

# Enerjide Dışa Bağımlılık Sorunu: Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz

Arman Zafer YALÇIN\*

Metin DOĞAN\*\*

## ÖZ

Bir enerji kaynağı olarak fosil yakıt, Sanayi Devriminden itibaren üretimin en önemli unsurlarından biri olmuştur. Ancak fosil yakıtların dünyanın her yerinde eşit bir şekilde dağılım göstermediği görülmektedir. Bu durum bazı ülkeleri enerji ihracatçısı durumuna getirirken fosil yakıt kaynağı bulunmayan ülkeleri ise ithalatçı konuma getirmiştir. Yeterli enerji kaynağına sahip olmayan ülkeler üretim miktarını ve toplumsal refah düzeyini yükseltmek için ihtiyaç duydukları enerjiyi dış kaynaklardan tedarik etmek zorundadır. Bu durum enerji sektöründe bağımlılık ilişkilerinin gelişmesine neden olmaktadır. 2022'nin ilk aylarında başlayan Ukrayna-Rusya Savaşının ardından enerji bağımlılığı enerji arz güvenliği açısından bir risk unsuru olarak kabul edilmiştir. Bu yüzden Avrupa Birliği enerji bağımlılığının azaltılması için yenilenebilir enerjiye geçiş, enerji ithalatçısı ülkelerin çeşitlendirilmesi gibi yeni bir stratejiyi hayata geçirmiştir. Yoğun bir biçimde enerji ithalatına bağımlı bir ülke olan Türkiye'nin de enerji bağımlılığı konusunda adım atması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan ampirik analizden elde edilen sonuçlarda bu sonucu desteklemektedir. Analiz kapsamında yapılan Johansen eşbütünleşme testi sonucunda, 1990-2020 döneminde Türkiye'de birincil enerji arzı ve fosil yakıt tüketimi ile enerji bağımlılığı arasında kısa ve uzun dönemde pozitif bir ilişki vardır. Enerji verimliliği ile enerji bağımlılığı arasında negatif bir ilişki söz konusudur. Analizde yer alan diğer bağımsız değişkenlerden biri olan Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve enerji bağımlılığı arasında beklentinin aksine negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Analizdeki son değişken olan yenilenebilir enerji ve enerji bağımlılığı arasında ise bu model kapsamında bir ilişki kurulamamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Bağımlılığı, Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji, Birincil Enerji Arzı, Johansen Eşbütünleşme Testi

**JEL Sınıflandırması:** C32, Q20, Q40

## The Problem of External Dependence in Energy: An Empirical Analysis for Turkey

### ABSTRACT

As an energy source, fossil fuel has been one of the most important elements of production since the Industrial Revolution. However, it is seen that fossil fuels are not evenly distributed in every part of the world. While this situation has made some countries energy exporters, countries that do not have fossil fuel resources have become importers. If a country wants to increase the amount of production and raise the level of social welfare, it must supply energy needs from external sources. This situation has led to the development of dependency relations in the energy sector. Following the Ukraine-Russia War that started in the first months of 2022, energy dependency has been recognized as a risk factor for energy supply security. Therefore, the European Union has implemented a new strategy to reduce energy dependency, such as the transition to renewable energy and diversification of energy-importing countries. As a country heavily dependent on energy imports, Turkey also needs

\*Doç.Dr. Balıkesir Üniversitesi İİBF., Maliye Bölümü. email: armanzafer2525@gmail.com, ORCID Bilgisi: 0000-0002-2246-2527

\*\*Dr., email: metindogan6216@gmail.com, ORCID Bilgisi: 0000-0002-5832-7212

(Makale Gönderim Tarihi: 17.11.2022 / Yayına Kabul Tarihi:02.06.2023)

Doi Number: 10.18657/yonveek.1206158

Makale Türü: Araştırma Makalesi

to take steps to reduce its energy dependence. The results obtained from the empirical analysis conducted in this study support this conclusion. As a result of the Johansen cointegration test conducted within the scope of the analysis, there is a positive relationship between primary energy supply and fossil fuel consumption and energy dependence in the short and long run for the period 1990-2020 in Turkey. There is a negative relationship between energy efficiency and energy dependence. Contrary to expectations, there is a negative relationship between Gross Domestic Product (GDP) and energy dependence. In this model, no relationship could be established between energy dependence and renewable energy, which is the last variable in the analysis.

**Key Words:** Energy Dependency, Energy Efficiency, Renewable Energy, Primary Energy Supply, Johansen Cointegration Test

**JEL Classification:** C32, Q20, Q40

## GİRİŞ

Ukrayna ile Rusya arasında başlayan savaş; enerji bağımlılığı ve enerji güvenliği dahil enerjile alakalı birçok konunun daha fazla tartışılmasına neden olmuştur. Yaşanan gelişmelerin ardından Avrupa Birliği (AB) ihtiyaç duyulan enerjinin güvenli bir şekilde temini için REPowerEU stratejisini hayata geçirmiştir. Bu stratejiyle gelecek yıllarda enerji sektöründe dış koşullar nedeniyle oluşabilecek risklere karşı AB'nin korunması amaçlanmıştır (European Commission, 2022). Türkiye de önemli derecede enerji sektöründe dışa bağımlı olan ülkelerden biridir. Enerji piyasasında oluşacak uluslararası riskler yanında iklim krizin etkilerinin azaltılması için Türkiye'nin de enerji bağımsızlığı konusunda bir plana ihtiyacı vardır.

Bu çalışma kapsamında öncelikle enerji bağımlılığı kavramı ele alınacaktır. Daha sonra enerji bağımlılığın azaltılması için kullanılan; yenilenebilir enerji arzının artırılması, enerji verimliliğinin geliştirilmesi ve enerji çeşitliliği sağlanması yöntemleri değerlendirilecektir. Çalışmanın ikinci bölümünde Türkiye'de enerji sektörünün genel görünümü ve Türkiye'de enerji bağımlılığı sorunu yer almaktadır. Enerji bağımlılığı sorunundan çıkış için kullanılan ve birinci bölümde yer alan yöntemlerin Türkiye açısından bir değerlendirmesi de ikinci bölümde ele alınmıştır. Son olarak üçüncü bölümde ise Türkiye'de yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) gibi değişkenlerin enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına kısa ve uzun dönemde etkisinin analiz edilmesi için 1990-2020 yılları arasını kapsayan bir zaman serisi analizi yapılmıştır. Johansen eşbütünleşme testi ve vektörel hata düzeltme modeliyle yapılan bu analiz neticesinde elde edilen bulgular Türkiye'nin enerji politikasının belirlenmesi açısından önemlidir. Sonuç bölümünde bu bulgulardan hareketle çalışmanın genel bir değerlendirmesi yapılmış ve Türkiye için çeşitli politika önerileri ortaya konulmuştur. Bu çalışma, enerji bağımlılığı olgusunun yoğun bir şekilde tartışıldığı günümüzde literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır. Çünkü literatürde enerji bağımlılığı ve enerji arzı ilişkisi konusunda yapılan deneysel çalışmalar yeterli sayıda değildir. Türkiye, küresel enerji piyasasında yaşanan dengesizlikler nedeniyle enerji politikası açısından kritik bir zamandan geçtiği için enerji, ekonomi ve çevre ile bağlantılı çalışmalara daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

## I. ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK İÇİN TEORİK BİR ÇERÇEVE

Sanayi Devriminden önce insanlar enerji ihtiyaçlarını ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak gidermekteydi (Raworth, 2021). Sanayi Devriminden sonra ise fosil yakıtların kullanılmaya başlamasıyla enerji, üretimin ve tüketimin vazgeçilmezi olmuştur. Bir ülke üretim düzeyini artırmak, uluslararası rekabette güç kazanmak veya refah düzeyini yükseltmek istiyorsa enerjiye ihtiyaç duyacaktır (Aykırı, 2018, s.52). Ancak fosil yakıtlar bütün ülkelere dengeli bir biçimde dağılmamıştır. Bu durum enerji kaynakları yetersiz olan ülkelere enerji bağımlılığı sorununun oluşmasına neden olmaktadır. Enerji bağımlılığı en basit tanımıyla bir ekonomi için gerekli olan enerjinin yerel kaynaklarla elde edilememesi sebebiyle yurt dışı kaynaklardan ithalat yoluyla sağlanmasıdır<sup>1</sup> (Orun ve Demirgil, 2021, s. 103).

Enerji bağımlılığı negatif çağrışımlara sahip olsa da birçok ülkenin kalkınmasında ve refah seviyesinin yükseltilmesinde ithal edilen enerjinin payı büyüktür. Bu durum kullanılan enerjinin ne kadar doğru kullanıldığı ile alakalıdır. Eğer enerji bağımlısı ülke ithal ettiği enerjiyi üretimi artırmak için kullanıyorsa ülkenin ekonomik olarak gelişmesine faydalı olacaktır. Tüketim ağırlıklı bir enerji kullanımı ise ülke kaynaklarının ithalatta kullanılmasına neden olarak dış ticaret dengesinin bozulmasına neden olacaktır (Konak, 2019, s.199). Güney Kore enerjide dışa bağımlı olmasına rağmen refah seviyesini yukarı çıkartmayı başaran ülkeler için güzel bir örnektir. Ülke, ithal edilen enerjiyi etkin biçimde kullanarak hızla endüstrilemiş ve bu durum ülkenin GSYH'sine de yansımıştır. Ülke bu sayede kişi başına geliri 30.000 ABD doları üzerinde olup 50 milyondan fazla nüfusu barındıran ülkelerin yer aldığı 30/50 Kulübüne katılan 7. ülke olmuştur (Government of the Republic of Korea, 2020).

