

TÜRKİYE’DE ENERJİ TÜKETİMİ GSYH İLİŞKİSİ: DİNAMİK BİR ANALİZ

Hasan Murat ERTUĞRUL*

ÖZET

Enerji tüketiminin GSYH üzerindeki etkileri Türkiye gibi enerji tüketiminde dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerde özellikle politika yapıcıları için önem arz eden bir konudur. Çalışmada enerji tüketimi GSYH ilişkisi 1970-2011 dönemleri arasında Türkiye ekonomisi için literatürden farklı olarak dinamik olarak incelenmiştir. Çalışmada önce, GSYH ve enerji tüketimi serileri arasındaki eş bütünleşme ilişkisi incelenmiş ve seriler arasında eş bütünleşme ilişkisi bulunmuş, daha sonra seriler arasındaki dinamik ilişki zamana göre değişen parametre yaklaşımı olan Kalman Filtresi modeliyle analiz edilmiştir.

Çalışma bulgularına göre, enerji tüketimindeki %1’lik bir artışın GSYH üzerinde yol açacağı yüzdelik artışı ifade eden GSYH’nin enerji tüketimi esnekliğinin 1980-2003 döneminde genel olarak bir azalma eğiliminde olduğu, 2003 yılından itibaren ise söz konusu esneklik değerinin artmaya başladığı görülmektedir. Bu bulgular, Türkiye ekonomisinde özellikle 2003 yılından itibaren sanayide gözlenen, yüksek katma değerli ve enerji tüketiminin yoğun olduğu sektörlerle doğru gerçekleşen dönüşümle uyumludur. Söz konusu esneklik değerinin önümüzdeki dönemde artış eğilimini devam ettirmesi halinde, GSYH artışı için enerji tüketiminin öneminin artacağı görülmektedir. Bu durumda Türkiye’nin enerjide yüksek dışa bağımlılığı da düşünüldüğünde enerji arz güvenliği sorunu politika yapıcılar için önemli bir husus olarak ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple enerji dengesi içerisinde yerli kaynakların payının mümkün olduğunca artırılması

* Dr., Hacettepe Üniversitesi

ve ithal kaynaklarda ise mümkün olduğu kadar ithalatçı ülke çeşitliliğine gidilmesi enerji arz güvenliği için son derece önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Eş Bütünleşme, Kalman Filtresi

JEL Sınıflaması: C22, O13

ENERGY CONSUMPTION GDP RELATIONSHIP FOR TURKEY: A DYNAMIC ANALYSIS

ABSTRACT

Energy is an indispensable input of production and its importance was neglected until the oil crisis in the 1970s. Especially two oil crises in the 1970s showed the importance of energy which was started to be added to production function as a production factor (Ertugrul, 2011). Especially with the widespread use of econometrics package programs, the relationship between energy consumption and GDP growth was started to be tested empirically and a broad literature was formed in this area.

Import dependency of Turkey is high in energy. Primary energy demand of Turkey in 2011 was 115 million TEP (tones equivalent of petroleum). The share of natural gas in primary energy demand is 32 percent and the share of coal, hydro and renewable is 31, 27 and 4 percent respectively. As of 2011, import dependency of Turkey is 90% in oil and 98% in natural gas. Import dependency ratio of Turkey is 73% in energy (ETKB, 2012-2014 Strategic Plan).

Since import dependency is high in energy, an important part of Turkey's current account deficit arises from energy imports. When the current account balance of Turkey for 2011 was 77 Billion USD Dollars, the energy import in the same year was 54 Billion USD Dollars. While the share of current account deficit to GNP was 9.9 percent in 2011, current account without energy which is obtained by subtracting energy import from current account balance is 2.9 percent only. High import dependency in energy causes current account balance to worsen and risk premium of Turkey to increase. Therefore, proper analysis of energy consumption and GDP relationship in Turkey is crucial for policy makers.

Various studies in the applied literature analyze the relationship between energy consumption and economic growth. First papers in the empirical literature focus on causality analysis. The pioneering paper in the literature was Kraft and Kraft (1978) paper. In Kraft and Kraft (1978) paper, they investigated energy consumption and GNP relationship for USA for 1947-1974 periods and found unidirectional granger causality from GNP to energy consumption. Akarca and Long (1980) replicated Kraft and Kraft (1978) paper by only shortening the sample periods 2 years and they couldn't find causality relationship between energy consumption and GNP. Erol and Yu (1987) investigated causality relationship between energy consumption and GNP for United Kingdom, France, Italy, Germany, Canada and Japan. They found bidirectional causality relationship for Japan, unidirectional causality relationship from energy consumption to GNP for Canada, unidirectional causality relationship from GNP to energy consumption for Germany and Italy and no causality for France and United Kingdom (Erol and Yu, 1987).

There are huge literature which focus on causality relationship between energy consumption and GDP relationship for different countries and different sample periods. Some of these papers are Stern (1993 and 2000), Masih and Masih (1997), Yang (2000), Soytaş, Sarı and Özdemir (2001), Ghosh (2002), Soytaş and Sarı (2004), Altınay and

Karagöl (2004), Shiu and Lam (2004) and Jumbe (2004) papers. Moreover, there are papers in the literature which investigate causality relationship by using electricity consumption instead of energy consumption as Ghosh (2002), Jumbe (2004), Mozumder and Marathe (2007), Rufael (2006), Altınay and Karagöl (2005), Karagöl, Erbaykal and Ertuğrul (2007) and Ertuğrul (2011) papers.

