

Türkiye'de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi*

Savaş ERDOĞAN**
Süleyman GÜRBÜZ***

ÖZET

Günümüzde, enerji sosyal ve ekonomik gelişmenin en temel girdilerinden birisi haline gelmiştir. Kömür, doğalgaz petrol vb. enerji kaynaklarının sınırlı olduğu gerçeği göz önünde bulundurulursa, enerji kaynaklarının verimli kullanılması gerekliliği yadsınmaz. Ülkelerin enerji kullanımı ile alakalı geleceği göz ardı etmeyen, sağlıklı ve kararlı politikalar üretmesi gerekmektedir. Büyük ölçekli sanayi tesislerinin üretim yapabilmesi için enerji vazgeçilmez bir üretim faktörü durumundadır. Büyümeye sağladığı katkı, enerjinin bir gelişmişlik ölçütü olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu yüzden gelişmiş ülkeler enerji üretim ve tüketimine büyük önem vermektedir. Artan bu öneminden dolayı enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki birçok çalışmaya konu olmuştur. Türkiye gibi enerji üretimi, enerji tüketimini karşılayamayan ülkeler için ise durum çok daha stratejik politikaların gerekli olduğunu göstermektedir. Enerji kaynaklarının yüksek fiyatlardan arz edildiği ülkemizde, petrol, doğalgaz ve elektrik gibi büyük öneme sahip girdiler üzerine getirilen vergilerin, üretici maliyetleri üzerine etkilerinin detaylı bir biçimde ele alınması gerekmektedir. Nitekim enerji maliyetlerinin çok arttığı bir ortamda, rekabet gücünün kaybedilmesi yerli sermayenin ve yerli malların dışlanmasını beraberinde getirerek ulusal gelirin düşmesi ile sonuçlanacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de 1970-2009 dönemleri arasında yıllık verilerle, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmalı modeller aracılığı ile incelemektir. Çalışmada kullanılan verilerden Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, Gayri Safi Sermaye oluşumu ve ihracat verileri Dünya Bankası'nın web sitesinden, Toplam Enerji Tüketimi verileri ise Dünya Enerji Konseyi'nin web sitesinden alınmıştır. Bunun için öncelikli olarak Zivot-Andrews (Z-A) yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmış olup, serilerin birinci farkında I(1) durağan oldukları tespit edilmiştir. Z-A birim kök testinden sonra Gregory-Hansen eşbütünleşme analizi yapılmış, seriler arasında uzun dönemde eşbütünleşme bulunmuştur. Bulunan bu eşbütünleşme seriler arasında en az bir nedensellik ilişkisinin olabileceğini göstermiştir. Granger nedensellik analizi sonucunda, Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla'dan sermayeye, enerji tüketiminden sermayeye, ihracattan Reel Gayri Safi yurt İçi Hasıla'ya, ihracattan enerji tüketimine ve yine ihracattan sermayeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuş olup, buna karşın enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla, Yapısal Kırılma, Birim Kök, Eşbütünleşme, Nedensellik
Çalışmanın Türü: Derleme

Relationship Between Energy Consumption And Economic Growth In Turkey: Time Series Analysis With Structural Break

ABSTRACT

Recently, energy has become one of the most basic inputs of social and economic development. Considering that the energy resources like coal, natural gas and fuel (ect) are limited resources, it is hard to ignore the necessity of using them efficiently. All the countries need to produce healthy and determined energy policies which are not ignoring the future of energy usage. Energy is an indispensable product factor for the large scale industrial facilities and so developed and developing countries attribute a great importance to production and consumption processes of energy. Owing to this contribution on economic growth, energy has accepted as a development criteria. Because of the increasing importance of energy, the relationship in between energy consumption and economic growth has been examined by many researches. The situation is much harder for the countries which are not able to produce their own needs, like Turkey. They should to develop more strategic approaches to the energy issue. Turkey has one of the highest fuel prices on earth. By means of the taxes have been put on the prices. In such a country it is considered necessary to examine the effects of these taxes which have been put on the inputs like, electricity of natural gas on

* Bu makale Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat A.B.D. da kabul edilen "Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Ampirik Bir Uygulama" isimli Yüksek Lisans tezinden derlenmiştir.

** Yrd. Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi

*** Arş. Gör., Bozok Üniversitesi

manufacturing industries. Manufacturers in a country of high energy costs, might become incomponent in global markets, so that they limit their efforts with their domestic markets and thus, they might be diminishing their production dramatically.

