

TÜRKİYE'DE BİRİNCİL ENERJİ KULLANIMI VE EKONOMİK BÜYÜME

Yılmaz BAYAR*

Özet: Sanayi devriminden itibaren dünyada hızla artan sanayi üretimine artışına paralel olarak enerji talebi de önemli derecede artmıştır. Artan enerji talebi büyük ölçüde birincil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu çalışmada 1961-2012 döneminde dağıtılmış gecikmeli otoregresif sınır testine dayalı eşbütünleşme testi ve Todo-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak Türkiye'de ekonomik büyüme ile birincil enerji kullanımı arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonucunda ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasında uzun dönemli ilişki olduğu, birincil enerji kullanımının kısa dönemde ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiye, uzun dönemde ise olumsuz etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca nedensellik testi sonucunda enerji kullanımı ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Birincil Enerji Kullanımı, Ekonomik Büyüme, ARDL Sınır Testi

PRIMARY ENERGY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

Abstract: Energy demand has increased significantly in parallel with rapidly increasing industrial output in the world as of industrial revolution in the world. Increasing energy demand has been provided substantially by primary energy sources. This study examines the relationship between economic growth and use of primary energy in Turkey during the period 1961-2012 by using cointegration test based on Autoregressive Distributed Lag bound test approach and Todo-Yamamoto causality test. We found that there was long run relationship between economic growth and primary energy use and primary energy use had negative impact on economic growth in the long run, while it had positive impact in the short run. Moreover causality test results demonstrated that there were bidirectional causality between economic growth and primary energy use.

Key Words: Primary Energy Consumption, Economic Growth, ARDL Bound Test

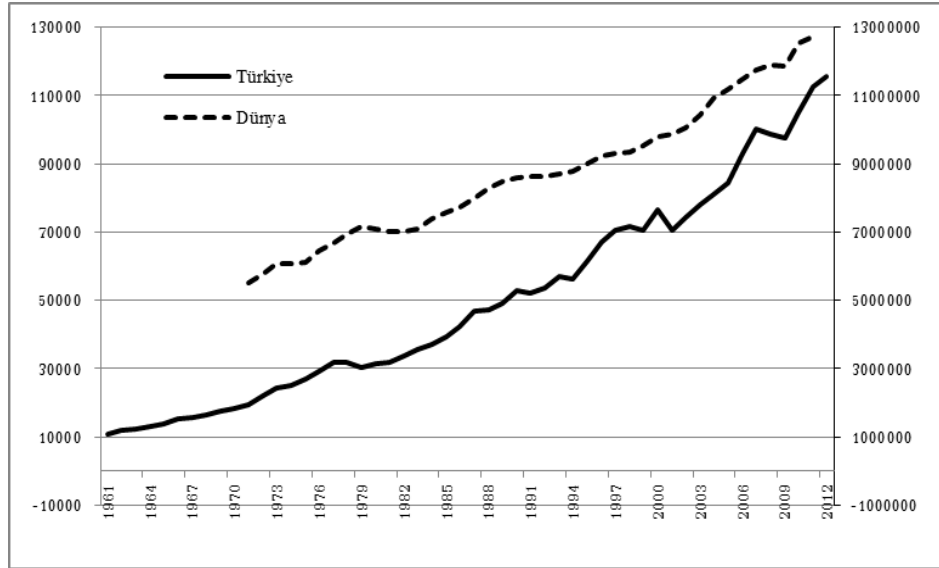
I. GİRİŞ

18. yüzyılda ortaya çıkan sanayi devrimi ile birlikte dünyada üretim aşamalı olarak artmış, küreselleşme sürecinde ülkeler arasında mal, hizmet ve sermaye hareketleri üzerindeki kısıtlamaların kalkmasıyla birlikte üretimdeki artış da ivme kazanmıştır. Üretimdeki artışa paralel olarak gelişmiş ülkeler başta olmak üzere dünyada hızlı nüfus artışı, kentleşme ve ekonomik kalkınma gerçekleşmiştir. Ekonomik faaliyetlerdeki genişleme, tüm ekonomik faaliyetlerin bir girdisi olan enerji tüketimini de artırmıştır. Dünyada herhangi bir enerji dönüşümünden geçmemiş petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtlar ile hidroelektrik enerji, güneş enerjisi ve nükleer enerji gibi enerjilerden oluşan

* Yrd. Doç. Dr. Karabük Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

birincil enerji tüketimi 1971’de 5,5 milyar ton eşdeğer petrolden 2011 yılında 12.71 milyar ton eşdeğer petrole yükselmiştir (Grafik 1). ABD Enerji Bilgi Yönetim Dairesi’nin küresel gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH)’nin 2010-2040 arası dönemde yıllık ortalama % 3,6 büyüyeceği varsayımına dayanan standart senaryo altında dünyada toplam enerji talebinin yaklaşık olarak %1,5/yıl artacağı öngörülmekte ve belirtilen dönemde toplam enerji talebinin yaklaşık %75’inden fazlasının sıvı yakıtlar, kömür ve doğalgaz tarafından karşılanacağı belirtilmektedir (U.S. Energy Information Administration, 2013). Sonuç olarak artan talep karşısında arzı kısıtlı fosil yakıtların fiyatlarındaki artışın gelecekte de devam etmesi beklenmektedir.