The other methods employed in empirical literature which focused on energy consumption and GNP relationship are co-integration models, panel data models and VAR models. Some papers used these models are as Soytaş and Sarı (2004), Rufael (2006) and Altınay and Karagöl (2004) papers.

There is no consensus in the literature for the energy consumption and GDP relationships. There are mixed results for different countries and even same countries for different time periods.

There is a lack of studies which analyze the relationship between energy consumption and economic growth dynamically in the literature. Papers in the literature use static models and focus on average trends.

In this study, different from literature, energy consumption and GDP relationship is investigated dynamically by employing Kalman Filter method for Turkey.

In empirical model, we employ real GDP and energy consumption data for Turkey for the 1970-2011 periods. Real GDP series were obtained from TURKSTAT (Turkish Statistical Institute) and energy consumption series are obtained from Ministry of Energy and Natural Resources of Turkey. Real GDP and energy consumption series are measured in natural logarithms similar to the empirical literature and natural logarithms of real GDP and energy consumption were denoted as LY and LE respectively.

In the empirical analysis, firstly stationarity properties of variables are checked. For stationarity check, we employed ADF, PP and Ng-Perron unit root tests which are commonly used in the empirical literature. According to ADF, PP and Ng-Perron unit root test results, energy consumption and GDP series are found stationary after differencing that means integrated of order one (which is denoted as I(1)).

After analyzing the stationarity properties of the series, co-integration relationship between energy consumption and GDP is examined. Since both of the series are stationary in the same order, co-integration relationship is analyzed employing Johansen's method. With respect to Johansen model results we found co-integration relationship between energy consumption and GDP. According to the co-integration equation, energy consumption elasticity of GDP is found as 0.98. This implies that 1 percent increase in energy consumption will lead to an increase in the GDP by 0.98 percent on average in the sample period.

Lastly, we analyzed energy consumption and GDP relationship dynamically by using time varying parameter method employing Kalman Filter model.

Our results show that energy consumption elasticity of GDP, which indicates the percentage change in GDP in response to one percent change in energy consumption, has a decreasing trend between 1980-2003 periods and begin to increase after 2003.

These findings are compatible with the transformation of Turkish industry towards higher value added and energy intensive sectors since 2003. If the upward trend in this elasticity continues in the forthcoming period, the importance of energy consumption for GDP growth will increase. In this case, energy supply security is one of the most important issues for policymakers considered together with Turkey's high energy

dependency. Therefore, it is very important to increase the share of domestic resources in energy mix and diversify import countries for energy supply security of Turkey.

Keywords: Energy Consumption, Co-Integration, Kalman Filter

JEL Classification: C22, O13

GİRİŞ

Enerji, üretim sürecinin devamı için vazgeçilmez bir üretim girdisi olup bir üretim girdisi olarak enerjinin önemi 1970’li yıllardaki petrol krizlerine kadar ihmal edilmiştir. Özellikle 1970’li yıllarda yaşanan iki petrol krizi enerjinin önemi ortaya çıkarmış ve enerji bir üretim faktörü olarak düşünülüp üretim fonksiyonuna dâhil edilmeye başlanmıştır (Ertuğrul, 2011). Özellikle ekonometri paket programların kullanımının yaygınlaşması sonucunda enerji tüketimi ile GSYH ve ekonomik büyüme ilişkisi uygulamalı olarak test edilebilmeye başlanmış ve bu konuda oldukça geniş bir literatür oluşmuştur.

Türkiye enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan bir ülkedir. Türkiye’nin birincil enerji talebi 2011 yılında yaklaşık 115 milyon TEP olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji talebi içerisinde kömürün payı yüzde 31, doğal gazın payı yüzde 32, petrolün payı yüzde 27, hidrolik enerjin payı yüzde 4 ve yenilenebilir ve diğer enerji kaynaklarının payı yüzde 6’dır. (Enerji Bakanlığı, 2013 Yılı Bütçe Sunumu). 2011 yılı itibariyle Türkiye’nin dışa bağımlılığı petrolde yaklaşık %90, doğal gazda ise %98 düzeylerinde bulunmaktadır. Türkiye’nin enerjide ithalat bağımlılık oranı ise %73 seviyesindedir (ETKB, 2010-2014 Stratejik Planı).

2011 yılı itibariyle Türkiye’nin cari işlemler açığı yaklaşık 77 Milyar ABD Doları iken aynı yıl Türkiye’nin enerji ithalatı ise yaklaşık 54 Milyar ABD Doları olarak gerçekleşmiştir. 2011 yılında cari işlemler açığının GSYH’ye oranı %9,9 olarak gerçekleşmiş iken aynı yılda cari işlemler açığının GSYH’ye oranı %2,9 olmuştur. Enerjide dışa bağımlılığın yüksek olması sebebiyle Türkiye’nin cari işlemler açığının önemli bir kısmı enerji ithalatından oluşmakta ve yüksek enerji bağımlılığı cari dengenin kötüleşmesine ve Türkiye’nin hakkındaki risk algılamasının artmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bu sebeple Türkiye’de enerji tüketimi ve GSYH ilişkisinin doğru analizi politika yapıcıları için oldukça önemlidir.

