

# TÜRKİYE’DE ENERJİ FİYATLARI İLE ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: ASİMETRİK NEDENSELLİK ANALİZİ<sup>1</sup>



Kafkas Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler  
Fakültesi  
KAÜİBFD  
Cilt, 13, Sayı 26, 2022  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 14.04.2022 Yayına Kabul Tarihi: 20.07.2022

Mustafa NAIMOĞLU

Arş. Gör. Dr.  
Bingöl Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,  
Bingöl, Türkiye  
mnaimoglu@bingol.edu.tr  
ORCID ID: 0000-0001-9684-159X

Bilal ÖZEL

Dr. Öğr. Üyesi  
Bingöl Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Bingöl, Türkiye  
bilalozel@bingol.edu.tr  
ORCID ID: 0000-0002-0820-7685

**ÖZ** | Bu çalışma, Türkiye için enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkiyi geleneksel ve güncel testlerle araştırmak açısından farklılık göstermektedir. Bunu yaparken enerji fiyatları ile enerji tüketimini Türkiye için 1971-2019 döneminde yıllık verilerle analiz etmektedir. Öncelikle serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi amacıyla geleneksel ADF ve güncel bir teknik olan Kesirli Fourier ADF durağanlık testleri yapılmıştır. Daha sonra ise geleneksel Granger ve güncel Hatemi-j nedensellik testleri kullanılmıştır. Bulgular göstermiştir ki Granger’ e göre değişkenler arasında bir nedensellik yoktur. Ancak Hatemi-j’ ye göre ise pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatlarından pozitif ve negatif şoklarına ayrılmış enerji tüketimine doğru ve negatif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatlarından pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji tüketimine doğru bir nedensellik bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji fiyatları, enerji tüketimi, asimetrik nedensellik

**JEL Kodları:** C22, C32, Q3

**Alan:** İktisat

**Türü:** Araştırma

**DOI:** 10.36543/kauibfd.2022.038

**Atıfta bulunmak için:** Naimoğlu, M. & Özel, B. (2022). Türkiye’de enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki ilişki: Asimetrik nedensellik analizi. *KAÜİBFD*, 13(26), 938-952.

<sup>1</sup> İlgili çalışmanın etik kurallara uygunluğu beyan edilmiştir.

# RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND ENERGY PRICES IN TURKEY: ASYMMETRIC CAUSALITY ANALYSIS



Kafkas University  
Economics and Administrative  
Sciences Faculty  
KAUJEASF  
Vol. 13, Issue 26, 2022  
ISSN: 1309 – 4289  
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 14.04.2022 Accepted Date: 20.07.2022

Mustafa NAIMOĞLU  
Res. Asst. Dr.  
Bingöl University  
Faculty of Economics and  
Administrative Sciences,  
Bingöl, Türkiye  
mnaimoglu@bingol.edu.tr  
**ORCID ID: 0000-0001-9684-159X**

Bilal ÖZEL  
Asst. Prof. Dr.  
Bingöl University  
Faculty of Health Sciences,  
Bingöl, Türkiye  
bilalozel@bingol.edu.tr  
**ORCID ID: 0000-0002-0820-7685**

**ABSTRACT** This study differs in terms of investigating the causal relationship between energy prices and energy consumption for Turkey with traditional and current tests. While doing this, Turkey's economy was analyzed using annual data of Energy Prices and Energy Consumption for the 1971-2019 period. First of all, the conventional ADF was applied to determine the stationarity degrees of the series. Then, Fractional Fourier ADF stability tests -which is an up-to-date technique- were performed. Later, traditional Granger and contemporary Hatemi-J causality tests were used. Findings revealed that there is no causality between variables according to Granger. However, according to Hatemi-J, there is a causality from Energy Prices divided into positive components to Energy Consumption divided into positive and negative shocks, and Energy Prices divided into negative components to Energy Consumption divided into positive components.

**Keywords:** Energy prices, energy consumption, asymmetric causality

**JEL Codes:** C22, C32, Q3

**Scope:** Economics

**Type:** Research

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yerleşik hayata geçmesi ile birlikte zorunlu ihtiyaçlarının karşılanmasında enerji çok önemli bir konuma yükselmiştir. Temel ihtiyaçlardan ısınma başta olmak üzere özellikle sanayi devrimi sonrası enerjiye olan ihtiyaç bağımlılık haline gelmiştir. Bu süreç 1973 yılında yaşanan petrol krizine kadar devam etmiş ve yenilenebilir enerji üzerinde fosil yakıtların tartışmasız üstünlüğü yerini alternatif arayışları bırakmıştır (Çukurçayır & Sağır, 2008, s. 258). Bu durum hem fosil yakıtların sınırlı olması hem de Türkiye gibi fosil yakıt açısından yeterli rezerve sahip ülkelerin maliyetleri en aza indirme çabaları enerji konusunun güncelliğini korumasına sebep olmuştur.

