarını ve doların TL karşısındaki değerindeki değişimleri ölçmektedir. Aylık ortalama Dolar Kuru, döviz piyasasındaki arz ve talep faktörlerine, ekonomik göstergelere, siyasi olaylara ve diğer faktörlere bağlı olarak da değişebilmektedir. Aylık Ortalama Dolar Kuru, özellikle Türkiye'nin ihracat ve ithalat faaliyetleri için önemlidir, çünkü ülkenin dış ticareti genelde Amerikan Doları kullanılarak yapılmaktadır.

Türkiye ihracat ve ithalat değerleri, Türkiye'nin diğer ülkelerle gerçekleştirdiği mal ve hizmet ticaretinde kullanımını ifade eder. Türkiye'nin ihracatı, ülkenin mal ve hizmetlerinin yurt dışına satılmasıdır ve dış ticaret fazlası oluşturmaktadır. İthalat ise, ülkeye yurt dışından mal ve hizmetlerin getirilmesidir ve dış ticaret açığı meydana getirmektedir. Bu iki veri, Türkiye'nin dış ticaret hacmini gösteren önemli göstergelerdir ve ülkenin ekonomik performansı hakkında bilgi verirler.

Avrupa FOB Petrol Varil Fiyatı, Avrupa'da Free on Board (FOB) koşullarında işlem gören petrolün varil fiyatını ifade etmektedir. Bu fiyat, petrol piyasalarındaki arz ve talep koşullarına, üretici ülkelerin politikalarına ve diğer ekonomik faktörlere bağlı olarak dalgalanmaktadır. Avrupa FOB Petrol Varil Fiyatı, petrol ihraç eden ülkeler ve petrol ithal eden ülkeler için önemli bir göstergedir. Avrupa FOB Petrol Varil Fiyatı, uluslararası petrol piyasalarının belirleyici bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi için ARIMA(3,1,0)(0,0,0), aylık ortalama Amerikan Dolar kuru için ARIMA(2,1,0)(1,0,1) ve Türkiye ihracatı için ARIMA(2,1,0)(0,1,0) modelleri kullanılmıştır. Türkiye ithalatı için ARIMA(0,1,1)(1,0,0) ve Avrupa FOB petrol varil fiyatı için ARIMA(0,1,1)(0,0,0) modelleri tercih edilmiştir. Bağımlı değişkenlerin 2023 yılı 10 aylık tahminlemeleri için yapılan ARIMA model analizlerinin istatistiki hataları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Arima Modelleri ile Yapılan Analizlerin İstatistiki Hata Sonuçları

İstatistiki Hatalar	Ham Petrol Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi	Aylık Ortalama Dolar Kuru	Türkiye İhracatı	Türkiye İthalatı	Avrupa FOB Petrol Varil Fiyatı
R-kare	0,985	0,998	0,842	0,908	0,946
RMSE	128,580	0,170	1.417.680.114	1.552.681.508	6,013
MAPE	7,753	2,319	8,205	7,029	7,254
MaxAPE	39,702	10,046	59,750	44,653	66,448
MAE	55,871	0,088	946.948.688	1.144.952.798	4,708
MaxAE	911,573	1,059	7.613.137.739	5.558.147.104	22,311
Normalize BIC	9,855	-3,330	42,318	42,493	3,635

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

ARIMA modelinde, zaman serisindeki değerler geçmiş değerler üzerinden modellenir ve gelecek dönemler için tahmin işlemi gerçekleştirilir. Analiz edilen herhangi bir seri durağan olsun ya da olmasın, mevsimsel unsur içersin veya içermesin SPSS programı ile analiz edilebilmektedir. SPSS yazılımında Expert Modeler kullanılarak araştırmamızın bağımsız değişkenlerine ilişkin veri seti durağan hale getirilmiştir.

