

## **OECD ÜLKELERİNDE EKONOMİK BÜYÜME ODAKLI ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMETRİK MODELİ**

**Dr. Ahmet Yağmur Ersoy<sup>1</sup>**

### **Özet**

Çalışmamızda amaç ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin ampirik olarak ortaya konulmasıdır. Çalışmamızda 1987-2007 döneminde OECD ülkeleri için birincil enerji tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla arasında eşbütünleşme ilişkisi aranmıştır. Söz konusu ekonometrik çalışma için panel veri seti kullanılmış, panel birim kök ve panel eşbütünleşme (koentegrasyon) testleri uygulanmıştır. Söz konusu sınama sonucunda birincil enerji tüketimi ile gayri safi yurtiçi hasıla değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşik oldukları sonucuna varılmıştır. Söz konusu ekonometrik sonuçlar ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında teorik olarak var olduğu kabul edilen ilişkiyi doğrular niteliktedir.

**Anahtar kelimeler:** Ekonomik büyüme, Enerji tüketimi, Eşbütünleşme

### **Abstract**

Aim of this study is the determination of the relationship between economic growth and energy consumption in OECD countries between 1987 and 2007, employing the variables as primary energy consumption and gross domestic product. Econometric techniques and panel data set, panel unit root test and panel cointegration test have applied. Long term cointegration between primary energy consumption and gross domestic product has been investigated and has reached the conclusion that there exist a relation between the two variables as the economic theory has stated.

**Keywords:** Economic growth, Energy consumption, Cointegration

---

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi Ferizli Meslek Yüksekokulu, [aversoy@sakarya.edu.tr](mailto:aversoy@sakarya.edu.tr)

## **1. Giriş**

Enerji ekonomik büyümenin önemli girdilerinden birisidir. Büyüme sektörün nihai ürünlerinin çıktısındaki artış miktarı olarak kabul edildiğine göre gerek sanayi gerekse hizmet ve tarım sektörlerinde enerji olmaksızın üretim gerçekleştirilmesi beklenemez. Ayrıca imalat süreci, bu süreç içerisinde elde edilen mamullerin ekonomik sistem içerisinde nakliyesini de gerektirmektedir ki günümüzde enerji kullanımı olmadan ulaşım neredeyse imkansızdır.

Sermaye ve enerji arasında kısa dönemde daha çok karşılıklı ikame edilebilirlik söz konusuyken uzun dönemde bu iki faktör arasında daha çok tamamlayıcılık söz konusu olur. Ayrıca, bu faktörler arasında büyük bir ikame ilişkisinin yanında net bir tamamlayıcılık ilişkisi vardır. Fakat bu ilişkiler endüstriyeldir ve metaller ve fosil yakıtlar gibi kısa sürede önemli oranda yenilenemeyen kaynaklar için geçerlidir. Neoklasik büyüme teorisine göre önemli olan enerji ve diğer üretim faktörleri arasındaki ikame olanakları gibi konular yerini enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, enerji kalitesinin toplam produktivitedeki etkisi veya teknolojiye ilerlemelerin enerji verimliliğine olan etkisi gibi konulara bırakmıştır.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki konusunda literatürde birbirine zıt iki görüş vardır. Bir bakış açısına göre, enerji kullanımı ekonomik büyümeyi kısıtlayıcı bir faktördür. Diğer bakış açısına göre ise, enerji tüketimi ekonomik büyümeye karşı nötrdür. Literatürde “tarafsızlık hipotezi” olarak bilinen bu yaklaşıma göre, enerji maliyeti, GSYİH’nın çıktısı önemli derecede etkileyemeyecek kadar küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca, enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki muhtemel etkileri ülke ekonomisinin yapısına ve ekonomik kalkınma seviyesine bağlıdır. Ekonomi büyüdükçe, üretim yapısı sanayi üretiminden, enerji yoğun olmayan hizmet üretimine doğru değişim göstermektedir (Mehrara, 2007).

Kullanılan metodolojiye göre literatürde; “enerji kullanımı ve ekonomik büyüme ilişkisi” çalışmaları dört döneme ayrılabilir. İlk dönem çalışmaları söz konusu veri serilerini sabit kabul eden geleneksel VAR (Sims, 1972) ve Granger nedensellik testlerini temel almışlardır (Kraft ve Kraft, 1978; Yu ve Wang, 1984; Erol ve Yu, 1987; Abosedra ve Baghestani, 1989). İkinci ve üçüncü dönemler söz konusu değişkenlerin sabit olmadığı ve bu sebeple ilişkinin araştırılmasında uygun aracın koentegrasyon olduğunun anlaşıldığı dönemlerdir. İkinci dönem çalışmaları Granger’in iki aşamalı prosedürünü temel alarak Granger nedenselliği testi için, ilişkileri koentegre etme amacıyla, veri çiftlerini test etme ve tahmini hata düzeltme modellerinin uygulandığı çalışmalardır (Nachane ve diğerleri, 1988; Glasure ve Lee, 1997; Cheng ve Lai, 1997).