Dünya üzerinde enerji kaynaklarının birçoğu serbest olarak bulunabilmektedir. Ancak bu kaynaklardan enerji elde edebilmek için bir takım yatırım faaliyetleri yapılmalı ve teknolojidenden de faydalanılarak kurulan tesisler ile bu kaynaklardan enerji elde edilebilmektedir. Bu anlamda diğer iktisadi mal grupları gibi enerji kaynakları da arz-talep kanunlarına tabi olan birer mal olarak düşünülmektedir. Dolayısıyla bu enerji kaynaklarından bazıları sınırlı miktarda bulunmakta ve üretimi zaman içerisinde değişim gösterebilmektedir. Günümüzde hem devlet hem özel sektör eliyle üretilen enerji fiyatları uluslararası piyasada serbest bir şekilde fiyatlandırılabilirse bile ülke içinde bir takım fiyat kontrolleri ve tekel önleme gibi nedenlerden dolayı bazı müdahaleler ile karşılaşabilmektedir. Örneğin; Türkiye ekonomisi için akaryakıt fiyatlarında yüksek oranda bir vergileme olmasına rağmen bazı dönemlerde döviz kurunda yaşanan aşırı dalgalanmalara karşı vergi oranlarında düzenlemeler yapılarak petrol fiyatları kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır.

Teknolojik gelişmeler ile birlikte artan enerji talebi sonucunda enerji fiyatları giderek artmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin giderek artan enerji talebi bu durumu daha da önemli bir konu haline getirmektedir. Temel arz-talep kanunu gereği kıtlaşan bir ürünün fiyatı da giderek artmaktadır. Türkiye ekonomisinin yapısı dikkate alındığında 1980 sonrası başlayan finansal liberalizasyon ile birlikte artan sanayileşme ve nüfusun beraberinde getirdiği enerji talebindeki artış, dünya genelindeki fiyat değişimlerine bağlı biçimde etkilenmektedir. Tarım kesiminin önemini azaltarak sanayi kesimi ve hizmetler sektörünün beraberinde getirdiği enerji talebi gözlemlenmektedir. Dolayısıyla ekonomik yapının değişiminden kaynaklı bu durum daha fazla enerjinin kullanımı anlamına geleceğinden fosil yakıtlara olan talebi de beraberinde yükseltmiştir (Mucuk & Uysal, 2009, s. 106). Çünkü fosil yakıt payı çok yüksek seviyelerdedir. Bu durumda enerjisiz büyüme, bedelsiz enerji olmaz. Dolayısıyla daha yüksek büyüme daha üretimde daha fazla genişlemeye neden olmaktadır.

Bu durum ise daha fazla enerji talebine ve enerji fiyatlarının artmasına neden olmaktadır (Akal, 2016a, s. 911).

İnsanlığın enerji ihtiyaçları artmaya devam ettikçe farklı enerji türlerinin arayışı da devam etmektedir. Ancak mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması ve fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi ile birlikte enerji fiyatlarında yeni bir dönem başlamış ve sadece fosil yakıta bağlı olan enerji artık alternatif kanallardan da elde edilir hale gelmiştir. Dolayısıyla bu alternatif kaynakların da iktisadi birer mal oldukları göz önüne alındığında bu mal grubuna yönelik yeni piyasaların ortaya çıkması da kaçınılmaz hale gelmektedir. Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan hemen hemen her ülke için farklı raporlar ve kullandıkları enerji kaynaklarına ait veriler açık bir şekilde paylaşılmaktadır. Bununla birlikte ülkeler de kendi aralarında yeni enerji kaynakları için anlaşmalar imzalamakta ve enerji yatırımları küresel ölçekte artarak devam etmektedir.

Enerji verimliliği ülkeler açısından artan fiyatlara bağlı olarak daha önemli hale gelmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, enerji verimliliği üzerine bir yol haritası belirlemiş ve milli gelir başına tüketilen enerji miktarını ifade eden enerji yoğunluğunu 2011 yılından 2023 yılına kadar %20 oranında azaltacağını beyan etmiştir. 2018 yılında yürürlüğe giren eylem planı kapsamında 6 farklı sektör için toplam 55 adet farklı çalışmanın yapılması planlanmaktadır. Söz konusu edilen bu plan başarıya ulaştığında, birincil enerji tüketiminde %14 oranında bir azalmanın yaşanabileceği hesaplanmıştır. Bu 23,9 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) enerji tasarrufu anlamına gelmektedir.

Enerji piyasalarındaki tüketim miktarları ve enerji fiyatları diğer birçok piyasada olduğu gibi temel arz-talep kanununa göre tepki vermektedir. Artan fiyatlar enerji tüketiminde bir daralmaya neden olabilecektir. Bazı durumlarda ise enerji fiyatlarındaki yükselme yerini bir düşüşe bıraktığında yüksek enerji fiyatlarının neden olduğu verimlilik artışlarının terk edilmediği bunun aksine bu yatırımların artarak devam ettiği gözlemlenmiştir. Yani daha yüksek enerji fiyatları daha fazla enerji verimliliğiyle sonuçlanabilmektedir (Akal, 2016b, s. 813) Bu bağlamda enerji talebinin gelir ve fiyat esnekliklerinin biliniyor olması politika yapıcılar açısından orta ve uzun vadeli kararlar alınırken büyük kolaylık sağlamaktadır (Liddle & Sadorsky, 2020).

