



GAZİANTEP UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Journal homepage: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>



Araştırma Makalesi • Research Article

Doğal Gaz Tüketiminin Modellenmesi: Türkiye İçin Mars Yöntemiyle Bir Analiz¹

Modeling of Natural Gas Consumption: An Analysis for Turkey with the MARS Method

Rıdvan AYDIN^a Serhat YÜKSEL^{b*} Gökhan SİLAHTAROĞLU^c Hasan DİNÇER^d

^b Doktor, İstanbul Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-2945-1417

^a Doç. Doktor, İstanbul Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-9858-1266

^c Prof. Doktor, İstanbul Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Yönetim ve Bilişim Sistemleri Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE
ORCID: 0000-0001-8863-8348

^d Prof. Doktor, İstanbul Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-8072-031X

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 25 Mart 2022

Kabul tarihi: 24 Ağustos, 2022

Anahtar Kelimeler:

Doğalgaz tüketimi,

Enerji ekonomisi,

Enerji tedariki

ARTICLE INFO

Article History:

Received: March 25, 2022

Accepted: August 24, 2022

Keywords:

Natural gas consumption,

Energy economics,

Energy supply

ÖZ

Bu çalışmada Türkiye'deki doğal gaz talebinin tahmin edilmesine yönelik model ortaya konması amaçlanmaktadır. Doğal gaz tüketimi bağımlı değişken olarak ele alınmış, buna bağlı olarak makroekonomik veriler, iklim koşulları, enerji ve fiyat verileri ile toplumsal ve kültürel veriler bağımsız değişken olarak kullanılmaktadır. Aylık verilerin değerlendirildiği bu çalışmada değişkenlere ait 2015 yılı ocak ayı ile 2021 yılı haziran ayı arasındaki 78 gözlem kapsama dâhil edilmiştir. Madelin analiz sürecinde MARS yönteminden faydalanılmıştır. Modelde 3 temel fonksiyon ile sıcaklık oranı ve yenilenebilir enerji oranı olarak 2 değişken yer almaktadır. Sıcaklık azalışları makul seviyelerde olduğu sürece yenilenebilir enerjideki artış oranının doğal gaz tüketiminin düşmesinde çok önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir. %99 oranında ithalata bağımlı olan doğal gazın makroekonomik dengeler içerisindeki payını azaltmak için, sıcaklık değişikliklerini kontrol edemediğimiz bir durum olduğundan, yenilenebilir enerji yatırımlarına hız kesmeden devam edilmesi gerektiği analiz sonucunda ortaya çıkmaktadır.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to present a model for estimating the natural gas demand in Turkey. Natural gas consumption is considered as the dependent variable, and accordingly, macroeconomic data, climatic conditions, energy and price data, and social and cultural data are used as independent variables. In this study, in which monthly data were evaluated, 78 observations of the variables between January 2015 and June 2021 were included in the scope. MARS method was used in the Madelin analysis process. The model includes 3 basic functions and 2 variables as temperature rate and renewable energy rate. As long as temperature decreases are at reasonable levels, it is seen that the rate of increase in renewable energy has a very important effect on the decrease in natural gas consumption. In order to reduce the share of natural gas, which is 99% dependent on imports, in macroeconomic balances, it is revealed as a result of the analysis that renewable energy investments should be continued without slowing down, since we cannot control the temperature changes.

¹ Bu çalışma Rıdvan Aydın'ın İstanbul Medipol Üniversitesi Yönetim ve Strateji doktora programındaki doktora tezinden türetilmiştir.

EXTENDED ABSTRACT

Energy is vitally necessary for life and all living organisms. Energy powers computers, transportation, communications, medical equipment and much more. Most of the energy the world consumes today comes from hydrocarbons. We live in a world that gets 85% of its total energy from oil, coal and gas. Global energy demand is expected to increase by about 25% from today to 2040. Although our appetite for energy seems limitless, traditional resources have a limited lifespan. The planet's limited reserves of fossil fuels are depleting much faster than they are formed. Correct planning of energy consumption is very important in order to meet the increasing demand from both developed and developing countries.

The first natural gas discovered in Turkey in 1970 was converted into energy by burning in a cement factory in 1976. As a result of the increasing energy demand due to urbanization, industrialization and rapid population growth, the first import agreement was signed with the USSR in 1984 and the first natural gas consumption was started in Ankara in 1988, both in residences and in industry. Today, the increase in demand resulting from the use of natural gas in all 81 provinces has made Turkey the fastest growing European market.

Natural gas is a colorless, amorphous and odorless flammable gas in its pure state, and it releases a significant amount of energy when burned. Today, natural gas is rapidly replacing oil, electricity and coal in industrial, commercial and residential areas, thanks to rapid economic growth, industrialization, population growth, urbanization, environmental factors, energy policies and the unique characteristics of natural gas. Compared to fossil fuels such as coal and oil, natural gas is a more environmentally friendly, productive and clean energy source. On the other hand, it is less costly when compared to renewable energy sources.

Annual natural gas consumption causes the share of natural gas to increase rapidly in the current economic balance. Rapid fluctuations in energy prices in cases such as the Covid 19 pandemic or war become even more important for countries with high consumption, although they are not natural gas producers or exporters, such as Turkey. Considering these reasons, it becomes necessary to make the natural gas consumption modeling quite accurately.

In this study, it is aimed to present a model for estimating the natural gas demand in Turkey. Natural gas consumption is considered as the dependent variable, and accordingly, macroeconomic data, climatic conditions, energy and price data, and social and cultural data are used as independent variables. In this study, in which monthly data were evaluated, 78 observations of the variables between January 2015 and June 2021 were included in the scope.

MARS method was used in the analysis process of the model. MARS method is preferred by many researchers in the literature. In this context, it is possible to talk about some advantages compared to the regression model. In the regression analysis, a straight real line is drawn and the prediction is made. In this process, it is possible to suffer many losses while performing the forecast. On the other hand, in the MARS method, many different lines are drawn, taking into account the folds, and predictions are made. In this context, the losses are less. This is considered to be the superiority of the MARS method compared to the regression analysis.

There are 5 different sections in this study. In the following section, the importance of natural gas supply for the country's economy will be discussed. A literature review on the main factors affecting natural gas consumption will be included in the third section. The fourth chapter includes an econometric analysis for the Turkish natural gas sector. In the last part, strategy suggestions will be presented regarding the analysis results obtained.