Üçüncü dönemde (Johansen, 1991); koentegre ilişkilerdeki kısıtlayıcıların test edildiği ve kısa dönemli durumların incelendiği sistemlerin tahmin edilebilmesini kolaylaştıran çok değişkenli tahmin araçları istihdam edilmiştir. Ayrıca, çok değişkenli yaklaşım koentegrasyon ilişkisinde ikiden fazla değişkene izin vermektedir (Masih ve Masih, 1996, 1997, 1998; Yang 2000a,b; Stern, 2000; Asafu-Adjaye, 2000). Dördüncü dönem çalışmalarında zaman serileri yaklaşımına kıyasla daha sağlam test imkanı sağlayan panel koentegrasyon ve panel tabanlı hata düzeltme modelleri istihdam edilmiştir (Lee, 2005; Al-Iriani, 2006).

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi göstermek için uygulanan nedensellik testi sonuçları; tek yönlü nedensellik, karşılıklı nedensellik ve tarafsızlık olmak üzere farklılık göstermektedir. Aynı ülke için aynı zaman dilimini kapsayacak şekilde uygulanan nedensellik testleri bile metod farklılıklarına bağlı olarak (iki değişkenli veya çok değişkenli ya da uygulanan daha farklı nedensellik teknikleri) çeşitlilik göstermektedirler. Uygulanan analiz sonucunda enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşırsa bununla ilgili genel kanı enerji tüketiminin sınırlandırılmasının (enerji tasarrufu tedbirleri v.b.) ekonomik büyümeyi engelleyeceği yönündedir. Ekonomik büyümeden enerjiye doğru tek yönlü bir ilişki söz konusu ise, enerji tasarrufu tedbirleri ekonomik büyüme riske atılmaksızın uygulanabilecektir. Analiz sonucunda enerji ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir

nedensellik ilişkisi söz konusuysa bu enerji ve ekonomik büyümenin karşılıklı bağımlılığına delalet eder. Bu nedenle, böyle bir tahmin modelinde her iki değişken de içsel olarak düşünülmelidir. Eğer, söz konusu değişkenler yani enerji ve ekonomik büyüme arasında tarafsızlık söz konusuysa, diğer bir deyişle değişkenler arasında nedensellik ilişkisi yoksa, ekonomik büyüme enerji tüketiminden bağımsızdır ve ekonomik büyüme de enerji tüketimine etki etmeyecektir. Ayrıca enerji tasarrufu politikaları ekonomik büyümeye zarar vermeyecektir (Zachariadis, 2007).

Granger nedensellik testi uygulanan çalışmaların çoğunda, bir enerji verisi ve bir de ekonomik veriden (gelir, ekonomik aktivite, istihdam gibi) oluşan iki değişkenli modeller kullanılmıştır. Bunun yanında; talep fonksiyonunu temel alan enerji, gelir ve fiyatları içeren bazı üç değişkenli modeller de uygulanmıştır. İki değişkenli modellerin gözden kaçırılmaması gereken çok önemli bir avantajı; yeterli verinin olmadığı, fiyatlar veya üretim faktörleri için güvenilir zaman serilerinin zor elde edildiği ülkeler için dahi uygulanabilir olmasıdır. Bununla birlikte, iki değişkenli bir modelde üretim faktörlerinin GSYİH hasıla üzerindeki münferit etkileri diğer faktörlerin etkilerini engelleyebileceği için enerjide GSYİH'ya doğru nedenselliğe ulaşmak mümkün olmayabilir. Bu nedenle, enerji – ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamada iki değişkenli modeller yetersiz kalabilir. Üretim faktörlerinin birbirleri üzerindeki etkileri çok değişkenli modellerde daha iyi görülebilir ve enerjiden GSYİH'ya doğru nedenselliğe ulaşılabilir.

Eski nedensellik testi çalışmalarına bakıldığında, bu çalışmalarda genellikle standart Granger ya da Sims metodu gibi tekniklerin kullanılmış olduğu görülür; fakat bu tür testlerde kullanılan verilerin sabit olmaması yanıltıcı nedensellik sonuçları verebilmektedir. Bu sebeple yapılan nedensellik çalışmalarının çoğunda verilerin sabit özelliklerini incelemek amacıyla birim kök testleri kullanılmış, koentegrasyon analizi yapılmış, genellikle Johansen prosedürü takip edilmiş ve veriler arasındaki nedenselliğin hem uzun hem de kısa dönemli kaynaklarını kavramak üzere bir vektör hata düzeltme (VEC) modeli formüle edilmiştir.

