

## Türkiye’de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010

Meral UZUNÖZ<sup>1</sup>

Yaşar AKÇAY<sup>2</sup>

---

### Özet

Bu çalışmada, Türkiye’nin birincil enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki uzun dönem nedensellik ilişkisi 1970–2010 yılları dikkate alınarak incelenmiştir. Bu değişkenler arasındaki nedenselliği test etmek için Genişletilmiş Dickey-Fülller (GDF) ve Philips–Perron (PP) birim kök testi, JohansenEşbütünleşme testi ve Granger Nedensellik testi kullanılmıştır. ADF test sonuçları GSYİH (Gayrisafi Yurtiçi Hasıla) ve ET(Enerji Tüketimi) serilerinin düzeyde durağan olmadığını ancak birinci farklarının durağan olduğunu göstermiştir. Johanseneşbütünleşme testi sonucunda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında bir eşbütünleşme olduğu ve bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Granger nedensellik analizi serilerin durağan halleriyle yapılmıştır. Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre GSYİH’dan enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

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

## Causality Relationship between Economic Growth and Energy Consumption in Turkey: 1970-2010

### Abstract

In the study, the long-run and causal relationship between Gross Domestic Product (GDP) and Energy Consumption (EC) in Turkey was investigated for the 1970-2010 period. To examine causality relation between EC and GNP, unit root tests, such as the Augmented Dickey–Fuller (ADF) and the Philips–Perron (PP), Johansen co- integration test and Pair-wise Granger causality test was used. The results of ADF test showed that the null hypothesis of non-stationary cannot be rejected for the levels of the variables. However, it is taken the first differences; the null hypothesis of non-stationary is rejected. Empirical results of Johansen co-integration test suggested an evidence of a co-integration and long-run relationship between GDP and EC. Granger causality test was applied to the first difference of data. The results of granger causality showed that there was unidirectional causality from economic growth to energy consumption in Turkish economy.

**Keywords:**Energy Consumption, Economic Growth, Co-integration, Causality

---

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat - TÜRKİYE

E-posta: meral.uzunoz@gop.edu.tr

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Tokat - TÜRKİYE

## Giriş

Enerji sektörü, ekonominin diğer sektörleriyle olan yapısal bağlılığından ve ekonomik büyüme üzerinde oynadığı rolden dolayı oldukça önemlidir. Enerji ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir tamamlayıcılık ilişkisi bulunmaktadır. Ekonomik büyüme enerji talebinde bir artışa neden olmaktadır ve ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için enerji temel girdilerden biridir. Aynı zamanda enerji üretiminin arttırılabilmesi için mutlaka bir ekonomik gelişmenin sağlanması ve enerji üretim kapasitesinin arttırılması gerekmektedir.

Gelişmekte olan ülkelerde enerji kullanımı, uluslararası standartların oldukça gerisinde olmasına rağmen, sanayileşme çabaları ve gelir düzeyi artışına paralel olarak gelişme göstermiştir (Güvenek ve Alptekin, 2010: 175). Türkiye’de özellikle 1980 yılı sonrasında nüfusun ve sanayileşmenin hız kazanması ile birlikte enerji tüketimi hızla artmıştır (Mucuk ve Uysal, 2009: 106). Türkiye enerji kaynakları bakımından taşkömürü, linyit, asfaltit, ham petrol, doğal gaz gibi fosil kaynaklara ve hidrolik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, biokütle enerji gibi yenilenebilir kaynaklarına sahiptir ancak dünya enerji rezervleri içindeki payı oldukça düşük değerlerdedir (İTÜ, 2007: 27). Türkiye’de enerji gereksinimi esas olarak petrol, doğalgaz ve kömür (fosil kaynakların toplam enerji tüketimindeki oranı %90) gibi birincil enerji kaynaklarıyla karşılanmaktadır. Türkiye’de birincil enerji kaynakları potansiyelinin yarısına yakın miktarı kullanılmaktadır çünkü linyit kömürü kaynakları coğrafi olarak dağınık, düşük kaliteli ve yüksek maliyetli iken, hidroelektrik kaynaklar doğrudan yağışlara bağımlı olması nedeniyle güvenilirliği düşüktür. Bunlara karşın geçmiş yıllarda yapılan yatırımlar büyük çapta anılan bu iki kaynağa yönelmiştir. Halen günümüzde ticari alanda kullanılmakta olan enerji üretiminin dörtte üçü bu iki kaynaktan karşılanmaktadır (Kösetorunu, 1997: 1). Petrol üretmeyen ülkelerde olduğu gibi Türkiye, enerji ihtiyacının büyük bölümünü (%73) ithalatla karşılamaktadır. Türkiye’de 2010 yılında 110 milyon petrol eşdeğeri ton enerji tüketimi, buna karşılık 32 milyon petrol eşdeğeri ton enerji üretimi gerçekleşmiştir (Anonim, 2010a; 2011). Toplam yıllık net enerji tüketimi artış oranı %5’dir. Doğal gazın %96’sı, petrolün %93’ü ithal edilmekte olup bunun toplam birincil enerji tüketimi içindeki payları sırasıyla %26,74 ve %31,94’dür. Doğalgaz ithalatında, ithalatın yaklaşık %66’sının yapıldığı Rusya ilk sırada yer almakta olup bunu İran takip etmektedir. İthal edilen doğalgazın %67’lik bölümü elektrik üretiminde kullanılmaktadır. İthal edilmesine rağmen doğalgazın elektrik üretiminde yaygın olarak kullanılması, özel şirketlerin yapım maliyeti diğer santrallere göre düşük olan doğalgaz santrallerini kurmayı tercih etmelerinden kaynaklanmaktadır.

