



# Türkiye’de Elektrik Tüketiminde Talep Tahmini: Zaman Serisi Ve Regresyon Analizi İle Karşılaştırma

Emine Elif Nebati<sup>1\*</sup>, Murat Taş<sup>2</sup>, Gamze Ertaş<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-3950-4279), emine.nebati@izu.edu.tr

<sup>2</sup> İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: : 0000-0003-3964-536X), murat\_ttas@hotmail.com

<sup>3</sup> İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-0562-6294), gamzertas98@gmail.com

(İlk Geliş Tarihi 21 Eylül 2021 ve Kabul Tarihi 10 Aralık 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.998277)

**ATIF/REFERENCE:** Nebati, E. E., Taş, M. & Ertaş, G. (2021). Türkiye’de Elektrik Tüketiminde Talep Tahmini: Zaman Serisi Ve Regresyon Analizi İle Karşılaştırma. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 348-357.

## Öz

Değişen Dünya koşullarında ve artan nüfusa bağlı olarak, Ülkelerin ekonomik ve sosyal süreçlerinin gelişmesinin en temel ihtiyaçlardan biri, enerjidir. Tüketimin artması sonucu, kaynakların kısıtlı olması ve sanayileşmenin de getirmiş olduğu çeşitli ihtiyaçlar, insanların taleplerinin değişmesine ve farklı sınıflara ayrılmasına neden olmuştur. Firmalar ve kurumlar bu çeşitlilik artışı sonucunda doğrudan etkilenmiş, üretim artmış ve bu sayede ülkelerde ekonomik bakımdan kalkınmıştır. Üretimde dışa bağımlılık, ürünlerin ve bazı enerji kaynaklarının önceden tahmininin yapılması arz- talep dengesi açısından son derece önem teşkil etmektedir. Elektrik enerjisinin depolanma imkânları kısıtlıdır. Bu nedenle, talep miktarına göre enerji üretimi yapılması, kritik derecede öneme sahiptir. Aksi halde talepten fazla gerçekleşen alımlarda depolama kısıtından dolayı kaynak israfına ve devletlerin borçlanmasına sebep olabilmektedir. geleceğe yönelik talep tahminlerinin doğru yapılması kaynakların doğru yönetilmesi bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de ki elektrik tüketim verileri doğrultusunda, regresyon analizi ve zaman serisi tekniklerinden faydalanılarak talep tahmini analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, TÜİK tarafından alınan var olan değerler ile regresyon ve zaman serisi sonucunda yapılmış olduğumuz talep tahmin sonuçlarının birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Talep Tahmini, Zaman Serisi, Regresyon, Enerji

## Demand Forecasting for Electricity Consumption in Turkey: Comparison with Time Series and Regression Analysis

### Abstract

Depending on the changing world conditions and increasing population, one of the most basic needs for the development of the economic and social processes of countries is energy. As a result of increased consumption, limited resources and various needs brought by industrialization, people's demands have changed and they have been divided into different classes. Firms and institutions have been directly affected by this increase in diversity, production has increased and countries have developed economically. Foreign dependency in production, forecasting of products and some energy resources is extremely important in terms of the balance. of supply demand. The storage possibilities of electrical energy are limited. Therefore, it is critically important to produce energy according to the amount of demand. Otherwise, more supply than demand may cause waste of resources and borrowing of states due to storage constraints. Making accurate forecasts of future demand is important for the correct management of resources. In this study, demand forecasting analysis has been made by using regression analysis and time series techniques using electricity consumption data in Turkey. As a result of the study, it has been observed that the existing values obtained by TÜİK and the demand forecast results we reached as a result of regression and time series are close to each other.

**Keywords:** Demand Forecast, Time Series, Regression, Energy

\* Corresponding Author: [emine.nebati@izu.edu.tr](mailto:emine.nebati@izu.edu.tr)

## 1. Giriş

Türkiye’de hızla büyüyen sanayi ve artan nüfus oranı ile birlikte enerji ihtiyacı da hergeçen gün artmaktadır. Dışa bağımlı olma noktasında, arz- talep dengesini sağlamak ve enerji talebinin önceden tahmin edilmesi Türkiye için son derece önemlidir. Oluşan arzın, talebe göre fazla olması durumunda enerji açığına bağlı olarak kesintiler ve çeşitli problemler yaşanacaktır. Talebin, arza göre fazla olması durumunda da depolama sorunundan kaynaklı israflara ve dış borçlanma gibi ülke politikalarını derinden etkileyebilecek sorunlara neden olmaktadır. Dolayısıyla, talep tahmini dengeyi sağlama noktasında büyük önem taşımaktadır.

Devletlerin bu noktada ekonomilerini güçlendirmek ve halkların ihtiyaçlarını karşılayabilmesi açısından gelecek dönemler için tahminlerde bulunması buna bağlı olarak ataklar ve planlar yapması kaçınılmaz bir gereksinimdir. Yapılan bu tahminlerin doğrulukları yönünde karar verme ve planlama aşamaları ülkelerin ekonomisine domino etkisi yaratarak varlıklarını sürdürebilmeleri ve büyüyebilmeleri açısından önemli rol oynamaktadır.

Her ülkenin enerji ihtiyacı vardır ve bunları karşılamak için doğal kaynakları yeterli olmayabilir. Bu yüzden oluşan enerji açığını karşılayabilmek için dışarıya bağımlı konuma gelebilmektedirler. Elektrik enerjisinin bu noktada büyük ölçüde depolanamadığından talep tahminlemesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye’de ki elektrik tüketim verileri doğrultusunda, regresyon analizi ve zaman serisi tekniklerinden faydalanılarak talep tahmini analizi yapılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, TÜİK tarafından alınan var olan değerler ile regresyon ve zaman serisi sonucunda yapılmış olduğumuz talep tahmin sonuçlarının birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmektedir.

Çalışmada öncelikle, özellikle son yıllarda enerji alanındaki araştırmalar incelenmiştir. Sonrasında Elektrik enerjisinin de genel görünümüne yer verildikten sonra Türkiye’de ki duruma değinilmiştir. Üçüncü bölümde, araştırma metodolojisine kısaca değinildikten sonra uygulama bölümü hazırlanmış ve sonuçlar analiz edilmiştir.

Talep tahmini, enerji, zaman serisi, regresyona yönelik literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Son yıllarda, yazındaki bazı ulusal ve uluslararası çalışmalara Tablo 1’de verilmiştir. Erdoğan (2007) çalışmasında, eşbütünleşme analizi ve ARIMA modeli ile elektrik talep tahmini gerçekleştirmiş ve analiz sonuçlarını Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı resmi verileri ile karşılaştırmıştır. Modelde, 1923-2004 yıllarındaki elektrik tüketim değerleri (GWh) değerlendirilmiş, sonrasında model doğrulaması için 2000-2004 yıllarında, elektrik talebi tahmini yapılarak, tahmin sonuçları gerçek tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır (Erdoğan, 2007). Hamzaçebi (2007) çalışmasında, Türkiye’nin net elektrik tüketimini 2020 yılına kadar analiz etmiştir. Araştırmada, sektör bazında 1970-2004 aralığında yıllık elektrik tüketim değerlerini ayırmış ve yapay sinir ağı yöntemi ile modelleme kurmuştur (Hamzaçebi, 2007). Altınay (2010) çalışmasında, Türkiye için aylık toplam elektrik tüketimlerini (GWh)ve 1995-2008 yıllarındaki veriler ele alınarak, 2009 yılı için aylık talep tahmini yapmıştır. Gün uzunluğu, hava koşulları, iktisadi faaliyetler gibi mevsimsel

