

# Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelimde Yenilenemez Enerjideki Olumsuzlukların Etkileri Üzerine İncelemeler

## Investigations on the Effects of Negativities in Non-Renewable Energy on the Tendency towards Renewable Energy in Türkiye

Prof. Dr. Cevat Gerni [ID 0000-0002-0214-3879](#)

Prof. Dr. Selahattin Sarı [ID 0000-0003-3218-2753](#)

Nesibe Demir Bingöl [ID 0000-0003-0495-3055](#)

Prof. Dr. Ömer Selçuk Emsen [ID 0000-0002-1809-0513](#)

### Abstract

In parallel with increasing energy demand in daily life, the increases in fossil energy prices and the environmental pollution caused by this type of energy have triggered the search for alternatives to fossil fuels and thus the tendency towards renewable energy. Türkiye, a country poor in non-renewable energy, is also in search of alternative energy. In the face of the deepening foreign trade deficit due to increases in oil prices and the problem of environmental pollution caused by fossil fuels, the tendency towards renewable energy other than hydraulics has increased, especially in recent times. While investigating the effects of pollution and oil prices on renewable energy for the period between 1995 and 2022, the share of energy imports in total imports and income per capita variables were taken as control variables. Thus, whether the search for substitution or the search for avoiding pollution is more effective in the Turkish economy in the trend towards renewable energy has been examined. The existence of a long-term relationship was confirmed in the cointegration tests. As a result of causality tests, it was seen that income and oil prices had an impact on renewable energy. Therefore, the tendency towards alternative energy is not the pollution motif that is thought to be specific to development; it has been determined that the motif of reducing foreign dependency is more effective in Turkey.

### 1 Giriş

Dünya ekonomisinde üretimde kas gücü yerine mekanik güç kullanımının yaygınlaşmaya başladığı Sanayi Devrimi ile birlikte mekanik gücü harekete geçirecek enerji kullanımı önemli bir dönüşüm olarak kabul edilir. Enerji için başlangıçta ortaya çıkan fosil yakıt gereksinimi ve böylece fosil yakıt talebindeki artışlar ve bu bağlamda giderek artan fiyatları ise üretimde maliyet artışlarını beraberinde getirir olmuştur. Fosil yakıtların artan talep ve fiyat artışlarının yüklediği maliyet artışlarına ilaveten, fosil yakıt arzının tükenme riski de söz konusudur. Maliyet artışları ve tükenme risklerinin yanı sıra bunların yol açtığı çevre tahribatı da karşı karşıya kalınan problemler arasında yer almaya başlamıştır. Diğer taraftan enerjinin üretim süreçlerinde oynadığı temel rol yanında üretim çıktılarının tüketim boyutunda da enerji kullanımının giderek yaygınlaşması, fosil yakıtı yönelik endişeleri derinleştirmektedir. Üretim ve tüketim yönüyle enerji kullanımında ivmelenen artışlara paralel olarak yenilenebilir enerji (YE) olarak tanımlanan alternatif enerjilere yönelim belirgin bir şekilde gözlenmeye başlamıştır.

Enerjinin üretiminde ve tüketiminde ortaya çıkan artışlar, enerji kullanımının büyüme oranının ekonomik büyüme oranının önüne geçtiğine dair düşünceleri ve geleneksel enerji kaynaklarının hızlıca tükenmesine ve çevrenin hızlıca tahrip olmasına varıncaya kadar geleceğe dair endişeleri artırmaktadır ki, küresel ölçekte Roma Kulübü de bu endişeler bağlamında ortaya çıkmıştır. Bu noktada YE’ye yönelimde kirlilikten sakınma motifini daha çok geliştirmiş ülkelere özgü iken, yüksek enerji ithalatı ve böylece kronik dış ticaret açığı sorunu yaşayan Türkiye gibi fosil yakıt fakiri ülkeler için fosil yakıt ithalatı bağımlılığından ve ekonomik kırılganlıktan sakınma motifinin öncelikli olduğu düşünülebilir. Bu çalışmada, ilgili literatürde yer almayan bu konu Türkiye ekonomisi özelinde incelenmiş; YE’ye yönelimde petrol fiyatı ve dış ticaret açığı göstergeleri kullanılarak kırılganlıktan kurtulma motifinin mi, yoksa çevre kirliliğinden sakınma motifinin mi daha etkin olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu bağlamda araştırmada kullanılacak değişkenlerin belirlenmesi amacıyla ikinci bölümde literatür incelemesi yapılmıştır. Üçüncü bölümde literatürden hareketle model belirlenmesi ve buna bağlı olarak zaman serisi analizleri bağlamında serilerin durağanlık sınamasına dayalı olarak zaman serisi analizleri ile ampirik bulgular elde edilmiştir. Dördüncü bölümde ise politika çıkarımında bulunulmaya çalışılmıştır.

### 2 Literatür İncelemesi

Dünyada ekonomisinde hem üretim hem de tüketimde elektrik enerjisi kullanımı giderek artarken ve başta elektrik üretebilmek amacıyla fosil yakıtlara bağımlılık genel olarak çevre kirliliği sorunlarını derinleştirirken, bu durumun fosil yakıt fakiri ülkelerde çevre kirliliği sorununa ilaveten dış ticaret açığını kronikleştirici rol oynadığı da gözlenmektedir. Türkiye ekonomisi özelinde dış ticaret açığının en önemli unsuru olarak enerji yetersizliği ve böylece enerjide ithalata bağımlılığın geldiği açıktır. Bu açık, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara bağlı olarak ithal

enflasyondan dış borç stokuna ve böylece ekonominin kırılganlığına varıncaya kadar bir dizi sorunu tetiklemektedir. Bir bütün olarak değerlendirildiğinde fosil yakıtlar açısından zengin ülkelerde bile fosil yakıtlara bağımlılığı gidermeyi amaçlayan ve dolayısıyla alternatif enerji arayışı olarak ifade edilen YE'ye yönelimin varlığı dikkat çekmekte ve konuyla ilgili olarak geniş bir literatür oluşmuştur. İlgili literatürün incelemesinden hareketle Türkiye ekonomisi özelinde araştırma için uygun bir model ve değişkenler belirlenmiştir.