The aim of this study is, to examine the relationship in between energy consumption and economic growth in the time period of 1970-2009 with annual data, trough 'Structural Break Models'. The data of Real Gross Domestic Product, Gross domestic Capital Formation and Exports were taken from website of World Bank, the data of total energy consumption were taken from website of World Energy Council. For this purpose, at first Zivot-Andrews Structural Break Unit Root Test has been conducted and it is determined that the series are stationary in the first difference I(1). Then as the second step, Gregory-Hansen Structural Break Co-integration Analysis has been conducted and a long term co-integration has been found between the series. This co-integration has shown that at least one causality relationship could be found between the series. Next, Granger Causality Analysis has been conducted and several one sided causality relationships has been found, from RGDP to capital, from energy consumption to capital, from export to RGDP, from export to energy consumption and from export to capital. However, no causality relationship can be found in between energy consumption and economic growth.

Keywords: Energy Consumption, GDP, Structural Break, Unit Root, Co-integration, Causality

Type of Study: Compilation

1. GİRİŞ

İnsanlar yüzyıllar boyunca daha az güç kullanarak daha fazla üretim yapmanın yollarını aramışlardır. İnsan gücüne dayalı üretim yöntemlerinde üretim miktarı, kişilerin becerisi ve gücü ile sınırlı kalmaktadır. Nüfus arttıkça üretim miktarının artırılması için yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesine uğraşmıştır. Buhar makinesinin icadı ile doğal enerji kaynakları kullanılarak üretim yapılabileceği anlaşılmıştır.

Son yıllarda teknolojinin önemli ölçüde ilerlemesi ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç da artmıştır. Özellikle büyük ölçekli yatırımlar için enerji tüketimi vazgeçilmez bir girdi durumuna gelmiştir. Büyümeye sağladığı bu katkı, enerjinin bir gelişmişlik ölçütü olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Enerji kaynaklarına sahip olmak, sadece üretim konusunda değil politik açıdan da stratejik bir üstünlük kazanmaya olanak tanımaktadır. Ülkeler arasındaki ilişkilerin şekillenmesine sebebiyet verecek kadar önemli bir güce sahip olan enerji, zaman zaman siyasi kırılmaları da beraberinde getirmektedir.

Enerji ekonominin hem arz hem talep kısmı için önemli bir yere sahiptir. 1970'lerdeki enerji krizleri ve özellikle petrol fiyatlarındaki artışlar nedeniyle, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesi olumsuz bir şekilde etkilenmiştir. 1970'lerin sonlarından itibaren enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki yoğun bir şekilde incelenmiştir. Ancak bu çalışmalar, söz konusu iki değişken arasındaki ilişkinin yönü konusunda halen tam bir görüş birliğine varılmadığını göstermektedir (Altınay ve Karagöl, 2004: 986).

Kömür, doğalgaz petrol vb. enerji kaynaklarının sınırlı olduğu gerçeği göz önünde bulundurulursa, enerji kaynaklarının verimli kullanılması gerekliliği yadsınamaz. Ülkelerin enerji kullanımı ile ilgili geleceği göz ardı etmeyen, sağlıklı ve kararlı politikalar üretmesi bir zorunluluk olarak görünmektedir. Türkiye gibi enerji üretimi, enerji tüketimini karşılayamayan ülkeler için ise durum çok daha stratejik politikaların gerekli olduğunu göstermektedir. Söz konusu enerji kaynaklarının yüksek fiyatlardan arz edildiği ülkemizde, petrol, doğalgaz ve elektrik gibi büyük öneme sahip girdiler üzerine getirilen vergilerin, üretici maliyetleri üzerine etkilerinin detaylı bir biçimde ele alınması gerekir.

Bu çalışmada enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Türkiye için 1970-2009 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak analiz edilmektedir. Çalışmanın birinci bölümünde literatür taraması yapıldıktan sonra ikinci bölümde veri ve metodoloji hakkında bilgi verilerek uygulama sonuçları aktarılmaktadır.

1.1. Literatür

Dünya'da enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen öncü çalışma Kraft ve Kraft'a aittir. Kraft ve Kraft (1978), ABD'de 1947-1974 döneminde GSYİH ve enerji tüketimi ilişkisini Sims metodolojisi aracılığıyla incelemiş, GSYİH'dan enerji tüketimine doğru işleyen bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmanın ardından enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi çok popüler bir inceleme alanı konumuna gelmiştir.

