

GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR-YENİLENEMEYEN ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ: SAKLI EŞBÜTÜNLEŞME YAKLAŞIMI¹

Servet KAPÇAK²

Makale Bilgisi

DOI: 10.35379/cusosbil.1240166

Makale Geçmişi:

Geliş 20.01.2023

Kabul 29.04.2023

Anahtar Kelimeler:

Ekonomik Büyüme,

Ekolojik İktisat,

Yenilenebilir-Yenilenemeyen Enerji

Tüketimi,

Saklı Eşbütünlüşme Yaklaşımı,

Saklı Hata Düzeltme Modeli.

ÖZ

Enerji, ilk dönemlerden beri insanlığın ele aldığı temel faktörlerden biri olmuştur. Sanayi devrimiyle birlikte önemi artmış ve ülkelerin sanayileşmesinde önemli rol oynamıştır. Sürdürülebilir büyümenin temel kaynaklarından biri olan enerji, geleneksel ekonomi akımları tarafından dikkate alınmayarak bir üretim girdisi olarak görülmemiştir. Ancak 1970 yılından sonra yeni bir ekonomi teorisi olan ekolojik iktisat yaklaşımı iktisatçıları enerjiyi ekonomik büyümenin birincil kaynağı olarak görmüşlerdir. Meydana gelen petrol krizleriyle birlikte ekonominin her sektörü için önemli olan yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenebilir olması ve ekolojik dengeyi bozması nedeniyle ülkeler enerji politikalarında değişime giderek tükenemeyen temiz, ucuz ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Bu çalışmada yenilenebilir, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki asimetrik ilişki Çin, Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya, Ekvator, Brezilya ve Meksika gibi seçilmiş orta-yüksek gelirli ekonomilerde 1965-2018 dönemi itibarıyla analiz edilmiştir. Değişkenlerin logaritmik değerlerinin DF-GLS, KPSS ve Ng-Perron birim kök analizleri yapılmış ve değişkenlerin birinci farkında durağan olduğu tespit edilmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi yeni nesil testlerden biri olan saklı eşbütünlüşme testi kullanılarak analiz edilmiştir. Nedensellik ilişkileri de saklı hata düzeltme modeline dayalı asimetrik nedensellik testi ile incelenmiştir. Örneklem grubunda farklı bileşenler arasında ilişki tespit edilmiş ve uygun politika önerileri sunulmuştur.

THE IMPACT OF RENEWABLE-NON-RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES: HIDDEN COINTEGRATION APPROACH

Article Info

DOI: 10.35379/cusosbil.1240166

Article History:

Received 20.01.2023

Accepted 29.04.2023

Keywords:

Economic Growth,

Ecological Economics

Renewable-Non-Renewable Energy

Consumption,

Hidden Cointegration,

Rouching Error-Correction Model.

ABSTRACT

Energy has been one of the main factors that human beings have been dealing with since the early periods of human history. With the industrial revolution, its importance has increased and it has played an important role in the industrialization of countries. Energy, which is one of the main sources of sustainable growth, has not been evaluated as a production input by not being considered by traditional economic movements. However, after 1970, the economists in the ecological economics approach which is a new economic theory, evaluated energy as the primary source of economic growth. As a result of the exhaustible nature of non-renewable energy resources, which became crucial to every sector of the economy after the oil crisis, and their adverse effects on the environment, many countries have amended their energy policies and shifted towards renewable energy resources. These sources are abundant, clean, affordable, and environmentally friendly. In this study, the asymmetric relationship between renewable, nonrenewable energy consumption and economic growth in the selected mid-high income economies such as China, Peru, Indonesia, Thailand, Colombia, Ecuador and Brazil has been analysed over the period of 1965-2018. DF-GLS, KPSS and Ng-Perron unit root analyzed were performed and the variables were found to be stationary in the first difference. The long-term relationship between the variables was analyzed by using the hidden cointegration test, which is one of the new generation tests. Causality relations were examined by using asymmetric causality test based on crouching error-correction model. The relationship between the different components was determined in the sample group and appropriate policy proposals were presented.

¹ Bu çalışma Servet Kapçak tarafından hazırlanan "Seçilmiş Yüksek-Orta Gelirli Ülkelerde Yenilenebilir Enerji ve Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Bir Saklı Eşbütünlüşme Yaklaşımı" isimli doktora tezinden türetilmiştir.

² Dr., Bağımsız Araştırmacı, servet.kapcak@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-0397-9704

Alıntılanak için/Cite as: Kapçak, S. (2023), Gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir-yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme etkisi: Saklı eşbütünlüşme yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32 (2), 409-423.

GİRİŞ

Enerji, uygarlık tarihinde insanoğlunun farkında olup veya farkında olmadan kullandığı temel kavramlardan birini oluşturmaktadır. İlk çağlardan beri kullanılan enerji faktörü insanların barınma, korunma, beslenme ve tüm yaşam faaliyetlerinde kullanılmıştır. Ancak kitlesel üretimin başladığı ve küresel bir değişim yaratan Sanayi devrimiyle birlikte enerji faktörü başka bir boyut kazanmıştır Yaşanan bu küresel etkileşim nedeniyle enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün artış göstermiştir. Sanayi devrimiyle enerji ihtiyacı artmış ve kullanılan fosil yakıt enerji kaynaklarından kömür ilk kullanım başlangıçlarından biri olmuştur. Enerjiye olan ihtiyacın artmasıyla etkin olan sanayileşme, aynı zamanda nüfus artışına ve insanların şehir merkezlerine yerleşmesine sebep olmuştur. Bu durum da enerjiye olan ihtiyacı daha da artırmıştır (Usta, 2015).

Küreselleşmeyle birlikte ve enerjinin küreselleşme sürecinde meydana getirdiği sorunlar ve savaşlar her dönemde kendini hissettirmiştir. Özellikle birinci ve ikinci dünya savaşında ciddi bir yıkımın oluşması ülkelerin enerji politikalarını da etkilemiştir. İkinci dünya savaşından sonra ülkelerin hızlı büyüme sürecine girmesi ve sanayileşmenin hızlanması enerjiye duyulan talep ve ilgiyi artırmıştır. Bunun yanında sanayi devrimiyle birlikte kullanılan fosil yakıtlar önemli çevresel sorunları ortaya çıkarmaya başlamıştır. 1970 yılından sonra enerji ampirik çalışmalara konu olmuş ve ekonomik büyümenin temel girdisi haline gelmiştir. Gerçekleştirilen bu uygulamalı çalışmalarda hem tartışmalı sonuçlar elde edilmiş hem de enerji kavramının üretim fonksiyonundaki yeri anlaşılmasına başlamıştır (Usta & Berber, 2017, s. 174). 1973 yılında meydana gelen petrol kriziyle birlikte enerji arz güvenliği sorunu ortaya çıkmıştır. Bu kriz gelişmekte ve gelişmiş ekonomileri olumsuz etkilemiş ve ülkelerin büyüme sürecini tersine çevirmiştir. Petrolde yaşanan darboğaz ülkelerin iç ve dış dengelerini olumsuz etkilemiştir. Dünyada yaşanan bu enerji krizleriyle birlikte Türkiye gibi ekonomisi bıçak sırtında olan ekonomiler hızlı bir enflasyon artış sürecine girmiş, bu durum dış ticaret ve cari açıklarında negatif bir etki yaratmıştır (Yanar & Kerimoğlu, 2011, s.192). Yaşanan petrol krizleriyle birlikte enerjinin önemi arttığı gibi enerji kaynakları bakımından yetersiz olan ülkeler enerji politikalarında değişime gitmek zorunda kalmıştır. Ekonominin her sektörü için kullanılan fosil yakıtların rezerv bakımından sorgulanması ve tükenebilir olması ülkeleri yeni arayışlara sürüklemiştir. Fosil yakıtların hem tükenebilir olması ve hem ekolojik dengeyi bozması ucuz, temiz ve sürekliliği olan alternatif enerji kaynaklarına ihtiyacı gündeme getirmiştir (Coester, Hofkes & Papyrakis, 2018).