Petrol ithalatında öne çıkan ülkeler başta İran ve Suudi Arabistan olmak üzere Rusya'dır(Kantörün, 2010: 89).

Enerji talebinin tahmin edilen oranlarda artması halinde 2020 yılında enerji tüketiminin 222 milyon petrol eşdeğeri ton düzeyine ulaşacağı ve ithalatın enerji tüketimindeki payının %78'e çıkacağı belirtilmektedir (Anonim, 2010a; 2011). TÜİK verilerine göre 2011 yılında Türkiye'nin toplam ithalatı 240,8 milyar \$ olup bu değer %22,46'sını enerji ürünleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2012). Bir başka ifade ile Türkiye ithal ettiği her 100\$'dan 22,5\$ enerji ürünlerine ayırmaktadır. Enerjide dışa bağımlılık, arz güvenliği ile ekonomik gelecek açısından risk taşıyan önemli bir etkidir. Bu nedenle, yeterli ve güvenli enerji arzı Türkiye'nin enerji politikasının en önemli önceliğini oluşturmaktadır. Mevcut enerji politikaları 2020 yılı itibariyle bu talebin karşılanışında yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının oranını mümkün olduğunca artırmayı ve gelecekteki 10 yıllık süre içerisinde enerjide dışa bağımlılıkta %3'lük bir azalmayı öngörmektedir (Yazar, 2010).

Türkiye'de özellikle 2001 yılından sonra önemli bir yapısal reform süreci yaşanmıştır. Bu yapısal reformların önemli bir kısmını ürün piyasalarında yapılan yapısal reformlar oluşturmaktadır. Enerji sektöründeki yeniden yapılandırma çalışmalarına ise 3 Mart 2001 tarihli Elektrik Piyasası Kanununun kabulünden itibaren başlayan Türkiye, başta elektrik ve doğalgaz olmak üzere enerji sektörünü yeniden yapılandırmış ve sektörü serbestleştirme yönünde önemli adımlar atmıştır. Böylece enerji sektöründe daha rekabetçi bir ülke haline geldiği belirtilmektedir. Söz konusu yapısal reform süreci 2001 krizinden sonra Türkiye ekonomisinde gösterilen hızlı büyüme sürecine büyük katkı sağlamıştır (Ertuğrul, 2010: 147). Bu hızlı büyüme süreci ile birlikte Türkiye, mevcut enerji rezervlerini tam olarak kullanmayı ve enerji arz güvenliği ve kaynak çeşitliliğinin sağlanması açısından nükleer enerji santralleri kurmayı planlamaktadır. 2009 yılı strateji belgesine göre, Türkiye 2020 yılında elektrik enerjisi üretimi toplamı içinde nükleer enerji payını en az %5 düzeyine ulaştırmayı hedeflenmektedir (Yazar, 2010: 15). Türkiye, "global enerji arz güvenliği" kapsamında ve paralelinde "enerji koridoru"ve "enerji terminali" konseptlerini geliştirmiş, ve bu konseptlerle uyumlu uluslararası boru hatları projelerinde güvenilir bir ortak olarak yer almıştır (Anonim, 2010b: 17).

Enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olması durumunda ülkenin gelişmek için enerji bağımlısı olduğuna ve izlenecek enerji tasarrufu politikalarının da ekonomik büyümeyi negatif etkileyeceği sonucu elde edilir. Büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığı enerji tasarrufuna yönelik politikaların iktisadi büyüme üzerinde çok az ya da hiç negatif bir etki bırakmayacağı sonucuna ulaşılmaktadır. (Kösekahyaoglu, 2009: 3). Çift yönlü nedensellik ilişkisi;

hem ülkenin büyümek için enerjiye bağımlı olduğuna, hem de büyüyen ekonominin enerji tüketimi artısına sebep olacağı yorumu yapılabilir (Şen, 2010: 25). İki değişken arasında bir nedensellik ilişkisinin olmaması durumunda ise, yansızlık hipotezi gereği enerji tüketimini azaltmaya yönelik politikaların büyümeye etki etmediği çikarsamasına ulaşılmaktadır.