Enerji konusundaki çalışmaların önemli bir kısmı enerji tüketimi, kirlilik ve büyüme ilişkilerine yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda kirlilik ve son zamanlarda ekolojik ayak izi ve ekonomik gelişme/gelir ilişkileri çevresel Kuznets eğrisi bağlamında değerlendirilirken, enerji kullanımı başta olmak üzere bir kısım makroekonomik değişkenler de kontrol değişkeni olarak modellere dahil edilmiştir. Bu bağlamda zaman serisi analizleri çerçevesinde Saba (2022) enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi desteklediğini ve artan CO<sub>2</sub> emisyonlarının uzun vadede ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Gökmenoğlu vd. (2021) askeri harcamaların enerji tüketiminin ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmayı (CO<sub>2</sub> emisyonları ve ekolojik ayak izini) artırdığını, ancak finansal gelişimin çevresel kaliteyi iyileştirdiğini göstermişlerdir. Bildirici ve Kayıkçı (2021) enerji ithalatı ve militarizasyonun ekonomiler üzerinde baskı oluşturduğunu ve cari hesap açıklarını derinleştirdiğini ileri sürmüşlerdir. Ahmed vd. (2020) enerji tüketiminin artmasıyla CO<sub>2</sub> emisyonlarının arttığını ve bu artışın enerji tüketimini etkileyebileceğini, ekonomik büyümenin enerji tüketimini artırdığını, ancak enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi doğrudan etkilemediğini tespit etmişlerdir. Mohammed vd. (2019) yenilenebilir enerjinin (YE) terörizme karşı bir araç olarak kullanılma potansiyeline dikkat çekmişlerdir. Solarin vd. (2018) kişi başına GSYH'nin artmasıyla CO<sub>2</sub> emisyonlarının arttığını, yüksek enerji tüketiminin emisyonları olumsuz yönde etkilediğini, nüfus artışının emisyonları artırdığını, kentleşmenin CO<sub>2</sub> emisyonlarını etkilediğini ve ticaret açıklığının ve finansal gelişmenin CO<sub>2</sub> emisyonları üzerinde önemli etkilere neden olduğunu saptamışlardır. Bildirici (2017a) militarizasyonun çevresel etkilerine, özellikle CO<sub>2</sub> emisyonları ve enerji tüketimine pozitif katkılar sağladığını kanıtlamıştır. Yine Bildirici (2017b), militarizasyonun CO<sub>2</sub> emisyonları ve ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, bu durumun da biyoyakıt tüketimiyle ilişkisini vurgulamış, biyoyakıt tüketimindeki artışın fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak CO<sub>2</sub> emisyonlarını düşürmeyi hedeflediğini ileri sürmüştür.

Konuyu panel veri çalışmaları yöntemiyle ele alan Zhu vd. (2023) ekonomik büyüme, militarizasyon ve YE kullanımının ekolojik ayak izi üzerindeki etkileri bağlamında askeri harcamalar ile çevresel bozulma arasında uzun vadeli etkileşimler doğurduğunu, yani askeri harcamalar ve ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini artırdığı belirlemişlerdir. Ekonomik büyümenin ise genellikle enerji tüketimi ve doğal kaynak kullanımını artırması nedeniyle ekolojik ayak izinin büyümesine neden olduğunu öne sürmüşlerdir. Bildirici (2021) fosil yakıtların yoğun kullanımının CO<sub>2</sub> emisyonlarını ve diğer zararlı atıkları artırarak çevresel kirliliğe yol açtığını, YE kaynaklarının kullanımının ise bu olumsuz etkiyi azalttığını tespit etmişlerdir. Bradford ve Stoner (2017) gelişmiş ülkelerde yüksek teknolojiye sahip askeri ekipmanların ve operasyonların daha fazla enerji tüketimi ve dolayısıyla daha yüksek karbon emisyonlarına yol açtığını ortaya koymuşlardır. Kasman ve Duman (2014) yüksek gelir seviyelerindeki ülkelerde daha temiz teknolojilere yatırım, çevresel düzenlemeler ve artan çevresel farkındalığın çevresel kalitenin iyileşmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Clark vd. (2010) militarizasyonun enerji tüketimi üzerindeki etkisini 'yıkım çarkı' teorisi çerçevesinde ele almışlar ve buna göre, asker başına askeri harcamalar biçimindeki yüksek teknoloji militarizasyonun ve nüfus büyüklüğüne bağlı olarak asker sayısının ulusların enerji tüketim düzeylerinin genel ölçeğini yükselttiğini belirlemişlerdir.

YE tüketimi başta olmak üzere petrol fiyatları, enerji ithalatı, silah ihracatı, askeri harcamalar ve kirlilik arasındaki ilişkileri zaman serisi analizleri ile inceleyen Youssef (2023), net enerji ithalatındaki artışın YE tüketimini kısa vadede olumlu etkilediğini; silah ihracatındaki artışların ise hem YE tüketimi hem de net enerji ithalatı üzerinde uzun vadede olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Dinç Çavlak (2022) uzun vadede iklim politikası belirsizliği, YE tüketimi ve ham petrol fiyatları arasında asimetric bir eş-bütünleşme ilişkisinin olduğunu ve petrol fiyatlarındaki bir artışın iklim politikası belirsizliğinde bir artışa yol açarken, petrol fiyatlarındaki düşüşün iklim politikası belirsizliğinde uzun vadede bir azalmaya yol açtığı bulgularını elde etmiştir. Youssef (2020) yabancı ar-ge harcamalarının çevresel kirliliği azalttığını, buna karşılık yerli patentlerin çevresel kirliliği artırdığını, yabancı ar-ge harcamalarının YE tüketimi ve ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Kim (2020) uzun dönemde ekonomik büyüme ve kentleşmenin emisyonlardaki artışların ana kaynağı olduğunu; üretim endüstrisi payı, YE ve nükleer enerjinin ise emisyonlarının azalmasına katkı sağladığını belirlemiştir. Payne (2012) YE tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkiye dikkat çekmekte, bu tüketimin çevresel kaliteyi iyileştirdiğini ve enerji fiyatlarını etkileyebileceği sonuçlarına varmıştır.

YE üzerine etkili olduğu düşünülen ve panel veriler bağlamında olguyu ele alan çalışmalardan Muhammad vd. (2023) YE tüketiminde karbon emisyonlarının, gayrisafı sabit sermaye oluşumunun ve teknolojik inovasyonun olumsuz etkileri olduğunu, ayrıca gelir eşitsizliği azalırken YE kullanımının artacağını tespit etmişlerdir. Yine Muhammad vd. (2022) ekonomik büyümenin YE'ye yatırım yapma kapasitesini ve yüksek petrol fiyatlarının YE kaynaklarına olan talebi artırabileceğini göstermişlerdir. Ahmed vd. (2022) fosil yakıtlar ve YE arasında karşılıklı bir etkileşim olduğunu ve ekonomik büyümenin YE kullanımını artırabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca militarizasyonun genellikle yüksek enerji tüketimini gerektirmesi ve bunun da genellikle olumsuz çevresel etkiler