Enerjinin ekonomideki yerinin yeni ekonomik yaklaşım olan ekolojik iktisat ve ekolojik iktisat yaklaşımının bir alt sistemi olan biyofiziksel iktisat yaklaşımıyla bulduğu söylenebilir. Ekolojik iktisadın çıkış noktası geleneksel büyüme teorisi olan Solow (Neoklasik) büyüme modelinin enerji unsuruna hiç değinmemesi ve ekonomik büyümenin girdisi olarak görmemesi olup bu noktada Solow büyüme modelini eleştirerek enerjinin üretim sürecinde ekonomik büyümenin temel girdisi olduğu ifade edilmiştir. Solow büyüme modeline göre ekonomik faaliyetler emek ve sermaye arasında diğer bir ifadeyle hanehalkı ve firmalar arasında gerçekleşmektedir. Ekolojik iktisat, Solow büyüme modeline bir eleştiri olarak ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda literatüre enerjiyi ekonomik büyümenin tek ve birincil girdisi kabul ederek Neoklasik iktisatçılardan daha farklı bir analitik bakış açısı kazandırmıştır (Tafti & Mottaghitalab, 2017; Cipolla, 1967; Nordhaus, 2007)

Çalışmanın ana konusu olan enerji faktörü literatürde farklı makroekonomik serilerle ilişkilendirilip ekonometrik uygulamalara temel değişken olmuştur. Ayrıca enerji-ekonomik büyüme arasındaki ilişki farklı bir ekonometrik metodoloji kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı geleneksel yöntemlerin kullanılmaması ve değişkenler arasında gizli bir ilişkinin varlığını araştırmasıdır. Bu çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Giriş kısmında konunun önemi üzerinde durulmuştur. Birinci bölümde ekolojik iktisadın geleneksel büyüme model olan Neoklasik büyümeye getirdiği eleştiriler yer almıştır. İkinci bölümde konu ile ilgili çalışılmış ampirik çalışmalar bulunmaktadır. Üçüncü bölümde model, veri seti ve bulgular raporlanmıştır. Son ve dördüncü bölümde ise elde edilen bulgular doğrultusunda sonuç ve değerlendirme yapılmıştır.

Ekolojik İktisat Perspektifinden Neoklasik İktisat Yaklaşımı ve Getirilen Eleştiriler

Klasik modelin devamı olarak düşünülen Neoklasik büyüme modeli, klasik modeli analizlerle besleyen ve teorik olarak önemli bir altyapı oluşturan Solow büyüme modeli olarak bilinmektedir. Neoklasik büyüme modeli makroekonomide kendini kabul ettirmiştir. Keynesyen kısa dönem analizini, uzun dönem dinamik analiz olarak ele alan Neoklasik büyüme modeli Keynesyen ekolünden gelen büyüme modeli olan Harrod-Domar büyüme modeline bir eleştiri olarak doğmuştur. Solow modeline göre; Harrod- Domar modeli uzun dönemde ekonominin kararlı ve dengede nasıl olmayacağını vurgulamıştır. Solow ise ekonominin uzun dönemde kararlı ve dengede nasıl olabileceğini analiz etmiş ve Harrod-Domar büyüme modeline karşı bir eleştiri ile doğmuştur (Fix, 2014, s. 3).

Solow büyüme modeli, Harrod-Domar büyüme modelinin tüm sabit oran varsayımlarını reddetmiş ve ekonomide istikrarsızlık yerine bir istikrar normu kabul ederek, sabit oranları ortadan kaldırarak üretim faktörleri olan emek ve sermaye arasında ikamenin olabileceğini vurgulamıştır. Bu kararlılık, Neoklasik büyüme modelinin varsayımı gereği serbest piyasanın kendi kendini düzeltebileceğini ifade etmiş ve büyüme modeli için temel varsayımlardan biri haline gelmiştir. Hall & Klitgaard göre; Solow, uzun dönemde, ekonominin kendi kendini düzeltebileceği varsayımı altında “istikrarsızlığı” sosyal ve teknik bir sorun haline getirmiştir. Böylece Neoklasik büyüme teorisinin altında yatan varsayımların kendiliğinden oluşmadığını, daha ziyade Neoklasik ilkelerle daha tutarlı bir model oluşturmak için seçilmişlerdir. Solow büyüme modelinde, hane halkı ve firma ekonomide homojen olarak kabul edilmektedir. Hane halkının sahip olduğu emek ve sermaye faktörlerini, firmanın bu üretim faktörlerini üretim sürecinde kullanmaları için kiralamaktadırlar. Ölçeğe göre sabit özelliğinin geçerli olduğu Solow büyüme modeli üretim fonksiyonu ve sermaye birikimi denklemleri üzerine kurulmuştur (Fix, 2014, s. 4).

$$Y = AL^{\beta}K^{\alpha}$$

Üretim fonksiyonu denkleminde görülen Y yıl sonu girdi miktarını, L emek miktarını ve K ise sermaye miktarını temsil etmektedir. A ve a ise teknolojik değişimleri ifade etmektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, Neoklasik teorisinin gerekliliği için basit bir yöntem olup, enerji ve farklı enerji kaynakları gibi üretim unsurlarını bünyesinde barındırmamaktadır.

Neoklasik büyüme modelinin temel ilkelerinden biri de ölçeğe göre sabit getiri uygulamasıdır. Böylece β , milli gelirdeki sermaye payını temsil ederken, α ise emek payını temsil etmektedir. Bu varsayım büyüme modelinde çok önemli temel varsayımlar arasında yer almaktadır. Çünkü marjinal verimlilik dağıtım teorisinin kanıtı, yalnızca ölçeğe göre getiri varsayımı altında çalışmaktadır (Robinson, 1934).

Solow büyüme modeli, tam olarak gerçek dünya ekonomisiyle bağdaşmasa bile büyümenin temel yönlerine önemli bir bakış açısı sağlayan idealize edilmiş bir teoridir. Daha sonra Neoklasik büyüme modelini takip eden diğer modellerin temel çekirdeğinde, büyümeye, sermaye birikimi ve teknolojik ilerlemenin sonucu olan istikrarlı bir süreç kazandırmıştır. Varsayılan karmaşıklıkta içinde bu temel çekirdeğin oluşabilmesi için marjinal role bağlıdır. Eğer bu karmaşıklar marjinal bir özellik taşımazsa, büyüme sürecinin merkezi, Neoklasik büyüme teorisinde elde edilen sonuçlar büyük ölçüde yanıltıcı olabilir. Bu nedenle var sayımları titizlikle incelemek çok önemlidir, ancak Neoklasik büyüme modeli bunu önemli düzeyde yapmamıştır (Fix, 2014, s. 5).

Ekolojik iktisadın kurucuları arasında yer alan David Stern’e göre; “*ekonomide, üretim kaynaklarının rolünü açıklayabilmek için üretim fonksiyonunda ve ekonomik büyümede bir önyargı söz konusudur*”. Üretim fonksiyonlarını içeren Solow büyüme modelinde enerji kaynakları tamamen yok sayılmıştır. Bir diğer ekolojik iktisatçı Herman Daly’e göre; “*Solow büyüme modelinin teknik olarak üretim fonksiyonlarını açıklamalarını mutfakta yapılan yemek tarifine benzetmiştir*”. Bir başka ekonomist Joseph Stiglitz ise doğal kaynaklarla bir üretim işlevi sunarak bu eksikliği doldurmaya çalışmıştır (Fix, 2014, s. 6). Bu bağlamda Stiglitz aşağıdaki gibi bir üretim fonksiyonunu ele alır:

$$Y = AL^{\beta}K^{\alpha}R^{\lambda}$$

Bu büyüme modeli, faktör gelirlerini, her faktörün marjinal üretkenliğini daha geniş bir çerçevede ele almıştır. Sonuç olarak üretim faktörlerinin üstündeki üstel değerlerin her biri, milli gelirin içindeki payı ifade etmekte ve ekonomi için önemli bir ilişkiyi açıklamaktadır. Bununla birlikte doğal kaynak sahiplerinin geliri (λ), gelir içinde çok küçük bir yüzdeliği temsil ettiği için bu durum ister istemez doğal kaynakların önemini azaltmaktadır. Örnek olarak; fosil enerji kaynakları son 60 yılda Amerikan ekonomisi içinde %3'lük bir oran oluşturmuş. Neoklasik üretim fonksiyonuna girdi olarak enerji unsuru eklendiğinde üstel sayı 0.03 oranında bir artış sağlamaktadır. Bu durumda enerji kaynaklarının, Neoklasik büyüme teorisinde yer alması Neoklasik büyüme modelini oldukça önemsiz bir hale getirecektir (Fix, 2014, s. 6).