Enerji ekonomisi literatürü incelendiğinde, bu alanda yapılan ilk çalışmaların enerji tüketimi ile GSYH arasındaki nedensellik ilişkisine yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. Bu alanda uygulamalı literatürde yer alan ilk çalışma Kraft ve Kraft (1978) çalışmasıdır. Çalışmada, nedensellik analizi kullanılarak enerji tüketimi GSMH ilişkisi 1947-1974 dönemi için ABD ekonomisi için analiz edilmiş ve GSMH'den enerji tüketime doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunarak, GSMH'nin enerji tüketiminin nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kraft ve Kraft, 1978). Akarca ve Long (1980) ise Kraft ve Kraft (1978) çalışmasının örneklem dönemini 2 yıl kısaltarak aynı yöntemle çalışmayı tekrar etmişler ve enerji tüketimi ile GSMH arasında nedensellik ilişkisi bulmamışlardır (Akarca ve Long, 1980). Literatürde yer alan temel makalelerden bir tanesi de Erol ve Yu (1987) çalışmasıdır. Çalışmada, İngiltere, Fransa, İtalya, Almanya, Kanada ve Japonya için enerji tüketimi ve GSYH arasındaki ilişkisi incelenmiş olup, çalışmanın sonucunda enerji tüketimi ile GSYH arasında, Japonya için iki yönlü nedensellik ilişkisi, Kanada için enerji tüketiminden GSYH'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi, Almanya ve İtalya için GSYH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuş iken Fransa ve İngiltere'de ise enerji tüketimi ve GSYH arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır (Erol ve Yu, 1987).

Söz konusu temel çalışmalardan sonra enerji tüketimi ve GSYH arasında nedensellik ilişkisini değişik ülkeler ve değişik örneklem dönemleri için inceleyen ve değişik ülkeler için değişik sonuçlar bulan çok sayıda çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalardan bazıları Stern (1993 ve 2000), Masih ve Masih (1997), Yang (2000), Soytaş, Sarı ve Özdemir (2001), Ghosh (2002), Soytaş ve Sarı (2004), Altınay ve Karagöl (2004), Shiu ve Lam (2004) ve Jumbe (2004) çalışmalarıdır.

Bunun yanında literatürde söz konusu ilişkiyi enerji tüketimi yerine elektrik tüketimini kullanarak inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalardan bazıları Ghosh (2002), Jumbe (2004), Mozumder ve Marathe (2007), Rufael (2006), Altınay ve Karagöl (2005), Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul (2007) ve Ertuğrul (2011) çalışmalarıdır.

Nedensellik analizi dışında enerji tüketimi ve GSYH ilişkisini inceleyen çalışmalarda eş bütünleşme analizi ve panel veri analizi kullanıldığı görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda enerji tüketiminin

GSYH üzerindeki etkisi incelenen ülkeler için örneklem dönemlerinde ortalama olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları Soytaş ve Sarı (2004), Rufael (2006) ve Altınay ve Karagöl (2004)'ün çalışmalarıdır.

Enerji ekonomisi literatüründe yer alan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, literatürde bir görüş birliği oluşmadığı, GSYH ve ekonomik büyüme ile enerji tüketimi ilişkisini inceleyen çalışmalarda farklı ülkelerde farklı sonuçlar bulunabildiği hatta aynı ülkede farklı dönemlerde bile farklı sonuçlar bulan çalışmaların olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca söz konusu ilişkiyi inceleyen çalışmaların hepsinin statik modeller ve ortalama eğilimler üzerine yoğunlaştığı ve literatürde enerji tüketimi ve GSYH ilişkisini dinamik olarak inceleyen bir çalışmanın olmadığı göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada enerji tüketimi GSYH ilişkisi 1970-2011 dönemleri arasında Türkiye ekonomisi için literatürden farklı olarak dinamik olarak da incelenecek ve Türkiye'de enerji tüketiminin GSYH üzerindeki etkisinin zaman içerisinde nasıl değiştiği ortaya konmaya çalışılacaktır.

Çalışmanın, ikinci bölümde veri ve yöntem anlatılacak, üçüncü bölümde ise çalışmanın bulgularına yer verilecektir. Dördüncü bölüm olan sonuç bölümünde ise genel değerlendirme yapılacak ve sonuçlar özetlenecektir.

II. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Türkiye için enerji tüketimi GSYH ilişkisinin incelendiği bu çalışmada, enerji tüketimi ve reel GSYH serileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan serilerden reel GSYH serisi TÜİK veri tabanından, enerji tüketimi verisi ise Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı veri tabanından elde edilmiştir. Çalışma 1970-2011 dönemini kapsamaktadır. Enerji tüketimi ve GSYH değişkenleri literatürde yer alan çalışmalara paralel olarak ve esneklik değerleriyle çalışılması amacıyla logaritmaları alınarak sırasıyla LE ve LY olarak isimlendirilerek çalışmaya dâhil edilmiştir.