Türkiye ekonomisi son yıllarda hızlı bir büyüme performansı sergilemektedir. Türkiye ekonomisi 2002-2011 yıllarını kapsayan son on yıllık dönemde her yıl yaklaşık %5 oranında büyümüştür (TÜİK, 2014). Mevcut hızlı ekonomik büyümeye paralel olarak 1990’dan itibaren Türkiye’nin yıllık enerji talep artışı %4,6 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’nin birincil enerji tüketimi 1990’da 52,7 milyon ton eşdeğer petrolden 2012’de 115,7 milyon ton eşdeğer petrole yükselmiştir (Grafik 1). Türkiye hızla artan enerji talebini büyük ölçüde ithalatla karşılamış, Türkiye’nin 2010’da ithal enerji bağımlılığı % 71,5 düzeyinde gerçekleşmiştir (Türkiye Makina Mühendisleri Odası Birliği, 2012:4). Dolayısıyla özellikle fosil yakıt fiyatlarındaki artışın uzun dönemde Türkiye’de ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemesi olasıdır.



Kaynak: World Bank, 2013a

Grafik 1: Türkiye ve Dünyada Birincil Enerji Kullanımı
(Kilo ton Eşdeğer Petrol) (Sağ eksen-Dünya, Sol eksen-Türkiye)

Bu çalışmada dağıtılmış gecikmeli otoregresif (ARDL- Autoregressive Distributed Lag) sınır testine dayalı eşbütünleşme testi ve Todo-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak 1961-2012 döneminde Türkiye’de ekonomik büyüme ile birincil enerji kullanımı arasındaki uzun ve kısa dönem ilişki ile nedensellik ilişkisi incelenecektir. İkinci bölümde Türkiye ve diğer ülkeler için ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında literatürde yapılmış çalışmalar gözden geçirilecek, üçüncü bölümde veri ve çalışmanın yöntemi hakkında bilgi verildikten sonra dördüncü bölümde ampirik uygulama ve bulgulara yer verilecek, sonuç bölümü ile çalışma sonlandırılacaktır.

II. Literatür Taraması

Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiye yönelik literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışmalar 1970’li yıllarda başlamış, günümüze kadar artan şekilde devam etmiştir. Türkiye dışındaki ülkeler için ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen söz konusu çalışmalar Tablo 1’de sunulmuştur. Bu çalışmalarda genellikle enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişki ile nedensellik ilişkisi sorgulanmış, çalışmalarda ülke/ülke grupları, çalışma dönemi ve yöntemine bağlı olarak farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Bazı çalışmalarda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişki tespit edilirken, bazı çalışmalarda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü ilişki olduğu, bazı çalışmalarda ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı tespit edilmiştir. Kraft ve Kraft (1978), Aqeel ve Butt (2001) ve Hwang ve Yoo (2014) çalışmalarında ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit ederken, Yu ve Choi (1985), Adhikari ve Chen (2012) enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir. Bunun yanında Hou (2009), Öztürk ve Uddin (2012) ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik olduğunu, Erol ve Yu (1987), Cheng (1999) ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Tablo 1: Ekonomik Büyüme, Birincil Enerji Kullanımı ve CO_2 Emisyonu Arasındaki İlişkiye Yönelik Ampirik Literatür

Çalışma	Ülke/Ülke Grubu (Dönem)	Yöntem	Bulgular
Kraft ve Kraft (1978)	ABD (1947-1974)	Sims nedensellik testi	Ekonomik büyümeden brüt enerji girdisine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Yu ve Choi (1985)	5 ülke (1950-1976)	Sims ve Granger nedensellik testleri	Filipinler’de enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru, Güney Kore’de ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü

Çalışma	Ülke/Ülke Grubu (Dönem)	Yöntem	Bulgular
			nedensellik olduğunu, ABD, Birleşik Krallık ve Polonya'da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığını tespit etmişlerdir.
Erol ve Yu (1987)	6 sanayileşmiş ülke (1955-1996)	Granger ve Sims nedensellik testleri	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığını belirlemişlerdir.
Cheng (1999)	Hindistan (1952-1995)	Hsiao Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığını tespit etmiştir.
Aqeel ve Butt (2001)	Pakistan (1955-1996)	Hsiao Granger nedensellik testi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu belirlemişlerdir.
Hou (2009)	Çin (1953-2006)	Hsiao Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu tespit etmiştir.
Korkmaz ve Yılgör (2011)	26 ülke (1980-2004)	Yatay kesit genişletilmiş dikey fuller testi, Yatay kesit Peseran Shin testi ve eşbütünleşme testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.
Adhikari ve Chen (2012)	80 gelişmekte olan ülke (1990-2009)	Panel veri analizi	Üst orta gelir gurubundaki ülkeler için enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru, alt orta gelir grubu ülkeler için ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu belirlemişlerdir.
Öztürk ve Uddin (2012)	Hindistan	Granger nedensellik testi	Çalışmaları sonucunda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Hwang ve Yoo (2014)	Endonezya (1965-2006)	Granger nedensellik testi	Çalışmaları sonucunda ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.