etkiler taşıyan tüketimin modellenmesi için bu araştırmada ARIMA modeli tercih edilmiştir. (Altınay, 2010). Demirel vd. (2010) çalışmada, 1970-2007 yılları aralığında üretilen enerji, GSMH, kurulu güç, tüketilen enerji, ve nüfus verileri ile ARIMA ve adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) yöntemlerini kullanmış ve talep tahmin modellerini kurmuşlardır. Kurulan modeller ile, 2006-2010 yılları arası elektrik talep tahminleri yapılmıştır (Demirel vd., 2010). Al-Hafid ve Al-maamary (2012) çalışmada, Irak’ın günlük elektrik tüketim verileri ile elektrik talep tahmini yapmışlardır. Zaman serileri analizinde Holt-Winters metodu tercih edilmiştir (Al-Hafid ve Al-maamary 2012). Kheirkhah ve diğerleri 2013 yılında, elektrik tüketimindeki hem mevsimsel hem aylık tahmin değişikliklerini analiz etmek için Yapay Sinir Ağı (YSA), Temel Bileşen Analizi (PCA), Veri Zarflama Analizi (DEA) ve ANOVA gibi çeşitli yöntemler kullanmışlardır ( Kheirkhah ve diğerleri 2013). Liu ve diğerleri 2014 yılında, sıcaklık faktörüne göre kısa vade elektrik yükü tahmini için SARIMAX ve YSA olmak üzere iki çeşit model önermiştir (Liu ve diğerleri 2014). Ozoh ve diğerleri 2014 yılında, Malezya’da bir devlet üniversitesinin verilerini kullanarak farklı değişkenler için, elektrik tüketimini 2009-2012 yıllarını için tahmin etmiştir ( Ozoh ve diğerleri, 2014). Mahmutoglu ve Öztürk (2015) çalışmalarında, 1970-2011 yıllarındaki elektrik tüketim verileri ile Türkiye için 2015-2023 yılları arası brüt elektrik talep tahmini yapmışlardır. ARMA tahmin modeli tercih edilmiştir (Mahmutoglu ve Öztürk, 2015). Hussain vd. (2016) çalışmada, 1980-2011 yılları arası günlük elektrik tüketim verileri ile sektörel olarak 2012-2020 yılları için elektrik enerji talep öngörülerinde bulunulmuştur Holter Winter ve ARIMA yöntemleri tercih edilmiştir. (Hussain vd., 2016). Karaca ve Karacan 2016 yılında, regresyon analizi ile tahminleme çalışması yapmıştır. İnternet Kullanımı, Ortalama Yaşam Beklentisi, Gayri Safi Yurt İçi Milli Hasıla gibi bazı elektrik tüketimini etkileyen faktörleri değerlendirmiştir.( Karaca ve Karacan 2016).Son ve Kim (2017) çalışmada, Kuzey Kore’nin aylık elektrik tüketimlerini tahmin etmişlerdir. Araştırmada, yazın araştırması sonucunda aylık elektrik tüketimini çeşitli ekonomik, meteorolojik, ve demografik değişkenin etkilediği sonucuna varılmıştır (Son ve Kim, 2017). Başoğlu ve Bulut 2017 yılında, Türkiye’nin kısa dönemde elektrik talep tahmini için bir sistem geliştirerek araştırma yapmışlardır. Uzman sistemler ve yapay sinir ağları bütünleşik kullanılmıştır. Gayri safi milli hâsıla, sıcaklık, sanayi üretim endeksi gibi kriterler tahmin için karşılaştırılmıştır (Başoğlu ve Bulut, 2017).Toros ve Aydın 2018 yılındaki çalışmada, 2012- 2016 yıllarında Türkiye’de kısa dönemli elektrik tüketimi ile sıcaklık ilişkisi analiz edilmiştir. Yapay Sinir Ağı (YSA) yöntemi kullanılmıştır (Toros ve Aydın 2018). Çiçek ve Lecuna 2019 yılındaki çalışmada, Türkiye’deki bölgeleri baz alarak elektrik tüketim etkinliğini VZA tekniği ile değerlendirmiştir. Değerlendirmede, tüketici sayısı, sanayi, aydınlatma gibi faktörleri göz önünde bulundurmıştır. Bölgeler arsında verimlilik açısından en iyi sonuç Akdeniz bölgesi olarak gözlenmiştir. Erkinay 2021 yılında, yapay sinir ağları kullanarak İskenderun için aylık enerji tüketim tahmini gerçekleştirmiş ve kurulan modelin büyük devlet tesislerinin ve özellikle yenilenebilir enerji teknoloji alanında yatırım yapanların faydalanabileceğini belirtmiştir (Erkinay Özdemir, 2021).Ülkü ve Yalprı 2021 yılındaki çalışmada, coğrafi bölgelere göre 2030 yılı için elektrik enerjisi tahmini için analiz gerçekleştirmiştir. Nüfus, eğitim durumu, gayri safi yurtiçi hasıla, ihracat gibi kriterleri değerlendirmede kullanmıştır.( Ülkü ve Yalprı 2021).

Tablo 1. 2007-2020 enerji alanında talep tahmini çalışmaları

Yıl	Yazar Soyadı	Makale adı	Yayınlandığı yer	Uygulama alanı	Çalışmanın amacı	Kullanılan yöntemi
2007	Hamzaçebi	Forecasting of Turkey's net electricity energy consumption on sectoral bases.	Energy Policy	Enerji	Türkiye’de net enerji talebinin tahmin edilmesi	YSA
2007	Erdoğan	Electricity demand analysis using cointegration and ARIMA modelling: A case study of Turkey	Energy Policy	Enerji	Türkiye’ de elektrik talep tahmini yapılması	ARIMA
2008	Taylor ve Mcsharry	Short-term load forecasting methods: An evaluation based on european data	Digital Object Identifier	Enerji	10 Avrupa ülkesinin elektrik talep tahmini için Holt-Winters ve Arıma ve yöntemlerinden hangisinin daha uygun olduğunu gözlemek	ARIMA, HOLT-WINTERS
2009	Toker ve Korkmaz	Türkiye kısa süreli elektrik talebinin saatlik olarak tahmin edilmesi	Elektrik Mühendisleri Odası Sitesi	Enerji	Kısa vadeli elektrik tüketimini tahmin etmek	YSA ve ARIMA
2010	Demirel ve arkadaşları	Anfis ve Arma modelleri ile elektrik enerjisi yük tahmini	Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi	Enerji	Yıllık elektrik üretimini ve tüketimini tahmin etmek	ARMA ve ANFIS
2010	Altınay	Aylık elektrik talebinin mevsimsel model ile orta dönem öngörüsü	Enerji, Piyasa ve Düzenleme	Enerji	Aylık elektrik tüketimi	ARIMA
2012	Al-Hafid ve Al-maamary	Short term electrical load forecasting using holtwinters method.	AL Rafdain Engineering Journal	Enerji	Irak’da ki günlük elektrik tüketim verileri ile elektrik talep tahmini yapılması	Zaman Serisi Holt-Winters
2013	Kheirkhah ve diğerleri	Improved estimation of electricity demand function by using of artificial neural network, principal component analysis and data envelopment analysis	Computers Industrial Engineering	Enerji	Elektrik tüketimindeki hem mevsimsel hem aylık tahmin değişikliklerini analiz edilmesi	YSA, PCA, Veri Zarflama Analizi ve ANOVA
2014	Es ve arkadaşları	Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini	Gazi Üniversitesi	Enerji	Türkiye’de net enerji talep tahmini	Çoklu Doğrusal Regresyon YSA
2014	Ozoh ve diğerleri	Comparative Analysis of Techniques for Forecasting Electricity Consumption,	Int. Journal of Computer Applications	Enerji	Malezya’da bir üniversitenin elektrik tüketim tahmini	Zaman seisi, YSA, Değiştirilmiş Newton yöntemi
2014	Liu ve arkadaşları	Short-Term Forecasting of Temperature Driven Electricity Load Using Time Series and Neural Network Model	Journal of Clean Energy Technologies	Enerji	Elektrik yükü kısa vadeli tahmini	SARIMAX, YSA
2015	Mahmutoğlu ve Öztürk	Türkiye elektrik tüketimi öngörüsü ve bu kapsamda geliştirilebilecek politika önerileri	Gazi Üniversitesi, Ekonomik Yaklaşım Dergisi	Enerji	Türkiye’de 2015-2023 aralığında brüt elektrik talep tahmini yapılması	ARIMA
2017	Son ve Kim	Short-term forecasting of electricity demand for the residential sector using weather and social variable	Resources, Conservation and Recycling	Enerji	Konut sektöründeki bir aylık elektrik talebi tahmini için model sunmak	YSA ARIMA, Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR)
2017	Bulut ve Başoğlu	Kısa Dönem Elektrik Talep Tahminleri İçin Yapay Sinir Ağları ve Uzman Sistemler Tabanlı Hibrid Tahmin Sistemi Geliştirilmesi	Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi	Enerji	Kısa dönem elektrik talep tahminleri yaparak yeni yöntemlerle geleceğe dönük öneriler sunulması	Yapay sinir ağları, Uzman sistem( EPSİM-NN sistemi)