Hamilton(1983)'da 1948-1972 yılları arasında ABD'de enerji fiyatları ve büyüme için Granger nedensellik testi uygulamış, sonuç olarak enerji fiyatlarından ekonomik büyüme doğru bir nedensellik bulmuştur. Stern (2000) 1948-1994 dönemleri arasında enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme olduğu sonucuna ulaşmıştır. Narayan ve Smyth(2008) 1972-2002 yılları arasında G7 ülkeleri için yaptığı eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizi sonucunda, sermaye birikimi, enerji tüketimi ve reel GSYİH arasında eşbütünleşme olduğu ve uzun dönemde sermaye birikimi ve enerji tüketiminin

ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonuçlarına ulaşmıştır. Yu ve Choi (1985), 1954-1976 yılları arasında Güney Kore ve Filipinler için yaptıkları nedensellik analizinde, bu ülkelerden Güney Kore’de büyümeden enerji tüketimine ve Filipinlerde ise enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Akarca ve Long(1980) 1973-1978 yılları arasında ABD’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında Granger nedensellik testi uygulamıştır. Bu testin sonuçlarına göre iki değişken arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Yu ve Hwang(1984) 1947-1979 dönemleri arasında ABD ekonomisi üzerine Sims tekniği kullanarak nedensellik analizi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin yanı sıra enerji ve istihdam ilişkisi de incelenmiş olup, enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında hiçbir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Aynı şekilde Yu ve Jin(1992) ABD ekonomisi üzerine yaptıkları çalışmada enerji ve büyüme arasında hiçbir nedensellik ilişkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

Türkiye için yapılan çalışmalar da azımsanmayacak sayıya ulaşmıştır. Yapılan bu çalışmalar arasında mutlak bir mütabakat bulunmamaktadır. Sarı, Soytaş ve Özdemir (2001), 1960-1995 dönemi verileriyle Johansen eşbütünleşme testi kullanarak Türkiye’ye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda enerji tüketimi ile büyüme arasında uzun dönemli ilişki olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca elektrik tüketiminden büyümeye doğru tek taraflı nedensellik ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Kaplan, Öztürk ve Kalyoncu(2011) 1971-2006 yılları arasında Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini VEC modeli ve nedensellik testleri aracılığı ile incelemiş, bu iki değişken arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmiştir.

Altınay ve Karagöl (2005) Türkiye’de elektrik tüketimi ile büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen çalışmaları sonucunda, elektrik tüketiminden büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuşlardır.

Karagöl, Erbaykal ve Ertuğrul(2007) 1974-2004 dönemi için Türkiye’de ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi ilişkisini incelenmiştir. Ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi serileri farklı derecelerden durağan oldukları için aralarındaki ilişki Sınır Testi yaklaşımı ile araştırılmıştır. Bu analizde, seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiş ve kısa dönemde değişkenler arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkarken uzun dönemde bu ilişki negatif çıkmıştır. Aynı değişkenler üzerine Ağır ve Kar(2010) yatay kesit analizi uygulaması yapmış, elektrik tüketiminin hem gelir hem de katma değer seviyesine pozitif katkı yaptığı sonucuna varmışlardır. Şengül ve Tuncer (2006), 1960-2000 dönemi verilerini kullanarak Türkiye’de ticari enerji kullanımı, reel enerji fiyatları endeksi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkilerini, incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda ise ticari enerji kullanımından GSYİH’ye doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi, reel enerji fiyatları endeksi ve GSYİH arasında iki yönlü ve reel enerji fiyatları endeksinden ticari enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır.

Yalta (2011) 1950-2006 yılları arasında Türkiye’de enerji tüketimi ve büyüme üzerine yaptığı çalışmada eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Ek olarak istihdam değişkeni de eklenmiştir. Sonuç olarak, enerji tüketimi ve GSYİH arasında bir ilişki bulunamamıştır. Altınay ve Karagöl(2004), 1950-2000 yılları arasında Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisini yapısal kırılmalı birim kök ve eşbütünleşme testleri ve Granger nedensellik testinin Hsiao versiyonu ile aramış ama çıkan sonuçlar bu iki değişken arasında herhangi bir nedensellik olmadığını ortaya koymuştur.