Türkiye'de elektrik ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespitine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Türkiye'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki sorgulandı

için, bu alana ilişkin literatür gözden geçirilmiş ve başlıca çalışmalar, bu çalışmalarda kullanılan yöntemler ve elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur. Çalışmalarda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki genellikle eşbütünleşme ve nedensellik testleri kullanılarak analiz edilmiş, bazı çalışmalarda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir nedensellik, bazı çalışmalarda ise iki yönlü nedensellik olduğu tespit edilirken, bazı çalışmalarda da iki değişken arasında nedensellik olmadığı tespit edilmiştir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik tespit eden çalışmalarda nedenselliğin yönü değişkenlik göstermektedir. Soytaş vd. (2001), Soytaş ve Sarı (2003) ile Şengül ve Tuncer (2006) enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik tespit edilirken, Özata (2010), Uzunöz ve Akçay (2012) ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir. Kaplan vd. (2011), Korkmaz ve Develi (2012), Karhan vd. (2012), Akpolat ve Altıntaş (2013) ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiş, göreceli olarak az sayıda çalışmada (Öztürk ve Acaravcı (2010), Çetin ve Seker (2012)) ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığını tespit edilmiştir.

Tablo 2: *Ekonomik Büyüme, Birincil Enerji Kullanımı ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkiye Yönelik Ampirik Literatür*

Çalışma	Dönem	Yöntem	Bulgular
Soytaş vd. (2001)	1960-1995	Johansen-Juselius eşbütünleşme testi	Enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Soytaş ve Sarı (2003)	1950-1992	Johansen ve Juselius eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli	Enerji tüketiminden ekonomik büyüme doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Şengül ve Tuncer (2006)	1960-2000	Toda ve Yamamoto nedensellik testi	Enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu belirlemişlerdir.
Aydın (2010)	1996-2004 ve 1980-2004	Regresyon analizi	Enerji tüketiminin, ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir.
Özata (2010)	1970-2008	Granger nedensellik testi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu belirlemiştir.
Öztürk ve Acaravcı	1968-2005	ARDL sınır testine dayalı	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik

Çalışma	Dönem	Yöntem	Bulgular
(2010)		eşbütünleşme testi	ilişkisi olmadığını tespit etmişlerdir.
Akan vd. (2010)	1970-2007	Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.
Kaplan vd. (2011)	1971-2006	Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Yanar ve Kerimoğlu (2011)	1975-2009	Johansen eşbütünleşme testi	Enerji tüketiminin, ekonomik büyüme ve cari açık üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir.
Uzunöz ve Akçay (2012)	1970-2010	Granger nedensellik testi	Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Karhan vd. (2012)	1960-2011	Granger nedensellik testi	Enerji ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Çetin ve Seker (2012)	1970-2009	Toda-Yamamoto nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığını tespit etmiştir.
Korkmaz ve Develi (2012)	1960-2009	Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Akpolat ve Altıntaş (2013)	1960-2009	Granger nedensellik testi	Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.
Saatci ve Dumrul (2013)	1960-2008	Kejriwal eşbütünleşme testi	Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında, yapısal kırılmalarla birlikte değişen miktarda pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

III. Veri Ve Yöntem

Çalışmada ekonomik büyüme ile birincil enerji kullanımı arasındaki uzun ve kısa dönem ilişki ile nedensellik ilişkisi incelenecektir. Uzun dönem ilişkinin analizinde ARDL sınır testine dayalı eşbütünleşme testi, kısa dönem ilişkinin analizinde hata düzeltme modeli, nedensellik ilişkisinin analizinde ise Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılacaktır.

A. Veri

Çalışmada kullanılan ekonomik büyüme ve birincil enerji kullanımı verileri Dünya Bankası Dünya Kalkınma göstergelerinden alınmıştır (World Bank, 2013a ve 2013b). Ekonometrik analizde kullanılan değişkenler ve sembolleri Tablo 3’de sunulmuştur. Veri setinin analizinde Eviews 7.1 istatistik yazılım paket programı kullanılmıştır.

Tablo 3: Ekonometrik Analizde Kullanılan Değişkenler ve Sembolleri

Değişken Sembolleri	Değişkenler
GSYİH	Kişi başına reel GSYİH büyüme oranı (yıllık, %)
EK	Birincil enerji kullanımı (kilo ton eşdeğer petrol)

B. Yöntem

ARDL sınır testi yaklaşımına dayalı eşbütünleşme testi iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada aşağıda belirtilen (1) numaralı denklemdeki değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunup bulunmadığı test edilmektedir. İkinci aşamada, bu denklemden kısa ve uzun dönem parametreleri türetilerek tahmin edilmektedir. ARDL sınır testi yaklaşımında, temel değişkenlerin $I(0)$, $I(1)$ veya karşılıklı olarak eşbütünleşik olması bir önem arz etmemektedir. Bu amaçla (1) numaralı denklemin hata düzeltme modeli türetilerek kullanılmaktadır.

$$\Delta \ln GSYİH_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln GSYİH_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{2i} \Delta \ln EK_{t-i} + \theta_1 \ln GSYİH_{t-1} + \theta_2 \ln EK_{t-1} + u_t \quad (1)$$