1973 Petrol Krizi sonrası dönemi içine alacak şekilde yapılan bu çalışma, literatürde yapılan birçok nedensellik çalışmasında kullanılan analiz yöntemi ile farklılaşmaktadır. Geleneksel nedensellik modellerinde tespit edilemeyen ilişki güncel bir teknik olan asimetrik nedensellik analizi ile ortaya konabilmektedir. Geleneksel nedensellik testinde kullanılan serilerin ilişkileri asimetrik nedensellik metodu ile tekrar incelendiğinde enerji fiyatlarından enerji tüketimine

doğru negatif ve pozitif değişimlerinin nasıl bir etki ortaya koyduğu görülmeye çalışılmaktadır. Bu yönüyle, literatürde sıklıkla incelenen geleneksel yaklaşımların yanında güncel yaklaşımların uygulanması ile literatüre katkıda bulunmak hedeflenmektedir. Bu güncel yaklaşımla Türkiye ekonomisinde enerji tüketiminde meydana gelebilecek herhangi bir pozitif veya negatif şokun enerji fiyatlarında nasıl (pozitif veya negatif) bir tepkiye neden olacağı gözlemlenecektir. Diğer taraftan enerji fiyatlarında ortaya çıkabilecek pozitif veya negatif bir yapısal değişikliğin enerji tüketiminde pozitif veya negatif şeklinde nasıl bir tepki vereceği belirlenmek istenmektedir.

Bu bölümden sonra literatürde konu ile ilgili yapılan araştırmalara değinilmektedir. Sonraki bölümde ise veri ve yöntem tanıtılarak, analiz bulgularına yer verilmektedir. Son olarak ampirik bulgular ışığında değerlendirmelerin yapıldığı sonuç bölümü ile çalışma sonlandırılmaktadır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Enerji fiyatları ve enerji tüketimi ile ilgili literatür özellikle 1970'lerden sonra petrol krizi ile başlayan süreçle ortaya çıkmaya başlamıştır.

Cheng (1998) Hsiao Granger nedensellik testini Japonya ekonomisi için uygulamıştır. Ele alınan veriler 1952 ile 1995 yılları arasındadır. Analiz bulguları enerji fiyatlarının enerji tüketiminin nedeni olduğunu göstermiştir. Japonya için enerji tasarrufu politikalarının faydalı olabileceği tespit edilmiştir.

Bakırtaş, Karbuş ve Bildirici (2000) 1962-1996 dönemi verileri aracılığıyla Türkiye ekonomisinde elektrik talebini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak Johansen eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme modelinin kullanıldığı çalışmada kişi başına düşen elektrik kullanımı, kişi başına düşen milli gelir ve elektrik fiyatları değişkenlerinden yararlanılmıştır. Elektrik kullanımı ve gelirin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Hata düzeltme modeli bulguları ise tüketimin gelir esnekliğinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Asafu-Adjaye (2000) çalışmasında eş bütünleşme ve hata düzeltme yöntemi ile Hindistan, Endonezya, Filipinler ve Tayland için enerji kullanımı ile gelir arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Sonuçlara göre kısa vadede tek yönlü Granger nedenselliğinin Hindistan ve Endonezya'da enerjiden gelire, Tayland ve Filipinler için ise çift yönlü Granger anlamında nedenselliğin enerjiden gelire doğru olduğunu ortaya koymuştur. Diğer yandan enerji fiyatlarının hem enerji hem de gelir üzerinde bir nedenselliği tespit edilememiştir.

Yuan, Liu ve Wu (2010), Çin'de 1993-2007 dönemi için enerji fiyatları ile enerji kullanımı arasındaki bağlantıyı araştırmışlardır. Yapılan nedensellik

analizine göre hem endüstriyel kullanımda hem de bireysel kullanımda enerji fiyatları ile bir nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşamamıştır.

Yalta (2011) Türkiye ekonomisinde enerji kullanımı ve ekonomik büyüme ilişkisi incelemiştir. 1950-2006 döneminin incelendiği çalışmada enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasında bir nedensellik ilişkisine rastlanmamıştır. Türkiye üzerine yapılan bir başka çalışmada ise Şengül ve Tuncer (2006) 1960-2000 dönemi verileri aracılığıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi yapmıştır. Analiz bulguları enerji fiyatları ile enerji kullanımı arasında bir nedensel ilişkinin olmadığını göstermiştir.

Çetin ve Şeker (2012)'de Türkiye'de enerji kullanımı ile ekonomik büyüme ilişkisini araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak Johansen-Juselius & Stock-Watson eşbütünleşme testlerinin kullanıldığı çalışmada 1970-2009 dönemi analiz edilmiştir. Ayrıca Toda-Yamamoto nedensellik testinin kullanıldığı çalışmada bulgular, enerji kullanımının, ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Nedensellik testi bulguları ise adı geçen değişkenler arasından herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Hossein, Yazdan ve Ehsan (2012), OPEC ülkeleri üzerine enerji tüketimi ve enerji fiyatları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonucunda İran, Irak, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri ve Suudi Arabistan için enerji tüketimi ve fiyatlardan ekonomik büyümeye doğru Granger anlamında nedensellik tespit edilmiştir. Ancak Katar, Suudi Arabistan ve Nijerya'da enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile enerji fiyatları arasında nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşamamıştır.