The model includes 3 basic functions and 2 variables as Temperature Rate and Renewable Energy Rate. "Basic Function 2" shown in Table 4 is actually included in "Basic Function 3". A unit increase in Basic Function 3 shows that there will be a decrease of 2,984 units in natural gas consumption. For the realization of the basic function 3, the Renewable Energy Increase Rate must be greater than 0.402 and the Temperature Increase Rate must be less than 0.247. If the share of renewable energy in total energy remains below 40% or the rate of increase in temperature exceeds 24%, the function will not be used in the model for the future 0.

It is seen that the rate of increase in renewable energy has a very important effect on the decrease in natural gas consumption as long as temperature decreases are at reasonable levels. In order to reduce the share of natural gas, which is 99% dependent on imports, in macroeconomic balances, it is revealed as a result of the analysis that renewable energy investments should be continued without slowing down, since we cannot control the temperature changes. The fact that the temperature ratio is included in all 3 main variables shows that natural gas consumption is highly correlated with temperature.

Giriş

Enerji, yaşam ve tüm canlı organizmalar için hayati önemde gereklidir. Enerji, bilgisayarlar, ulaşım, iletişime, tıbbi ekipmanlara ve çok daha fazlasına güç sağlamaktadır. Bugün dünyanın tükettiği enerjinin çoğu hidrokarbonlardan gelmektedir. Toplam enerjisinin %85'ini petrol, kömür ve gazdan alan bir dünyada yaşamaktayız. Küresel enerji talebinin günümüzden 2040'a kadar yaklaşık %25 daha artması beklenmektedir (Bhuiyan vd., 2022; Kostis vd., 2022). Enerji iştahımız sınırsız görünse de geleneksel kaynakların ömrü sınırlıdır. Gezeğenin sınırlı fosil yakıt depoları, oluştuklarından çok daha hızlı şekilde tükenmektedir (Dong vd., 2022). Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerden gelen artan talebi karşılamak için enerji tüketiminin doğru planlanması oldukça önemlidir.

1970 senesinde Türkiye'de keşfedilen ilk doğal gaz 1976 senesinde çimento fabrikasında yakılarak enerjiye dönüştürülmüştür. Kentleşme, sanayileşme ve nüfusun hızla çoğalmasına bağlı olarak artan enerji talebi sonucunda 1984 senesinde SSCB ile ilk ithalat anlaşması imzalanmış ve 1988'de Ankara'da hem konutlarda hem sanayide ilk doğal gaz tüketimine başlanmıştır. Bugün 81 ilin tamamında doğal gaz kullanımıyla ortaya çıkan talep artışı Türkiye'yi en hızlı büyüyen Avrupa pazarı durumuna getirmiştir (Zhang vd., 2022).

60 milyar m³'e ulaşan yıllık doğal gaz tüketimi cari ekonomik denge içerisinde doğal gazın payının hızla artmasına sebep olmaktadır. Covid 19 pandemisi ya da savaş gibi durumlarda enerji fiyatlarındaki hızlı dalgalanmalar Türkiye gibi doğal gaz üreticisi ya da ihracatçısı olmadığı halde yüksek oranda tüketime sahip ülkeler için daha da önemli hale gelmektedir. Bu nedenler düşünüldüğünde doğal gaz tüketim modellemesinin oldukça doğru yapılması zaruri hale gelmektedir.

Başarılı bir modelleme ve tahminleme yapabilmek arz ve talep dengesinin korunmasına yardımcı olacaktır (Mukhtarov vd., 2022). Doğal gaz kontratlarının ülkeler arası uzun vadede yapıldığı göz önüne alındığında yapılacak yatırımlar ve antlaşmalar doğrudan etkilenecek ortaya çıkabilecek ekonomik zararlar minimize edilebilecektir. Hızla değişen koşullara karşın doğru modeller kurularak ülke çapında analizlerin yapılması ve stratejiler belirlenmesi oldukça önemli hale gelmektedir (Kou vd., 2022).

Bu çalışmada Türkiye'deki doğal gaz talebinin tahmin edilmesine yönelik model ortaya konması amaçlanmıştır. Doğal gaz tüketimi bağımlı değişken olarak ele alınmış, buna bağlı olarak makroekonomik veriler, iklim koşulları, enerji ve fiyat verileri ile toplumsal ve kültürel veriler bağımsız değişken olarak kullanılmaktadır. Aylık verilerin değerlendirildiği bu çalışmada değişkenlere ait 2015 yılı ocak ayı ile 2021 yılı haziran ayı arasındaki 78 gözlem kapsama dâhil edilmiştir.

Modelin analiz sürecinde MARS yönteminden faydalanılmıştır. MARS yöntemi literatürdeki birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir (Dinçer vd., 2018a,b; Mızrak ve Yüksel, 2019; Oktar ve Yüksel, 2016; Yüksel ve Adalı, 2017). Bu bağlamda, regresyon modeline kıyasla birtakım üstünlüklerinden bahsedebilmek mümkündür. Regresyon analizinde düz bir reel doğru çizilerek tahmin gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte, tahmin gerçekleştirilirken birçok kayıp yaşaması mümkündür (Yüksel vd., 2018). Buna karşın, MARS yönteminde kıvrımlar dikkate alınarak birçok farklı doğru çizilerek tahmin gerçekleştirilmektedir (Yüksel ve Özşarı, 2017a,b; Yüksel ve Zengin, 2016; Yüksel vd., 2017; Zengin vd., 2018). Bu çerçevede, kayıplar daha az olmaktadır. Bu durum da MARS yönteminin regresyon analizine kıyasla üstünlüğü olarak kabul edilmektedir (Yüksel vd., 2016).

Bu çalışmada 5 farklı bölüm bulunmaktadır. Takip eden bölümde doğalgaz tedarikinin ülke ekonomisi için önemi ele alınacaktır. Doğal gaz tüketimini etkileyen temel faktörlere

yönelik literatür taramasına üçüncü bölümde yer verilecektir. Dördüncü bölüm Türkiye doğal gaz sektörüne yönelik ekonometrik bir analizi içermektedir. Son bölümde ise elde edilen analiz sonuçlarına yönelik strateji önerileri sunulacaktır.