2016	Hussain ve arkadaşları	Forecasting electricity consumption in Pakistan: the way forward	Energy Policy	Enerji	Pakistan'da artan elektrik kesintilerinin olumsuz etkileri	Holter Winter Ve Arıma
2016	Karaca ve Karacan	Çoklu regresyon metoduyla elektrik tüketim talebini etkileyen faktörlerin incelenmesi	Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi	Enerji	elektrik talep tahminini etkileyen veriler program geliştirilerek analiz edilmesi	Basit ve Çoklu Regresyon
2018	Yüksel Haliloğlu ve Tutu	Türkiye için kısa vadeli elektrik enerjisi talep tahmini	Yaşar Üniversitesi	Enerji	Türkiye elektrik tüketimini günlük tahminleyebilecek bir model kurulması	Regresyon Analizi
2018	Aydın ve Toros	Prediction of Short-Term Electricity Consumption by Artificial Neural Networks Using Temperature Variables	Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi	Enerji	Türkiye'de elektrik tüketimi ile sıcaklık arasındaki ilişki incelenmesi	YSA
2019	Çiçek ve Lecuna	Türkiye'deki Bölgelerin Elektrik Tüketim Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi	Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi	Enerji	Türkiye'deki 7 Bölge'nin elektrik tüketimi etkinliğinin karşılaştırması	Veri Zarflama Analizi
2020	Özkan ve arkadaşları	Elektrik enerjisi tüketim verileri için uygun tahmin yöntemi seçimi	Journal of Industrial Engineering	Enerji	Enerji verilerine bakarak en uygun talep tahmin yöntemini bulmak	Fourier Analizi, En Küçük Kareler Yöntemi, Winters
2020	Jiang ve arkadaşları	Holt-Winters smoothing enhanced by fruit fly optimization algorithm to forecast monthly electricity consumption.	Energy	Enerji	Çin'in aylık elektrik tüketim verileri ile tahminleme yapılması	Meyve Sineği Algoritması, Holt-Winters yöntemi
2021	Erkınay Özdemir	Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Orta Dönem Elektrik Enerjisi Tüketim Tahmini: İskenderun Örneği	Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi	Enerji	İskenderun için aylık enerji tüketim tahmini	YSA
2021	Ülkü ve Yalpir	Enerji talep tahmini için metodoloji geliştirme: 2030 yılı Türkiye örneği	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi	Enerji	Türkiye'de şehirlere göre, elektrik enerjisi tahmini senaryolar belirlenmesi	YSA, çoklu regresyon

## 2. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Tüketimi ve Önemi

Sanayi devrimi sonrasında, hızla makineleşmenin başlaması ve enerjiye duyulan ihtiyacın her geçen gün artması, toplumları farklı enerji kaynakları aramaya yönlendirmiştir. Bu durum, ikincil enerji kaynağı olarak kabul edilen, elektrik enerjisini karşımıza getirmiştir (Alev ve Erdemli, 2019). Elektrik enerjisi; sanayileşme, ülkelerin kalkınması ve gelişmesi ile toplumsal refahı için büyük öneme sahiptir. Enerji tüketim miktarları ülkeler için gelişmişliğin bir göstergesi olmakla birlikte enerjinin üretim şekli ve yöntemi de çevresel etkileri açısından önem arz etmektedir (Ceylan, 2021).

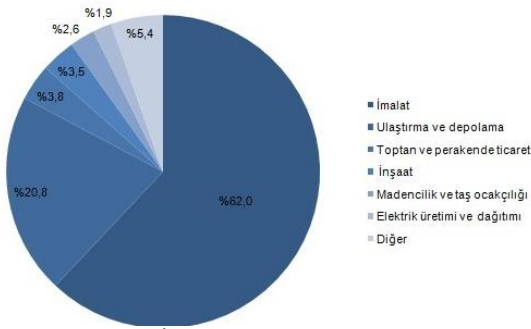
Enerji kaynakları temelde birincil ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Birincil enerji kaynakları, yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar gibi doğada

bulunan kaynaklardır. Örnek vermek gerekirse, doğalgaz, petrol, güneş, rüzgâr, kömür gibi kaynaklar söylenebilir. ikincil enerji kaynakları ise, birincil yani doğal kaynakların, belli süreçlere uğrayarak işlenmesi ile ortaya çıkmaktadır. Örnek vermek gerekirse, benzin, elektrik, mazot söylenebilir. Enerji kaynakları içerisinde elektrik, birincil kaynaklardan elde edilebilmesi, kullanım esnasında çevreyi kirletmemesi, iletim kolaylığı, bölünebilir olması, tüketim alanının geniş olması gibi özellikleri ile öne çıkmaktadır (Ağır ve Kar, 2010).

Yıllar içerisinde elektrik talebindeki yükseliş, talepte yaşanan değişimler ile fiyatları da arttırmıştır. Talebin gelişimini etkileyen, saatlik, günlük, mevsimsel çeşitli faktörler bulunmaktadır. Kısa vadede, çalışma saatleri sıcaklık değişimleri ve iş günleri gibi faktörler varken, uzun vadede, enerji verimliliği, gayrisafı yurtiçi hasıla (GSYH) artış oranları, sanayi üretimi gibi hususlar talep seviyelerini belirlemede etkili olmaktadır.