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin varlığı ve yönü amprik bir konu olup, geliştirilecek enerji politikaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu gerçekten hareketle çalışmada temel amaç, Türkiye’de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger Nedensellik analizi ile incelemektir. Nedensellik ilişkisi 1970-2010 dönemi için araştırılmış ve enerji tüketiminin ekonomik büyüme için bir kısıt olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacına yönelik olarak tüm sektörleri kapsayan enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile olan ilişkisi incelendiği için, enerji tüketiminin sektörel bazda ayrımı ve çevresel etkileri dikkate alınmamıştır. Kuşkusuz bu içerikte hazırlanacak daha birçok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

### **Literatür**

Enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile ilişkisi olduğu konusunda bir nedensellik ilişkisinin varlığı ve nedenselliğin yönü hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların sonuçları arasında herhangi bir uzlaşma bulunmadığını söylemek mümkündür. Literatürde bu ilişkinin çok sık olarak incelenmesinin başlıca sebebi, iki değişken arasındaki nedenselliğin yönünün uygulanacak enerji politikalarına önemli ölçüde ışık tutmasıdır.

Enerji ekonomisi literatüründe bu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin analizinde en sık olarak Granger (1969) ve Sims (1972) yöntemleri kullanılmaktadır ve bu ilişki ilk olarak Kraft ve Kraft (1978) tarafından ele alınmıştır. Çalışmada, ABD’de 1947-1974 döneminde GSYİH ve enerji tüketimi ilişkisini araştırmış ve GSYİH’den enerji tüketimine doğru işleyen bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Masih ve Masih (1997), Güney Kore ve Tayvan için enerji tüketimi, enerji fiyatları ve gelir arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Asafu-Adjaye (2000) Hindistan, Endonezya, Tayland ve Filipinler için enerji fiyatları, enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemiştir. Hindistan ve Endonezya için enerji tüketiminden GSYİH’ye doğru işleyen bir nedensellik ilişkisi, Tayland ve Filipinler için enerji ve GSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Chontanawat ve ark. (2008) Türkiye’nin de içinde

bulunduğu yüzün üzerinde ülke için 1960-2000 yılları arasında enerji tüketiminin ekonomik büyümeye yol açıp açmadığını inceleyerek sonuçları bu ülkeler arasındaki gelişmişlik düzeyi bakımından karşılaştırmıştır. Odhiambo (2009), ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1971-2006 verileri yardımıyla Tanzanya için analiz etmiştir. Sınır testi bulguları uzun dönemli değişkenlerin birlikte hareket ettiklerini, Granger nedensellik testi de enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir bağıntının olduğunu ortaya koymuştur. Tsani (2010) Yunanistan üzerine gerçekleştirdiği zaman serisi çalışmasında, 1960-2006 dönemindeki verilere göre Granger nedensellik ve VAR analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin ikili nedenselliğin meydana geldiğini ilişkin düşünceye katılmadığını, fakat toplam enerji tüketiminden reel GSYİH'ya doğru nedenselliğin gerçekleştiğini ortaya çıkarmışlardır.

Türkiye'de enerji ve büyüme arasındaki ilişkileri incelemeye yönelik olarak yapılan çalışmaların özellikle 2000'li yıllardan sonra hız kazanmaya başladığını söylemek mümkündür. Ancak çalışmalarda değişkenler arasında kurulan ilişki sonuçları konusunda bir fikir birliğine ulaşılamamıştır.

Soytaş ve ark. (2001), Türkiye'de 1960-1995 dönemi itibariyle büyüme ile elektrik tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Analiz sonucunda enerji tüketimi ile GSYİH arasında uzun dönemli ilişki olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca nedensellik ilişkisinin elektrik tüketiminden gelire doğru tek taraflı olduğu saptanmıştır. Soytaş ve Sarı (2003) tarafından 1950-1992 dönemi için yapılan çalışmadan elde edilen ampirik sonuç, Türkiye'nin enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Lise ve Montford(2007)'ın 1970-2003 dönemini ele alarak yaptıkları çalışmada eşbütünleşme testi kullanarak büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin varlığını ortaya koymuşlardır. Altınay ve Karagol (2004) 1950-2000 yılları arasındaki verileri kullanarak enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemiş, GSYİH ve enerji tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Şengül ve Tuncer (2006) Türkiye'ye ait 1960-2000 dönemi yıllık verilerini kullanarak ticari enerji kullanımı, reel enerji fiyatları endeksi ve GSYİH arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemişlerdir. Sonuçta, ticari enerji kullanımı bakımından 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 işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuşlardır. Bakırtaş ve ark. (2000) Türkiye'de elektrik talebinin 1962-1996 dönemi için Johanseneşbütünleşme analizi ve hata düzeltmemekanizmalarını kullanarak ekonometrikanalizini yapmışlardır. Modelde kişi başına elektrik tüketimi, kişi