Prensip itibari ile değişkenler arasında istikrarlı bir yapısal ilişki olması, örnek büyüklüğünün yeterli olması ve değişkenlerin zaman serisi özelliklerin uygun bir şekilde hesaplanması şartıyla, nedensellik testi metodu seçimi sonuçları etkilememelidir. Buna rağmen; örnek sayısı 25 – 30 olan araştırmalarda asimptotik olarak eşit olan metotlar mutlaka benzer özellikler göstermemektedirler. Bu bağlamda, Peseran ve Shin (1999) küçük küçük örneklerde ARDL modelinin koentegrasyon metotlarına göre daha kesin olduğunu göstermişlerdir (Zachariadis, 2007).

Enerji – ekonomi etkileşimini izah etmek için muhtelif değişkenler kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan değişkenler; enerji tüketimi (birincil ya da nihai) ve reel GSYİH'dır; fakat verinin elde edilebilirliğine bağlı olarak farklı spesifik enerji formları da (sınai, evsel ve ulaştırma amaçlı enerji tüketimi ya da kömür, petrol ve elektrik tüketimi) tetkik edilmiştir. Reel GSYİH'nın dışında, kişi başına GSYİH, endüstriyel çıktı veya istihdam gibi ekonomik değişkenler de kullanılmıştır.

Nedensellik testlerinin anlamlı sonuçlar verebilmesi açısından, uygun enerji ve ekonomi değişkenlerinin seçilmesi çok önemlidir. Bu açıdan bakıldığında, birçok nedensellik testinde değişkenlerin aynı olmadığı görülecektir. Örneğin testlerde bazen; toplam enerji tüketimi ve kişi başına GSYİH incelenirken, bazen de toplam enerji tüketimi ile endüstriyel çıktı veya toplam endüstriyel çıktı ile toplam GSYİH ya da kömür tüketimi ile kişi başına GSYİH arasındaki ilişki incelenmektedir. Enerji ve ekonomi değişkenleri, ekonomik aktivitenin farklı sahalarını kapsadığı yada farklı birimlerle ifade edildiği için, bunların sonuçlarından önemli politik çıkarımlar yapıp yapılamayacağı tartışmalıdır.

## **2. Literatür**

Enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında bir ilişkinin olup olmadığı, eğer varsa yönünün ne olduğu çok sayıda ekonometrik çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalarda genel olarak enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasında nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışmalarda söz konusu nedenselliğin yönü kimi zaman

enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru, kimi zaman ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru, kimi zaman da enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir nedensellik olarak ortaya çıkmaktadır.

Gerçekleştirilen en önemli çalışmalardan biri referans olma özelliği bakımından Kraft ve Kraft (1978)' ın gerçekleştirdikleri çalışmadır. Bu çalışmayla yazarlar Sims yöntemiyle A.B.D. için GSMH'dan toplam enerji tüketimine doğru nedensellik bulmuşlardır. Nachane ve diğerleri (1988), en az gelişmiş 11 ülke ve gelişmiş 5 ülke için 1950 – 1985 döneminde Granger, Sims ve koentegrasyon metotlarıyla toplam enerji tüketimi ve GSYİH arasında nedensellik testi yapmışlar ve hem toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru (Kolombiya ve Venezüella hariç) hem de GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru (Kolombiya ve Venezüella hariç) nedensellik ilişkisine ulaşmışlardır.

Stern (1993), Granger metoduna göre yaptığı çok değişkenli nedensellik testinde, 1947 – 1990 yılları arasında, A.B.D. için toplam enerji tüketimi, GSYİH, sermaye ve işgücü arasında nedensellik ilişkisi aramış ve toplam enerji tüketiminden GSMH'ya doğru nedenselliğe ulaşmıştır. Bakırtaş ve diğerleri (2000), 1962 – 1996 yılları arasında Türkiye'deki elektrik talebi ile gelir arasındaki uzun dönemli ilişkiyi koentegrasyon ve hata düzeltme modellerini kullanarak incelemişler ayrıca, tek değişkenli ARMA yöntemini kullanarak elektrik tüketimini modellemişler ve 1997 – 2010 yılları için tahminde bulunmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre elektrik tüketimi ile gelir arasında koentegrasyon olduğu, yani uzun vadede bu iki değişkenin aynı yörüngeyi izlediği bulunmuştur. Hata düzeltme tanımlaması kullanılarak uzun ve kısa vadedeki gelir esneklikleri belirlenmiştir. Yine çalışma sonuçları göstermektedir ki, elektrik tüketiminin gelir esnekliği oldukça yüksektir ve ilerideki elektrik tüketimi bu yüksek seviyelerde devam edecektir.