2. Data ve Metodoloji

2.1. Ekonometrik Model ve Veri Seti

Bu çalışmada Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki test edilmiştir. Çalışmanın veri seti, 1970-2009 dönemine ilişkin Reel Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla (RGSYİH), Toplam Enerji Tüketimi (ENR), Reel İhracat (EXP) ve Gayri Safi Sermaye Oluşumu (CAP) değişkenlerinden oluşmaktadır. Türkiye ekonomisine ait söz konusu zaman serileri, Dünya Bankası ile Dünya Enerji Konseyi veritabanlarından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler, aralarındaki ölçüm farklılıklarının en aza indirgenmesi amacıyla logaritması alınarak kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, yapısal kırılmanın olduğu bir süreçte, seriler arasında eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisinin olup olmadığını incelemektir. Bu amacı gerçekleştirmek için, Gregory-Hansen yapısal kırılmalı

eşbütünleşme analizi kullanılmıştır. Gregory-Hansen modelini kullanabilmek için tüm serilerin aynı dereceden I(1) durağan olması gerekmektedir. Bu durumu tespit edebilmek için yine yapısal kırılmalı bir birim kök testi olan Zivot-Andrews yöntemi ile serilerin birinci farkında I(1) durağan olup olmadıkları incelenmiştir. Tüm bu sürecin sonunda seriler arasında nedensellik olup olmadığı, eğer nedensellik varsa bunun yönünün ne olduğu Granger nedensellik testi ile incelenmiştir.

2.1.1. Zivot Andrews Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi

Zivot Andrews (1992) testinde ortaya çıkan sorun, birim kök hipotezi altında kırılma olmadığını varsaymaları ve kritik değerleri buna göre türetmeleridir. Bundan dolayı alternatif hipotezi yapısal kırılmalar vardır şeklinde olacaktır. H_0 'ın red edilmesi kırılma olmaksızın birim kök hipotezinin reddedilmesi anlamına gelecektir. ZA birim kök testi aşağıdaki modellerle incelenir; (Zivot ve Andrews, 1992: 254)

$$Y_t = \mu + \beta_t + \delta y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (\text{Model A})$$

$$Y_t = \mu + \beta_t + \delta y_{t-1} + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (\text{Model B})$$

$$Y_t = \mu + \beta_t + \delta y_{t-1} + \theta_2 DT(\lambda) + \theta_1 DU(\lambda) + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + e_t \quad (\text{Model C})$$

Burada; Model A düzeyde, Model B eğimde, Model C ise hem eğimde hem de düzeyde meydana gelen yapısal kırılmayı içermektedir. $t = 1, 2, \dots, T$ zamanı, T_B kırılma zamanı olmak üzere, $\lambda = T_B / T$ ($\lambda \in (0.15, 0.85)$) nispi kırılma yansımasını göstermektedir. Model sisteminde yer alan DU ortalamadaki, DT ise trenddeki kırılmayı ifade eden kukla değişkenlerdir.

DU , $t > T_B$ iken 1, diğer durumlarda 0 değerini alır. Yine benzer şekilde DT , $t > T_B$ iken $t - T_B$, diğer durumlarda da 0 değerini almaktadır.

Kırılma noktasının tahmini için En Küçük Kareler yöntemiyle $(T-2)$ sayıda regresyon kurulur ve y_{t-1} değişkeninin katsayısı olan δ için en küçük t istatistiğini veren modelde bulunan, dolayısıyla birim kök temel hipotezini kabul etmeye ihtimali en düşük olan tarih kırılma noktası olarak seçilir (Glynn vd., 2007: 68).

"Zivot-Andrews yaklaşımında kırılma zamanının herhangi bir noktada olduğu varsayılmaktadır. Burada λ 'nın değeri $2/T$ 'den $(T-1)/T$ 'ye kadar değişebilmektedir. Diğer bir anlamda genel olarak 0.001 ile 0.999 değerleri aralığında minimum t istatistiğini bulmak için $T-2$ adet regresyon modeli tahmin edilmesi gerekir." (Sevüktekin ve Nargeleçkenler, 2007:430)

Tablo 1. Δ LRGSYIH Z-A Birim Kök Testi Sonuçları

	Kırılma Yılı	t İstatistiği	%1 c.v	%5 c.v	%10 c.v
Model A*	1977	-5,738972(0)	-5,34	-4,93	-4,58
Model B**	1979	-5,601179(0)	-4,80	-4,42	-4,11
Model C***	1981	-5,900140(0)	-5,57	-5,08	-4,82

Not: Parantez içerisinde verilen değer, seçilen gecikme sayısını ifade etmektedir.