Özellikle, dünyada nüfusun artması, ekonomik büyüme, kentleşmenin artması, yaşam kalitesinin yükselmesi gibi nedenlerle dünyadaki elektrik tüketimi de artış göstermektedir. Türkiye gelişen sanayisi ve artan nüfusuyla elektrik tüketim oranları her bir önceki yıla göre düzenli bir artış göstermektedir. Her sektör için tüketim oranı artmakla beraber toplam tüketimde de sektör paylarında gözle görülür derecede farklılıklar gözlemlenmektedir. Tüketim oranlarında en yüksek paya sanayi sektörü sahipken bu oranı artan şehirleşme ve gelişen altyapı ile ulaştırma ve mesken kullanımları takip etmektedir. Elektrik enerjisi depolanabilirliği bakımından, petrol doğalgaz kömür gibi madenlere göre daha zordur. 1990'lı yıllardan 2020'li yıllara kadar olan süreçte Türkiye'nin hızla büyüyen sanayisi ve artan nüfusla doğru orantılı olan şehirleşmeyle beraber altyapı iletim gücünün artmasıyla elektrik enerjisi bakımından dışa bağımlılığı olan ülke konumuna gelmiş bulunmaktaydı. Fakat artan bu enerji ihtiyacına karşılık dışa bağımlılığı azaltmak adına yapılan hidroelektrik, termik ve nükleer santraller ile %62 oranında, yerli enerji elde edebilme seviyelerine ulaşmıştır.



Şekil 1. 2020 Yılı İçin Enerji Tüketiminin Sektör Payları

(Kaynak: EPİAŞ, 2020)

2020 yılından itibaren ise, Covid-19 pandemisinin hızlı bir şekilde yayılmasıyla birlikte hem ülkemizde hem de küresel piyasalarda elektrik talebinde dikkat çekici oranda azalmalar gözlenmiştir. Özellikle, kısıtlamalardan kaynaklı olarak, konutlarda artış gösteren tüketim oranının, ekonomik faaliyetlerdeki durgunluk sebebiyle, ticaret, sanayi, hizmetler sektörlerinde meydana gelen düşüşü karşılayamadığı gözlenmiştir. Piyasada zaten elektrik fazlası olduğu için, elektrik talebindeki bu düşüş, elektrik satış fiyatlarının daha da azalmasına neden olmuştur. Türkiye'nin elektrik üretiminde pandeminin de etkisiyle 2020 yılı Ocak ayından Mayıs ayına kadar düşüş gözlenmiştir. Sonrasında normalleşme sürecinin başlaması, ekonomik faaliyetlerde ki artış ile birlikte toparlanmanın da etkisiyle artış gözlenmiştir. İlgili dönemdeki üretim azalışı termik kaynaklı enerji santrallerinde meydana gelmiştir.

Ortalama günlük elektrik tüketimi verileri değerlendirildiğinde, 2020 yılında Nisan ve Mayıs aylarında son iki yıl için en düşük ortalama günlük tüketim miktarlarının olduğu gözlenmiştir. 2019 yılında günlük ortalama 730.000 MWh ile 860.000 MWh aralığında bir dalgalanma varken, günlük

- Trend (Uzun dönemli eğilim) (T)
- Konjonktürel (Devrimsel) dalgalanmalar (C)

ortalama elektrik tüketimi 2020 yılı Nisan ayında 637.686 MWh ve Mayıs ayında 576.438 MWh olarak gerçekleşmiştir. Bu düşüşlerdeki en büyük etkenin sanayi tesislerindeki yavaşlama olduğu belirtilmektedir. Haziran ayına gelindiğinde ise, normalleşme ile birlikte günlük ortalama elektrik tüketimi 750.000 MWh seviyelerine kadar yükselmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında iklim şartlarının etkisi ve normalleşme adımlarının genişlemesi ile ortalama günlük elektrik tüketimi bir önceki yılın aynı seviyelerine gelmiştir (Enerji görünümü, 2020).

### 3. Materyal ve Metot

Türkiye 'de elektrik kullanımına yönelik yapılan bu talep tahmin çalışmasında verilerin doğruluğu ve güvenilirliği çalışmanın seyrini ve sonuçları açısından oldukça önemlidir. Bu yüzden çalışmada, Türkiye istatistik kurumu resmi sayfasından 1970-2019 yılları arasındaki Türkiye'de ki elektrik tüketim verileri ele alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. İki tahmin yönteminin karşılaştırılması ile izlenen metodolojinin güvenilirliğinin ölçülmesi desteklenmiştir. Seçilen metodoloji, daha önce literatürde bilinmekte sıklıkla tercih edilmektedir. Buna karşın yapılan analizin güncel olması yazına katkı sunmaktadır. Seçilen yöntemlerde tek değişkenler yerine, güçlü ilişkisi olduğu düşünülen veri setlerinin kullanılması ile daha sağlıklı sonuçlar elde edilmiştir. ARIMA, dinamik yapısı nedeniyle elektrik tüketimi tahmininde kullanılabilir en iyi modellerden biridir. Ayrıca tercih edilen yöntemlerin kullanımı kolay, göreceli olarak iyi sonuç vermekte ve kullanıcılar için anlaşılabilir.

#### 3.1. Talep Tahmini

Talep tahmini, bir ürünün veya ürünlerin talebini doğru bir şekilde hesaplamaktır. Hesaplama yapmak için birçok yöntem kullanılmaktadır. Talep tahmini hemen hemen tüm sektörlerde ve iş planlamalarında karşılaşılabilecek bir kavramdır. Geniş sektör yelpazesinin bulunduğu bu zamanlarda talep tahmini işletmeler için hem mevcut durumunu geliştirmek ya da korumakta hem de karlılık oranını artırıp, zarar etmemekte büyük önem teşkil eder. Kalitatif ve kantitatif yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılır. Zaman serisi ve regresyon analizleri kantitatif yöntemlere örnek verilebilir.

##### 3.1.1. Zaman Serisi Analizi

Belirli bir zaman aralığında bir veya birden çok değişimin ölçülmesiyle bulunan dizili veri grubuna "zaman serisi" denir. Zaman serileri sayesinde, eskiye dönük bulgulardan gelen sonuçlar kullanarak gelecek zamanı tahmin etmek mümkündür. Zaman serileri, birçok zaman faktörünün etkisi altında dalgalanır. Bu dalgalanmalar; ekonomi, toplum, nüfus, psikoloji vb. gerçeklerden dolayı, çeşitli faktörler farklı doğrultuda ve yoğunluklarda etkileyecektir. Zaman serisinin en temel niteliği, gözlemlerdeki değişikliklerin genellikle bu faktörlerin bir kombinasyonunun sonucu olmasıdır. Bu faktörler aşağıdaki dört ana gruba ayrılabilir.

- Mevsimsel dalgalanma (S)
- Tesadüfi dalgalanmalar (I)

Yukarıda verilmiş olan faktörlere ait zaman serisinin yaygın olarak aşağıdaki denklem 1 ile gösterilebiliriz:

$$Y = T + S + C + I \quad (1)$$

Zaman serisinin gelecekteki değerini tahmin etmek için kullanılan yöntem; bu, tahminin amacına, zaman serisinin türüne ve öğelerine, geçmiş verilerin miktarına ve tahmin süresinin genişliğine göre değişiklik gösterebilir. Günümüzde geliştirilmiş yazılımlar sayesinde en uygun yöntem otomatik olarak belirlenebilmektedir. Zaman serileri analizinde şimdiye kadar kullanılan yöntemler aşağıda gösterilmiştir;

- Box-Jenkins (ARIMA)
- Üstel Düzleştirme
- Hareketli Ortalamalar
- Mekanik Tahmin
- Uyarlayıcı Arındırma
- Trend Analizi
- Mevsimsel Dalgalanmalar ve Trende Oranlama Yöntemi

### 3.1.2. Regresyon

Karma yöntemler içerisinde bulunan regresyon analizi ile bir değişkenin (bağımlı ya da bağımsız) gelecekteki durumunu tahmin etmenin yanı sıra bir ya da birden daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi matematiksel model olarak yazılmasıdır. Bağımsız değişken (etken değişken, açıklayıcı değişken, bağımlı değişkeni etkilediği düşünülen değişkendir Bağımlı değişken (yanıt değişkeni, açıklanan değişken, sonuç değişkeni) bağımsız değişkenden etkilendiği kabul edilen değişkendir. (Yergök ve Acı, 2019).