Yakın dönemde gerçekleştirilen bazı önemli çalışmalar ise şunlardır. Altınay ve Karagöl (2004), 1950 – 2000 yılları arasında Türkiye için Hsiao yöntemiyle gerçekleştirdikleri iki değişkenli Granger nedensellik testiyle toplam enerji tüketimi ve GSYİH arasında nedensellik ilişkisi aramışlar fakat bu değişkenler arasında herhangi bir nedenselliğe

ulaşamamışlardır. Ghali ve El-Sakka (2004), Kanada için 1961 – 1997 yıllarını kapsayan dönemde koentegrasyon ve ECM (Hata Düzeltme Modeli) metotlarıyla çok değişkenli olarak; toplam enerji tüketimi, GSYİH, sermaye ve işgücü arasında nedensellik ilişkisi aramışlar ve hem toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya hem de GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisine ulaşmışlardır.

Jumbe (2004), Malavi Cumhuriyeti için 1970 – 1999 yılları arasında Granger, 1970 – 1999 yılları arasında da koentegrasyon ve ECM metotlarıyla; elektrik tüketimi, GSYİH, tarımsal GSYİH ve tarım dışı GSYİH arasında nedensellik ilişkisi araştırmıştır. Araştırma sonucunda, Granger yöntemiyle yapılan testte hem elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru hem de GSYİH'dan elektrik tüketimine ve tarım dışı GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru nedenselliğe ulaşılrken, koentegrasyon ve ECM metotlarıyla gerçekleştirilen testte; GSYİH'dan elektrik tüketimine ve tarım dışı GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru nedenselliğe ulaşılmıştır. Morimoto ve Hope (2004), 1960 – 1998 dönemi için Sri Lanka'da gerçekleştirdikleri Granger nedensellik testinde; elektrik üretiminden GSYİH'ya doğru nedenselliğe ulaşmışlardır.

Oh ve Lee (2004a), Kore için 1970 – 1999 yılları arası dönemde koentegrasyon ve ECM metotlarıyla çok değişkenli olarak; toplam enerji tüketimi, GSYİH, sermaye ve işgücü arasında nedensellik ilişkisi araştırmışlar, çalışmanın sonucunda; hem toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya hem de GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisine ulaşmışlardır. Oh ve Lee (2004b), Kore için bu kez 1981'in 1. ayından 2000'in 4. ayına kadar olan dönemi kapsayacak şekilde yine çok değişkenli olarak koentegrasyon ve ECM metotlarıyla gerçekleştirdiği nedensellik testinde; enerji tüketimi, GSYİH, sermaye ve işgücü arasında nedensellik ilişkisi araştırmışlar, bu çalışmanın sonucunda ise GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru nedenselliğe ulaşmışlardır.

Paul ve Bhattacharya (2004), Hindistan için gerçekleştirdikleri nedensellik testinde 1950 – 1996 yılları arası dönemi; standart Granger, Engle-Granger ve Johansen koentegrasyon yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda; standart Granger testiyle toplam enerji tüketiminden GSYİH doğru (kısa dönem), Engle-Granger testiyle

GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru (uzun dönem) ve Johansen koentegrasyon testiyle hem toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru hem de GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru nedenselliğe ulaşımlardır.

Wolde-Rufael (2004), 1952 – 1999 dönemi için Toda – Yamamoto yöntemiyle gerçekleştirdiği Granger nedensellik testinde, Şanghay için iki değişkenli olarak enerji tüketimi (ayrı ayrı olarak; kömür tüketimi, elektrik tüketimi, kok kömürü tüketimi, petrol tüketimi ve toplam enerji tüketimi) ve reel GSYİH arasında nedensellik ilişkisi aramıştır. Araştırma sonucunda; kömür tüketiminden GSYİH'ya doğru, kok kömürü tüketiminden GSYİH'ya doğru, elektrik tüketiminden GSYİH tüketimine doğru ve toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru nedenselliğe ulaşmıştır. Shiu ve Lam (2004), 1971 – 2000 yılları arasında koentegrasyon ve ECM metotlarıyla Çin'in elektrik tüketimi ve GSYİH'sı arasında nedensellik ilişkisi aramışlar ve elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru nedenselliğe ulaşmışlardır.