(1) numaralı denklemdeki gecikmeli düzey ilişkilerinin anlamlılığı F istatistikleri hesaplanarak belirlenmektedir. Ancak F istatistiğinin asimptotik dağılımı, değişkenlerin $I(0)$ veya karşılıklı olarak eşbütünleşik olmalarına bakılmaksızın, düzey değişkenleri arasında ilişki bulunmadığını ifade eden sıfır hipotezi altında standart değildir. Bu nedenle Pesaran vd. (2001) değişkenlerin tamamının $I(0)$ olması ve değişkenlerin tamamının $I(1)$ olması aşırı durumlarına göre iki asimptotik kritik değer tablosu oluşturmuşlardır. Böylece tabloda verilen bu iki asimptotik kritik değer; kritik sınır değerlerini oluşturmaktadır. Bu tablolar, değişkenlerin sadece $I(0)$, sadece $I(1)$ veya karşılıklı olarak eşbütünleşik olması ihtimallerinin tamamını kapsamaktadır. Kullanılan kritik değerler $I(1)$ ve $I(0)$ değişkenlerinin her ikisini de bağdaştırmaktadır.

(1) numaralı denkleme dayalı olarak test edilen sıfır hipotezi, geçerli bir uzun dönemli düzey ilişkisinin bulunmadığını ifade etmektedir. F testi, uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Yukarıda verilen (1) numaralı denklemdeki değişkenleri örnek olarak alırsak,

modeldeki değişkenler arasında eşbütünsellik ilişkisi olmadığını ifade eden sıfır hipotezi ve alternatif hipotez biçimsel olarak eşbütünsellik ilişkisi $H_0: \theta_1 = \theta_2 = 0$ hipotezinin, $H_A: \theta_1 \neq \theta_2 \neq 0$ alternatif hipotezine karşı test edilmesi yoluyla yapılmaktadır. Sınır testinin kritik değerleri standart F dağılımına uymamaktadır. Bu nedenle Pesaran vd. (2001) testin kritik değerlerini çalışmalarında elde ederek vermiştir. F istatistiğinin üst kritik değer üzerinde olması seriler arasında bir eşbütünsellik ilişkisi olduğunu, alt değer altında kalması ise eşbütünsellik ilişkisinin bulunmadığını göstermektedir (Şimşek vd.,2005).

Gecikme sayısının belirlenmesi için bilgi kriterlerinden yararlanılır ve en küçük kritik değeri sağlayan gecikme uzunluğu modelin gecikme uzunluğu olarak belirlenir. Ancak burada seçilen kritik değerin en küçük olduğu gecikme uzunluğu ile oluşturulan model otokorelasyon problemine sahipse, ikinci en küçük kritik değeri sağlayan gecikme uzunluğu alınır. Otokorelasyon probleminin devam etmesi durumunda, bu problem ortadan kalkana kadar bu işleme devam edilir (Karagöl vd., 2007).

Çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testi ile analiz edilecektir. Toda ve Yamamoto (1995), birinci farklarında durağan zaman serilerinin arasında herhangi bir eşbütünsellik ilişkisi bulunmaması durumunda, serilerin birinci farkları üzerinden VAR sisteminin tahmin edilebileceğini ve böylece VAR'daki hipotez testleri için geleneksel asimptotik teoremin geçerli olacağını, ayrıca birinci farklarında durağan serilerin uzun dönem ilişkiye sahip olmaları durumunda da VAR sistemi üzerinden bir vektör hata düzeltme modeli tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Sims vd. (1990) ile Toda ve Phillips (1993), Granger testinin nedensellik ilişkisi olmadığı şeklindeki sıfır hipotezi için genel Wald test istatistiğinin standart olmayan asimptotik bir dağılıma sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca sürecin serilerin birinci farkları üzerinden yapılması durumunda, problemler parametrelerin elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Mosconi ve Giannini (1992) ve Toda ve Phillips (1993), birinci farklarında durağan olan serilerin Granger nedensellik testi için Johansen'in hata düzeltme tahminini kullanmışlardır. Wald testinin uygulanabilmesi için seriler arasındaki eşbütünsellik derecelerinin önceden test edilmesi gerekmektedir (Toda ve Yamamoto, 1995: 226). Bu sebeplerden dolayı Toda ve Yamamoto (1995), VAR sisteminin serilerin durağan, herhangi bir dereceden bütünsellik ve uzun dönem ilişkiye sahip olup olmadıklarını önceden test etmeden uygulanabilen bir nedensellik testi geliştirmişlerdir. Teste göre serilerin seviye değerleri üzerinden bir VAR sistemi tahmin edilip Wald istatistiği ile katsayılar üzerindeki lineer ve lineer olmayan kısıtları test edilerek değişkenler arasındaki nedensellik test edilir.

Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinde bilgi kriterleri ile belirlenen optimum gecikme uzunluğu (k) ile sistemdeki serilerin sahip olduğu

en yüksek bütünleşme derecesi (d_{max}) toplanarak ($k + d_{max}$) tespit edilen gecikme uzunluğuna göre VAR modeli tahmin edilir. Daha sonra son d_{max} gecikme vektörlerinin katsayı matrisleri göz ardı edilerek ilk k katsayı matrisleri üzerindeki lineer ve lineer olmayan kısıtlar standart Wald testi ile test edilir. Wald testi k serbestlik derecesi ile asimptotik ki-kare dağılımına sahiptir ve bu durum serilerin durağanlık ve eşbütünleşme derecelerine bağlı değildir (Toda ve Yamamoto, 1995: 230-246).

IV. Ampirik Uygulama Ve Bulgular

A. Birim Kök Testi

Analizde kullanılan zaman serilerinin durağanlık düzeyleri Dickey ve Fuller (1981) ve Philips ve Peron (1988) çalışmalarındaki sırasıyla ADF (Augmented Dickey Fuller) ve PP (Philips-Peron) birim kök testleri kullanılmış, gecikme uzunlukları Eviews 7.1 sürümü içinde yer alan otomatik seçim kriterine göre belirlenmiştir. Zaman serilerinin birim kök test sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Birim kök testi sonuçlarına göre EK değişkeni birinci derecede bütünleşik (I(1)), GSYİH değişkeninin ise seviyede bütünleşik (I(0)) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF testi		PP Testi	
	Düzye	Birinci Derece Farkı	Düzye	Birinci Derece Farkı
LnEK	-1.103	-6.422*	-1.207	-8.584*
LnGSYİH	-7.890*	-	-9.332	-
Anlamlılık Düzeyi	Kritik Değerler			
1%	-3.554	-3.699	-3.744	-3.736
5%	-2.921	-2.884	-2.823	-2.950
10%	-2.736	-2.681	-2.791	-2.678

*% 1, %5 ve %10 için anlamlı, durağan seri.

B. Eşbütünleşme Testi

Çalışmada kullanılan değişkenlerin farklı bütünleşme derecelerine sahip olması ve veri setinin az olması nedeniyle değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin analizinde ARDL sınır testi yaklaşımına dayalı eşbütünleşme testi, kısa dönem ilişki ise vektör hata düzeltme modeli (VECM-Vector Error Correction Model) ile incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan veri seti yıllık olduğu için maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak alınmış ve Akaike bilgi kriterine göre gecikme sayısı 2 olarak belirlenmiştir. Daha sonra modelde otokorelasyon problemi olup olmadığını sınamak için LM testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre modelde otokorelasyon sorununa rastlanmamıştır. Modelin diğer tanısal testleri beklenen

sonuçları vermiştir. Tablo 5'te eşbütünleşme testi sonuçları sunulmuştur. Tablo 5'ten görüldüğü üzere hesaplanan F istatistiği Pesaran'ın üst kritik değerini aştığı için seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri belirlemek için ARDL modelini kuralabiliriz.

Tablo 5: Eşbütünleşme Testi Sonuçları

F istatistiği	%5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerler	
	Alt Sınır	Üst Sınır
10.490	6.56	7.30

Kritik değerler Pesaran vd.(2001:300)'deki Tablo CI(V)'ten alınmıştır.

C. ARDL Modeli

ARDL modeli optimum gecikme uzunluğunun belirlenmesinde AIC (Akaike Information Criterion) ve SC (Schwarz Criterion) kriterleri kullanılmış ve maksimum gecikme uzunluğu 8 alınarak tahmin yapılmıştır. Otokorelasyon probleminin olmadığı gecikme uzunluğu beklentisi sonucunda her iki kriter ortak sonuç olarak ARDL (1,2) modeli seçilmiştir.

Tablo 6: ARDL (1,2) Modelinin Tahmini

Değişkenler	Katsayı	t istatistiği
LnGSYİH(-1)	0.2132	4.997*
LnEK	-0.2569	-3.761*
LnEK(-1)	-0.2942	-4.904*
LnEK(-2)	-0.3161	-4.203*
C	0.4288	4.592*
Tanısal Denetim Sonuçları		
R^2	0.683	
R^2	0.657	
X^2 BG	0.732[0.329]	
X NORM ⁽²⁾	1.287[0.283]	
X WHITE ⁽¹⁾	2.299[0.116]	
X^2 RAMSEY (1)	2.705[0.137]	

