

## ENERJİ TÜKETİMİ, CO<sub>2</sub> EMİSYONU VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

**Ersin YENİSU**

Gazi Üniv. SBE Uluslararası İşletmecilik ABD  
ersinyenisu@gmail.com

### Öz

Enerji ve çevresel sorunlar son yıllarda gerek ülkemizde gerekse dünyada araştırmacıların ve uygulamacıların ilgi odağındadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ampirik olarak test etmektir. Bunun için çalışmada 1960-2013 dönemi yıllık GSYİH, CO<sub>2</sub> emisyonu ve elektrik tüketimi verileri analiz edilmiştir. Burada ekonometrik yöntem olarak ikili eşbütünleşme analizi, Granger nedensellik analizi ve etki-tepki analizi kullanılmıştır. Johansen eşbütünleşme testine göre enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki vardır. VAR modeline dayanan Granger nedensellik analizine göre kısa dönemde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye, enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> emisyonuna ve ekonomik büyümeden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru tek yönlü bir Granger nedenselliğinin olduğu bulunmuştur. Ek olarak Granger nedensellik ilişkileri etki-tepki analiziyle de doğrulanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmaya göre Türkiye toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyoenerji vs.) payını mutlaka arttırmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Tüketimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Johansen Eşbütünleşme, Granger Nedensellik

## ENERGY CONSUMPTION, CO<sub>2</sub> EMISSIONS AND ECONOMIC GROWTH RELATIONSHIP: THE CASE OF TURKEY

### Abstract

Energy and environmental problems have been the focus of attention in recent years, both in our country and in the World by researchers and practitioners. The aim of this study the relationship between energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and economic growth in Turkey is to test empirically. For this, annual GDP, CO<sub>2</sub> emissions and electricity consumption data for 1960-2013 period were analyzed. Here, binary cointegration analysis, Granger causality analysis and impact-response analysis are used as econometric methods. According to the Johansen cointegration test, there is a long-term significant relationship between energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions and economic growth and CO<sub>2</sub>

emissions. According to the Granger causality analysis based on the VAR model, it has been found that in the short run there is a one-way Granger causality from energy consumption to economic growth, from energy consumption to CO<sub>2</sub> emissions and from economic growth to CO<sub>2</sub> emissions. In addition, Granger causality associations have been confirmed by impact-response analysis. As a result, according to this study, share of the renewable energy consumption (sun, wind, hydropower, bioenergy etc.) in Turkey must be increased.

**Keywords:** Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, Economic Growth, Johansen Cointegration, Granger Causality.

### Giriş

Enerji, sanayi devriminden sonra tüm dünyada hızla artan bir öneme sahip olmuştur. Günümüzde enerji üretim açısından stratejik bir girdi haline gelmiştir. Bununla beraber enerji tüketim açısından da zorunlu ihtiyaçlardandır. Geleneksel enerji kaynakları olan petrol, doğalgaz ve kömürün ülkeler arasında eşit dağılmaması ise konunun uluslararası düzeyde ele alınmasına sebep olmuştur. Tüm bunlar, genel olarak enerji konusunu ve yine enerji üzerine Türkiye verileriyle yapılan bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

Fosil kaynaklar olarak bilinen petrol, doğalgaz ve kömür rezervlerinin ekonomik diğer bir ifadeyle kıt kaynak olmaları nedeniyle zaman içerisinde tükeneceği tahmin edilmektedir. Bilindiği üzere dünyada fosil yakıtların bu denli yoğun kullanılması ise bazı küresel çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Sanayileşme sonucunda atmosfere yayılan CO<sub>2</sub> gibi zararlı gazlar küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Kısacası günümüzde fosil yakıtların hızla tükenmekte olması, sera gazı etkisi ve Kyoto Protokolü gibi uluslararası tedbirler güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyoenerji vs. gibi yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına geçişi tüm ülkeler için zorunlu kılmaktadır. Nitekim bu çalışma da Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişinin önemini vurgulamaktadır.

Çalışmanın amacı Türkiye'de enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri ortaya koymaktır. Bu amaçla uzun dönemli ilişkiyi açıklayan ikili eşbütünleşme, kısa dönemli nedensellik ilişkisini açıklayan ve VAR (Vektör Otoregressive) modeline dayanan Granger nedensellik analizi ve nedensellik analizini destekleyen etki-tepki analizi kullanılmıştır. Metodolojik açıdan eşbütünleşme analizi ve nedensellik analizi ekonometri literatüründe uzunca bir süredir kullanılan yöntemler olduğundan ve bu kapsamda ikili olarak kurulan modellerde içsel-dışsal değişken ayrımı olmadığından tercih

edilmişlerdir. Daha önce yapılan yerli ve yabancı ekonometrik çalışmalarda genel olarak enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasında kısa ve uzun dönemli istatistiksel açıdan anlamlı ilişkilerin olduğu bulgulanmıştır. Nitekim, Rezitis ve Ahammad (2015) Güneydoğu Asya ülkeleri üzerine yaptıkları panel veri analizinde enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu bulgulanmışlardır. Yine yakın zamanda Mbarek vd. (2017) yaptıkları çalışmada enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasında eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerinin olduğunu saptamışlardır. Enerji literatüründeki diğer birçok çalışma içerisinde bu çalışmanın farklılığı ise, Türkiye’yi analiz konusu olarak seçmesi ve enerji, büyüme ve karbon emisyonu kuramlarının Türkiye verileriyle yeniden test edilmesine olanak sağlamasıdır. Özellikle analize dâhil edilen farklı dönem aralığı bakımından ve metodoloji açısından çalışma literatüre katkı sunabilir.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm temel teorik çerçeveye ve enerjiyle ilgili Türkçe ve yabancı literatürdeki yayınların bir kısmını kapsayan literatür incelemesine ayrılmıştır. İkinci bölümde çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemle ilişkin metodolojik bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın son bölümü de model, veri seti, uygulama ve bulgular kısmına ayrılmıştır.