Çalışmada ilk önce kullanılan serilerin durağanlıkları incelenmiş, daha sonra Johansen (1988) yöntemi kullanılarak seriler arasındaki uzun

dönemli eş bütünleşme ilişkisi analiz edilmiştir. Seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunduğundan sonra enerji tüketimi ve GSYH arasındaki dinamik ilişki Kalman Filtresi yöntemiyle analiz edilerek uygulamalı analiz tamamlanmıştır.

Uygulamalı analizde ilk önce kullanılan serilerin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Durağanlık sınaması için uygulamalı literatürde sıklıkla kullanılan birim kök testleri olan Augmented Dickey-Fuller (ADF), Philips Perron (PP), ve Ng-Perron testleri kullanılmıştır.

Serilerin durağanlıkları incelendikten sonra seriler arasında eş bütünleşme ilişkisi incelenmiştir. Johansen metodunda, tüm değişkenlerin dışsal olarak kabul edildikleri VAR modelinden yola çıkarak, değişkenler arasında kaç tane eş bütünleşik vektör olduğu test edilmektedir. Dolayısıyla, Engle-Granger metodunda olduğu gibi, testi tek bir eş bütünleşik vektör beklentisiyle sınırlandırmadan, daha gerçekçi bir sınamaya gerçekleştirilebilecektir. Bu üstünlüğünden dolayı, çalışmada Johansen metodu tercih edilmiştir (Ertuğrul, 2011).

Seriler arasında uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra enerji tüketiminin GSYH üzerindeki zaman içerisindeki dinamik etkisini incelemek amacıyla Kalman filtresi yöntemi kullanılmıştır.

Doğrusal bir uzay durum denklemi gösteriminde gözlem ve durum (geçiş) denklemi olmak üzere iki tür denklem yer almaktadır. (1) ve (2) numaralı denklemler sırasıyla gözlem ve durum denklemlerini göstermektedir.

$$y_t = Z\alpha_t + Dw_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$a_t = Ta_{t-1} + cw_t + v_t \quad (2)$$

(1) ve (2) numaralı denklemlerde a_t ; t zamanında $m \times 1$ boyutlu gözlenemeyen durum vektörünü (bizim çalışmamız için 2×1), T: $m \times m$ boyutlu bilindiği kabul edilen matrisi, C: $m \times k$ boyutlu katsayı matrisini, w_t : t zamanında $k \times 1$ boyutlu dışsal değişkenler vektörünü, ε_t ve v_t ise sıfır ortalamalı Gaussyen dağılımlı vektörleri göstermektedir. y_t : t zamanında $N \times 1$ boyutlu gözlem vektörünü, Z: $N \times m$ boyutlu y_t vektörü ile durum vektörünü ilişkilendiren matrisi, D: $N \times k$ boyutlu katsayı matrisini ifade etmektedir. Ayrıca, m ve k sırasıyla durum değişkenlerinin ve bağımsız

değişkenlerin sayısını ifade etmektedir. (2) numaralı denklemde, a_t durum vektörü gözlenememektedir. a_t durum vektörü doğrudan gözlenememekle birlikte, a_t 'nin zamanla nasıl değiştiğinin bilindiği kabulü ile geçiş denkleminin, gözlenemeyen durum değişkenlerinin birinci derece Markov süreciyle elde edildiği varsayılmaktadır (Harvey, 1990; Mangır ve Ertuğrul, 2012).

III. BULGULAR

3.1. Durağanlık Analizi

Enerji tüketimi ve reel GSYH serilerinin durağanlıklarını incelemek için uygulamalı literatürde sıklıkla kullanılan ADF, PP ve Ng-Perron testleri kullanılmaktadır. Aşağıda Tablo 1'de LY ve LE serileri için durağanlık testlerinin sonuçları yer almaktadır.

Tablo 1'e göre;

- ADF ve PP testleri için temel hipotez serinin birim kök içermesi şeklinde kurulmaktadır. LY ve LE serileri için düzey halde hesaplanan değerler tablo kritik değerlerden hem ADF hem de PP testine göre mutlak değer olarak küçük, birinci farklarda ise hesaplanan değerler tablo kritik değerlerden mutlak değer olarak büyük bulunmuştur. Yani her iki seri için de düzey halde birim kök temel hipotezi reddedilememekte, serilerin birinci farkları alındıktan sonra birim kök temel hipotezi reddedilebilmektedir. ADF ve PP testlerine göre seriler birinci farkları alındıktan sonra durağan yani I(1) bulunmuştur.