Bu analiz yönteminde; bir bağımsız kullanılarak analiz yapılıyorsa buna tek değişkenli regresyon diğer bir deyişle basit regresyon, birden fazla bağımsız kullanılarak analiz yapılıyorsa çok değişkenli regresyon analizi diye adlandırılır. Regresyon

Tablo 2. Elektrik tüketim miktarları ve bağımsız değişken veri tablosu (Kaynak: TÜİK 2019)

Yıl	Tüketim(Gwh)	Nüfus	Kişi Başı Gelir(\$)	Satılan Konut Sayısı	Beyaz Eşya Sayısı	İş Yeri Sayısı
2007	155135,00	70586256,00	9656,00	327000,00	6215997,00	2581823,00
2008	161948,00	71517100,00	10931,00	427105,00	6121842,00	2617436,00
2009	156894,00	72561312,00	9039,00	555184,00	6324802,00	2631085,00
2010	172051,00	73722988,00	10560,00	607098,00	6439761,00	2678787,00
2011	186100,00	74724269,00	11205,00	708275,00	6728520,00	2737278,00
2012	194923,00	75627384,00	11588,00	701621,00	6839646,00	2800060,00
2013	198045,00	76667864,00	12519,00	1157190,00	6956821,00	2847725,00
2014	207375,00	77695904,00	12112,00	1165381,00	6970878,00	2888180,00
2015	217312,00	78741053,00	11019,00	1289320,00	7090051,00	2941233,00
2016	231203,70	79814871,00	10883,00	1341453,00	7469796,00	2981381,00
2017	249022,60	80810525,00	10602,00	1409314,00	8533013,00	3100412,00
2018	258232,00	82003882,00	9632,00	1375398,00	7110193,00	3160371,00
2019	257273,10	83154997,00	9042,00	1348729,00	6655155,00	3198286,00

Elde edilen sayısal veriler sonucunda Excel sayfamızda yer alan Veri sekmesindeki veri çözümlemesinden regresyonu

analizinde, belirli aralıktaki geçmiş dönem verileri ile bazı formüller geliştirilir. Geçmiş veriler ne kadar sürekli ve düzenli ise tahminlerin tutarlılık oranı da o kadar yüksektir. Fakat, bağımsız değişken değerleri farklılık ve düzensizlik gösteriyorsa, tahmin hatası da yüksek olacaktır. İki değişkenin arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu varsayılırsa, denklem 2 şeklinde gösterilir ve bağımsız değişkenin değeri yerine yerleştirilerek tahmin değeri elde edilir.

$$(Y= a + bx) \quad (2)$$

### 3.2. Verilerin Elde Edilmesi

TÜİK'ten (Türkiye İstatistik Kurumu) almış olduğumuz 1970-2019 yılları arasındaki Türkiye'deki elektrik tüketim oranlarını referans olarak incelenmiştir. Verilerin analiz edilmesinde; E-views ve Microsoft Excel programları tercih edilmiştir.

### 3.3. Regresyon Modelinin Oluşturulması

Öncelikle 2007-2019 arasındaki TÜİK'den elektrik tüketim verileri elde edilmiştir. Elde edilen veriler üzerinde elektrik tüketimini etkileyebilecek olan değişkenler belirlenmiştir. Nüfus, konut sayısı, kişi başına düşen milli gelir, beyaz eşya kullanımı ve

iş yeri sayılarının elektrik tüketimi üzerinde değişiklikler sağlanacağını düşünüldüğünden, bu veriler bağımsız değişken olarak belirlenmiştir.

seçerek veriler arasında regresyon analizinin yapılması sağlanmıştır. Yapılan denemeler sonucunda gerçeğe en yakın ve

R<sup>2</sup> değerinin en yüksek sonucunu veren formülün beyaz eşya kullanımı ve iş yeri sayısı arasında olduğu belirlenmiştir.

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,996477421
R Kare	0,992966725
Ayarlı R Kare	0,990623
Standart Hata	3597,677423
Gözlem	13

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	3	16480307388	5,493427929	423,5757	5,29163E-10
Fark	9	116502497,6	12944722		
Toplam	12	1665670885			

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	-304683,2798	48513,9827	-6,28033	0,000144	-414428,9832	-194937,4763	-414428,9832	-194937,4763
NÜFUS	-6,80301E-05	0,002132333	-0,0319	0,975245	-0,004891702	0,004755641	-0,004891702	0,004755641
İŞ YERİ SAYISI	0,169478915	0,041300546	4,103551	0,002663	0,076050589	0,262907241	0,076050589	0,262907241
BEYAZ EŞYA SAYISI	0,000420034	0,002246217	1,869962	0,094304	-0,000680965	0,000281635	-0,000680965	0,000281635

FARK ÇIKIŞI

Gözlem	Öngörülen TÜKETİM(GWH)	Farklar
1	154188,1403	946,8596651
2	159764,9845	2183,015515
3	162859,6653	-595,665343
4	171347,9865	703,0135261
5	182405,7464	3694,253592
6	193451,2098	1471,703353
7	201950,903	-3905,90295
8	208796,2789	-1421,278947
9	218217,1093	-905,1093095
10	226543,335	4691,049302
11	251114,7382	-2092,138164
12	255219,0124	3012,987622
13	259655,1806	-2382,08061

Şekil 2. Regresyon Analizi Sonucu

Şekil 2'ye göre Beyaz Eşya Kullanım Miktarı ve İş Yeri Sayısı'nın P değerinin 0.05'ten düşük olması bu değişkenlerin, bağımlı değişken olan elektrik tüketimine etkisi olduğunu göstermektedir. Elimizdeki verileri Excel dosyası üzerine işleyerek 'Veri' sekmesinden veri çözümleme kısmına girip regresyon formülünü seçtikten sonra Excel'in otomatik olarak bize regresyon sonuçlarını verdiği söylenebilir. Bağımsız değişkenlerimiz kullanılan beyaz eşya sayısı ve iş yeri sayısıdır. Bu değişkenlerinde ileri zamanlı talep tahmini yapılmıştır. Katsayıların altındaki rakamlar bize değişkenlerimizin formüldeki katsayılarını ve sabit sayısını vermektedir. Bu doğrultuda ilerleyerek regresyon denklemi (3) oluşturulmuştur.

$$\text{Tüketilen elektrik miktarı} = -306161,640 + 0,00419643 * \text{Beyaz eşya sayısı} + 0,168179 * \text{İş yeri sayısı} \quad (3)$$

Denklem 3'ü kurduktan sonra talep tahmin yapılması mümkündür. İleri zamanlı öngörmüş olduğumuz beyaz eşya ve iş yeri sayılarını formülde yerine yazıldığında çıkan sonuç, o yıla ait olan elektrik tüketim miktarının tahminini vermektedir. Talep tahmini 2035 yılı için hesapladığımızda; elde edilen bilgiler Tablo 3, Şekil 3 ve Şekil 4' de paylaşılmıştır.