Enerjide dışa bağımlılık konusunun enerji güvenliği ile yakın bir ilişkisi vardır. Enerji güvenliği, mali ve jeopolitik konuların kesiştiği bir konudur. Geçmişte yaşanan deneyimler ülkelerin enerji güvenliğinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin uzun yıllar dengeli bir piyasa yapısına sahip olan fosil yakıt endüstrisinde 1973'te arz yönlü bir kriz yaşanmıştır. Petrol ürünü fiyatlarında yaşanan artış nedeniyle enerjide dışa bağımlılığı olan ülkelere üretimde daralma olmuştur (Elüstü, 2021, s.139).

Ukrayna ve Rusya arasında başlayan savaş enerji güvenliği konusunun ne kadar önemli olduğunu yeniden göstermiştir. Rusya'nın gaz akışını kesmesi ya da azaltması Rusya'dan enerji ithalatı yapan ülkeler için enerji konusunda büyük bir riskin oluşmasına neden olacaktır. Enerji piyasasında arz yönlü krizlerin ilerleyen yıllarda daha sık yaşanacağı düşünüldüğü için enerji bağımlılığı konusu daha önemli bir hale gelmiştir. AB bu yüzden RePowerEU ismi verilen ve amacı enerjide

---

<sup>1</sup>Enerji ile refahın birbiriyle ilişkili olduğunu gösteren bir kavram olan enerji yoksulluğu, hanehalklarının kullandığı enerji ile refah seviyesi ilişkisini göstermektedir. Örneğin bir hanede gündelik faaliyetlerin sürdürülmesi için (ısıtma, barınma, aydınlatma vb.) yeterli seviyede enerjiye imkânı yoksa o hanehalkının enerji yoksulu olduğu söylenebilir. Enerji yoksulluğu doğrudan bu çalışmanın konusunu oluşturmamaktadır. Ancak enerjide dışa bağımlılık sorununun çözülmemesi enerji piyasasında yaşanacak krizlerle beraber enerji yoksulluğuna düşen hane sayısında bir artış yaşanmasına neden olacaktır. Kaynak: İslatince, H. ve Haydaroğlu, C. (2009)

Rusya'ya bağımlılığın azaltılması olan bir planı hayata geçirmiştir. Bu amacın gerçekleştirilmesi için AB öncelikle fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji alternatifine yönelecektir (Kolosok ve Kovalenko, 2022, s.140).

Enerji bağımlılığının azaltılması hedefine ulaşılabilmesi için yenilenebilir enerjiye geçiş yanında enerji verimliliği sağlanması da gerekmektedir. Enerji verimliliği denildiğinde düşünülen ilk konu enerji tüketiminde tasarruf sağlanmasıdır. Ancak enerji verimliliği yalnızca enerji tüketimi ile değil enerjinin üretimi, iletimi ve dağıtımı dahil daha geniş yelpazede düşülmesi gereken bir olgudur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin enerji verimliliği çalışmalarına daha fazla önem vermesi gerekmektedir. Çünkü bu ülkelerde refah düzeyinin artırılması ve kalkınmanın sağlanması için enerjiye ihtiyaç giderek artmaktadır. Enerji fiyatlarının yükselmesi, finansal kaynakların kıt olması durumunda ihtiyaç duyulan enerjiye ulaşamamasına neden olacaktır. Bu yüzden enerji verimliliği sağlayacak yöntemler enerjinin daha etkin kullanılmasına yardımcı olabilir. Enerjinin daha etkin kullanılması ise beraberinde sanayi ve hanehalkı üzerinde enerji maliyetinin azalması ve çevreye daha az zarar verilmesi gibi doğrudan ve dolaylı olarak başka faydaları getirecektir. (İslatince ve Haydaroglu, 2009, s.157). OECD gibi kurumların yapmış olduğu tahminlerde ilerleyen yıllarda enerjiye olan talebin bugünden kat kat daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Bu artışın en büyük sebeplerinden biri, Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan OECD dışındaki ülkelerin enerjiye olan talebindeki artıştır. Bu yüzden enerji verimliliği alanında yapılan yatırımlar giderek önem kazanmaktadır (Duman Altan ve Sağbaş, 2020, s.9-10).

Bir ülkenin tam anlamıyla enerji bağımsızlığını kazanması zaman alacaktır. Bu yüzden yenilenebilir enerjiye geçiş ve enerji verimliliğinin sağlanması için uzun dönemli stratejiler geliştirilmeye ihtiyaç vardır. Örneğin Avrupa Yeşil Düzeni<sup>2</sup> stratejisini hayata geçiren AB, bu stratejiyle 2050'ye kadar karbon nötr bir kıta olmayı amaçlanmaktadır. Ancak Ukrayna-Rusya Savaşında olduğu gibi enerji krizleri yaşanması bu tarz stratejilerin başarı şansının azalmasına neden olacaktır. Enerji bağımsızlığı stratejisiyle ortaya koyulan hedeflere ulaşılabilmesi için ithal edilen enerjinin ve ithalatçı ülkelerin çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Ülkenin dış ilişkilerde siyasi ve ekonomik sorunlar yaşaması durumunda enerji karması ortaya çıkabilecek sorunların azaltılmasını sağlayacaktır. Enerji karmasının ilk örneklerinden biri İngiltere'dedir. İngiltere endüstriye geçişinin ilk dönemlerinde kömür ağırlıklı bir üretim kullanırken özellikle deniz yolu ulaşımında kömürü kullanmıştır. O dönemde kömür ithalatında özellikle Galler'in ön plana çıktığı görülmektedir. İngiltere'li yöneticiler kömürde Galler'e bağımlılığın azaltılması için İran'dan petrol ihraç etmeye başlamıştır. Böylelikle hem enerjide çeşitlilik sağlanmış hem de tek ülkeye olan bağımlılık azalmıştır (Elüstü, 2021)

## **II. TÜRKİYE'DE ENERJİ BAĞIMLILIĞI**

Türkiye enerji talebi en yüksek olan ülkelerden biridir. Enerjiye olan bu yüksek talep refah seviyesini yükseltmek isteyen ve genç bir nüfusa sahip olan Türkiye için kabul edilebilir bir seviyededir. 1990-2017 yılları arasında enerji

<sup>2</sup> Avrupa Yeşil Düzeni planı 2019'da kabul edilmiştir. Kaynak: European Commission, 2019

tüketim artış hızı %4 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan Türkiye’de belirtilen yıllar arasında yurtiçi enerji arzı azalmış ve ithalat oranında bir artış yaşanmıştır<sup>3</sup>. Enerjide ithalat oranı %50’yken bu oran 2017’de %70’in üstüne<sup>4</sup> çıkmıştır. Bu durum enerjide ulusal üretimin yeterli olmadığının göstergesidir (Kızıl Voyvoda ve Voyvoda, 2019, s.133).

Türkiye’de enerji ithalatının toplam ithalat içindeki payı yıllar içinde değişkenlik göstermektedir. 2019’da %20,97 olan bu rakam 2020’de COVID-19 Küresel Salgının etkisiyle %14,02’ye gerilemiştir. Ancak bu rakamların geri tepme etkisiyle yeniden artış eğilimine gireceği tahmin edilebilir (Orun ve Demirgil, 2021, s. 103).

Enerji türüne göre değerlendirme yapıldığında doğalgazda 2020’de %99,09 ile Türkiye’nin neredeyse tamamen dışa bağımlı olduğu görülmektedir. EPDK verilerine göre Türkiye’nin doğalgaz ithalatında 4 ülkenin ön plana çıktığı görülmektedir. 2020 verilerine göre Türkiye satın aldığı doğalgazın en büyük kısmını %33,59 ile Rusya’dan almaktadır. İran, Azerbaycan ve Cezayir ise diğer önemli ithalatçılardır (EPDK, 2021, s.11). Petrol ürünleri grubunda doğal gaz kadar olmasa da yüksek bağımlılık oranları vardır. 2021 yılı için TPAO raporundan elde edilen verilere göre %92,8’lik bir dışa bağımlılık söz konusudur. Türkiye’nin enerji ithalatında önemli olan ülkeler sırasıyla %42,3 ile Irak, %17,3 ile Rusya ve %14,4 Kazakistan olmuştur (TPAO, 2022, s36-37).

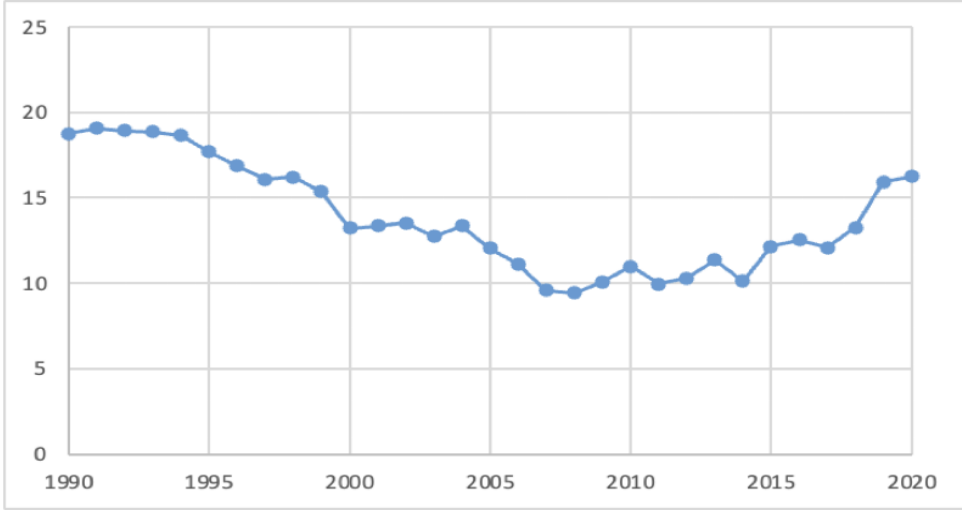
Türkiye’nin fosil yakıtlarda olan bu yüksek bağımlılığının azaltılması için ön plana çıkan yöntemler arasında ilki yenilenebilir enerjidir. Yenilenebilir enerji, tüketildiğinde kaynakta herhangi bir azalmaya neden olmayan ve doğayı daha az kirleten bir enerji türüdür. OECD’ye göre başlıca yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgar, jeotermal, gelgit, hidro ve biyokütledir. Özellikle doğalgaz kullanımına geçildikten sonra enerji bağımlılığında bir artış yaşanmış ve enerji arz güvenliği konusunda ortaya bir belirsizlik çıkmıştır. Bu yüzden Türkiye’de yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzı içindeki payının artırılarak 15 yıl içinde %30’a çıkartılması konusunda Yüksek Planlama Kurulunca 2009’da bir strateji hazırlanmıştır (YPK, 2009, s.9). Yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzı içindeki payı Şekil 1’de görülmektedir. Yenilenebilir enerji 1990’ların başında toplam enerji arzında yaklaşık %20’lik bir paya sahipken bu oran giderek azalmış ve bu pay 2007’de %10’un altına düşmüştür. Ancak 2009’dan itibaren yapılan çalışmaların da etkisiyle yenilenebilir enerji yükselişe geçerek 2020’de toplam enerji arzında %16,24’lük bir paya sahip olmuştur (OECD, 2022). Türkiye gibi güneş ve rüzgâr enerjisi bakımından yüksek potansiyele sahip olan bir ülke, doğru bir planlamayla yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzındaki payını daha önce koyulan hedeflerin