### 1. TEORİK ÇERÇEVE VE LİTERATÜR

“İçsel Büyüme Modeli” enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklayan temel modeldir. Söz konusu modelden önce geçerli olan “Solow Büyüme Modeli”nde ekonomik büyüme artışı için teknolojik gelişmenin gerekli olduğu vurgulanmış fakat gelişmenin nasıl olması gerektiği konusunda bilgi verilmemiştir. Günümüzde bilgiye ulaşabilme sorunu, beşeri sermaye eksikliği ve güncel teknolojiyi kullanamama gibi etkenler az gelişmişliğin temel kaynaklarıdır. Söz konusu değişkenlerin modellenmesiyle içsel büyüme modelleriyle gerçekleştirilebilir (Taban, 2008: 90)

Ülke ekonomilerinin farklı yapılarından dolayı çok çeşitli içsel büyüme modelleri vardır. Bunlardan Romer’in toplam üretim fonksiyonu şöyle gösterilmektedir (Gbadebo ve Okonkwo, 2009: 48).

$$Y = F(A, K, L)$$

Makroekonomik bir üretim fonksiyonu olan ve toplam değerleri ele alan yukarıdaki fonksiyonda; Y çıktı düzeyi, A teknoloji, K sermaye stoku ve L işgücüdür. Burada enerji faktörüyle teknolojinin kullanımına yardımcı bir girdi olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat enerjinin de kullanılabilmesi için yüksek teknolojiye yatırımlar gerekmektedir. Çoğu ülke enerji üretmek ya da

enerjiyi daha etkin kullanabilmek için bu yatırımlara gitmektedir. Sonuçta, düşük maliyetli ve üretimde etkin olarak kullanılan enerji girdisi, içsel büyüme modeli çerçevesinde teknoloji faktörü üzerinden ulusal çıktının artmasını sağlayabilir.

Enerji üzerine Türkçe ve yabancı literatürde çok fazla sayıda çalışma yapılmıştır. Literatürde önceleri bir üçüncü değişken olmaksızın yalnızca enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılırken (Paul ve Bhattacharya (2004), Karagöl vd. (2007), Mehrara (2007), Chontanawat vd. (2008), Kar ve Kınık (2008), Lee ve Chang (2008), Mucuk ve Uysal (2009), Odhiambo (2009), Aydın (2010), Aytaç (2010), Belke vd. (2011), Korkmaz ve Yılgör (2011), Ersoy (2012), Fuinhas ve Marques (2012), Karhan vd. (2012), Korkmaz ve Develi (2012), Akpolat ve Altıntaş (2013), Ouedraogo (2013), Saatçi ve Dumrul (2013), Erdoğan ve Gürbüz (2014), Şanlı ve Tuna (2014), Gövdere ve Can (2015), Rezitis ve Ahammad (2015), Tang vd. (2016), Stremienieke ve Kasperowicz (2016)) son yıllarda çevre duyarlılığının artması ve küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tehlike sinyalleri vermesi nedeniyle enerji, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri araştıran çalışmalar (Ang (2008), Chang (2010), Altıntaş (2013), Magazzino (2016), Uddin vd. (2016), Wang vd. (2016)) öne çıkmıştır. Yine yakın zamanda araştırmacılar yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme ilişkisine de odaklanmışlardır (Apergis ve Payne (2010), Seydioğulları (2013), Çınar ve Yılmaz (2015), Fotourehchi (2017), Mbarek vd. (2017), Shakouri ve Yazdi (2017)).

Aşağıdaki çizelgede (Çizelge 1.1.) enerji alanındaki ulusal ve uluslararası literatürden örnekler verilmiştir.

### Çizelge 1.1. Enerji Alanında Ulusal ve Uluslararası Literatürden Örnekler\*

Yazar(lar)	Yayı n Yılı	Ülke(ler)	Dönem	Yöntem	Sonuç(lar)
S.Paul ve R.N. Bhattacharya	2004	Hindistan	1950-1996	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET ↔ EB
E.Karagöl vd.	2007	Türkiye	1974-2004	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ET ↔ EB
M.Mehrara	2007	Petrol İhraç Eden Ülkeler	1971-2002	Panel Eşbütünleşme	EB → ET
J.Chontanawat vd.	2008	100 Ülke ve OECD	1960-2000	Granger Nedensellik	ET → EB

M.Kar ve H.Kıntık	2008	Türkiye		1975-2005	Eşbütünleşme ve VECM	ET → EB
J.B.Ang	2008	Malezya		1971-1999	Eşbütünleşme	EB → CO <sub>2</sub> EB → ET
C.C.Lee ve C.P.Chang	2008	16 Asya Ülkesi		1971-2002	Panel Eşbütünleşme	ET → EB
M.Mucuk ve D.Uysal	2009	Türkiye		1960-2006	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET → EB
N.M.Odhiambo	2009	Tanzanya		1971-2006	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ET → EB
F.F.Aydın	2010	Türkiye		1980-2004	En Küçük Kareler Yöntemi	ET → EB
C.C.Chang	2010	Çin		1981-2006	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET ↔ EB EB → CO <sub>2</sub>
N.Apergis ve J.E.Payne	2010	20 OECD Ülkesi		1985-2005	Panel Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	YEK ↔ EB
A.Belke vd.	2011	25 OECD Ülkesi		1981-2007	Panel Granger Nedensellik	ET ↔ EB
S.Korkmaz ve M.Yıldırım	2011	Seçilmiş Ülke	26	1980-2004	CADF, CIPS ve Eşbütünleşme	ET ↔ EB
A.Y.Ersoy	2012	OECD Ülkeleri		1987-2007	Panel Eşbütünleşme	ET ↔ EB
J.A.Fuinhas ve A.C.Marques	2012	PIGST Ülkeleri**		1965-2009	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	ET ↔ EB
Karhan vd.	2012	Türkiye		1960-2011	Granger Nedensellik	ET ↔ EB
Ö.Korkmaz ve A.Develi	2012	Türkiye		1960-2009	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET ↔ EB
A.G.Akpolat ve N.Altıntaş	2013	Türkiye		1961-2010	Eşbütünleşme ve VECM	ET ↔ EB
N.S.Ouedraogo	2013	5 Afrika Ülkesi		1980-2008	Panel Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET → EB
M.Saatçi ve Y.Dumrul	2013	Türkiye		1960-2008	Eşbütünleşme	ET → EB
H.Altıntaş	2013	Türkiye		1970-2008	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET → EB ET → CO <sub>2</sub>

