

---

## TÜRKİYE'DE ENERJİ TÜKETİMİ VE BÜYÜME İLİŞKİSİ: EŞBÜTÜNLEŞME VE NEDENSELLİK ANALİZİ

---

Oktay KIZILKAYA<sup>1</sup>

### Öz

Sosyal ve ekonomik kalkınma için temel bir dayanak olan enerji, politik etkilere sahip önemli makroekonomik unsurlardan biridir. Politika yapıcılar etkin enerji ve çevre politikaları tasarlamak amacıyla büyüme ve enerji tüketimi ilişkisini anlamaya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çalışmada, 1960-2015 dönemi verileri kullanılarak, Türkiye örneğinde büyüme ve enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Bu kapsamda; seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı Bayer ve Hanck (2012) tarafından önerilen eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Eşbütünleşme testi sonuçları, Türkiye'de büyüme ile enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Seriler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından önerilen bootstrap nedensellik testi kullanılarak incelenmiştir. Nedensellik testi sonuçları, büyüme ile enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını belirtmektedir. Türkiye için elde edilen sonuçlar tarafsızlık hipotezinin geçerliliğini desteklemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Nedensellik Testi, Eşbütünleşme Testi

**JEL Sınıflandırması:** C40, Q40, O40

---

## THE RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND GROWTH IN TURKEY: COINTEGRATION AND CAUSALITY ANALYSIS

---

### Abstract

Along with its political implications, energy, a fundamental basis for social and economic development, is one of the major macroeconomic factors. Policy makers need to understand the relationship among growth and energy consumption in order to design effective energy and environmental policies. In this study, relationship between growth and energy consumption in Turkey is examined using data from the period 1960-2015. In this context; the presence of cointegration relation between the series is investigated by the cointegration test proposed by Bayer and Hanck (2012). The results show that there is no long-run relationship between growth and energy consumption in Turkey. The causality relation between the series is investigated by the bootstrap causality test proposed by Hacker and Hatemi-J (2006). The causality test results show that there is no causality between growth and energy consumption. These results support the validity of the neutrality hypothesis in Turkey.

**Keywords:** Growth, Energy Consumption, Causality Test, Cointegration Test

**JEL Classification:** C40, Q40, O40

---

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Hakkari Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, o.kizilkaya.4@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3412-5616

## 1. Giriş

Enerji, ülkelerin gelişmişlik düzeylerini etkilemekle beraber ülkelerin uluslararası politikalarının belirlenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Sosyal ve ekonomik kalkınma için temel bir dayanak olan enerji, politik etkilere sahip önemli makroekonomik unsurlardan biridir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte sanayi gelişmeleri, taşıt ve yurt içi ev aletleri sayısındaki artış enerji talebinde önemli bir artışa neden olmuştur. Gelişmiş ülkeler gelişmişlik düzeylerini sürdürebilmek amacıyla, gelişmekte olan ülkeler ise gelişmiş ülkeler sınıfına girebilmek amacıyla enerjiye fazlasıyla ihtiyaç duymaktadırlar. Bundan dolayı enerji, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için oldukça önemli bir girdidir. Türkiye gibi yeterli enerji kaynaklarına sahip olmayan gelişmekte olan ülkeler için ise bu durum sorun teşkil etmektedir. Türkiye’de artan nüfus ve GSYİH’ ya orantılı olarak enerji tüketiminde de artışlar gözlemlenmektedir.

Hem enerji hem de ekonomik büyüme birbirleri için neden olabilmekte hemde birbirlerini etkileyebilmektedirler. Enerji, her türlü üretim faaliyeti için hayati önem taşımakta ve ekonomik büyüme için itici gücü olarak kabul edilmektedir. Öte yandan, ekonomik büyümenin artmasıyla birlikte, daha fazla enerji talebini içeren mal ve hizmetlere daha fazla talep olacaktır. Konu ile ilgili literatür, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ve etkinin doğası hakkında genel bir uzlaşmaya henüz ulaşamamıştır (Saidi vd., 2017: 45).