Araç ve Hasanov (2014) çalışmalarında Türkiye'de 1960-2010 döneminde ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasındaki lineer olmayan ilişkiyi araştırmıştır. Ampirik yöntem olarak genelleştirilmiş etki tepki fonksiyonlarının (GIRFs) kullanıldığı çalışmada bulgular negatif enerji şoklarının pozitif şoklara kıyasla ekonomik büyüme üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca negatif şokların herhangi bir etkisi bulunmazken pozitif şokların ise enerji tüketimi üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Osigwe ve Damilola (2015) Nijerya ekonomisinde enerji kullanımı, petrol fiyatı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini Granger nedensellik testi ile araştırmıştır. Analiz sonucunda enerji kullanımı ile ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi ile elektrik fiyatları arasında karşılıklı bir nedensel ilişki bulunduğunu elde etmiştir.

Bretschger (2015), enerji fiyatları üzerine yaptığı çalışmada 37 adet gelişmekte olan ülke verisini kullanmıştır. 1975 ile 2009 yılları arasında kapsayan

nedensellik analizi sonucunda toplam enerji fiyatının, enerji fiyatı hareketleri ile uzun dönem içinde karşılıklı ilişki içerisinde olduğunu tespit etmiştir. Kısa dönemde ise nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

Sarwar, Chen ve Waheed (2017), 1960-2014 döneminde 210 ülke ekonomisinde ekonomik büyüme ile enerji kullanımı ilişkisini araştırmıştır. Bulgular, ekonomik büyüme ile enerji kullanımı arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Wang vd. (2019) çalışmalarında panel veri analizi yöntemi aracılığıyla 1980-2015 döneminde 186 ülke verisini kullanarak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisini araştırmıştır. Analiz sonuçları kısa dönemde enerji fiyatları ile enerji kullanımı arasında bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığını ortaya koymuştur.

Mohapatra ve Giri (2021) Hindistan enerji tüketimi enerji fiyatları, ekonomik büyüme ve teknolojik gelişme arasında nedensellik ilişkisinin varlığını araştırmıştır. 1981-2017 dönemi verileri aracılığıyla ARDL ve Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ekonomik büyüme ve teknolojik gelişmeden elektrik tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığına ulaşılmıştır. Diğer yandan enerji fiyatları ve enerji kullanımı arasında bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

### 3. ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Bu çalışma Yuan vd. (2010) tarafından Çin için yapılan çalışmada yer alan enerji fiyatları ile enerji tüketimi değişkenlerinin kullanıldığı çalışmayla paralellik göstermektedir. Yöntem olarak ise Aksoylu ve Görmüş (2018) tarafından yapılan çalışmadaki ülke risk göstergesi ile seçilen finansal değişkenler arasındaki asimetrik nedenselliğin araştırıldığı çalışmayla benzerlik göstermektedir. Ayrıca çalışmada Dolado ve Lütkepohl (1996) önerisi ve Yıllancı ve Bozoklu (2014) tarafından yapılan çalışmadaki Türkiye'nin sermaye piyasasında fiyat ve işlem hacmi ilişkisinin Zamanla değişen asimetrik nedenselliğin araştırıldığı çalışmada olduğu gibi serilerin durağanlığının incelenmesine gerek yoktur. Ancak literatürde nedenselliğin araştırıldığı bazı çalışmalarda ise durağanlık araştırıldığından tüm literatüre hitap edebilmesi için durağanlık araştırılması yapılmıştır. Durağanlık için hem yapısal değişmelerin dikkate alınmadığı ADF durağanlık testi hem de yapısal değişmelerin dikkate alındığı Fourier durağanlık testi kullanılmıştır. Sonra Granger nedensellik uygulanmış ve son olarak asimetrik nedensellik testi yapılarak çalışma sonlandırılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada Türkiye için enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi 1971-2019 dönemi yıllık verileri

kullanılarak geleneksel Granger nedensellik ve güncel asimetrik nedensellik testleri aracılığıyla araştırılmaktadır.

Çalışmada kullanılan enerji fiyat (EP) verisi için ilk olarak yıllık verilere sahip enerji fiyatları Brent Petrol adresinden alınmıştır. Sonra bu fiyatlar inflationdata.com adresinden yıllık TÜFE ile reel hale getirilmiştir. Daha sonra TCMB'den yıllık reel döviz kur ortalama verileriyle çarpılarak reel enerji fiyatı endeks şeklinde Türkiye için elde edilmiştir (Antonietti & Fontini, 2019). Enerji tüketimi (EC) göstergesi ise toplam enerji tüketimini göstermekte ve WDI ve IEA'nın veri dağıtım sitesinden Enerji Kullanımı (kg eşdeğer yağ) verisi olarak derlenmiştir. Tüm değişkenlerin doğal logaritmaları kullanılmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde geleneksel ADF testi ile kesirli frekans özelliğine sahip Fourier testiyle seriler için durağanlık sınaması yapılmaktadır. Sonrasında değişkenler için geleneksel Granger nedensellik testi ve güncel bir teknik olan Hatemi-j (2012) asimetrik nedensellik testi sonuçları ile kıyaslanmaktadır.

