

**SEÇİLMİŞ OECD ÜLKELERİNDE ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME  
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: YAPISAL KIRILMALI EŞBÜTÜNLEŞME  
TEKNİĞİNDEN KANITLAR**

***THE ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY CONSUMPTION AND  
ECONOMIC GROWTH IN SELECTED OECD COUNTRIES: EVIDENCES FROM  
COINTEGRATION TECHNIQUE WITH STRUCTURAL BREAK***

**Güray Enes KARAĞAÇ**

Pamukkale Üniversitesi, İngilizce İktisat Bölümü, gekaraagac@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0001-6229-8533>

**Reşat CEYLAN**

Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, rceylan@pau.edu.tr,  
<https://orcid.org/0000-0003-3727-6644>

*Başvuru Tarihi/Application Date: 20.03.2018*

*Kabul Tarihi/Acceptance Date: 08.05.2018*

**DOI: 10.30798/makuiibf.407977**

**Öz**

Bu çalışmanın temel amacı, seçilmiş OECD ülkelerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmak ve bu ilişkinin yönünü belirlemektir. Çalışmada, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi ortaya koymak için yapısal kırılmalı Gregory-Hansen eşbütünleşme yöntemi, ilişkinin yönünü belirlemek için ise Hata Düzeltme Modeli (ECM) ve VAR-Granger nedensellik testleri kullanılmaktadır. Elde edilen bulgular, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamaya yönelik olarak literatürde geliştirilen, büyüme hipotezi, enerji tasarrufu hipotezi, geri bildirim hipotezi ve etkisizlik hipotezi lehinde kanıtlar sunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Enerji-büyüme ilişkisi, Gregory-Hansen Eşbütünleşme testi, Hata Düzeltme Modeli(ECM), VAR-Granger nedensellik testi.

**Abstract**

The main purpose of the study is to examine the direction and the long run relationship between energy consumption and economic growth in selected OECD countries. In this study, Gregory Hansen cointegration method with structural break is used to estimate the long run relationship and to determine the direction of this relationship. The study also uses Error Correction Model (ECM) and VAR-Granger causality tests. Our findings provide some evidences related to the growth hypothesis, energy conservation hypothesis, feedback hypothesis and neutrality hypothesis, which are developed to explain energy consumption-economic growth nexus in the literature.

**Keywords:** Energy-Growth nexus, Gregory-Hansen Cointegration Test, Error Correction Model, VAR-Granger causality test.

## EXTENDED SUMMARY

**Background:** Economic growth-energy consumption nexus which starts with the invention of the steam engine has taken attention of economists from past to present. Several theories and methods are developed to examine this relationship. These theories examine growth-energy nexus basically within the scope of four hypotheses. First one of these hypotheses is growth hypothesis. According to growth hypothesis, there is unidirectional causality arises from energy consumption to economic growth. Increases or decreases in energy consumption effect economic growth. However, reverse is not valid. Second hypothesis is energy conservation hypothesis. This hypothesis argues that there is unidirectional causality arises from economic growth to energy consumption. Changes in economic growth effect energy consumption but changes in energy consumption have no or little effect on economic growth. This policy implies that efficient use of energy sources rather than reducing energy consumption. Third hypothesis which explains the energy-growth relationship is feedback hypothesis. This hypothesis indicates that there is bilateral relationship between economic growth and energy consumption. Changes in economic growth cause changes in energy consumption just as energy consumption effects economic growth. The last and fourth hypothesis is neutrality hypothesis. According to this hypothesis, there is no causal relationship between energy consumption and economic growth. Increases and decreases in energy consumption and economic growth have no effect on each other. Policy makers should consider effects of these hypotheses while creating new policies.

**Purpose:** Empirical findings of the articles which take place in energy-growth nexus literature can be completely contrast even with the same sample period and country if they implement different econometric techniques. Same researchers can obtain different results. The main purpose of the study is to examine the direction and the long run relationship between energy consumption and economic growth in selected OECD countries in order to make contribution to growth-energy nexus literature and to suggest some policy implications for sample countries. The most important difference of this study from others, it examines the energy consumption-economic growth nexus with relatively longer sample period.

**Methodology:** This article investigates the economic growth-energy consumption nexus for 14 OECD countries in the sample period of 1965-2016. All of the variables are in natural logarithm form in order to interpret coefficients as elasticities and to decreases scale of sample. Data sources are BP Statistics for energy consumption, Total Economy Database for population, and World Development Indicators for GDP. Since the sample period is relatively longer which increases existence of possible structural break, Gregory-Hansen co-integration test with structural break was applied after determining instability in co-integration coefficients by Hansen Instability test. Error Correction Model and VAR Granger causality test are held in order to determine the direction of the causality.

**Findings:** Empirical findings reveal that all of the hypotheses can be observed in selected OECD country sample. Growth hypothesis is valid for Belgium, Canada, and France; Energy conservation hypothesis is valid for Sweden, Switzerland, and Norway; Feedback hypothesis is valid for Australia, Austria, and Germany; Neutrality hypothesis is valid for Italy. Changes in preferences, technological shocks, structural changes, economic crises, migrations, wars, and changes in demographic pattern should take into consideration while creating new policies in countries where causal relationships were revealed. Further researches would examine energy consumption-economic growth nexus within the scope of four discussed hypotheses and environmental factors, hence they should concentrate on sustainability discussions.

## GİRİŞ

18. yüzyılın sonlarında James Watt'ın buharlı motoru icat etmesiyle başlayan sanayi devrimi ile emek yoğun üretime alternatif olarak, önce buharlı makineler kullanılmıştır (Sanayi 1.0). 19. Yüzyılın sonlarında elektrik kullanımına dayanan, seri üretim ve uzmanlaşma (Sanayi 2.0), daha sonra, 20. yüzyılda elektronik devrelerin ve bilişim sektörünün gelişmesiyle otomatik üretim sistemleri (Sanayi 3.0) ve 21. yüzyılda kompleks görevleri yerine getirebilecek IoT(Internet of Things) ve bulut teknolojileri (Sanayi 4.0) dünya üretim sistemini geçmişten günümüze kadar olan süreçte domine etmiştir. Bu gelişmeler, dünya üretim sisteminin geçirdiği hızlı değişimlerin teknik ilerleme sayesinde olduğunu ve her safhada enerji kullanımının yer aldığını göstermektedir. Dolayısıyla üretim süreçlerinin vazgeçilmez girdilerinden biri de enerji tüketimi olmuştur..

Üretim yöntemlerinin değişmesiyle kullanılan enerjinin türü değişse de enerjinin önemi her geçen gün daha da artmıştır. Bu nedenle ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisini açıklayabilmek için çeşitli ekonometrik yöntemler geliştirilmiş ve birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların temel amacı ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisinin yönünü belirleyerek ülkeler için geçerli olabilecek politika çıkarımlarına ulaşmak olmuştur. Enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisinin yönü konusunda literatürde ortaya atılan dört temel hipotez bulunmaktadır (Yoo, 2005; Apergis ve Payne, 2009; Dinda, 2004; Stern ve diğ., 2016). Bu hipotezler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a) Büyüme hipotezi: Büyüme hipotezine göre, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır. Bu ilişki, enerji tüketimi arttıkça ekonomik büyümenin de artacağını ifade etmektedir. Dolayısıyla, ülkelerde enerji tüketimini azaltan bir politika ya da iktisadi dalgalanmanın, ekonomik büyümeyi negatif yönde etkileyeceği de ortaya çıkmaktadır.

b) Enerji tasarrufu hipotezi: Enerji tasarrufu hipotezine göre nedensellik ilişkisinin yönü, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğrudur. Bu hipotez, ülkelerde enerji tüketiminin azaltılmasından ziyade, enerjinin etkin ve verimli kullanılmasını ortaya koymaktadır. Enerji tüketimini azaltıcı politikalar ve ekonomik şoklar ekonomik büyüme üzerinde ya çok az etkide bulunur ya da hiç etkide bulunmaz.

c) Geri bildirim hipotezi: Geri bildirim hipotezine göre, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır. Bu ilişkinin karşılıklı olması ülkelerde uygulanacak ekonomi politikalarının dizayn edilmesinde karşılıklı etkileşimin dikkate alınmasını gerektirmektedir.

d) Etkisizlik hipotezi: Etkisizlik hipotezine göre; ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Bu hipotezin geçerli olması ülkelerde büyümeye ilişkin ekonomi politikaları oluşturulurken enerji tüketimi kaynaklı bir kısıtın söz konusu olmadığını göstermesi bakımından önemlidir.