doğurabilmesinin yıkım teorisi çarkının işlediğine kanıt olduğunu ileri sürmüşlerdir. Padhan vd. (2020) petrol fiyatlarındaki artışların YE kaynaklarına yönelik talebi artırdığını ve bunun da enerji türündeki değişimi desteklediğini ortaya koymuşlardır. Zaghoudi (2017) petrol fiyatlarındaki artışın YE'ye olan talebi artırarak karbon emisyonlarını azaltıcı bir etki yarattığını tespit etmiştir. Şimşek ve Yiğit (2017) ekonomik gelişmişlik düzeyi ve petrol fiyatlarındaki artışlara bağlı olarak YE'nin uyarıldığına ve bunun da kirliliği azalttığına işaret etmişlerdir. Apergis ve Payne (2015) petrol fiyatlarındaki artışların YE'ye geçişi teşvik ederek, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azalttığı ve bunun da CO<sub>2</sub> emisyonlarının düşmesine neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Omri ve Nguyen (2014) ham petrol fiyatlarındaki artışların YE kaynaklarına olan talebi artırabileceğini belirlemişlerdir. Yüksek petrol fiyatları YE kaynaklarına yönelik yatırımları ve bu kaynakların tüketimini teşvik ederken, bu durum geleneksel fosil yakıt kaynaklarına olan bağımlılığı azalttığı ve aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunduğunu; dolayısıyla petrol fiyatlarındaki artışın YE'ye geçiş için bir itici güç işlevi gördüğünü öne sürmüşlerdir. Apergis ve Payne (2014) reel GSYH arttıkça genellikle YE tüketiminin artması, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik talebi artırabileceğini; CO<sub>2</sub> emisyonlarındaki artışların çevresel sürdürülebilirlik kaygılarını artırması nedeniyle YE'ye olan talebi artırdığını ve petrol fiyatlarındaki artışların ise alternatif enerji kaynaklarına olan talebi artırarak YE tüketiminin artmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Sadorsky (2009) YE tüketimi arttıkça CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaldığını ve bunun da çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunduğunu ve ayrıca petrol fiyatlarındaki artışın yenilenebilir enerjiye olan talebi artırarak tüketimini desteklediğini ortaya koymuştur.

### 3 Model, Metodoloji ve Ampirik Bulgular

Mevcut literatürün enerji, büyüme ve kirlilik başta olmak üzere ilave bir takım kontrol değişkenler kullanarak bir ülkeye özgü zaman serisi ve ülke gurupları bağlamında panel veri incelemelerinden oluştuğu gözlenmektedir. Enerji ile kirlilik ilişkileri bağlamında yapılan çalışmalarda [bkz. Sadorsky (2009), Payne (2012), Apergis ve Payne (2014), Kabadayı vd. (2014), Apergis ve Payne (2015), Bradford ve Stoner (2017), Şimşek ve Yiğit (2017), Bildirici (2017a/b), Solarin vd. (2018), Kim (2020), Ahmed vd. (2020), Gökmenoğlu vd. (2021), Bildirici (2021), Dinç Çavlak (2022), Saba (2022), Muhammad vd. (2023)] bu iki değişken arasındaki ilişkiler ele alınmıştır. YE'ye yönelimde petrol fiyatlarının etkili olabileceğinden hareketle bunu modelleyen çalışmaların [bkz. Apergis ve Payne (2014), Omri ve Nguyen (2014), Apergis ve Payne (2015), Şimşek ve Yiğit (2017), Dinç Çavlak (2022), Muhammad vd. (2022)] varlığı dikkat çekmektedir. Enerji ve büyüme-gelir ilişkilerini ele alan modellerde [bkz. Payne (2012), Apergis ve Payne (2015), Şimşek ve Yiğit (2017), Ahmed vd. (2020), Youssef (2020), Ahmed vd. (2022), Saba (2022), Muhammad vd. (2022), Zhu vd. (2023)] enerjinin daha çok büyümeyi uzun vadede etkilediği gözlenmiştir. Burada ele alınan literatürde enerji ve özde YE ile dış ticaret-ithalat arasındaki ilişkileri ele alan çalışmaların [bkz. Bildirici ve Kayıkcı (2021), Youssef (2023)] varlığı da gözlenmektedir. Cari literatür dikkate alındığında Türkiye ekonomisi özelinde YE üzerine etkili olacağı düşünülecek olan değişkenler bağlamında; petrol fiyatları, kirlilik, ekonomik gelişmişlik ve dış ticaret dengesizliğinin alınmasının uygun olacağı düşünülebilir. Ancak, bir kısım çalışmalar arasında enerji kullanımına askeri büyüklüğün ve yenilikçiliğin de modellerde etkili olarak kullanıldığı görülmekle birlikte bu değişkenlerin kullanılmasının çalışmanın sınırlarını aşacağına dair endişeleri beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtlar arasında önemli iki kalemlen olan gaz ve petrol bakımından yetersiz konumda bulunan Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığından ve kirlilikten dolayı YE'ye yönelimde olduğu açıktır. Zira ekonomisi önemli ölçüde dış ticaret açığı veren Türkiye'nin dış ticaretinde fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalara duyarlı enerji ithalatı önemli bir yekün tutmaktadır. Ayrıca, YE'de petrol fiyatları ve dış ticaret açığına ilaveten belirli bir gelir seviyesine ulaşma ile kirlilikten sakınma motiflerinin de kontrol değişkeni olarak modele dâhil edilmesi gerektiği düşünülerek model aşağıdaki şekliyle tasarlanmıştır:

$$YETEP = f(SPF, FBK, SFFBG, EITIP) \quad (1)$$

(1) nolu eşitlikte eşitliğin sol kısmında YETEP ile sembolize edilen yenilenebilir enerjinin toplam enerjideki yüzde cinsinden payını gösterirken; eşitliğin sağında yer alan SPF, 2022 yılı sabit fiyatlarla petrol fiyatını ve böylece ekonomik ikame arayışını; FBK, fert başına ton olarak kirliliği ve böylece kirlilikten sakınma arayışını; SFFBG, 2015 yılı sabit fiyatlarla fert başına geliri ve dolayısıyla gelişmişliği; EITIP, enerji ithalatının enerji hariç toplam ithalattaki yüzde cinsinden payını ve böylece dışa bağımlılığı azaltma çabasını temsil etmektedir. Değişkenlerden YETEP ve SPF değişkenleri BP Statistical Review of World Energy'den (BP, 2023), FBK ve SFFBG değişkenleri Dünya Bankası'ndan (World Bank, 2023), EITIP değişkeni ise UNCTAD (2023)'den alınmıştır. UNCTAD'tan elde edilen EITIP değişkeni hesaplamalarında bu değişkenin yayınlanmaya başladığı yıl 1995 yılı olduğu için analiz döneminin başlangıcı 1995 yılı olmuş ve tüm veriler 2022 yılına kadar kesintisiz yayınlandığından dolayı veri dönemi 1995-2022 yılı olarak gerçekleştirilmiştir.

(1) nolu eşitlikle ifade edilen matematiksel gösterimin ekonometrik formu (2) nolu eşitlikte verilmiştir. Bu eşitlikte yüzde cinsinden olan değişken dışında, mutlak değer olarak alınan değişkenlerin logaritması alınmış ve başına "l" sembolü eklenmiştir. Böylece SPF değişkeni lSPF, FBK değişkeni lFBK ve SFFBG değişkeni lSFFBG olarak gösterilmiştir. Serilerden YETEP değişkeni, EITIP değişkeni gibi oran değişkeni olmakla birlikte bu serinin 1995-2005 arası dönemde önemli ölçüde istikrarlı bir yapı sergilediği, ancak bu istikrarlı yapısının 2006 yılında önemli ölçüde bir kırılma (yapısal kırılmalı birim kök testleri de bunu teyit etmektedir; bkz. Tablo 2) yaşayarak

devam edegelen yukrarı doğru bir trend izlediği ve bu trend etkisini gidermek için de YETEP değişkeninin logaritması alınarak modellemeye gidilmiştir. Böylece bu değişken de İYETEP şeklinde sembolize edilmiştir:

$$IYETEP = a_0 + b_0ISPF + b_1IFBK + b_2ISFFBG + b_2EITIP + e_t \quad (2)$$

(2) nolu ekonometrik forma göre bağımlı değişken İYETEP'i açıklayacağı düşünülen bağımsız değişkenlerden olan ISPF ve IFBK değişkenlerinin parametreleri olan  $b_0$  ve  $b_1$  parametrelerinin pozitif işaret olması beklenmektedir. Diğer taraftan kontrol değişkenler olarak alınan ISFFBG ve EITIP değişkenlerinin parametreleri olan  $b_2$  ve  $b_3$  parametrelerinin pozitif değer alacağı düşünülmektedir.  $e_t$  ise hata terimini sembolize etmektedir.