Doğalgaz Tedarikinin Ülke Ekonomisi İçin Önemi

Enerji tedarik yönetiminde dört temel süreç yer almaktadır. Bunlar: keşif ve üretim, iletim, ticaret ve dağıtımdır. Doğal gazın tedarikinde ilk aşamada yere alan keşif ve üretim şirketleri jeologlar ve jeofizikçilerle çalışmaktadırlar (Norouzi, 2021). Bilimsel teknikler ve yeni teknolojilerin gelişmesi ile birlikte dünya yüzeyinin altında aramalarda yapılan başarı oranlarının arttığı görülmektedir. Sondajlar denizin tabanına veya toprağa yerleştirilmeden önce hava fotoğrafları, ses dalgaları, üç boyutlu projeksiyonlar ve topografik haritalarla doğal gazın büyüklüğü, şekli ve kalitesi hakkında tahminlerde bulunulabilmektedir. Doğal gaz sektörünün yapısının anlaşılabilmesi için hem ulusal hem de uluslararası ölçekte arz-talep yapısı ve buna bağlı değişkenler çok ehemmiyetlidir. Sektörün yüksek sermaye gerektiren, genellikle hükümetlerin desteğiyle/yönetiminde ilerleyen büyük ölçekli yapısında arz-talep dengelerini değiştiren çok fazla etken bulunmaktadır (Hall vd., 2021). Doğal gaz piyasasında arz yapısı üreticilerden son kullanıcıya doğru üretim (araştırma, keşif, sondaj, toplama), taşıma (LNG ya da boru hattıyla iletim ve dağıtım), ticaret ve depolama süreçlerini kapsamaktadır.

Üretim sürecinde arzı etkileyen temel değişkenler nitelikli işgücü, makine ve ekipman kapasitesi, teknolojik yatırımlar ve yüksek sermaye gücüdür. Pazara giriş yeni şirketler için oldukça zordur. İnsan kaynakları yatırımlarını talepteki durumu takip ederek doğru planlamak oldukça önemlidir (Dai vd., 2021). Doğal gaz fiyatının arttığı durumlarda vasıflı çalışanlara olan talep arttığından kadroyu elde tutmak da gerekmektedir. Talepteki artışlara karşı ticari olarak keşif ve üretim faaliyetlerini hızlandırarak arz artışı ile cevap verebilmek için verimliliği yüksek bir teknolojiye faydalanmak gerekmektedir. Kapasite artışı sağlayabilmek için yeterli makine ve ekipmanlara da sahip olmak ya da ulaşabilir olmak gerekmektedir. Teknolojisi yüksek olan şirketlerin birim maliyetleri de orta ve uzun vadede daha düşük olmaktadır. Arz artışını sağlamak için yeni kuyuların keşfedilmesi süreci yüksek sermayeli teknoloji yatırımının en yoğun olduğu süreç olarak görülmektedir (Jia vd., 2021). Tüm bunların sonucunda da teknolojiye olan yatırımı sağlamak için güçlü bir finansal yapı gerekmektedir.

Günümüzde doğal gaz sektöründe nihai kullanıcıda kullanım çeşitliliğinin sağlanabilmesi için temel ilerleme taşıma yapısının kurulabilmesidir. Bambu ağaçları ile başlayan boru hattı taşıma çalışmaları günümüzde dünyanın her bir yanını saran yüksek basınçlı çelik ve polietilen borular ile devam etmektedir. İletim ve dağıtım şirketleri kesintisiz gaz arzını sağlayabilmek için şebeke altyapılarına önemli yatırımlar yapmaktadırlar (Kalisz vd., 2022). Altyapıda ortaya çıkabilecek problemlerde yüksek miktarlarda gaz havaya karışabileceği gibi son kullanıcının da gazsız kalabilecektir. LNG üretimindeki yenilikler ve gelişmelerle birlikte tankerle sıvılaştırılmış doğal gaz taşımacılığı da iletim sürecindeki payını her geçen gün artırmaktadır. Boru hattı yapım sürecinin çok uzun olması ve maliyetinin arazi koşullarına göre yüksek olduğu durumlarda ülkeler LNG üretim tesisleriyle daha makul fiyatlara global pazarda kendilerine yer bularak gaz arzını arttırmaktadırlar (Li vd., 2021). Bunlara ek olarak FSRU tesislerinin de sayısının artması ile birlikte LNG olarak ithal edilen gazlar doğrudan faz değiştirerek dağıtım şebekelerine verilebilmektedir.

Talebin fazla olduğu soğuk mevsimlerde fiyatların da yüksek olduğu düşünüldüğünde arz yapısının sağlanmasında depolama süreçleri de oldukça önem kazanmıştır. İklimsel değişimlerden etkilenmeden arz kapasitesini ve esnekliğini arttırmak için iletim şirketleri tarafından yeni depolar yapılmaktadır (Dong vd., 2021). Doğal gaz ticareti talebin artışına paralel olarak kesintisiz arz sağlamak isteyen ülkelerin üretici şirketler ile yaptığı uzun dönemli

kontratlarla hızla büyümüştür. Günümüzde bu kontratlar halen devam etse de doğal gaz borsaları ile birlikte piyasa liberalleşme sürecini girmiştir. Toptan ve perakendecilerin doğrudan ithalatçı ya da üreticilerde bulunduğu marketler doğal gaz piyasasının arz-talep dengesinin oluşmasına önemli katkı sağlamaktadır (Janzwood ve Millar, 2022). Ticaret süreci diğer süreçlerde gözlenen genellikle monopol yapının aksine günümüzde daha rekabetçi bir pozisyon almıştır.

Faydasız bir gaz olarak görülen ve aydınlatma amaçlı kullanımına başlanan doğal gaz taşıma imkânlarının genişlemesiyle günümüzde farklı formlarda çeşitli sektörlerde değişik amaçlarla artan bir talep yapısına sahiptir. Doğal gazın dünyada en fazla talep edildiği elektrik üretim sektöründe çevre dostu bir yakıt olmasından dolayı hem elektrik üretimi hem de termal enerji üretiminde kullanılmaktadır. Çevrim santrallerinde doğal gaz iki farklı şekilde kullanılabilir (Snodgrass, 2021). Doğal gazın yanması sonucunda ortaya çıkan su buharı buhar türbinlerini döndürmektedir. Ya da doğal gaz türbinlerin içerisinde doğrudan yakılabilir. Sanayide kombine ısınma ve enerji santrallerinin yanı sıra kimyasallar, gübre, hidrojen gibi birçok ürünün ham maddesi olarak da talep görmektedir. Konut sektöründe kombilerde/kazanlarda/sobalarda ısınma, şofbenlerde sıcak su, kurutma ve ocaklarda pişirme için kullanılmaktadır. Dünyada evsel kullanımda birinci ısınma kaynağının doğal gaz olduğu görülmektedir (Santibanez-Borda vd., 2021). Ticari sektörde fırınlarda, restoranlarda, tekstil, demir-çelik, kimya, cam, çimento, gıda, matbaa, ambalaj sektörlerinde doğal gaz kullanılmaktadır.