Stern ve diğ. (2016), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilere dair ortaya attıkları “biçimlenmiş olgular”da, son 40 yıldır enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında istikrarlı bir ilişki olduğunu belirtmişler; genel olarak zengin ülkelerde enerji kullanım yoğunluğunun azaldığını, diğer ülkelerde ise enerji kullanım yoğunluğunun azalmadığını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca aynı çalışmada, son iki yüzyılda, enerji maliyetleri azalırken, kişi başı enerji tüketimi ve kullanılan enerjinin kalitesinin arttığını da ortaya koymuşlardır. Bu tespitler, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin, uzun zamandır iktisatçıların ilgi odağında olduğunu göstermektedir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan hareketle bu çalışmanın temel amacı, seçilmiş OECD ülkelerinde enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisinin varlığını ve yönünü belirleyerek politika çıkarımlarında bulunmaktır. Çalışmanın geri kalanı aşağıdaki gibi organize edilmektedir: izleyen bölümde, konuya ilişkin zengin bir literatür özeti verilmekte, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan metodoloji sunulmakta, dördüncü bölümde analizde kullanılan veri seti tanıtılmakta ve beşinci bölümde uygulama

sonuçları tartışılmaktadır. Çalışma, tartışma ve politika önerilerinin yer aldığı sonuç bölümü ile sona ermektedir.

## 1. LİTERATÜR

Her ne kadar ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisi geçmişten günümüze iktisatçıların yoğun ilgi odağında olsa da bu konunun öncü iki çalışması Kraft-Kraft (1978) ve Hamilton (1983)'tür. Kraft-Kraft (1978), Sims tekniğini kullandıkları çalışmalarında ABD ekonomisinin 1950-1970 örneklem dönemini incelemişler ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi elde etmişlerdir. Hamilton (1983), Granger nedensellik yöntemini kullandığı çalışmasında ise, yine ABD ekonomisini ele almış ve 1948-1972 örneklem dönemini kullanarak, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisine ulaşmıştır..

Sözü edilen iki çalışmadan sonra enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalar hızla artmıştır. Stern ve diğ. (2016)'nın enerji ekonomisinin biçimlenmiş olgularını ortaya koyduğu çalışması, enerji ekonomisi literatürünün kilometre taşlarından birisi olmuştur.

Aşağıdaki tablo, enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisini özetleyen önemli çalışmaları sunmaktadır.

**Tablo 1.** Literatür

Yazarlar	Örneklem Dönemi	Metodoloji	Ülkeler	Sonuç
Kraft, Kraft (1978)	1950-1970	Sims metodolojisi	Amerika	Y→E
Hamilton (1983)	1948-1972	Granger nedensellik	Amerika	E→Y
Stern (1993)	1947-1990	Multivariate VAR	Amerika	E→Y
Masih ve Masih (1996)	1955-1990	Johansen eşbütünlük	Hindistan	E→Y
			Endonezya	Y→E
		Granger nedensellik	Pakistan	E↔Y
			Singapur	Belirsiz
		Dinamik VECM	Malezya	
Filipinler				
Cheng ve Lai (1997)	1955-1993	Hsiao Granger nedensellik	Tayvan	Y→E
Yang (2000)	1954-1997	Granger nedensellik	Tayvan	E↔Y
Asafu-Adjaye (2000)	1973-1995	Johansen eşbütünlük	Hindistan	E→Y
	1973-1995		Endonezya	E→Y
	1971-1995	ECM	Tayland	E↔Y
	1971-1995		Filipinler	E↔Y
Ghosh (2002)	1950-1997	Johansen-Juselius eşbütünlük	Hindistan	E→Y
		Granger nedensellik		
Shiu ve Lam (2004)	1971-2000	Johansen eşbütünlük	Çin	E→Y
		ECM		
		Granger nedensellik		
Ghali ve El-Sakka (2004)	1961-1997	Johansen eşbütünlük	Kanada	E↔Y
		VECM		
		Granger nedensellik		
Oh ve Lee (2004)	1970-1999	Johansen-Juselius eşbütünlük	Kore	E→Y
		Granger nedensellik		
Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007)	1971-2002	Panel VECM	Net enerji ihraç eden ülkeler	E↔Y
		Panel Granger nedensellik	Net enerji ithal eden ülkeler	

Tablo 1 (Devamı)

Tablo 1 (Devamı)				
Lise ve Van Montfort (2007)	1970-2003	Engle-Granger	Türkiye	Y→E
		Granger nedensellik		
		ECM		
Mehrra (2007)	1971-2002	Panel eşbütünleşme	Petrol ihraç eden 11 ülke	Y→E
		Panel nedensellik		
Karagöl ve diğ. (2007)	1974-2004	ARDL sınır testi, ECM	Türkiye	E→Y
Odhiambo (2009)	1971-2016	ARDL sınır testi	Tanzanya	E→Y
		Granger nedensellik		
Narayan ve Smyth (2008)	1972-2002	Panel eşbütünleşme	G7 Ülkeleri	E→Y
		Panel Granger		
Hossain (2011)	1971-2007	Johansen-Fisher Panel eşbütünleşme	Yeni Sanayileşmiş Ülkeler	Y→E
		Panel Granger nedensellik		
Azline ve Mustapha (2012)	1970-2010	Johansen eşbütünleşme	Malezya	Y→E
		VECM		
Shahbaz ve diğ. (2013)	1971-2011	ARDL sınır testi	Çin	E→Y
		Granger nedensellik		
Solarin ve Shahbaz (2013)	1971-2009	ARDL sınır testi	Angola	E→Y
		Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme		
		VECM Granger nedensellik		
Altıntaş (2013)	1970-2008	ARDL, VECM	Türkiye	E→Y
Akpolat ve Altıntaş (2013)	1961-2010	Johansen eşbütünleşme, VECM	Türkiye	E↔Y
Ceylan ve Başer (2014)	1965-2011	Johansen-Juselius eşbütünleşme, ECM	Türkiye	E→Y
Erdoğan ve Gürbüz (2014)	1970-2009	Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme	Türkiye	E↔Y
		Granger nedensellik		
Alshehry ve Belloumi (2015)	1971-2010	Johansen eşbütünleşme	Suudi Arabistan	E→Y
		Granger nedensellik		
Topallı ve Alagöz (2014)	1970-2009	Johansen eşbütünleşme	Türkiye	Y→E
		VECM		
		Toda Yamamoto nedensellik		
Kasman ve Duman (2015)	1992-2010	Panel eşbütünleşme	Yeni veya aday AB ülkeleri	Y→E
		Panel nedensellik		
Keskin (2017)	1980-2016	Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme Toda-Yamamoto nedensellik	Türkiye	E→Y
Altıntaş ve Koçbulut (2017)	1960-2012	Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme Toda-Yamamoto nedensellik	İngiltere	E↔Y
			Avustralya	
			Fransa	
			Danimarka	
			İsveç	Y→E
			Portekiz	
			ABD	E↔Y
			Avusturya	
İzlanda				

\*“→” Tek taraflı ilişkinin yönünü, “↔” çift taraflı ilişkiyi ve “↔” ilişkisizliği temsil etmektedir.

Yukarıdaki tabloda yer alan çalışmalara bakıldığında, ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisinin dört farklı hipoteze göre gruplandırılabilceği görülmektedir. Buna göre; büyüme hipotezini Hamilton (1983), Stern (1993), Masih ve Masih (1983), Asafu-Adjaye (2000), Ghosh (2002), Shiu ve Lam (2004), Oh ve Lee (2004), Karagöl ve diğ. (2007), Odhiambo (2008), Narayan ve Smyth (2008), Shahbaz ve diğ. (2013), Altıntaş (2013), Alshehry ve Belloumi (2014); enerji tasarrufu hipotezini Kraft ve Kraft (1978), Masih ve Masih (1996), Cheng ve Lai (1997), Lise ve Van Montfort (2007), Mehrara (2007), Hossain (2011), Azlina ve Mustapha (2012), Topalli ve Alagoz (2014), Ceylan ve Başer (2014), Kasman ve Duman (2014), Altıntaş ve Koçbulut (2017) ve Keskin (2017); geri bildirim hipotezini Masih ve Masih (1996), Yang (2000), Asafu-Adjaye (2000), Ghali ve El-Sakka (2004), Mahadevan ve Asafu-Adjaye (2007), Akpoloat ve Altıntaş (2013) ve Altıntaş ve Koçbulut (2017); ve etkisizlik hipotezini Erdogan ve Gurbuz (2014) ve Altıntaş ve Koçbulut (2017) çalışmaları desteklemektedir.