(2) nolu modeldeki değişkenlerin 1995-2022 arası verilerinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	IYETEP	IFBK	ISFFBG	ISPF	EITIP
Ortalama	-0.554102	1.316120	9.056162	4.197551	12.37310
Medyan	-0.940254	1.349241	9.034382	4.233557	12.68338
Makimum	2.287582	1.598280	9.550741	4.974994	20.99395
Minimum	-2.921347	0.999417	8.648639	3.128027	4.370036
Std. Sapma	1.832902	0.193483	0.282746	0.518441	4.686841
Skewness	0.242669	-0.058563	0.171241	-0.172638	-0.081552
Kurtosis	1.434059	1.588163	1.674420	2.002815	1.978105
Jarque-Bera	3.135679	2.341503	2.186868	1.299191	1.249352
Olasılık	0.208495	0.310134	0.335064	0.522257	0.535435
Toplam	-15.51484	36.85137	253.5725	117.5314	346.4467
Topl. Karel. Sap.	90.70730	1.010762	2.158526	7.257089	593.0950
Gözlem Sayısı	28	28	28	28	28

**Tablo 1:** Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Serilerin 1995-2022 arası için özet istatistiklerine ilişkin değerler dikkate alındığında, bağımlı değişken İYETEP'in 2.2875 ila -2.9213 arasında salınım gösterdiği ve ortalamasının -0.5541 olduğu görülmektedir. Bu serinin, EITIP dışında, modelde yer alan diğer değişkenlere göre standart sapmasının yüksek oluşu oynaklığının da yüksek olduğuna işaret etmektedir. Nedensellik testleri için en azından işaret açısından yol göstermesi bakımından yapılan korelasyon analizinde İYETEP üzerine IFBK, ISFFBG, ISPF ve EITIP değişkenlerinin teorik beklentilerle uyumlu biçimde pozitif etkilerinin olduğu ve IFBK ve ISFFBG değişkenlerinin çok güçlü, ISPF değişkeninin orta ve EITIP değişkeninin ise çok zayıf ölçüde etkide bulunduğu görülmüştür (bkz. Ek 1).

Serilerin durağanlık sınamaları (2) nolu model bağlamında yapılacak analizler için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testleri ile yapılmış, sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

	Seviye		I. Fark		Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
EITIP	-2.6942 <sup>(c)</sup> (0.0880)	-3.428712 <sup>(c)</sup> (0.0701)	-5.100715 <sup>(a)</sup> (0.0003)	-5.100739 <sup>(a)</sup> (0.0019)	-3.76419 (0.4382)	-4.11517 (0.1359)
IFBK	-1.04394 (0.7224)	-2.991066 (0.1527)	-6.328303 <sup>(a)</sup> (0.0000)	-6.199720 <sup>(a)</sup> (0.0001)	-4.13648 (0.0100)	--4.58308 (0.0203)
ISFFBG	0.264801 (0.9717)	-2.245388 (0.4474)	-4.710203 <sup>(a)</sup> (0.0009)	-4.753171 <sup>(a)</sup> (0.0041)	-3.66992 (0.6596)	-3.66838 (0.1573)
ISPF	-1.69947 (0.4202)	-1.817408 (0.6681)	-4.736332 <sup>(a)</sup> (0.0009)	-4.802402 <sup>(a)</sup> (0.0039)	-4.65496 (0.001) <sup>(c)</sup>	-3.79659 (0.00010)
IYETEP	-0.21656 (0.9245)	-1.882582 (0.6345)	-3.226767 <sup>(b)</sup> (0.0297)	-2.548606 <sup>(b)</sup> (0.0130)	-2.94629 (0.0008)	-3.319285 (0.04007)

Not: (a), (b) ve (c) sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlılığı gösterir. Optimal gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriteri kullanılarak otomatik olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 2:** Seviye ve birinci farkta ADF ve seviyede Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Sınamaları

Yapılan ADF ve Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı birim kök testleri bulgularında serilerin %1 ve %5'lik kritik değerleri açısından seviye değerlerinde, yani I(0)'da sabitli ve trendli formda durağan olmadıkları görülmektedir. Zivot-Andrews Yapısal Kırılmalı testlerde ISFFBG değişkeni 2001, 2004 yıllarında negatif şoklar göstermiş; 2007 yılına kadar artışın bu yılda negatif trend izleyerek 2011 yılına kadar devam ettiği ve bu tarihten sonra pozitif eğilim gösterdiği gözlenmiştir. Oran değişken olan bu serideki sert hareketleri basıklaştırma amacıyla ve serinin de genel olarak doğrusal olması nedeniyle logaritmasının alınması yoluna gidilmiştir. Analizlerde I(0) formunda durağanlığın sağlanamaması nedeniyle bu kez serilerin birinci farkları alınarak, yani I(1)'de durağanlıkları araştırılmıştır. Buna göre EITIP, IFBK, ISFFBG ve ISPF değişkenlerinin %1 önem düzeyinde ve İYETEP değişkeninin ise %5 önem düzeyinde sabitli ve trendli formda, yani I(1)'de durağan oldukları tespit edilmiştir.

Çalışmada İYETEP'i belirleyeceği düşünülen (2) nolu model çerçevesinde kullanılması planlanan serilerin seviye cinsinden [yani  $I(0)$ 'da] durağan olmayıp birinci farklarda [yani  $I(1)$ 'de] durağan olmasına bağlı olarak eş-bütünleşme analizleri yapılması gerekmektedir. Bu çerçevede (2) nolu model bağlamında yer alan değişkenler arasında uzun dönem eş-bütünleşme ilişkisi araştırması için Johansen eş-bütünleşme testleri yapılmıştır. Böylece Johansen eş-bütünleşme testi ile verilerin düzey-seviye değerleri kullanılmak suretiyle (2) nolu modelde yer alan değişkenler arasında eş-bütünleşik bir veya birden fazla vektör bulunup bulunmadığı belirlenmiştir. Eş-bütünleşme testi yapmadan önce (2) nolu modele ilişkin olarak VAR gecikme sayısı uzunluğunun belirlenmesi önem arz etmekte ve aynı zamanda bu gecikme uzunluğunun nedensellik testlerinde de kullanılması söz konusudur. Zira yapılan eş-bütünleşme analizi ve nedensellik testlerinden elde edilen sonuçların aynı zamanda gecikme uzunluğuna bağlı olarak değişeceği bilinmektedir. Diğer bir ifadeyle, gecikme uzunluğunun belirlenmemesi ya da hatalı olması yapılan analizlerin sonuçlarının da yanlış hesaplanmasına yol açabilir (Özşahin, 2017: 601-619).