Tablo 3. 2035 yılı için talep tahmini sonucu

Yıl	Beyaz eşya sayısı	İş yeri sayısı	Tahmin
2007	6215997	2581823	154132
2008	6121842	2617436	159726,3
2009	6324802	2631085	162873,5
2010	6439761	2678787	171378,4
2011	6728520	2737278	182427,1
2012	6839646	2800060	193452
2013	6956821	2847725	201960
2014	6970878	2888180	208822,7
2015	7090051	2941233	218245,2
2016	7469796	2981381	226590,8
2017	8533013	3100412	251071,1
2018	7110193	3160371	255184,2
2019	6655155	3198286	259651,1
2020	6766989	3253965	269484,5

2021	6853192	3307805	278901
2022	6922734	3362130	288329,1
2023	7213137	3412933	298091,8
2024	7344786	3467985	307902,9
2025	7394986	3522742	317322,5
2026	7448776	3577600	326774,2
2027	7504438	3632653	336266,5
2028	7556580	3687523	345713,3
2029	7604055	3742437	355147,9
2030	7656725	3797369	364607,4
2031	7700260	3852314	374030,7
2032	7752513	3907269	383492,2
2033	7804746	3962231	392954,9
2034	7856715	4017198	402417,3
2035	7908648	4072170	411880,3

ÖZET ÇIKIŞI

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,996477022
R Kare	0,992966455
Ayarlı R K:	0,991559745
Standart H	3413,439228
Gözlem	13

ANOVA

	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	2	1,6449E+10	8,22E+09	705,879	1,72E-11
Fark	10	116515674	11651567		
Toplam	12	1,6566E+10			

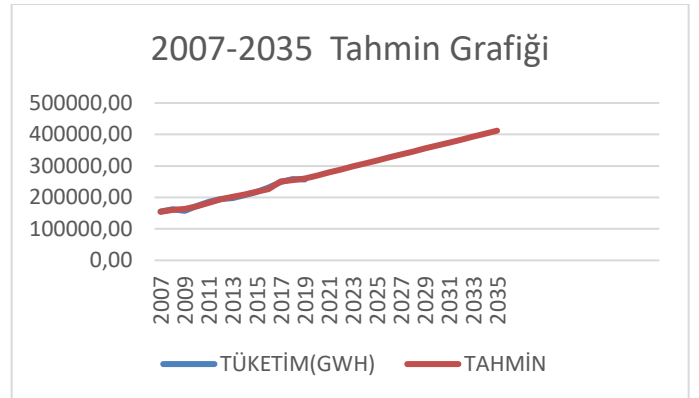
	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95,0%	Yüksek 95,0%
Kesişim	-306161,64	13674,167	-22,3898	7,1E-10	-336630	-275694	-336630	-275694
BEYAZ EŞ	0,004196436	0,0021279	1,972099	0,076876	-0,00054	0,008938	-0,00054	0,008938
İŞ YERİ S.	0,168179092	0,00642479	26,17658	1,52E-10	0,153864	0,182494	0,153864	0,182494

FARK ÇIKIŞI

Gözlem	İlen TÜKETİM	Farklar	
1	154132,0405	1002,95952	0,650714
2	159726,2871	2221,71292	1,39095
3	162873,4721	-5979,4721	-3,67124
4	171378,3692	672,630764	0,392483
5	182427,0911	3672,90888	2,013357
6	193452,044	1470,95599	0,760372
7	201960,0178	-3915,0178	-1,93851
8	208822,6923	-1447,6923	-0,69326
9	218245,1995	-933,1995	-0,42759
10	226590,8292	4612,8708	2,035771
11	251071,0766	-2048,4766	-0,8159
12	255184,154	3047,84597	1,194371
13	259651,1266	-2378,0266	-0,91585

-0,02434

Şekil 3. Regresyon Analizi Sonucu



Şekil 4. 2007-2035 yılları arasındaki regresyon analizi yöntemine göre talep tahmin grafiği

Tablo 4. Regresyon Analizi Hata Değerleri

0,169755	Hata
0,013058	Ortalama hata
1,305804	Mape

### 3.4. Zaman serisi Eview Ortamında Modelin Oluşturulması

Eviews programında, yeni dosya oluşturulduktan sonra, 1970-2019 arasındaki TÜİK'den alınan elektrik tüketim verileri programa aktarılmıştır. Oluşan dosyaya Eviews otomatik olarak ser01 adlı bir isim vermiştir. Bu ser01 dosyası açıldığında, sekmede Proc sekmesi kullanılarak, Automatic ARIMA Forecasting seçeneği ile Şekil 5'de görüldüğü üzere, modelimizin p, d, q yani AR-I-MA değerleri hesaplanmıştır.

View	Proc	Object	Properties	Print	Name	Freeze	Sample	Genr	Sheet	Graph	Stats	Ident
Automatic ARIMA Forecasting												
Selected dependent variable: DLOG(SER01,2)												
Date: 06/11/21 Time: 17:46												
Sample: 1970 2035												
Included observations: 48												
Forecast length: 0												
Number of estimated ARMA models: 16												
Number of non-converged estimations: 0												
Selected ARMA model: (1,3)(0,0)												
AIC value: -3.71186701914												

Şekil 5. Otomatik Arıma Ölçüm Sonuçları (p,d,q değerleri)

Şekil 5'te ki Dependet variable bize almamız gereken farkın 2 olduğunu belirtmektedir. ARMA modeli ise bize p ve q değerlerini verir. Buradan sonuç olarak çıkan; q değerinin 3 olduğu ve aynı zamanda p değerinin de 0 olduğu görülmektedir. Bu çıkan değerlere göre, komut verilmesi gerekmektedir. Aşağıda şekil 6' da yer alan komut sonucunda ise, program bizlere test sonuçlarını göstermektedir.

View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Dependent Variable: D(SER01,2)									
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)									
Date: 06/11/21 Time: 17:55									
Sample: 1972 2019									
Included observations: 48									
Convergence achieved after 9 iterations									
Coefficient covariance computed using outer product of gradients									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
C	154.5685	216.4209	0.714203	0.4789					
MA(2)	-0.363275	0.197585	-1.939799	0.0588					
MA(3)	-0.359166	0.288301	-1.338665	0.1876					
SIGMASQ	19373178	2169180.	8.931108	0.0000					
R-squared	0.154915	Mean dependent var	-40.41667						
Adjusted R-squared	0.097295	S.D. dependent var	4838.623						
S.E. of regression	4597.214	Akaike info criterion	19.80327						
Sum squared resid	9.30E+08	Schwarz criterion	19.95921						
Log likelihood	-471.2785	Hannan-Quinn criter.	19.86220						
F-statistic	2.688579	Durbin-Watson stat	2.767101						
Prob(F-statistic)	0.057863								
Inverted MA Roots	.89	-.44-.46i	-.44+.46i						