Diğer yandan, son yıllarda Çin, Hindistan, Avustralya gibi sanayileşmiş ve dünyanın başlıca enerji tüketicisi ülkelerinin yanı sıra gelişmekte olan birçok ülke için de ampirik ve teorik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bulguları, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin yönü hakkında karmaşık sonuçlar ortaya koymaktadır. Ayrıca, aynı ülkeler örneklemleri için farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da birbiriyle çelişkili bulgular elde edilebilmektedir. Bu tartışmaya katkıda bulunmak amacıyla, çalışmada, birçok OECD ülkesi seçilmiş, örneklem dönemi görece uzun tutulmuş ve yapısal kırılmalı Gregory-Hansen eş-bütünleşme tekniğinden yararlanılarak, hata düzeltme modeli ve VAR-Granger tekniği uygulanmıştır.

## 2. METODOLOJİ

Asafu-Adjaye(2000), Ghosh (2002), Lise ve Van Montfort(2007) ve Alshehry ve Belloumi (2014) gibi enerji ekonomisinde yer edinmiş birçok çalışmada kullanılan geleneksel eşbütünleşme yöntemleri, yapısal kırılmanın olduğu durumlarda eşbütünleşmenin olmadığını belirten boş hipotezi, eşbütünleşme parametreleri istikrarlı olsa da reddetmeme eğilimindedirler. Bunun sonucunda, geleneksel eşbütünleşme testlerinin tahmin güçleri azalmaktadır. Bu nedenle, eşbütünleşme ilişkisinin yapısal kırılmalı teknikler kullanılarak araştırılması uygun görünmektedir. Bu zayıflıktan kaçınmak için, çalışmada yapısal kırılmaya izin veren Gregory-Hansen eşbütünleşme testi ve hata düzeltme modeli (ECM), VAR-Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Bu yöntemi kullanan çalışmalara Erdoğan-Gürbüz (2014), Solarin ve Shahbaz (2013) örnek gösterilebilir.

Bu çalışmada, geleneksel birim kök testlerinin yanı sıra Zivot-Andrews (1992) yapısal kırılmalı birim kök testi kullanılmıştır. Uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinde bilinmeyen bir zamanda yapısal kırılma olduğunu yani uzun dönem katsayılarının değiştiğini belirleyebilmek için Hansen İstikrarsızlık testi, ardından Johansen eşbütünleşme testine dayanan ve bilinmeyen bir zamanda yapısal kırılmaya izin veren Gregory-Hansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin yönünü belirleyebilmek için ise hata düzeltme modeli ve VAR-Granger nedensellik testi kullanılmıştır.

### 2.1. Zivot-Andrews (ZA) Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi

ZA testi, kırılmanın dışsal kabul edildiği Perron (1989) testinin aksine kırılmanın içsel kabul edildiği bir testtir. Tek kuyruklu t-testinden hesaplanan t değerinin, Zivot ve Andrews (2002) tarafından hesaplanan ZA kritik değerinden küçük olması durumunda boş hipotez olan yapısal kırılma var iken birim kök vardır hipotezi reddedilir.

Zivot ve Andrews (1992) tarafından kurulan modeller aşağıdaki gibidir.

Model A: Sabit terimde meydana gelen yapısal kırılmayı dikkate alan modeldir.

$$y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 \varphi_{1t}(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

Model B: Trendde meydana gelen yapısal kırılmayı dikkate alan modeldir.

$$y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_2 \varphi_{2t}(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

Model C: Hem sabit terimde hem de trendde meydana gelen yapısal kırılmayı dikkate alan modeldir.

$$y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 \varphi_{1t}(\lambda) + \theta_2 \varphi_{2t}(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Ve

$$\varphi_{1t} = \begin{cases} 1, & t > T\lambda \\ 0, & t \leq T\lambda \end{cases} \quad \varphi_{2t} = \begin{cases} t - T\lambda, & t > T\lambda \\ 0, & t \leq T\lambda \end{cases}$$

Her üç modelde de  $\varphi_{1t}$  ve  $\varphi_{2t}$  kukla değişken iken  $\lambda$  kırılma zamanını göstermektedir. Olası otokorelasyon problemini elemine etmek için  $\Delta y_{(t-i)}$  terimi düzeltici değişken olarak eklenmiştir.

## 2.2. Hansen İstikrarsızlık Testi Ve Gregory-Hansen Yapısal Kırılmalı Eşbütünlüşme Testleri

Nelson ve Plosser (1982), birçok makroekonomik değişkenin durağan olmadığını, birim kök içerdiklerini belirtmiştir. Birim kök içeren serilerin ekonometrik analizlerde doğrudan kullanılması uygun değildir. Farkları alınarak veya trendden arındırılarak durağanlaştırılan serilerin kullanılması uygundur. Johansen eşbütünlüşme testine dayanan Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünlüşme testi, düzeyde durağan olmayan (I(1)) serilerin kullanımını sağlamaktadır.

Hansen (1992) istikrarsızlık testi standart çok değişkenli eşbütünlüşme denkleminde türetilmiştir.

$$y_t = A_t x_t + u_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Burada  $y_t$  ve  $x_t$  zamana göre değişen iki seridir. Her ne kadar hesaplama yöntemleri değişse de üç test, LC, SubF ve MeanF, için de boş hipotez, zamana göre değişen  $A_t$  katsayısının sabit olmasıdır. Eğer, bahsedilen testler ile boş hipotez reddedilir ise eşbütünlüşme ilişkisinin uzun dönem istikrarından söz edilemez. Bu durumda bilinmeyen bir zamanda yapısal kırılma olduğu ve uzun dönem eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığını belirten alternatif hipotez kabul edilir.

Boş hipotez LC, SubF ve MeanF testleriyle analiz edilir. İstatistik teorisinde uzun bir geçmişi olan LC testini hesaplamak, SubF ve MeanF testlerini hesaplamaktan daha kolay olduğu için ve veride herhangi bir kırılma gerektirmediğinden daha avantajlıdır. SubF ve MeanF testleri, kırılma zamanının bilinmediği Chow testine dayanmaktadır. Boş hipotezi aynı, alternatif hipotezleri farklı olan üç testten hangisinin kullanılacağı testin amacına göre seçilmelidir. Uygulamada üç test de aynı yönde sonuç veriyor olsa da eğer amaç hem sabit terimde hem de eğim katsayısında ani bir kırılmayı araştırmaksa SubF testinin kullanılması daha uygundur. Diğer yandan, amaç kurulan modelin istikrarlı bir ilişkiyi yakalayıp yakalayamadığını araştırmak ise MeanF testinin kullanılması uygundur. Örneklem boyunca parametre olabilirliğinin sabit olup olmadığını test etmek için ise LC testinin kullanılması tavsiye edilir (Hansen, 1992).

Boş hipotezin reddedildiği, bilinmeyen bir zamanda yapısal kırılma olduğu durumlarda, eşbütünlüşme ilişkisinin ortaya konması için Gregory-Hansen(1996a, 1996b) yapısal kırılmalı eşbütünlüşme testleri uygulanır.

Model 1: Standart eşbütünleşme

$$y_t = \mu + \alpha^T X_t + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Bu modelde  $y_t$ ,  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $X_t$ , sırasıyla bağımlı değişkeni, sabit terimi, eğim katsayısını ve bağımsız değişkeni göstermektedir.  $y_t$ ,  $I(1)$  ve  $e_t$ ,  $I(0)$ 'dir. Bu modelin uzun dönem ilişkisi yakalayabilmesi için  $\alpha$  ve  $\mu$ 'nün zaman içinde değişmemesi istenir. Fakat sabit terimde ve eğim katsayısında ayrı ayrı veya aynı anda yapısal kırılmanın varlığı halinde eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını inceleyebilmek için kukla değişken oluşturulması kullanışlı bir yöntemdir. .

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

$\tau \in (0,1)$  değişim noktasının göreceli zamanını gösterirken  $[ ]$  tam sayı kısmını temsil etmektedir.