S.Erdoğan S.Gürbüz	ve	2014	Türkiye	1970- 2009	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET — EB
F.B.Şanlı K.Tuna	ve	2014	Türkiye	1980- 2011	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET — EB
S.Çınar M.Yılmaz	ve	2015	Gelişmekte Olan Ülkeler	1990- 2013	Panel Eşbütünleşme	YEK → EB
B.Göydere M.Can	ve	2015	Türkiye	1970- 2014	Eşbütünleşme ve ECM	ET ↔ EB
A.N.Rezitis S.M.Ahammad	ve	2015	9 Güney Asya Ülkesi	1990- 2012	Panel Eşbütünleşme, VECM	ET → EB
C.F.Tang vd.		2016	Vietnam	1971- 2011	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET → EB
D.Streiminieke R.Kasperowicz	ve	2016	18 Avrupa Birliği Ülkesi	1995- 2012	Panel Eşbütünleşme	ET ↔ EB
C.Magazzino		2016	İtalya	1970- 2006	Eşbütünleşme ve Toda-Yamamoto Nedensellik	CO <sub>2</sub> ↔ EB CO <sub>2</sub> ↔ ET
G.Z.Uddin vd.		2016	Sri Lanka	1971- 2006	Granger Nedensellik	EB → ET EB → CO <sub>2</sub>
Ş.Wang vd.		2016	Çin	1990- 2012	Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	ET ↔ EB ET → CO <sub>2</sub>
M.B.Mubarek		2017	Tunus	1990- 2015	Granger Nedensellik ve VECM	ET → EB ET ↔ CO <sub>2</sub>
B.Shakouri S.K.Yazdi	ve	2017	Güney Afrika	1971- 2015	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	YEK ↔ EB

\* ET: Enerji Tüketimi, EB: Ekonomik Büyüme, CO<sub>2</sub>: Karbondioksit Emisyonu, YEK: Yenilenebilir Enerji Kaynakları; \*\*PIGST (Portekiz, İtalya, Yunanistan, İspanya ve Türkiye)

Çizelge 1.1.'deki 34 enerji araştırmasından 13 çalışmaya göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Bununla birlikte çizelgedeki 12 çalışmada enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu görülmektedir. Yine söz konusu çalışmaların üç tanesinde ekonomik büyümeye enerji tüketimine

doğru tek yönlü bir nedensellik mevcuttur. Bununla birlikte, çizelgedeki iki çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanılmamıştır.

Enerji ve CO<sub>2</sub> emisyonuna bakıldığında yapılan çalışmalardan üç tanesinde ekonomik büyümeden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu görülmektedir. Çizelge 1.1.'deki iki çalışmada enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu bulgulanmıştır. Yine incelenen çalışmalar arasında iki çalışmada enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında çift yönlü bir nedenselliğin olduğu bulgulanmıştır. Son olarak Çizelge 1.1.'e göre sadece bir çalışmada ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> arasında çift yönlü bir nedensellik söz konusudur.

Çizelge 1.1.'den yenilenebilir enerji kullanımı ve ekonomik büyüme ilişkisine bakıldığında, iki çalışmada yenilenebilir enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu söylenebilir. Yine söz konusu çalışmalardan iki tanesinde yenilenebilir enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu görülmektedir.

Kısacası 34 araştırmayı içeren literatür incelemesine göre birçok ülkede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu, CO<sub>2</sub> emisyonu ile enerji tüketimi ya da ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin var olduğu ve yine yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında da nedensellik ilişkisinin var olduğu ampirik olarak kanıtlanmıştır. Buna göre bu çalışmada da değişkenler (enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonu) arasında eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerinin çıkması beklenmektedir.

## 2. EKONOMETRİK YÖNTEM

Zaman serilerinin büyük çoğunluğunun durağan olmamaları nedeniyle serilere birim kök testinin yapılması literatürde uzunca bir süredir tercih edilmektedir. Bu çalışmada kullanılan zaman serilerinin durağanlığının test edilebilmesi için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) ve Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin (KPSS) birim kök testleri uygulanmıştır.

Literatürde birim kök süreci diğer bir ifadeyle rassal yürüyüş modeli şöyle ifade edilir:

$$Y_t = pY_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

(1) nolu denklemde zaman serisinin bir dönem önceki değerinden etkilenip etkilenmediği ölçülür. Böyle bir sürecin durağan

olması için Dickey-Fuller'e (1979) göre;  $p < 1$  olması gereklidir.  $p = 1$  olursa  $Y_t$  serisi birim köke sahiptir yani durağan değildir. Durağan olmayan bir seri "d" defa farkı alınarak durağan hale geliyorsa d. mertebeden enregre I(d) olarak tanımlanır. Diğer yandan (1) nolu denklemin her iki tarafından  $Y_{t-1}$  çıkarılırsa denklemin birinci farkı alınmış olur ve şöyle gösterilir:

$$Y_t - Y_{t-1} = pY_{t-1} - Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$Y_t - Y_{t-1} = (p-1)Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

(3) nolu otoregresif modelde  $p - 1 = \gamma$  ve  $\Delta$  fark işlemcisini göstermektedir. Dolayısıyla  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$  iki dönem arasındaki farkı ortaya koymaktadır. Farkı alınmış serinin durağan olması için  $\gamma < 1$  olmalıdır (Şahbaz, 2009: 135). Ayrıca, (3) nolu model sabit terimsiz ve trendsiz modeldir.

(1) nolu denklemde otokorelasyon varsa seriye ADF uygulanır. Söz konusu otokorelasyonun nedeni genellikle tanımlama hatalarıdır. Modeldeki otokorelasyonu gidermek içinse bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri modele katılır. Sonuç olarak ADF modelinde serilerin sabit terim ve trend içermesine bağlı olarak aşağıdaki üç model kullanılır (Enders, 2010: 207).

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_2 t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Yukarıdaki modellerde  $\alpha_0$  sabit terimi,  $\alpha_2 t$  trendi,  $p$  gecikme uzunluğunu göstermektedir. Burada  $H_0: \gamma = 0$  olduğunda seri durağan değildir yani birim kök içerir.  $H_1: \gamma < 0$  olduğunda seri durağandır yani birim kök içermez. ADF testinde uygun gecikme uzunluğunun seçilmesi son derece önemlidir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesi için literatürde Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC) ve Hannan Quin (HQ) kriterleri başta olmak üzere birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu kriterler arasında ise rakamsal açıdan en küçük değere sahip olan genellikle en uygun gecikme uzunluğu olarak tercih edilir.