Literatürde enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiye dair dört farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan ilki “Büyüme Hipotezi” dir. Büyüme hipotezine göre; enerji tüketimi, emek ve sermayenin tamamlayıcısı olarak üretim sürecinde hem doğrudan hem de dolaylı olarak büyüme üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Eğer enerji tüketiminde meydana gelen artış reel GSYİH’da bir artışa neden oluyorsa büyüme hipotezi doğrulanmaktadır. Böyle bir senaryoda, enerji tüketimini azaltan koruma politikaları reel GSYİH’ı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Diğer taraftan enerji tüketimindeki artışın reel GSYİH üzerinde olumsuz etkisi de olabilmektedir. Örneğin, üretim daha az enerji yoğun hizmet sektörüne doğru kaydıçça, büyüyen ekonominin azalan enerji tüketimi gerektirdiği bir durum olabilmektedir. Ayrıca enerji tüketiminin reel GSYİH’ya olan olumsuz etkisi, ekonominin verimsiz sektörlerindeki aşırı enerji tüketimine, kapasite kısıtlamalarına veya verimsiz bir enerji kaynağına bağlı olabilmektedir. İkinci yaklaşım olan “Koruma Hipotezi”, enerji tüketimini ve atıkları azaltmak için tasarlanan enerji koruma politikalarının reel GSYİH’ı olumsuz etkilemeyeceğini ileri sürmektedir. Reel GSYİH’nın artması enerji tüketiminde artışa neden oluyorsa koruma hipotezi desteklenmektedir. “Tarafsızlık Hipotezi” olarak bilinen üçüncü yaklaşım ise enerji tüketiminin büyümeye karşı nötr olduğunu ifade etmektedir. Bu yaklaşıma göre enerji maliyeti GSYİH içinde küçük bir oran olduğundan çıktı büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmayacaktır. Koruma hipotezine benzer şekilde, tarafsızlık hipotezine göre enerji koruma politikaları reel GSYİH’ı olumsuz etkilemeyecektir. Tarafsızlık hipotezi, enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında nedensellik ilişkisinin olmaması ile desteklenmektedir. Dördüncü yaklaşım “Geri Besleme Hipotezi”, enerji tüketiminin ve reel GSYİH’nın birbiriyle ilişkili olduğunu ve birbirlerini tamamlayıcı nitelikte olabileceğini göstermektedir. Geri besleme hipotezi, enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında iki yönlü bir nedensellik ilişki olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda enerji tüketimi verimliliğindeki gelişmelere yönelik bir enerji politikası GSYİH’ı olumsuz yönde etkilemeyecektir (Apergis ve Payne, 2009: 212).

Bu çalışmada, Türkiye örneğinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin nedensellik ve eşbütünleşme analizleri çerçevesinde incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma 4 bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde hem ulusal hemde uluslararası literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini belirlemeye yönelik yapılan ampirik çalışmalar incelenecektir. Çalışmanın üçüncü bölümünde kullanılan ekonometrik yöntemlere ve analiz sonuçlarına yer verildikten sonra son bölümde ise elde edilen bulgular üzerinden değerlendirmelere yer verilecektir.

## 2. Literatür

Literatürde, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde ekonometrik yöntem olarak nedensellik analizlerinin kullanıldığı çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Tablo 1’de literatürde enerji tüketimi ve büyüme ilişkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmaların özeti; ele alınan dönem, kullanılan yöntemler ve elde edilen sonuçlar çerçevesinde verilmiştir.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazar(lar)	Ülke (Grubu)- Dönem	Kullanılan Ekonometrik Yöntem	Sonuç
Altınay ve Karagol (2004)	Türkiye 1950-2000 (Yıllık)	Granger Nedensellik Yönteminin Hsiao Versiyonu	Enerji tüketimi ve büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi elde edilememiştir.
Mehrara (2007)	Petrol İhraç Eden 11 Ülke	Pedroni Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Erbaykal (2007)	Türkiye 1970-2003 (Yıllık)	ARDL Eşbütünleşme Testi	Kısa dönemde büyüme ile enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki elde edilirken, uzun dönemde ise anlamlı bir ilişki elde edilememiştir.
Apergis ve Payne (2009)	6 Orta Amerika Ülkesi 1980-2004 (Yıllık)	Pedroni Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi, FMOLS	Kısa ve uzun dönemde enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Mucuk ve Uysal (2009)	Türkiye 1960-2006 (Yıllık)	Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi ile büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nedensellik analizi sonucunda; enerji tüketiminden büyümeye doğru nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Özata (2010)	Türkiye 1970-2008 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Reel GSMH’den enerji tüketimine tek yönlü nedensellik ilişkisinin mevcut olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Belke vd. (2011)	25 OECD Ülkesi 1981-2007 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Korkmaz ve Develi (2012)	Türkiye 1960-2009 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi ve GSYİH değişkenleri arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Uzunöz ve Akçay (2012)	Türkiye 1984-2011 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	GSYİH’den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Kalyoncu vd. (2013)	Gürcistan, Azerbaycan ve Ermenistan 1995-2009 (Yıllık)	Engle- Granger Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi	Gürcistan ve Azerbaycan için büyüme ve enerji tüketimi serileri eşbütünleşik değil Ermenistan için eşbütünleşiktir. Ayrıca Ermenistan için büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Erdoğan ve Gürbüz (2014)	Türkiye 1970-2009 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi ve büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi elde edilememiştir.
Bayar (2014)	Türkiye 1961-2012 (Yıllık)	ARDL Eşbütünleşme Testi ve Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Enerji kullanımının büyüme üzerinde kısa dönemde pozitif etkisi bulunurken, uzun dönemde negatif etkisi olduğu belirlenmiştir. Nedensellik analizi sonucuna göre enerji kullanımı ile büyüme