*0.05 düzeyinde anlamlı

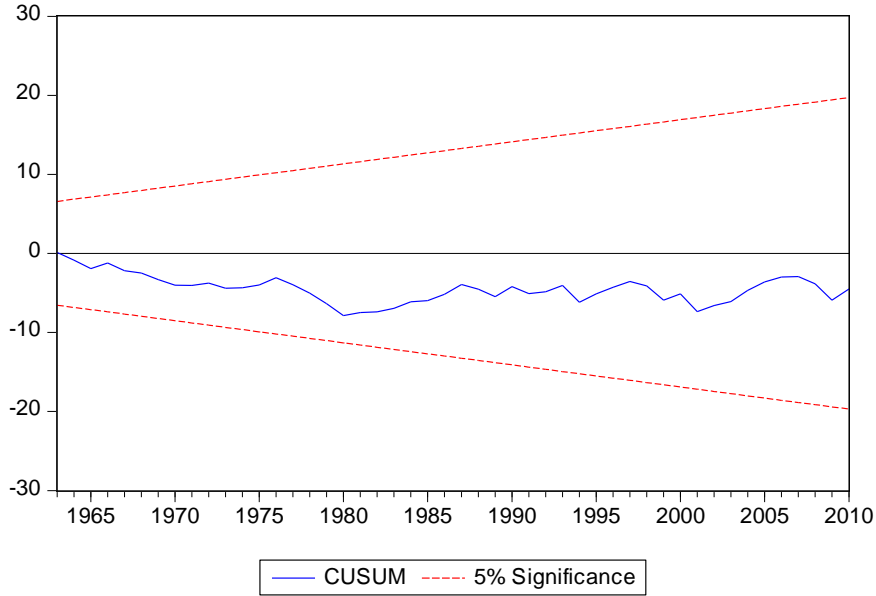
ARDL (1,2) modelinin uzun dönem katsayıları Tablo 7'de sunulmuştur. Test sonuçları modeldeki değişkenler arasında %5 anlamlılık düzeyinde uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. EK değişkeni uzun dönemde GSYİH üzerinde negatif bir etkiye sahiptir.

Tablo 7: ARDL (1,2) Modelinden Elde Edilen Uzun Dönem Katsayıları

Değişkenler	Katsayı	t istatistiği
LnGSYİH	0.2511	6.226*
LnEK	-0.2866	-5.805*
C	0.3188	4.775

*0.05 düzeyinde anlamlı

Ayrıca uzun dönem ilişki denklemini için CUSUM yapısal kırılma testi uygulanmıştır. Şekil 1'den de görüleceği üzere güven sınırları içinde kalındığından, çalışma döneminde yapısal kırılma olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 1: Uzun Dönem İlişki Denklemi İçin Yapısal Kırılma Testi

D. Vektör Hata Düzeltme Modeli

Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin araştırılması için ARDL yaklaşımına dayalı hata düzeltme modeli kullanılmıştır. ARDL(1,2) yaklaşımına dayalı hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur. Burada ECT(-1) değişkeni uzun dönem ilişkisinden elde edilen hata terimleri serisinin bir dönem gecikmeli değeridir. Bu değişkenin katsayısı kısa dönemdeki dengesizliğin ne kadarının uzun dönemde düzeltileceğini göstermektedir. Narayan ve Smyth (2006)'in de belirttiği gibi hata düzeltme değişkeninin katsayısının 1'den küçük olması sistemin dalgalanarak dengeye geldiğini göstermekte ve bu dalgalanma her defasında azalarak uzun dönemde dengeye dönüşü sağlayacaktır. Sonuç olarak hata düzeltme değişkeninin

katsayısı -1.27 olması, hata düzeltme modelinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 8: *ARDL(1,2) Yaklaşımına Dayalı Hata Düzeltme Modeli Sonuçları*

Değişkenler	Katsayı	t istatistiği
$\Delta \ln \text{GSYİH}(-1)$	0.2861	5.332*
$\Delta \ln \text{EK}$	0.3284	4.907*
$\Delta \ln \text{EK}(-1)$	0.2799	5.471*
$\Delta \ln \text{EK}(-2)$	0.2390	5.202*
ECT(-1)	-1.276	4.557*
C	0.1380	3.669*
Tanısal Denetim Sonuçları		
R^2	0.613	
R^2	0.608	
$X^2 \text{ BG}$	0.667[0.217]	
$X^2 \text{ NORM}^{(2)}$	1.208[0.163]	
$X^2 \text{ WHITE}^{(1)}$	2.007[0.092]	
$X^2 \text{ RAMSEY}^{(1)}$	2.103[0.132]	

*0.05 düzeyinde anlamlı

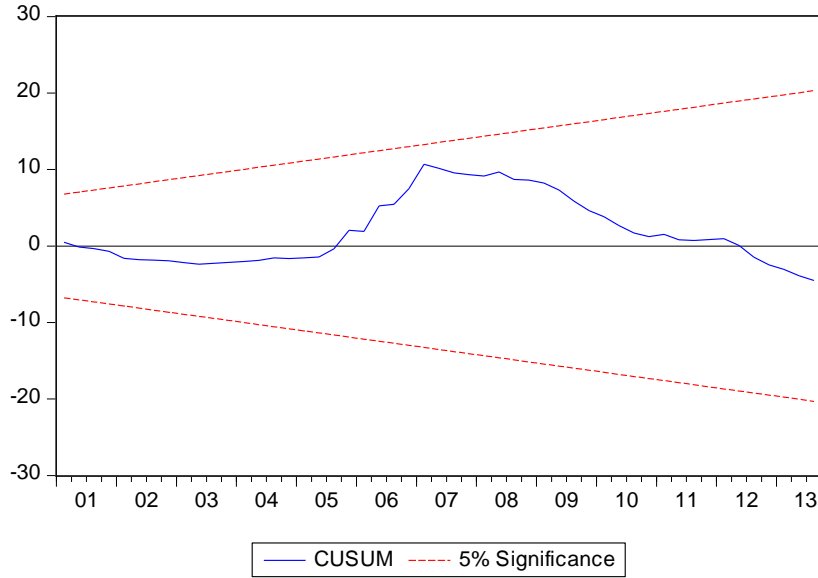
ARDL (1,2) modelinin kısa dönem katsayıları Tablo 9’da sunulmuştur. Sonuçlar kısa dönemde enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bir başka deyişle kısa dönemde enerji kullanımındaki bir artış GSYİH üzerinde pozitif yönde bir etki yaratmaktadır.