Model 2 (C): Sadece sabit terimdeki kırılmayı dikkate alan modeldir. Eğim katsayısı  $\alpha$ , sabit tutulduğunda, sabit terimdeki değişmeyi gösterir. Sabit terimde kırılma olması durumunda tahmin edilen regresyon doğrusu paralel bir şekilde kayacaktır. Bu modelde  $\mu_1$  yapısal kırılmadan önceki sabit terimi,  $\mu_2$  ise yapısal kırılmadan sonraki sabit terimi göstermektedir.  $y_{1t} = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{1\tau} + \alpha^T X_t + e_t, t = 1, 2, \dots, n.$  (6)

Model 3 (C/T): Sabit terimdeki kırılmayı dikkate alan, trendli modeldir. Bu durumda tahmin edilen regresyon doğrusu paralel bir şekilde kaydığı gibi doğrultu da değiştirebilir..

$$y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{1\tau} + \beta t + \alpha^T X_t + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

Model 4 (C/S): Sabit terimdeki ve eğim katsayısındaki kırılmayı dikkate alan, trendsiz modeldir. Kısaca trendsiz rejim değişimi modelidir.

$$y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{1\tau} + \alpha_1^T X_t + \alpha_2^T X_t \varphi_{1\tau} + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

Model 5: Sabit terimdeki ve eğim katsayısındaki kırılmayı dikkate alan, trendli modeldir. Kısaca trendli rejim değişimi modelidir. Yukarıdaki modellerin aksine, Gregory-Hansen(1996b) çalışmasında yer almaktadır.

$$y_t = \mu_1 + \mu_2 \varphi_{1\tau} + \beta_1 t + \beta_2 t \varphi_{1\tau} + \alpha_1^T X_t + \alpha_2^T X_t \varphi_{1\tau} + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (9)$$

Bu modelde ise  $\mu_1, \alpha_1$  ve  $\beta_1$  sırasıyla yapısal kırılmadan önceki sabit terim, eğim katsayısı ve trend katsayısıdır.  $\mu_2, \alpha_2$  ve  $\beta_2$  ise sırasıyla yapısal kırılmadan sonraki sabit terim, eğim katsayısı ve trend katsayısıdır.

### 2.3. Hata Düzeltme Modeli (ECM)

Eşbütünleşmenin olduğu durumlarda en az bir tane tek taraflı nedensellik ilişkisi vardır. Hata düzeltme modeli, kısa ve uzun dönemli nedenselliğin belirlenmesinde kullanılan modellerden biridir. Day ve Quentın (2003)'e göre eşbütünleşmenin olduğu durumlarda nedenselliğin yönünü belirlemek için hata düzeltme modeli, eşbütünleşmenin olmadığı durumlarda ise VAR yöntemine dayanan Granger-Nedensellik testi uygulanmalıdır.

$$\Delta Y_t = \alpha_2 + \alpha_y \mu_{t-1} + \sum_{i=1} \alpha_{21}(i) \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{22}(i) \Delta X_{t-i} + \varepsilon_{yt}, \quad (10)$$



$$\Delta X_t = \alpha_1 + \alpha_x \mu_{t-1} + \sum_{i=1} \alpha_{11}(i) \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1} \alpha_{12}(i) \Delta X_{t-i} + \varepsilon_{xt} \quad (11)$$

Bu modelde  $Y_t$  ve  $X_t$  fark durağan iki zaman serisi iken  $\varepsilon_{yt}$  ve  $\varepsilon_{xt}$  aralarında korelasyon ilişkisi bulunmayan hata terimlerini temsil etmektedir.  $\mu_{t-1}$ , bir diğer adıyla Hata Düzeltme Terimi (ECT), eşbütünleşme denkleminde elde edilmiş, düzeyde durağan hata terimi seridir. Buna göre; kısa dönem nedenselliği belirleyebilmek için her bir açıklayıcı değişken ve bu açıklayıcı değişkenlerin gecikmelerine birleşik F testi (WALD testi) uygulanırken uzun dönem nedenselliği belirleyebilmek için ise, t testi ile hata düzeltme teriminin katsayısının ( $\alpha_y$ ,  $\alpha_x$ ) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı analiz edilir. Hata düzeltme teriminin katsayısının negatif ve (0, -1) aralığında olması beklenir. Eğer, hata düzeltme terimi negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ise seriye etki eden bir şok, bir dönemde (hata teriminin katsayısı\*100) oranında etkisini kaybeder ve uzun dönemde tekrar dengeye gelir. Eğer, Hata Düzeltme Modelinde uzun dönemli ilişkinin varlığı söz konusu ise hata düzeltme katsayısına ve açıklayıcı değişkenin katsayısına birleşik F testi uygulanır. F istatistiği anlamlı ise açıklayıcı değişken, açıklanan değişkenin güçlü Granger nedenidir.

#### 2.4. VAR-Granger Nedensellik Testi

Granger nedensellik, iki zaman serisi arasındaki ilişkiyi, serilerin geçmiş değerlerini kullanarak anlamaya odaklanmış bir konsepttir. Bu nedenle Granger nedensellik metodolojisi, Vektör oto-regresif (VAR) modelinden faydalanmaktadır. p. mertebeden bir VAR modeli aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Bu modelde  $y_t$ , v,  $A_1, \dots, A_p$ , p ve  $\varepsilon_t$  sırasıyla içsel değişkenler vektörünü, deterministik terim vektörünü, katsayı matrisini, gecikme uzunluğunu ve hata terimleri vektörünü temsil etmektedir.

Granger (1969)'a göre; Y'yi tahmin ederken, X'in geçmiş değerlerini kullanmak, kullanmamaktan daha iyi sonuçlar veriyorsa X, Y'nin Granger nedenidir denir. Bu durumda, Granger nedenselliğin yönü X'ten Y'ye doğrudur ve tek yönlüdür. Aynı zamanda X'i tahmin ederken Y'nin geçmiş değerlerini kullanmak, kullanmamaktan daha iyi sonuçlar veriyorsa ilişki çift yönlüdür. Eğer; X, Y'nin Granger nedeni değilse ve aynı zamanda Y, X'in Granger nedeni değil ise iki değişken istatistiksel olarak bağımsızdır.

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k_1} \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k_2} \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k_3} \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k_4} \delta_i X_{t-i} + \phi_t \quad (14)$$

X ve Y durağan iki zaman serisini ifade ederken  $\alpha$  ve  $\gamma$  sabit terimlerini,  $\varepsilon_t$  ve  $\phi_t$  beyaz gürültü sürecine sahip hata terimlerini ve  $k_j$ ,  $j=(1,2,3,4)$  her bir zaman serisinde VAR metodu ile belirlenmiş maksimum gecikme uzunluklarını temsil etmektedir.

### 3. VERİ SETİ VE UYGULAMA SONUÇLARI

Ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisinin araştırıldığı bu çalışmada seçilmiş OECD ülkelerinin (ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Fransa, İsveç, İsviçre, İtalya, Kanada, Norveç, Türkiye, Yunanistan) 1965-2016 örneklem döneminde kişi başı reel GSYİH ve kişi başı enerji tüketimi verileri ele alınmıştır. İlgili değişkenler arasındaki ilişkiyi tahmin etmek amacıyla aşağıdaki modeller kullanılmıştır:

$$\ln Y = f(\ln E) \quad (15)$$

ve

$$\ln E = f(\ln Y) \quad (16)$$

$\ln Y$ , kişi başı reel GSYİH'nin doğal logaritmasını temsil etmekte iken  $\ln E$ , kişi başı enerji tüketiminin doğal logaritmasını temsil etmektedir. Enerji tüketimini temsil etmek üzere BP Statistics'ten alınan birincil enerji tüketimi verisi, Total Economy Database'ten alınan nüfus verisine bölünerek kişi başı enerji tüketimi (metrik ton per capita) elde edilmiştir. Ekonomik büyümeyi temsil etmek üzere World Development Indicators'ten alınan 2010 yılı baz yıl alınmış, dolar cinsinden kişi başı Gayri Safı Yurt İçi Hasıla kullanılmıştır<sup>1</sup>. Hem ölçeği küçültmek ve hem de tahmin edilen katsayıları esneklik şeklinde yorumlayabilmek için verilerin doğal logaritması alınmıştır.

#### 4.BULGULAR

Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme testinin uygulanabilmesi için seriler farkta durağan (I(1)) olmalıdır. Bunu araştırmak için geleneksel ADF testi (Tablo 1) ve yapısal kırılmalara izin veren Zivot-Andrews birim kök testi (ZA) (Tablo 2) uygulanmıştır. Bulgular aşağıdaki gibidir.