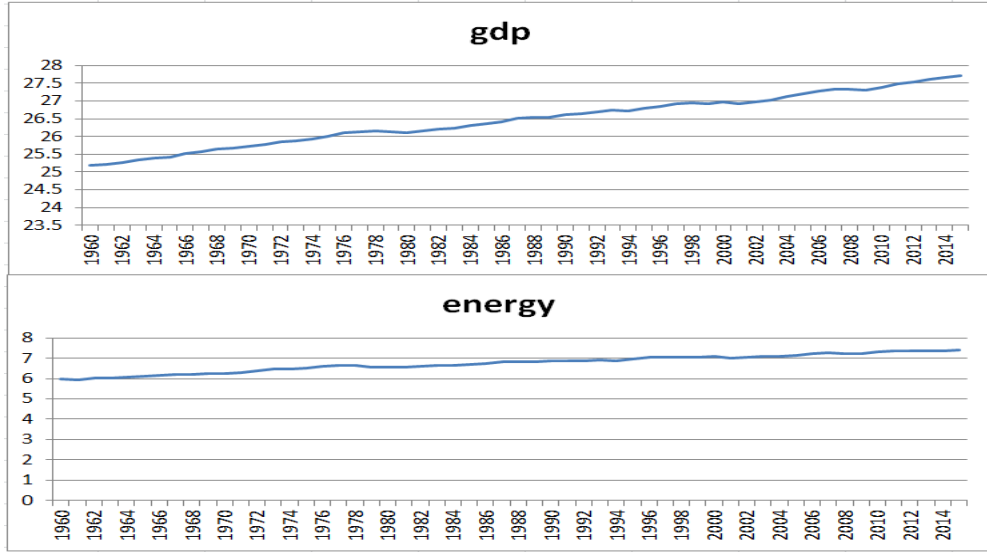
			arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Azam vd. (2015)	ASEAN-5 Ülkeleri 1980-2012 (Yıllık)	Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi, ekonomik büyüme ile anlamlı ve uzun dönemli ilişki içerisinde.
Sancar ve Polat (2015)	Türkiye 1984-2011 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Uzun ve kısa dönemde enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Tatlı (2015)	Türkiye 1981-2013 (Yıllık)	ARDL Eşbütünleşme Testi	Kısa ve uzun dönemde enerji tüketimi ile büyüme arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Tang (2016)	Vietnam 1971-2011 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Rahman ve Mamun (2016)	Avustralya 1960-2012 (Yıllık)	ARDL ve Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketimi ve büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi elde edilememiştir.
Mutascu (2016)	G7 Ülkeleri 1970-2012 (Yıllık)	Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi	Fransa ve Almanya için GSYİH'dan enerji tüketimine doğru, Kanada, Japonya ve ABD için iki yönlü nedensellik, İtalya ve İngiltere için nedensellik ilişkisi elde edilememiştir.
Usta ve Berber (2017)	Türkiye 1970-2012 (Yıllık)	Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Büyüme ile ulaştırma ve sanayi sektörlerindeki enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir. Büyüme ile tarım ve konut sektörlerindeki enerji tüketimi arasında ise nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.
Pinzon (2017)	Ekvador 1970-2015 (Yıllık)	Granger Nedensellik Testi	Enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Appiah (2018)	Gana 1960-2015 (Yıllık)	ARDL ve Johansen Eşbütünleşme Testi, Toda-Yamamoto Nedensellik Testi	Enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.

Tablo 1'den izlenebileceği gibi, nedensellik analizi çerçevesinde ele alınan çalışmalar incelendiğinde Mehrara (2007), Özata (2010), Uzunöz ve Akçay (2012) ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde ederken, Apergis ve Payne (2009), Mucuk ve Uysal (2009), Sancar ve Polat (2015), Tang (2016), Pinzon (2017), Appiah (2018) ise enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde etmişlerdir. Belke vd. (2011), Korkmaz ve Develi (2012), Bayar (2014) değişkenler arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi elde ederken, Altınay ve Karagol (2004), Erdoğan ve Gürbüz (2014) ile Rahman ve Mamun (2016) ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisi elde edememişlerdir. Türkiye örneğinde değişkenler arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme analizi çerçevesinde analiz eden çalışmalar incelendiğinde Mucuk ve Uysal (2009) ile Tatlı (2015) uzun dönemde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenleri arasında pozitif bir ilişki elde ederken, Erbaykal (2007) değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edememiştir. Bayar (2014) ise uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde negatif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Literatürdeki ampirik çalışmalar incelendiğinde ele alınan dönem, kullanılan değişken ve ekonometrik yöntem farklılıkları gibi nedenlerden dolayı elde edilen sonuçların genellikle çelişkili olduğu görülmektedir.