ADF testinin güvenilirliğini arttırmak için Phillips-Perron'un (1988) hata terimlerinin kendi içinde otokorelasyonlu olması



durumunda ADF testlerinin hatalı sonuçlar verebileceğini iddia ettikleri yeni bir test kullanılabilir. Bu teste ADF test istatistiklerine bir düzeltme terimi eklenerek yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu düzeltme yapıldığında Phillips-Perron testi ADF'den daha güçlü bir testtir denilebilir. Burada kritik değer olarak ise, ADF test istatistiklerinin kritik değerleri kullanılır. Çalışmada yine ADF ve Phillip-Perron testlerinin güvenilirliğini biraz daha arttırmak için KPSS testi de uygulanmıştır. KPSS testinde kurulan sıfır hipotez ADF ve PP'de kurulan boş hipotezin tam tersidir. Bu testte amaç gözlenen serideki deterministik trendin arındırılarak serinin durağanlaştırılmasıdır.

Serilerin birim kök içerip içermedikleri saptandıktan sonra eşbütünleşme analizine geçilebilir. Eşbütünleşme analiziyle ele alınan serilerin doğrusal bir kombinasyonunun olup olmadığı belirlenir. Bu yaklaşımla uzun dönem serilerinde fark almaktan kaynaklanan bilgi kaybı giderilebilir. Eşbütünleşme analizinin uygulanabilmesi için serilerin düzey değerinde durağan olmamalarıyla beraber aynı ve üst derecelerden durağan olmaları gereklidir. Bu çalışmada kullanılan eşbütünleşme yöntemi Johansen (1988) tarafından geliştirilen yöntemdir. Johansen yöntemi maksimum olabilirlik tahmin yöntemi kullanılarak eşbütünleşme vektörlerin varlığını test etmektedir.

Johansen (1988), eşbütünleşme vektörlerinin sayısını belirlemek için iz (trace) ve en büyük özdeğer (maximumeigenvalue) istatistikleri adlı iki farklı test önermektedir. Eşbütünleşme ilişkilerinin sayısı  $r$ 'yi veren  $\Pi$  nin rankı, özdeğerlerin istatistikî olarak sıfıra eşit olup olmadığı hipotezi ile belirlenebilir (Enders, 1995):

$$H_0: \lambda_i = 0, \quad i = r+1, \dots, n$$

$H_A$ : En fazla  $r$  tane eşbütünleşme vektörü vardır.

Yukarıdaki boş hipotezi iz (trace) istatistiği ile test edilir:

$$\lambda_{\text{trace}} = -2 \log(Q) = -T \sum_{i=r+1}^n \log(1 - \hat{\lambda}_i) \quad r = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (7)$$

Trace testinden sonra en büyük  $\lambda$  değerini test eden diğer test istatistiği ise maksimum özdeğer istatistiğidir:

$$\lambda_{\text{max}} = -T \cdot \log(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad r = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (8)$$

$H_0: r = r_0$  “ $r$  tane eşbütünleşme vektörü vardır”

$H_A: r \neq r_0 + 1$  “ $r+1$  tane eşbütünleşme vektörü vardır”

Bu çalışmada eşbütünleşme yöntemiyle değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin belirlenmesinin ardından VAR modeline dayanan “Granger Nedensellik” analizi ile kısa dönemli nedensellik ilişkileri araştırılmıştır. Granger'ın (1969) literatüre kazandırdığı model şöyledir:

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \delta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \pi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^q \lambda_i Y_{t-i} + \mu_t \quad (10)$$

Yukarıdaki modellerde bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerleri alınmaktadır ve söz konusu modellerde  $p$  ve  $q$  optimal gecikme uzunluklarını temsil etmektedirler. Bu iki modelde bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerinin katsayılarının sıfıra eşit ( $\delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_i = 0$  ;  $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_i = 0$ ) olup olmadığı test edilmektedir. Eşitlik (6)'da F testi kullanılarak hipotezin reddedilmesi halinde X'in Y'nin Granger nedeni; (7)'de hipotezin reddedilmesi halindeyse Y'nin X'in Granger nedeni olduğuna karar verilmektedir.

### 3. MODEL, VERİ SETİ, UYGULAMA VE BULGULAR

#### Model ve Veri Seti

Bu çalışma VAR analizine dayanmaktadır. VAR modelleri özellikle içsel-dışsal değişken ayrımını gerektirmediği ve iktisat teorisinin kısıtlamalarına katı bir şekilde bağlı kalınma zorunluluğunun olmadığı için literatürde sıklıkla tercih edilmektedir. Çalışmada kullanılan temel VAR modelleri şöyledir:

$$\ln CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 \ln ET + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$\ln CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GSYİH + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$\ln GSYİH = \alpha_0 + \alpha_1 \ln ET + \varepsilon_t \quad (13)$$

Burada üç ayrı ekonometrik modelin kurulma sebebi ikili eşbütünlük analizin uygulanabilmesi ve VAR analizine dayalı nedensellik ilişkisinin (Örneğin X'ten Y'ye veya Y'den X'e) tespit edilebilmesidir. Bununla birlikte bir ekonometrik modeldeki bağımsız değişken sayısının az olması muhakkak ki model kurma hatası başta olmak üzere daha birçok ekonometrik hatanın ortaya çıkma olasılığını azaltmakta olup tahminlerin gücünü ve güvenilirliğini arttırmaktadır.

Çalışmada kullanılan veri seti Dünya Bankası web sayfasından temin edilmiştir. Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYİH), Enerji Tüketimi (ET) ve CO<sub>2</sub> Emisyonu (CO<sub>2</sub>) verileri 1960-2013 yıllarını kapsamakta yani her bir seri için 54 gözlem bulunmaktadır. Değişkenlerin birimleri GSYİH (Cari ABD Doları), ET (Kişi Başına Elektrik Tüketimi, Kwh) ve CO<sub>2</sub> (Kişi Başına Metrik Ton)'dur. Değişkenlerde doğrusallığın sağlanması için tüm değişkenlerin doğal logaritması (Ln... ya da Log...) alınmıştır.