başına gelir ve elektrik fiyatları değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada, eşbütünlük analizinden elektrik tüketimi ve gelir değişkenlerinin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri, hata düzeltme mekanizması bulgularından elektrik tüketiminin gelir esnekliğinin oldukça yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Jobertand Karanfil (2007) GSYİH ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi önce toplulaştırılmış daha sonra da endüstri bazında veri ile 1960-2003 dönemi için değerlendirmiştir. Karanfil (2008) 1970-2005 yılları arasında GSYİH ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi eşbütünlük ve Granger nedensellik testi ile ortaya koymaya çalışmıştır. Analizlerden, GSYİH'dan enerji tüketimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ancak kayıt dışı ekonomi dikkate alındığında iki değişken arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Erdal ve ark. (2008) tarafından 1970-2006 dönemi için GSMH ve enerji tüketimi arasındaki ilişki incelenmiş ve büyüme ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedenselliğin varlığına işaret edilmiştir. Erbaykal (2008) Türkiye ile ilgili olarak elektrik ve petrol tüketimini enerji tüketimi bağlamında ayırıştırarak, ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1970-2003 yılları için değerlendirmiştir. Petrol tüketiminden GSYİH'ya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Doğan (2010) 1980-2008 dönemi için, Kar ve Kınık (2008) 1975-2005 dönemi için enerji tüketimden GSMH'ya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşmıştır. Şoltan (2009) Türkiye'nin enerji tüketimini alt bileşenlerine ayırarak GSYİH ile arasındaki nedensellik ilişkisini Granger, Toda-Yamamoto ve ARDL testleri ile incelenmiştir. Üç nedensellik testinin sonuçları, GSYİH'dan elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisini göstermektedir. Kösekahyaoglu (2009) 1960-2005 yılları arasındaki süreç için Türkiye ve bazı seçilmiş ülkeler ile ilgili olarak bugüne kadar yapılmış olan enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini inceleyen ampirik çalışmaların karşılaştırmalı olarak değerlendirmiş ve eleştirel bir yaklaşımda bulunmuştur. Soytaş ve Sarı (2009), Halıcıoğlu (2009), Oztürkve Acaravci (2010) ve Yalta (2011) çalışmalarında GSYİH ile enerji tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

### **Veri ve Yöntem**

Bu çalışmada yıllık GSYİH ve enerji tüketimi verileri 1970-2010 dönemi için incelenmiştir. Soytaş ve ark. (2001) çalışmalarında enerji tüketiminin ülke sınırları içinde üretilen mal ve hizmetler ile bağlantılı olması nedeniyle ekonomik büyüme göstergesi olarak GSMH yerine GSYİH değerini kullanmanın daha uygun olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmada da Dünya Bankası veri setinden elde edilen (Worldbank, 2011) GSYİH değerleri (milyar US\$- 2000 yılı sabit fiyatları ile) kullanılmıştır. Enerji



tüketim değerleri (milyon ton petrol eşdeğeri) Enerji Bakanlığı (EB, 2011) istatistiklerinden elde edilmiştir.

Çalışmada Türkiye’de büyüme ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek için “Granger Nedensellik Testi” uygulanmıştır (Granger, 1969). Ampirik çalışmalarda Granger nedensellik testi uygulanabilirliğindeki kolaylık sebebiyle en çok tercih edilen bir yöntemdir.

Bu çalışmada yapılan analizlerin ilk aşamasında durağanlık testleri yapılarak incelenen değişkenler üzerinde zaman etkisi bulunup bulunmadığına karar verilmiştir. Çünkü Granger nedensellik testini yürütebilmek için değişkenlere ait serilerin durağan olması gerekmektedir. Granger ve Newbold (1974), uzun dönem ortalamasından sürekli sapma gösteren durağan olmayan zaman serilerinin sapmalı standart hatalar ürettiği ve sonlu olmayan bir varyansa sahip olduğunu ileri sürdükleri çalışmalarında, nedensellik incelemesine konu olan değişkenlerin durağan yapıya sahip olmalarının (zamanın etkisinden arınmış olma) gerekliliği üzerinde durmuştur. Bir değişkenin durağan olup olmadığını veya durağanlık derecesini belirlemede kullanılan en geçerli yöntem birim kök testidir (Gujarati, 2001). Uygulamada en fazla kullanılan birim kök testleri Dickey Fuller (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleridir. Araştırmada, değişkenlerin durağanlığının sınanması amacıyla Genişletilmiş Dickey-Fuller (GDF) ve Philips-Perron (PP) testlerinden faydalanılmıştır. GDF yöntemindeki optimal gecikme sayısının belirlenmesinde Akaike Bilgi Kriteri; PP testinde ise Newey-West Bandwith kullanılmıştır.

ADF birim kök testinde eşitlik (1) tahmin edilmekte ve  $\alpha$  ( $\alpha=\rho-1$ ) parametresinin istatistiki olarak sıfırdan farklı olup olmadığı test edilmektedir.  $\alpha$  parametresinin sıfırdan farklı olduğunun kabul edilmesi serinin düzeyde durağan olduğunu göstermektedir (Dickeyve Fuller, 1981).