Tablo 1.Durağanlık Testleri Sonuçları

ADF Testi Sonuçları				
LY	-3.214	Δ LY	-6.232*	
LE	-3.136	Δ LE	-5.659*	
LY ve LE serileri için ADF kritik değerleri %1=-4.199 %5=-3.524		Δ LY ve Δ LE serileri için ADF kritik değerleri %1=-3.606 %5=-2.937		
PP Testi Sonuçları				
LY	-3.366	Δ LY	-6.283*	
LE	-3.191	Δ LE	-5.640*	
LY ve LE serileri için PP kritik değerleri %1=-4.199 %5=-3.524		Δ LY ve Δ LE serileri için PP kritik değerleri %1=-3.606 %5=-2.937		
Ng-Perron Testi Sonuçları				
	MZ_a	MZ_t	MSB	MPT
LY	-12.278	-2.476	0.202	7.428
LE	-7.429	-1.860	0.250	12.396
Δ LY	-21.853	-3.283	0.150	1.198
Δ LE	-23.517	-3.428	0.146	1.044
LY ve LE serileri için Ng-Perron kritik değerleri; %1 anlamlılık düzeyinde MZ_a , MZ_t , MSB, MPT için sırasıyla; -23.80, -3.42, 0.14 ve 4.03; %5 anlamlılık düzeyinde ise -17.30, -2.91, 0.17 ve 5.48'dir.				
Δ LY ve Δ LE serileri için Ng-Perron kritik değerleri; %1 anlamlılık düzeyinde MZ_a , MZ_t , MSB, MPT için sırasıyla; -13.80, -2.58, 0.17 ve 1.78; %5 anlamlılık düzeyinde ise -8.10, -1.98, 0.23 ve 3.17'dir				
* %1 anlamlılık düzeyi;				

- Ng-Perron(2001) testinde; MZ_a ve MZ_t testlerinde temel hipotez seride birim kök olması, MSB ve MPT testlerinde ise temel hipotez serinin durağan olması biçimde kurulmaktadır (Gür ve Ertuğrul, 2012). LY ve LE serileri için; düzey halde MZ_a ve MZ_t testlerine göre hesaplanan değer tablo kritik değerlerden mutlak değer olarak küçük, MSB ve MPT testlerine göre ise hesaplanan değerler tablo kritik değerlerden büyük bulunmuştur. Yani seriler düzey halde her 4 teste göre de durağan bulunamamıştır. Birinci farklarda ise MZ_a ve MZ_t testlerine göre hesaplanan değer tablo kritik değerlerden mutlak değer olarak büyük, MSB ve MPT testlerine göre ise hesaplanan değerler tablo kritik değerlerden küçük bulunmuştur. Yani her 4 test için de seriler birinci farkları alındıktan sonra durağan yani I(1) olarak bulunmuştur.

Özetlersek, LY ve LE serilerinin kullanılan tüm durağanlık testlerine göre birinci farkları alındıktan sonra durağan hale geldikleri yani serilerin birinci mertebeden durağan oldukları yani I(1) bulunmuştur.

3.2 Eş-bütünleşme Analizi

Durağanlık analizinden sonra her iki seride I(1) olarak buldukları için Johansen yöntemi kullanılarak seriler arasındaki uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisi literatüre uygun şekilde statik olarak analiz edilmiştir. Johansen eş bütünleşme testinin sonuçları aşağıda Tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. Johansen Eş Bütünleşme Test Sonuçları

Eş Bütünleşme Rankı	Trace İstatistiği		Max İstatistiği	
		Kritik Değer (%5)		Kritik Değer (%5)
r=0	22.33*	15.49	22.27*	14.26
r≤1	0.06	3.84	0.06	3.84

Normalize edilmiş eş bütünleşme denklemi: LY=0.14+0.98 LE

* %5 anlamlılık düzeyi

Trace istatistiği için temel hipotez r=0 yani eş bütünleşik vektör olmadığı şeklinde alternatif hipotez ise r≤1 yani en az 1 tane eş bütünleşik vektör olması biçiminde kurulmaktadır (Ertuğrul, 2011). Tablo 2’den görülebileceği gibi, ilk aşamada hesaplanan değer, tablo kritik değerden %5 anlamlılık düzeyinde büyük olduğu için eş bütünleşik vektör olmaması biçiminde kurulan temel hipotez reddedilmektedir. İkinci aşamada ise temel hipotez r≤1 (en az 1 eş bütünleşik vektör) şeklinde kurulurken alternatif hipotez r≤2 (en az iki eş bütünleşik vektör) şeklinde kurulmaktadır. Hesaplanan değer kritik değerden küçük olduğu için temel hipotez reddedilememiş, yani Trace testine göre bir tane eş bütünleşik vektör bulunmuştur.

Maksimum Eigen istatistiği için temel hipotez r=0 yani eş bütünleşik vektör olmadığı şeklinde alternatif hipotez ise r=1 yani bir tane eş bütünleşik vektör olduğu biçiminde kurulmaktadır (Ertuğrul, 2011). Tablo 2’den görülebileceği gibi ilk aşamada hesaplanan değer, tablo kritik değerden %5 anlamlılık düzeyinde büyük olduğu için temel hipotez

reddedilmektedir. İkinci aşamada ise temel hipotez $r=1$ şeklinde kurulurken alternatif hipotez $r=2$ şeklinde kurulmaktadır. Hesaplanan değer tablo kritik değerden küçük olduğu için temel hipotez reddedilememiş, yani Maksimum Eigen istatistiğine göre de bir tane eş bütünleşik vektör bulunmuştur. Özetlersek, gerek Trace gerekse Maksimum Eigen istatistikleri tek bir eş bütünleşik vektör olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Johansen eş bütünleşme analizi sonucunda enerji tüketimi ve GSYH arasında uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Model logaritmik olarak kurulduğu için katsayılar esneklik değerlerini vermektedir. Normalize edilmiş eş bütünleşme denkleminde GSYH'nin enerji tüketimi esnekliği 0,98 olarak bulunmuştur. Bunun anlamı enerji tüketiminde %1'lik bir artışın GSYH'da %0,98 oranında artışa yol açmasıdır.