Bununla birlikte, MAPE tahmin hatalarını yüzde olarak belirtmekte ve yalnız başına da bir anlam taşımaktadır. Bu sebepten ötürü analiz çalışmalarında diğer yöntemlere kıyasla daha fazla kabul görmektedir. Araştırmada, ARIMA modellerinin MAPE hata değerleri ham petrol yurt içi üretici fiyat endeksi için %7,753, aylık ortalama dolar kuru için %2,319, Türkiye ihracatı için %8,205, Türkiye ithalatı için %7,029, Avrupa FOB petrol varil fiyatı için %7,254 olarak hesaplanmıştır. MAPE hata değerleri %10'dan düşük olan tahmin modelleri literatürde "yüksek doğruluklu" tahmin modelleri olarak değerlendirilmektedir. Yani ARIMA modelleri ile yapılan tahminleme işlemi MAPE hata değerine göre "yüksek doğruluğa sahip tahmin modelleri" olarak açıklanabilmektedir. (Eşidir, Gür, Yoğunlu ve Çubuk, 2022, s.274)

Tablo 4'te bağımsız değişkenlere ait 2023 yılı Mart ile Aralık aylarına ait 10 aylık tahmin değerleri verilmiştir.

Tablo 4: Bağımsız Değişkenlere Ait 10 Aylık Tahmin Değerleri

Dönemler	Ham Petrol Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi	Ortalama Dolar Kuru	Türkiye İhracatı-USD	Türkiye İthalatı-USD	Avrupa FOB Petrol Varil Fiyatı-USD
2023-3	4.266,97	19,0035	20.566.741.671	31.094.310.984	78,43
2023-4	4.432,69	19,3114	21.196.274.398	30.689.588.514	77,11
2023-5	4.583,44	19,6557	16.676.507.066	29.932.204.592	77,11
2023-6	4.737,05	19,9234	20.861.563.336	30.860.295.106	77,11
2023-7	4.862,56	20,1125	16.132.502.333	29.655.271.426	77,11
2023-8	4.984,49	20,3390	18.638.126.783	31.597.168.756	77,11
2023-9	5.107,92	20,5785	19.777.029.826	31.334.556.875	77,11
2023-10	5.239,48	20,8643	18.662.599.112	30.074.771.154	77,11
2023-11	5.377,23	21,1430	19.191.306.383	30.449.896.807	77,11
2023-12	5.519,78	21,3660	19.955.829.033	31.599.275.058	77,11

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

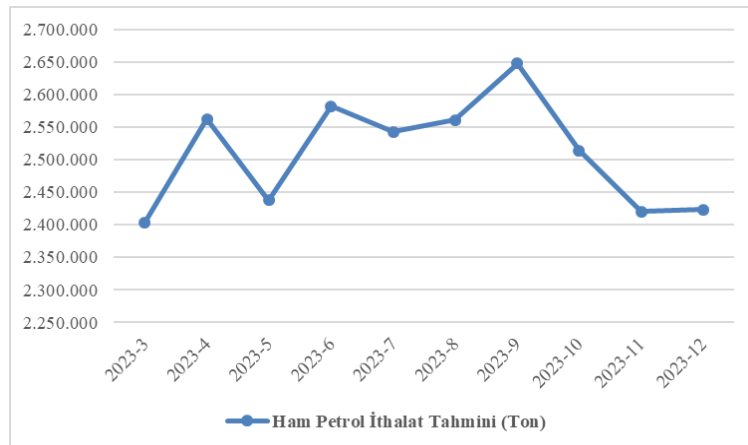
Araştırmanın sonraki aşamasında ise, bağımsız değişken veri setleri de hesaba katılarak ham petrol ithalat miktarı ARIMA(0,1,1)(1,0,1) modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. ARIMA modelinde, zaman serisindeki değerler geçmiş değerler üzerinden modellenir ve gelecek dönemler için tahmin işlemi gerçekleştirilir. 2023 yılı Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarında yaklaşık 2,4 milyon ton ham petrol ithal edileceği tahmin edilmiştir. En yüksek ithalat değeri ise 2,65 milyon ton ile Eylül ayı için öngörülmüştür.