### 3.1. Fourier Durağanlık Testleri

Christopoulos ve Leon-Ledesma (2011)'de literatüre kazandırılan Fourier ADF durağanlık testinden farklı olarak tam sayı olan frekans değerlerinin ondalık değere sahip olabileceğini iddia etmişlerdir. Ayrıca frekans değerlerinin tam sayı değerine sahip olması geçici bir yapısal değişmeye işaret edeceğini ve bunun için uygun frekans değerleri ondalıklı olarak elde edilirse bu durumun kalıcı bir yapısal değişmeye işaret edeceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla Christopoulos ve Leon-Ledesma (2011) çalışmasında Enders ve Lee (2012)'nin çalışmasını izleyerek sadece modeldeki k frekans değerini farklı kullanmıştır.

Testin ilk aşamasında aşağıdaki standart ADF testinden yola çıkılmıştır.

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \beta_1 + \beta_2 trend + u_t \quad (1)$$

Fourier ADF testinde ise Enders ve Lee (2012) tarafından model (1)'e bu modele trigonometrik fonksiyona sahip değişkenler eklenerek yapısal değişimlere izin verecek şekilde model revize edilmiştir.

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \beta_1 + \beta_2 trend + \beta_3 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_4 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + u_t \quad (2)$$

Burada t trend, T zaman boyutu, k bilinmeyen frekans değerini göstermektedir. Ayrıca burada kalıntı kareler toplamı minimum hangi değer için elde ediliyorsa uygun frekans değeri o şekilde belirlenecektir. Ancak burada k frekans değeri tam sayı olarak belirlenmektedir. Dolayısıyla Christopoulos ve Leon-Ledesma (2011) k frekans değerinin ondalık bir değere sahip iken hata kareler toplamının minimum değere sahip olacağını iddia ederek kesirli fourier ADF durağanlık testini geliştirmiştir.



### 3.2. Granger Nedensellik Testi

Zaman serisi özelliği gösteren iki değişkenin geçmiş ve hazır değerlerinin  $t$  anında bir sonraki dönemi için faydalı bilgi sağlaması değişkenlerin birbirinin Granger nedenidir denilmektedir. Bu nedensellik testi literatürde pratiklik açısından kolay olduğundan çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Granger nedensellik için kullanılacak olan değişkenlerin durağan olmaları gerekmektedir; ancak aynı dereceden eşbütünleşik olmasına gerek yoktur. Önemli olan uygun gecikme uzunluğunun seçimidir.

Türkiye için Enerji fiyatları (EP) ile Enerji tüketimi (EC) arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar sonuçlar verilmiştir.

### 3.3. Asimetrik Nedensellik Testi

Granger ve Yoon (2002) çalışmalarında değişkenleri pozitif ve negatif bileşenlerine ayırarak eşbütünleşme testini geliştirmişlerdi. Benzer şekilde Hatemi-j (2012) tarafından literatüre kazandırılan Asimetrik Nedensellik testinde de seriler pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılarak bootsrap nedensellik testi uygulanmaktadır. Çünkü özellikle finansal piyasalarında katılımcıların heterojen özelliğe sahip olması negatif veya pozitif şoklara verilecek tepkileri de heterojen olacağını düşünerek böyle bir testi geliştirmiştir.

Nedensellik analizinin test edileceği  $y_{1t}$  ve  $y_{2t}$  şeklinde iki bütünleşik seri ele alınırsa;

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad (3)$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad (4)$$

şeklinde nedensellik analizinin test edildiği varsayılınsın. Burada  $y_{1,0}$  ve  $y_{2,0}$  değişkenlerin başlangıç değerlerini göstermektedir. Değişkenlere ait pozitif ve negatif bileşenler;

$$\begin{aligned} \varepsilon_{1i}^+ &= \max(\varepsilon_{1i}, 0) \\ \varepsilon_{1i}^- &= \min(\varepsilon_{1i}, 0) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{2i}^+ &= \max(\varepsilon_{2i}, 0) \\ \varepsilon_{2i}^- &= \min(\varepsilon_{2i}, 0) \end{aligned}$$

biçiminde gösterilebilir. Buradan;

$$\begin{aligned} \varepsilon_{1i} &= \varepsilon_{1i}^+ + \varepsilon_{1i}^- \\ \varepsilon_{2i} &= \varepsilon_{2i}^+ + \varepsilon_{2i}^- \end{aligned} \quad (6)$$

şeklinde ifade edilebilir. Dolayısıyla bu değişkenler ışığından (3) ve (4) denklemleri

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^- \quad (3')$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (4')$$

biçimine dönüşmektedir. Sonra Hatemi-j(2012) Asimetrik Nedensellik testinde değişkenler pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılınca Hacker & Hatemi-j (2006) testi uygulamaktadır.