Gecikme uzunluğunun belirlenmesine gidilirken; bu çalışmada (2) nolu model için inşa edilen VAR modelinde optimal gecikme uzunlukları paket programdaki verilmiş şekliyle sıralı olarak; Olabilirlik Oran Testi (LR), Nihai Tahmin Hatası (FPE- Final prediction error), Akaike Bilgi Kriteri (AIC- Akaike information criterion), Schwarz Bilgi Kriteri (SC- Schwarz information criterion) ve Hannan Quinn (HQ- Hannan-Quinn information criterion) bilgi kriterlerinden oluşmaktadır. Bu kriterlere göre belirlenen gecikme sayıları dikkate alındığında, görece en fazla müşterek olanları ne kadar gecikme sayısını gösteriyorlarsa, o gecikme sayısının kullanılması yoluna gidilir ve böylece modelin o nispette daha güvenli olduğu söylenebilir. Tablo 3'te eş-bütünleşme analizi ve nedensellik testinde kullanılacak gecikme uzunluğunun tespit edilmesine yönelik sürece ilişkin sonuçlar verilmiştir.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-62.61259	NA	0.000154	5.409007	5.652782	5.476620
1	64.18829	192.737*	4.68e-08*	-2.735063	-1.27241*	-2.32938*
2	82.99966	21.06874	1.01e-07	-2.239973	0.441554	-1.496231
3	121.2720	27.55611	8.26e-08	-3.30176*	0.598640	-2.219957

Not: “\*” işareti kriterlere göre %5 önem düzeyinde uygun gecikme sırasını gösterir.

**Tablo 3: Uygun gecikme Uzunluğu**

Çalışmada (2) nolu model bağlamına göre kurulmuş olan VAR modeli açısından en son gecikmeyi veren AIC'de kısıntıya gidilmiş ve böylece AIC'de 3 gecikme ve buna karşılık LR, FPE, SC ve HQ bilgi kriterlerine göre ise 1 gecikmenin alınmasının uygun olduğu, yani çoğunluğa göre optimal ve otokorelasyon içermeyen uygun gecikme uzunluğunun 1 olduğu belirlenmesi yapılmıştır.

Çalışmada 1 gecikme uzunluğu, yani VAR(1) modelinin kurulmasına bağlı olarak Johansen eş-bütünleşme analizleri, İz (Trace) ve Maksimum Özdeğer (Max- Eigen Value) test istatistiklerinin belirlenmesi yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

İz İstatistiğine Göre Eş-bütünleşme Testi				
Hipotezler	Hipotezler	Hipotezler	Hipotezler	Hipotezler
$r = 0$	0.872813	103.1710	69.81889	0.0000 <sup>(a)</sup>
$r \leq 1$	0.623126	49.55644	47.85613	0.0343 <sup>(b)</sup>
$r \leq 2$	0.431177	24.18446	29.79707	0.1928
Maksimum Öz Değer İstatistiğine Göre Eş-bütünleşme Testi				
Hipotezler	Özdeğer	İz İstatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık
$r = 0$	0.872813	53.61457	33.87687	0.0001 <sup>(a)</sup>
$r \leq 1$	0.623126	25.37198	27.58434	0.0935 <sup>(c)</sup>
$r \leq 2$	0.431177	14.66886	21.13162	0.3128

Not: (a), (b) ve (c) sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde anlamlılığı gösterir.

**Tablo 4: Johansen Eş-bütünleşme Testi**

Tablo 4'te verilen sonuçlar incelendiğinde, Johansen eş-bütünleşme testi sonucunda İz İstatistiği ile Maksimum Özdeğer İstatistiğine göre testler benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle her iki test sonucunda da test istatistiği değerleri kritik değerden büyük olduğundan dolayı İz İstatistiğinde %1 ve %5 ve Maksimum Özdeğer İstatistiğinde %1 ve %10 anlamlılık düzeyinde buradaki modelde 1 adet eş-bütünleşme vektörü bulunduğu söylenebilir. Dolayısıyla yapılan Johansen eş-bütünleşme testiyle elde edilen bulgulardan hareketle İYETEP, SPF, İFBK, İSFBG ve EITIP serilerinin uzun dönemde birbirlerini etkilediği söylenebilir. Diğer bir ifadeyle, modelde tanımlı değişkenler arasında kısa dönemde oluşması muhtemel şok etkileri uzun dönemde ortadan kalkmakta ve serilerin hareketleri birlikte devam etmektedir.

Burada (2) nolu model bağlamında kullanılan seriler arasında uzun dönemli ilişkilerin varlığı eş-bütünleşme testleri yardımıyla belirlendikten sonra, eş-bütünleşme denklemindeki katsayıların belirlenmesi önem arz eder. Uzun dönemli katsayıların tahminine yönelmeden önce önsel olarak değişkenler arasındaki ilişkiyi ve ilişkinin gücünü belirlemek amacıyla korelasyon analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda korelasyon analizlerinde bağımlı

değişken üzerine IFBK ve ISFFBG'nin güçlü; ISPE'nin orta ve EITIP'in ise zayıf etkilerinin olduğu görülmüştür (bkz. Ek 1). Değişkenler arasında önsel bir ilişkinin varlığına istinaden (2) nolu model bağlamında uzun dönem katsayıların tahmininde geleneksel en küçük kareler (OLS-Ordinary Least Squares) gibi yöntemlerin kullanılması halinde açıklayıcı değişken veya değişkenler ile hata terimi arasındaki içsellik ve otokorelasyona bağlı olarak sapmalılık söz konusu olabilir. Böyle bir soruna karşı eş-bütünleşme denklemindeki katsayıların sapmasız ve beklentiler çerçevesinde tutarlı biçimde tahmin edilebilmesi için Kao ve Chiang (2000) ile Pedroni (2000, 2001) tarafından geliştirilmiş olan DOLS (Dynamic Ordinary Least Square) ve FMOLS (Full Modified Ordinary Least Square) yöntemlerinin daha sağlıklı tahminlerde bulunma imkânları vermesi olasıdır. FMOLS yöntemi OLS gibi geleneksel sabit etkili tahminlerdeki otokorelasyon ve değişen varyans problemlerinden dolayı ortaya çıkan sapmaları düzeltebilirken, DOLS yöntemi ise modele dinamik unsurları katmak suretiyle statik regresyonda içsellikten kaynaklanan sapmaları giderebilmektedir. Böylece seviyede durağan olmayan ve dolayısıyla birim kök içeren zaman serileri için geliştirilmiş olan FMOLS ve DOLS tahmincileri yardımıyla eş-bütünleşme denklemindeki uzun dönem katsayılarının sapmasız ve tutarlı bir şekilde elde edilmesine ve parametre değerlerinin hem katsayısı hem de işareti hakkında bilgi sahibi olunacağı ileri sürülebilir (Yalçınkaya, 2017: 192-193; Demir Bingöl vd., 2022: 49-50). Bu çalışmamızda, Türkiye'de yenilenebilir enerjinin toplam enerjideki payını açıklamak üzere kullanılan değişkenlerden sadece FMOLS yönteminde 2015 yılı sabit fiyatlarla fert başına gelirin işaret açısından pozitif ve istatistiki olarak %5 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür (bkz. Ek 2).