Tablo 5: ARIMA Modeli ile Tahminlenen Türkiye Ham Petrol İthalat Miktarları

Aylar	Ham Petrol İthalat Tahmini (Ton)
2023-3	2.403.824
2023-4	2.562.565
2023-5	2.437.947
2023-6	2.581.863
2023-7	2.542.474
2023-8	2.560.875
2023-9	2.647.670
2023-10	2.513.740
2023-11	2.420.315
2023-12	2.423.406

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

Şekil 1'de tahminlenen Türkiye ham petrol ithalat miktarları grafik ortamında gösterilmiştir. Tahminlenen ithalat miktarlarının 2,4 milyon ton ile 2,65 milyon ton arasında değiştiği grafikten anlaşılmaktadır.

**Şekil 1:** ARIMA Modeli İle Tahminlenen Türkiye Ham Petrol İthalat Miktarı

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir

Modellerin performans, hata ve güvenilirlik sonuçları Tablo 6'da ifade edilmiştir. Uyum ölçütleri, istatistiksel modelleme ve veri analizinde kullanılmaktadır. Bir modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu veya tahminlerin gerçek değerlerle ne kadar iyi eşleştiğini ölçmek için kullanılmaktadır.

Tablo 6: Ham Petrol İthalat Miktarı Uyum Ölçütü Değerleri

Uyum Ölçütleri	Değerler
R-kare	0,724
RMSE	287.553.424
MAPE	12,402
MaxAPE	108,931
MAE	220.291.776
MaxAE	1.003.308.334
Normalize BIC	39,180

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir.

R-kare, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki varyansın yüzdesini açıklama kabiliyetini ölçer. R-kare değeri, 0 ile 1 arasında bir değer alır ve genellikle yüzde olarak ifade edilir. Değer ne kadar yüksek olursa, modelin bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini o kadar iyi açıkladığı anlamına gelir. Bir R-kare değeri 1'e yakınsa, model bağımlı değişkenin neredeyse tamamını açıklıyor demektir. Analizde R-kare değeri 0,724 olarak ölçülmüştür.

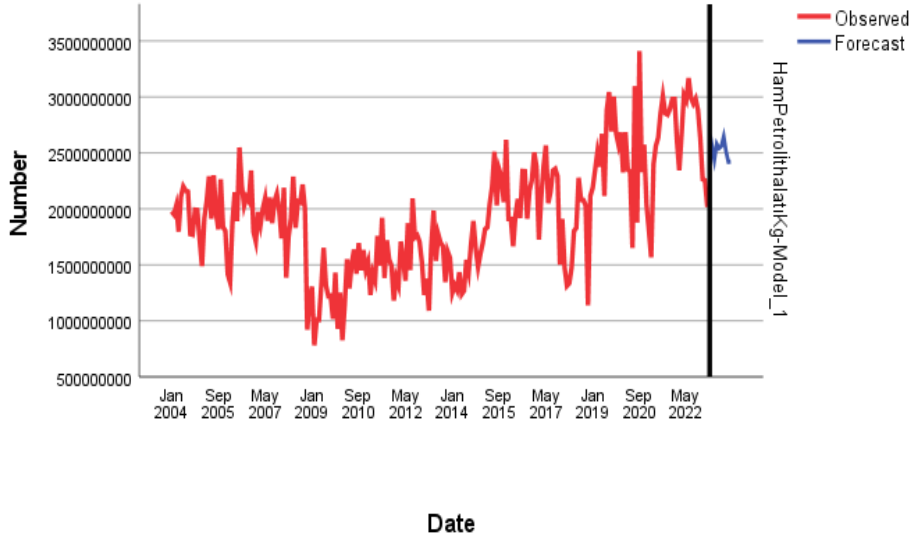
RMSE (Root Mean Square Error) tahminlerin gerçek değerlerden ne kadar uzak olduğunu ölçen bir istatistiksel ölçüttür. RMSE, modelin tahmin hatalarının ortalamasını ve bu hataların değişimini hesaplamaktadır. RMSE, gerçek değerler ile modelin tahmin ettiği değerler arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökü olarak hesaplanır. Bu hesaplama, hataların mutlak değerlerini kullanarak hesaplanan MAE'ye (Mean Absolute Error) benzer, ancak hataların kareleri kullanıldığından, büyük hataların daha fazla etkisi vardır ve modelin performansını daha hassas bir şekilde ölçer.