Kullanılan veri setleri yıllık olduğu için herhangi bir mevsimsel düzeltme gerekmemektedir. Fakat her üç serinin de zaman

içerisinde artış trendi gösterdiği başka bir deyişle ortalamalarının artması nedeniyle seriler arasındaki muhtemel ilişkilerin sahte regresyon sonuçlarına neden olabileceği ileri sürülebilir. Bu nedenle üç seri için de durağanlık yani birim kök analizlerinin yapılması kaçınılmazdır. Zaten bu çalışmada kullanılan eşbütünleşme ve nedensellik analizlerinin her ikisi de düzey değerinde durağan olmayan fakat aynı ve üst derecelerden durağan olan serilere uygulanabilmektedir.

### **Uygulama ve Bulgular**

Bu çalışmada serilere sırayla standart birim kök analizleri, uzun dönemli ilişkiyi gösteren “İkili Johansen Eşbütünleşme” analizi, VAR modeline dayanan ve kısa dönemli ilişkiyi açıklayan “Granger Nedensellik” analizi ve yine VAR modeline dayanan ve Granger nedensellik analizini destekleyen “Etki-Tepki Analizi” uygulanacaktır.

#### ***Birim Kök ve Durağanlık Analizleri***

Bu çalışmada serilerin birim kök taşıyıp taşımadıkları, literatürde sıklıkla kullanılan ADF, PP ve KPSS birim kök testleri ile araştırılmıştır.

Yapılan analiz sonucunda elde edilen ADF, PP ve KPSS test istatistiklerinin, kritik değer ile karşılaştırılması sonucunda,  $H_0$  hipotezinin reddine ya da kabulüne karar verilir. Eğer hesaplanan modeldeki ADF ve PP test istatistikleri, kritik değerlerden mutlak olarak büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilir ve serinin durağan olduğuna ve birim köke sahip olmadığına karar verilir. KPSS test istatistiği kritik değerlerden mutlak olarak büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilir ve serinin durağan olmadığına yani birim köke sahip olduğuna karar verilir.

**Çizelge 3.1. Birim Kök Test Sonuçları \***

Model Özelliği	ADF		PP		KPSS	
	Düzye	İlk Fark	Düzye	İlk Fark	Düzye	İlk Fark
LogGSYİH <i>Sabit Terimli</i>	-0,02	-8,45	-0,02	-8,45	0,86	0,06
LogET <i>Trendli ve Sabit Terimli</i>	-0,94	-6,05	-0,95	-5,96	0,24	0,04
LogCO <sub>2</sub> <i>Sabit Terimli</i>	0,25	-5,60	-0,03	-5,55	0,82	0,17

\* Kritik Değerler: ADF ve PP (McKinnon (1996)): Sabitli: %1 (-3,56), %5 (-2,91), %10 (-2,59), Trendli ve Sabitli: %1 (-4,14), %5 (-3,49), %10 (-3,17), KPSS (Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)): Sabitli: %1 (0,73), %5 (0,46), %10 (0,34), Trendli ve Sabitli: %1 (0,21), %5 (0,14), %10 (0,11).

ADF, PP ve KPSS test sonuçlarının verildiği Çizelge 3.1.'e göre GSYİH serisi, elektrik tüketimi serisi ve CO<sub>2</sub> emisyonu serisi düzey değerinde durağan değildirler. Bununla birlikte her üç serinin de birinci farklarının durağan olduğu yani serilerin I(1) oldukları görülmektedir.

Nihayetinde her üç serinin de aynı derecede durağan olması söz konusu seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olabileceğine işaret etmektedir.

#### *Johansen Eşbütünleşme Analizi*

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını araştıran Johansen eşbütünleşme yöntemi VAR modeline dayanmaktadır. VAR modellerindeki en önemli sorun ise uygun gecikme uzunluğunun seçimidir. VAR analizine başlamadan önce, modeller için uygun gecikmenin belirlenmesi gerekmektedir.

Çalışmada yapılan analizlere göre her üç model için de uygun gecikme uzunluğu 1 (Bir) olarak bulunmuştur.

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını belirlemek amacıyla yapılan Johansen Eşbütünleşme testi sonuçları Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Buna göre % 5 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> ve ET, CO<sub>2</sub> ve GSYİH modellerinde Trace Testi ve Maximum Özdeğer Testi istatistik değerleri tablo kritik değerlerinden büyük olduğu için değişkenler arasında eşbütünleşik vektör bulunmakta; ET ve GSYİH modelinde ise istatistik değerleri tablo kritik değerlerinden küçük olduğu için değişkenler arasında eşbütünleşik vektör bulunmamaktadır.

**Çizelge 3.2. Eşbütünleşme Testi Sonuçları**

	H <sub>0</sub>	İz İstatistiği	% 5 Kritik Değer	Max. Özdeğer	% 5 Kritik Değer
LogCO <sub>2</sub> ve LogET	$r=0$	55,94	18,39	53,24	17,14
	$r \leq 1$	2,69	3,84	2,69	3,84
LogCO <sub>2</sub> ve LogGSYİH	$r=0$	31,31	12,51	23,27	19,38
	$r \leq 1$	8,04	12,51	8,04	1,51
LogET ve LogGSYİH	$r=0$	9,90	18,39	8,24	17,14
	$r \leq 1$	1,65	3,84	1,65	3,84

Sonuç olarak Johansen eşbütünleşme testine göre CO<sub>2</sub> emisyonu ile enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu ile ekonomik büyüme

arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki vardır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ise uzun dönemde anlamlı bir ilişki yoktur.

Eşbütünleşme değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını belirlemekle birlikte bu ilişkinin yönü hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla kısa dönemli bir analiz olan “Granger Nedensellik” testi yapılmıştır.

#### Granger Nedensellik Analizi

Seriler arasındaki kısa dönemli neden sonuç ilişkisini belirlemek amacıyla yapılan ve VAR analizine dayanan “Granger Nedensellik” testi sonuçları Çizelge 3.3.’te gösterilmiştir.