Altınay ve Karagöl (2005), 1950 – 2000 yılları arası dönemde, Türkiye için Dolado – Lütkepohl ve Granger metotlarına göre nedensellik test etmişler ve elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru nedensellik ilişkisi elde etmişlerdir. Lee (2005), 1975 – 2001 arası dönemde gelişmekte olan 18 ülke (Güney Kore, Singapur, Macaristan, Arjantin, Şili, Kolombiya, Meksika, Peru, Venezüella, Endonezya, Malezya, Filipinler, Tayland, Hindistan, Pakistan, Sri Lanka, Gana ve Kenya) için panel koentegrasyon ve ECM metoduna göre gerçekleştirdiği nedensellik testinde toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru nedenselliğe ulaşmıştır.

Wolde-Rufael (2005), Toda – Yamamoto yöntemiyle 1971 – 2001 döneminde 19 Afrika ülkesi için gerçekleştirdiği iki değişkenli Granger nedensellik, testinde elektrik tüketimi ile GSYİH arasında nedensellik ilişkisi aramıştır. Çalışmanın sonucunda; Cezayir, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Mısır, Gana ve Fildişi Sahili için GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru, Kamerun, Fas ve Nijerya için toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru, Gabon ve Zambiya için hem toplam enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru hem de GSYİH'dan toplam enerji tüketimine doğru nedenselliğe ulaşmıştır.



Benin, Kongo Cumhuriyeti, Kenya, Senegal, Güney Afrika, Sudan, Togo, Tunus ve Zimbabwe için ise herhangi bir nedensellik ilişkisi bulamamıştır.

Yoo (2005), 1970 – 2002 yılları arasında Kore için koentegrasyon ve ECM metotlarına göre gerçekleştirdiği nedensellik testi sonucunda Kore için hem elektrik tüketiminden GSYİH'ya doğru hem de GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru nedensellik ilişkisine ulaşmıştır. Jobert ve Karanfil (2007), 1960 – 2003 yılları arasındaki dönemde, Granger nedensellik ve koentegrasyon testlerini uygulayarak, Türkiye için reel GSMH ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini test etmişler ve söz konusu değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi bulamamışlardır.

Chontanawat ve diğerleri (2008) OECD ülkesi ve 78 OECD dışı ülke için enerjiden GSYİH'ya doğru nedensellik olup olmadığını “Granger Nedenselliği” ile test etmişlerdir. Çalışma 3 aşamada ele alınmış; 1. Aşamada E (nihai enerji tüketimi) ile Y (reel GSYİH) arasında entegrasyon ilişkisi test edilmiş ve 30 OECD ülkesinin 28'inde (%93), 78 OECD dışı ülkenin 60'ında (%77) entegrasyon ilişkisi bulunmuştur. 2. Aşamada koentegrasyon ilişkisi test edilmiş ve sadece 4 OECD ülkesinde (%13) ve sadece 8 OECD dışı ülkede (%10) koentegrasyon ilişkisi bulunmuştur. 3. Aşamada E – Y nedenselliği test edilmiş, 30 OECD ülkesinin 21'inde (%70) ve 78 OECD dışı ülkenin 36'sında E'nin Y'ye neden olduğu sonucu elde edilmiştir.

Abosedra ve diğerleri (2009), ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testi ve Granger nedensellik testi uygulayarak, Ocak 1995 – Aralık 2005 dönemi için Lübnan'da elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme (GSYİH) arasında nedensellik ilişkisi aramışlar ve Granger nedensellik testine göre; elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisine ulaşmışlardır.

### **3. Yöntem**

Çalışmamızda 1987 – 2007 döneminde OECD ülkeleri için birincil enerji tüketimi ile gayri safi yurtiçi hasıla arasında nedensellik ilişkisi aranmıştır. Söz konusu ekonometrik

çalışma için panel veri seti kullanılmış, panel birim kök ve panel eşbütünleşme (koentegrasyon) testleri uygulanmıştır. Söz konusu analizler EViews6.0 ekonometri paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda iki tür veri kullanılmıştır; (1) söz konusu ülkelerin birincil enerji tüketim miktarları ile ilgili veriler, (2) söz konusu ülkelerin gayri safi yurtiçi hasılları ile ilgili veriler. Birincil enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji kaynakları (kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlar ve nükleer enerji) ve yenilenebilir enerji kaynakları (su, jeotermal, biyokütle, rüzgar ve güneş enerjisi) tüketiminin toplamıdır. Birincil enerji tüketimi ile ilgili veriler milyon ton petrol eşdeğeri bazında ele alınırken, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ile ilgili veriler cari fiyatlarla milyar Amerikan Doları olarak satın alma gücü paritesi bazında ele alınmıştır. OECD üyesi ülkelere ait GSYİH verileri toplanırken, 1990 öncesi Çek Cumhuriyeti'ne, 1991 öncesi Macaristan'a, 1990 öncesi Polonya'ya ve 1992 öncesi Slovak Cumhuriyeti'ne ait GSYİH verilerine ulaşılamamış olması nedeniyle bu veriler analize dahil edilememiş, dengesiz (unbalanced) örneklem gerçekleştirilmiştir.