4.3. Türkiye'de Enerji Tüketimi GSYH İlişkisinin Dinamik Analizi: Kalman Filtresi Yaklaşımı

Enerji tüketimi ve reel GSYH değişkenleri arasındaki uzun dönemde statik eş bütünleşme ilişkisi bulunduğundan sonra değişkenler arasındaki zaman içerisindeki dinamik ilişkiyi incelemek için yinelemeli tahmin (recursive estimation) algoritmalarının kullanıldığı uzay durum modeli (state space) olan Kalman filtresi yöntemi kullanılmıştır (Mangır ve Ertuğrul, 2012). Kalman filtresi tekniği dinamik bir sistemde, verilen gözlemleri kullanarak gözlenemeyen değişkenleri en az hata ile tahmin eden indirgemeli bir tahmin algoritmasıdır (Yaşar, 2008).

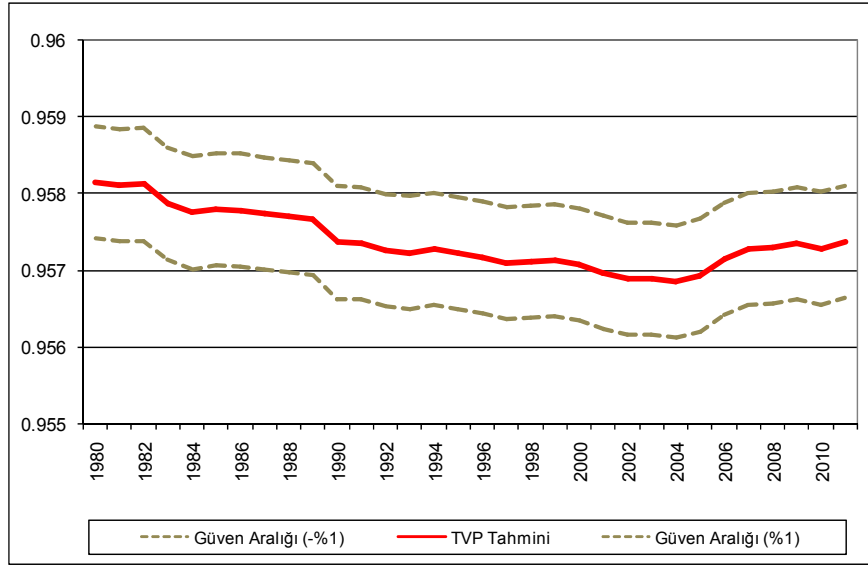
Seriler arasında uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisi bulunduğu için tahmin edilen statik eş bütünleşme denklemi, Kalman Filtresi yöntemiyle dinamik olarak tahmin edilerek uygulamalı çalışma tamamlanmıştır. Çalışmada reel GSYH, enerji tüketimiyle açıklanmış olup kullanılan Kalman Filtresi spesifikasyonu aşağıda (3) ve (4) numaralı denklemlerde gösterilmiştir.

$$LY_t = a_0 + a_{1,t}LE_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$a_{i,t} = a_{i,t-1} + v_{i,t} \quad (4)$$

(3) numaralı eşitlikte yer alan $a_{1,t}$ katsayısı, enerji tüketimindeki %1 değişimin GSYH üzerinde yol açacağı yüzdelik değişimi gösteren, GSYH'nin enerji tüketimi esnekliğini ifade etmektedir. Enerji tüketimi ile GSYH arasındaki dinamik ilişkinin analiz edilmesi için tahmin edilen zamana göre değişen parametre sonuçları ($a_{1,t}$ katsayıları) aşağıda Grafik 1'de sunulmaktadır.

Grafik 1. Zaman Değişkenli Parametre (TVP) Sonuçları: Kalman Filtresi Tahminleri



Grafik 1'de incelendiğinde; GSYH'nin enerji tüketimi esnekliğinin eş bütünleşme modelinde bulunan katsayıya yakın 0,96 civarında bulunduğu, katsayının 1980-2003 döneminde bir azalma eğiliminde olduğu ve 2003 yılından itibaren ise artış eğilimine girdiği görülmektedir. Ayrıca, 2001 yılındaki ekonomik kriz döneminde söz konusu azalma eğiliminin daha da belirginleştiği göze çarpmaktadır.

Türkiye ekonomisinde özellikle 2003 yılından itibaren sanayide bir dönüşüm gerçekleşmiştir. Bu dönüşüm çerçevesinde düşük katma değerli ve geleneksel sektörler olan tekstil, hazır giyim gibi sektörlerin yerini ağır metal, otomotiv, kimya gibi yüksek katma değerli ve enerji tüketiminin daha yoğun olduğu sektörler almaya başlamıştır (Ertuğrul, 2011). Kalman

filtresi modelinin bulguları Türkiye ekonomisinin 2003 sonrası sanayide gerçekleştirdiği dönüşümle uyumlu sonuçlar vermiştir.