**Çizelge 3.3. Granger Nedensellik Testi Sonuçları**

Hipotezler (H <sub>0</sub> )	Gecikme (k)	Ki-Kare (F İstatistiği)	Olasılık	Sonuç
$CO_2$ , $ET$ 'nin $1$ nedeni değildir.		0,1605	0,6904	$CO_2$ Emisyonu, Enerji Tüketiminin Granger nedeni değildir.
$ET$ , $CO_2$ 'nin $1$ nedeni değildir.		21,6106	<b>0,0000</b>	Enerji Tüketimi, $CO_2$ Emisyonunun Granger nedenidir.
$CO_2$ , $GSYİH$ 'nin $1$ nedeni değildir.		0,1611	0,6898	$CO_2$ Emisyonu, Ekonomik Büyümenin Granger nedeni değildir.
$GSYİH$ , $CO_2$ 'nin $1$ nedeni değildir.		9,5375	<b>0,0033</b>	Ekonomik Büyüme, $CO_2$ Emisyonunun Granger nedenidir.
$ET$ , $GSYİH$ 'nin $1$ nedeni değildir.		16,6472	<b>0,0002</b>	Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyümenin Granger nedenidir.
$GSYİH$ , $ET$ 'nin $1$ nedeni değildir.		3,4259	0,0701	Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketiminin Granger nedeni değildir.

Çizelge 3.3’e göre;

$CO_2$  emisyonundan enerji tüketimine doğru olan nedensellik testinde olasılık değeri 0,05’ten büyük olduğu ve düşük F istatistiği nedeniyle birinci hipotezimizdeki  $H_0$  hipotezi reddedilemez.

Enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonuna doğru olan nedensellik testinde olasılık değeri 0,05’ten küçük olduğu ve yüksek F istatistiği nedeniyle ikinci hipotezimizdeki  $H_0$  hipotezi reddedilir.

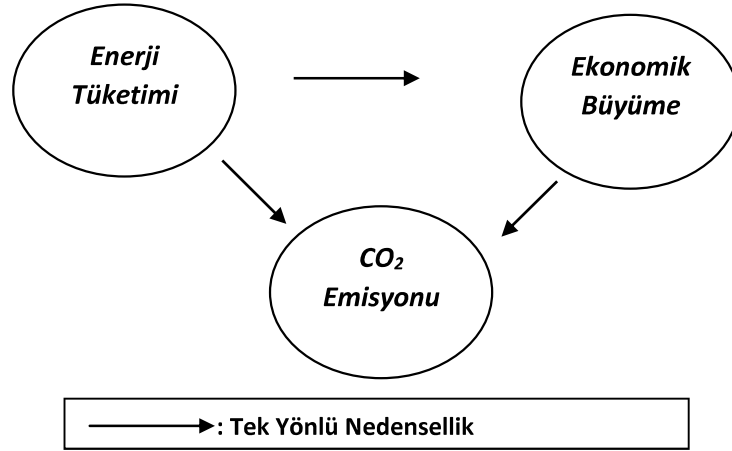
CO<sub>2</sub> emisyonundan GSYİH'ye doğru olan nedensellik testinde olasılık değeri 0,05'ten büyük olduğu ve düşük F istatistiği nedeniyle üçüncü hipotezimizdeki H<sub>0</sub> hipotezi reddedilemez.

GSYİH'den CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olan nedensellik testinde olasılık değeri 0,05'ten küçük olduğu ve yüksek F istatistiği nedeniyle dördüncü hipotezimizdeki H<sub>0</sub> hipotezi reddedilir.

Elektrik tüketiminden GSYİH'ye doğru olan nedensellik testinde olasılık değeri 0,05'ten küçük olduğu ve yüksek F istatistiği nedeniyle beşinci hipotezimizdeki H<sub>0</sub> hipotezi reddedilir.

GSYİH'den elektrik tüketimine doğru olan nedensellik testinde olasılık değeri 0,05'ten büyük olduğu ve düşük F hipotezi nedeniyle altıncı hipotezimizdeki H<sub>0</sub> hipotezi reddedilemez. Fakat bu hipotezdeki olasılık değeri 0,05'e yakın olduğu (0,07) için söz konusu hipotezin reddi ya da kabulü veri problemlerinden ya da yöntemsel hatadan kaynaklanabilir. Nitekim önceki bölümde yapılan literatür incelemesinde 16 çalışmada ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisinin olduğu görülmüştür. Diğer bir deyişle bu sonuca temkinli yaklaşmak gerçekçidir.

Sonuç olarak değişkenler arasındaki kısa dönemli "Granger Nedensellik" ilişkisi şöyle gösterilebilir.



#### *Etki-Tepki Analizi*

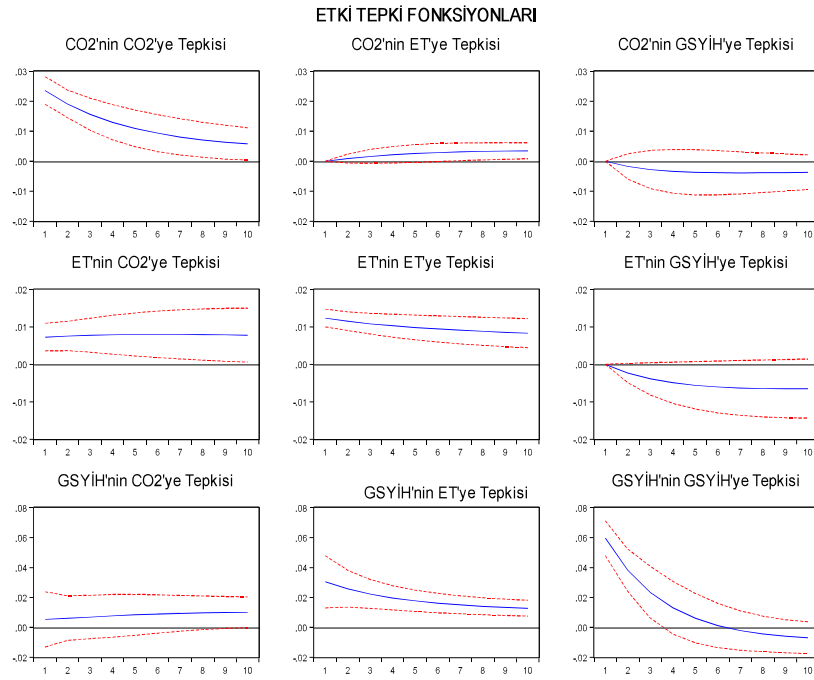
Bir değişkenin bir diğer değişken üzerindeki şok etkisini ölçmek ve kısa dönemde etkinin ne kadar uzun süreceğini belirlemek için etki-tepki analizi kullanılır. VAR modeline dayanan etki-tepki analizini yapmak için değişkenler arasında Granger nedenselliğinin olması önemlidir.