Veriler alanlarında uzman kuruluşlar tarafından hazırlanan istatistiklerden elde edilmiştir. Birincil enerji tüketimi ile ilgili veriler, British Petroleum (BP) tarafından yayınlanmış olan "Statistical Review of World Energy 2008" den alınmıştır. GSYİH ile ilgili veriler, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) resmi internet portalında yayınlanan "Country Statistical Profiles" den elde edilmiştir.

Panel veri birim kök analizi aşağıdaki model kullanılarak yapılmıştır.

$$B.E.T_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 GSYİH_{i,t} + u_{i,t}$$

LLC testinde, serinin birim kök içerdiğini ifade eden 0 hipotezi ve seride birim kök olmadığını ifade eden aşağıdaki hipotezler test edilirken,

$$H_0 : \alpha = 0$$

$$H_1 : \alpha < 0$$

IPS testi için ise  $H_0$  hipotezi;

$$H_0 : \rho_i \quad (\text{tüm } i\text{'ler için panel birim kök vardır})$$

alternatif hipotez ise;

$$H_0 : \rho_i < 0 \quad (\text{bazı } i\text{'ler için panel birim kök yoktur})$$

hipotezleri test edilmiştir

#### 4. Uygulama ve Sonuç

**Tablo - 1 : OECD Ülkeleri İçin Panel Birim Kök Testi Sonuçları**

			LLC		IPS	
			t-istatistiği	p-değeri	t-istatistiği	p-değeri
<b>GSYH</b>	Seviyesi	Sabitli	20,2205	1,0000	24,1019	1,0000
		Trendli-Sabitli	8,6175	1,0000	11,7456	1,0000
	1.Farkı	Sabitli	1,7630	0,9610	0,4135	0,6604
		Trendli-Sabitli	-2,3087	0,0105	-4,3686	0,0000
<b>Enerji</b>	Seviyesi	Sabitli	-3.35495	0.0004	-0.33911	0.3673
		Trendli-Sabitli	-1.04926	0.1470	-0.81603	0.2072

	1.Farkı	Sabitli	-10.9939	0.0000	-10.6354	0.0000
		Trendli-Sabitli	-9.40876	0.0000	-9.92695	0.0000

Tablo-1'deki sonuçlara göre; GSYİH değişkeni birinci farkında trendli – sabitli modelde LLC testine göre %5; IPS testine göre ise %1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkmıştır. Birincil enerji tüketimine ait veriler ise LLC birim kök testi sonuçlarına göre, seviyesinde %1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkarken IPS birim kök testine göre durağan çıkmamıştır. Söz konusu değişken birinci farkında her iki birim kök testi sonuçlarına göre de %1 anlamlılık düzeyinde durağan çıkmıştır. Serilerin her ikisi de birinci farklarında durağan oldukları için bir sonraki aşama olan Pedroni eşbütünleşme analizine geçilmiş ve seviyelerinde durağan olmayan GSYİH ve birincil enerji tüketimi değişkenlerinin uzun dönemli ilişkileri incelenmiştir.

Pedroni eşbütünleşme testinde grup içi istatistikler, " $H_0 : Eşbütünleşme yoktur$ " hipotezini test eden bir model için;

$$H_0 : y_i = I$$

$$H_1 : y_i = y < I$$

hipotezlerine dayalı olarak uygulanırken, gruplar arası testler ise alternatif hipotezi  $H_1 : y_i < I$  şeklinde ele alınmaktadır.