MaxAPE (Maximum Absolute Percentage Error), bir tahmin modelinin tahminlerinin gerçek değerlerden yüzde olarak ne kadar uzak olduğunu ölçer. MaxAPE, gerçek değerlerin ve modelin tahmin ettiği değerlerin farkının mutlak değerinin, gerçek değer yüzde olarak kaçına denk geldiğini hesaplar. Bu hesaplama, diğer ölçütlerden farklı olarak, modelin en kötü performans gösterdiği tahminleri belirlemeye odaklanır.

MAPE (Ortalama Mutlak Yüzde Hata-Mean Absolute Percentage Error) hata değeri 12,402'dur. MAPE değerleri %10 ile %20 arasında olan modeller doğru tahmin modelleri olarak sınıflandırılmaktadır. MAPE, zaman serileri modellerinde tahminlerin doğruluğunun belirlenmesinde sıkça kullanılmaktadır. MAPE tahmin hatalarını yüzde olarak belirtir ve yalnız başına da bir anlam taşır. Bu sebepten ötürü analiz çalışmalarında diğer yöntemlere kıyasla daha fazla kabul görmektedir. MAPE istatistiği, farklı birim değerlere sahip modellerin karşılaştırılmasında ortaya çıkabilecek dezavantajları elimine etmektedir (Çubuk ve Eşidir, 2021: 79).

Normalize BIC (Bayesian Information Criterion), bir veri kümesi için birden çok olası model arasından en iyi modeli seçmek için kullanılmaktadır. Normalize BIC, modellerin karmaşıklığını (parametre sayısı) ve uyumunu (modelin veri kümesi üzerindeki uygunluğunu) dikkate almaktadır. Normalize BIC değeri ne kadar düşük olursa, o kadar iyi bir model seçimi yapıldığı anlamına gelmektedir. Normalize BIC değeri 39,180 olarak bulunmuştur.

Şekil 2'de ARIMA modelinin ürettiği gerçekleşen ve tahminlenen ham petrol ithalat miktarları gösterilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere gelecek 10 aylık dönemde Türkiye'nin ithal edeceği ham petrol miktarının dalgalı bir seyir izleyeceği tahmin edilmiştir.



Şekil 2: ARIMA Modeli İle Gerçekleşen ve Tahminlenen Ham Petrol İthalat Miktarı

Kaynak: Yazarlar tarafından üretilmiştir

Sonuç ve değerlendirme

Türkiye, enerji ihtiyacının önemli bir kısmını ham petrole dayalı olarak karşılamaktadır. Ülkede yer altı kaynakları sınırlı olduğu için ham petrol ihtiyacının büyük bir kısmı ithal edilmektedir. Türkiye'nin aylık ham petrol ithalatı, ülkenin ekonomik büyümesi ve sanayileşmesi ile birlikte son yıllarda artış göstermiştir. 2022 yılında, Türkiye'nin aylık ham petrol ithalatı ortalama 2,8 milyon ton civarındadır. En çok ham petrol ithal edilen ülkeler arasında Rusya, Irak, İran ve Suudi Arabistan yer almaktadır.