Grafiklere bakıldığında enerji tüketimine bir birimlik şok uygulandığı zaman CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyümenin bu şoka tepki verdikleri yani sifıra yakınsadıkları görülmektedir. Yine ekonomik büyümeye bir birimlik şok uygulandığı zaman CO<sub>2</sub> emisyonunun bu şoka tepki verdiği yani zamanla sifıra yakınsadığı aşağıdaki grafikten görülmektedir.

Etki-tepki fonksiyonlarının zamanla sifıra yakınsaması tahmin edilen modelin istikrarının bir göstergesidir. Etki-tepki fonksiyonları enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonuna, ekonomik büyümenin de CO<sub>2</sub> emisyonuna olumlu katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Enerji tüketimi (ET), ekonomik büyüme (EB) ve CO<sub>2</sub> emisyonu (CO<sub>2</sub>) değişkenleri arasındaki etki tepki ilişkisini gösteren grafikler şöyledir.



### Sonuç

Tarihsel açıdan değerlendirildiğinde ekonomi literatüründe ekonomik büyüme konusu daima gündemde kalmıştır. Bir alt alan olarak enerji literatürüne bakıldığında ise önceleri daha ziyade enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki yerli ve yabancı araştırmacılarca incelenmiştir. Daha sonralarıysa çevre bilincinin

artmasıyla bu iki değişkene bir üçüncü değişken olarak CO<sub>2</sub> emisyonu eklenmiştir. Bununla birlikte son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonu ilişkisi de araştırmacıların ilgi odağındadır.

Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda Türkiye’de CO<sub>2</sub> emisyonu ile enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu ile ekonomik büyüme arasında (Ang, 2008; Malezya), (Chang, 2010; Çin), (Altıntaş, 2013; Türkiye), (Wang vd., 2016; Çin)’in de çalışmalarının sonuçlarına benzer olarak uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu bulgulanmıştır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ise (Karagöl, 2007; Türkiye), (Kar ve Kınık, 2008; Türkiye), (Korkmaz ve Develi, 2012; Türkiye), (Akpolat ve Altıntaş, 2013; Türkiye), (Saatçi ve Dumrul, 2013, Türkiye), (Erdoğan ve Gürbüz, 2014; Türkiye), (Gövdere ve Can, 2015; Türkiye)’nin çalışmalarının aksine bir eşbütünleşme ilişkisinin var olmadığı görülmüştür. Bu farklılık çalışmada kullanılan yöntemsel hatadan ya da veri hatalarından kaynaklanabilir.

Kısa dönemli nedensellik analizi sonucuna göreyse enerji tüketimi ve ekonomik büyümeden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru bir Granger nedenselliğinin var olduğu bulgulanmıştır. Bu sonuç çalışmanın birinci bölümü olan literatür incelemesi kısmındaki araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Yine bir diğer sonuç olan enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü Granger nedenselliğinin var olduğu sonucu da yukarıda değinilen literatürdeki 25 çalışmanın sonucunu destekler niteliktedir. Diğer taraftan çalışmada kanıtlanan Granger nedensellik ilişkileri aynı zamanda etki-tepki analizleriyle de doğrulanarak ekonometrik açıdan güvenilirliği artırılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgulara dayanarak Türkiye’de hem artan enerji tüketimi hem de artan ekonomik büyüme oranları CO<sub>2</sub> emisyonunu artırıyor olsa dahi, ekonomik büyümenin daha fazla enerji kullanımından geçtiği de söylenebilir. Bu nedenle daha az enerji kullanmak suretiyle çevre kirliliğini azaltmayı amaçlayan bir politika ekonomik büyümeyi sekteye uğratacaktır. Bu noktada Türkiye için hem CO<sub>2</sub> emisyonunu yani çevre kirliliğini azaltmanın hem de istikrarlı büyümenin yolu petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar yerine güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyoenerji vs. gibi yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına yönelmekten geçmektedir.

Enerji politikaları şüphesiz ki dış politikada önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle Türkiye dış politikasında temel ilkelerinden sapmamalı ve çağın getirdiği risk ve belirsizlikleri lehine çevirebilmelidir. Dahası enerji arz ve güvenliği Türkiye için de stratejik bir konudur. Yukarıda incelenmeye çalışılan çalışmalarda



ülkelerin enerji bağımlılığını azaltma yönünde hamleler yaptıkları açıkça görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesiyle esasen petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil kaynaklara alternatif oluşturmak suretiyle enerji piyasasında oluşacak rekabetle enerji maliyetleri azaltılmak istenmektedir. Bununla birlikte Türkiye günümüzde enerjide dışa bağımlı olsa bile yakın zamanda özellikle bu alandaki bilimsel ve teknolojik gelişmelerin söz konusu bağımlılığı bertaraf etmemesi için hiç bir engel yoktur. Kısacası Türkiye enerjisini bilim ve teknoloji üreten bir ülke olmak için harcarsa, enerji alanında karşılaşılan ve karşılaşılabilecek güçlüklerin üstesinden gelebilmek için de hazır olabilir. Diğer yandan Türkiye, neredeyse tüm dünyada hatırı sayılır bir enerji kaynağı olan nükleer enerji alt yapı çalışmalarını da kararlılıkla ve titizlikle sürdürmelidir. Nitekim bu çalışmanın bulguları, literatürdeki diğer birçok çalışma gibi, maliyetleri ve riskleri azaltmak için enerji kaynaklarında çeşitlendirmeye gidilmesinin gerekliliğine işaret etmektedir.

#### **Kaynakça**

- Akpolat, A. G., Altıntaş, N. (2013), “Enerji Tüketimi ile Reel GSYİH Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1961-2010 Dönemi”, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 2, s.115-127.
- Altıntaş, H. (2013), “Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 1, s.263-294.
- Ang, C. B. (2008), “Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consumption in Malaysia”, *Journal of Policy Modeling*, Volume: 30, p. 271-278. doi:10.1016/j.jpolmod.2007.04.010
- Apergis, N., Payne, J. E. (2010), “Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Panel of OECD Countries”, *Energy Policy*, Volume: 38, p. 656-660.
- Aydın, F. F. (2010), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 35, s.317-340.
- Belke, A., Dobnik, F., Dreger, C. (2011), “Energy Consumption and Economic Growth: New Insights Into The Cointegration Relationship”, *Energy Economics*, Vol.33, p.782-789.
- Chang, C. C. (2010), “A Multivariate Causality Test Of Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China”, *Applied Energy*, Vol.87, p.3533-3537.