### 3.4. Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

## 4. BULGULAR

Değişkenlere ait geleneksel ADF ve Kesirli Fourier ADF durağanlık test sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1:** Geleneksel ve Kesirli Fourier ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Düzye						
Değişken	Frekans	MİNSSR	Uygun Gecikme	FADF	ADF	F-Testi
EC	0.1	0.0113	1	-3.867	-1.563	7.233
EP	0.5	0.7620	6	-3.674	-1.905	6.656
EC <sup>+</sup>	0.1	0.0065	9	-1.174	-1.711	0.698
EC <sup>-</sup>	0.5	0.0014	1	-2.598	-0.353	3.543
EP <sup>+</sup>	0.4	0.5858	9	-3.430	-1.918	8.462
EP <sup>-</sup>	0.1	0.0652	1	-2.163	0.168	3.058
Birinci Fark						
Değişken	Frekans	MİNSSR	Uygun Gecikme	FADF	ADF	F-Testi
EC	4.8	0.0120	1	-7.274	6.578***	7.772
EP	1.8	0.7936	4	-2.012	-5.312***	2.014
EC <sup>+</sup>	4.9	0.0078	8	-3.898	-3.089**	1.121
EC <sup>-</sup>	4.7	0.0014	1	-7.873	-7.324***	2.799
EP <sup>+</sup>	1.8	0.6130	8	-1.238	-5.333***	4.958
EP <sup>-</sup>	1.8	0.0677	1	-6.852	-6.653***	1.484

**Not:** F testine ait kritik değerler %1=13.48, %5=10.29, %10=8.78’dir. \*\*\*, \*\* ve \* değerleri ise sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde durağanlıklarını göstermektedir.

Tablo 1’de hem Granger nedensellik için değişkenlerin durağanlığı önemli olduğundan serilere birim kök uygulanmış hem de Asimetrik Nedensellik testi için modele ilave gecikme değeri ekleneceğinden değişkenlerin pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılmış değişkenlere de birim kök testi yapılmıştır. Kesirli Fourier ADF durağanlık test sonuçlarına göre F test istatistik değerleri kritik değerlerden küçük bulunduğundan bütün değişkenler için standart ADF testi kullanılacaktır. Standart ADF test sonuçlarına göre ise bütün değişkenler %5 önem seviyesinde durağanlık seviyelerinin I(1) olduğu görülmektedir.

**Tablo 2:** Granger Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	İstatistik	Olasılık
$EP \rightarrow EC$	1.326	0.250
$EC \rightarrow EP$	0.002	0.967

Tablo 2'ye bakıldığında Granger nedensellik test sonuçlarına göre nedensellik yoktur temel hipotezi %10 seviyesinde reddedilemediğinden enerji fiyatlarından enerji tüketimine veya benzer şekilde enerji tüketiminden enerji fiyatlarına doğru bir nedensellik bulunmamaktadır.

Enerji fiyatları (EP) ile enerji tüketimi (EC) arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3:** Asimetrik Nedensellik Test Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	İstatistik	%1	%5	%10
$EP^+ \rightarrow EC^+$	2.207***	0.063	0.012	0.005
$EP^- \rightarrow EC^-$	0.004	19.285	5.315	3.025
$EP^- \rightarrow EC^+$	4.581**	8.443	4.438	2.966
$EP^+ \rightarrow EC^-$	1.123	8.269	4.344	3.076
$EC^+ \rightarrow EP^+$	22.467***	6.911	0.965	0.031
$EC^- \rightarrow EP^-$	0.001	17.565	5.894	3.118
$EC^- \rightarrow EP^+$	0.716	9.775	4.052	2.282
$EC^+ \rightarrow EP^-$	0.002	12.364	5.276	3.161

**Not:** →notasyonu nedensel ilişkinin bulunmadığı temel hipotezi göstermektedir. \*\*\* ve \*\* değerleri sırasıyla %1 ve %5 anlam seviyelerinde değişkenler arasında nedensel bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bootstrap sayısı olarak ise 10.000 olarak kullanılmıştır.

Tablo 3 incelendiğinde geleneksel nedensellik analizi ile ortaya çıkmayan nedensellik Asimetrik Nedensellik ile ortaya çıkmıştır. Pozitif bileşenlerine ayrılmış Enerji Fiyatlarından pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji tüketimine doğru nedensellik yoktur şeklindeki temel hipotez %1 anlam düzeyinde reddedilmektedir. Başka bir ifadeyle pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca negatif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatlarından pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla Türkiye için enerji fiyatları ile enerji kullanımı arasında asimetrik bir nedensellik bulunmaktadır.