Taşımacılık sektörü doğal gazın en niş ve kullanım alanının genişleme potansiyeli olan noktası olarak görülmektedir. Hem sıkıştırılmış formda CNG olarak hem de sıvılaştırılmış formda LNG olarak araçlarda kullanılmaya başlanmıştır. Doğal gaz şirketlerinin kendi araçlarında kullanılmasıyla testleri başlayan süreçte sıkıştırılmış doğal gaz otobüslerde ve minibüslerde de kullanılmaktadır (Liu ve Xu, 2021). CNG kompresörlerinde yüksek barlarda sıkıştırılabilen doğal gaz hacmi minimize edilmiş şekilde tüplere doldurularak karbüratörlü, benzinli veya katalitik enjeksiyonlu tüm araçlara monte edilmektedir. Sayısı az olsa da CNG istasyonlarında dolun yapılabilir. Motora zarar verdiği gözlenmeyen CNG'li araçlarda yapılan testlerde motor ömrünün uzadığı ve yağ değişim periyodunun dizel ya da benzinli araçlara göre katına çıktığı görülmektedir. CNG yanma sıcaklığı 600 derecenin üzerinde olmasından dolayı LPG araçlara göre patlama tehlikesi çok az olmaktadır (Ravigné ve Da Costa, 2021).

Henüz taşımacılık sektöründeki payı %5'in altında olan doğal gaz elektrikli araç teknolojilerinde büyük yatırımlardan ötürü potansiyelini korumasına rağmen beklenen gelişmeyi sağlayamamıştır. Bunun en temel sebeplerinden birisi bir depo yakıt ile diğer yakıtlara nazaran çok daha az mesafe kat edebilmesi gösterilmektedir. Bununla birlikte karbon emisyon oranların düşürülmesine fayda sağlayabilecektir (Rawat ve Garg, 2021). Doğal gaz yanma sistemleri ticari süreçlerde daha az maliyetli ve çevreye daha fazla duyarlı olması sebebiyle son yıllarda elektrikli soğutma sistemlerine göre önemli teknolojik gelişmelerle birlikte daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Absorbsiyonlu, motor tahrikli ya da nemi gideren kurutuculu sistemler olarak üç farklı şekilde kullanım imkânı bulunmaktadır. Absorbsiyon süreçlerinde kullanılan su bazlı solüsyonlar gazlaştırma ya da buharlaştırma yapılarak mekanik sıkıştırma yapmadan soğutma etkisi sağlayabilmektedir (Lehman ve Kinchy, 2021). Nemi gideren kurutucu sistemler yaygın olarak farklı bir soğutucu ile kullanılmasına rağmen motor tahrikli ya da absorpsiyonlu sistemler doğrudan elektrikli ünitlerin yerine ya da ısıtma kazanları ile birlikte kullanılabilir.

Doğal Gaz Tüketimini Etkileyen Temel Faktörlere Yönelik Literatür Taraması

Doğal gaz tüketiminde en yüksek paya sahip ısınma amaçlı kullanımda en önemli etken sıcaklıktır. Havaaların soğuması ile birlikte konut ve ticari olarak ısınmaya yönelik olarak doğal gaz talebi hızla artmaktadır. Türkiye’de genele bakıldığında sıcaklığın 15 derece altına düşmesi ile birlikte konutlarda ısınma amaçlı doğal gaz kullanımının başladığı görülmektedir (Abd vd., 2021). Arz-talep dengesine bağlı olarak ortaya çıkan bu durum fiyatlar üzerinde de yukarı yönlü bir baskı oluşturmaktadır. Doğal gaz fiyat grafiğini incelediğimizde de kısa doğru genelde fiyatlarda bir artış yaşandığı gözlenmiştir (Szabo, 2021). Bununla birlikte yaz aylarında yüksek hava sıcaklıkları elektrik santrallerine olan talebi artırmaktadır. Dünya genelinde elektrik üretiminde yaklaşık %25 oranında doğal gaz kullanıldığı ve bunun arttığı düşünüldüğünde yaz aylarında da üretim amaçlı doğal gaz kullanımının arttığı bilinmektedir (Pretyman vd., 2021).

Ekonomik büyüme doğal gazın hem talep hem de fiyatlarını doğrudan etkileyen unsurlardan biri olduğu görülmektedir (Chai vd., 2021). Ekonomik büyüme süreçlerinde özellikle ticari ve endüstriyel sektörlerdeki hem hizmet hem de mal üretim talebindeki artışlar doğal gaz tüketimini artırabilmektedir (Afrouzy ve Taghavi, 2021). Tüketimdeki ekonomi odaklı artışlar hem hammadde olarak kullanıldığı sektörlerde (gübre, ilaç vb.) hem de yakıt olarak tüketimde güçlü olabilmektedir. Enerji üretiminde doğal gazın temel alternatiflerinden birisi petroldür (Zhao vd., 2021). Petrol fiyatlarındaki düşüş talebi doğal gazdan uzaklaştırırken tam tersi durumda doğal gaza talebi artırmaktadır.

Kömürler çalışan elektrik üretim santrallerinin sayısı gün geçtikçe azaldığından kömürün etkisinin petrole göre daha az olduğu düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışında da uzun vadede üretimde doğal gaza olan talebi düşüreceği gözlenmektedir (Russo, 2021). Nükleer santrallerin de çalışmaması veya devre dışı kalması durumunda da birinci derecede doğal gaz ile üretim planladığından nükleere santrallerin kapasitesi de doğal gaza olan talebe etki etmektedir (Niyazbekova vd., 2021).