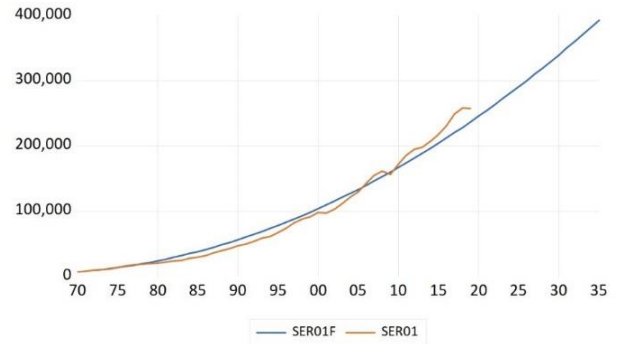
View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Forecast: SER01F									
Actual: SER01									
Forecast sample: 1972 2035									
Adjusted sample: 1972 2035									
Included observations: 64									
Root Mean Squared Error 10469.19									
Mean Absolute Error 8395.748									
Mean Abs. Percent Error 11.63134									
Theil Inequality Coef. 0.043824									
Bias Proportion 0.006603									
Variance Proportion 0.552125									
Covariance Proportion 0.441272									
Theil U2 Coefficient 1.856945									
Symmetric MAPE 10.82787									

Şekil 6. p,d,q değerlerine göre E-views formülasyon hesaplamaları

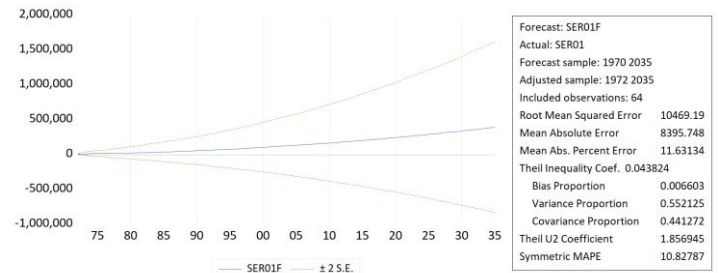
Şekil 6'da forecast sekmesinde açılan ekranda tahmin yapmak istediğimiz yıl aralıklarını girerek ileriye dönük talep tahminlerimiz, buna bağlı olarak grafikler ve hata değerleri Tablo 5, Şekil 7, Şekil 8'de elde edilmiştir.

	SER01F	SER01
2000	103975.3	98296
2001	109593.4	97070
2002	115366.0	102948
2003	121293.2	111766
2004	127374.9	121142
2005	133611.3	130263
2006	140002.2	143071
2007	146547.6	155135
2008	153247.7	161948
2009	160102.3	156894
2010	167111.5	172051
2011	174275.2	186100
2012	181593.5	194923
2013	189066.4	198045
2014	196693.8	207375
2015	204475.8	217312
2016	212412.4	231204
2017	220503.6	249023
2018	228749.3	258232
2019	237149.6	257273
2020	245704.5	NA
2021	254413.9	NA
2022	263277.9	NA
2023	272296.4	NA
2024	281469.6	NA
2025	290797.3	NA
2026	300279.5	NA
2027	309916.4	NA
2028	319707.8	NA
2029	329653.8	NA
2030	339754.3	NA
2031	350009.4	NA
2032	360419.1	NA
2033	370983.3	NA
2034	381702.2	NA
2035	392575.5	NA

Tablo 5. 2000- 2035 yılları arasındaki E-views tahmin sonuçları



Şekil 7. 1970-2035 yılları arasındaki zaman serisi analizi yöntemine göre elektrik tüketim talep tahmin ve gerçek veriler



Şekil 8. Tahmin ve gerçek değerler grafiği (Hata Değerleri)

## 4. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Talep tahmin yöntemleri ile geçmiş dönem verilerinden faydalanılarak gelecek dönemler için uzun veya kısa vadeli



tahminler ile kurumların yönünü belirlemede, şirketlerin varlıklarını, vizyonlarını ve müşterilerin ihtiyaçlarını karşılaması doğrultusunda aktif rol oynadığı bilinmektedir. Bu nedenle sağlıklı öngörülerde bulunmanın veya belirsiz gelecek koşullarını tahmin etmenin, alınacak kararların doğruluğu açısından oldukça önemli olduğu söylenebilir.

Bu araştırmanın amacı, talep tahmini üzerine şimdiye kadar yapılan araştırmaları göz önünde bulundurarak, geçmiş dönem elektrik tüketim verilerini referans alarak ileriye dönük tahminler yapmaktır. Buradaki tahminlerin önemliliği elektriğin fazla miktarda depolanamadığından ve ileriye dönük tüketim tahminlerini baz alarak ihtiyaca göre önceden aksiyon alabilme imkanı sunmakta ve bu aksiyon doğrultusunda büyük güç santralleri, elektrik jeneratörleri ve rüzgar gülleri gibi elektrik üretim aşamalarının önceden planlanarak uygulanmasını sağlamaktadır.

1970-2019 elektrik tüketim verileri kullanılarak tüketici talep tahmini analizi yapılmıştır. Bu veriler ile Excel üzerinde beyaz eşya kullanım sayısı ve iş yeri sayısının elektrik tüketimi arasındaki bağıllık oranı hesaplanarak regresyon analizi ve 2035 yılına kadar tüketilebilecek elektrik miktarı hesaplanmıştır. Aynı veriler doğrultusunda Eviews programında da ARIMA'nın IMA modeli kurulmuştur. Kurulan bu model üzerinden 2035 tahminlerinde bulunulmuştur. Regresyon analizi ve zaman serisi grafiklerini karşılaştırma imkânı sunulmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Regresyon analizi ve zaman serisi karşılaştırmalı hata değerleri grafiği

	Regresyon Sonuçları	Zaman Serisi Sonuçları
<b>MSE</b>	0,169755	10469,19
<b>MAPE</b>	1,305804	11,63134
<b>MAE</b>	0,013058	8395,748

MAPE kriteri yüzdesel olarak tahmin hatalarını belirtmesi ve yalnız kullanılabilir olması sebebi ile, diğer kriterlere üstünlüğü varsayılmaktadır. Bu yüzden sonuç değerlendirmelerinde MAPE değerlerinin karşılaştırması üzerinden değerlendirmelere geniş yer verilmiştir. Regresyon Analizi sonucumuzu ele alarak, yüksek R<sup>2</sup> değerine sahip olması elde etmiş olduğumuz formülün güvenilir olduğunu bize söylemektedir. Ayarlı R<sup>2</sup> değerinin 0,99156 olması beyaz eşya ve iş yeri sayılarının elektrik tüketimindeki değerlerini %99,156 değerinde etkilemektedir. Bağımsız değişkenlerimizin P değerlerinin %5 ten küçük olması bağımlı değişken üzerinde etkili olduklarını göstermektedir. Zaman Serisi sonuçları ele alırsa, Şekil 8'de yer alan MAPE değerinin %10'un altında olan modellerde yüksek doğruluk derecesi olduğu bilinmektedir. Yapmış olduğumuz zaman serisinde bu değer 11.63 olduğu gözlemlenmektedir. Mape değerinin %10 ile %20 arasında olması doğru tahmin modelleri arasında sınıflandırıldığından analiz sonucumuza göre kabul edilebilir ve doğru tahmin modeli olarak ele alınabilmektedir. Fakat Regresyon analizindeki MAPE değerinin doğruluk oranı zaman serisine göre daha fazla olduğu için yapmış olduğumuz çalışmada zaman serisi analizinin gerçek değerlere en yakın yüksek derecede verimli sonuçlar elde edildiği kanısına varılmıştır. Tablo 4 ve Şekil 8'de analiz sonuçlarına göre, regresyon analizinin MAPE değeri %1.30 iken, zaman serisinde bu oran %11.63'tür. Buda regresyon analizi tahmin değerlerinin uygulanabilirlik açısından daha doğru sonuçlar vereceğini bize göstermektedir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada regresyon ve

zaman serisi analizleri sonucunda 2035 yılında regresyon analizi tahminine göre tüketilecek olan elektrik miktarı 411880 GWh iken, zaman serisine göre bu sayı 392575.5 GWh'tır. TÜİK tarafından alınan var olan değerler ile regresyon ve zaman serisi sonucunda yapmış olduğumuz talep tahmin sonuçlarının birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmektedir. Mevcut değer ile regresyon ve zaman serisi analizi çalışması sonrasında, birbirine yakın değerler elde etmemiz kullandığımız yöntemlerin bizi doğru sonuca ulaştırmada etkili olduğu gözlemlenmektedir.