Grafikte ayrıca 2003 yılı sonrasındaki artış eğiliminin 2009 yılında kesildiği ve 2010 yılında tekrar devam ettiği göze çarpmaktadır. 2009 yılı küresel finansal kriz dönemine denk gelmektedir ve 2010 yılı krizin Türkiye ekonomisi üzerindeki etkisi azaldığı ve büyümenin hızlanmaya başladığı dönemdir.

IV. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bir üretim faktörü olarak da değerlendirilebilen enerjinin GSYH üzerindeki etkisi özellikle Türkiye gibi enerji tüketiminde dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerde incelenmesi özellikle politika yapıcıları için önem arz eden bir konudur. Ayrıca Türkiye'nin cari işlemler açığının önemli bir kısmının enerji ithalatından oluştuğu ve yüksek enerji bağımlılığı cari dengenin kötüleşmesine ve Türkiye'nin hakkındaki risk algılamasının artmasına büyük katkı sağladığı düşünüldüğünde konunun önemi daha da artmaktadır.

Uygulamalı literatürde enerji tüketimi büyüme ilişkisini analiz eden çok sayıda çalışma yer almasına karşılık söz konusu çalışmalarda genelde statik modeller kullanıldığı ve ortalama eğilimler üzerine yoğunlaşıldığı ve literatürde enerji tüketimi ve GSYH ilişkisini dinamik olarak inceleyen bir çalışmanın olmadığı göze çarpmaktadır.

1970-2011 dönemini kapsayan bu çalışmada literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak enerji tüketimi GSYH ilişkisi Kalman Filtresi yöntemi kullanılarak dinamik olarak incelenmiş ve Türkiye'de enerji tüketiminin GSYH üzerindeki etkisinin zaman içerisinde nasıl değiştiği ortaya konmaya çalışılmıştır.

Uygulamalı analizde önce GSYH ve enerji tüketimi değişkenlerinin durağanlık özellikleri literatürde sıklıkla kullanılan ADF, PP ve Ng-Perron testleriyle incelenmiş olup, incelenen seriler bütün testlere göre I(1) bulunmuştur.

Durağanlık analizinden sonra enerji tüketimi ve GSYH serileri arasındaki eş-bütünleşme ilişkisi analiz edilmiştir. Eş bütünleşme analizi için seriler aynı mertebeden durağan oldukları için Johansen yöntemi

kullanılmış ve enerji tüketimi ve GSYH arasında uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Eş bütünleşme denkleminde göre, GSYH'nin enerji tüketimi esnekliği 0,98 olarak bulunmuştur. Bunun anlamı enerji tüketiminde %1'lik bir artışın örneklem döneminde ortalama olarak GSYH'de %0,98 oranında artışa yol açmasıdır.

Son olarak, Türkiye'de enerji tüketimi GSYH ilişkisi dinamik olarak zamana göre değişen parametre yöntemi (TVP) olan Kalman Filtresi yöntemiyle incelenerek uygulamalı çalışma tamamlanmıştır.

Kalman modeli sonuçlarına göre, GSYH'nin enerji tüketimi esnekliğinin eş bütünleşme modelinde bulunan katsayıya yakın 0,96 civarında bulunduğu, söz konusu katsayının 1980-2003 döneminde genel olarak bir azalma eğiliminde olduğu ve 2003 yılından itibaren ise artmaya başladığı görülmektedir. Ayrıca, 2001 yılındaki ekonomik kriz döneminde azalma eğiliminin daha da belirginleştiği göze çarpmaktadır.

Bu bulgular, Türkiye ekonomisinin özellikle 2003 yılından itibaren sanayide gösterdiği dönüşümle uyumludur. Söz konusu dönüşüm kapsamında 2003 yılı sonrasında düşük katma değerli ve geleneksel sektörler olan tekstil, hazır giyim gibi sektörlerden ağır metal, otomotiv, kimya gibi yüksek katma değerli ve enerji tüketiminin daha yoğun olduğu sektörlerle doğru bir kayma başlamıştır. Sanayideki dönüşüm eğilimine paralel bir şekilde 2003 yılı sonrasında GSYH'nin enerji tüketimi esnekliğinde bir artış olduğu yani enerji tüketiminde %1'lik bir artışın GSYH üzerinde daha fazla bir yüzdelik artışa yol açtığı görülmektedir.

Sonuç olarak söz konusu esneklik değerinin önümüzdeki dönemlerde artış eğilimini devam ettirmesi halinde, GSYH artışı için enerji tüketiminin öneminin artacağı görülmektedir. Bu durumda Türkiye'nin enerjide yüksek dışa bağımlılığı da düşünüldüğünde enerji arz güvenliği sorunu politika yapıcılar için önemli bir husus olarak ön plana çıkmaktadır. Sanayide enerji tüketimi yoğun katma değeri yüksek olan sektörlerle doğru dönüşümün devamlılığının sağlanabilmesi için enerji ihtiyacının kesintisiz ve zamanında karşılanması gerekmektedir. Bu sebeple enerji dengesi içerisinde yerli kaynakların payının mümkün olduğunca arttırılması ve ithal kaynaklarda ise mümkün olduğu kadar ithalatçı ülke çeşitliliğine gidilmesi enerji arz güvenliği için son derece önemlidir.