Gelişmekte olan ya da kırılğan ekonomilere sahip ülkelerde artan işsizlik oranları ile birlikte alın gücünün azalmasına bağlı olarak ısınma amaçlı doğal gaz tüketimine doğrudan, elektrik üretim amaçlı doğal gaz talebine ise dolaylı olarak etkide bulunduğu literatürde yapılan birçok çalışmada görülmektedir (Yang vd., 2021). Kentleşme oranı bir bölgenin nüfusu içerisindeki kalıcı şehir sakinlerinin oranını ifade etmektedir. Kentleşme, doğal gaz talebinin sürekli artmasına sebep olmaktadır (Yin vd., 2022). Kentleşme ile birlikte şehirlerde nüfus yoğunluğunun da arttığı görülmektedir. Bu durumda artan konut sayısı ile birlikte hem ısınma amaçlı hem de elektrik üretimindeki payı nedeniyle doğal gaz tüketimini artırmaktadır. Yeni şehir yapılanmaları ile birlikte doğal gaz dağıtım şirketlerinin abone sayıları her geçen gün artmaktadır (Mooney vd., 2022). Her birim doğal gaz fiyatındaki artış faturaların daha yüksek gelmesine sebep olmaktadır. Bu durumda insanların geliri içerisinde artan enerji gideri payı dolayısıyla daha az tüketime ya da alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmektedir (Zhang vd., 2021).

Türkiye Doğal Gaz Sektörüne Yönelik Ekonometrik Bir Analiz

Analizin Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada Türkiye’deki doğal gaz talebinin tahmin edilmesine yönelik model ortaya konması amaçlanmaktadır. Doğal gaz tüketimi bağımlı değişken olarak ele alınmış, buna bağlı olarak makroekonomik veriler, iklim koşulları, enerji ve fiyat verileri ile toplumsal ve kültürel veriler bağımsız değişken olarak kullanılmaktadır. Aylık verilerin değerlendirildiği bu çalışmada değişkenlere ait 2015 yılı ocak ayı ile 2021 yılı haziran ayı arasındaki 78 gözlem kapsama dâhil edilmiştir.

Analiz Sürecinde Dikkate Alınan Değişkenler

Bu tezde doğal gaz talebini etkileyen önemli faktörler belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu çerçevede, geniş kapsamlı literatür analizi yapılarak seçilen 27 değişken Tablo 1’de listelendiği üzere makroekonomik veriler, toplumsal ve kültürel veriler, enerji ve fiyat verileri ile iklim koşulları verileri olarak 4 veri seti altında toplanmıştır.

Tablo 1: Veri Setleri ve Değişkenler

Değişken Adı	Kaynak
Ekonomik Büyüme	Hall vd. (2021)
Politika Faizi	Jia vd. (2021)
Tüketici Güven Endeksi	Li vd. (2021)
Tüketici Fiyat Endeksi	Zhao vd. (2021)
Doğal Gaz Fiyatı	Mooney vd. (2022)
Aylık Tatil Günü Sayısı	Yin vd. (2022)
İşsizlik Oranı	Yang vd. (2021)
Yaşlı Gün Sayısı	Niyazibekova vd. (2021)
Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla	Pretyman vd. (2021)
Abonelik Sayısı	Zhang vd. (2021)
Kömür Fiyatı	Abd vd. (2021)
Tesisat Sayısı	Rawat ve Garg (2021)
Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı	Szabo (2021)

Nüfus	Yang vd. (2021)
Cari İşlemler Açığı	Zhao vd. (2021)
Yapı Ruhsatı Sayısı	Mooney vd. (2022)
Sıcaklık	Dong vd. (2021)
Nem Oranı	Rawat ve Garg (2021)
Rüzgâr Şiddeti	Mooney vd. (2022)
Dolar Kuru	Pretyman vd. (2021)
Kar Örtülü Gün Sayısı	Li vd. (2021)
Doğal Gaz Tüketimi	Zhao vd. (2021)
Kombi Sayısı	Afrouzy ve Taghavi (2021)
Enflasyon Oranı	Abd vd. (2021)
Petrol Fiyatı	Szabo (2021)
Üretici Fiyat Endeksi	Chai vd. (2021)
Boru Hattı Uzunluğu	Yin vd. (2022)

MARS Yöntemi Hakkında Teorik Bilgi

Türkçeye "Çok Değişkenli Uyumlu Regresyon Uzanımları" olarak çevrilen Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) yöntemini, fizikçi ve istatistikçi Jerome Friedman 1991 senesinde geliştirmiştir. MARS, tahmin değerleri aralığında çoklu doğrusal regresyon modelleri oluşturan parametrik olmayan bir regresyon yöntemidir. Bunu verileri bölümlere ayırarak yapar ve her farklı bölümde doğrusal bir regresyon modeli çalıştırmaktadır. Yöntemin adı aşağıda açıklamalarına yer verilen sözcüklerin ilk harflerinden gelmektedir (Friedman, 1991).

- Çok Değişkenli (Multivariate)
- Uyarlayıcı (Adaptive)

- Regresyon (Regression)
- Uzanımlar (Splines)

MARS algoritması iki adımda bir model oluşturmaktadır. İlk olarak, temel işlevler (BF) olarak adlandırılan bir koleksiyon oluşturur. Bu izlekte, tahmin edici değerlerinin aralığı birkaç gruba bölünür. Her grup için, her biri kendi eğimine sahip ayrı bir doğrusal regresyon modellenmiştir (Dinçer vd., 2018). Ayrı regresyon çizgileri arasındaki bağlantılara düğüm denmektedir. MARS algoritması, düğümleri yerleştirmek için en iyi noktaları otomatik olarak arar. İkinci adımda, MARS, bağımsız değişkenler olarak temel fonksiyonları olan bir en küçük kareler modeli tahmin eder. Çok büyük bir modele uyar, daha sonra model uyumuna en az katkıda bulunan temel işlevleri yinelemeli olarak kaldırarak fazla uydurmayı önlemek için budanmaktadır (Yüksel ve Ubay, 2020).

MARS, çok sayıda tahmin değişkeniyle başarılı sonuçlar vermektedir. Değişkenler arasındaki etkileşimleri otomatik olarak algılamaktadır. Karmaşıklığına rağmen verimli ve hızlı bir algoritmadır. Ancak diğer yöntemlere göre anlaşılması ve yorumlanması daha zordur. Modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Yüksel, 2016).

$$Y = B_0 + \sum_{n=1}^K a_n B_n(X_t) + \varepsilon$$

- Y, bağımlı değişkendir.
- X, bağımsız değişkendir.
- B_0 , modelin sabit terimidir.
- a_n , n. temel fonksiyonun katsayı değeridir. K tane temel fonksiyon bulunmaktadır.
- ε , hata terimidir.
- $B_n(X_t)$, t. bağımsız değişken için n. temel fonksiyonu ifade etmektedir.