### 3. Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Bu çalışmada, Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi, 1960-2015 dönemi veriler kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada enerji kullanımı (kişi başına düşen petrol eşdeğeri kg) ve reel GSYİH (2010 sabit fiyatlarla) verileri kullanılmıştır. Değişkenler ekonometrik analizlerde logaritmik olarak alınmıştır. Veriler Dünya Bankası veri dağıtım sistemi web sayfasından elde edilmiştir. Grafik 1’de çalışmada kullanılan logaritması alınmış seriler verilmiştir.

Grafik 1: Logaritması Alınmış GDP ve Energy Serileri



Kaynak: Dünya Bankası, 2018

Çalışmada ilk olarak ele alınan serilerin durağanlıkları Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi ile incelenmiştir. İkinci aşamada, seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı, Bayer ve Hanck (2012) tarafından önerilen eşbütünlüşme testi kullanılarak araştırılmıştır. Üçüncü aşamada ise değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Hacker ve Hatemi-J (2006) bootstrap nedensellik testi kullanılarak incelenmiştir.

#### 3.1. Birim Kök Testi

Birim kök sürecinin özelliği bir şokun uzun kalıcı etkiye sahip olmasıdır. Çok sayıda birim kök testi olmasına rağmen Dickey-Fuller (DF) testi ve onun uzantısı olan Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi en yaygın kullanılan ve uygulaması en kolay olan birim kök testidir (Wooldridge, 2013:660). Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Testi’nde Denklem (1), Denklem (2) ve Denklem (3) tahmin edilmektedir;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Eşitliklerde serinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotez ise;  $H_0: \delta = 0$  olarak ifade edilmektedir. Eğer  $H_0$  hipotezi reddedilirse serinin durağan olduğuna karar verilmektedir. Değişkenlerin bütünlüşük derecelerini belirlemek için ADF birim kök testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. Tablo 2’den görülebileceği gibi ADF testi sonuçlarına incelendiğinde, analizde kullanılan *gdp* ve *energy* değişkenlerinin düzey değerinde durağan olmadığı ve birinci farkları alındığında ise serilerin durağan hale geldikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF Test İstatistikleri	Kritik Değerler		
		(%1)	(%5)	(%10)
<i>gdp</i>	-0.326 [0]	-3.555	-2.915	-2.595
$\Delta$ <i>gdp</i>	-7.232 [0]*	-3.557	-2.916	-2.596
<i>energy</i>	-1.064 [0]	-3.555	-2.915	-2.595
$\Delta$ <i>energy</i>	-7.211 [0]*	-3.557	-2.916	-2.596

**Not:** Köşeli parantez içindeki değerler, değişkenlerin Akaike Bilgi Kriteri (AIC)'ne göre belirlenmiş uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla; %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağanlığı göstermektedir.

### 3.2. Eşbütünleşme Analizi

Zaman serisi verileri kullanılarak yapılan ekonometrik analizlerde karşılaşılan sorunlardan biride durağan olmayan değişkenlerin modelde sahte regresyona sebep olmalarıdır (Göktaş, 2005: 113). Sahte regresyondan kaçınmak iki şekilde mümkün olmaktadır. Birincisi değişkenleri durağanlaştırarak kullanmaktır ve en yaygın durağanlaştırma işlemi ise fark almaktır. Ancak fark alma işlemi serilerin uzun dönem dinamiklerini yok etmektedir. İkincisi ise eşbütünleşme analizine başvurmaktır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 484). Durağan olmayan zaman serileri kullanılarak uygulanan regresyon analizlerinin anlamlı olabilmesi ve gerçek ilişkileri yansıtabilmesi için bu seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunması gerekmektedir (Gujarati, 1999: 725-726). Literatürde geliştirilen birçok eşbütünleşme testi bulunmaktadır. Engle ve Granger (1987) tarafından literatüre kazandırılan eşbütünleşme testi kalıntı temelli, Johansen (1988) testi ise sistem temelli bir eşbütünleşme testidir. Hata düzeltme modeline dayanan Boswijk (1994) testi F testi ile, Banerjee vd. (1998) testi ise t testi ile uygulanan eşbütünleşme testleridir. Uygulamada ele alınan farklı eşbütünleşme testleri çelişkili sonuçlar verebilmektedir. Bu durumdan hareketle Bayer ve Hanck (2012); Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Boswijk (1994) ve Banerjee vd. (1998) eşbütünleşme testlerini birlikte değerlendiren ve bu testlerden daha güçlü olan yeni bir test geliştirmiştir.