Türkiye'nin enerji arz güvenliği açısından ham petrol ithalatı stratejik öneme sahip bir konudur. Bu sebeple ülke, enerji arzını çeşitlendirmek ve enerji bağımsızlığını sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına da yatırım yapmaktadır. Ayrıca, Türkiye petrole olan bağımlılığını azaltmak için yerli petrol arama çalışmalarına da devam etmektedir.

Türkiye'nin aylık petrol ithalatı, ülkenin ekonomik büyümesi ve enerji talebiyle doğrudan ilişkilidir. Türkiye'nin enerji arzını çeşitlendirmeye yönelik politikaları, petrol ithalatına olan bağımlılığı azaltabilecektir. İthal edilen ürün miktarlarının doğru tahmin edilmesi, kaynakların elverişli kullanımına, maliyetlerin azaltılmasına ve gereksiz ithalatın engellenmesine yardımcı olacaktır. Bu açıdan bakıldığında, öncelikli olarak bölgesel yatırım ortamının analiz edilmesi ve enerji alanında yatırım ortamı ekosisteminin geliştirilmesi önem arz etmektedir (Çubuk, 2021, s.183).

Bu çalışmada, Zaman Serileri Analiz modellerinden ARIMA modelleri kullanılarak Türkiye'nin 2023 yılı Mart-Aralık aylarına ait 10 aylık ham petrol ithalat miktarları tahmin edilmiştir. Tasarlanan modelin bağımlı değişkeni Türkiye ham petrol aylık ithalat miktarıdır (kg). Modelin bağımsız değişkenleri ise, ham petrol yurtiçi üretici fiyat endeksi, aylık ortalama Amerikan Doları kuru (TL), aylık Türkiye ihracatı (USD), aylık Türkiye ithalatı (USD) ve aylık Avrupa petrol varil fiyatıdır (USD).

Çalışmada kullanılan aylık veri setleri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) ve ABD Enerji Bilgilendirme İdaresinden (EIA) edinilmiştir. Veri setleri, 2004 yılı Ocak ayı ile 2023 yılı Şubat ayına kadar olan 230 aylık dönemi içermektedir. Elde edilen analiz sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Veri setinde kayıp veri bulunmamaktadır. 2023 Mart-Aralık ayları arasında Türkiye'nin ham petrol ithalat miktarlarının 2,4 milyon ton ile 2,65 milyon ton arasında değişeceği tahmin edilmiştir.

Araştırmamız sonucunda ARIMA modelinden elde edilen tahmin verileri doğrultusunda, 2023 yılı (Mart-Aralık) 10 aylık ham petrol ithalatının dalgalı bir şekilde ilerleyeceği görülmektedir. Dolayısıyla Solak (2013)'ün çalışmasında ifade edilen petrol talebinin dalgalı bir şekilde ilerleyeceği ile bizim çalışmamızın sonuçları örtüşmektedir. Buna ek olarak, yine araştırmamız sonucu elde edilen tahmin verileri doğrultusunda, petrol ithalatının artış eğilimi göstereceği tespit edilmiştir. Bu sonucun, Ediger ve Akar (2007)'ün bireysel enerji kaynaklarının ve toplam birincil enerjinin ortalama yıllık büyüme oranlarının ilerleyen yıllarda tüm durumlarda azalacağı sonucunu desteklediği görülmektedir.

Bununla birlikte, Türkiye'nin petrol ithalatındaki artış trendi devam etmektedir. Bu artışın nedenleri arasında ülkenin hızla gelişen sanayisi ve artan enerji ihtiyacı yer almaktadır. Türkiye'nin ham petrol