Ekolojik iktisat ise temel olarak Neoklasik iktisatçılardan daha farklı bir analitik bakış açısına sahiptir. Ekonomik süreç yani mal ve hizmet akışı çevreden elde edilen entropi yani yüksek kaliteli enerji akışı ile sürdürülmektedir. Ekolojik iktisatçılar, doğal kaynaklar ve ekolojik hizmetler üreten doğal sermayeyi üretilen sermayeden ayırmakta, insanlardan, kurumlardan, kültürlerden ve ekonomilerden yararlanmaya çalışmaktadır (Cleveland, 2003, s. 6). Ekolojik iktisadın tarihsel geçmişi, 30 yıl öncesine kadar ulaşmaktadır. Ekolojik iktisat iktisadi mal ve hizmetlerin üretiminden, kaçınılmaz olarak oluşan yüksek entropi atığının uzaklaştırılmasına kadar tüm sosyo-ekolojik süreçlerin altında yatan düşük entropili enerji, iyi işleyen ekosistemler ve doğal kaynaklar gibi biyofiziksel paradigmanın özelliklerini içine alacak şekilde doğmuştur. Bu paradigma, özünde geleneksel iktisat anlayışını reddeder. Ekolojik iktisat farklı disiplinlerden akademisyenler ve uygulayıcıların sürdürülebilirlik bilimi ve yönetiminin gelişmesi için bir araya geldiği bir alana da dönüşmüştür. Ekolojik iktisat o zamandan beri temiz

enerji, temiz çevre ve sürdürülebilirlik konuları üzerine odaklanan bir iktisadi yaklaşım olarak kabul görmektedir (Mergar & Hall, 2020, s. 1).

Ekolojik iktisatçılar, kütle ve enerjinin korunumu yasalarına (termodinamiğin ilk yasası) uygun olarak bir ekonomideki malzeme ve enerji akışına vurgu yaparlar. Nicolas Georgescu-Roegen'in ufuk açıcı çalışmasını takiben, ekolojik iktisatçılar, enerjiyi içeren ekonomik süreçleri anlayabilmek için termodinamiğin ikinci yasasını ele almışlardır. Bu temel fizik yasasına göre; ekonomik olanlar da dâhil olmak üzere herhangi bir fiziksel süreçte kullanıldığında enerji miktarı korunurken, yararlı iş yapma kapasitesi (ekserji) kaçınılmaz olarak azalır. Alternatif olarak, “enerji girdisinden yararlanmayan kapalı bir sistemde, entropi yani iş yapma yeteneği olmayan enerji sadece yukarı çıkabilir, asla azalmaz. Enerji korunur, ancak entropi korunmaz”. Bu nedenle, canlılar, makineler, şehirler ve ekonomiler gibi her tür sistem, yapılarını ve performanslarını korumak için sürekli yeni enerji girdisine ihtiyaç duymaktadırlar. Ekonomik büyümenin fosil yakıtların kullanımına son derece bağımlı olduğu bir ortamda, termodinamiğin ikinci yasası, bu azalan kaynaklardan elde edilen enerjinin yerine alternatif enerji kaynaklarının yeterliliği konusundaki endişelerin temelini oluşturmaktadır (Victor, 2010, s. 239).

Daly ve Farrey'e göre termodinamiğin birinci kanunu mal ve hizmetlerin üretiminde teorik olarak bir sınırlama koyarken, ikinci kanun ise enerji ve madde kullanımının pratik olarak kullanımına bir sınırlama getirmektedir. Genel olarak bu iki yasayı göz önünde bulundurduğumuzda mevcut işleyişin yapısına göre; mal ve hizmet üretiminde enerjinin kullanılması kaçınılmazdır. Kullanılan bu enerji birkaç kez tekrarlırsa artık kullanılmayacak seviyeye gelecektir. Böylece ekonomiyi genişletmek veya üretim düzeyini artırmak için enerji arzını ya da enerji verimliliğini artırılması gerekmektedir (Murphy & Hall, 2011, s. 53).

Ekonomik büyüme, enerji açısından bakılırsa, dünya üzerinde yaşayan tüm canlıların yaşamları boyunca temel büyüme süreci olarak aynı özelliklere sahiptir. Her sistemin yaşamsal sürecine devam etmesi için gerekli olan temel faktörler bulunmaktadır. Yeryüzündeki canlılar için nasıl yeterli düzeyde yiyecek faktörüne ihtiyaç var ise, ekonomik sürecin verimli bir şekilde işlemesi için enerjiye ihtiyaç vardır (Murphy & Hall, 2011, s. 54). Ekolojik yaklaşıma göre, ekonomik büyümede meydana gelen artışla birlikte ekosistemde kirlilik oranı artırmaktadır. Bu yüzden maddenin dönüşümü gerçekleştirerek farklı bir biçime ulaşması için enerjiye gereksinim vardır. Ancak ihtiyaç duyulan enerjinin ikame edilmesi imkânsız olması sebebiyle ekonomik büyüme için enerjiye ihtiyaç her zaman söz konusudur (Stern & Cleveland, 2004, s. 4). Ekolojik iktisat en geniş anlamda ekosistem ve ekolojik sistem arasındaki ilişkiyi açıklayan ve çalışma alanı oluşturan yeni bir disiplin olmakla birlikte, çevre-ekonomi ilişkisine verdiği önemle geleneksel ekonomi ve geleneksel çevre anlayışlarından ayrılmaktadır (Munda, 1997, s. 220).

Biyofiziksel Yaklaşım

Biyofiziksel iktisat, gerçek bir ekonomik sistemin özelliklerini, yapılarını ve süreçlerini kapsayan biyolojik ve fiziksel bir yaklaşım sunmaktadır. Zenginliğin kaynağını doğa olarak kabul eder ve dolaylı ya da dolaysız bir şekilde insan faktörünü zenginliği artırıcı bir üretim unsuru olarak görür (Hall & Klitgaard, 2006, s. 10-11). Biyofiziksel yaklaşım açısından bakıldığında; üretim sürecinde yer alan üretim faktörleri arasında kuvvetli bir ilişkinin varlığına işaret edilmektedir (Christensen, 1989, s. 28).

Tüketici ve üretici arasında mal ve hizmetlerin parasal dolaşımı her zaman mevcuttur. Biyofiziksel açıdan göz atıldığında, enerji ve diğer kaynaklar para dolaşımını yönlendirmektedir. Ancak, para dolaşımı yoksa enerji kaynaklarının bağımsızlığı mümkün değildir. Para ekonomisinin dayanak noktasını bilgiyi ve faydayı maksimize etmeye çalışan üreticiler ve karlarını maksimize etmeye çalışan tüketiciler oluşturur. Kıt kaynakların rekabetçi amaçlar arasındaki tahsisi ve fiyat ile ilgili para ekonomisinin işleyişini açıklayan teoriler ve kavramlar Neoklasik modelde ele alınmaktadır. Bu kavramların nasıl ve niçin çalıştığı bazı teorisyenler tarafından kabul edildiği gibi, diğer taraftan bu kavram ve teorilere şüpheci yaklaşan zıt görüşlü teorisyenler de bulunmaktadır. Neoklasik ekonomi modeli her ne kadar doğru ya da yanlış bilgiler verse bile, genel ekonominin bir kısmını açıklayabilme özelliğine sahiptir (Brown & Ulgiati, 2011, s. 5).