Bayer ve Hanck (2012), bireysel eşbütünleşme testlerinin hesaplanan olasılık değerlerini (p-değerleri) Fisher (1932) formülleriyle birleştirmeyi önermişlerdir. Fisher (1932), her bir testin p-değerlerinden tek bir test istatistiğinin elde edildiği bir yöntem önermiştir. Fisher (1932), benzer temel hipotezlere sahip olan testlerin olasılık değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilen test istatistiğinin ki-kare dağılımına uygun olduğunu ileri sürmüştür (Aktürk vd., 2014: 122). Buna göre, önerilen Fisher formülleri Denklem (4) Denklem (5) ve Denklem (6)'da verilmiştir;

$$\tilde{\chi}_I^2 = -2 \sum_{i \in I} \ln(p_i) \quad (4)$$

$$EG - JOH = -2 [ \ln(PEG) + \ln(PJOH) ] \quad (5)$$

$$EG - JOH - BO - BDM = -2 [ \ln(PEG) + \ln(PJOH) + \ln(PBO) + \ln(PBDM) ] \quad (6)$$

Burada, *PEG* ; Engle ve Granger (1987), *PJOH* ; Johansen (1988), *PBO* ; Boswijk (1994), *PBDM* ; Banerjee vd. (1998) eşbütünleşme testlerinin olasılık değerlerini ifade etmektedir. Bayer ve Hanck (2012) tarafından önerilen bu testlerin en önemli avantajı, araştırmacıların bir karara varmak için eşbütünleşme testleri arasındaki isteğe bağlı ve çoğunlukla keyfi seçimden kurtulmalarını sağlamaktır. Bu eşbütünleşme testinin diğer eşbütünleşme testlerine göre özgün tarafı, daha kesin bir bulgu sağlamak için çeşitli bireysel eşbütünleşme test sonuçlarını birleştirmemizi sağlar. Hesaplanan Fisher test istatistikleri, Bayer ve Hanck (2012) tarafından elde edilen kritik değerlerden büyük ise eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığını ifade eden temel hipotez reddedilmektedir.

Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı Bayer ve Hanck (2012) tarafından önerilen eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Bayer ve Hanck (2012) eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3: Bayer ve Hanck (2012) Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Test İstatistikleri	Engle-Granger	Johansen	Boswijk	Banerjee vd.
		-2.405	10.980	0.189
Prob.	0.318	0.192	0.988	0.974
Bayer ve Hanck (2012) Eşbütünleşme Testi				
Fisher Test İstatistiği	Kritik Değerler			
	%1	%5	%10	
<i>EG – JOH</i>	5.584	17.304	11.229	8.678
<i>EG – JOH – BO – BDM</i>	5.659	33.969	21.931	16.964

**Not:** Uygun gecikme uzunluğu AIC (Akaike Bilgi Kriteri)'ye göre 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3'de Bayer ve Hanck (2012) eşbütünleşme testi sonuçları incelendiğinde hesaplanan iki Fisher test istatistiği değerine göre ele alınan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Eşbütünleşme testi sonucu ele alınan seriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunmadığını göstermektedir.

### 3.3. Nedensellik Analizi

Granger'in (1969) anlamındaki nedensellik testlerinin kullanımı zaman serisi verilerinin kullanıldığı çalışmalarda özellikle ekonomi ve finans alanındaki ampirik çalışmalarda giderek artmaktadır. Granger (1969) tarafından önerilen nedensellik testinde serilerin durağan hallerini kullanılmaktadır. Toda ve Yamamoto (1995) ise serilerin farklı bütünleşme derecelerine izin veren bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Hacker ve Hatemi-J (2006) ise Toda ve Yamamoto (1995) prosedürünü takip ederek, kritik değerlerin belirlenmesinde bootstrap yaklaşımının kullanımının daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir.

Toda-Yamamoto prosedürü gecikmesi artırılmış VAR modeline dayanmaktadır. VAR( $p$ ) modeli Denklem (7) ile yazılabilir;

$$Y_t = v + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Burada  $y_t$ ,  $v$  ve  $\varepsilon_t$   $n$ -boyutlu vektörler ve  $A_r$  ise  $r$  gecikme için parametrelerin bir  $n \times n$  matrisidir. Toda ve Yamamoto (1995), bütünleşik değişkenler arasındaki nedenselliği test edebilmek için kullanılacak Denklem (8) ile verilen genelleştirilmiş VAR( $p + d$ ) modelini önermiştir.

$$Y_t = \hat{v} + \hat{A}_1 Y_{t-1} + \dots + \hat{A}_p Y_{t-p} + \dots + \hat{A}_{p+d} Y_{t-p-d} + \hat{\varepsilon}_t \quad (8)$$

Burada sürecin  $p$  gecikme uzunluğunun bilindiği varsayılmakta,  $d$  ise değişkenlerin maksimum bütünleşme derecesini ifade etmektedir. Eğer aşağıda tanımlanan  $H_0$  hipotezi reddedilemez ise  $y_t$ 'nin  $k$ . elemanı,  $y_t$ 'nin  $j$ . elemanının Granger nedeni olmadığı ifade edilir (Hacker ve Hatemi-J, 2006: 1491);

$$H_0: r = 1, \dots, p \text{ için } A_r \text{ matrisindeki } j.\text{satır } k.\text{sütündeki eleman sıfıra eşittir}$$