<sup>3</sup> 1986’da Sovyetler birliği ile yapılan bir anlaşmayla beraber enerji kullanımında bir dönüşüm yaşanmış ve doğalgaz Türkiye için önemli bir enerji türü haline gelmiştir. Bu durum ithalat oranlarına da yansiyarak Türkiye’nin genel enerji görünümünü değiştirmiştir. Kaynak: Yardımcı, 2011, s.160

<sup>4</sup> TPAO’nun hazırladığı raporda enerjide dışa bağımlılık oranı 2011’den 2021’e kadar olan dönemde 2019 hariç olmak üzere sürekli %70 üzerinde seyretmiştir. Kaynak: TPAO, 2021

üstüne çıkartabilir<sup>5</sup>. Bu kapsamda yenilenebilir enerjiye geçiş için altyapı yatırımlarının yapılması, yenilenebilir enerjinin verimli bir şekilde kullanımı için teknolojik çözümler üretilmesi, yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlarla rekabet edebilirliğinin sağlanması, enerji sektöründe yer çalışan çalışanların sorunsuz bir şekilde yenilenebilir enerji sektörüne geçişi için eğitim ve oryantasyon çalışmaları yapılması ve yenilenebilir enerjinin kamuoyunda öneminin anlaşılabilmesi için kaynak ayrılarak çalışmalar yapılması gerekmektedir (Kayaşoğlu ve Diken, 2019, s.65).

**Şekil 1:** Yenilenebilir Enerji Arzının Toplam Enerji Arzı İçindeki Payı



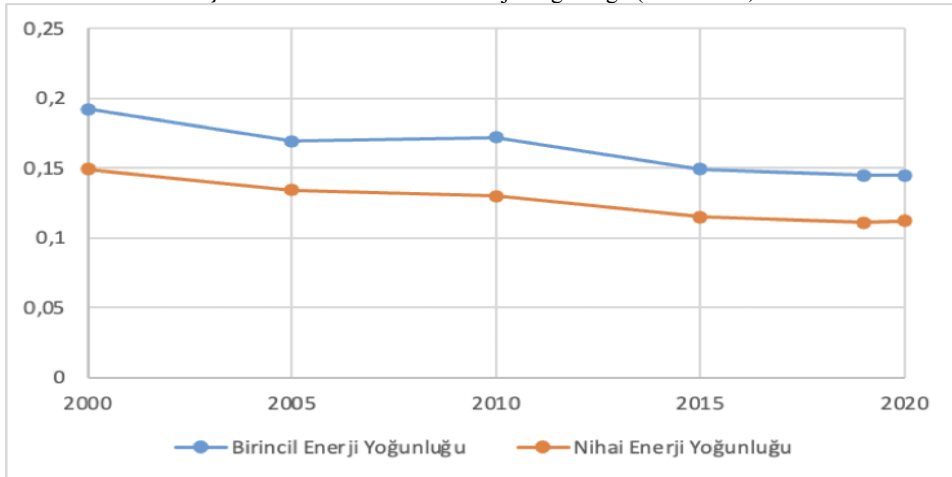
Kaynak: OECD (2022), Renewable energy (indicator). doi: 10.1787/aac7c3f1-en (Accessed on 28 October 2022)

Enerji bağımsızlığı sağlanmasında yenilenebilir enerjiden sonra bir diğer önemli yöntem enerji verimliliğidir. Enerji verimliliği, hane halklarının yaşam düzeyinde ve endüstriyel üretimde bir gerileme olmadan enerji tüketimde bir azalma sağlanmasıdır (Doğan, ve Yılankıran, 2015, s.376). Bir başka tanımda göre enerji verimliliği üreticiye ve hanehalklarına göre farklı bir bakış açısıyla ele alınmaktadır. Üreticiler açısından bakıldığında aynı miktar çıktı için kullanılan enerjinin azaltılmasıyken hanehalkları için ise enerji yoksulluğuna düşmeden ekonomik olarak daha fazla güçlenilmesidir (Naimoğlu ve Akal, 2021, s.4). Enerji verimliliği konusunda bilimsel çalışmalar daha eski yıllara gitse de özellikle enerji bağımlılığı ve iklim krizi gibi olgular son yıllarda enerji verimliliğine olan giderek artmasına neden olmuştur. Bu ilginin somut örneklerinden biri de Avrupa Yeşil Düzenidir. Avrupa Yeşil Düzeninde diğer yöntemlere ek olarak enerji verimliliği sağlanması konusunda çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmiştir. Böylece Avrupa Birliği (AB) 2050 sıfır karbon hedeflerine ulaşabilecektir (European Commission, 2019).

<sup>5</sup>Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan 2019–2023 Stratejik Planında yenilenebilir enerji potansiyelinin farkında olunduğu anlaşılmaktadır. Bu strateji belgesinde yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzındaki payı %65'e çıkarılması hedeflenmektedir. Kaynak: Yılankıran ve Doğan, 2020

Enerjide verimlilik hesaplamalarında kullanılan en iyi yöntemlerden biri enerji yoğunluğudur. Bu yöntem sayesinde ülkenin yıllar içinde enerji verimliliğindeki azalma ya da diğer ülkelerle karşılaştırma yapılması sağlanmaktadır. İslatince ve Haydaroğlu (2009)'a göre enerji yoğunluğu “bir ülkede ne kadar düşük ise, birim hasıla üretmek için harcanan enerjinin, o kadar düşük olduğu” görülmektedir. Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığınca (EVÇDB) yıllık hazırlanan bir raporda Türkiye’de enerji yoğunluğu hakkında veriler yer almaktadır. Bu raporda 2000 yılında 0,192 olan birincil enerji yoğunluğu 2020’de<sup>6</sup> 0,145’e gerilemiştir. Nihai enerji yoğunluğu ise 0,149’dan 0,112’ye düşmüştür. Bu veriler enerji verimliliği konusunda yaşanan olumlu gelişmeler olarak görülebilir. Türkiye 2019 enerji yoğunluğu verilerinde 0,145 ile dünya ortalamasından (0,172) düşükken AB (0,088) ve OECD (0,105) ortalamasından daha yüksekte yer almaktadır (EVÇDB, 2021). Enerji yoğunluğu konusunda gelişmiş ülkelerle yapılan karşılaştırmalar Türkiye’nin enerji verimliliği sağlanması konusunda önemli bir fırsata sahip olduğunu göstermektedir. Sektör temelli yapılacak değerlendirmeler gerek enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı gerekse yeni teknolojilerin hayata geçirilmesini sağlayarak enerji yoğunluğunda istenilen hedeflerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olacaktır (Duman Altan ve Sağbaş, 2020, s.15).

Şekil 2: Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu (2000-2020)



**Kaynak:** EVÇDB,(2021), Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu, Enerji Verimliliği Analiz Serisi 1, [https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimliliği/ÖlçmeveDeğerlendirme/Belgeler/enerji\\_yogunlug\\_u\\_2020.pdf](https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimliliği/ÖlçmeveDeğerlendirme/Belgeler/enerji_yogunlug_u_2020.pdf)

Yukarıda belirtilen yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği çalışmalarından kısa dönemde bir sonuç alınması pek imkan dahilinde değildir. Bu yüzden mevcut enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve enerji ithalatının farklı ülkelerden yapılması enerji bağımsızlığı sağlanmasında önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak enerji çeşitlendirirken yeni bağımlılık ilişkileri gelişiminden ve çevre

<sup>6</sup> 2007’de yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu, enerji etkin kullanılması amacıyla çıkarılmış bir kanundur. Bu kanunun da enerji yoğunluğunun düşürülmesinde faydalı olduğu düşünülmektedir. Kaynak: 5627 Sayılı 18 Nisan 2007 Enerji Verimliliği Kanunu, Resmi Gazete Tarihi: 2 Mayıs 2007.

tahribatından kaçınılması gerekmektedir. Örneğin Enerji karmasında Yüksek Planlama Kurulu (2009) nükleer enerjiye geçiş yaklaşımı da benimsemiş ve gelecek 15 yıl içinde üretilen enerjinin %5'inin nükleer santrallerden karşılanması gerektiği belirtilmiştir. Ancak nükleer enerji teknolojisi olası bir sızıntı durumunda ya da nükleer atıkların saklanması bakımından pek çevreci bir yöntem olarak kabul edilmemektedir. Ayrıca Akkuyu Nükleer Güç Santralinde<sup>7</sup> olduğu gibi nükleer tesislerin yerli olmayan şirketler tarafından kurulması ve işletilmesi başka bir bağımlılık türünün ortaya çıkmasına neden olacaktır (Damar, 2022, s.11). Bazı çalışmalarda (Çalışkan, 2009) enerji çeşitlendirilirken kömür gibi Sanayi Devriminin ilk dönemlerinde kullanılmış ve günümüzde pek kabul görmeyen enerji kaynakları da savunulmaktadır. Kömür gerek insan sağlığı gerekse çevre açısından zararlı bir enerji kaynağıdır. Bu yüzden enerji bağımsızlığı planlaması yapılırken kömür alternatif enerji kaynaklarının dışında bırakılmalıdır.