Biyofiziksel iktisat anlayışına göre ekonomi; para akışıyla birlikte madde, enerji ve bilgi akışıyla oluşan bir sistemi niteler. Ekonomi tanımlamasına getirdiği en önemli yenilik, çevre ve enerji olgularını dâhil etmesidir. Biyofiziksel iktisatçılara göre ekonomide madde akışı ile birlikte enerji akışının etkileri de ele alınmalıdır (Brown & Ulgiati, 2011, s. 6).

Biyofiziksel bir bakış açısıyla insan uygarlığının tarihi, karmaşık sosyo ekonomik sistemimizin gelişimine imkân sağlayan enerji dönüşümlerine eşlik eden enerji arayışı, enerjiyi kötüye kullanan teknolojiler ve ekonomik fazlalıklar tarafından damgalanmıştır. Daha önceki iktisat teorileri, 1880'lerin Sanayi devriminden önce çoğu modern teori gibi genellikle biofiziksel temelliydi. Sonraki iktisat teorileri özellikle de geleneksel iktisat teorileri

gerçeği yansıtmayan tahminler yaparken sosyo-ekonomik gelişimin temel unsurlarını göz ardı eden matematiksel modellere, yönetsel bireyselliğe ve denge analizine dayalı modern piyasa teorileri gibi pek çok kusuru barındırdığı ileri sürülmektedir. Daly, bizim kişisel çıkarlara güdümlü atomistik bireyler olmadığımızı; fakat başkalarıyla ilişkilerimiz sonucunda belirli kimliklerimizin oluştuğunu, topluluğa dayalı bireyler olduğumuzu vurgular. Gowdy ve Erickson, gerçekçiliği bireysellik, rasyonalizm, hatasız enformasyon ve bütün tarafların fiyat kabullenen ekonomik aktörler olduğunu varsayan denge teorisinin biçimselliğiyle değiştirmenin saçma olduğunu öne sürmektedir. Geleneksel iktisat teorilerine olan eleştirilerinin yanı sıra, Polanyi, kullanışlı bir biofiziksel iktisat tanımlaması yapmıştır: *“İktisadın önemi, insanların doğaya ve diğer insanlara karşı bağımlılığından ileri gelmektedir.”* İnsanların doğal ve sosyal çevrelerinin birbiri yerine geçmesinin belli bir dereceye kadar sonucu olarak ortaya çıkan materyal, istek ve tatmin araçlarının insanlara temin edilmesini ifade eder (Mergar & Hall, 2020, s. 2).

Biyofiziksel iktisat ve ekolojik iktisat aynı mıdır ya da birbirleriyle örtüşüyor mu? sorusu tartışılmaktadır. Ekolojik iktisat bir bölgeyi simgelerse biyofiziksel ekonomi bunun bir alt dalı, bir alt başlığı ya da bir alt sistemi olduğu söylenebilir. Biyofiziksel ekonomi bir ekonomiyi yaşayan bir canlıya benzeterek ekonominin küresel ve yerel ekosistemin kısıtlarına ve kaynaklarına tamamen bağımlı olduğunu savunur. Çoğu ekolojik sistemin aksine, biyofiziksel ekonomi ekosistemin belirlediği sınırlar içindeki doğal hareketliliği inceler. Aynı zamanda gerçek ve gerekli olan ekosistemin içinde yaşayan bir unsur gibi düşünülmektedir. Bununla birlikte yeni bir ekonomi yaklaşımı olarak gündeme gelmiştir. Biyofiziksel ekonomi ne bir palyatif model, nede geleneksel modeller için yeni bir versiyondur. Ekonominin nasıl araştırılması gerektiğini açıklar ve farklı temellere dayanır. Biyofiziksel ekonomi tutarlı ve değişmez olup doğa kanunları ile örtüşmektedir. Bazı biyofiziksel analizler giderek daha kapsamlı bir ekonomi analizi yapmaktadırlar (Hall & Klitgaard, 2006, s. 15-16).

Enerji insan faaliyetleri için çok önemli bir faktördür. İnsanlar, doğal kaynakların mal ve hizmete dönüştürülmesinde enerji ve emek ile sermayeyi uyum içinde kullanmaktadırlar. İnsanlar, yer kabuğundan materyalleri ve düşük yararlı entropi yakıtları yüksek kalitede ayrıştırabilir ve bu kaynakları tüketebilir. Enerji ve materyallerin akış ölçüsü *“verim”* olarak adlandırılmaktadır. Yüksek entropi atığını faydalı hale getirebilecek herhangi bir süreçte önemli ölçüde enerji gerekir. Enerji, insanın hayatta kalabilmesi için temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu yüzden İngiliz fizikçi Soddy şunları söylemektedir: *“Kullanılabilir enerjimiz varsa, yaşamı sürdürür ve gerekli olan her malzemeyi üretebiliriz. Bu yüzden enerji akışı ekonominin birincil kaynağı olabilir”*(Elsinga, 2014, s. 7-8).

LİTERATÜR TARAMASI

Enerji insanların günlük faaliyetlerini yerine getirebilmesi için önem arz etmektedir. İnsanoğlu ilk çağlarda ve tarımsal faaliyetlerin olduğu dönemlerde üretimde insan ve hayvan gücünü kullanırken, Sanayi Devrimiyle ilk olarak yer altı kaynaklardan (kömür, petrol ve doğal gaz) yararlanmış ve günümüzde ise kendini yenileyen enerji kaynakları da (güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal) eklenmiştir. Bu kısımda konuyla ilgili yapılan yerli ve yabancı ampirik çalışmalara yer verilmiştir. Anaja ve arkadaşları (2017) çalışmalarında 1990-2012 yıllarını kapsayacak verileri kullanarak, enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği tespit edilmiştir. Nedensellik sonucuna göre; ekonomik büyümeden, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketimine doğru tek taraflı bir nedensellik belirlenmiştir. Nasreen ve arkadaşları (2020) çalışmalarında gelir artışı, ulaştırma enerji tüketimi ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi panel nedensellik testi ile tespit etmek için 1980- 2017 dönemine ait yıllık verileri kullanılarak 18 Asya ülkesi üzerine inceleme yapmışlardır. Değişkenler arasında nedensellik analizleri yapılmıştır. Yapılan nedensellik testine göre; enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevre arasında iki taraflı bir ilişki bulunmuştur. Tuna ve Tuna (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 5 Asya ülkesi için ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri arasındaki ilişkiyi analiz etmek için 1980-2015 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Modele dâhil edilen değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak için Hacker ve Hatemi-J yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlara göre, genel olarak ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir ilişki olmadığı, ancak yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında önemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Kahouli (2019) bu çalışmasında 34 OECD ülkesi dikkate alarak ve 1990-2015 dönemlerini kapsayacak şekilde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi değişkenler arasındaki bağ araştırılmıştır. Dinamik ve statik panel veri yöntemleriyle ortaya değişkenler arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Nedensellik testine göre, değişkenler arasında çift taraflı bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Maji ve Sulaiman (2019) çalışmalarında 14 Batı Afrika ülke ekonomisini modele dâhil ederek, 1995-2014 döneminde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkisini incelemişlerdir. Bu ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümeyi yavaşça