Toda-Yamamoto (1995)'nin önerdiği test istatistiğini tanımlamadan önce, örnek büyüklüğü  $T$  için aşağıdaki ifadeleri tanımlamak gerekmektedir;

$$Y := (y_1, \dots, y_T), \text{ bir } (n \times T) \text{ boyutlu matris,}$$

$$\hat{D} := (\hat{v}, \hat{A}_1, \dots, \hat{A}_p, \dots, \hat{A}_{p+d}), \text{ bir } (n \times (1+n(p+d))) \text{ boyutlu matris,}$$

$$Z_t := \begin{bmatrix} 1 \\ y_t \\ y_{t-1} \\ \vdots \\ y_{t-p-d+1} \end{bmatrix}, \text{ bir } ((1+n(p+d)) \times 1) \text{ boyutlu matris, } t=1, \dots, T \text{ için}$$

$Z := (Z_0, \dots, Z_{T-1})$ , bir  $((1+n(p+d)) \times T)$  boyutlu matris; ve

$\hat{\delta} := (\hat{\epsilon}_1, \dots, \hat{\epsilon}_T)$ , bir  $(n \times T)$  boyutlu matristir.

Bu notasyonu kullanarak, sabit terim ( $\hat{v}$ ) içeren VAR( $p + d$ ) modeli Denklem (9)'da verildiği gibi yazılabilir;

$$Y = \hat{D}Z + \hat{\delta} \quad (9)$$

$\hat{\delta}_U$ , (9) numaralı kısıtsız regresyondan elde edilen kalıntılar olmak üzere varyans-kovaryans matrisi  $S_U = \hat{\delta}_U' \hat{\delta}_U / T$  şeklindedir.  $\text{vec}$  (column-stacking) operatör ve  $0_{n \times nd}$ ,  $n$  satırlı ve  $n(d)$  sütunlu sıfır matrisini temsil etmek üzere  $\beta = \text{vec}(v, A_1, \dots, A_p, 0_{n \times nd})$  ve  $\hat{\beta} = \text{vec}(\hat{D})$  olarak tanımlanabilir. Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilen modifiye edilmiş Wald (MWALD) test istatistiği Denklem (10)'da verildiği şekilde yazılabilir;

$$\text{MWALD} = (C\hat{\beta})' [C(Z'Z)^{-1} \oplus S_U] C^{-1} (C\hat{\beta}) \quad (10)$$

Burada  $\oplus$  Kronecker çarpımı ve  $C$  ise  $p \times n(1+n(p+d))$  boyutlu matristir. Granger nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotez  $H_0: C\hat{\beta} = 0$  şeklindedir. MWALD test istatistiği,  $p'$ 'ye eşit serbestlik derecesi sayısı ve test edilecek kısıtlamaların sayısı ile asimptotik olarak  $\chi^2$  dağılmaktadır. Hacker ve Hatemi-J (2006), MWALD testinin boyut özelliklerini araştırdığı çalışmalarında küçük örneklerde ki-kare dağılımı kullanıldığında test performansının zayıf olduğunu öne sürmüşlerdir. Hacker ve Hatemi-J (2006), boyut bozulmalarını azaltmak amacıyla bootstrap dağılımını kullanmayı önermişlerdir. Çalışmanın Monte Carlo simülasyon sonuçları, bootstrap dağılımına dayalı MWALD testinin, asimptotik dağılımın kullanıldığı durumlardan daha küçük boyut bozulmalara sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada ele alınan serilere Hacker ve Hatemi-J (2006) bootstrap nedensellik testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Hacker ve Hatemi-J (2006) Bootstrap Nedensellik Testi Sonuçları

	MWALD Test İstatistiği	VAR(p)	Bootstrap Kritik Değerleri		
			%1	%5	%10
<i>energy =&gt; gdp</i>	0.152	1	7.643	4.180	2.898
<i>gdp =&gt; energy</i>	0.028	1	7.399	4.050	2.835

**Not:** Bootstrap kritik değerleri 10.000 döngüyle elde edilmiştir. Uygun gecikme uzunluğu AIC (Akaike Bilgi Kriteri)'ye göre belirlenmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde *energy* değişkeninden *gdp* değişkenine ve *gdp* değişkeninden *energy* değişkenine nedensellik ilişkisini gösteren MWALD istatistik değerleri, bootstrap yöntemi ile elde edilen kritik değerlerden küçük olduğu için değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotez reddedilememektedir. Yani elde edilen bu sonuçlara göre enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Politika yapıcılar etkin enerji ve çevre politikaları tasarlamak amacıyla enerji tüketimi ve büyüme ilişkisini anlamaya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu çalışmada, 1960-2015 dönemi verileri kullanılarak, Türkiye örneğinde enerji tüketimi ve büyüme ilişkisi incelenmiştir. Ele alınan serilerin durağanlıkları ADF birim kök testi kullanılarak incelenmiş ve serilerin düzey değerlerinde durağan