- Chontanawat, J., Hunt, L. C., Pierse, R. (2008), “Does Energy Consumption Cause Economic Growth?: Evidence From A Systematic Study Of Over 100 Countries”, *Journal of Policy Modeling*, Volume: 30, p. 209-220.
- Çınar, S., Yılmaz, M. (2015), “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 30, Sayı: 1, s.55-78.
- Dickey, D. A., Fuller, W. A. (1979), “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, *Journal of the American Statistical Association*, Volume: 74, No: 366, p. 427-431.
- Dünya Bankası (2017), Türkiye Ülke Profili Veritabanı, Erişim: 12.06.2017, <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&country=TUR>
- Enders, W. (1995), *Applied Econometric Time Series*, New York: Wiley.
- Enders, W. (2010), *Applied Time Series Econometrics*, New York: Wiley.
- Erdoğan, S., Gürbüz, S. (2014), “Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 32, s.79-87.
- Ersoy, A. Y. (2012), “OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme Odaklı Enerji Tüketiminin Ekonometrik Modeli”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 21, Sayı: 1, s.339-356.
- Fotourehchi, Z. (2017), “Renewable Energy Consumption and Economic Growth: A Case Study for Developing Countries”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, Volume: 7, No: 2, p. 61-64.
- Fuinhas, J. A., Marques, A. C. (2012), “Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: An ARDL Bounds Test Approach (1965–2009)”, *Energy Economics*, Volume: 34, p. 511-517.
- Gbadebo, O. O. ve C. Okonkwo (2009), “Does Energy Consumption Contribute to Economic Performance? Empirical Evidence from Nigeria”, *Journal of Economics and International Finance*, Volume: 1 No: 2, p. 44-58.
- Gövdere, B., Can, M. (2015), “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneğinde Eşbütünlük Analizi”,

- Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 2, s.101-114.
- Granger, C. W. J. (1969), "Investigating Causal Relations by Econometric Models And Cross-Spectral Methods", *Econometrica*, Volume: 37, No: 3, p. 424-438.
- Johansen, S. (1988), "Statistical Analysis of Cointegration Vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, Volume: 12, No: 1, p. 231-254.
- Kar, M., Kınık, E. (2008), "Türkiye'de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Bir Analizi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, Cilt: 10, Sayı: 2, s.333-353.
- Karagöl, E., Erbaykal, E., Ertuğrul H. M. (2007), "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), s.72-80.
- Karhan, G., Silinir, M., Çayın, M., Aydeniz, N. (2012), "Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği", *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), s.80-87.
- Korkmaz, Ö., Develi, A. (2012), "Türkiye'de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (GSYİH) Arasındaki İlişki", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 27, Sayı: 2, s.1-25.
- Korkmaz, S., Yılgör, M. (2011), "Enerji Tüketimi-İktisadi Büyüme İlişkisi", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 22, Sayı: 2, s.111-125.
- Lee, C. C., Chang, C. P. (2008), "Energy Consumption and Economic Growth in Asian Economies: A More Comprehensive Analysis Using Panel Data", *Resource and Energy Economics*, Volume: 30, p. 50-65.
- Mackinnon, J. G. (1996), "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests", *Journal of Applied Econometrics*, Volume: 11, p. 601-618.
- Magazzino, C. (2016), "The Relationship Between CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Italy", *International Journal of Sustainable Energy*, Volume: 35, No: 9, p.844-857. doi: 10.1080/14786451.2014.953160
- Mbarek, M. B., Saidi, K., Rahman, M. M. (2017), "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Environmental Degradation and Economic Growth in Tunisia", *Springer*, doi: 10.1007/s11135-017-0506-7.

- Mehrara, M. (2007), “Energy Consumption and Economic Growth: The Case Of Oil Exporting Countries”, *Energy Policy*, Volume: 35, p. 2939-2945.
- Mucuk, M., Uysal, D. (2009), “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, *Maliye Dergisi*, Sayı: 157, s.105-115.
- Odhiambo, M. N. (2009), “Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach”, *Energy Policy*, Volume: 37, p. 617-622.
- Ouedraogo, N. S. (2013), “Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From The Economic Community Of West African States (ECOWAS)”, *Energy Economics*, Volume: 36, p. 637-647.
- Paul, S., Bhattacharya, R. N. (2004), “Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note On Conflicting Results”, *Energy Economics*, Vol.26, p.977-983.
- Phillips, P.B.C., Perron, P. (1988), “Testing for a Unit Root in Time Series Regression,” *Biometrika*, 75, 335-346.
- Rezitis, A. N., Ahammad, S. M. (2015), “Energy Consumption and Economic Growth in South and Southeast Asian Countries: Evidence From a Dynamic Panel Data Approach”, *International Energy Journal*, Volume: 15, p. 103-116.
- Saatçi, M., Dumrul, Y. (2013), “Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 32, Sayı: 2, s.1-24.
- Shakouri, B., Yazdi, S. K. (2017), “Causality Between Renewable Energy, Energy Consumption, and Economic Growth”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, doi: 10.1080/15567249.2017.1312640
- Streimikiene, D., Kasperowicz (2016), “Review Of Economic Growth And Energy Consumption: A Panel Cointegration Analysis For EU Countries”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume: 59, p. 1545-1549.
- Şahbaz, A., (2009), “Gelişmekte Olan Ülkelerde Kur Değişimlerinin Toplam Çıktı Üzerine Etkileri: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi*.
- Şanlı, F. B., Tuna, K. (2014), “Türkiye’de Petrol Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Analizi”, *Maliye Finans Yazıları*, Yıl: 28, Sayı: 102, s.47-64.

- Taban, S. (2008), İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Tang, C. F., Tan, B. W., Öztürk, İ. (2016), “Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume: 54, p. 1506-1514.
- Uddin, G. S., Bidisha, S. H, Ozturk, I. (2016), “Carbon Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth Relationship in Sri Lanka”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, Vol.11, No: 3, p. 282-287. doi: 10.1080/15567249.2012.694577
- Wang, S., Li, Q, Fang, C., Zhou, C. (2016), “The Relationship Between Economic Growth, Energy Consumption, and CO<sub>2</sub> Emissions: Empirical Evidence From China”, *Science Of The Total Environment*, Volume: 542, p. 360-371.