azalttığını göstermektedir. Apergis ve Danuletiu (2014) 80 ülke ekonomisi üzerine çalışmışlardır. 1990-2012 yıllık veriler ve Canning-Pedroni panel nedensellik testi kullanılarak ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki incelenmiş ve yapılan nedensellik testinin sonucuna göre; ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek taraflı bir ilişkinin varlığına rastlanılmıştır. Zaidi ve arkadaşları (2017) çalışmalarında ekonomik büyüme, petrol tüketimi ve gaz tüketimi arasındaki ilişkiyi, 1980-2011 dönemi verilerini dikkate alınmış ve panel veri yöntemi ile analiz etmişlerdir. Modelde yer alan ülkeler petrol ve doğal gaz çıkaran Cezayir, Tunus, Güney Afrika, Morocco, Fildişi Sahili, Camerun, Mısır ve Senegal'dir. Elde edilen analiz sonucuna göre; koruma hipotezinin Güney Afrika dışındaki diğer tüm ülkelerde geçerlidir. Kourtzidis ve arkadaşları (2018) sektörel bazda ele alınan (endüstri, konutlaşma, elektrik gücü, taşımacılık) ve Amerika ekonomisi üzerine yapılan bu çalışmada 1991-2016 dönemlerine ait aylık veriler ve asimetrik eşbütünleşme testi kullanılarak ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında eşbütünleşme tespit edilmiş ve değişkenlerin yönünü belirleyebilmek için Granger nedensellik testi kullanılmış ve enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü bir nedensellik sonucuna ulaşılmıştır. Troster ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bu çalışmada 1986-2016 dönemlerine ait yıllık veriler ve yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatları ve ekonomik faaliyet arasındaki nedensellik ilişkisi analiz edilmiştir. Granger nedensellik sonucuna göre, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki iki taraflı nedensellik bulunmuştur. Fan ve Hao (2020)'nun çalışmalarında Çin ekonomisi ele alınmıştır. Bu çalışma 2000-2015 dönemi kapsamaktadır. Çalışmanın amacı ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımları değişkenlerini kullanarak analiz etmektir. Granger nedensellik sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir ilişkinin olduğu ispatlanmıştır. 1971-2009 dönemi kapsayan ve Pakistan ekonomisi üzerine odaklanan Mirza ve Kanwal (2017) çalışmalarında ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemektedirler. Granger nedensellik sonucuna göre; değişkenler arasında çift taraflı bir ilişkinin olduğu açıklanmıştır. Ocal ve Aslan (2013) bu çalışmalarında Türkiye ekonomisi üzerine ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik bağımlı incelemektedir. Toda-Yamamoto nedensellik sonucuna göre; ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek taraflı bir nedenselliğin varlığına rastlanılmıştır. Uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi büyüme üzerinde negatif bir etki oluşturmaktadır. 103 ülke ekonomisi üzerine odaklanan Chen ve arkadaşları (2020), çalışmalarında 1995-2015 dönemini kapsayan verileri dikkate alarak ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji ilişkisini analiz etmişlerdir. Ampirik bulgulara göre; yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki yenilenebilir enerji tüketimine bağlıdır. Yenilenebilir enerji tüketimi büyüme üzerinde pozitif etkilidir. Rahman ve Valeyutham (2020) Asya'nın 5 ülkesi üzerine yapılan bu çalışmada panel veri yöntemi ile 1994-2014 dönemine ait yıllık veriler kullanarak yenilenebilir, yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre; yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji tüketimi büyüme üzerinde pozitif bir etki oluşturmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinin enerji politikalarını dikkate alarak ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki bağı araştırılan Smiech ve Pepiec (2014), çalışmasında Konya (2006) tarafından geliştirilen panel Granger nedensellik testi kullanmışlardır. Sonuçlar gösteriyor ki, enerji politikası hedefleri, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı etkilemektedir. Hao ve arkadaşları (2020) çalışmalarında panel Granger nedensellik testi ile 1995-2014 dönemine ait yıllık veriler kullanmışlardır. Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı bulunurken diğer taraftan da enerji tüketiminin finansal gelişme ve ekonomik büyümenin nedeni olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. 17 gelişmekte olan ülke üzerinde duran Özcan ve Öztürk (2019), çalışmalarında Panel nedensellik testi, 1990-2016 dönemine ait yıllık yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme serileri kullanarak uygulanmıştır. Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek taraflı nedensellik ilişkisine rastlanılmıştır. Saad ve Talep (2018) çalışmalarında 12 Avrupa ülkesi ekonomisi üzerine ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi değişkenleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bunu yapmak için 1990-2014 dönemine ait veri ve panel yöntemi kullanılmıştır. Kısa dönemde ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru, uzun dönemde ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir ilişki bulunmuştur. İnançlı ve İnan (2012) çalışmasında 1960-2014 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Türkiye ekonomisi üzerine, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi saklı eşbütünleşme ile araştırmışlardır. Analiz sonucuna göre; ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerinin pozitif ve negatif serileri arasında uzun dönemli ilişki bulunmuş ve ekonomik büyümenin pozitif bileşeni ile yenilenebilir enerji tüketiminin negatif bileşeni arasında ilişkinin varlığına rastlanılmıştır. Shahbas ve arkadaşları (2017) çalışmalarında Hindistan ekonomisini kapsayacak şekilde ve finansal gelişim, emek, sermayeyi üretim fonksiyonuyla birleştirerek ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki asimetrik ilişkiyi incelenmişlerdir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi NARDL yani asimetrik bir eşbütünleşme ve asimetrik nedensellik testi kullanılmıştır. Değişkenlerin eşbütünleşik olduğu ve enerji tüketimi

ve finansal gelişmedeki negatif şokların ekonomik büyüme üzerinde önemli etkisinin olduğu ve sermayenin ekonomik büyümenin bir nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tugcu ve Topcu (2018) tarafından yapılan bu çalışmada G7 ülkelerinde 1980-2014 dönemine ait veriler kullanılarak, NARDL yaklaşımı ile yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişki incelenip, asimetrik nedensellik testine başvurulmuştur. Asimetrik ve simetrik analiz sonuçlarına göre; yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik tespit edilmiştir.

Ekonometrik Model ve Veri Seti

Bu çalışmada yenilenemeyen enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler 1965-2018 döneminde analiz edilmektedir. Bu nedenle aşağıdaki 1 ve 2 no'lu denklemler kullanılarak incelenmiştir:

$$\ln GDP_t = \delta_0 + \delta_1 \ln OIL_t + \mu_{t1} \quad 1$$

$$\ln GDP_t = \delta_0 + \delta_1 \ln REN_t + \mu_{t2} \quad 2$$

Modellerde ekonomik büyümenin bir ölçütü olan GDP_t kişi başına reel GSYİH (2010 sabit \$ fiyatlarıyla)'yı, OIL_t yenilenemeyen enerji tüketimini (milyon ton) temsilen petrol tüketimini, REN_t ise yenilenebilir enerji tüketiminin bir ölçütü olarak toplam yenilenebilir enerji tüketimini (petrol eşdeğeri olarak milyon ton) ifade etmektedir. Her bir değişkenin logaritması alınarak tahminler yapılmıştır. Ayrıca kişi başına reel gelir Dünya Bankası (World Bank, 2020) veri sitesinden, petrol tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi verileri ise British Petrol (2020) veri sitesinden temin edilmiştir.

METODOLOJİ

Değişkenlerin durağanlık mertebelerinin belirlenmesi amacıyla birim kök testleri uygulanmıştır. Bundan dolayı birim kök analizlerinde DF-GLS, KPSS ve Ng-Perron birim kök testleri ile sınanmıştır. Değişkenlerin uzun dönem ilişkisini son yıllarda ampirik çalışmalarda yaygın bir şekilde tercih edilen yeni nesil yöntemlerden olan Saklı Eşbütünleşme Yaklaşımı ile araştırılmıştır. Burada Johansen eşbütünleşme testinden ayrıca yararlanılmıştır. Son olarak literatürde simetrik nedensellik testleri pozitif ve negatif şokların aynı olduğunu varsaymaktadır. Ancak ekonomik faktörlerin pozitif ve negatif şokları farklı etkiledikleri bilinmektedir. Bu yüzden değişkenlerin uzun dönem asimetrik nedensellik ilişkisi Saklı Hata Düzeltme Modeli ile hesaplanmıştır.

Saklı Eşbütünleşme Analizi

Saklı eşbütünleşme testi, seriler arasındaki ilişkiyi uzun dönemde tespit etmektedir. Bileşenlerin uzun dönemde piyasada meydana gelen şoklara ortak tepki gösterdiklerinde eşbütünleşik olacağını ancak ayrı ayrı tepkiler vermeleri durumunda böyle bir ilişkinin olmayacağını ifade eden Granger-Yoon ve Hatemi J-Irandoust tarafından literatüre kazandırılan saklı eşbütünleşme testleri geliştirmişlerdir. Bu yüzden değişkenlerin pozitif ve negatif şoklar barındırdığı ve bu şoklarında herhangi bir durumda farklı tepki verebileceğini iddia eden Granger ve Yoon (2003) tarafından literatüre kazandırılan saklı eşbütünleşme testi Engle-Granger eşbütünleşme testinin altyapısını kullanırken ikinci test ise Hatemi-J & Irandoust (2012) tarafından literatüre kazandırılmış olup Johansen eşbütünleşme temeline dayanmaktadır. X_t ve Y_t serilerinin denklemleri aşağıda gösterilmiştir. Bu değişkenler pozitif ve negatif şoklara ayrıştırılarak Engle-Granger ve Johansen eşbütünleşme testine benzer aşamalardan geçmektedir.