Tablo 2. ADF Testi

Ülke	$\ln Y$		$\ln E$		Model	Karar
	Düzye	Fark	Düzye	Fark		
ABD	-1.4787	-5.5922***	-2.41	-5.3488***	$\tau_\mu$	I(1)
Almanya	-2.285	-7.2654***	-2.563	-7.2745***	$\tau_\tau$	I(1)
Avustralya	-1.7869	-5.6046***	-0.511	-6.1901***	$\tau_\mu$	I(1)
Avusturya	-1.4405	-5.6222***	-2.2828	-8.4536***	$\tau_\tau$	I(1)
Belçika	-1.6603	-6.9228***	-1.7932	-6.2930***	$\tau_\tau$	I(1)
Birleşik Krallık	-1.2203	-4.5573***	0.2499	-7.1478***	$\tau_\mu$	I(1)
Fransa	-2.2483	-5.2461***	-1.7655	-6.7405***	$\tau_\tau$	I(1)
İsveç	-2.8804	-5.0146***	-2.6653	-9.0788***	$\tau_\tau$	I(1)
İsviçre	-1.7204	-5.1706***	-2.0704	-10.5138***	$\tau_\mu, \tau_\tau$	I(1)
İtalya	-0.6074	-5.9144***	-2.5976	-4.8231***	$\tau_\tau$	I(1)
Kanada	-1.9984	-5.3771***	-2.6188	-6.7491***	$\tau_\tau$	I(1)
Norveç	0.1496	-4.0982**	-2.6908	-4.9917***	$\tau_\tau$	I(1)
Türkiye	-0.3124	-6.9484***	-2.4894	-7.4488***	$\tau_\mu$	I(1)
Yunanistan	-2.1166	-3.7108**	-1.7893	-5.1321***	$\tau_\tau$	I(1)

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir. İsviçre için ekonomik büyüme

modelinde  $\tau_\mu$  model, enerji tüketimi modelinde ise  $\tau_\tau$  modeli kullanılmıştır.

Bulgulara göre serilerin düzeyde durağan olmadığını belirten boş hipotez reddedilememiştir. Serilerin birinci farkı alındığında elde edilen sonuçlar serilerin farkta durağan olduklarını göstermiştir.

<sup>1</sup> Seriler için tanımlayıcı istatistiklere bakılmış ve tahmin sürecini olumsuz etkileyebilecek herhangi bir sorun ile karşılaşılmamıştır.

Tablo 3. Zivot-Andrews Testi

Ülke	lnY		lnE		Model	Karar
	Düzey	Fark	Düzey	Fark		
ABD	-4.5339	-5.8669***	-3.6732	-5.6072***	C	I(1)
	2003 (1)	1983 (1)	1994 (3)	1984 (2)		
Almanya	-4.1480	-8.2015***	-3.1274	-8.2382***	A	I(1)
	1976 (2)	1980 (1)	1976 (0)	1980 (0)		
Avustralya	-4.5181	-7.5026***	-4.7771	-6.3882***	C	I(1)
	1998 (1)	1984 (0)	1995 (1)	2005 (1)		
Avusturya	-2.8959	-6.8636***	-3.0151	-5.0392***	A	I(1)
	2008 (0)	1975(0)	2006 (0)	1995 (4)		
Belçika	-3.1472	-8.0339***	-2.7669	-6.9738***	A	I(1)
	2008 (0)	1975 (0)	2008 (0)	1984 (0)		
Birleşik Krallık	-4.474	-5.3304**	-2.6564	-8.6020***	A	I(1)
	2008 (1)	2007 (1)	2008 (0)	1985 (0)		
Fransa	-4.0068	-5.9923***	-2.7094	-8.3734***	A	I(1)
	2008 (1)	1974 (0)	2007 (0)	1974 (0)		
İsveç	-4.0298	-5.9959***	-4.298	- 5.0921**	A	I(1)
	1999 (1)	1994 (0)	1984 (2)	1991 (4)		
İsviçre	-4.5923*	-5.0794**	-2.6290	-5.6473***	A	I(1)
	1991 (1)	1997 (4)	1977 (1)	1997 (4)		
İtalya	-3.5923	-6.4065***	-4.5001	-6.3906***	C	I(1)
	2000 (2)	1976 (1)	2003 (1)	1984 (0)		
Kanada	-2.7942	-5.8931***	-3.2836	-7.5357***	A	I(1)
	2008 (1)	1993 (0)	2008 (0)	1974 (0)		
Norveç	-3.0291	-5.4917**	-3.252	-7.0637***	C	I(1)
	1996 (1)	1994 (4)	1989 (4)	2003 (3)		
Türkiye	-3.0858	-7.4978***	-3.6441	-8.4972***	A	I(1)
	2005 (0)	2002 (0)	1999 (0)	1978 (0)		
Yunanistan	-3.5419	-6.0514***	-3.4311	-5.6153***	B	I(1)
	2008 (4)	1976 (1)	2004 (2)	1990 (5)		

Model A: Sabit terimde meydana gelen yapısal kırılmayı dikkate alan modeldir

Model B: Trendde meydana gelen yapısal kırılmayı dikkate alan modeldir.

Model C: Hem sabit terimde hem de trendde meydana gelen yapısal kırılmayı dikkate alan modeldir.

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir.

Test istatistiklerinin altında yapısal kırılma yılı, parantez içinde ise gecikme uzunluğu verilmiştir.

Bulgulara göre boş hipotez, serilerde düzeyde yapısal kırılma mevcut iken birim kök vardır hipotezi reddedilememiştir. Bunun yanında serilerin birinci farkı alındığında elde edilen seriler, yapısal kırılma var iken durağandır.

ZA test sonuçları, ADF testi sonuçları ile tutarlıdır. On dört ülke için de lnY ve lnE serileri birinci dereceden bütünleşiktir yani I(1)'dir. Bu sonuçlar, Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme tekniğinin kullanılabilceği anlamına gelmektedir.

Tablo 3'ye göre lnY serisindeki yapısal kırılmalar 1975-1985 yılları etrafında iken lnE serisindeki yapısal kırılmalar 1980'li yılların etrafında değişmektedir. Bunun nedeni; 1970'li yıllarda dünya ekonomisinin maruz kaldığı yapısal şoklar olarak gösterilebilir: Bu şoklar, Bretton-Woods sisteminin çökmesi, sermaye akımlarının serbestleşmesi, esnek kur rejimine geçilmesi ve 1970'li yıllarda yaşanan petrol

şokları şeklinde sıralanabilir. Diğer yandan, modelde kullanılan değişkenlere ait Hansen-istikrarsızlık test sonuçları Tablo 4'te verilmektedir.

**Tablo 4.** Hansen İstikrarsızlık Testi

Ülke	Bağımlı değişken: $\ln Y$			Bağımlı değişken: $\ln E$		
	Lc	Mean F	Sub F	Lc	Mean F	Sub F
ABD	0.1517	1.2674	6.2283	0.1095	1.6295	3.5818
Almanya	2.3235***	27.922***	60.04***	0.7297**	6.3547**	8.5327
Avustralya	1.1901***	11.6416***	21.7682***	0.6375**	6.1854**	10.072
Avusturya	0.4973*	4.8328**	17.0245***	0.6338**	5.4989**	8.5627
Belçika	1.971***	11.0691***	36.5926***	0.1022	0.7928	3.0823
Birleşik Krallık	0.4322	4.0448*	10.9458*	0.0759	1.2472	2.7056
Fransa	3.4289***	43.093***	121.8113***	0.3405	5.8287**	14.3361**
İsveç	0.1876	1.7164	6.473	0.5695**	4.6316**	5.8936
İsviçre	0.9135***	6.6385***	22.1967***	0.4715*	3.9362*	4.6031
İtalya	2.0726***	15.5864***	30.3844***	0.0572	0.3052	1.1423
Kanada	0.6928**	19.0767***	29.823***	0.8593***	7.2458***	9.8268
Norveç	1.901***	45.8029***	83.2166***	0.9493***	8.3616***	11.5909*
Türkiye	0.0737	1.3853	4.8567	0.1002	0.8721	3.1288
Yunanistan	0.1989	3.8001*	6.5636	0.1426	1.3426	2.3014

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde bağımlı değişken ekonomik büyüme iken ABD, Birleşik Krallık, İsveç, Türkiye ve Yunanistan ülkelerinde, %1 veya %5 anlamlılık düzeylerinde uzun dönem istikrarsızlık belirlenmemiştir. Almanya, Avustralya, Avusturya, Belçika, Fransa, İsviçre, İtalya, Kanada ve Norveç ülkelerinde ise LC, MeanF veya SubF testlerinden en az ikisi boş hipotez olan uzun dönem istikrarı reddetmektedir. Enerji tüketimi bağımlı değişken iken ABD, Belçika, Birleşik Krallık, İsviçre, İtalya, Türkiye, Yunanistan ülkelerinde uzun dönem istikrarsızlık belirlenmemiştir. Bunun yanında Almanya, Avustralya, Avusturya, Fransa, İsveç, Kanada, Norveç ülkelerinde boş hipotez reddedilmiştir.

Hem ekonomik büyüme hem de enerji tüketimi bağımlı değişken iken istikrarın reddedilemediği ABD, Birleşik Krallık, Türkiye ve Yunanistan analizden çıkarılmıştır.