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \alpha Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik (1)’de  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ ,  $\beta_0$  parametresi sabit terimi, t deterministik trendi, k gecikme uzunluğunu ve  $\varepsilon_t$  stokastik hata terimini temsil etmektedir.

Zaman serisi analizlerinde sıklıkla karşılaşılan ikinci aşama, incelenen değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin varlığının sorgulandığı eşbütünleşim testidir. Tek başlarına durağan olmayan serilerin belirli bir bütünleşim seviyesinde lineer birleşimlerinin durağan olması, eşbütünleşimolarak adlandırılır ve eşbütünleşim testleri, aynı dereceden durağan iki zaman serisinin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediğini

sorgular. Diğer bir ifade ile seriler aynı seviyede durağan hale geliyorsa, seriler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi yani uzun dönem ilişki mevcuttur. Çalışmada GSYİH ve ET serileri arasında eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığını test etmek için Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) tarafından geliştirilen “JohansenEşbütünleşme Testi” kullanılmıştır.

Seriler arasında eşbütünleşme olması durumunda, bu değişkenler arasında en azından bir yönde nedensellik bulunur (Granger, 1988). Bu çalışmada, seriler arasındaki ilişkinin yönünü analiz etmek için Granger (1986) ve Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen Granger nedensellik testi kullanılmıştır.

Ampirik çalışmalarda Granger nedensellik testi uygulanabilirliğindeki kolaylık sebebiyle en çok tercih edilen bir yöntemdir. Granger nedenselliği, aralarında bir ilişki olup olmadığı sorgulanan değişkenler arasındaki ilişkinin varlığını ortaya koyma ve bir ilişki varsa bu ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla kullanılır ve aşağıdaki eşitlikler yardımı ile test edilir.

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (2)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^m \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (3)$$

Burada  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ,  $\theta_i$ ,  $\gamma_i$  gecikme katsayılarını, m bütün değişkenler için ortak gecikme derecesini  $\varepsilon_{1t}$  ile  $\varepsilon_{2t}$  korelasyonsuz beyaz süreçlerini göstermektedir.

Granger nedensellik analizi, Eşitlik (2) ve (3)'de hata terimlerinden önce yer alan bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerinin katsayılarının sıfıra eşit olup olmadığı test edilerek yapılır. Hipotez çift taraflı kurularak nedenselliğin karşılıklı mı yoksa tek taraflı mı olduğu belirlenmektedir. Burada,  $\beta_i$  değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumunda “ $X_t$ 'nin  $Y_t$ 'ye neden olduğu” söylenir ve bu durum, “ $X_t Y_t$ 'nin Granger nedenidir”, biçiminde ifade edilir. Bu durum, “ $X_t$ 'den  $Y_t$ 'ye doğru tek yönlü nedensellik” olarak tanımlanır.  $\gamma_i$  değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyinde sıfırdan farklı olmaları durumu “ $Y_t$ 'nin  $X_t$ 'ye neden olduğu” şeklinde değerlendirilir. Bu durum, “ $Y_t X_t$ 'nin Granger nedenidir” şeklinde açıklanır ve “ $Y_t$ 'den  $X_t$ 'ye doğru tek yönlü nedensellik” olarak tanımlanır. Eğer bu iki koşulda geçerli ise, hem  $\beta_i$ , hem de  $\gamma_i$  katsayılarının belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumunda “ $X_t Y_t$ 'nin;



$Y_t$ 'de  $X_t$ 'nin Granger nedenidir" denir. Bu tanımlama "çift yönlü nedensellik" olarak ifade edilir. İki koşulun geçerli olmaması,  $\beta_i$ , hem de  $\gamma_i$  katsayılarının belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmamaları durumu iki değişkenin birbirinin nedeni olmadığı anlamını taşır. Bu durum " $X_t$  ve  $Y_t$  birbirinden bağımsızdır" şeklinde açıklanır.

Çalışmada Granger nedensellik testi için gecikme uzunluğunun belirlenmesinde minimum Akaike bilgi kriteri (AIC) dikkate alınmıştır. Analizler E-views 5.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### Bulgular

Araştırmanın amacına ulaşmak için kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler**

Değişkenler	Tanım	Gözlem Sayısı (1970-2010)	Ortalama	Ortanca	Standart sapma	Min.	Max.
GSYİH*	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla	41	102,13	94,60	47,68	35,71	192,64
ET**	Enerji Tüketimi	41	56,70	52,99	27,55	18,87	109,27

\*Milyar US \$ \*\*Milyon ton eşdeğer petrol (TEP)

Çalışmada ilk aşama olarak GSYİH ve ET serilerinin durağan olup olmadığı test edilmiştir. Bunun için serilere uygulanan GDF ve PP birim kök test sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir.