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i \quad 3$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i \quad 4$$

Burada yer alan $t = 1, 2, \dots, T$ dönemlerini, ε_t, η_t serileri standart hatayı, X_t ve Y_t serileri ise başlangıç değerlerini göstermektedir. Ancak eşbütünleşme ilişkisi aranan değişkenler X_t ve Y_t değildir. Bu değişkenlerin pozitif ve negatif serileri arasında eşbütünleşme ilişkisi aranmaktadır. Pozitif ve negatif seriler arasında saklı eşbütünleşme ilişkisi aşağıdaki denklemler ile ifade edilmektedir:

$$\varepsilon_t^+ = \max(\varepsilon_t, 0) \quad \varepsilon_t^- = \min(\varepsilon_t, 0) \quad 5$$

$$\eta_t^+ = \max(\eta_t, 0) \quad \eta_t^- = \min(\eta_t, 0) \quad 6$$

Buradan hareketle 7 ve 8 no'lu modellerde yer alan hata terimleri $\varepsilon = \varepsilon^+ + \varepsilon^-$ ve $\eta = \eta^+ + \eta^-$ şeklinde tanımlanabilir. Bu seriler başlangıçtaki adı geçen denklemlerin yerine yazıldığında aşağıdaki denklemler elde edilir:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad 7$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i^+ + \sum_{i=1}^t \eta_i^- \quad 8$$

Böylece bu seriler 9 ve 10 no'lu denklemler gibi düzenlenebilir:

$$X_t = X_0 + \varepsilon_t^+ + \varepsilon_t^- \quad 9$$

$$Y_t = Y_0 + \eta_t^+ + \eta_t^- \quad 10$$

Granger ve Yoon (2003), $X_i^+ = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+$, $Y_i^+ = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i^+$, $X_i^- = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^-$, $Y_i^- = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i^-$ varsayımını 9 ve 10 no'lu denklemlerden türetmiştir. Pozitif ve negatif serilerin değişimi $\Delta X_t^+ = \varepsilon_t^+$, $\Delta Y_t^+ = \eta_t^+$, $\Delta X_t^- = \varepsilon_t^-$, $\Delta Y_t^- = \eta_t^-$ şeklinde ifade edilir. Elde edilen şoklara yani serilerin + ve - bileşenlerine Engle-Granger eşbütünlük testi uygulandığında Granger-Yoon saklı eşbütünlük testi, Johansen eşbütünlük testi uygulandığında ise Hatemi-J & Irandoust saklı eşbütünlük testi analizde kullanılmış olur (Gündüz, 2020, s. 7).

Saklı Hata Düzeltme Modeli (Nedensellik Analizi)

Değişkenler arasında (+ ve - bileşenler) bir saklı eşbütünlüğün varlığı tespit edildiğinde Granger ve Yoon (2003) tarafından önerilen saklı hata düzeltme modeli oluşturulabilir. X^t ve Y^t serileri arasında bir saklı eşbütünlük söz konusu ise bu durumda saklı hata düzeltme modelleri aşağıdaki gibi belirlenebilir:

$$\varepsilon_t^+ = \gamma_0 + \gamma_1 \left(\sum_{i=1}^{t-1} \varepsilon_i^+ - \sum_{i=1}^{t-1} \eta_i^+ \right) + lags(\varepsilon_{t-1}^+, \eta_{t-1}^+) + \zeta_t \quad 11$$

$$\eta_t^+ = \delta_0 + \delta_1 \left(\sum_{i=1}^{t-1} \varepsilon_i^+ - \sum_{i=1}^{t-1} \eta_i^+ \right) + lags(\varepsilon_{t-1}^+, \eta_{t-1}^+) + \zeta_t \quad 12$$

Burada $(\varepsilon_{t-1}^+, \eta_{t-1}^+)$ gecikmeleri, uzun dönem tahmin kalıntıları olan ε_{t-1}^+ , η_{t-1}^+ 'nin farklı gecikmeleridir. Böylece ΔX_t^+ ve ΔY_t^+ değişkenleri 13 ve 14 no'lu denklemlerdeki gibi formüle edilebilir:

$$\Delta X_t^+ = \gamma_0 + \gamma_1 (X_{t-1}^+ - Y_{t-1}^+) + lags(\Delta X_{t-1}^+ - \Delta Y_{t-1}^+) + \zeta_t \quad 13$$

$$\Delta Y_t^+ = \delta_0 + \delta_1 (X_{t-1}^+ - Y_{t-1}^+) + lags(\Delta X_{t-1}^+ - \Delta Y_{t-1}^+) + \zeta_t \quad 14$$

Modelde yer alan γ_1 ve δ_1 hata düzeltme katsayılarıdır. Bu katsayıların negatif ve istatistiki olarak anlamlı olması beklenir. Bundan dolayı kısa dönemde meydana gelen herhangi bir olumsuz durum bir sonraki dönemde (uzun dönem) iyileşebileceğini göstermektedir. Bu durumda hata düzeltme terimini ifade eden ECT katsayısının negatif ve anlamlı olması pozitif ve negatif bileşenler arasında uzun dönem asimetrik nedenselliğin olduğu anlamını taşımaktadır (Gündüz, 2020, s. 8).

Ekonometrik Bulgular

Çin, Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya, Ekvator, Brezilya ve Meksika ülkelerine ait değişkenlerin 1965-2018 dönemine ait verilere birim kök testleri uygulanmıştır. Literatürde çok kullanılan birim kök analizlerinden DF-GLS, KPSS ve Ng-Perron birim kök testleri uygulanmıştır. Tüm ülkelere ait değişkenlerin birinci farkında durağan olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca değişkenlerin Johansen eşbütünlük testine tabi tutulması için Var gecikme yöntemiyle uygun gecikme uzunlukları belirlenmiştir. Yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme (Model 1) için SIC kriteri dikkate alınarak belirlenen uygun gecikme uzunluğunun Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya, Ekvator, Brezilya ve Meksika ülkelerinde 1, Çin de ise 3 olduğu, öte yandan yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme (Model 2) için Endonezya, Tayland, Kolombiya, Ekvator, Brezilya ve

Meksika ülkelerinde 1, Peru’da ise 2 olarak belirlenmiştir. Bu durumda Tablo 1’de Johansen eşbütünleşme testi yapılmış olup Çin, Peru, Endonezya, Tayland ve Kolombiya’da değişkenlerin karşılıklı herhangi bir ilişki içinde olmadığı yani uzun dönemli bir ilişkinin bulunmadığı, Ekvator, Brezilya ve Meksika ise değişkenler arasında karşılık bir ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Johansen Eşbütünleşme Test Sonuçları

Ülkeler/Modeller	<i>İz istatistiği</i>	<i>Max. Öz değer istatistiği</i>
Panel 1: Çin		
Model 1		
R=1	36.370***	36.360***
R≤1	0.010***	0.010***
Model 2		
R=1	8.861	7.852
R≤1	1.008	1.008
Panel 2: Peru		
Model 1		
R=1	3.543	3.515
R≤1	0.027	0.027
Model 2		
R=1	7.328	7.323
R≤1	0.004	0.004
Panel 3: Endonezya		
Model 1		
R=1	11.321**	10.351**
R≤1	0.021**	0.021**
Model 2		
R=1	6.962	6.639
R≤1	0.322	0.322
Panel 4: Tayland		
Model 1		
R=1	9.395	8.738
R≤1	0.657	0.657
Model 2		
R=1	24.958**	20.953**
R≤1	4.005**	4.005**
Panel 5: Kolombiya		
Model 1		
R=1	7.555	7.750
R≤1	0.005	0.005
Model 2		
R=1	12.744*	12.492*
R≤1	0.252*	0.252*
Panel 6: Ekvator		
Model 1		
R=1	14.021*	10.443
R≤1	3.577*	3.577*
Model 2		
R=1	15.392*	11.370
R≤1	3.821*	3.821*
Panel 7: Brezilya		
Model 1		
R=1	14.787*	11.957
R≤1	2.830*	2.830*
Model 2		
R=1	24.212***	17.280***
R≤1	6.331***	6.331***
Panel 8: Meksika		
Model 1		
R=1	25.614***	25.080***
R≤1	0.530	0.530
Model 2		
R=1	26.023***	21.198
R≤1	4.824**	4.824**