### **III. AMPİRİK ANALİZ**

#### **A. Literatür**

Enerji bağımlılığı konusunda yapılan ampirik çalışmalarda son yıllarda artış yaşandığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda enerji bağımlılığı ile ilişkili olan yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, enerji yoğunluğu, enerji tüketimi, GSYH vb. değişkenlerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda ağırlık olarak zaman serisi analizleri kullanılsa da çeşitli alternatif analiz yöntemleri de kullanılmaya başlanmıştır. Aşağıda enerji bağımlılığı ilgili yapılmış bazı çalışmalar ve bu çalışmalara ait bulgular derlenmiştir.

Sözen (2009), yapay sinir ağı yöntemini kullanarak Türkiye için bir enerji bağımlılığı analizi gerçekleştirmiştir. Bu analiz neticesinde yapılan projeksiyonda Türkiye'nin enerji bağımlılığının ilerleyen yıllarda artış göstereceği bu yüzden enerji bağımlılığının azaltılması için Türkiye'nin yenilenebilir alternatiflere yönelmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bilginoğlu ve Dumrul (2012) tarafından 1960 ve 2008 yılları arasında kapsayan dönem için Johansen ve Julius eşbütünleşme analizi yapılmıştır. Bu test neticesinde elde edilen bulgulara göre Türkiye'de enerji ithalatı ve GSMH arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Ertuğrul (2013), enerji tüketimi GSYH ilişkisini belirlemek amacıyla 1970-2011 yılları arasında kapsayan bir çalışma yapmıştır. Enerji tüketimi ve reel GSYH verileri kullanılarak yapılan bu çalışmada öncelikle Johansen eşbütünleşme testiyle uzun dönemli ilişki incelenmiş daha sonra değişkenler arasındaki dinamik ilişkinin araştırılması için Kalman Filtresi kullanılarak analiz sonuçlandırılmıştır. Eşbütünleşme ve Kalman modelinden elde sonuçlar Türkiye'de enerji tüketiminin GSYH'de bir artışa yol açtığı yönündedir.

Kavaz ve Özbuğday (2016), 1971 ve 2009 yılları arasında kapsayan çalışmada enerjide dışa bağımlılık ve enerji verimliliği ilişkisini araştırmıştır. Johansen Eşbütünleşme Testi ile Granger Nedensellik testinin kullanıldığı bu

<sup>7</sup> Akkuyu Nükleer Güç Santrali Rusya'da faaliyet gösteren ve Rus Devletine bağlı bir şirket olan Rusatom tarafından yapılmaktadır. Aynı şirket santralin çoğunluk hisselerine elinde tutup işletme hakkına sahip olacaktır. Meyer, 2022



çalışmada belirtilen dönemde Türkiye’de dışa bağımlılığın azalmasının enerji kullanımında verimliliği azalttığı yönünde bir bulgu elde edilmiştir.

Bayramoğlu (2017), 1975 ve 2015 yılları arası dönem için ARDL eşbütünleşme testi kullanarak Türkiye’de enerji bağımlılığının durumunu araştıran bir analiz gerçekleştirmiştir. Enerji bağımlılığının bağımlı değişken olduğu bu çalışmada bağımsız değişkenler; GSYH, nüfus, elektrik üretimi ve elektrik üretimi için yerli kömür kullanımınıdır. Bu analizde GSYH ve elektrik üretimi için yerli kömür kullanımı enerji bağımlılığını negatif etkilerken enerji bağımlılığı ile diğer değişkenler arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.

Acaravcı ve Yıldız (2018) tarafından yapılan çalışmada Türkiye için 1981-2015 yıllarına ait bir ekonometrik analiz yapılmıştır. 2 ayrı model bulunan bu çalışmada ilk modelde bağımlı değişken cari açıkken, bağımsız değişkenler GSYH, görel fiyatlar ve enerji ithalatı olarak belirlenmiştir. İkinci modelde ise bağımlı değişken olarak seçilmiş bağımsız değişkenler ise cari açık görel fiyatlar, enerji ithalatı ve gayri safi sabit sermaye oluşumundan meydana gelmiştir. Bu iki modelin ilkinde vektörel otoregresyon (VAR) analizi yapılmıştır. Analize göre net enerji ithalatı ile kişi başına reel gelir ve cari açık arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmazken görel fiyatlar ile cari açık ve kişi başına reel gelir arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Analizin devamında yapılan Granger nedensellik ilişkisi sonucunda ise görel fiyatlardan, cari açığa ve kişi başı reel milli gelire doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılmıştır. 2. modelde ise eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasında ARDL modeli kullanılmıştır. Uzun dönemde, gayri safi sabit sermaye oluşumu ve görel fiyat değişkenleri ile kişi başına reel gelir değişkeni arasında anlamlı ve pozitif ancak zayıf bir ilişki vardır. Kısa dönem katsayı tahmininden elde edilen sonuçlara göre ise gayri safi sabit sermaye oluşumu ve görel fiyatlar değişkenlerinin kişi başına reel gelir değişkeni ile aralarında anlamlı ve pozitif bir ilişki vardır.

Canbay ve Pirali (2019), tarafından çalışmada yenilenebilir enerji ile birlikte savunma harcamalarının enerji ithalatı üzerine etkisi analiz edilmiştir. Bu çalışma 1975 ile 2015 yılları arasını kapsarken çalışmada kullanılan yöntem ARDL eşbütünleşme testidir. Modelden elde edilen sonuçlara göre yenilenebilir enerji tüketimi hem kısa hem de uzun dönemde enerji ithalatını azaltırken savunma harcamaları ise sadece uzun dönemde enerji ithalatını azaltmaktadır.

İnançlı ve Akı (2020) tarafından yapılan bir çalışmada 1990-2019 yılları arasında Türkiye’de enerji ithalatı, enerji bağımlılığı ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişki incelenmiştir. ARDL yöntemiyle yapılan bu analizde enerji ithalatı ve yenilenebilir enerji arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir.

Yılankıran ve Doğan (2020) tarafından yapılan yapay sinir ağları (YPA) yöntemiyle yapılan çalışmada 2000-2018 yılları arası baz alınarak 2023’te Türkiye’nin ne kadar birincil enerjiye ihtiyaç duyacağı tahmin edilmiştir. Birincil enerji arz miktarlarından derlenerek yapılan analiz neticesinde nüfus ve GSYH gibi faktörlerin etkisiyle 2023’te birincil enerji arzında bir artış meydana geleceği tahmin edilmiştir.

Özbek ve Naimoğlu (2021), Türkiye’de kullanılan enerji kaynaklarının verimliliğini ölçmek için 1990-2019 yılları arasını kapsayan bir analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar enerji bağımsızlığı kazanmak için hangi enerji kaynağına daha fazla önem verilmesi gerektiğinin tespiti açısından önemlidir. VAR yönteminin kullanıldığı bu analizde kömür, petrol, doğalgaz, hidro ve biyoyakıt enerji kaynakları değişkenlerdir. Analizden elde edilen sonuçlar yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidro ve biyoyakıt) daha fazla enerji verimliliği sağladığı dolayısıyla enerji bağımsızlığı açısından yenilenebilir enerjinin daha iyi bir yöntem olabileceği görülmüştür.

Elüstü (2021) panel veri yöntemini kullandığı çalışmada 2014-2018 yılları arasında AB ülkeleri ile AB’ye aday ülkeleri analiz etmiştir. Bu çalışmada bağımlı değişken reel GSYH; bağımsız değişkenler ise petrol ve petrol ürünleri ithalatı, doğal gaz ithalatı, katı yakıt ithalatı ve enerji ithalatı bağımlılık endeksidir. Analiz sonuçlarına göre petrol ve petrol ürünleri ithalatı ile reel GSYH arasında pozitif bir ilişki varken enerji ithalat bağımlılığı ve reel GSYH arasında negatif bir ilişki vardır. Diğer iki değişken ile bağımlı değişken arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Erdemir (2022)’nin Türkiye’de 1990-2018 yılları arasını kapsayan çalışmasında bağımlı değişken net enerji ithalatı olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada bağımsız değişkenler GSYH, fosil yakıt ve yenilenebilir enerjidir. Yapılan kantil regresyon neticesinde yenilenebilir enerji tüketiminin net enerji ithalatını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ürkmez ve Okyar (2022), 1990 ve 2018 yılları arasını kapsayan dönem için ARDL eşbütünleşme testinden yararlanarak Türkiye için bir analiz gerçekleştirmiştir. Enerji bağımlılığı sorunu ve çözüm yöntemlerinin ele alındığı bu çalışmada yenilenebilir elektrik üretimi, kişi başına GSYH, kentsel nüfus artışı ve doğal gaz fiyatlarında yaşanan artış ve dünya petrol fiyatları değişkenleri yer almıştır. Modelden elde edilen bulgulardan hareketle enerji bağımlılığının azaltılmasında yenilenebilir enerjinin önemli bir araç olduğu yönünde bir tespit yapılmıştır.