**Tablo – 2 : OECD Ülkeleri İçin Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları**

BET= f(GSYH)		Test İstatistiği değerleri		Ağırlıklandırılmış Değerleri	
		Test İstatistiği	p-değeri*	Test İstatistiği	p-değeri*
Grup İçi Yaklaşım	Panel $\nu$ -istatistiği (varyans oranı istatistiği)	3.398325	0.0003	0.760947	0.2233
	Panel $\rho$ -istatistiği ((parametrik olmayan) Phillips ve Perron tipi $\rho$ -istatistiği)	1.874253	0.9696	-0.055713	0.4778
	Panel $t$ -istatistiği ((parametrik olmayan) Phillips ve Perron tipi $t$ -test istatistiği)	-2.970784	0.0015	-6.042302	0.0000
	Panel $t$ -istatistiği ((Parametrik) Dickey-Fuller tipi $t$ -istatistiği)	-3.056162	0.0011	-7.253599	0.0000
Gruplar arası Yaklaşım	Grup $\rho$ -istatistiği ((parametrik olmayan) Phillips ve Perron tipi $\rho$ -istatistiği)	2.610827	0.9955		
	Grup $t$ -istatistiği ((parametrik olmayan) Phillips ve Perron tipi $t$ -test istatistiği)	-3.386941	0.0004		
	Grup $t$ -istatistiği ((parametrik) Dickey-Fuller tipi $t$ -istatistiği)	-6.542103	0.0000		

\*Gecikme uzunluğu AIC bilgi kriteri dikkate alınarak ve otomatik olarak seçilmiştir.

Tablo-2’de GSYİH ve birincil enerji tüketimi değişkenlerine ilişkin eşbütünleşme analizi sonuçları verilmektedir. Yukarıda da bahsedildiği üzere Pedroni eşbütünleşme testi dört grup içi ve üç gruplar arası olmak üzere 7 farklı yaklaşıma ilişkin sonuç vermektedir. Kullanılan veri setinde ülkelere ait zaman kesiti serilerinin boyutu küçük olduğundan grup *t*-istatistiğinin (parametrik) diğer testlere göre daha doğru sonuç vereceğinden daha önce bahsedilmiştir. Tablo-2 incelendiğinde, değişkenler arasında eşbütünleşme olmadığını ifade eden  $H_0$  hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Pedroni eşbütünleşme testi genel olarak ele alındığında da, ağırlıklandırılmış test istatistiği sonuçlarıyla birlikte toplam 11 istatistiğinin 7’sinde bu iki değişken arasında eşbütünleşme olmadığını ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Bu durum OECD ülkeleri için GSYİH ve birincil enerji tüketimi değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını işaret etmektedir.

## **5. Öneriler**

Ekonometrik çalışmamızın sonuçları, uzun vadede GSYİH ve birincil enerji tüketimi arasında sıkı bir ilişkinin varlığını kanıtlamaktadır. Söz konusu tüketimin oldukça önemli bir kısmının üretim amaçlı olduğu düşünülürse; bu üretim girdisinin arzında süreklilik ve güvenilirlik sağlanmalıdır. Bu bağlamda öncelikle birincil enerji tedarik kaynakları çeşitlendirilmelidir. Burada çeşitlendirme kavramı iki açıdan ele alınmalıdır. İlk olarak birincil enerji kaynakları elde edilebilirlikleri ve verimlilikleri bakımından bir sıralamaya tabi tutulmalı, ikinci olarak da söz konusu enerji kaynaklarının ithal edildiği ülkelerle söz konusu ticaret dengeli bir biçimde gerçekleştirilmelidir.

Birincil enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi; kaynak bazında teknolojiyen faydalanarak kaynağın enerjiye dönüştürülme sürecinde verimlilik artışının sağlanması ve birincil enerji üretiminde alternatif kaynak ve teknolojilerden yararlanmakla mümkün olacaktır. Örneğin, elektrik üretiminde nükleer enerjiye öncelik verilmesi doğru bir politika kararı olacaktır. İthalatçı ülkelerin çeşitlendirilmesi ise özellikle petrol ve doğal gaz bağımlılığımız göz önüne alındığında, bu kaynakların ithalatının satıcı ülkeler arasında arz güvenliğinin aksamayacağı bir biçimde dağıtılması gerekmektedir.

Ülkemiz birincil enerji kaynakları bakımından çok zengin olmasa da, kaynak nakil hatlarının önemli bir kavşağı konumundadır. Ülkemiz bu özelliğini enerji arz güvenliğini garantiye almak konusunda bir baskı ve politika aracı olarak kullanmalıdır. Nabucco gibi önemli projeler daha kapsamlı değerlendirilmeli ve bu projelere katılım mümkün olan en üst seviyede gerçekleştirilmelidir.

#### **KAYNAKÇA:**

Abosedra, S., Baghestani, H., 1989. New evidence on the causal relationship between US energy consumption and gross national product. *Journal of Energy Development* 14, 285–292.

Abosedra, S., Dah, A., Ghosh, S. (2009) Electricity consumption and economic growth, the case of Lebanon, *Applied Energy* 86 (2009) 429–432

Al-Iriani, M.A., “Energy–GDP relationship revisited: An example from GCC countries using panel causality”, *Energy Policy* 34 (2006) 3342–3350

Altınay, G., Karagol, E. (2004) Structural Break, Unit Root, and the Causality between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics* 26: 985-994.