Tablo 9: *ARDL (1,2) Modelinden Elde Edilen Kısa Dönem Katsayıları*

Değişkenler	Katsayı	t istatistiği
LnGSYİH	0.2977	3.998*
LnEK	0.2618	4.103*
C	0.1980	3.855*

*0.05 düzeyinde anlamlı

Ayrıca kısa dönem ilişki denklemi için CUSUM yapısal kırılma testi uygulanmıştır. Şekil 2’den de görüleceği üzere güven sınırları içinde kalındığından, yapısal kırılma yoktur.



Şekil 2: Kısa Dönem İlişki Denklemi İçin Yapısal Kırılma Testi

E. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Çalışmada GSYİH ve EK değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisini test etmek için Toda-Yamamoto (1995)'nin nedensellik testi kullanılmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Tablo 10'da sunulmuştur. Testte VAR sisteminin otokorelasyon (LM testi) ve değişen varyans (White testi) problemi içermemesine dikkat edilmiş, otokorelasyon problemi içeren VAR modellerinde gecikme uzunluğu artırılarak problem ortadan kaldırılmıştır. Nedensellik analizi sonucunda ekonomik büyüme (GSYİH) ile enerji kullanımı (EK) değişkenleri arasında iki yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 10: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Nedensellik	k	d_{max}	LM	White	χ^2 istatistiği	Prob
EK→GSYİH	2	1	3.87	55.90	4.99	0.00
GSYİH→EK	2	1	3.12	52.65	4.32	0.01

VAR sisteminde optimal gecikme uzunluğu Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn bilgi kriteri ile en son tahmin hata kriteri (FPE-Final Prediction Error) birlikte değerlendirilerek belirlenmiştir.

V. Sonuç

Sanayi devriminin 18. yüzyılda İngiltere’de ortaya çıkmasıyla birlikte dünyada sanayi üretimi artmış, üretim artışına paralel olarak nüfus artışı, kentleşme ve ekonomik kalkınma gerçekleşmiştir. 1980’lerden itibaren küreselleşmenin etkisiyle ülkeler arasında mal, hizmet ve sermaye üzerindeki sınırlamaların azaltılması/kaldırılması sanayi üretiminin dünyada hızla yayılmasına katkı sağlamıştır. Bu gelişmeler, toplumun ve üretimin temel gereksinimlerinden enerjiye talebi artmıştır. Talep artışına karşın, dünyada halihazırda enerji gereksiniminin büyük oranda arzı sınırlı fosil yakıtlarla karşılanması, özellikle petrol ve doğalgaz fiyatlarında önemli artışlara neden olmuştur. Bu çalışmada 1961-2012 döneminde ARDL sınır testine dayalı eşbütünlük testi ve Todo-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak Türkiye’de ekonomik büyüme ile birincil enerji kullanımı arasındaki ilişki incelenmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde pozitif, uzun dönemde ise negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de dünyada olduğu gibi enerji gereksinimi büyük ölçüde petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarıyla karşılanmakta, birincil enerji kullanımı büyük ölçüde yurtdışından karşılanmaktadır. Zira Türkiye’nin ithal enerji bağımlılığı %70 düzeyindedir. Uzun dönemde dünyada enerji talebinin artmaya devam edecek olması ve bu talebin de büyük ölçüde birincil enerji kaynaklarından sağlanacak olması birincil enerji kaynaklarındaki fiyat artışlarının gelecekte de devam edeceğini göstermektedir. Dolayısıyla artan enerji fiyatlarının uzun dönemde Türkiye’de ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemesi muhtemeldir.

Ayrıca nedensellik testi sonuçlarına göre literatürdeki Kaplan vd. (2011), Korkmaz ve Develi (2012), Karhan vd. (2012) ve Akpolat ve Altıntaş (2013) çalışmalar ile benzer şekilde ekonomik büyüme ve enerji kullanımı arasında iki yönlü nedensellik olduğu, bir başka deyişle enerji kullanımı ile ekonomik büyümenin birbirini etkilediği belirlenmiştir. Ekonomik büyüme ve enerji kullanımı arasındaki bu karşılıklı etkileşim Türkiye’nin enerjiye bağımlı bir şekilde büyüdüğünü göstermektedir.

Birincil enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemdeki negatif etkisi ve ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasındaki karşılıklı etkileşim dikkate alındığında Türkiye’nin uzun dönemde enerji tedarikinde ikincil enerji kaynaklarının payını artıracak politikalar izlemesi sürdürülebilir ekonomik büyüme için önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Adhikari, D. ve Chen, Y. (2012) “Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis for Developing Countries”, *Review of Economics & Finance*, 3(2), ss.68-80.