GSYİH ve ET serilerinin seviyelerine uygulanan GDF test sonuçları değişkenlerin durağan olmadığını göstermektedir (Tablo 2). Birinci derece farklara uygulanan GDF test sonuçları değişkenlerin durağan olduğunu göstermektedir. Yani GSYİH ve ET serileri I(1)'dir. Bu durum düzey itibarıyla durağan olmayan serilerin birinci derece farklarının durağan olduğunu ifade etmektedir. Maksimum gecikme uzunluğu AIC dikkate alınarak belirlenmiştir.

Değişkenlerin aynı düzeyde durağan olması, uzun dönem ilişkisinin incelenmesine olanak tanır. Dolayısıyla GSYİH ile enerji tüketimi arasındaki uzun dönemli bir ilişkinin varlığı Johansen bütünlük testi kullanılarak test edilerek verilmiştir (Tablo 3). Johansen (1988), ve Johansen ve Juselius (1990)'un maksimum olabilirlik yaklaşımına göre, değişkenler arasındaki uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını test etmek için maksimum özdeğer (maximумеigenvalue) ve iz (trace) istatistiklerini kullanmaktadırlar. Çalışmada test için her iki istatistik değerleri dikkate alınmıştır.

**Tablo 2: GDF ve Phillips-Perron (PP) Birim Kök Test Sonuçları**

Değişkenler	Genişletilmiş Dickey–Fuller (GDF)		Phillips–Perron (PP)	
	Düzyey	Birinci Fark	Düzyey	Birinci Fark
GYİH	3,531	-5,887 (0,000)*	2.317	-5,887 (0,000)*
ET	2,854	-6,118 (0,000)*	1,835	-6.117 (0,000)*
Kritik Değerler				
%1	-3.639	-3,611	-3.639	-3,611
%5	-2.951	-2,939	-2.951	-2,939
%10	-2.614	-2,608	-2.614	-2,608

\* MacKinnon kritik değerine göre %1 anlamlılık seviyesinde durağanlığı ifade etmektedir. Parantez içindeki sayılar  $p$  değerlerini göstermektedir ve  $p$  değerleri tek yönlüdür (MacKinnon, 1996). GDF ve PP testlerinin her biri sabit terim içerir ve trendsizdir. Gecikme uzunlukları, GDF modelinde Akaike Bilgi Kriteri (max=9), PP modelinde ise Newey-West Bandwith (max=9) ile belirlenmiştir.

**Tablo 3: JohansenEşbütünleşme Test Sonuçları**

Sıfır Hipotezi ( $H_0$ )	Özdeğer İstatistiği	İz istatistiği	%5	%1
$r = 0$	0,377	21,356	15,41	20,04
$r \leq 1$	0,058	2,398	3,76	6,65
	Özdeğer İstatistiği	Maksimum Özdeğer İstatistiği		
$r = 0$	0,377	18,909	14,07	18,63
$r \leq 1$	0,058	2,398	3,76	6,65

İz (trace) istatistiği ve maksimum özdeğer istatistiği %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik bir vektör bulunduğunu göstermektedir. Eşbütünleşme testi lineer deterministik sabit kısıt ve trend içermemektedir.

Tablo 3’de görüldüğü gibi sıfır hipotezi rank ile ifade edilen eşbütünleşik vektör sayısının sıfır ya da birden küçük olduğunu sınamaktadır. GSYİH ve ET serileri arasında  $r=0$  ile belirtilen ve aralarında uzun dönem ilişkisi olmadığını anlatan sıfır hipotezi, iz istatistiği ve maksimum öz değer istatistiği değerlerinin hem %1 hem de %5 düzeyinde kritik değerlerden büyük olması nedeniyle reddedilmiş ve dolayısıyla seriler arasında uzun dönemli bir ilişki (bir eşbütünleşme vektörü) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Eşbütünleşme testi, GSYİH ve ET değişkenleri arasındaki ilişkinin yönü hakkında bir bilgi vermemektedir. Seriler arasındaki ilişkinin yönünü görebilmek için Granger nedensellik testi uygulanmış ve bu testin sonuçları tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4: PairwiseGranger Nedensellik Testi Sonuçları**

Sıfır Hipotezi ( $H_0$ )	F İstatistiği	Karar	Sonuç
ET GSYİH'nınGranger nedeni değildir	0,797 (0,378)	KABUL	ET GSYİH'nınGranger nedeni değildir
GSYİH ET'ninGranger nedeni değildir	5,036 (0,030)*	RED	GSYİH ET'ninGranger nedeni dir

Not: \* %5 düzeyinde önemlidir. Parantez içindeki değerler p değerlerini göstermektedir. Gecikme uzunluğu minimum AIC (lag 1) değerine göre belirlenmiştir.

Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre, GSYİH'dan enerji tüketimine doğru, %5 anlamlılık düzeyinde tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu durum, Türkiye'nin büyümek için enerji faktörüne daha az bağımlı olduğunu ve enerji tasarruf politikalarının ekonomiye ya az ya da hiç ters etki yaratmayacak şekilde uygulanabileceği anlamına gelmektedir. Nedensellik analizi, zaman içinde iki olaydan hangisinin daha önce meydana geldiğini ifade etmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru gerçekleşen nedensellik ilişkisi, GSYİH'daki değişmelerin enerji tüketimindeki değişmelerden önce geldiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Karagöl (2010), ekonomik kriz nedeniyle birçok ülkede gerçekleşen üretimdeki düşüş ile elektrik tüketiminin azalmasının ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik ilişkisine iyi bir örnek olarak gösterilebileceğini belirtmektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye'de enerji ekonomisi literatüründe ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru kuvvetli bir bağıntının olduğunu ortaya koyan bazı çalışmalar ile aynı yönde olmakla birlikte (Masih ve Masih 1997; Sari ve Soytas, 2006; Ulusoy, 2006; Fidan, 2006; Lise ve Montfort, 2007; Karanfil, 2008; Şoltan, 2009), enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir bağlantı olduğu sonucuna ulaşan (Mucuk ve Uysal, 1999; Soytas ve Sarı, 2003; Şengül ve Tuncer, 2006; Kar ve Kınık, 2008; Doğan, 2010) ve dikkate alınan değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olduklarını ortaya koyan (Altınay ve Karagöl, 2004; Jobert ve Karanfil, 2007; Halıcıoğlu, 2009; Soytas ve Sarı, 2009; Öztürk ve Acaravcı, 2010) çalışmalar ile örtüşmemektedir. Bu örtüşmemenin nedeninin ise ele alınan dönemin ve kullanılan tekniklerin farklılığına bağlı olarak gerçekleştiği ifade edilebilir.

### **Sonuç**

Enerji ekonominin hem arz hem talep tarafında önemli bir konuma sahiptir. Talep yönünden tüketicilerin faydalarını maksimize etmek için talep ettikleri bir ürün olarak yer alırken, arz yönünden emek, sermaye ve hammaddenin yanında temel faktör olarak üretimde yer alır. Dolayısıyla,

enerji ülkelerin sosyal gelişmelerinin sağlanmasında, ekonomik büyüme ve yaşam standartlarının yükseltilmesinde çok önemli bir role sahiptir. Sınırlı olan enerji kaynakları karşısında artan enerji tüketiminin makro ekonomik değişkenler üzerindeki etkisini incelemek, enerji alanında uygulanacak politikalara yön verecektir.

Literatürde ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisinin var olup olmadığı ve yönü konusunda farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Üretim sürecinde temel üretim faktörleri arasında yer alan enerji, günümüzde çok farklı yönlerden ele alınmakta ve analiz edilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki uzun dönem nedensellik ilişkisi 1970–2010 yıllarını kapsayan dönem dikkate alınarak incelenmiştir. Serilere ilişkin birim kök testleri yapılmış ve GSYİH ve enerji tüketimi değişkenlerinin birinci farkı alınarak durağan hale getirilmiştir. Johansen eşbütünleşme testi sonucunda ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında bir eşbütünleşme olduğu ve bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Granger nedensellik analizi serilerin durağan halleriyle yapılmıştır.

Nedensellik analizinden elde edilen sonuçlar, GSYİH'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Nedensellik analizinin, zaman içinde iki olaydan hangisinin daha önce meydana geldiğini ifade ettiği gerçeğinden hareketle, GSYİH'daki değişmelerin enerji tüketimindeki değişmelerden önce geldiği sonucuna ulaşılabilir. Bu durum, ekonomik büyümenin bir göstergesi olan GSYİH'daki değişmelerin, sonrasında enerji tüketiminde de değişmelere neden olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, Türkiye'nin büyümek için enerji faktörüne daha az bağımlı olduğunu ve enerji tasarruf politikalarının ekonomiye ya az ya da hiç negatif etki yaratmayacak şekilde uygulanabileceğini söylemek mümkündür.

Enerji tasarrufu ile enerji tüketiminin kaynağından kontrol edilmesi, enerji israfının önlenmesi, yeni yenilenebilir enerji kaynaklarının (hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, güneş, biyoyakıt-biyokütle vb.) kullanımının teşvik edici uygulamaların sağlanması, enerji alanında mümkün olduğunca kaynak çeşitliliğine gidilmesi, Türkiye'de öz kaynaklara yönelik yatırımların artırılması enerjide bağımlılığın uzun dönemde oluşturacağı riski azaltma yönünde önemli katkılar sağlayacaktır. Etkin enerji kullanımı ile çevreye duyarlı bir büyümenin gerçekleşmesini ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