ithalatı yapmak zorunda kalması, ülke ekonomisini doğrudan etkilemektedir. Ham petrol fiyatlarındaki yükselişler, Türkiye'nin ithalat faturasını artırarak ekonomik sıkıntılara neden olmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin aylık ham petrol ithalatı, ülkenin ekonomik dengesi için önemli bir faktördür. ARIMA tahminlerine göre, 2023 yılı içerisinde Mart-Aralık aylarına ait ham petrol ithalat artışı eğiliminden ötürü, Türkiye'nin enerji politikalarını, petrol ithalatı konusundaki stratejilerini ve alternatif enerji kaynaklarına yönelik yatırımlarını iyi bir şekilde yönetmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın mevcut enerji ithalat tahmini literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, benzer çalışmayı yürütecek araştırmacılar; çalışmadaki ARIMA modellerini inceleyerek, modellerde iyileştirmeler ve geliştirmeler yaparak yeni öneriler ve tavsiyeler geliştirebilirler. Gelecek çalışmalarda, daha farklı bağımsız değişkenler kullanılabilir, değişken sayıları artırılabilir, farklı tahmin modelleri çalışmanın modelleri ile karşılaştırılabilir.

Hakem Değerlendirmesi / Peer-review:

Dış bağımsız

Externally peer-reviewed

Çıkar Çatışması / Conflict of interests:

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

The authors have no conflict of interest to declare.

Finansal Destek / Grant Support:

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

The authors declared that this study has received no financial support.

Teşekkür / Acknowledgement:

Business & Management Studies: An International Journal Yayın ve Editör kurulu üyelerine, yayının daha kaliteli ve özgün olmasında emekleri olan değerli hakemlere teşekkür ederiz.

We would like to thank the members of the Editorial Board and the Editorial Board of Business & Management Studies: An International Journal and the valuable referees for their efforts in making the publication more quality and original.

Yazar Katkıları / Author Contributions:

Fikir/Kavram/Tasarım - *Idea/Concept/ Design*: K.A.E., Y.E.G. Veri Toplama ve/veya İşleme - *Data Collection and/or Processing*: K.A.E., Y.E.G. Analiz ve/veya Yorum - *Analysis and/or Interpretation*: K.A.E., Y.E.G. Kaynak Taraması - *Literature Review*: Y.E.G., K.A.E., Makalenin Yazımı - *Writing the Article*: Y.E.G., K.A.E., Eleştirel İnceleme - *Critical Review*: Y.E.G., Onay - *Approval*: Y.E.G., K.A.E.

Kaynakça / References

- Adebayo, T. S. (2023). Çevresel sürdürülebilirlik koridorunun değerlendirilmesi: Türkiye'de petrol tüketimini, hidro enerji tüketimini ve ekolojik ayak izini ilişkilendirmek. *Çevre Bilimi ve Kirlilik Araştırması*, 30 (7), 18890-18900.
- Balat, M. (2010). Security of energy supply in Turkey: Challenges and solutions. *Energy Conversion and Management*, 51(10), 1998-2011.
- Çubuk, M. (2021). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile İllerin Yatırım Ortamlarının Karşılaştırılması. Ankara: Gazi Kitabevi, s. 183.
- Çubuk, M. ve Eşidir, K. A. (2021). Zaman Serileri Analizi ile Türkiye Tavuk Yumurtası Sektörü Üretim ve İhracat Tahmini, Gazi Kitabevi, ISBN: 978-625-7588-55-3, Baskı: Mayıs, Ankara, s. 79.