*Düzeyde kırılmanın yer aldığı model

**Trendde kırılmanın yer aldığı model

***Hem düzeyde hem de trendde kırılmanın yer aldığı model

Serinin birinci farkı alındığında t istatistiği değerleri tüm anlamlılık düzeylerinin kritik değerlerinden daha düşük olmaktadır. Bu koşulda, düzeyde, trendde ve hem düzeyde hem trendde kırılmanın olduğu durumda birim kök vardır H_0 hipotezi reddedilir. Yani seri farkında durağan I(1)'dir.

Tablo 2. ΔLENR Z-A Birim Kök Testi Sonuçları

	Kırılma Yılı	t İstatistiği	%1 c.v	%5 c.v	%10 c.v
Model A*	1978	-5,677367(0)	-5,34	-4,93	-4,58
Model B**	1979	-5,636055(0)	-4,80	-4,42	-4,11
Model C***	1982	-6,044038(0)	-5,57	-5,08	-4,82

Not: Parantez içerisinde verilen değer, seçilen gecikme sayısını ifade etmektedir.

* Düzeyde kırılmanın yer aldığı model

**Trendde kırılmanın yer aldığı model

***Hem düzeyde hem de trendde kırılmanın yer aldığı model

Toplam enerji tüketimi serisinin birinci farkı alınarak yapılan Z-A birim kök testi sonuçlarına göre elde edilen t istatistiği değerleri tüm anlamlılık düzeylerindeki kritik değerlerden daha küçüktür. Düzeyde, trendde ve hem düzeyde hem de trendde kırılma altında birim kök vardır şeklindeki Ho hipotezi reddedilir.

Tablo 3. ΔLEXP Z-A Birim Kök Testi Sonuçları

	Kırılma Yılı	t İstatistiği	%1 c.v	%5 c.v	%10 c.v
Model A*	1981	-8,321185(0)	-5,34	-4,93	-4,58
Model B**	1983	-7,076302(0)	-4,80	-4,42	-4,11
Model C***	1981	-8,440917(0)	-5,57	-5,08	-4,82

Not: Parantez içerisinde verilen değer, seçilen gecikme sayısını ifade etmektedir.

*Düzeyde kırılmanın yer aldığı model

**Trendde kırılmanın yer aldığı model

***Hem düzeyde hem de trendde kırılmanın yer aldığı model

Toplam ihracat verilerinin birinci farkını alarak yapılan Z-A birim kök testi sonuçlarına bakıldığında, elde edilen t istatistiği değerleri, tüm anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerden daha küçük çıkmıştır. Düzeyde, trendde ve hem düzeyde hem de trendde kırılma altında birim kök vardır Ho hipotezi reddedilir. Seri I(1) de durağandır.

Tablo 4. ΔLCAP Z-A Birim Kök Testi Sonuçları

	Kırılma Yılı	t İstatistiği	%1 c.v	%5 c.v	%10 c.v
Model A*	2002	-7,355371(0)	-5,34	-4,93	-4,58
Model B**	1979	-7,244074(0)	-4,80	-4,42	-4,11
Model C***	1985	-7,639425(0)	-5,57	-5,08	-4,82

Not: Parantez içerisinde verilen değer, seçilen gecikme sayısını ifade etmektedir.

*Düzeyde kırılmanın yer aldığı model

**Trendde kırılmanın yer aldığı model

***Hem düzeyde hem de trendde kırılmanın yer aldığı model

Sermaye serisinin birinci farkını alarak yapılan Z-A birim kök testinden elde edilen t istatistikleri tüm anlamlılık düzeylerindeki kritik değerlerden daha küçüktür. Dolayısı ile düzeyde, trendde ve hem düzeyde hem de trendde kırılma altında birim kök vardır Ho hipotezi reddedilir. Seri I(1)'dir.