Analiz Sonuçları

İlk olarak, analizde dikkate alınan değişkenler ile yapılan analizde MARS sistemi tarafından 12 farklı model oluşturulmuştur. İlgili modellere ilişkin detaylar Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2: MARS Yöntemi Sonucunda Çıkan Modeller

Temel Fonksiyon	Toplam Değişken	Doğrudan Kullanılan Değişken Sayısı	GCV	GCV R-Kare
12	7	7	0.036	0.030
11	7	7	0.032	0.131

10	7	7	0.029	0.204
9	7	7	0.027	0.269
8	6	6	0.025	0.315
7	6	6	0.023	0.367
6	6	6	0.022	0.401
5	6	6	0.021	0.426
4	3	3	0.021	0.431
**3	2	2	0.020	0.433
2	1	1	0.023	0.386
1	0	0	0.037	0.000

Tablo 2’de her satır ayrı bir modeli işaret etmektedir. Bu tablonun en altında yer alan model başlangıç modeli olarak tanımlanmaktadır. MARS sistemi öncelikli olarak bu modeli oluşturulmaktadır. Bunun ardından, analiz sürecinde dikkate alınan bağımsız değişkenler kullanılarak olası tüm anlamlı kombinasyonlar başlangıç modeline eklenmektedir. Böylece, en karmaşık model oluşturulmaktadır. Tablonun en üstünde yer alan ve 12 adet temel fonksiyona sahip olan model ise en karmaşık model olarak dikkate alınmaktadır. Daha sonraki süreçte, R^2 ve GCV değerleri dikkate alınarak en karmaşık modelden bazı temel fonksiyonlar çıkartılmaktadır. Buradaki amaç en ideal modele ulaşılmasıdır. Tablo 2’de 3 temel fonksiyonu olan ve “*” ibaresi yer alan model sistem tarafından üretilen en iyi modeldir. Bu süreçteki en temel kıstas ise R^2 değerinin en yüksek ve GCV değerinin en düşük olmasıdır. Elde edilen en ideal modele ait istatistiki bilgiler Tablo 3’de paylaşılmıştır.

Tablo 3: En İdeal Modele Ait İstatistiki Bilgiler

Değişken	Katsayı	Standart Hata	T Testi	P Değeri
Sabit Terim	-0.002	0.037	-0.048	0.962
Temel Fonksiyon 3	-2.984	0.821	3.636	.509546E-03
Temel Fonksiyon 4	-1.282	0.337	-3.804	.290901E-03
Temel Fonksiyon 8	-1.290	0.341	3.785	.310234E-03

Gözlem Sayısı: 78

F Testi: 30.871 (0.0000)

R^2 : 0.557

p Değeri: 0.0000

Düz R²: 0.538**Toplam Değişken: 2****GCV: 0.020****GCV R²: 0.433**

Tablo 3’den görülebileceği üzere, tüm temel fonksiyonlara ait p değerleri 0.05 değerinin altındadır. Belirtilen bu durum bahsi geçen tüm temel fonksiyonların istatistiki olarak anlamlı olduğunu belirtmektedir. Öte yandan, F testine yönelik olasılık değeri 0.0000 şeklinde belirlenmiştir. Bu durum da MARS tarafından oluşturulan tüm modelin anlamlı olduğunu göstermektedir. Düzenlenmiş R² değeri de 0.538 olarak hesaplanmıştır. Bu durum da model açıklama gücünün oldukça yüksek olduğu hakkında bilgi vermektedir. Bunların yanı sıra, Tablo 3’deki katsayı değerleri temel fonksiyonların doğalgaz tüketimi üzerindeki etkisinin yönünü ve gücünü ifade etmektedir. Her bir temel fonksiyon içerisinde değişkenlerin bazılarının kombinasyonları yer almaktadır. Tablo 4’de modelde yer alan temel fonksiyonların içeriği gösterilmektedir.

Tablo 4: Modeldeki Temel Fonksiyonların Açıklaması

Temel Fonksiyon (BF)	Açıklama	Katsayı
Temel Fonksiyon 2	maks (0, 0.247 – Sıcaklık Oranı)	
Temel Fonksiyon 3	maks (0, Yenilenebilir Enerji Oranı - 0.402) * Temel Fonksiyon 2	- 2.984
Temel Fonksiyon 4	maks (0, Sıcaklık Oranı - 0.190)	- 1.282
Temel Fonksiyon 8	maks (0, Sıcaklık Oranı - 0.327)	- 1.290

Modelde 3 temel fonksiyon ile Sıcaklık Oranı ve Yenilenebilir Enerji Oranı olarak 2 değişken yer almaktadır. Tablo 4’de gösterilen “Temel Fonksiyon 2” aslında “Temel Fonksiyon 3” içerisinde yer almaktadır. Temel Fonksiyon 3’de meydana gelecek bir birim artış doğal gaz tüketiminde 2.984 birim azalış olacağını göstermektedir. Temel fonksiyon 3’ün gerçekleşmesi için Yenilenebilir Enerji Artış Oranının 0.402’den büyük olması ve Sıcaklık Artış Oranının 0.247’den küçük olması gerekmektedir. Yenilenebilir enerjinin toplam enerji içerisindeki payının %40’ın altında kalması veya sıcaklık oranı artış oranının %24’ü geçmesi durumunda fonksiyon 0 geleceği için modelde kullanılamayacaktır.