Analizin bundan sonraki safhasında Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi sonuçlarına bakılabilir. Bu analizde, literatürde yaygın kullanım alanına sahip, geleneksel ADF birim kök testine dayalı ADF istatistiği ve Phillips-Perron testine dayalı ZT istatistiği dikkate alınmaktadır.

Almanya, Avustralya, Avusturya, İsveç ve Norveç ülkelerinde hem ekonomik büyüme hem de enerji tüketimi bağımlı değişken iken yapısal kırılmalı eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Bu ülkelerde her iki model için nedensellik ilişkisinin yönü Hata Düzeltme Modeli ile analiz edilecektir. Fransa ve İtalya ülkelerinde sadece ekonomik büyüme bağımlı değişken iken yapısal kırılmalı eşbütünleşme ilişkisi vardır. Diğer yandan uzun dönem katsayılarına ait sonuçlar Tablo 6'te listelenmektedir. Uzun dönem katsayılar belirlenirken her bir ülke için eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu ya da en anlamlı sonucu veren model kullanılmıştır. Ayrıca, ADF\* testinde belirlenen yapısal kırılma tarihi raporlanmıştır. Buna göre; ekonomik büyüme modelinde Avustralya ve Norveç için model 2; Avusturya ve Belçika için model 3; İsveç için model 4; Almanya, Fransa, İsviçre, İtalya ve Kanada için model 5 kullanılmıştır. Enerji tüketimi modelinde ise Avustralya ve Norveç için model 2; Belçika ve İtalya için model 3; İsviçre için model 4; Almanya, Avusturya, Fransa, İsveç ve Kanada için model 5 kullanılmıştır. Tablo 6 incelendiğinde yapısal kırılma durumunda ekonomik büyüme modelinde sabit terimin Avustralya, Avusturya, Belçika ve Norveç

ülkelerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu model için yapısal kırılma durumunda hesaplanan trend ve enerji tüketimi katsayıları istatistiksel olarak anlamsızdır. Dolayısıyla; yapısal kırılma durumunda tahmin edilen regresyon doğruları paralel bir şekilde hareket etmektedir. Enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu modelde ise Almanya, Avustralya, Belçika, İtalya ve Norveç ülkelerinde yapısal kırılma durumu altında hesaplanan sabit terimler istatistiksel olarak anlamlıdır. Ayrıca, yapısal kırılma durumu altında sadece Almanya için hesaplanan trend ve ekonomik büyüme katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna göre enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu modelde Avustralya, Belçika, İtalya ve Norveç ülkelerinde hesaplanan regresyon doğrusu paralel bir şekilde hareket etmekteyken Almanya için hesaplanan regresyon doğrusu paralel bir şekilde kaydığı gibi doğrultu da değiştirmektedir.

**Tablo 5.** Gregory-Hansen Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Testi

	Ülke	Almanya	Avustralya	Avusturya	Belçika	Fransa	İsveç	İsviçre	İtalya	Kanada	Norveç
Bağımlı değişken: <i>lnY</i>	ADF	-5.8627* *	-4.9902* *	-6.0405* **	-4.5384	-5.6282* *	-4.9148* *	-4.8503	-5.9222* *	-4.3402	-4.7627* *
	Gecikme	3	1	0	0	0	0	2	1	0	0
	Kırılma tarihi	1990	1971	1980	1972	1991	1996	1977	1990	1991	1994
	Zt istatistiği	-6.4077* **	-4.3937* *	-6.1007* **	-4.5993	-5.6842* *	-4.9637* *	-4.0238	-4.6511	-4.3834	-4.7586* *
	Zt kırılma tarihi	2001	1971	1980	1972	1991	1996	1976	1988	1991	1994
	Model	5	2	3	3	5	4	5	5	5	2
Bağımlı değişken: <i>lnE</i>	ADF	-7.6829* **	-5.0248* *	-6.2608* **	-4.0051	-5.3919* *	-6.6951* **	-4.2651	-3.849	-5.2193	-5.8829* **
	Gecikme	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kırılma tarihi	1991	2007	1980	1972	1991	1984	1989	1980	1991	1994
	Zt istatistiği	-7.7593* **	-4.4997* *	-6.3231* **	-4.0748	-5.4455* *	-6.8728* **	-4.3075	-3.9371	-5.2139	-5.9246* **
	Zt kırılma tarihi	1991	2005	1980	1972	1991	1985	1989	1980	1991	1994
	Model	5	2	5	3	5	5	4	3	5	2

Model 2 (C): Sadece sabit terimdeki kırılmayı dikkate alan modeldir.

Model 3 (C/T): Sabit terimdeki kırılmayı dikkate alan, trendli modeldir.

Model 4 (C/S): Sabit terimdeki ve eğim katsayısındaki kırılmayı dikkate alan, trendsiz modeldir.

Model 5: Sabit terimdeki ve eğim katsayısındaki kırılmayı dikkate alan, trendli modeldir.

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir.

Tablo 6. Uzun dönem eşbütünlük katsayıları

Model	Ülke	Almanya	Avustralya	Avusturya	Belçika	Fransa	İsveç	İsviçre	İtalya	Kanada	Norveç
Bağımlı değişken: $\ln Y$	T <sub>B</sub>	1990	1971	1980	1972	1991	1996	1977	1990	1991	1994
	$\mu_1$	9.2121***	8.365***	9.0683***	9.3371***	9.2921***	7.8047***	10.2553***	9.5006***	8.8702***	7.4818***
	$\mu_2$	0.2593	-0.0686*	-0.0342**	-0.0792*	0.4578	2.9271	0.6111	0.3435	0.0079	1.5455***
	$\beta_1 t$	0.0166***		0.0147***	0.0181***	0.0125***		0.0091***	0.017***	0.0135***	
	$\beta_2 t$	-0.0032				-0.0044		-0.0064	0.0137	-0.0025	
	$\alpha_1 \ln E$	0.5557***	1.8976***	9.7324***	0.3407***	0.551***	1.4685***	0.1962***	0.4127***	0.5404***	1.5455***
	$\alpha_2 \ln E$	-0.0955				-0.1984	-1.4528	-0.2228	0.1197	0.0442	
Model	5	2	3	3	5	4	5	5	5	2	
Bağımlı değişken: $\ln E$	T <sub>B</sub>	1991	2007	1980	1972	1991	1984	1989	1980	1991	1994
	$\mu_1$	-	-	-10.57***	-	13.6197***	0.2306	-2.0531***	-9.738***	-	-
	$\mu_2$	15.035***	3.8086***		6.0123***					9.7581***	3.9474***
	$\beta_1 t$	10.9776**	0.0639***	9.7269	-0.0803**	7.2256	-6.8679	3.5982	0.0373***	-0.4981	-0.1144
	$\beta_2 t$	-		-	-0.0059	-0.0163***	0.0039		-	-	-
	$\alpha_1 \ln Y$	0.0271***		0.0155***					0.0112***	0.0124***	
	$\alpha_2 \ln Y$	0.0175***		0.0059		-0.0006	-0.0177			-0.0027	
Model	5	2	5	3	5	5	4	3	5	2	

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyini temsil etmektedir. TB, ADF\* testinde belirlenen yapısal kırılma tarihini,  $\mu_1$  ve  $\mu_2$  sırasıyla yapısal kırılmadan önceki ve sonraki sabit terimi,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  sırasıyla yapısal kırılmadan önceki ve sonraki trendi,  $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  sırasıyla yapısal kırılmadan önceki ve sonraki eğim katsayılarını temsil etmektedir.

Ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu modelin artık serisi kullanılarak oluşturulmuş Hata Düzeltme Modeli ile enerji tüketiminden kaynaklanan nedensellik araştırılacaktır. Enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu modellerde yapısal kırılmalı eşbütünlük ilişkisi olmadığı için ekonomik büyümeden kaynaklanan nedensellik, VAR-Granger nedensellik testiyle analiz edilecektir. Belçika, İsviçre ve Kanada ülkelerinde ise her iki modelde de yapısal kırılmalı eşbütünlük ilişkisi bulunmamaktadır. Nedensellik ilişkisi VAR-Granger Nedensellik testi ile incelenecektir.

VAR-Granger nedensellik testi yapılırken her ülke için istikrarlılık (diagnostic) testleri (köklerin istikrarlılığı, otokorelasyon testi vb.) yapılmış ve bir sorun olmadığı sonucu elde edilmiştir. Tablo 7 ve Tablo 8, sırasıyla VAR-Granger Nedensellik testinin ve Hata Düzeltme Modelinin sonuçlarını listelemektedir.