### **B. Veri Seti**

Bu çalışmada ampirik analiz Türkiye için yapılmış olup zaman aralığı 1990-2020 yılları arasını kapsamaktadır. Güçlü ve tutarlı bir analiz yapılabilmesi için değişken sayısı yüksek tutularak 6 değişkenli bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bağımlı değişkeni enerji bağımlılığı (EA) olup enerji bağımlılığı verileri Eurostat’dan derlenmiştir. Bağımsız değişkenlerin ilki enerji verimliliğidir (EV). Bu veriler de Eurostat’dan derlenmiştir. İkinci bağımsız değişken fosil yakıt tüketimidir (FYT) ve bu değişkene ait veriler BP’ye ait veri tabanından elde edilen ve Our World in Data’da sunulan verilerden alınmıştır. Diğer bağımsız değişkenler olan yenilenebilir enerji (YE), GSYH ve birincil enerji arzı (EA) verileri OECD Data’dan elde edilmiştir.

### **C. Metodoloji**

Modelde yer alan değişkenler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilebilmesi için öncelikle değişkenlere durağanlık testi yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda analizde öncelikle ADF (Augmented Dickey Fuller) birim kök testi kullanılmıştır.

ADF birim kök testinin denklemleri aşağıda görüldüğü gibidir. Bu üç farklı denklemden ilki sabit terimsiz ve trend içermeyen, ikincisi sabit terimli ancak trend içermeyen ve son olarak üçüncüsü hem sabit terim hem de trend içeren denklemi ifade etmektedir. Bu üç denklemde  $h_0$  yokluk hipotezi %1 %5 ve %10 düzeylerinde test edilmektedir.  $H_0$  reddedilip alternatif hipotez kabul edilirse serilerin durağan olmadığı ve birim kök içerdiği sonucuna ulaşılmaktadır.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = b_0 + \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = b_0 + b_1 t + \delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (3)$$

Analizin ikinci aşamasında elde edilen sonuca göre eşbütünlüşme testi yapılmalıdır. Bu çalışma kapsamında Johansen eşbütünlüşme testinin analiz için uygun olduğu görülmüştür. Johansen testi ikiden fazla değişkenin olduğu bir analiz için uygun bir test olarak kabul edilmektedir. Bu testin şartı durağanlık testi neticesinde bütün değişkenlerin birinci seviyede  $I(1)$  durağan olmasıdır Johansen testinin başlangıcında aşağıda denklemi bulunan (4 numaralı denklem) VAR modeli yer almaktadır. Bu denklemde yer alan  $y_t$  birinci dereceden entegre edilmiş bir  $n \times 1$  vektörüken hata terimi  $\varepsilon_t$  ise bir yenilik vektörüdür (Hjalmarsson, Österholm, 2007). VAR modeli (5) numarada belirtilen denklem gibi yazılabilir. Bu denklem değişkenlerin farkının alınmış halini  $I(1)$  ifade etmektedir. (6) numaralı denklemde ise VAR modelinde yer alan katsayı matrislerinin açılımı yer almaktadır.

$$y_t = \mu + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta y_t = \mu + \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I \text{ ve } \Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j \quad (6)$$

Modelde yer alan eşbütünlüşme vektörlerinin sayısını ve anlamlı olup olmadıklarını belirlemek için aşağıdaki denklemleri gösterilen testler yapılır. Bu testlerden ilki trace (iz) istatistiğiyle diğer istatistik Max Eigenvalue (özdeğer) olarak adlandırılmaktadır.

$$J_{\text{trace}} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (7)$$

$$J_{\text{max}} = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (8)$$

Johansen eşbütünlüşme testinde  $r=0$  eşbütünlüşme olmadığını gösteren boş hipotezdir ( $H_0$ ). Alternatif hipotez ( $h_1$ )  $R > 0$  ise 2 veya daha fazla değişken arasında eşbütünlüşme ilişkisi olduğunu göstermektedir.

#### D. Tanımlayıcı İstatistikler Ve Önsel Testler

Analize öncelikle tanımlayıcı istatistiklerle açıklanarak başlanmıştır. Aşağıdaki tablo bu istatistiklerin özetlenmiş halidir. Tablodan görüleceği üzere yenilenebilir enerji dışındaki tüm değişkenlerin Jarque-Bera olasılık değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinin üzerindedir. Bunun anlamı yenilenebilir enerji dışında tüm değişkenler normal dağılım göstermektedir.

**Tablo 1:** Modelde Yer Alan Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	EB	EA	EV	FYT	GSYH	YE
<b>Ortalama</b>	66.86787	91.06963	87.31700	947.3051	15189.96	11952.23
<b>Medyan</b>	70.29850	82.35350	79.16000	862.1261	11780.76	10738.68
<b>Maksimum</b>	77.87700	146.8140	145.5200	1550.744	28281.47	23382.17

<b>Minimum</b>	47.41000	50.57700	48.21000	493.3236	8287.286	9311.890
<b>Std. Sapma</b>	8.573689	30.32488	30.15003	335.4323	6979.954	3335.497
<b>Jarque-Bera</b>	2.813106	2.202430	2.277867	2.306916	3.979261	34.14988
<b>Olasılık</b>	0.244986	0.332467	0.320160	0.315544	0.136746	0.000000
<b>Gözlem S.</b>	30	30	30	30	30	30

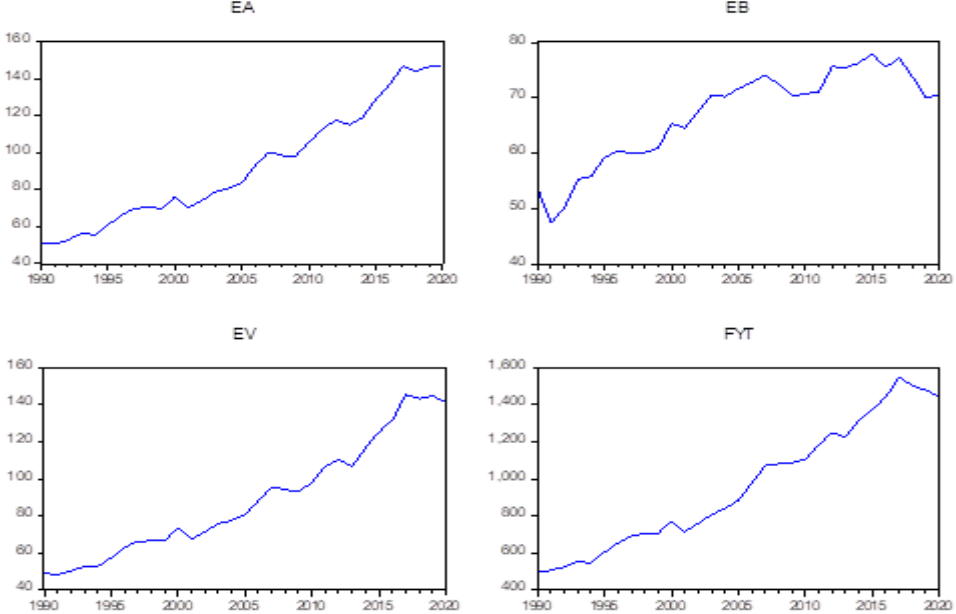
Bir sonraki tabloda ise değişkenlere ait korelasyon matrisi yer almaktadır. Korelasyon matrisi değişkenler arasında ilişkinin yönü ve gücü hakkında fikir sahibi olunmasını sağlamaktadır. Tablodan görüldüğü gibi enerji bağımlılığı ile yenilenebilir enerji dışındaki değişkenler arasında pozitif ve güçlü bir ilişki söz konusudur. Yenilenebilir enerji ile ise orta düzeyde bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

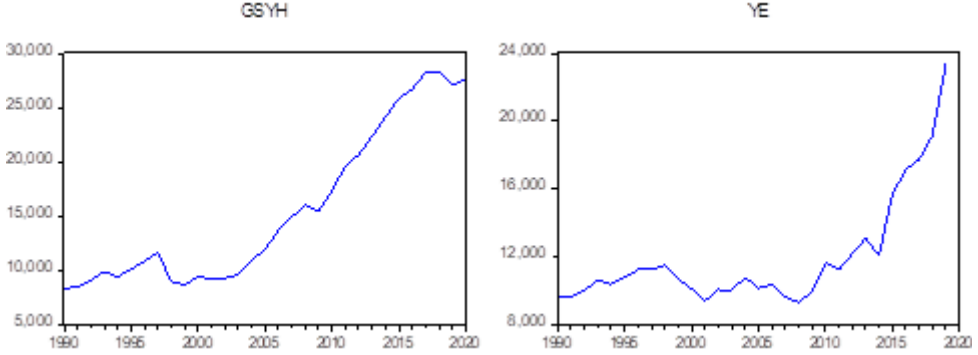
**Tablo 2: Korelasyon Matrisi**

	EB	EA	EV	FYT	GSYH	YE
EB	1	0.849037	0.836956	0.870309	0.738187	0.419183
EA	0.849038	1	0.998346	0.996772	0.964899	0.783889
EV	0.836956	0.998346	1	0.993606	0.965337	0.801477
FYT	0.870309	0.996772	0.993606	1	0.960530	0.739473
GSYH	0.738187	0.964899	0.965337	0.960530	1	0.819333
YE	0.419183	0.783889	0.801477	0.739473	0.819333	1

Birim kök testlerine geçmeden önce son olarak değişkenlere ait grafikler incelenmelidir. Aşağıdaki şekle göre değişkenlerin tümünde yukarı doğru bir trend vardır. Bu durumda birim kök testi yapılırken sabit terim ve trend içeren bir test yapılması bu model için daha uygun olacaktır.