## 5. SONUÇ

Gelişen teknoloji ve küreselleşme ile tüm dünya adeta tek bir ülke haline gelmiştir. Dünya ticareti de ülke içinde ticaret yapılabilecek kadar kolay ve hızlı hale gelmiştir. Tıpkı emek ve sermayenin birlikte kullanımı nasıl günümüz üretim

teknolojileri açısından önemli görülmekte ise enerji tüketimi de sürdürülebilir gelişme ve kalkınma için önemli görülmektedir. Diğer yandan emeğin yerine geçen otomasyon süreçleri enerjiden bağımsız düşünülemez konumdadır. Dolayısıyla çıktıyı artırmanın en önemli yollarından birisi enerjinin etkin kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Özellikle 1970'li yıllardan sonra enerjide fiyat dalgalanmaları daha düşük enerji harcayan teknolojilerin geliştirilmesi ve enerji tüketiminin enerji fiyatları ile ilişkilendirilmeye başlanmasına neden olmuştur.

Türkiye ekonomisi bir bütün olarak ele alındığında gelişen sanayi ve teknoloji sektörleri başta olmak üzere birçok alanda enerji ihtiyacı her geçen yıl artmaktadır. Enerji verimliliği için yapılan özel planlar ve halen devam eden uygulamalar ile enerji maliyetlerini minimize etmek temel amaçlardandır. Ayrıca enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ekonomik olduğu kadar stratejik açıdan da çok büyük öneme sahiptir. Enerji arzında sürdürülebilir ve güvenli bir altyapının kullanılması ve enerji ithalatında ülke çeşitlendirilmesi yoluna gidilmesi belirli ülke ve bölgelere bağımlılığı azaltacaktır. Bu anlamda Karadeniz bölgesinde son olarak bulunan 135 milyar metreküplük yeni doğalgaz rezervi ile birlikte keşfedilen toplam gaz hacmi 540 milyar metreküp seviyesine yükselmiştir. Söz konusu keşiflerin artması ve enerji verimliliği politikaları ile birlikte alternatif enerji kaynaklarına yapılan yatırımların sonuç vermesi durumunda enerjide dışa bağımlılık büyük ölçüde azalacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi geleneksel nedensellik analizleri ile tespit edilememiş ancak asimetric nedensellik testi ile nedenselliğin varlığı ortaya konmuştur. Analiz edilen dönemde 1970 sonrası yaşanan petrol krizinin enerji fiyatlarındaki önemi ortaya çıkarması ile başlayan dönemden itibaren 1971 ile 2019 yılları arasındaki veriler analize konu edilmiştir. Ardından serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi amacıyla geleneksel ADF ve güncel bir teknik olan Kesirli Fourier ADF durağanlık testleri yapılmıştır. İlk olarak geleneksel nedensellik testi olarak kabul edilen Granger nedensellik testi uygulanmış ve değişkenler arasında bir nedenselliğe rastlanmamıştır. Bu aşamada Hatemi-j nedensellik testi ile veriler tekrar analize edilmiş pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatlarından pozitif şoklarına ayrılmış enerji tüketimine doğru ve negatif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatlarından pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji tüketimine doğru bir nedensellik tespit edilmiştir. Diğer yandan pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji tüketiminden pozitif bileşenlerine ayrılmış enerji fiyatlarına doğru bir nedensellik ilişkisi bulunduğu elde edilmiştir. Bu durum Türkiye ekonomisinde enerji fiyatlarında yaşanan pozitif bir şokun enerji fiyatları üzerinde pozitif bir tepkiye neden olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan enerji fiyatlarında meydana gelen

negatif bir şokun enerji tüketimi üzerinde pozitif bir tepkiyle sonuçlanmaktadır. Diğer taraftan enerji tüketiminde ortaya çıkan pozitif bir etki enerji fiyatları üzerinde pozitif bir tepkinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak Türkiye için enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasında Granger anlamında bir nedensellik bulunmazken Hatemi-j' anlamında asimetrik bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, Osigwe ve Damilola (2015) tarafından Nijerya için enerji tüketimi ve enerji fiyatları arasında nedensel bir ilişki bulunduğu sonucuyla örtüşmektedir.

Üretim sürecinin birçok aşamasında kullanılan enerji yapılan bu çalışmada enerji fiyatları ve tüketimi arasındaki ilişki bakımında ele alınmıştır. Ekonomik büyüme başta olmak üzere birçok alanda etkili olan enerji fiyatları tüketim ile de ilişki içerisindedir. Analiz sonucuna göre Türkiye ekonomisi için daha önce yapılan nedensellik çalışmalarında tespit edilemeyen bir ilişkinin varlığı asimetrik olarak incelendiğinde tespit edilmiştir. Bu durum hem iktisadi hem de ekonometrik olarak önemli görülmektedir. Elde edilen bulgular, enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınma ile makroekonomik dengenin sağlanması açısından enerji konusunda politika yapıcıların ciddi adımlar atmasını gerektirmektedir. Cari açığın önemli bölümünü oluşturan enerji ithalatı hem ekonomik hem de uluslararası ilişkiler açısından stratejik öneme sahiptir. Dolayısıyla enerji fiyatları ile enerji tüketimi arasında elde edilen ilişkinin politika yapıcılar açısından gözetilerek hem ulusal hem de uluslararası stratejiler geliştirmeleri önemli görülmektedir.