Tablo 7'ye göre Belçika'da enerji tüketimi, ekonomik büyümenin Granger nedenidir. Bu ülke için büyüme hipotezi geçerlidir.

Tablo 7. Var-Granger Nedensellik Testi

Ülke	Bağımlı değişken: $\ln Y$	Bağımlı değişken: $\ln E$	İlişkinin Yönü
	F istatistiği	F istatistiği	
Belçika	8.4711**	2.2937	E→Y
Fransa	--	3.3955*	Y↔E
İsviçre	0.0952	3.9466**	Y→E
İtalya	--	0.13	Y↔E
Kanada	4.0280**	2.0338	E→Y

Fransa için enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu modelde test istatistiği %5 anlamlılık düzeyine sahip iken boş hipotez reddedilememiştir. Ekonomik büyüme, enerji tüketiminin Granger nedeni olmasa da bu ülkede hangi hipotezin geçerli olduğunu belirleyebilmek için Hata Düzeltme Modeli'nin de (Tablo 8) incelenmesi gerekir.

İsviçre’de ekonomik büyüme, enerji tüketiminin Granger nedenidir ve bu ülke için enerji tasarrufu hipotezi geçerlidir.

İtalya’da VAR-Granger nedensellik testine göre ekonomik büyümeden enerji tüketimine nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Bu ülke için hangi hipotezin geçerli olduğunu belirleyebilmek için Hata Düzeltme Modeli’nin de (Tablo 8) incelenmesi gerekir.

Kanada’da enerji tüketimi, ekonomik büyümenin Granger nedenidir. Bu ülkede enerji tasarrufu hipotezi geçerlidir.

Yapısal kırılmalı eşbütünleşme ilişkisi bulunan ülkeler için kurulan Hata Düzeltme Modeli aşağıdadır.

**Tablo 8.** Hata Düzeltme Modeli

Ülke	Bağımlı Değişkenler	Katsayı			F istatistiği		İlişkinin Yönü
		$\Delta \ln Y$	$\Delta \ln E$	$ECT_{\mu-1}$	$\Delta \ln Y_{\mu-1}$	$\Delta \ln E_{\mu-1}$	
Almanya	$\Delta \ln Y$	--	0.3943***	-0.7241***	--	38.7812***	E↔Y
	$\Delta \ln E$	1.0867***	--	-0.5126***	24.0120***	--	
Avustralya	$\Delta \ln Y$	--	0.048	-0.0878***	--	4.2817**	E↔Y
	$\Delta \ln E$	0.1768	--	-0.3754***	4.5363**	--	
Avusturya	$\Delta \ln Y$	--	0.2415***	-0.4489***	--	16.7401***	E↔Y
	$\Delta \ln E$	0.9618***	--	-0.6294***	18.5628***	---	
Fransa	$\Delta \ln Y$	--	0.2540***	-0.3138***	--	19.3784***	E→Y
İsveç	$\Delta \ln Y$	--	0.1584**	0.0137	--	21.3156***	Y→E
	$\Delta \ln E$	0.4904*	--	-0.2072***	5.8918**	--	
İtalya	$\Delta \ln Y$	--	0.3973***	-0.0406	--	13.5757***	E↔Y
Norveç	$\Delta \ln Y$	--	0.0199	-0.006	--	0.1048	Y→E
	$\Delta \ln E$	0.6815*	--	-0.3895**	3.2864**	--	

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı temsil etmektedir.

“→” Tek taraflı ilişkinin yönünü, “↔” çift taraflı ilişkiyi ve “↔” ilişkisizliği temsil etmektedir.

Almanya’da, ekonomik büyüme için tahmin edilen hata düzeltme modelinde yer alan hata terimi düzeyde durağan ve katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır. Bir dönemde seriye etki eden şokların %72.41’i giderilmektedir ve uzun dönem dengesine ulaşmaktadır. Enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru güçlü Granger nedensellik söz konusudur. Enerji tüketimi için tahmin edilen hata düzeltme modelinde kullanılan hata terimi durağan ve katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır. Seriye cari dönemde gelen bir şokun etkisinin %51.6’sı bir dönemde giderilmekte ve uzun dönem dengesine ulaşmaktadır. Hata düzeltme modeline göre; ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru güçlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Her iki modelde de uzun dönem Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu nedenle, Almanya’da ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu belirten geri bildirim hipotezi geçerlidir.

Avustralya’da, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi için kurulan hata düzeltme mekanizmalarında, yapısal kırılmalı eşbütünleşme denkleminde elde edilen hata terimi düzeyde durağan ve katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır. Ekonomik büyüme için kurulan modele göre bir dönemde şokların %8,8’i etkisini kaybedecektir. Enerji tüketimi için kurulan modele göre bu oran %37,5’tir. Kurulan her iki hata düzeltme modelinde de kısa dönem katsayılar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da güçlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur (Asafu-Adjaye: 2000). Avustralya için geri bildirim hipotezi geçerlidir.

Avusturya’da, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi için kurulan hata düzeltme mekanizmalarında yapısal kırılmalı eşbütünleşme denkleminde elde edilen hata terimleri düzeyde durağan ve katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu modele göre, seriye etki eden bir şok, bir dönemde %44.9 oranında etkisini kaybedecektir. Seri, uzun dönem dengesine dönecektir. Ayrıca; enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru güçlü Granger nedensellik ilişkisi söz konusudur. Enerji tüketimi için kurulan hata düzeltme mekanizmasına göre ise seriye cari dönemde etki eden bir şokun etkisi, bir dönemde %62.9 oranında giderilmektedir. Seri, uzun dönem dengesine dönecektir. Ekonomik büyüme için kurulan modelde olduğu gibi, enerji tüketimi için kurulan modelde de güçlü Granger nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu ilişkiye göre; ekonomik büyüme, enerji tüketiminin nedenidir. Kurulan her iki modelde de nedensellik ilişkisi tespit edilmesinden dolayı Avusturya’da geri bildirim hipotezi geçerlidir. Ekonomik büyümedeki artışlar, enerji tüketimini arttırdığı gibi enerji tüketimindeki azalışlar, ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Fransa için kurulan, ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu hata düzeltme mekanizmasına göre enerji tüketimi, ekonomik büyümenin güçlü Granger nedenidir. Fransa için kurulan VAR-Granger modeli sonucu ekonomik büyümenin, enerji tüketiminin Granger nedeni olmadığı bulunmuştur. Bu nedenle Fransa için büyüme hipotezi geçerlidir. Enerji tüketimindeki azalışlar, ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemekte iken ekonomik büyümedeki artışların ve azalışların enerji tüketimi üzerinde etkisi yoktur.

İsveç’te, ekonomik büyüme için tahmin edilen hata düzeltme modelinde yer alan hata terimi değişkeni düzeyde durağan değildir. Dolayısıyla, bu ülkede ekonomik büyüme için hata düzeltme mekanizması çalışmamaktadır. Enerji tüketimi, ekonomik büyümenin Granger nedeni değildir. Enerji tüketimi için kurulan hata düzeltme mekanizmasına göre ise seriye etki eden şokların bir dönemde %20.7’si etkisini kaybetmektedir. Seri, uzun dönem dengesine ulaşmaktadır. Kurulan mekanizmaya göre; ekonomik büyüme, enerji tüketiminin güçlü Granger nedenidir. İsveç için enerji tasarrufu hipotezi geçerlidir ve ekonomik büyümedeki değişimler, enerji tüketimini etkilemektedir.

İtalya’da ekonomik büyüme için kurulan hata düzeltme modelinde, yapısal kırılmalı eşbütünleşme denkleminde elde edilen hata terimi serisi düzeyde durağan değildir. Bu durumda hata düzeltme mekanizması bu ülke için çalışmamaktadır. VAR-Granger nedensellik testinde de ekonomik büyüme, enerji tüketiminin Granger nedeni olmadığı için İtalya’da etkisizlik hipotezi geçerlidir. Ekonomik büyümedeki artış ve azalışların enerji tüketiminde bir etkisi olmadığı gibi enerji tüketiminde meydana gelen artış veya azalışlar da ekonomik büyümede artış veya azalışlara neden olmamaktadır.

Norveç için kurulan, ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu hata düzeltme modelinde yapısal kırılmalı eşbütünleşme denkleminde alınan hata terimi serisi düzeyde durağan değildir. Hata düzeltme modeli, ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu modelde çalışmamaktadır. Dolayısıyla, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Enerji tüketiminin bağımlı değişken olduğu hata düzeltme modelinde ise yapısal kırılmalı eşbütünleşme denkleminde elde edilen hata terimi serisi düzeyde durağan ve katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna göre, bir dönemde şokların %38,9’u giderilmektedir. Bu modele göre; ekonomik büyüme, enerji tüketiminin güçlü Granger nedenidir. Norveç için enerji tasarrufu hipotezi geçerlidir.