- Akan, Y., Doğan, E.M., Işık, C. (2010) "The Causality Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Turkey", *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 1(1), ss.101-120.
- Akpolat, A.G. ve Altıntaş, N. (2013) "Enerji Tüketimi ile Reel GSYİH arasındaki Eşbütünlük ve Nedensellik İlişkisi: 1961-2010 Dönemi", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 7, ss.115-127.
- Aqeel, A. ve Butt, M.S. (2001) "The Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan", *Asia-Pacific Development Journal*, 8(2), ss.101-110.
- Aydın, F.H. (2010) "Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, ss.317-340.
- Cheng, B.S. (1999) "Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: An Application of Cointegration and Error-Correction Modeling", *Indian Economic Review*, 34(1), ss.39-49.
- Çetin, M. ve Şeker, F. (2012) "Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), ss.85-106.
- Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1981) "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, 49, ss.1057-1072.
- Erol, U. ve Yu, E.S.H. (1987), "On the Relationship between Energy and Income for Industrialized Countries", *Journal of Energy and Employment*, 13(1), ss.113-122.
- Hou, Q. (2009) "The Relationship between Energy Consumption Growths and Economic Growth in China", *International Journal of Economics and Finance*, 1(2), ss.232-237.
- Hwang, J-H ve Yoo S-H. (2014) "Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth: Evidence from Indonesia", *Qual Quant*, 48, 63-73.
- Kaplan, M., Ozturk, I. ve Kalyoncu, H. (2011), "Energy Consumption and Economic Growth in Turkey: Cointegration and Causality Analysis", *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 2, ss.31-41.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H.M. (2007), "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8 (1), ss.72-80
- Karhan, G., Silinir, M., Çayın, M. ve Aydeniz, N. (2012) "Enerji ve Ekonomik Büyüme Örneği: Türkiye Örneği", *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), ss.80-87.
- Korkmaz, S. ve Yılmaz, M. (2011) "Enerji Tüketimi-İktisadi Büyüme İlişkisi", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, ss.111-125.

- Korkmaz, Ö. ve Develi, A. (2012) "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), ss.1-25.
- Kraft, J. ve Kraft, A. (1978) "On the Relationship Between Energy and GNP", *Journal of Energy and Development*, 3(2), ss.401-403.
- Mosconi, R. ve Giannini, C. (1992) "Non-causality in Cointegrated Systems: Representation, Estimation and Testing", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(3), ss.399-417.
- Narayan, P.K, Smyth, R. (2006) "Higher Education, Real Income and Real Investment in China: Evidence from Granger Causality Tests", *Education Economics*, 14, ss.107-125.
- Özata, E. (2010) "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, ss.101-113.
- Öztürk, İ. ve Acaravcı, A. (2010) " CO_2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, ss.3220-3225.
- Öztürk, İ. ve Uddin, G.S. (2012) "Causality among Carbon Emissions, Energy Consumption and Growth in India", *Economic Research*, 25(3), ss.752-775.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. and Smith, R. (2001) "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, 16, ss.289-326.
- Phillips, P.C.B. ve Perron, P. (1988) "Testing for Unit Roots in Time Series Regression", *Biometrika*, 75, ss.335-346.
- Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2013) "The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Structural Break Analysis For Turkey", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(1), ss. 20-29.
- Sims, C. A., Stock, J. H. ve Watson, M. W. (1990) "Inference in Linear Time-Series Models with Some Unit Roots", *Econometrica*, 58(1), 113-144.
- Soytas, U., Sari, R., ve Ozdemir, O. (2001) "Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis", *Economics and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, ss.838-844.
- Soytas, U. ve Sari, R. (2003) "Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets", *Energy Economics*, 25(1), ss.33-37.
- Şengül, S. ve Tuncer, İ. (2006) "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960-2000", *İktisat İşletme ve Finans*, 21, ss.69-80.

- Şimşek M. ve Kadılar C. (2005) “Türkiye’de Sabit Sermaye Yatırımlarının Verimliliği:Sınır Testi İle Ekonometrik Bir Yaklaşım, 1963-2002”, D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi, 20, 1, ss.87-102.
- Toda, H.Y. ve Phillips, P.C.B. (1993) “Vector Autoregression and Causality”, *Econometrica*, 59, 229-255.
- Toda, H.Y. ve Yamamoto, T. (1995) “Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes”, *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- TÜİK (2014) “Ulusal Hesaplar”, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist> (10.01.2014)
- Türkiye Makina Mühendisleri Odası Birliği (2012) Türkiye’nin Enerji Görünümü, Genişletilmiş 2. baskı, Ankara: MRK Baskı ve Tanıtım Hizmetleri Tic. Ltd. Şti.
- U.S. Energy Information Administration (2013) “World Energy Demand and Economic Outlook”, <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/world.cfm> (12.01.2014)
- 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), ss.1-16
- World Bank (2013a) “Energy use (kt of oil equivalent)”, <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.KT.OE/countries/1W?display=graph> (10.01.2014)
- World Bank (2013b) “GDP per capita growth (annual %)”, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG> (10.01.2014)
- Yanar, R. ve Kerimoğlu, G. (2011) “Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi”, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*,3(2), ss.191-201.
- Yu, E.S.H. ve Choi, J.Y., (1985) “The Causal Relationship between Energy and GNP: An International Comparison”, *Journal of Energy and Development*, 10(2), ss.249–272.