**Şekil 3: Modelde Yer Alan Değişkenlerin Grafikselsel Gösterimi**





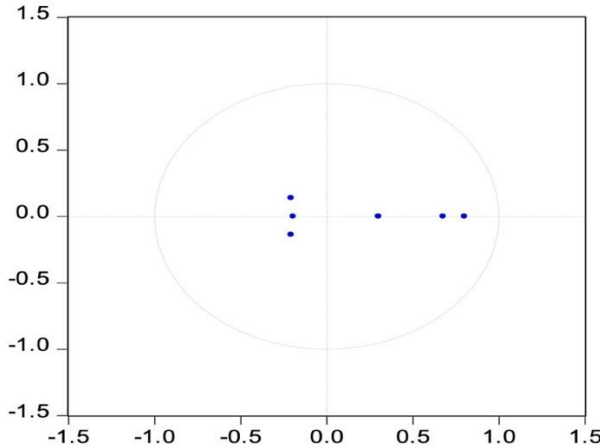
Aşağıdaki modelde ADF testinin değişkenlere uygulanmasıyla elde edilmiş sonuçlar yer almaktadır. Test hem sabit terimin olduğu hem de sabit terimin ve trendin olduğu denklemlere 4 gecikme uzunluğunda uygulanmıştır. Elde sonuçlardan göre seviyede  $I(0)$  durağan olmayan değişkenler birincil farkları alındığında durağan hale geldiği anlaşılmaktadır.

**Tablo 3:** ADF Birim Kök Testi

Değişkenler	Sabit		Sabit ve Trendli	
	$I(0)$	$I(1)$	$I(0)$	$I(1)$
<b>EB</b>	0,4834	0,000	0,9376	0,000
<b>EA</b>	0,9864	0,000	0,4317	0,001
<b>EV</b>	0,9792	0,000	0,4460	0,001
<b>FYT</b>	0,9180	0,000	0,4293	0,004
<b>GSYH</b>	0,9920	0,005	0,8254	0,017
<b>YE</b>	1,000	0,018	1,000	0,005

ADF birim kök testleriyle değişkenlerin  $I(1)$ 'de entegre olduğunu gördükten sonra aşağıda yer alan AR karakteristik polinomunun ters kökleri yaklaşımıyla değişkenlerin istikrar koşulunu sağlayıp sağlamadığı araştırılmaktadır. Bu yaklaşım birim kök testleriyle elde edilen sonuçların güvenilirliğini artırmakta böylece analiz daha güçlü bir hale gelmektedir. Yapılan test neticesinde şekilde yer alan tüm noktalar birim kök çemberi içinde yer almıştır. Böylece modelin istikrar sorunu olmadığı anlaşılmıştır

**Şekil 4:** AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri



### E. Johansen Eşbütünleşme Testi

Çalışmada 1990-2020 yılları arasındaki 31 yıllık kısıtlı bir gözlem sayısı olduğu için gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir<sup>8</sup> (E-Views yazılımı gözlem sayısının azlığından dolayı daha fazla gecikme uzunluğuna izin vermemektedir). Gecikme uzunluğu belirlendikten sonra VAR modeli kurulmuştur. Bu aşamadan sonra eşbütünleşme analizi yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. İz istatistiği sonuçlarına göre modelde %5 anlam düzeyinde 2 eşbütünleşme tespit edilmiştir.

**Tablo 4:** İz İstatistiği Sonuçları

HO Hipotezi	İz İstatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık
r=0	192.3522	117.7082	0,000
r≤ 1	122.3423	122.3423	0,000

Elde edilen bu sonucun daha tatmin edici olabilmesi için ayrıca özdeğer istatistiğinden yararlanılmaktadır. Özdeğer testi neticesinde elde edilen sonuçlar iz testinden elde edilen sonuçlarla uyumlu olup bu test neticesinde de %5 anlam düzeyinde 2 eşbütünleşme elde edilmiştir.

**Tablo 5:** Özdeğer İstatistiği Sonuçları

HO Hipotezi	İz İstatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık
r=0	192.3522	117.7082	0,000
r≤ 1	117.7082	122.3423	0,000

Çalışmanın bir sonraki aşamasında vektörel hata düzeltme (VEC) modelinden yararlanarak eşbütünleşme ilişkisinin uzun dönemli olup olmadığı belirlenmektedir. Hata düzeltme parametresi model dinamiğinin dengede kalmasını sağlarken, uzun dönemde modeli denge değerine yaklaşmaya zorlamaktadır. Tahmin sonucunda elde edilecek değerler sapmanın varlığını ve büyüklüğünü göstermektedir (Yanar ve Kerimoğlu, 2011, s.198). Bu model için elde edilen katsayıların negatif ve (mutlak değeri alındığında) 1,96'dan (30 ve üzeri gözlem için t tablo değeri) büyük olması uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Aşağıdaki tabloda bu model için testin sonuçları yer almaktadır. Tablonun en altında yer alan ve parantez içinde belirtilen değerler hata düzeltme aracı hakkında bilgi vermektedir. Bu tabloda enerji bağımlılığı ve enerji arzı değişkenleri 1,96'dan büyük ve negatif değer almıştır. Bunun anlamı; modelde uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu, hata düzeltme aracının çalıştığı ve değişkenler arasında kısa dönemde ortaya çıkabilecek sapmanın uzun dönemde dengeye ulaşacağıdır.

**Tablo 6:** Vektörel Hata Düzeltme Modeli

	EB	EA	EV	FYT	GSYH	YE
Hata düzeltme	-0,6315	-1,3203	-0,5245	-5,0960	209,39	-442,08
Std. hata	0,2829	0,5750	0,6618	5,8765	132,15	103,379
t-istatistiği	(-2,2324)	(-2,2961)	(-0,7925)	(-0,8671)	(1,5844)	(-4,2763)

VEC analizi neticesinde elde edilen bulgular bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında hem kısa dönemde hem de uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Aşağıdaki tabloda ise bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre birincil enerji arzı ve fosil yakıt tüketimi ile enerji bağımlılığı arasında pozitif bir

<sup>8</sup> Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Schwarz Bilgi Kriterinden de yararlanılmıştır.

ilişki vardır. Birincil enerji arzında 1 birimlik artış enerji bağımlılığını %1,22 oranında artırırken fosil yakıt tüketiminde yaşanan 1 birimlik artış ise enerji bağımlılığını %0,04 oranında artırmaktadır. Enerji verimliliği ile enerji bağımlılığı arasında negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Enerji verimliliğinde 1 birimlik artış enerji verimliliğini %1,39 oranında azaltmaktadır. GSYH ile enerji bağımlılığı arasında çıkan çok zayıf ama negatiftir. Böyle ilişki çıkması beklentilerin dışında bir sonuçtur. Son olarak yenilenebilir enerji ise katsayısının 1,96 değerinden küçük olması nedeniyle yorumlanamamıştır.

**Tablo 7:** Hata Düzeltme Modelinde Uzun Dönem Katsayıları

	EB	EA	EV	FYT	GSYH	YE
Uzun D. Katsayısı	1,000	1,2211	-1,3941	0,0440	-0,0001	0,0005
Std. hata	-	0,1866	0,1402	0,0153	0,0002-	0,0003
t-istatistiği	-	6,5437	-9,9432	2,8737	6,65628	1,8665

VEC analizinden sonra modelin güvenilirliğini test etmek için son olarak tanısal yapılmıştır. Bu kapsamda yapılan otokorelasyon, normalite ve heterodaksite testlerinin ardından modelde otokorelasyon problemi olmadığı, modelde yer alan değişkenlerin normal dağılım gösterdiği ve son olarak modelde değişen varyans sorunu olmadığı anlaşılmaktadır. Aşağıda yer alan tablo 8, tanısal testler neticesinde elde edilen sonuçların özetlenmiş halidir.

**Tablo 8:** Tanısal Testlerin Özeti (VEC)

Test	F-İstatistiği	Olasılık	Ki-Kare- Olasılık
Otokorelasyon LM testi	0,7745	0,8112	
Normalite Testi		0,1127	
Heterodaksite testi		0,2749	308,05

## SONUÇ

Ukrayna-Rusya Savaşının başlaması enerji bağımlılığı konusunun yeniden tartışılmasına neden olmuştur. Birçok enerji ithalatçı ülke, endüstriyel üretiminden hanehalkı tüketimine kadar birçok alanda ihracatçı ülkelere enerji konusunda bağımlı hale gelmiştir. Üretim tekniklerinin giderek daha fazla enerji yoğun hale gelişi bu bağımlılık ilişkisinin giderek büyümesine neden olmuştur. Ukrayna-Rusya Savaşı örneğinde olduğu gibi ortaya çıkan savaşlar ve politik gerginlikler de enerjide dışa bağımlı ülkelere, enerji arz güvenliğinde sorunlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bu durum sanayi üretiminde azalmaya ve hanehalkları için enerji yoksulluğunun oluşmasına neden olmakta; neticede ülkenin refah düzeyinde bir gerileme yaşanmaktadır.

Önümüzdeki yıllarda fosil yakıtların azalma eğilimine gireceği ve bunun da enerji krizlerini tetikleyeceği tahmin edilmektedir. Bu yüzden enerji bağımsızlığının kazanılması için birincil enerji arzı içinde ithal enerji girdisinin payının azaltılması gerekmektedir. Enerji bağımsızlığı sağlanırken diğer taraftan çevresel açıdan sürdürülebilir bir strateji de oluşturulması gerekmektedir. Günümüzde enerji bağımlılığını ve çevreyi önceleyen bu tarz bir stratejinin başarılı olabilmesi için iki kilit yöntem öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki olan yenilenebilir enerji arzının artırılması, son yıllarda giderek yaygınlık kazanmaya başlamış bir yöntemdir. Yenilenebilir enerji arzında güneş, rüzgar, hidro, jeotermal ve gelgit gibi kaynaklar ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemin bir ülkede başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için doğal şartların uygunluğu (güneşli gün sayısı) yanında

teknolojik altyapının yeterli düzeyde olması gerekmektedir. Diğer yöntem ise enerji verimliliğidir. Enerji verimliliği; üretimde çıktı başına kullanılan enerjinin azalmasıdır. Hanehalkları açısından enerji verimliliğine bakıldığında ise refah düzeyinde bir gerileme olmadan kullanılan enerjinin azaltılarak ekonomik olarak bir iyileşme sağlanmasına yardımcı olunmasıdır. Son yıllarda birçok ülke enerji verimliliği alanında yatırımlar yaparak enerji yoğunluğu seviyelerini aşağı çekmeyi başarmıştır.