Kaynakça

Akarca, T. A. ve Long T. V. (1980) “On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination”, **The Journal of Energy and Development**, Cilt:5, ss.326-331.

Altınay, G. ve Karagöl, E. (2004).“Structural Break, Unit Root, and The Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey”, **Energy Economics**, Cilt:26, ss.985-994.

Altınay, G. Ve Karagöl E. (2005).“Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey”, **Energy Economics**, Cilt:27, ss.849-856.

Dickey, D. ve Fuller, W. (1979) “Distribution Of The Estimators For Autoregressive Time Series With A Unit Root”,**Journal Of American Statistical Association**, Cilt:74, ss.427-431.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2013 Yılı Bütçe Sunumu, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/2013_Genel_Kurul_Konusmasi.pdf

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2010-2014 Stratejik Planı, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Plan.pdf

Engle, R. ve Granger, C. W.J. (1987).“Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation, and Testing, **Econometrica**, Cilt:55, ss.251-276.

Erol, U., Yu ve E.S.H. (1987) “On the Relationship Between Energy and Income for Industrialized Countries”, **Journal of Energy and Employment**, Cilt:13, ss.113-122.

Ertuğrul, H.M. (2011). “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz”, **Enerji, Piyasa ve Düzenleme**, Cilt:2, ss. 49-73.

Ghosh, S. (2002).“Electricity Consumption and Economic Growth in India”, **Energy Policy**, Cilt:30, ss.125-129.

Gür, T.H. ve Ertuğrul, H.M. (2012). “Döviz kuru volatilitesi modelleri: Türkiye uygulaması”, **İktisat İşletme ve Finans**, Cilt:27, Sayı:310, ss. 53-77.

Harvey AC (1990), **Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter**. CambridgeUniversity Press, Cambridge.

Johansen, S. (1988). “Statistical Analysis of Cointegrating Vectors”, **Journal of Economic Dynamics and Control**, Cilt:12, ss.231-254.

Jumbe, C. B. L. (2004).“Cointegration and Causality Between Electricity Consumption and GDP: Empricial Evidence From Malawi”, **Energy Economics** , Cilt:26, ss.61-68.

Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, M.H. (2007) “Türkiye’de Ekonomik Büyüme İle Elektrik Tüketimi İlişkisi:Sınır Testi Yaklaşımı”, **Doğuş Üniversitesi Dergisi**, Cilt: 8, Sayı:1, ss. 72-80.

Kraft, J. ve Kraft, A. (1978) “On the relationship between energy and GNP”, **Journal of Energy and Development**, Cilt: 3, ss. 401-403.

Mangır, F. ve Ertuğrul, H.M. (2012). “Sermaye hareketliliği, tasarruf ve yatırım ilişkisi:Türkiye örneği”,<http://ideas.repec.org/s/iif/iifjrn.html>, **İktisat İşletme ve Finans**, Cilt: 27, Sayı: 317, ss. 61-87.

Masih,A.M.M. ve Masih R. (1997). “ On the Temporal Causal RelationshipBetween Energy Consumption, Real Income and Prices: Some Evidence FromAsian-Energy Dependent NICs Based on A Multivariate Cointegration/Vector Error Correction Approach”, **Journal of Policy Modelling**, Cilt:9, ss. 417-440.

Mozumder, P. ve Marathe A. (2007).“Causality Relationship Between Electricity Consumption and GDP in Bangladesh”, **Energy Policy**, Cilt:35, Sayı:1, ss.395-402.

Ng, S., ve Peron P. (2001). “Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power”,*Econometrica*, Cilt:69, Sayı:6,ss.1519–1554.

Phillips, P.C.B., Perron, P. (1988). “Testing for a unit root in time seriesregression” **Biomètrika**, Cilt: 75, Sayı:2, ss.336-346.

Rufael, Y. W. (2006).“Electricity Consumption and Economic Growth : A Time Series Experience For 17 African Countries”, **Energy Policy**, Cilt:34, Sayı:10, ss.1106-1114.

Sarı, R. ve Soytaş, U. (2004).“Disaggregate Energy Consumption, Employment and Income in Turkey”, **Energy Economics**, Cilt:26, ss.335-344.

Shiu,A. ve LamP.L. (2004). “Electricity Consumption and Economic Growthin China”, **Energy Policy**, Cilt:32, ss .47-54.

Soytaş, U., Sarı,R. ve Özdemir,Ö. (2001). “Energy Consumption and GNP Relation in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis”, **Global Business and Technology Association**, ss.838-844.

Stern, D. (1993).“Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach”, **Energy Economics**, Cilt:15, ss.137-150.

Stern, D. (2000).“Multivariate Cointegration Analysis of The Role of Energy in The USA Macroeconomy”, **Energy Economics**, Cilt:22 , ss.267–283.

Yang, H.Y. (2000). “A Note on The Causal Relationship Between Energy and GDP in Taiwan”, **Energy Economics**, Cilt:22, ss. 309-317.

Yaşar, P. (2008). **Alternatif Hasıla Açığı Tahmin Yöntemleri ve Philips Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Çalışma**, Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.