Sıcaklık azalışları makul seviyelerde olduğu sürece yenilenebilir enerjideki artış oranının doğal gaz tüketiminin düşmesinde çok önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir. %99 oranında ithalata bağımlı olan doğal gazın makroekonomik dengeler içerisindeki payını azaltmak için, sıcaklık değişikliklerimi kontrol edemediğimiz bir durum olduğundan, yenilenebilir enerji yatırımlarına hız kesmeden devam edilmesi gerektiği analiz sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sıcaklık oranının 3 temel değişkende de yer alması doğal gaz tüketiminin sıcaklıkla çok yüksek ilişkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç

Doğal gaz saf haldeyken renksiz, şekilsiz ve kokusuz yanıcı bir gazdır ve yandığında önemli miktarda enerji açığa çıkarmaktadır. Günümüzde doğal gaz hızlı ekonomik büyüme, sanayileşme, nüfus artışı, şehirleşme, çevresel etkenler, enerji politikaları ve doğal gazın kendine özgü özellikleri sayesinde hızla, endüstriyel, ticari ve yerleşim alanlarında petrol, elektrik ve kömürün yerini almaktadır. Doğal gaz kömür, petrol gibi fosil yakıtlar ile mukayese edildiğinde çevreye daha duyarlı, prodüktif ve temiz bir enerji kaynağıdır. Öte yandan, yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında daha az maliyetlidir. Bu çalışmada Türkiye'deki doğal gaz talebinin tahmin edilmesine yönelik model ortaya konması amaçlanmaktadır. Doğal gaz tüketimi bağımlı değişken olarak ele alınmış, buna bağlı olarak makroekonomik veriler, iklim koşulları, enerji ve fiyat verileri ile toplumsal ve kültürel veriler bağımsız değişken olarak kullanılmaktadır. Aylık verilerin değerlendirildiği bu çalışmada değişkenlere ait 2015 yılı ocak ayı ile 2021 yılı haziran ayı arasındaki 78 gözlem kapsama dâhil edilmiştir.

Modelde 3 temel fonksiyon ile Sıcaklık Oranı ve Yenilenebilir Enerji Oranı olarak 2 değişken yer almaktadır. Tablo 4'de gösterilen "Temel Fonksiyon 2" aslında "Temel Fonksiyon 3" içerisinde yer almaktadır. Temel Fonksiyon 3'de meydana gelecek bir birim artış doğal gaz tüketiminde 2.984 birim azalış olacağını göstermektedir. Temel fonksiyon 3'ün gerçekleşmesi için Yenilenebilir Enerji Artış Oranının 0.402'den büyük olması ve Sıcaklık Artış Oranının 0.247'den küçük olması gerekmektedir. Yenilenebilir enerjinin toplam enerji içerisindeki payının %40'ın altında kalması veya sıcaklık oranı artış oranının %24'ü geçmesi durumunda fonksiyon 0 geleceği için modelde kullanılamayacaktır.

Sıcaklık azalışları makul seviyelerde olduğu sürece yenilenebilir enerjideki artış oranının doğal gaz tüketiminin düşmesinde çok önemli etkiye sahip olduğu görülmektedir. %99 oranında ithalata bağımlı olan doğal gazın makroekonomik dengeler içerisindeki payını azaltmak için, sıcaklık değişikliklerini kontrol edemediğimiz bir durum olduğundan, yenilenebilir enerji yatırımlarına hız kesmeden devam edilmesi gerektiği analiz sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sıcaklık oranının 3 temel değişkende de yer alması doğal gaz tüketiminin sıcaklıkla çok yüksek ilişkili olduğunu göstermektedir.

Kaynakça

- Abd, A. A., Naji, S. Z., Thian, T. C., & Othman, M. R. (2021). Evaluation of hydrogen concentration effect on the natural gas properties and flow performance. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(1), 974-983.
- Afrouzy, Z. A., & Taghavi, M. (2021). Thermo-economic analysis of a novel integrated structure for liquefied natural gas production using photovoltaic panels. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 145(3), 1509-1536.
- Bhuiyan, M. A., Dinçer, H., Yüksel, S., Mikhaylov, A., Danish, M. S. S., Pinter, G., ... & Stepanova, D. (2022). Economic indicators and bioenergy supply in developed economies: QROF-DEMATEL and random forest models. *Energy Reports*, 8, 561-570.
- Chai, J., Zhang, X., Lu, Q., Zhang, X., & Wang, Y. (2021). Research on imbalance between supply and demand in China's natural gas market under the double-track price system. *Energy Policy*, 155, 112380.
- Dai, J., Ni, Y., Dong, D., Qin, S., Zhu, G., Huang, S., ... & Feng, Z. (2021). 2021–2025 is a period of great development of China's natural gas industry: Suggestions on the exploration and development of natural gas during the 14th five-year plan in China. *Journal of Natural Gas Geoscience*, 6(4), 183-197.
- Dinçer, H., Hacıoğlu, Ü., & Yüksel, S. (2018a). Determining influencing factors of currency exchange rate for decision making in global economy using MARS method.

- In *Geopolitics and strategic management in the global economy* (pp. 261-273). IGI Global.
- Dinçer, H., Hacıoğlu, Ü., & Yüksel, S. (2018b). Evaluating the effects of economic imbalances on gold price in Turkey with MARS method and discussions on microfinance. In *Microfinance and its impact on entrepreneurial development, sustainability, and inclusive growth* (pp. 115-137). IGI Global.
- Dong, K., Jiang, Q., Shahbaz, M., & Zhao, J. (2021). Does low-carbon energy transition mitigate energy poverty? The case of natural gas for China. *Energy Economics*, 99, 105324.
- Dong, W., Zhao, G., Yüksel, S., Dinçer, H., & Ubay, G. G. (2022). A novel hybrid decision making approach for the strategic selection of wind energy projects. *Renewable Energy*, 185, 321-337.
- Friedman, J. H. (1991). Multivariate adaptive regression splines. *The annals of statistics*, 19(1), 1-67.
- Hall, J. E., Hooker, P., & Jeffrey, K. E. (2021). Gas detection of hydrogen/natural gas blends in the gas industry. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(23), 12555-12565.
- Janzwood, A., & Millar, H. (2022). Bridge fuel feuds: The competing interpretive politics of natural gas in Canada. *Energy Research & Social Science*, 88, 102526.
- Jia, A., He, D., Wei, Y., & Li, Y. (2021). Predictions on natural gas development trend in China for the next fifteen years. *Journal of Natural Gas Geoscience*, 6(2), 67-78.
- Kalisz, S., Kibort, K., Mioduska, J., Lieder, M., & Małachowska, A. (2022). Waste management in the mining industry of metals ores, coal, oil and natural gas-A review. *Journal of environmental management*, 304, 114239.
- Kostis, P., Dinçer, H., & Yüksel, S. (2022). Knowledge-Based Energy Investments of European Economies and Policy Recommendations for Sustainable Development. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-33.
- Kou, G., Yüksel, S., & Dinçer, H. (2022). Inventive problem-solving map of innovative carbon emission strategies for solar energy-based transportation investment projects. *Applied Energy*, 311, 118680.
- Lehman, J., & Kinchy, A. (2021). Bringing climate politics home: Lived experiences of flooding and housing insecurity in a natural gas boomtown. *Geoforum*, 121, 152-161.
- Li, H., Shahbaz, M., Jiang, H., & Dong, K. (2021). Is natural gas consumption mitigating air pollution? Fresh evidence from national and regional analysis in China. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 325-336.
- Liu, D., & Xu, H. (2021). A rational policy decision or political deal? A multiple streams' examination of the Russia-China natural gas pipeline. *Energy Policy*, 148, 111973.
- Mızrak, F., & Yüksel, S. (2019). Significant determiners of Greek debt crisis: a comparative analysis with Probit and MARS approaches. *International Journal of Finance & Banking Studies (2147-4486)*, 8(3), 33-50.
- Mooney, R., Boudet, H. S., & Hazboun, S. O. (2022). Risk-benefit perceptions of natural gas export in Oregon. *Local Environment*, 1-15.
- Mukhtarov, S., Yüksel, S., & Dinçer, H. (2022). The impact of financial development on renewable energy consumption: Evidence from Turkey. *Renewable Energy*.
- Niyazbekova, S. U., Ivanova, O. S., Suleimenova, B., Yerzhanova, S. K., & Berstembayeva, R. K. (2021). Oil and gas investment opportunities for companies in modern conditions. In *Socio-economic Systems: Paradigms for the Future* (pp. 669-676). Springer, Cham.
- Norouzi, N. (2021). Post-COVID-19 and globalization of oil and natural gas trade: Challenges, opportunities, lessons, regulations, and strategies. *International journal of energy research*, 45(10), 14338-14356.
-