**Tablo 9.** Nedensellik İlişkisi

Ülke	İlişkinin Yönü
Almanya	$E \leftrightarrow Y$
Avustralya	$E \leftrightarrow Y$
Avusturya	$E \leftrightarrow Y$
Belçika	$E \rightarrow Y$
Fransa	$E \rightarrow Y$
İsveç	$Y \rightarrow E$
İsviçre	$Y \rightarrow E$
İtalya	$E \nrightarrow Y$
Kanada	$E \rightarrow Y$
Norveç	$Y \rightarrow E$

“ $\rightarrow$ ” Tek taraflı ilişkinin yönünü, “ $\leftrightarrow$ ” çift taraflı ilişkiyi ve “ $\nrightarrow$ ” ilişkisizliği temsil etmektedir.

Yukarıdaki tabloda (Tablo 9) ülkelere göre ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisinin yönü belirtilmiştir.

## SONUÇ

Bilindiği gibi literatürde enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi dört hipotez çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu hipotezler; büyüme hipotezi, enerji tasarrufu hipotezi, geri bildirim hipotezi ve etkisizlik hipotezidir. Bu çalışmanın amacı; seçilmiş OECD ülkeleri için ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisini yapısal kırılmalı Gregory-Hansen (1996a, 1996b) eşbütünleşme tekniğiyle inceleyip, nedensellik ilişkisinin yönünü belirlemektir. Bu amaçla, ele alınan serilerde birim kök araştırması yapılırken yapısal kırılmaya izin veren Zivot-Andrews (1992) birim kök testinden yararlanılmış ve serilerin I(1) oldukları bulgusu elde edilmiştir. Daha sonra, Hansen istikrarsızlık (1992) testine bakılmış ve istikrarsızlık hipotezinin red edilemediği ülkelere Gregory-Hansen yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu ülkelerde nedenselliğin yönünü belirlemek için Hata Düzeltme modelinden, eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı ülkelerde ise nedenselliğin yönünü belirlemek için VAR-Granger nedensellik testinden yararlanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; büyüme hipotezi, Belçika’da Fransa’da ve Kanada’da geçerli; enerji tasarrufu hipotezi, İsveç’te, İsviçre’de ve Norveç’te geçerli; geri bildirim hipotezi, Almanya’da, Avustralya’da ve Avusturya’da geçerli ve etkisizlik hipotezi de İtalya’da geçerlidir. Bu çalışmanın benzerlerinden farkı, enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisini yapısal kırılmalı Gregory-Hansen eşbütünleşme tekniğinden hareketle görece daha geniş bir ülke örnekleme ve zaman aralığı için ele alması ve dört hipotezin de geçerliliği lehinde kanıtlar elde etmesidir. Sonuç olarak; ulaşılan bulgular, ele alınan örneklem ülkelerinde iktisat politikaları oluşturulurken dikkate alınmalıdır. Bundan sonraki çalışmaların, enerji tüketimi büyüme ilişkisinin sorgulandığı dört hipotez çerçevesinde çevresel faktörlerin ve dolayısıyla sürdürülebilirlik tartışmalarına yoğunlaşması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akpolat A.G., & Altıntaş N., (2013) Enerji Tüketimi ile Reel GSYİH Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1961-2010 Dönemi, *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 8(2), 32-51
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2015). Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 237–247.
- Altıntaş H. (2013) Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(1), 263-294
- Altıntaş H., & Koçbulut Ö., (2017) Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmiş Ülkeler Üzerine Eşik Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(44), 32-51
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States. *Energy Economics*, 31(5), 641–647.
- Asafu-Adjaye, J., & 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.
- Azlina, A. A., & Mustapha, N. H. N. (2012). Energy, Economic Growth and Pollutant Emissions Nexus: The Case of Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(ICIBSoS), 1–7
- Ceylan R. & Başer S. (2014) Türkiye’de Petrol Tüketimi İle Reel GSYİH Arasındaki Uzun Dönem İlişkisinin Johansen Eş-Bütünleşme Yöntemi ile Analiz Edilmesi *Business and Economics Research Journal*, 5(2), 47-60
- Cheng, B. S., & Lai, T. W. (1997). An investigation of co-integration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan. *Energy Economics*, 19(4), 435–444
- Csereklyei, Z., Mar, M. D., Varas, R., & Stern, D. I. (2016). Energy and Economic Growth: The Stylized Facts. *The Energy Journal*, 37(2), 223–255.
- Day, K. M., & Quentin Grafton, R. (2003). Growth and the environment in Canada: An empirical analysis. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 51(2), 197–216.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455.
- Erdoğan S., & Gürbüz S. (2014). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırımlı Zaman Serisi Analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 79-87
- Ghali, K. H., & El-Sakka M.I.T. (2004). Energy use and output growth in Canada: A multivariate cointegration analysis. *Energy Economics*, 26, 9883–9883.
- Ghosh, S. (2002). Electricity consumption and economic growth in India. *Energy Policy*, 30(2), 125–129.
- Granger C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *The Econometric Society*, 37(3), 424-438
- Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996). Residual-based tests for cointegration with regime shifts in models. *Journal of Econometrics*, 70, 99–126.
- Hamilton, J. D. (1983). Oil and the Macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy* 91(2), 228-248
- Hansen B.E. (1992). Test for Parameter Instability in Regressions with I(1) processes. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 321-335.
- Hansen B.E., & Gregory A.W. (1996). Tests for Cointegration in Models with Regime and Trend Shifts. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 58(3), 555-560
- Karagöl, E., Erbaykal, E., & Ertuğrul, H. M. (2007). Türkiye’de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(1), 72-80.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97–103.
- Keskin R. (2017). Yapısal Kırımlar Altında Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Petrol Tüketimi Arasındaki İlişki. *Yönetim ve Ekonomi*, 24(3), 876–892.
- Kraft A., & Kraft J. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401–403.
- Lise, W., & Van Montfort, K. (2007). Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship? *Energy Economics*, 29(6), 1166–1178.

- Mahadevan, R., & Asafu-Adjaye, J. (2007). Energy consumption, economic growth and prices: A reassessment using panel VECM for developed and developing countries. *Energy Policy*, 35(4), 2481–2490.
- Masih, A. M. M., & Masih, R. (1996). Energy consumption, real income and temporal causality: Results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques. *Energy Economics*, 18(3), 165–183.
- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. *Energy Policy*, 35(5), 2939–2945.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2008). Energy consumption and real GDP in G7 countries: New evidence from panel cointegration with structural breaks. *Energy Economics*, 30(5), 2331–2341.
- Nelson, C. R., & Plosser, C. I. (1982). Trends And Random Walks In Macroeconomic Time Series. Some evidence and implications. *Journal of Monetary Economics* 10, 10(I 982), 139–162.
- Odhiambo, N. M. (2009). Energy consumption and economic growth nexus in Tanzania: An ARDL bounds testing approach. *Energy Policy*, 37(2), 617–622.
- Oh, W., & Lee, K. (2004). Causal relationship between energy consumption and GDP revisited: The case of Korea 1970-1999. *Energy Economics*, 26(1), 51–59.
- Ozturk, I. (2010). A literature survey on energy-growth nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340–349.
- Perron, B. Y. P. (1989). The Great Crash , the Oil Price Shock , and the Unit Root Hypothesis *The Econometric Society*, 57(6), 1361–1401.
- Shahbaz, M., Khan, S., & Tahir, M. I. (2013). The dynamic links between energy consumption, economic growth, financial development and trade in China: Fresh evidence from multivariate framework analysis. *Energy Economics*, 40, 8–21.
- Sharif Hossain, M. (2011). Panel estimation for CO2emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy Policy*, 39(11), 6991–6999.
- Shiu, A., & Lam, P.-L. (2004). Electricity consumption and economic growth in China. *Energy Policy*, 32(1), 47–54
- Stern, D. I. (1993). Energy and economic growth in the USA. *Energy Economics*, 15(2), 137–150.
- Topalli, N., & Alagöz M. (2014). Energy Consumption and Economic Growth In Turkey : An Empirical Analysis. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 151–159.
- Yang, H. Y. (2000). A note on the causal relationship between energy and Taiwan. *Energy Economics*, 22(1), 309–317.
- Yoo, S. H. (2005). Electricity consumption and economic growth: Evidence from Korea. *Energy Policy*, 33(12), 1627–1632.
- Zivot E., & Andrews D.W.K. (2002) Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), 25-44