- Altınay, G., Karagol, E. (2004). Structural Break, UnitRoot, and The Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey, *Energy Economics*, 26: 985-994.
- Anonim (2010a). Enerji Raporu 2010, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, ISBN 1301-6318, Ankara.
- Anonim (2010b). Avrupa'nın Enerji Güvenliğinde Türkiye'nin Rolü, Enerji Platformu 2010, Konrad-Adenauer-Stiftung Yayını, Ankara.
- Anonim (2011). Enerji Bakanlığı, 2010 Yılı Genel Enerji Dengesi, [http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI\\_VIEW/index.php/raporlar/detayGo ster/62173](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/detayGo ster/62173).
- 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., Karbuç, S., Bildirici, M. (2000). An Econometric Analysis of Electricity Demand in Turkey, *METU Studies in Development*, 27(1-2): 23-34.
- 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 Modelling*, 30:209-220.
- Dickey, D., Fuller, W. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, 74:427-431.
- Dickey, D., Fuller, W. (1981). The likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root, *Econometrica*, 49: 1057-72.
- Doğan, B. (2010). Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2008), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- EB (2011). Enerji Bakanlığı, Genel Enerji Dengesi, İstatistikler, <http://www.enerji.gov.tr>
- Engle, R.F., Granger, C.W.J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing, *Econometrica*, 55: 251-276.
- Erbaykal, E. (2008). Disaggregate Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey, *International Research Journal of Finance and Economics*, 20:172-179.

- Erdal, G., Erdal, H., Esengun, K. (2008). The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey, *Energy Policy*, 36: 3838-3842.
- Fidan, A. (2006). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Teorisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods, *Econometrica*, 37: 424-438.
- Granger, C.W.J., Newbold, P. 1974. Spurious regressions in econometrics, *Journal of Econometrics*, 2(2): 111-120.
- Gujarati, D.N. (2001). *Essential of Econometrics*, McGrawHill, New York. (Temel Ekonometri, Çeviren: Şenesen, Ü., Şenesen, G.G.), Literatür Yayıncılık No:33, İstanbul.
- Halıcıoğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey, *Energy Policy*, 37: 1156-1164.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12: 231-254.
- Johansen, S., Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inferences on Cointegration-with Applications to the Demand for Money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52: 169-210.
- Jobert, T., Karanfil, F. (2007). Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey, *Energy Policy*, 35: 5447-5456.
- Karanfil, F. (2008). Energy Consumption and Economic Growth Revisited: Does the Size of Unrecorded Economy Matter?, *Energy Policy*, 36(8): 3029-3035.
- Lise W., Montfort, K.V. (2007). Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There a Co-integration Relationship?, *Energy Economics*, 29: 1166-1178.
- MacKinnon, G.J. (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests, *Journal of Applied Econometrics*. 11(6): 601-618.
- Kantörün, U. (2010). Bölgesel Enerji Politikaları ve Türkiye, *Bilge Strateji*, 1(3): 75-97.
- Kraft, J., Kraft, A. (1978). On the Relationship between Energy and GNP, *Journal of Energy and Development*, 3: 401-403.



- Kösekahyaoğlu, L. (2009). Enerji Tüketimi ve Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Üzerine Bir İnceleme, Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül 2009, Isparta.
- Kösetorunu, A. (2006). Türkiye’de Enerji Sektörünün Geleceği, <http://www.foreigntrade.gov.tr/ead/DTDERGI/tem97/6.html>.
- Karagöl, E.T. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme, IV. OSB Enerji Zirvesi, Van. (30.10.2010).
- Masih, Abul M.M., Masih, R. (1997). On the Temporal Causal Relationship Between Energy Consumption, Real Income, and Prices: Some New Evidence From Asian-Energy Dependent Nics Based on a Multivariate Cointegration / Vector Error-Correction Approach, *Journal of Policy Modeling*, 19(4): 417-440.
- Odhiambo, N.M. (2009). Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach, *Energy Policy*, 37: 617-622.
- Ozturk, I., Acaravci, A. (2010). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2010): 3220–322.
- Sims, C.A. (1972). Money Income and Causality, *American Economic Review*, 62(4): 540-552.
- Soytas, U., Sari, R., Ozdemir, O. (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 Technology, ss. 838-844.
- Suytas, U., Sari, R. (2003). Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets, *Energy Economics*, 25(1): 33-37.
- Soytas, U., Sari, R. (2009). Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member, *Ecological Economics*, 68(6): 1667-1675.
- Şen, A. (2010). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: İspanya Örneği, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Şengül, S., Tuncer, İ. (2006). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960-2000, *İktisat İşletme ve Finans*, 21(242): 69-80.

Şoltan, T. (2009). Enerji Tüketimi ile Gayrisafi Yurtiçi Hasıla Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Granger, Toda-Yamamoto ve ARDL Testleri ile İncelenmesi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Tsani, S.Z. (2010). Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece, *Energy Economics*, 32(2010): 582–590.

TUIK (2012). Dış Ticaret İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr> (20.12.2011).

World Bank (2011). <http://www.worldbank.org> (27.12.2011).

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