olmadıkları, birinci farklarında ise durağan oldukları görülmüştür. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı, Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Boswijk (1994) ve Banerjee vd. (1998) testlerinin kombinasyonu ile geliştirilen Bayer ve Hanck (2012) eşbütünleşme testi ile sınanmış ve eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Eşbütünleşme testi sonuçlarına göre enerji tüketimi ve büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmamaktadır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından önerilen bootstrap nedensellik testi kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen nedensellik sonuçları, enerji tüketimi ile büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını göstermektedir. Literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye dair yaklaşımlar göz önüne alındığında Türkiye için tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Altınay ve Karagol (2004) ile Erdoğan ve Gürbüz (2014)'ün çalışmalarında elde ettikleri bulguları desteklemektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre enerji koruma politikaları büyümeyi olumsuz etkilemeyecektir.

Çalışma sonucunda Türkiye'de enerji tüketiminin büyüme üzerinde ve büyümenin enerji tüketimi üzerinde etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yani Türkiye için ne büyüme hipotezi ne de koruma hipotezi desteklenmemektedir. Bu sonuçlara göre Türkiye'de karar vericiler, enerji koruma politikalarının ekonomik büyüme açısından tarafsız olduğunu dikkate almalıdırlar.

#### Kaynakça

- Aktürk, L. N., Yılcı, V. ve Bozoklu, Ş. (2014). Spot ve Türev Piyasalar Arasındaki Etkileşim: Türkiye Örneği. 1. Karadeniz ve Balkan Ekonomik ve Politik Araştırmalar Sempozyumu, Zonguldak, Türkiye.
- Altınay, G. ve Karagol, E. (2004). Structural Break, Unit Root, and the Causality between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*, 26(6), 985-994.
- Apergis, N. ve Payne, J. E. (2009). Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from a Panel Cointegration and Error Correction Model. *Energy Economics*, 31(2), 211-216.
- Appiah, M. O. (2018). Investigating the Multivariate Granger Causality between Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Ghana. *Energy Policy*, 112, 198-208.
- Azam, M., Khan, A. Q., Bakhtyar, B. ve Emirullah, C. (2015). The Causal Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in the ASEAN-5 Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 732-745.
- Banerjee, A., Dolado, J. ve Mestre, R. (1998). Error-Correction Mechanism Tests for Cointegration in a Single-Equation Framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19, (3), 267-83.
- Bayar, Y. (2014). Türkiye'de Birincil Enerji Kullanımı ve Ekonomik Büyüme. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(2), 253-269.
- Bayer, C. ve Hanck, C. (2012). Combining Non-Cointegration Tests. *Journal of Time Series Analysis*, 34(1), 83-95.
- Belke, A., Dobnik, F. ve Dreger, C. (2011). Energy Consumption and Economic Growth: New Insights into the Cointegration Relationship. *Energy Economics*, 33(5), 782-789.
- Boswijk, P.H. (1994). Testing for an Unstable Root in Conditional and Unconditional Error Correction Models. *Journal of Econometrics*, 63, 37-60.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1979). Distributions of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with A Unit Root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 49(4), 1057-1072.

- Engle, R.F. ve Granger, C.W.J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Erbaykal, E. (2007). Türkiye’de Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (1), 29- 44.
- Erdoğan, S. ve Gürbüz, S. (2014). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 79-87.
- Fisher, R. A. (1932). *Statistical Methods for Research Workers, In: Breakthroughs in Statistics*. Springer, New York.
- Göktaş, Ö. (2005). *Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*. İstanbul: Beşir Kitabevi.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), 424-438.
- Gujarati, D. N. (1999). *Temel Ekonometri Çev. Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen (Birinci Baskı)*. İstanbul: Literatür Yayınları.
- Hacker, R. S. ve Hatemi-J, A. (2006). Tests for Causality between Integrated Variables Using Asymptotic And Bootstrap Distributions: Theory and Application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-54.
- Kalyoncu, H., Gürsoy, F. ve Göcen, H. (2013). Causality Relationship between GDP and Energy Consumption in Georgia, Azerbaijan and Armenia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(1), 111.
- Korkmaz, Ö. ve Develi, A. (2013). Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*, 157, 105-115.
- Mutascu, M. (2016). A Bootstrap Panel Granger Causality Analysis of Energy Consumption and Economic Growth in the G7 Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 63, 166-171.
- Özata, E. (2015). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26), 101-113.
- Pinzón, K. (2017). Dynamics between Energy Consumption and Economic Growth in Ecuador: A Granger Causality Analysis. *Economic Analysis and Policy*, 57, p. 88-101.
- Rahman, M. M. ve Mamun, S. A. K. (2016). Energy Use, International Trade and Economic Growth Nexus in Australia: New Evidence from an Extended Growth Model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 806-816.
- Saidi, K., Rahman, M. M. ve Amamri, M. (2017). The Causal Nexus between Economic Growth and Energy Consumption: New Evidence from Global Panel of 53 Countries. *Sustainable Cities and Society*, 33, 45-56.
- Sancar, C. ve Polat, M. A. (2015). Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve İthalat İlişkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 6(12), 416-432.

- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2010). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: EViews Uygulamalı*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Tang, C. F., Tan, B. W. ve Ozturk, I. (2016). Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1506-1514.
- Tatlı, H. (2015). Çok Değişkenli Bir Üretim Modeli ile Toplam Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4), 135-157.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1), 225-250.
- Usta, C. ve Berber, M. (2017). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *International Journal of Economic & Social Research*, 13(1), 173-187.
- Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye’de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2):001-016.
- Wooldridge, J.M. (2013). *Ekonometriye Giriş Modern Yaklaşım, Çev. Editörü: E. Çağlayan*. Nobel Yayıncılık.

---

## THE RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND GROWTH IN TURKEY: COINTEGRATION AND CAUSALITY ANALYSIS

---

### *Extended Abstract*

**Aim:** Energy is an important subject influencing the development levels of, and determining the international policies of countries. Along with its political implications, energy, a fundamental basis for social and economic development, is one of the major macroeconomic factors. Policy makers need to understand the relationship among energy consumption and economic growth in order to design effective energy and environmental policies. Moreover, developed countries need access to energy to sustain their development levels, while developing countries have to do the same to close the economic development gap with development countries. From this aspect, energy can be considered a very important factor of production for both developed and developing countries. Developing countries such as Turkey that do not have sufficient energy sources may have a problem regarding economic growth in the future. The aim of this study was to test the relationship of energy consumption and economic growth in Turkey. When the related literature is assessed, it is seen that causality analysis is generally used as econometric method. The results of the empirical studies researching such relationships are usually contradictory. On this end, when different cointegration tests report conflicting results, Bayer and Hanck (2012) cointegration test can be used. Therefore, I have used Bayer and Hanck (2012) cointegration test in this study to assess the relevant relationship.

**Method(s):** In this study, relationship between energy consumption and growth in Turkey is examined using data from the period 1960-2015. Energy use (kg of oil equivalent per capita) and GDP (constant 2010) variables are taken into consideration. In addition to it, the natural logarithm of the variables is utilised in econometric analysis. In order to determine the degree of integration of the variables, Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test is applied. The property of the unit root process is that a shock has a long lasting effect. Although there are many unit root tests, the Dickey-Fuller (DF) Test and its extension, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test, are the most commonly used and easy to implement unit root test. In the second phase; the existence of cointegration relation between the series is investigated by the cointegration test proposed by Bayer and Hanck (2012). In the literature, there are many cointegration tests developed. In practice, different cointegration tests can produce conflicting results. Bayer and Hanck (2012) developed a new test that evaluates Engle and Granger (1987), Johansen (1991), Boswijk (1994) and Banerjee et al (1998) cointegration tests altogether, and that is stronger than these tests in empirical analyses. The most important advantage of these tests proposed by Bayer and Hanck (2013) is that they allow researchers to elude arbitrary selection, often between cointegration tests, and to arrive at a decision. In the third phase; the causality relation between the series is examined by the bootstrap causality test proposed by Hacker and Hatemi-J (2012). The use of Granger (1969) causality tests has been increasing in studies where time series data are used, and particularly in empirical studies in economics and finance. In the causality analysis developed by Granger (1969), stationary states of the series are used. Toda and Yamamoto (1995), on the other hand, proposed an approach that permits different degrees of integration of the series. Hacker and Hatemi-J (2006) followed the Toda and Yamamoto (1995) procedure and showed that the use of the bootstrap approach produced better results in determining critical values.

**Findings:** According to the results of the ADF test statistic, it is concluded that GDP and Energy variables used in the analysis included unit root in the level but become stationary when their first differences are taken; namely, the series are  $I(1)$ . The existence of cointegration relation between the series has been tested by the cointegration test of Bayer and Hanck (2012) and the results show that there is no long-run relationship between energy consumption and economic growth in Turkey. The causality relation between the series is investigated by the bootstrap causality test proposed by Hacker and Hatemi-J (2006) and the results show that there is no causality between energy consumption and economic growth.

**Conclusion:** There are four different approaches to the relationship between energy consumption and economic growth in the literature. These approaches are growth hypothesis, conservation hypothesis, neutrality hypothesis and feedback hypothesis. These results support the validity of the neutrality hypothesis in Turkey. According to the results obtained, energy conservation policies may not adversely affect growth. In Turkey, the policymakers should take into account that the energy conservation policies are neutral in respect to economic growth.