- Oktar, S., & Yüksel, S. (2016). Bankaların türev ürün kullanımını etkileyen faktörler: MARS yöntemi ile bir inceleme. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (620), 31-46.
- Pretzman, D., Greaves, T., & Millerick, A. (2021). The role of natural gas utilities and pipeline operators in a decarbonized economy. *Climate and Energy*, 38(1), 1-10.
- Ravigné, E., & Da Costa, P. (2021). Economic and environmental performances of natural gas for heavy trucks: A case study on the French automotive industry supply chain. *Energy Policy*, 149, 112019.
- Rawat, A., & Garg, C. P. (2021). Assessment of the barriers of natural gas market development and implementation: A case of developing country. *Energy Policy*, 152, 112195.
- Russo, T. N. (2021). Responsibly Sourced Gas: Time to Change the Natural Gas Industry's Narrative. *Climate and Energy*, 37(7), 22-27.
- Santibanez-Borda, E., Korre, A., Nie, Z., & Durucan, S. (2021). A multi-objective optimisation model to reduce greenhouse gas emissions and costs in offshore natural gas upstream chains. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126625.
- Snodgrass, K. B. (2021). The State of the Oil and Natural Gas Industry in Oklahoma: The Oil and Gas Industry Moving Forward Post McGirt/Murphy. *ONE J*, 7, 249.
- Szabo, J. (2021). Natural Gas' Changing Discourse in European Decarbonisation. In *Energy Humanities. Current State and Future Directions* (pp. 67-88). Springer, Cham.
- Yang, Y., Yang, Y., Wen, L., Zhang, X., Chen, C., Chen, K., ... & Xie, C. (2021). New progress and prospect of Middle Permian natural gas exploration in the Sichuan Basin. *Natural Gas Industry B*, 8(1), 35-47.
- Yin, X., Wen, K., Wu, Y., Han, X., Mukhtar, Y., & Gong, J. (2022). A machine learning-based surrogate model for the rapid control of piping flow: Application to a natural gas flowmeter calibration system. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 98, 104384.
- Yüksel, S. (2016). Türkiye'de cari işlemler açığının belirleyicileri: Mars yöntemi ile bir inceleme. *Bankacılar*, 27(96), 102-121.
- Yüksel, S., & Adalı, Z. (2017). Determining influencing factors of unemployment in Turkey with MARS method. *International Journal of Commerce and Finance*, 3(2), 25-36.
- Yüksel, S., & Özsarı, M. (2017a). Türkiye'nin kredi notunu etkileyen faktörlerin Mars yöntemi ile belirlenmesi. *Politik Ekonomik Kuram*, 1(2), 16-31.
- Yüksel, S., & Özsarı, M. (2017b). Türkiye Cumhuriyet MerkezBankası'nın Döviz Rezervlerine Etki Eden Makroekonomik Faktörlerin Belirlenmesi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (631), 41-53.
- Yüksel, S., & Ubay, G. G. (2020). Identifying the influencing factors of renewable energy consumption in Turkey with MARS methodology. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-14.
- Yüksel, S., & Zengin, S. (2016). leading indicators of 2008 global crisis: an analysis with logit and mars methods. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 8(15), 495-518.
- Yüksel, S., Canöz, İ., & Adalı, Z. (2017). Türkiye'deki Mevduat Bankalarının Fiyat-Kazanç Oranını Etkileyen Değişkenlerin Mars Yöntemi İle Belirlenmesi. *Fiscaoeconomia*, (3).
- Yüksel, S., Mukhtarov, S., Mahmudlu, C., Mikayilov, J. I., & Iskandarov, A. (2018). Measuring international migration in Azerbaijan. *Sustainability*, 10(1), 132.
- Yüksel, S., Zengin, S., & Kartal, M. T. (2016). Identifying the macroeconomic factors influencing credit card usage in Turkey by using MARS method. *China-USA Business Review*, 15(12), 611-615.
- Zengin, S., Yüksel, S., & Kartal, M. T. (2018). Understanding the Factors that affect Foreign direct investment in Turkey by Using mars method. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 10(18), 177-192.

-
- Zhang, R., Li, H., Chen, T., & Hou, B. (2021). How does natural gas consumption affect human health? Empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128795.
- Zhang, Y., Zhang, Y., Gong, C., Dinçer, H., & Yüksel, S. (2022). An integrated hesitant 2-tuple Pythagorean fuzzy analysis of QFD-based innovation cost and duration for renewable energy projects. *Energy*, 123561.
- Zhao, J., Jiang, Q., & Dong, K. (2021). Income inequality and natural gas consumption in China: Do heterogeneous and threshold effects exist?. *Australian Economic Papers*, 60(4), 630-650.
-