Enerji bağımlılığının azaltılmasında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji dışında başka alternatifler de önerilmektedir. Bunlar arasında katı ve sıvı fosil yakıtların ithal edildiği ülkelerin çeşitlendirilmesi, enerji bağımlılığı olan ülkede fosil enerji kaynağı arama çalışmaları yapılması ve nükleer enerji santralleri kurulması yer almaktadır. Yenilenebilir enerjiye geçişin 30-40 yıllık bir zaman dilimine yayılması özellikle gelişmekte olan ülkelerde kısa dönemde fosil yakıt kullanımını gerekli kılmaktadır. Ancak yine de fosil yakıt kullanımında kömür gibi insan sağlığına ve çevreye zarar veren kaynakların kullanımından kaçınılması gerekmektedir. Elektrik üretiminde kullanılan kömür genellikle ithal edilirken karbon salınımlarının artmasında önemli rol oynamaktadır. Bu yüzden özellikle elektrik üretiminde doğal gazla odaklanması daha doğru bir karar olacaktır. Nükleer enerji için de aynı durum geçerlidir. Kamu kurumlarınca hazırlanan raporlarda Türkiye'nin enerji karmasında nükleer enerjinin de bir paya sahip olması gerektiği belirtilmektedir. Ancak nükleer enerji ile elektrik üretimi görünürde enerji bağımlılığını azaltsa da aslında bir başka çeşit bağımlılık ilişkisi gelişmesine neden olmaktadır. Çünkü nükleer enerjide Rusya, Çin gibi ülkelerin egemenliği vardır ve nükleer santraller bu ülkelere ait şirketler tarafından kurulmakta ve işletilmektedir. Nükleer santralde çalışacak personel, enerji üretmek için kullanılan hammadde ve teknoloji de yine benzer bir bağımlılık ilişkisi oluşturmaktadır. Üstelik nükleer enerji santralleri sızıntı ve saldırıya uğrama gibi riskler barındırmaktadır.

Gelişen bir ekonomiye sahip olan Türkiye'nin her geçen gün enerji ihtiyacı artış göstermektedir. Diğer taraftan dışa bağımlılığın azaltılması, refah düzeyinin yükseltilmesi ve küresel iklim değişikliği ile mücadele edilmesi gibi gerekçelerle de Türkiye'nin yeni bir enerji politikası geliştirmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu çalışma kapsamında yapılan Johansen eşbütünleşme testi kapsamında 1990-2020 yılları arasında Türkiye'de enerji bağımlılığı ile bağımsız değişkenler olan enerji verimliliği, birincil enerji arzı, fosil yakıt tüketimi ve GSYH arasında kısa ve uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca VEC modeli yardımıyla elde edilen uzun dönem katsayılarından enerji verimliliğinin enerji bağımlılığını azalttığını, birincil enerji arzı ve fosil yakıt tüketiminin ise artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Tahmin edilenden farklı olarak GSYH'nin enerji bağımlılığına etkisinin negatif olduğu (literatürde de benzer sonuçlar elde eden çalışmalar vardır) ancak bu negatif etkinin çok belirgin olmadığı olduğu belirlenmiştir. Son bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji ve enerji bağımlılığı arasındaki ilişki için ise uzun dönem katsayının t-istatistik değerinden küçük olması sebebiyle tutarlı bir yorum yapılamamaktadır. Elde edilen sonuçlardan Türkiye için fosil yakıt tüketiminin ve birincil enerji arzının enerji bağımlılığına olan pozitif etkisi gözlenmiştir. Bu



etkinin azaltılması için (literatür derlenmesinden elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı üzere) yenilenebilir alternatiflerin desteklenmesi ve enerji yoğunluğu oranının düşürülmesi gerekmektedir. Literatürde Türkiye için enerji bağımlılığı analizi yapan çalışma sayısı yeterli değildir. Küresel alanda enerji konusunda ortaya çıkan sorunlar da göz önünde alındığında bu çalışma literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Makalenin tüm süreçlerinde Yönetim ve Ekonomi Dergisi'nin araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir.

### **Yazarların Makaleye Katkı Oranları**

1. yazar %50 oranında ve 2. Yazar %50 oranında katkı sağlamıştır.

### **Çıkar Beyanı**

Yazarların herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

### **KAYNAKÇA**

- Acaravcı, A. & Yıldız, T. (2018), Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı, *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 4 (2), ss. 137-152
- Aykırı, M. (2018), Enerjide Dışa Bağımlılık ve Sağlıklı Büyüme: Türkiye Örneği, *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, Cilt.3 Sayı.2, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/625001>
- Bayramoğlu, T. (2017). Enerji Bağımsızlığı İçin Temiz Kömür Teknolojileri: Türkiye Üzerine Bir Uygulama, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3 (2), <https://dergipark.org.tr/en/pub/ead/issue/48242/610703>, ss.149-159
- BP Statistical Review of World Energy (2022) Fussel Fuel Consumption (indicator), <https://ourworldindata.org/grapher/fossil-fuels-share-energy>, (Accessed on 31 May 2023)
- Canbay, S. & Pirali, K. (2019), Türkiye'de Savunma Harcamaları ile Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Enerji İthalatı Üzerindeki Etkileri, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 11 (21), DOI: 10.20990/kilisibfakademik.613408, ss.398-410
- Damar, N, B, (2022), Akkuyu Nükleer Güç Santrali Kör Bir Kuyu, *Mühendis ve Makine Dergisi*, Ağustos Sayısı, [https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/06\\_23.pdf](https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/06_23.pdf)
- Doğan, H. & Yılankıran, N. (2015), Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu, *Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/83836375-384>
- Duman Altan, A. & Sağbaş, A., (2020), Türkiye'nin Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliği Performansı: Mevcut Durum ve Gelecek Projeksiyonu, *Verimlilik Dergisi*, Yıl: 2020, Sayı: 1, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını.
- Elüstü, S. (2021), Avrupa Birliği'nin Enerji Güvenliği: Enerji İthalatı Bağımlılığı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *İstanbul İktisat Dergisi - Istanbul Journal of Economics*, 71(1), 133-162.
- EVÇDB (2021), Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu, Enerji Verimliliği Analiz Serisi 1, [https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimliliği/ÖlçmeveDeğerlendirme/Belgeler/enerji\\_yogunlugu\\_2020.pdf](https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/EnerjiVerimliliği/ÖlçmeveDeğerlendirme/Belgeler/enerji_yogunlugu_2020.pdf)
- Erdemir, N. A. (2022). Energy Dependence of Turkey: The Role of Renewable Energy Sources. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (6)1, 1 – 14.
- Ertuğrul, H. M. (2013), Türkiye'de Enerji Tüketimi GSYH İlişkisi: Dinamik Bir Analiz, *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, ISSN: 1303 – 8370, Yıl: 13 / Sayı: 25, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/288925>
- European Commission (2019), The European Green Deal, Brüksel, [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/European-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/European-green-deal-communication_en.pdf).
- European Commission (2022), REPowerEU: A Plan to Rapidly Reduce Dependence on Russian Fossil Fuels and Fast Forward the Green Transition,

- [https://ec.europa.eu/info/news/repowereu-plan-rapidly-reduce-dependence-russian-fossil-fuels-and-fast-forward-green-transition-2022-may-18\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/repowereu-plan-rapidly-reduce-dependence-russian-fossil-fuels-and-fast-forward-green-transition-2022-may-18_en)
- Eurostat (2023), Energy Import Dependency (indicator)., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_ind\\_id/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_id/default/table?lang=en), (Accessed on 31 May 2023)
- Eurostat (2023), Energy Efficiency (indicator)., [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_ind\\_eff/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_eff/default/table?lang=en), (Accessed on 31 May 2023)
- Government of the Republic of Korea (2020). The Korean New Deal: National Strategy for a Great Transformation, <https://english.moef.go.kr/pc/selectTbPressCenterDtl.do?boardCd=N0001&seq=4948>.
- Hjalmarsson, E. & Österholm, P. (2007), Testing for Cointegration Using the Johansen Methodology When Variables are Near-Integrated, IMF Working Paper No. 07/141, *FRB International Finance Discussion Paper* No. 915, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1007890>
- İnançlı, S., & Akı, A. (2020), Türkiye'nin Enerji İthalatı ve Yenilenebilir Enerji Arasındaki İlişkinin Ampirik Olarak İncelenmesi . *Econder International Academic Journal*, 4 (2), ss. 551-564. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/econder/issue/57015/849015>
- İslatince, H. & Haydaroglu, C. (2009), Türk İmalat Sanayinde Enerji Verimliliği Ve Yoğunluğunun Analizi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, S:24, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/55547>
- Kayışoğlu, B. & Diken, B. (2019), Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 15 (2), <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/951665>, ss. 61-65
- Kavaz, İ., & Özbüğday (2016), F. C. Enerjide Dışa Bağımlılık Ve Enerji Verimliliği Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 4, Sayı: 27, Haziran, [https://asosjournal.com/?mod=tammetin&makaleadi=&makaleurl=1656976449\\_1196%20İsmail%20KAVAZ.pdf&key=33696](https://asosjournal.com/?mod=tammetin&makaleadi=&makaleurl=1656976449_1196%20İsmail%20KAVAZ.pdf&key=33696), ss. 331-349
- Kızıl Voyvoda, Ö. & Voyvoda, E. (2019), Türkiye'de Enerji Sektörünün Yeniden Yapılandırılması Sürecinde Hukuk Düzenlemeleri – Elektrik Sektörü, *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 1 (60), <https://calismatoplum.org/Content/pdf/calisma-toplum-1773-2ad1ad1f.pdf>
- Kolosok, S., Kovalenko, Y. V. (2022), Factor Analysis Of Energy Security: Net Import Dependency. *SocioEconomic Challenges*, 6(2), 138-146. [https://doi.org/10.21272/sec.6\(2\).138-146.2022](https://doi.org/10.21272/sec.6(2).138-146.2022)
- Konak A. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Bağımlılığı ve Alternatif Enerji Kaynakları Üretiminin Gerekliliği. *IJAR*. 4(7), ss: 196-209
- Meyer, T. (2022), Nükleer Enerji Dünyasının İki Sahibi: Moskova ve Pekin, *Le Monde Diplomatique Türkçe*, Sayı 3,
- Naimoğlu, M. & Akal, M. (2021), Enerji Verimliliği Üzerine Arz ve Talep Yönlü Genel Bir Bakış, *Verimlilik Dergisi*, Sayı: 3, 3-20. Derleme Makale / Review | Geliş Tarihi/ Received Date: 04.03.2020 | Kabul Tarihi/ Accepted Date: 18.09.2020
- OECD (2023), Gross domestic product (GDP) (indicator). doi: 10.1787/dc2f7aec-en (Accessed on 31 May 2023)
- OECD (2023), Primary energy supply(indicator).doi:10.1787/1b33c15a-en(Accessed 31 May 2023)
- OECD (2022), Renewable energy(indicator).doi:10.1787/aac7c3f1-en(Accessed on 28 October 2022)
- Orun, A. F. & Demirgil, B. (2021), Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvikler ve Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Etkileri, *Uluslararası İktisadi ve İdari Akademik Araştırmalar Dergisi*, 1(2)
- Özbek, S. & Naimoğlu, M. (2021). Enerji Verimliliğinin Dinamikleri: Var Analizi İle Türkiye Üzerine Ampirik Bir Çalışma, *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (2) , DOI: 10.52835/19maysbd.878120, ss. 314-326
- Raworth, K. (2019), Simit Ekonomisi: 21.Yüzyıl İktisatçısı Gibi Düşünmenin Yedi Yolu, Tellekt Yayınları, İstanbul
- Sözen, A. (2009), Future Projection of The Energy Dependency of Turkey Using Artificial Neural Network, *Energy Policy*, Volume 37, Issue 11, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.06.040>. ss. 4827-4833