Johansen eş-bütünleşme testiyle İYETEP, EITIP, IFBK, ISFFBG ve ISPF değişkenleri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı ve devamında yapılan FMOLS ve DOLS tahminleriyle de eş-bütünleşme katsayıları belirlenmiştir. Buna karşılık modelde kullanılan değişkenlerin sadece bağımlı değişken üzerine etkisi ortaya koyulabilirken, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler üzerine veya bağımsız değişkenlerin de kendi aralarında etkileşim yönü hakkında bilgi sahibi olunması gerektiği düşünülebilir. Dolayısıyla seriler üzerine Granger nedensellik testi yapmak suretiyle model çerçevesinde belirlenen tek yönlülüğün kendi içlerinde de farklılık arz edip etmediği, yani değişkenler arasındaki etkileşimin yönünün ortaya çıkarılabilmesi gerekmektedir. Tablo 3'te belirlenen 1 gecikme uzunluğundan hareketle ve serilerin tümünün de I(1)'de durağan olması nedeniyle modeldeki değişkenler arasındaki Granger nedensellik testi I(0)'da yapılmış ve sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Nedenselliğin Yönü	F Değeri	Olasılık Değeri
ISPF → İYETEP	17.6135 <sup>(a)</sup>	0.0003
İYETEP → ISPF	0.01218	0.9130
IFBK → İYETEP	25.8696 <sup>(a)</sup>	3.E-05
İYETEP → IFBK	0.62665	0.4363
ISFFBG → İYETEP	10.1700 <sup>(a)</sup>	0.0039
İYETEP → ISFFBG	0.36985	0.5488
EITIP → İYETEP	4.45994 <sup>(b)</sup>	0.0453
İYETEP → EITIP	0.03026	0.8634
IFBK → ISPF	0.11424	0.7383
ISPF → IFBK	0.06795	0.7966
ISFFBG → ISPF	0.12080	0.7312
ISPF → ISFFBG	0.00065	0.9798
EITIP → ISPF	0.36366	0.5521
ISPF → EITIP	0.00033	0.9856
ISFFBG → IFBK	9.56372 <sup>(a)</sup>	0.0050
IFBK → ISFFBG	2.47072	0.1291
EITIP → IFBK	0.94144	0.3416
IFBK → EITIP	0.98518	0.3308
EITIP → ISFFBG	2.48463	0.1281
ISFFBG → EITIP	0.97732	0.3327

Not: Uygun gecikme uzunluğu minimum AIC (lag1) değerine göre belirlenmiştir. (a) ve (b), sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlılığı gösterir.

**Tablo 5: Pairwise Granger Nedensellik Test Sonuçları**

Granger nedensellik sonuçlarına göre değişkenler arasında çift yönlü nedensel ilişkinin olmadığı ve dolayısıyla iki olaydan hangisinin daha önce gerçekleştiğinin belirlenmesinde bu belirlemenin sadece tek yönlü olduğu görülmektedir. Tek yönlü ilişkiler bağlamında %1 önem düzeyinde ISPF'den İYETEP'e, IFBK'dan İYETEP'e, EITIP'ten İYETEP'e, ISFFBG'den IFBK'ye doğru ve %5 önem düzeyinde de EITIP'ten İYETEP'e doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular Türkiye'de YE'nin toplam enerjideki payı üzerine sabit fiyatlarla petrol fiyatlarının, sabit fiyatlarla fert başına gelirin, enerji ithalatının enerji hariç toplam ithalattaki payının etkili olduğunu gösterirken, sabit fiyatlarla fert başına gelirin de fert başına kirlilik üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Tek yönlü ilişkiler tespit edilmesine karşılık bu ilişkinin pozitif mi, yoksa negatif mi olduğu konusunda nedensellik testine bakarak sonuç çıkarılamamaktadır. Bu eksikliği korelasyon

katsayıları ile birlikte değerlendirilerek çözmek mümkün olabilir. Buna göre Ek 1’de verilen korelasyon katsayıları, bağımlı değişken olarak modellenen İYETEP’in İFBK dışındaki tüm açıklayıcı değişkenlerden etkilendiği sonucuyla örtüşen bir durumun varlığı söz konusudur.

Analizler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, enerji ile kirlilik ilişkilerinin varlığının literatürdeki araştırmalarda Sadorsky (2009), Payne (2012), Apergis ve Payne (2014), Kabadayı vd. (2014), Apergis ve Payne (2015), Bradford ve Stoner (2017), Şimşek ve Yiğit (2017), Bildirici (2017a/b), Solarin vd. (2018), Kim (2020), Ahmed vd. (2020), Gökmenoğlu vd. (2021), Bildirici (2021), Dinç Çavlak (2022), Saba (2022), Muhammad vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalarla örtüştüğü görülmektedir. Bu yönüyle yenilenebilir enerji ve kirlilik ilişkilerini gelir ve kirlilik şeklinde ele alan ve böylece konuyu çevresel Kuznets eğrisi bağlamında ortaya koyan çalışmalardan Payne (2012), Apergis ve Payne (2015), Şimşek ve Yiğit (2017), Ahmed vd. (2020), Youssef (2020), Ahmed vd. (2022), Saba (2022), Muhammad vd. (2022), Zhu vd. (2023) tarafından yapılan çalışmalarla örtüşme dikkat çekmektedir. Ancak, geleneksel kirlilik ve gelir ilişkileri ile konuya bakışın yanında, gelir yerine gelişmişlik ölçütü de olabilen YE kullanımının modellenmesinin daha orijinal sonuçlar verebileceğine dair sinyalin varlığından bahsedilebilir. Ayrıca YE’ye yönelimde ithalatın fazlalığı ve buna bağlı olarak dış ticaret açığının önemli unsur olduğunu ortaya koyan Bildirici ve Kayıkcı (2021), Youssef (2023) tarafından yapılan çalışmalarla örtüşme yakalanırken, yenilenebilir enerjide fosil yakıt ithalatından sakınmayı doğrudan etkileyen unsur ise petrol fiyatlarıdır ve bunun da YE’ye yönelimde etkili olabileceğini ileri süren çalışmalardan Apergis ve Payne (2014), Omri ve Nguyen (2014), Apergis ve Payne (2015), Şimşek ve Yiğit (2017), Dinç Çavlak (2022), Muhammad vd. (2022) ile paralellik yakalanmıştır.