2.1.2. Gregory-Hansen Eşbütünleşme Analizi

Gregory-Hansen alternatif hipoteze karşı, kırılmanın eşbütünleşmede olabileceğine dayalı alternatif bir hipotez geliştirmişlerdir. Bu eşbütünleşme analizinde üç alternatif model vardır. Bunlar, sabitte kırılma, trendli sabitte kırılma ve rejim değişimidir. Bu analizinde yapısal kırılma zamanının içsel olarak belirlendiği varsayılmaktadır. (Gregory ve Hansen, 1996: 555)

Sabitte Kırılma

$$Y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{t\tau} + \alpha^T y_2 t + \epsilon_t \quad t=1,2,3,\dots,n \quad (2.2)$$

Bu modelde μ_1 kırılmadan önceki sabiti, μ_2 ise kırılmadan sonra sabitte meydana gelen değişmeyi göstermektedir. t 0 ile 1 arasında yer alan kırılmanın zamanlamasını gösteren bir katsayıdır. α^T açıklayıcı değişkenlere ait katsayı vektörünü göstermektedir. $\varphi_{t\tau}$ kukla değişkendir. Kukla değişken şu şekilde tanımlanabilir;

$$\varphi_{t\tau} = \begin{cases} 0, & t \leq [n\tau] \\ 1, & t > [n\tau] \end{cases}$$

Sabit ve Trendde Kırılma

$$Y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{t\tau} + \beta t + \alpha^T y_2 t + \epsilon_t \quad t=1,2,3,\dots,n \quad (2.3)$$

Bu modelin sabitte kırılmanın olduğu modelden tek farkı trendi de ele almış olmasıdır. βt trendi temsil etmektedir ve bu modelde trendde de kırılma incelenmektedir.

Rejim Değişimi

$$Y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{t\tau} + \alpha_1^T y_{2t} + \alpha_2^T y_{2t} \varphi_{t\tau} + \epsilon_t \quad t=1,2,3,\dots,n \quad (2.4)$$

Bu modelde de α_1 rejim değişiminden önceki eşbütünleşme vektörünü, α_2 rejim değişiminden sonra eşbütünleşme vektöründe meydana gelen değişmeyi göstermektedir.

Modelde bilinmeyen τ parametresi yapısal kırılma noktasını göstermektedir. Önce yapısal kırılma noktasını bulmak için her bir τ değeri yukarıdaki modeller kullanılarak EKK aracılığı ile tahmin edilir ve hata terimleri elde edilir. Hesaplanan τ test istatistiği değerlerinin minimum olduğu nokta kırılma noktası olarak belirlenir. Elde edilen bu test istatistiği Gregory-Hansen kritik değerlerinden mutlak değerce büyük ise, eşbütünleşme yoktur şeklindeki sıfır hipotezi reddedilir.

Tablo 5. G-H Eşbütünleşme Analizi Sonuçları

	Kırılma Yılı	t İstatistiği	%1	%5	%10
C*	2002	-5,315950(1)	-5,77	-5,28	-5,02
C/T**	1976	-6,388646(1)	-6,05	-5,57	-5,33
C/S***	1997	-5,019614(2)	-6,51	-6,00	-5,75

Not: Parantez içerisindeki değerler gecikme sayısını ifade etmektedir

*Sabitte kırılma

**Trendde kırılma

***Rejim değişimi

Analizde sabitte kırılma modelinin t istatistik değeri %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden mutlak değerce daha büyük olduğu için yapısal kırılma altında eşbütünleşmenin olmadığı hipotezi reddedilir. Yani uzun dönemde seriler eşbütünleşiktir.

Trendde kırılmanın olduğu C/T modelinde de t istatistik değeri %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyindeki kritik değerlerden mutlak değerce büyük olduğu için seriler arasında eşbütünleşmenin olmadığını ileri süren H_0 hipotezini reddedilir. Trendde kırılma altında da seriler eşbütünleşiktir.

Rejim değişim modelinin t istatistik değerine bakıldığında ise diğer iki modelin tersi bir durum karşımıza çıkıyor. t istatistiği değeri hiçbir anlamlılık düzeyinin kritik değerinden mutlak değerce büyük değildir. Bu durumda eşbütünleşme yoktur hipotezini reddedemeyiz. Rejim değişimi altında seriler eşbütünleşik değildir.

2.1.3. Granger Nedensellik Analizi

Granger nedensellik analizi, Y'nin tahmini, X'in geçmiş değerleri kullanıldığında, geçmiş değerler kullanılmadığından daha başarılı ise X, Y'nin Granger nedenselliğidir şeklinde tanımlanabilir. Bu ilişkiyi $X \Rightarrow Y$ şeklinde gösterilir. (Gökçe, 2002: 45)

X_t ve Y_t gibi iki değişken arasındaki doğrusal Granger nedenselliği test etmek için aşağıdaki gibi bir VAR (Vector Autoregressive) modeli tahmin edilmektedir.