Tablo 1’de Johansen eşbütünlük testi sonucunda uzun dönemde karşılıklı ilişki içinde bulunmayan ülkeler dikkate alınarak (Çin, Peru, Endonezya, Tayland ve Kolombiya) değişkenler pozitif ve negatif bileşenler ayrıştırılmıştır. Bu değişkenler pozitif ve negatif şoklara ayrıştırılarak aynı şekilde DF-GLS, KPSS ve Ng-Perron birim kök testleri uygulanmış ve değişkenler birinci farkında durağan hale gelmiştir. Değişkenlerin barındırdığı pozitif ve negatif bileşenlerin ayrı ayrı ekonomik aktörlere tepki verebileceğini ifade eden Hatemi J & Irandoust saklı eşbütünlük sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. Pozitif bileşenler kendi arasında negatif bileşenler ise kendi arasında uzun dönem ilişkisi tespit edilmiştir. Bu yüzden saklı eşbütünlük sonucunda aralarında uzun dönem ilişkisi bulunan bileşenler üzerinde işlem yapılacaktır. Ancak uzun dönemde aralarında saklı eşbütünlük çıkan seriler, uzun dönemde aralarında asimetric nedensellik bulunmayabilir.

Tablo 2.Hatemi J- Irandoust Saklı Eşbütünlük Analiz Sonuçları (+ ve – Bileşenleri)

Ülkeler/Modeller	<i>İz istatistiği</i>	<i>Max. Öz değer istatistiği</i>
Panel 1: Çin		
GDP + OİL +		
R=1	46.948***	31.992***
R≤1	14.956**	14.956**
GDP - OİL -		
R=1	44.033***	38.811***
R≤1	5.221**	5.221**
GDP + REN +		
R=1	7.618	7.496
R≤1	0.122	0.122
GDP-REN-		
R=1	19.547***	18.704***
R≤1	0.842	0.842
Panel 2:Peru		
GDP + OİL +		
R=1	7.505	6.704
R≤1	0.800	0.800
GDP - OİL -		
R=1	24.023***	21.479***
R≤1	2.543	2.543
GDP + REN +		
R=1	7.677	7.676
R≤1	0.001	0.001
GDP-REN-		
R=1	23.504***	20.611***
R≤1	2.893**	2.893**
Panel 3: Endonezya		
GDP + OİL +		
R=1	10.716	10.632
R≤1	0.084	0.084
GDP - OİL -		
R=1	5.202	5.055
R≤1	0.147	0.147
GDP + REN +		
R=1	14.670**	11.218
R≤1	3.451**	3.451**
GDP-REN-		
R=1	9.693	8.831
R≤1	0.862	0.862
Panel 4: Tayland		
GDP + OİL +		
R=1	14.585*	13.445*
R≤1	1.130	1.130
GDP - OİL -		
R=1	8.005	7.031
R≤1	0.984	0.984
GDP + REN +		
R=1	9.597	8.253
R≤1	1.343	1.343
GDP-REN-		
R=1	4.530	4.208

R<1	0.321	0.321
Panel 5: Kolombiya		
GDP+ OİL+		
R=1	10.215	10.030
R<1	0.184	0.184
GDP- OİL-		
R=1	14.100**	13.916**
R<1	0.183	0.183
GDP+ REN+		
R=1	8.023	7.039
R<1	1.003	1.003
GDP- REN-		
R=1	9.120	98.960
R<1	0.159	0.159

Tablo 3'te değişkenlerin uzun dönem katsayıları gösterilmiştir. Serilerin uzun dönem ilişkisi FMOLS tahmin yöntemiyle tespit edilmiştir. Çin için yenilenebilir enerji tüketiminin negatif bileşeninde meydana gelen %1'lik artışın uzun dönemde ekonomik büyümenin negatif bileşeninde %0.379, Peru için yenilenebilir enerji tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.611, Peru ekonomisi tekrar incelendiğinde yenilenebilir enerji tüketiminin negatif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin negatif bileşeninde %0.343, Endonezya için yenilenebilir enerji tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.335, Kolombiya için yenilenemeyen (petrol) tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.208, son olarak Tayland için yenilenemeyen (petrol) enerji tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.699 oranında bir artış sağlamamaktadır.

Tablo 3. Uzun Dönem Katsayı Sonuçları (FMOLS)

Ülkeler/Bağımsız değişken	GDP +	REN +	GDP -	REN -
	Pozitif bileşenler		Negatif bileşenler	
Çin	-	-	11.458***	0.379***
Peru	1.801***	0.611***	1.192***	0.343***
Endonezya	3.172***	0.335***		
Ülkeler/Bağımsız değişken	GDP +	OİL +	GDP -	OİL -
	Pozitif bileşenler		Negatif bileşenler	
Kolombiya	4.751***	0.208***	-	-
Tayland	1.454***	0.699***	-	-

Not: *** işaretleri %1 düzeyinde anlamlılığı gösterir

Her bir ülke için asimetric nedenselliği ifade eden saklı hata düzeltme modeli Tablo 4'de sunulmuştur. Maksimum gecikme uzunluğu 10 olarak alınan saklı hata düzeltme modeli anlamlı katsayıları adimsal regresyon yöntemi ile tahmin edilmiştir. Peru ve Endonezya için kurulan saklı hata düzeltme modelinde ECT'nin negatif ve anlamlı bulunmuş ve bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketimi + bileşeninden bağımlı değişken olan ekonomik büyüme + bileşenine doğru, tersi durumunda ECT'nin negatif ve anlamlı tespit edilmiştir. Bu durumda bileşenler arasında uzun dönemde çift taraflı asimetric nedensellik söz konusudur. Diğer taraftan tekrar Peru ekonomisi dikkate alındığında ECT katsayısı negatif ve anlamlı olup, bağımsız değişken ekonomik büyüme – serisinden bağımlı değişken yenilenebilir enerji tüketimi – serisine doğru tek yönlü uzun dönemde asimetric nedensellik tespit edilmiştir.

Çin için kurulan saklı hata düzeltme modelinde ECT'nin negatif ve anlamlı bulunmuş ve bağımsız değişken olan yenilenebilir enerji tüketimi - bileşeninden bağımlı değişken olan ekonomik büyüme - bileşenine doğru, tersi durumunda ECT'nin negatif ve anlamlı tespit edilmiştir. Dolayısıyla bileşenler arasında uzun dönemde çift taraflı asimetric nedensellik söz konusudur.

Kolombiya ve Tayland için kurulan saklı hata düzeltme modelinde ECT'nin negatif ve anlamlı bulunmuş ve bağımsız değişken olan ekonomik büyüme + bileşeninden bağımlı değişken olan yenilenemeyen enerji tüketimi + bileşenine doğru asimetric nedenselliğin varlığına rastlanılmıştır, tersi durumunda ECT katsayısı hesaplanmadığından uzun dönemde herhangi bir asimetric nedensellik hesaplanmamıştır.