#### 4 Değerlendirme ve Sonuç

Makroekonomide çıktı ve böylece büyüme için gerekli unsurlar arasında temelde emek ve sermaye sayılırken, mikroekonomide bu iki unsura maliyet ögesi konumundaki doğal kaynak ve girişim unsuru da dâhil edilmektedir. Günümüzde büyüme için gerekli mikroekonomik unsurlardan doğal kaynaklar içerisinde yer alan enerji makroekonomik boyutta da önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle büyüme/kalkınma için üretim ve üretim için de fosil yakıt gereksinimi boyutuyla dışa bağımlı olan ekonomilerde bu bağımlılığın enerji fiyatlarındaki dalgalanmalarla dış ticaret açığında da dalgalanmalara yol açtığı ve bunun da dış borçluluğu derinleştirdiği açıktır.

Türkiye fosil yakıtlar bakımından dışa bağımlılığından dolayı petrol fiyatlarındaki artışlara bağlı olarak maliyet enflasyonu, dış ticaret açığı ve dış borçluluk sorunlarını derinden hisseden ekonomi konumundadır. Dolayısıyla “büyüme-enerji-maliyet enflasyonu-dış açık-dış borçluluk” sarmalına bir de fosil yakıtların yol açtığı çevre kirliliği de eklendiğinde, ülkenin bu sarmaldan çıkabilmek için enerjide kendi kendine yeterliliği sağlamak adına yerli ve milli YE kaynaklarını geliştirmesi önem arz etmektedir.

1995-2022 arası dönemi kapsayan bu çalışmada, Türkiye ekonomisinde YE’ye yönelimde ancak 2009 yılı ve sonrasında önemli sıçrayışların yaşandığı, ilgili literatürdeki çevresel Kuznet eğrisinin doğrusallık kısmına işaret edecek şekilde gelirden kirliliğe doğru bir ilişkinin varlığı, YE arzında petrol fiyatlarının çok güçlü ve petrol fiyatlarının yansımaları olan enerji ithalatının toplam enerji ithalatındaki payının ise dolaylı olarak orta ölçüde etkiler doğurduğu belirlenmiştir. Ayrıca ekonomik gelişmişlik ölçütü olan gelir düzeyinin de alternatif enerjiye (AE) yönelime etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında, YE’ye yönelimde çevresel ve beşeri unsurlardan kaynaklanan motiften ziyade fiyat, gelir ve dış açıklık unsurlarının daha etkili olduğunun görülmesi, AE arayışında gelişmiş ülkelere özgü denilebilecek unsurun çalışmadığı dikkat çekmektedir. Ancak, yeterli düzeyde olmasa da AE’ye yönelimin ivmelenmesinin devam ettirilebilirliği, enerji bağımlılığını ve böylece dış ticaret açığını azaltarak ekonominin kırılma noktasını azaltmada önemli rol üstleneceği söylenebilir. Bu bulgular ve değişkenler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, AE’ye yönelimde ekonomik unsurların (petrol fiyatı, ulusal gelir, enerji ithalatı) daha etkili olduğu ve bunun da dolaylı olarak zamanla çevresel ve beşeri unsurlara yansıtacağı söylenebilir.

Çalışmanın Türkiye gibi enerji bağımlılığı yüksek konumda bulunan gelişmekte olan ülkeler boyutuyla ele alınmasını sağlayacak şekilde genişletilmesiyle, burada elde edilen bulguların daha geçerli bir hal almasını sağlayabilir. Diğer taraftan, çevresel Kuznets eğrisi bağlamında kirlilik ve gelir şeklindeki modelleri kirliliğin de ters yönde yansımaları olan YE ile ikame ederek daha farklı ve orijinal çalışmaların yapılması mümkündür. Bu noktada çevresel Kuznets eğrisinin “ters U eğrisi” şeklindeki formunun “U eğrisi” şeklinde bir seyir izlemesi beklenebilir. Ayrıca burada gelir ile sembolize edilen gelişmişlik değeri yerine, literatürde yaygın olarak kullanılan insani gelişmişlik endeksi veya gelir seviyesi düşük olsa da yüksek ar-ge yapan ekonomilerde bunun daha etkin çalışacağı düşünüldükçe ar-ge ve askeri harcamalar değişkenlerini kullanan modellerin ilgiye değer sonuçlar vereceği düşünülebilir.

### Kaynakça

- Ahmed, Z., Ahmad, M., Murshed, M., Vaseer, A. I. and Kirikkaleli, D. 2022. "The Trade-off between Energy Consumption Economic Growth Militarization and CO<sub>2</sub> Emissions: Does the Treadmill of Destruction Exist in the Modern World?" *Environmental Science and Pollution Research*, 29, p. 18063-18076.
- Ahmed, S., Alam, K., Rashid, A. and Gow, J. 2020. "Militarisation, Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, and Economic Growth in Myanmar". *Defence and Peace Economics*, 31 (6), p. 615-641.
- Apergis, N. and Payne, J. E. 2015. "Renewable Energy Output Carbon Dioxide Emissions and Oil Prices: Evidence from South America". *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 10 (3), p. 281-287.
- Apergis, N. and Payne, J. E. 2014. "The Causal Dynamics Between Renewable Energy, Real GDP, Emissions, and Oil Prices: Evidence from OECD Countries". *Applied Economics*, 46 (36), p. 4519-4525.
- Bildirici, M. E. 2021. "Terrorism, Environmental Pollution, Foreign Direct Investment (FDI), Energy Consumption, and Economic Growth: Evidences from China, India, Israel, and Turkey". *Energy & Environment*, 32 (1), p. 75-95.
- Bildirici, M. E. and Kayıkçı, F. 2021. "The Relation Between Growth, Energy Imports, Militarization, and Current Account Balance in India, Brazil, Turkey, and Pakistan". *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 55 (3), 37-54.
- Bildirici, M. E. 2017(a). "The Effects of Militarization on Biofuel Consumption and CO<sub>2</sub> Emission". *Journal of Cleaner Production*, 152, p. 420-428.
- Bildirici, M. E. 2017(b). "The Causal Link Among Militarization, Economic Growth, CO<sub>2</sub> Emission, and Energy Consumption". *Environmental Science and Pollution Research*, 24, p. 4625-4636.
- BP (2023). *Statistical Review of World Energy*, <https://www.energyinst.org/statistical-review> (Erişim: Ağustos 2023).
- Bradford, J. H. and Stoner, A. M. 2017. "The Treadmill of Destruction in Comparative Perspective: A Panel Study of Military Spending and Carbon Emissions 1960-2014". *Journal of World-Systems Research*, 23 (2), p. 298-327.
- Clark, B., Jorgenson, A. K. and Kentor, J. 2010. "Militarization and Energy Consumption: A Test of Treadmill of Destruction Theory in Comparative Perspective". *International Journal of Sociology*, 40 (2), p. 23-43.
- Demir Bingöl, N., Bingöl, M. ve Emsen, Ö. S. 2022. "Türkiye'de Mevduatların Krediyeye Dönüşümünün Büyümeye Etkileri: Tüketim Çekişli mi? Yatırım İtişli mi?". *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 16 (1), s. 27-61.
- Dinç Cavlak, Ö. 2022. "A Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) Approach for U.S. Climate Policy Uncertainty Index, Renewable Energy Consumption and Oil Prices". *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), p. 757-776.
- Gerni, C., Aslan, R. ve Emsen, Ö. S., Türkiye'nin Dışa Bağımlılığını Azaltma Uygulamaları Bağlamında Yenilenebilir Enerjide Dönüşüm Çabaları. *Ekonomi Politikası*, (Ed. C. Gerni ve B. Aşık), Gazi Kitabevi, Ankara, 2023, s. 85-103.
- Gökmenoğlu, K. K., Taşpınar, N. and Rahman, M. M. 2021. "Military Expenditure, Financial Development, and Environmental Degradation in Turkey: A Comparison of CO<sub>2</sub> Emissions and Ecological Footprint". *International Journal of Finance & Economics*, 26 (1), p. 986-997.
- Kabadayı, B., Yurttañıkılmaz, Z. Ç. Nişancı, M. ve Emsen, Ö. S. 2014. "Karbondiyoksit Emisyonu, Enerji Yoğunluğu ve Ekonomik Büyüme İlişkileri: AB Üyesi Geçiş Ekonomileri Örneği (1995-2010)", *Econworld, International Conference in Economics*, Prag, Czech Republic, 03-05 September 2014.
- Kasman, A. and Duman, Y. S. 2014. "CO<sub>2</sub> Emission, Economic Growth, Energy Consumption, Trade, and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis". *Economic Modelling*, 44 (2015), p. 97-103.
- Kim, S. 2020. "The Effects of Foreign Direct Investment, Economic Growth, Industrial Structure, Renewable and Nuclear Energy, and Urbanization on Korean Greenhouse Gas Emissions". *Sustainability*, 12 (4), p. 1-14.
- Mohamed, H., Jebli, M. B. and Youssef, S. B. 2019. "Renewable and Fossil Energy, Terrorism, Economic Growth and Trade: Evidence from France". *Renewable Energy*, 139, p. 459-467.
- Muhammad, I., Ozcan, R., Jain, V., Ramos-Meza, C. S. and Chawla, C. 2023. "Do Drivers of Renewable Energy Consumption Matter for BRICS Economies? Nexus Among Technological Innovation,