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \alpha_{2i} X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (2.5)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} X_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (2.6)$$

Burada, Δ fark işlemcisi, p gecikme uzunluğunu, α ve β tahmin edilecek parametreleri ve ε_t beyaz gürültü sürecine sahip hata terimlerini göstermektedir. Eşitlik (2.5)'de “ X_t değişkeninden Y_t 'ye doğru Granger nedensellik yoktur” sıfır hipotezi $H_0 : \alpha_{2i} = 0$ biçiminde tanımlanır ve buna Wald (F-testi) testi uygulanır. Eğer sıfır hipotezi reddedilirse, yani gecikmeli parametrelerden en az biri sıfırdan farklıysa, X_t değişkeninden Y_t 'ye doğru Granger nedensellik olduğu sonucuna ulaşılır.

Granger(1987)'a göre, nedensellik testinde VAR modelinin serilerin ilk farkında düzenlenmesi gerekir. Eşbütünleşme bulunmasına rağmen, sistem değişkenler arasında eşbütünleşme özelliklerini temsil etmediği için sonuç yanıltıcı olabilir. Bu eksikliği gidermek için aşağıdaki şekilde bir vektör hata düzeltme modeli tahmin etmek gerekiyor.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \alpha_{2i} \Delta X_{t-i} + \phi_1 ECT_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (2.7)$$

$$\Delta X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \beta_{2i} \Delta X_{t-i} + \phi_2 ECT_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (2.8)$$

Bu denklemde ECT, uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin hata terimini temsil etmektedir. Bu yüzden ECT_{t-1} hata düzeltme terimidir. Kısa dönemde X'ten Y'ye nedensellik olmadığını Wald (F-test) testi kullanılarak incelenir. Bu 2.7. denklemde $H_0: \alpha_{2i}=0$ şeklinde ifade edilir. Aynı şekilde, 2.8. denklemde X'ten Y'ye nedensellik olmadığı yönünde sıfır hipotezi $H_0 : \beta_{1i} = 0$ şeklinde test edilebilir.

Tablo 6. Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Ho		F istatistiği	Prob.
LENR	→ LRGSYİH	0,21773	0,8055
LRGSYİH	→ LENER	1,35991	0,2707
LCAP	→ LRGSYİH	2,25647	0,1206
LRGSYİH	→ LCAP	3,97518	0,0284
LEXP	→ LRGSYİH	4,05229	0,0267
LRGSYİH	→ LEXP	0,15194	0,8596
LCAP	→ LENER	1,57055	0,2231
LENER	→ LCAP	3,42641	0,0445
LEXP	→ LENER	7,04742	0,0028
LENER	→ LEXP	0,67706	0,5150
LEXP	→ LCAP	3,50811	0,0416
LCAP	→ LEXP	0,22920	0,7964

Toplam enerji tüketiminden reel gayrisafı yurtiçi hasılaya doğru veya reel gayrisafı yurtiçi hasıladan toplam enerji tüketimine doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

SONUÇ

Modern üretim teknikleri açısından enerji, neredeyse emek ve sermaye gibi faktörlerle aynı düzeyde önem arz etmektedir. Emek gücü ile belirli bir düzeye kadar sınırlanan üretim, enerjinin kullanılmaya başlaması ile birlikte çok daha fazla çıktı elde edilmesi yoluyla artırılmıştır. Bu çalışmayla birlikte enerjinin üretim üzerindeki etkisi araştırılmış ve sonuçlar ortaya koyulmuştur.

Enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisi, eşbütünleşme analizi ve nedensellik testi ile ele alınmıştır. Uygulamada önce Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testi ile serilerin durağan olup olmadığı, durağansa düzeyde mi yoksa farkında mı durağan olduğu araştırılmıştır. Birim kök testi sonucunda serilerin birinci farklarında I(1) durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi yapılmış, serilerin sabitte ve trendde kırılma altında eşbütünleşik olduğu ortaya çıkmıştır. Bu eşbütünleşme analizi seriler arasında en az bir tane nedensellik ilişkisinin olabileceği sonucunu vermiştir. Granger nedensellik analizi sonuçları, toplam enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında doğrudan bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Yine bu çalışmaya göre, reel GSYİH'dan sermayeye, ihracattan reel GSYİH'ya, toplam enerji tüketiminden sermayeye, ihracattan hem enerjiye hem de sermayeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