- Ediger, V. Ş., & Akar, S. (2007). ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey. *Energy policy*, 35(3), 1701-1708.
- Ediger, V. Ş., & Berk, I. (2011). Crude oil import policy of Turkey: Historical analysis of determinants and implications since 1968. *Energy Policy*, 39(4), 2132-2142.
- Ediger, V. Ş., Akar, S., & Uğurlu, B. (2006). Forecasting production of fossil fuel sources in Turkey using a comparative regression and ARIMA model. *Energy Policy*, 34(18), 3836-3846.
- Ediger, V., & Berk, İ. (2011). Crude oil import policy of Turkey: Historical analysis of determinants and implications since 1968. *Energy Policy*, 39(4), 2132-2142.
- Eşidir, K. A. , Gür, Y. E. , Yoğunlu, V. & Çubuk, M. (2022). Yapay Sinir Ağları (YSA) ve ARIMA Modelleri ile Türkiye’de Aylık Sıfır km Otomobil Satış Adetlerinin Tahmin Edilmesi. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9 (2) , 260-277. DOI: 10.47097/piar.1132101
- Ghosh, S. (2009). Import demand of crude oil and economic growth: Evidence from India. *Energy Policy*, 37(2), 699-702.
- Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics*, McGraw Hill, Newyork.
- Gumus, M., & Kiran, M. S. (2017, October). Crude oil price forecasting using XGBoost. In 2017 International conference on computer science and engineering (UBMK) (pp. 1100-1103). IEEE.
- İnançlı, S., & Akı, A. (2022). Empirical analysis of the relationship between energy imports and current account deficit in Turkey for the period of 2010-2019. *Business & Management Studies: An International Journal*, 10(1), 120.
- Jiping, X., & Ping, W. (2008). An Analysis of Forecasting Model of Crude Oil Demand Based on Cointegration and Vector Error Correction Model (VEC). *2008 International Seminar on Business and Information Management*, 1, 485-488.
- Kankal, M., Akpınar, A., Kömürçü, M. İ., & Özşahin, T. Ş. (2011). Modeling and forecasting of Turkey’s energy consumption using socio-economic and demographic variables. *Applied Energy*, 88(5), 1927-1939.
- Kıran, M. S., Özceylan, E., Gündüz, M., & Paksoy, T. (2012). A novel hybrid approach based on particle swarm optimization and ant colony algorithm to forecast energy demand of Turkey. *Energy conversion and management*, 53(1), 75-83.
- Kim, H., & Baek, J. (2013). Assessing dynamics of crude oil import demand in Korea. *Economic Modelling*, 35, 260-263.
- Navarro-Esbrı, J., Diamadopoulos, E., & Ginestar, D. (2002). Time series analysis and forecasting techniques for municipal solid waste management. *Resources, conservation and Recycling*, 35(3), 201-214.
- Omidi, A., & Orhon Özdağ, H. (2023). Analyzing the Mutual Geopolitical and Security Complementarity of Iran and Turkey: Border, Energy, and Water. *Journal of Balkan and Near Eastern Studies*, 1-21.
- Ozturk, I., & Arisoy, I. (2016). An estimation of crude oil import demand in Turkey: Evidence from time-varying parameters approach. *Energy Policy*, 99, 174-179.
- Özata, E. (2014). Sustainability of current account deficit with high oil prices: Evidence from Turkey. *International Journal of Economic Sciences*, 3(2), 71-88.
- Raza, M. Y., & Lin, B. (2021). Oil for Pakistan: What are the main factors affecting the oil import?. *Energy*, 237, 121535, 1-12.
- Solak, A. O. (2013). Türkiye’nin toplam petrol talebi ve ulaştırma sektörü petrol talebinin arıma modeli ile tahmin edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 131-142.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), www.tuik.gov.tr, Erişim Tarihi: 25.04.2023
- U.S. Energy Information Administration-ABD Enerji Bilgilendirme İdaresi (EIA), http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_m.htm, Erişim Tarihi: 24.04.2023.
- Ünler, A. (2008). Improvement of energy demand forecasts using swarm intelligence: The case of Turkey with projections to 2025. *Energy policy*, 36(6), 1937-1944.

- Ürkmez, İ., & Okyar, M. C. (2022). The Effect of Renewable Energy on Energy Import Dependence: An Empirical Analysis in Turkey. *Siyasal: Journal of Political Sciences*, 31(2), 443-462.
- Zhao, X., & Wu, Y. (2007). Determinants of China's Energy Imports: An Empirical Analysis. *Energy Policy*, 35(8), 4235-4246.
- Ziramba, E. (2010). Price and income elasticities of crude oil import demand in South Africa: A co-integration analysis. *Energy Policy*, 38(12), 7844-7849.