- Environmental Degradation, Economic Growth and Income Inequality”. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, p. 11321-11331.
- Muhammad, I., Ozcan, R., Jain, V., Sharma, P. and Shabbir, M. S. 2022. “Does Environmental Sustainability Affect the Renewable Energy Consumption? Nexus Among Trade Openness, CO<sub>2</sub> Emissions, Income Inequality, Renewable Energy, and Economic Growth in OECD Countries”. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, p. 90147-90157.
  - Omri, A. and Nguyen, D. K. 2014. “On the Determinants of Renewable Energy Consumption: International Evidence”. *Energy*, 72, p. 554-560.
  - Özşahin, Ş. 2017. “Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Menkul Kıymetler Borsalarının Entegrasyonu: Türkiye ve BRICS Ülkeleri Üzerine Çoklu Yapısal Kırılmalı Eş-bütünleşme Analizi”. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), s. 601-19.
  - Padhan, H., Padhan, P. C., Tiwari, A. K., Ahmed, R. and Hammoudeh, S. 2020. “Renewable Energy Consumption and Robust Globalizations in OECD Countries”. *Energy Strategy Reviews*, 32, p. 1-15.
  - Payne, J. E. 2012. “The Causal Dynamics Between US Renewable Energy Consumption, Output, Emissions, and Oil Prices. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7 (4), p. 323-330.
  - Saba, C. S. 2022. “CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Militarisation, Growth Nexus in South Africa: Evidence from Novel Dynamic ARDL Simulations”. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (5), p. 18123-18155.
  - Sadorsky, P. 2009. “Renewable Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, and Oil Prices in the G7 Countries”. *Energy Economics*, 31 (3), p. 456-462.
  - Solarin, S. A., Al-Mulali, U. and Ozturk, I. 2018. “Determinants of Pollution and The Role of The Military Sector: Evidence from A Maximum Likelihood Approach with Two Structural Breaks in the USA”. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (30), p. 30949-30961.
  - Şimşek, T. ve Yiğit, E. (2017). “BRIC Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Petrol Fiyatları, CO<sub>2</sub> Emisyonu, Kentleşme ve Ekonomik Büyüme Üzerine Nedensellik Analizi”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12 (3), s. 117-136.
  - UNCTAD, *UN Trade and Development*, <https://unctad.org/statistics> (Erişim: Ağustos 2023).
  - World Bank, 2023. *World Development Indicators*, <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. (Erişim: Ağustos 2023).
  - Yalçınkaya, Ö. 2017. “Merkez Bankası Bağımsızlığının Reel ve Potansiyel Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği (1970-2015)”. *The Journal of Academic Social Sciences*, 52(52), s. 175-201.
  - Youssef, S. B. 2023. “The Relationships between Renewable Energy, Net Energy Imports, Arms Exports, Military Expenditures and CO<sub>2</sub> Emissions in the USA”. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, p. 75369-75381.
  - Youssef, S. B. 2020. “Non-Resident and Resident Patents, Renewable and Fossil Energy, Pollution, and Economic Growth in the USA”. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, p. 40795-40810.
  - Zaghdoudi, T. 2017. “Oil Prices, Renewable Energy, CO<sub>2</sub> Emissions, and Economic Growth in OECD Countries”. *Economics Bulletin*, 37 (3), p. 1844-1850.
  - Zhu, W., Mehmood, U., Alnafrah, I., Abou Houran, M. and Dagestani, A. W. 2023. “How Military Spending, Economic Growth, and Renewable Energy Impacts Ecological Footprints in Next Eleven Nations”. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, p. 103947-103957.

## EKLER

	IYETEP	IFBK	ISFFBG	ISPF	EITIP
IYETEP	<b>1.0000</b>				
IFBK	0.9198	<b>1.0000</b>			
ISFFBG	0.9375	0.9796	<b>1.0000</b>		
ISPF	0.4353	0.6205	0.5680	<b>1.0000</b>	
EITIP	0.0946	0.0990	0.0429	0.1546	<b>1.0000</b>

Ek 1: (2) nolu Modele İlişkin Korelasyon Katsayıları

FMOLS				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
ISPF	-0.549293 <sup>(c)</sup>	0.300133	-1.830163	0.0808
IFBK	2.370618	3.486498	0.679942	0.5036
ISFFBG	5.174226 <sup>(b)</sup>	2.255509	2.294039	0.0317
EITIP	0.037805	0.026787	1.411306	0.1721
C	-48.66304	16.34853	-2.976600	0.0070
DOLS				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
ISPF	-0.566621	0.631763	-0.896888	0.3960
IFBK	7.078745	10.89618	0.649654	0.5341
ISFFBG	1.645222	7.378954	0.222961	0.8292
EITIP	0.056551	0.064377	0.878439	0.4053
C	-23.21964	54.35464	-0.427188	0.6805

Ek 2: FMOLS ve DMOLS Sonuçları **Not:** Modellerde değişkenler için hesaplanan katsayıların arkasındaki “b” ve “c” işaretleri katsayılara ait t-istatistiklerinin sırasıyla %1 ve %5 önem düzeyinde anlamlı olduğunu belirtmektedir.