KAYNAKÇA

- AĞIR, Hüseyin, Kar, Muhsin (2010). Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzey İlişkisi: Yatay kesit Analizi, *Sosyo Ekonomi Dergisi*, Özel Sayı, 150 -175
- AKARCA, A.T. ve Long, T.V.(1980), On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination, *Journal of Energy and Development*, 5, 326-331
- ALTINAY Galip ve Erdal KARAGÖL(2004), Structural Break, Unit Root, and the Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey, *Energy Economics*, 26, 985-994.
- ALTINAY, Galip ve Erdal KARAGÖL(2005), Electricity consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey, *Energy Economics*, 27, 854-855
- ERSOY, A.Yağmur(2010). Ekonomik Büyüme Bağlamında Enerji Tüketimi, *Akademik bakış Dergisi*, 20, 1-11
- GLYNN, John, PERERA, Nelson ve VERMA, Reetu(2007). *Unit Root Tests and Structural Breaks: A Survey With Applications* (<http://ro.uow.edu.au/commpapers/455/>), Erişim tarihi:19.10.2012)
- GÖKÇE, Cem (2007), *Ekonomik Büyüme Sürecinde Enerjinin Değişen Rolü; Türkiye Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon
- GRANGER, C.W.J, ve Newbold P.(1974). Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*, 2, 111-120
- GREGORY, Allan W. ve Hansen Bruce E.(1996). Test for Cointegration in Models with Regime and Trend Shifts, *Oxford Bulletin of Economics and Statics*, 58, 99-126
- HAMILTON, James D.(1983). Oil and the Macroeconomy since World War II, *The Journal of Political Economy*, 91, 228-248. July 1992, Vol. 10, No. 3
- KAPLAN Muhittin, Öztürk İlhan, Kalyoncu Hüseyin(2011), Energy Consumption and Economic Growth in Turkey:Cointegration and Causality Analysis, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 14,31-41
- KARAGÖL, Erdal, Baykal Erman, Ertuğrul H. Murat(2007), Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8, 72-80
- KRAFT, John, KRAFT, Arthur (1978), "On the Relationship Between Energy and GNP", *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403
- NARAYAN, Paresh Kumar ve SMYTH, Russel (2008), Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks, *Energy Economics*, 30, 2331-2341.
- SARI, Ramazan, SOYTAS, U, ve ÖZDEMİR, Ö. (2001), Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis, *Economies and Business in Transition*:

Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings, *Global Business and Tecnology*, s:838-844

SEVÜKTEKİN, Mustafa ve NARGELEÇEKENLER, Mehmet (2007) Ekonometrik Zaman Serileri Analizi, Nobel Yayın Dağıtım, Geliştirilmiş 2. Baskı, Ankara.

STERN, David(2000), A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy, *Energy Economics*, 22, 267-283.

ŞENGÜL, S. ve Tuncer İ. (2006) Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960- 2000, *İktisat, İşletme ve Finans*, 21,s: 69-80.

YALTA A.Talha(2011). Analyzing Energy Consumption and GDP Nexus Using Maximum Entropy Bootstrap: The Case of Turkey, *Energy Economics*, 33, 453-460.

Yu, E.S.H. ve Choi, J.Y. (1985) The Causal Relationship Between Energy and GNP: An International Comparison, *Journal Energy Development*, 10, 249- 272.

YU, Eden S. H. ve Dennis B. K. HWANG(1984), The Relationship Between Energy and GNP, *Energy Economics*, 6, 186-190

YU, Eden S. H. ve Jang C. JIN(1992). Cointegration Tests of Energy Consumption, Income and Employment, *Resources and Energy*, 14, 259-266.

ZIVOT, E. ve Donald W. K. Andrews (1992), Further Evidence on the Great Crash, The Oil- Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis, *Journal of Business and Economic Statistics*, July 1992, Vol. 10, No. 3.

DEKTMK (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi), (2008), 2008 Enerji Raporu, (http://www.dektmk.org.tr/upresimler/2008_enerji_raporu.pdf, Erişim Tarihi: 10.02.2012)

IEA (2011). EnergyStatics Manual. [iea.org/stats/docs/statistics_manual.pdf](http://www.iea.org/stats/docs/statistics_manual.pdf), Erişim Tarihi: 25.08.2011)

<http://databank.worldbank.org/> Erişim Tarihi: 20.07.2011