## **6. ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## **7. MADDİ DESTEK**

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

## **8. YAZAR KATKILARI**

MN, BÖ: Fikir;

MN: Tasarım;

MN, BÖ: Denetleme;

MN, BÖ: Kaynakların toplanması ve/veya işlenmesi;

MN: Analiz ve/veya yorum;

BÖ: Literatür taraması;

MN, BÖ: Yazıyı yazan;

MN, BÖ: Eleştirel inceleme

## 9. ETİK KURUL BEYANI VE FİKRİ MÜLKİYET TELİF HAKLARI

Bu çalışmada yapılan analizler için etik kurul izni gerekmemektedir.

## 10. KAYNAKÇA

- Akal, M. (2016a). Modeling world energy use efficiency, price, and GDP. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(10), 911-919.
- Akal, M. (2016b). Modeling of energy intensity in Turkey. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(9), 807-814.
- Aksoyly, E., & Görmüş, Ş. (2018). Gelişmekte olan ülkelerde ülke riski göstergesi olarak kredi temerrüt swapları: Asimetrik nedensellik yöntemi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 15-33.
- Antonietti, R., & Fontini, F. (2019). Does energy price affect energy efficiency? Cross-country panel evidence. *Energy Policy*, 129, 896-906.
- Araç, A., & Hasanov, M. (2014). Asymmetries in the dynamic interrelationship between energy consumption and economic growth: evidence from Turkey. *Energy Economics*, 259-269.
- Asafu-Adjaye J. (2000). The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: Time series evidence from Asian developing countries. *Energy Economics*, 22(6), 615-625.
- Bakırtaş, T., Karbuz, S., & Bildirici, M. (2000). An econometric analysis of electricity demand in Turkey. *METU Studies in Development*, 27, 23-34.
- BP Statistics. (2020). BP Statistical Review of World Energy. 2 Şubat 2021 tarihinde [www.bp.com/statisticalreview](http://www.bp.com/statisticalreview) adresinden erişildi.
- Bretschger, L. (2015). Energy prices, growth, and the channels in between: Theory and evidence. *Resource and Energy Economics*, 39, 29-52.
- Çetin, M., & Şeker, F. (2012). Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Uludağ Üniversitesi, İİBF Dergisi*, 1, 85-106.
- Cheng, B. (1998). Energy consumption, employment and causality in Japan: A multivariate approach. *Indian Economic Review*, 33(1), 19-29.
- Christopoulos, D. K., & Leon-Ledesma, M. A. (2011). International output convergence, breaks, and asymmetric adjustment. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 15(3), 1-31.
- Çukurçayır, A., & Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 1302-1796.
- Dolado, J.J., & Lütkepohl, H. (1996). Making Wald Tests Work for Cointegrated VAR Systems. *Econometric Theory*, 15(4), 369-386.
- Enders, W., & Lee, J. (2012). The flexible Fourier form and Dickey–Fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199.
- Granger, C.W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Granger, C.W.J., & Yoon, G. (2002). Hidden Cointegration. *Department of Economics Working Paper University of California, No:2002-02*.

- Hacker, R.S., & Hatemi-J, A. (2006). Tests for causality between integrated variables using asymptotic and bootstrap distributions: Theory and application. *Applied Economics*, 38(13),1489-1500.
- Hatemi-J, A. (2012), Asymmetric causality tests with an application. *Empirical Economics*, 43(1), 447-456.
- Hosseini, A., Yazdan, G. F., & Ehsan, A. G. (2012). The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: case study (OPEC countries). *OPEC Energy Review*, 36, 272-286.
- International Energy Agency (IEA). (2020). Data and statistics. 2 Şubat 2021 tarihinde www.iea.org adresinden erişildi.
- Liddle, B., & Sadorsky, P. (2020). How much do asymmetric changes in income and energy prices affect energy demand?. *The Journal of Economic Asymmetries*, 21, e00141.
- Mohapatra, G., & Giri, A. K. (2020). Examining the relationship between electricity consumption, economic growth, energy prices and technology development in India. *The Indian Economic Journal*, 68(4), 515-534.
- Mucuk, M., & Uysal, D. (2009). Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Maliye Dergisi*, 157(1), 105-115.
- Osigwe, A. C., & Arawomo, D. F. (2015). Energy consumption, energy prices and economic growth: Causal relationships based on error correction model. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Econjournals, 5(2), 408-414.
- Sarwar, S., Chen, W., & Waheed, R. (2017). Electricity consumption, oil price and economic growth: Global perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 9-18.
- Şengül, S., & Tuncer, İ. (2006). Türkiye’de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme: 1960-2000. *İktisat İşletme ve Finans*, 21(242), 69-80.
- Yalta, A. T. (2011). Analyzing energy consumption and GDP nexus using maximum entropy bootstrap: The case of Turkey. *Energy Economics*, 33(3), 453-460.
- Yuan, C., Liu, S., & Wu, J. (2010). The relationship among energy prices and energy consumption in China. *Energy Policy*, 38(1), 197-207.
- Yilanci, V., & Bozoklu, Ş. (2014). Türk sermaye piyasasında fiyat ve işlem hacmi ilişkisi: Zamanla değişen asimetrik nedensellik analizi. *Ege Academic Review*, 14(2), 211-220.