Altınay, G., Karagol, E. (2005) Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey: *Energy Economics* 27: 849-856.

Asafu-Adjaye, J. (2000) The Relationship between Energy Consumption, Energy Prices and Economic Growth: Time Series Evidence from Asian Developing Countries. *Energy Economics* 22: 615-625.

Bakırtaş, T., Karbuz S., Bildirici, M. (2000) An econometric analysis of electricity demand in Turkey, *METU Studies in Development*, 27 (1-2) : 23-34

Cheng, B. S., Lai, W. L. (1997) An Investigation of Cointegration and Causality between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan. *Energy Economics* 19: 435-444.

Chontanawat, J., Hunt, L.C., Pierse, R. (2008) Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries, *Journal of Policy Modeling* 30 (2008) 209–220

Erol, U., Yu, E. S. H. (1987) Time Series Analysis of the Causal Relationships between U.S. Energy and Employment. *Resources and Energy* 9: 75-89.

Ghali, K.H., El-Sakka, M.I.T. (2004) Energy Use and Output Growth in Canada: A Multivariate Cointegration Analysis. *Energy Economics* 26: 225-238.

Glasure, Y. U., Lee, A. R. (1997) Cointegration, Error-Correction, and the Relationship between GDP and Energy: The case of South Korea and Singapore. *Resource Energy Economics* 20: 17-25.

Jobert, T., Karanfil, F. (2007) Sectoral energy consumption by source and economic growth in Turkey, *Energy Policy* 35 (2007) 5447–5456

Jumbe, C. B. L. (2004) Cointegration and Causality between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi. *Energy Economics* 26: 61-68.

Kraft, J., Kraft, A. (1978) Note and Comments : On the Relationship between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development* 3: 401-403.

Lee, C-C. (2005) Energy Consumption and GDP in Developing Countries: A Cointegrated Panel Analysis. *Energy Economics* 27: 415-427.

Masih, A.M.M., Masih, R., 1998. A multivariate cointegrated modeling approach in testing temporal causality between energy consumption, real income and prices with an application to two Asian LDCs. *Applied Economics* 30 (10), 1287–1298.

Mehrara, M., (2007), “Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries”, *Energy Policy* 35 (2007) 2939–2945

Morimoto, R., Hope, C. (2004) The Impact of Electricity Supply on Economic Growth in Sri Lanka. *Energy Economics* 26: 77-85.



Nachane, D. M., Nadkarni, R. M., Karnik, A. V. (1988) Co-integration and Causality Testing of the Energy-GDP Relationship: A Cross-Country Study. *Applied Economics* 20: 1511-1531.

Oh, W., Lee, K. (2004a) Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Revisited: The Case of Korea 1970-1999. *Energy Economics* 26: 51-59.

Oh, W., Lee, K. (2004b) Energy Consumption and Economic Growth in Korea: Testing the Causality Relation. *Journal of Policy Modeling* 26: 973-981.

Paul, S., Bhattacharya, R. N. (2004) Causality between Energy Consumption and Economic Growth in India: A Note on Conflict Results. *Energy Economics* 26: 997-983.

Shiu, A., Lam, P. L. (2004) Electricity and Economic Growth in China. *Energy Policy* 32: 47-54.

Sims, C.A., 1972. Money, Income and Causality. *American Economic Review* 62, 540–552.

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

Stern, D. (2000) A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US economy. *Energy Economics* 22: 267-283.

Wolde-Rufael, Y. (2004) Disaggregated Industrial Energy Consumption and GDP: The Case of Shanghai, 1952-1999. *Energy Economics* 26: 69-75.

Wolde-Rufael, Y. (2005) Energy Demand and Economic Growth: The African Experience. *Journal of Policy Modeling* 27: 891-903.

Yang, H. Y (2000) A Note of the Causal Relationship between Energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics* 22: 309-317.

Yang, H.Y., 2000a. A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics* 22, 309–317.

Yang, H.Y., 2000b. Coal consumption and economic growth in Taiwan. *Energy Sources* 22, 109–115.

Yoo, S. H. (2005) Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Korea. *Energy Policy* 33: 1627-1632.

Yu, E. S. H., Wang, B. K. (1984) The Relationship between Energy and GNP, Further Results. *Energy Economics* 6(3): 186-190.

Zachariadis, T., “Exploring the relationship between energy use and economic growth with bivariate models: New evidence from G-7 countries”, *Energy Economics* 29 (2007) 1233–1253