Yapılan talep tahmini sonuçlarımıza bakarak öneride bulunmamız gerekirse, yapılan talep tahminlerinin ilerleyen dönemlerde gerçekleşen veriler ile karşılaştırarak yapılan tahminlerin tutarlılığı kontrol edilmelidir. Yapılan tahminlerin tutarlılığından emin olduktan sonra ileriye yeni santral ihtiyaçları belirlenmeli ve gerekli aksiyonlar alınmalıdır. Tüketim konusunda insanların bilinçlendirilmesi ve kaynakların doğru kullanılması ve israfın önlenmesi amaçlanmalıdır. Bakanlık tarafından açıklanan Türkiye'nin 2019 yılı elektrik tüketiminin 257273,1 GWh olduğu bilinmektedir. Bu rakamın önümüzdeki yıllarda düşürülebilmesi için bu bağlamda, Türkiye elektrik piyasasındaki elektrik tüketim tahminine dikkat edilmesi, ilerleyen zamanlar için daha etkili planların yapılması, elektrik sektöründeki kayıp kaçaklarla etkin bir şekilde mücadele edilmesi elektrik üretim kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve kalkınmanın önünün açılması önemle arz etmektedir.

## Kaynakça

- Ağır, H. & Kar, M., 2010, "Türkiye'de elektrik tüketimi ve ekonomik gelişmişlik düzeyi ilişkisi: yatay kesit analizi". Sosyoekonomi, 6(12), 149-175.
- Alev, N. & Erdemli, M., 2019, "Elektrik enerjisi tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: avrupa birliği ülkeleri ve türkiye için bir analiz", Assam Uluslararası Hakemli Dergi, 6 (15) , 88-111 .
- Altınay, G., 2010, "Aylık Elektrik Talebinin Mevsimsel Model ile Orta Dönem Öngörüsü.", Enerji, Piyasa ve Düzenleme: 1-23.
- Al-Hafid, M. S., & Al-maamary, G. H. (2012). Short term electrical load forecasting using holtwinters method. AL Rafdain Engineering Journal, 20(6), 15-22.
- Bulut, M. & Başoğlu, B. (2017). Kısa Dönem Elektrik Talep Tahminleri İçin Yapay Sinir Ağları ve Uzman Sistemler Tabanlı Hibrid Tahmin Sistemi Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32 (2)
- Ceylan, H., (2021). Çevresel Etki Değerlendirmesi Uygulamalarında Enerji Sektörü Analizi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (27), 237-242.
- Çiçek, C., & Lecuna, H. K. S. (2019). Türkiye'deki Bölgelerin Elektrik Tüketim Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 2(2), 27-48.
- Demirel, Ö., Kakilli, A., & Tektaş, M., 2010, "ANFIS ve ARMA modelleri ile elektrik enerjisi yük tahmini", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi: 601-610.
- Enerji görünümü, 2020. Son Erişim tarihi: 07.09.2021. <https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2020.pdf>.
- Es, H. A., Kalender F., & Hamzaçebi, Ç., 2014, "Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(3), 495 - 504

- Erdođdu, E., 2007, "Electricity demand analysis using cointegration and ARIMA modelling: A case study of Turkey." *Energy Policy* 35: 1129-1146.
- Erkınyay Özdemir, M. (2021). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Orta Dönem Elektrik Enerjisi Tüketim Tahmini: İskenderun Örneği . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , Ejosat Special Issue 2021 (ICAENS) , 489-492 .
- Hamzaçebi, C., 2007, "Forecasting of Turkey's net electricity energy consumption on sectoral bases", *Energy Policy*, cilt 35, ss. 2009-2016.
- Hussain, A., & Rahman, M., & Memon, J. A., 2016, "Forecasting electricity consumption in Pakistan: the way forward," *Energy Policy*, Elsevier, vol. 90(C), pages 73-80.
- Jiang, W., Wu, X., Gong, Y., Yu, W., & Zhong, X., 2020, "Holt-Winters smoothing enhanced by fruit fly optimization algorithm to forecast monthly electricity consumption", *Energy*, 193, 116779.
- Karaca, C., & Karacan, H. (2016). Çoklu regresyon metoduyla elektrik tüketim talebini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 182-195.
- Kheirkhah, A., Azadeh, A., Saberi, M., Azaron, A., & Shakouri, H. (2013). Improved estimation of electricity demand function by using of artificial neural network, principal component analysis and data envelopment analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 64(1), 425-441.
- Liu, N., Babushkin, V., & Afshari, A. (2014). Short-term forecasting of temperature driven electricity load using time series and neural network model. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2(4), 327-331.
- Mahmutoğlu, M., & Öztürk, F. (2015), "Türkiye elektrik tüketimi öngörüsü ve bu kapsamda geliştirilebilecek politika önerileri", In *EY International Congress on Economics II (EYC2015)*, November 5-6, 2015, Ankara, Turkey (No. 239). *Ekonomik Yaklaşım Association*.
- Ozoh, P., Abd-Rahman, S., Labadin, J., & Apperley, M. (2014). A comparative analysis of techniques for forecasting electricity consumption. *International journal of computer applications*, 88(15).
- Özkan, E. , Güler, E. & Aladağ, Z. (2020). Elektrik enerjisi tüketim verileri için uygun tahmin yöntemi seçimi . *Endüstri Mühendisliği*,31(2),198-214.
- Son, H., & Kim, C., 2017, "Short-term forecasting of electricity demand for the residential sector using weather and socialvariables", *Resources, conservation and recycling*, 123, 200-207.
- Taylor, J. W., & McSharry, P. E., 2008, "Short-term load forecasting methods: An evaluation based on european data", *IEEE Transactions on Power Systems*, 22(4), 2213-2219.
- Toker, A.C., & Korkmaz, O., 2009, ""Türkiye kısa süreli elektrik talebinin saatlik olarak tahmin edilmesi.", Erişim tarihi: 07 Eylül 2021.
- Toros, H. & Aydın, D. (2018). Prediction of Short-Term Electricity Consumption by Artificial Neural Networks Using Temperature Variables . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , (14) , 393-398 .
- Ülkü, H. & Yalpır, Ş. (2021). Enerji talep tahmini için metodoloji geliştirme: 2030 yılı Türkiye örneği . *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (1) , 188-201.
- Yergök, D. & Acı, M. (2019). Toplu Yemek Üretiminde Günlük Talep Tahmini için Alternatif Bir Yaklaşım: Öğrenci Regresyon. *European Journal of Science and Technology*, (Özel Sayı), 64-73.
- Yüksel Haliloğlu, E. & Tutu, B. E., 2018, "Türkiye için kısa vadeli elektrik enerjisi talep tahmini", *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi* , 13 (51) , 243-255 .