- Ürkmez, I., & Okyar, M. C. (2022). The effect of renewable energy on energy import dependence: An empirical analysis in Turkey. *SİYASAL: Journal of Political Sciences*, 31(2), <http://doi.org/10.26650/siyasal.2022.31.1071416> ss.443–462.
- Yardımcı, O. (2011), Türkiye Doğal Gaz Piyasası: Geçmiş 25 Yıl, Gelecek 25 Yıl. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2), <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/56692>, 157-166.
- Yılankıran, N. & Doğan, H. (2020), Türkiye'nin Enerji Görünümü ve 2023 Yılı Birincil Enerji Arz Projeksiyonu, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, Cilt 10, Sayı 2
- YPK (2009), Elektrik enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi, <https://ww4.ticaret.edu.tr/enerji/wp-content/uploads/sites/79/2015/11/Elektrik-Enerjisi-Piyasası-Ve-Arz-Güvenliği-Strateji-Belgesi.pdf>

### **Kanunlar**

- 27075 Sayılı 5 Aralık 2009 Tarihli Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 5 Aralık 2009
- 5627 Sayılı 18 Nisan 2007 Enerji Verimliliği Kanunu, Resmi Gazete Tarihi: 2 Mayıs 2007

## **SUMMARY**

After the Industrial Revolution, with the use of fossil fuels, energy has become indispensable for production and consumption. If a country wants to increase its production level, gain power in international competition or increase its welfare level, it will need energy. However, fossil fuels are not evenly distributed to all countries. This situation leads to the problem of energy dependence in countries with insufficient energy resources. In its simplest definition, energy dependence is the provision of energy required for an economy through imports from foreign sources due to the inability to obtain the necessary energy from local resources. Although energy dependence has negative connotations, imported energy plays a major role in the development and welfare of many countries. This situation is related to how correctly the energy used is utilized. If the energy dependent country uses the imported energy to increase production, it will be beneficial for the economic development of the country. On the other hand, a consumption-oriented use of energy will cause the country's resources to be used for imports, leading to a deterioration in the foreign trade balance.

The issue of external dependence on energy has a close relationship with energy security. Energy security is an issue where financial and geopolitical issues intersect. Past experiences reveal the importance of energy security for countries. The war between Ukraine and Russia has once again demonstrated the importance of energy security. If Russia cuts off or reduces the flow of gas, this would pose a major energy risk for countries that import energy from Russia. As supply-side crises in the energy market are expected to become more frequent in the coming years, the issue of energy dependence has become more important. This is why the EU has implemented a plan called RePowerEU, which aims to reduce energy dependence on Russia. In order to achieve this goal, the EU will first turn to renewable energy alternatives instead of fossil fuels. In order to achieve the goal of reducing energy dependence, energy efficiency must be ensured in addition to the transition to renewable energy. The first issue that comes to mind when energy efficiency is mentioned is saving energy consumption. However, energy efficiency is a phenomenon that should be considered not only in terms of energy consumption but also in a wider range including energy production, transmission and

distribution. Especially developing countries should pay more attention to energy efficiency studies. Because the need for energy is increasing in these countries in order to increase the level of welfare and ensure development. The rise in energy prices will cause the energy needed to be inaccessible if financial resources are scarce. Therefore, methods to ensure energy efficiency can help to use energy more effectively. More efficient use of energy will bring other direct and indirect benefits, such as lower energy costs for industry and households and less damage to the environment. Forecasts by organizations such as the OECD estimate that the demand for energy in the coming years will be many times higher than today. One of the major reasons for this increase is the rising demand for energy from developing non-OECD countries such as China and India. Therefore, investments in energy efficiency are becoming increasingly important. It will take time for a country to achieve full energy independence. Therefore, there is a need to develop long-term strategies for transition to renewable energy and energy efficiency. For example, the EU, which has implemented the European Green Deal strategy, aims to become a carbon neutral continent by 2050. However, energy crises, such as the Ukraine-Russia War, will reduce the chances of success of such strategies. In order to achieve the goals set by the energy independence strategy, imported energy and importing countries need to be diversified. In the event that the country experiences political and economic problems in foreign relations, the energy mix will reduce the problems that may arise.

Turkey imports more than 70% of its energy needs. One of the most prominent methods to reduce Turkey's high dependence on fossil fuels is renewable energy. Renewable energy is a type of energy that does not cause any reduction in the resource when consumed and pollutes the nature less. According to the OECD, the main renewable energy sources are solar, wind, geothermal, tidal, hydro and biomass. Especially after the transition to the use of natural gas, there has been an increase in energy dependency and uncertainty about energy supply security. Therefore, a strategy was prepared by the High Planning Council in 2009 to increase the share of renewable energy in Turkey's total energy supply to 30% within 15 years. With the right planning, a country like Turkey, which has a high potential for solar and wind energy, can increase the share of renewable energy in total energy supply above the targets set earlier. In this context, it is necessary to make infrastructure investments for the transition to renewable energy, to produce technological solutions for the efficient use of renewable energy, to ensure the competitiveness of renewable energy with fossil fuels, to carry out training and orientation activities for the smooth transition of employees working in the energy sector to the renewable energy sector, and to allocate resources for the public to understand the importance of renewable energy. After renewable energy, another important method for achieving energy independence is energy efficiency. Energy efficiency is a reduction in energy consumption without a decline in the living standards of households and industrial production. For producers, it is the reduction of energy used for the same amount of output, while for households it is the economic empowerment without falling into energy poverty. Although scientific

studies on energy efficiency go back much further, phenomena such as energy dependency and the climate crisis have led to an increasing interest in energy efficiency in recent years. One of the concrete examples of this interest is the European Green Deal. In the European Green Deal, it is stated that in addition to other methods, studies should be carried out to ensure energy efficiency. Comparisons with developed countries on energy intensity show that Turkey has a significant opportunity to achieve energy efficiency. Sector-based assessments will help to realize the desired targets in energy intensity by enabling both more efficient use of energy resources and the implementation of new technologies.

The above-mentioned renewable energy and energy efficiency efforts are unlikely to yield results in the short term. Therefore, diversification of existing energy resources and energy imports from different countries are considered to be important in achieving energy independence. However, while diversifying energy, the development of new dependency relations and environmental destruction should be avoided. For example, in the energy mix, the High Planning Council has also adopted a transition approach to nuclear energy and stated that 5% of the energy produced in the next 15 years should be met from nuclear power plants. However, nuclear energy technology is not considered to be a very environmentally friendly method in case of a possible leak or in terms of storing nuclear waste. Moreover, the establishment and operation of nuclear facilities by non-domestic companies, as in the case of the Akkuyu Nuclear Power Plant, will lead to the emergence of another type of dependency. While diversifying energy, some studies advocate energy sources such as coal, which were used in the early stages of the Industrial Revolution and are not accepted today. Coal is a harmful energy source for both human health and the environment. Therefore, coal should be excluded from alternative energy sources when planning for energy independence.

As a developing country, Turkey's energy needs are increasing day by day. Turkey needs a new energy policy for reasons such as reducing external dependence, increasing the level of welfare and combating global climate change. Within the scope of the Johansen cointegration test conducted within the scope of this study, a short-run and long-run cointegration relationship between energy dependence and the independent variables of energy efficiency, primary energy supply, fossil fuel consumption and GDP in Turkey between 1990 and 2020 has been identified. Moreover, from the long-run coefficients obtained with the help of the VEC model, it is concluded that energy efficiency decreases energy dependence, while primary energy supply and fossil fuel consumption increase it. Contrary to the prediction, the effect of GDP on energy dependence is negative, but this negative effect is not very significant. The last variable, renewable energy and energy dependence, cannot be interpreted consistently since the long-run coefficient is smaller than the t-statistic value. The results show that fossil fuel consumption and primary energy supply have a positive effect on energy dependence for Turkey. In order to reduce this effect, renewable alternatives should be supported and energy intensity ratio should be reduced.