Tablo 4. Saklı Hata Düzeltme Modeli

Ülkeler	Bağımlı değişken GDP+		Bağımlı değişken REN+		Bağımlı değişken GDP-		Bağımlı değişken REN-		Değişkenin Yönü
	Bağımsız değişken REN+		Bağımsız değişken GDP+		Bağımsız değişken REN-		Bağımsız değişken GDP-		
Çin Peru Endonezya	ECT	Olasılık	ECT	Olasılık	ECT	Olasılık	ECT	Olasılık	GDP- ↔ REN- GDP+ ↔ REN+,GDP-→REN- GDP+ ↔ REN+
	-	-	-	-	- 0.006	0.0000	-0.161	0.099	
	-0.061	0.0845	-0.066	0.0690	-	-	-0.115	0.042	
	Bağımlı değişken OIL+		Bağımlı değişken GDP+		Bağımlı değişken OIL-		Bağımlı değişken GDP-		
	Bağımsız değişken GDP+		Bağımsız değişken OIL+		Bağımsız değişken GDP-		Bağımsız Değişken OIL-		
Kolombiya	-0.155	-	-	-	-	-	-	-	GDP+ →OIL+
Tayland	0.0029	-	-	-	-	-	-	-	GDP+→OIL+
	-0.161	-	-	-	-	-	-	-	
	0.0351	-	-	-	-	-	-	-	

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İnsan yaşamının her alanında yer alan enerji, vazgeçilmez temel ihtiyaçlar arasında yer almaktadır. Önemli bir temel girdi olduğundan üretim ve tüketimim safhalarında yer almaktadır. Bu yüzden ekonomik büyümenin temel ve birincil girdisi olarak kabul görmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte artan kentleşme, nüfus, sanayileşme ve artan yaşam ve tüketim şartları enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Dünya enerji ihtiyacını büyük bir kısmını oluşturan fosil yakıtlar yeryüzünde adil dağılmamakta ve hızlı tüketimin sonucu sonlu enerji kaynaklardır. Bu durum enerjiye tamamen bağımlı olan ve gelişmekte olan ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yöneltmektedir.

Mevcut çalışma amacı, 1965-2018 dönemi için seçilen ülkelerde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmaktır. Yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin logaritmik değerleri DF-GLS, KPSS ve Ng-Perron birim kök testleri ile analizleri yapılmıştır. Birim kök testi yapıldıktan sonra değişkenlerin logaritmik değerleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını tespit edebilmek için Johansen eşbütünlük testi kullanılmıştır. Daha sonra Johansen eşbütünlük testi sonucuna göre eşbütünlük ilişkisi tespit edilmeyen ülkelerin değişkenleri pozitif ve negatif bileşenlerine ayrıştırılarak Hatemi J-Irandoust saklı eşbütünlük testi ile incelenmiştir. Saklı eşbütünlüğün özelliği serileri pozitif ve negatif bileşenler ile asimetrik bir eşbütünlüğü tespit etmesidir. Pozitif ve negatif bileşenler ile asimetrik eşbütünlük sonucu anlamlı çıkan değişkenlerin uzun dönem katsayıları FMOLS tahmin yöntemi ile belirlenmiştir. Son olarak Saklı Eşbütünlük Modeli yardımıyla araştırılmıştır. Analiz sonucunda değişkenlerin birinci farkında durağan oldukları tespit edilmiştir. Johansen eşbütünlük testi sonuçları; 8 ülkeden Çin, Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya değişkenler arasında bir eşbütünlük ilişkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Ekvator, Brezilya ve Meksika değişkenleri arasında eşbütünlük sonuçları elde edildiğinden bu ülkeler modele dâhil edilmemiştir.

Birik kök sonuçlarına göre; analize dâhil edilen ülkelerin tüm değişkenlerinin birinci farkında durağan olduğu tespit edilmiştir. Johansen eşbütünlük testi sonuçları; Çin, Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya değişkenler arasında karşılıklı bir ilişki içinde olmadığını ortaya koymuştur. Saklı eşbütünlük analizi sonuçlarına göre; Çin'de yenilenebilir enerji – bileşeni ile ekonomik büyüme – bileşeni arasında, Peru'da yenilenebilir enerji + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında ayrıca yenilenebilir enerji - bileşeni ile ekonomik büyüme - bileşeni arasında, Endonezya'da yenilenebilir enerji + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında, Kolombiya'da petrol tüketimi + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında, Tayland'da ise petrol tüketimi + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında bir saklı eşbütünlük ilişkisi belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda Peru ve Endonezya için çift taraflı asimetrik nedensellik söz konusu olduğundan geri besleme hipotezi yani bir değişkende meydana gelebilecek negatif bir şok diğer değişkeni de etkileyecektir böylece bu ülkeler kaynaklarını verimli ve etkin kullanılmalıdır. Tekrar Peru'nun negatif bileşenleri, Kolombiya ve Tayland

için koruma hipotezi yani ekonomik büyümeyi sürdürebilmek için enerjiye bağımlı olmadıklarını göstermektedir. Son olarak Çin için ise büyüme hipotezi söz konusudur. Çin gibi dışa bağımlı bir ülke olduğunda enerji arzında meydana gelebilecek olumsuz bir durum ekonomik büyümeyi negatif etkileyebilir.

Serilerin + bileşenleri ve – bileşenleri arasında bir eşbütünlük ilişkisi tespit edildikten sonra bu değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi ve bunu ifade eden katsayı FMOLS tahmin yöntemiyle tahmin edilmiştir. Çin için yenilenebilir enerji tüketiminin negatif bileşeninde meydana gelen %1'lik artışın uzun dönemde ekonomik büyümenin negatif bileşeninde %0.379, Peru için yenilenebilir enerji tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.611, Peru ekonomisi tekrar incelendiğinde yenilenebilir enerji tüketiminin negatif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin negatif bileşeninde %0.343, Endonezya için yenilenebilir enerji tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.335, Kolombiya için Petrol tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.208, son olarak yenilenemeyen enerji tüketiminin pozitif bileşeninde meydana gelen %1'lik artış uzun dönemde ekonomik büyümenin pozitif bileşeninde %0.699 oranında bir artış sağlamaktadır.

Çin gibi enerjide dışa bağımlı bir ülkede ortaya çıkabilecek bir enerji krizinin ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir. Yenilenebilir enerji sektöründe enerji etkinliği ve verimliliğini artıracak uygulamalara hız verilmelidir. Peru'da ekonomik büyüme - bileşeninden yenilenebilir enerji tüketimi - bileşenine doğru işleyen tek yönlü bir uzun dönemli asimetrik nedensellik ile Kolombiya ve Tayland'da ekonomik büyüme + bileşeninden petrol tüketimi + bileşenine doğru tek yönlü bir uzun dönemli asimetrik nedenselliğin varlığı koruma hipotezinin geçerli olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda bu ülkelerin ekonomik büyümeyi sürdürebilmek için enerjiye bağımlı olmadıkları sonucu çıkarılmakta dolayısıyla enerji koruma politikalarının ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etki yapmayacağı söylenebilir.

Peru ve Endonezya'da yenilenebilir enerji tüketimi + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında uzun dönemde çift yönlü bir asimetrik nedenselliğin bulunması geri besleme hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumda iki değişken bu ülkelerde birlikte belirlenmekte ve aynı anda birbirlerini etkilemektedir. Bu ülkelerde enerji tüketimindeki bir azalış, ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyebilecektir. Bu nedenle enerji etkinliği ve verimliliğini artırıcı ve maliyetleri düşürücü politikalar izlenmelidir. Bu bağlamda ayrıca yenilenebilir enerji sektörünün desteklenmesi adına genel olarak şu adımlar da atılabilir: Etkin ve verimli enerji politikalarının hayata geçilmesi açısından güneş, rüzgâr, biyokütle, hidrolik ve jeotermal gibi özel sektörün yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik devlet destekli teşvik ve destekler uygulanmalıdır. AR-GE çalışmaları desteklenmeli ve ülkeye temiz enerji teknolojileri getirilerek yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır. Bu durum hem fosil yakıtların kullanımını hem de ekonomik yükü azaltabilir.

Genel sonuç doğrultusunda enerji faktörünün sürdürülebilir büyüme için temel ve birincil girdi olarak söylenebilir. Bu çalışma ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Ayrıca gelecekteki çalışmalarda farklı gelir grubu ülkeler seçilerek farklı yöntemler uygulanabilir. Ya da düşük gelir grubuna ve yüksek gelir grubuna dâhil ülkeler belirlenerek onlara dönük aynı analizler gerçekleştirilebilir. İlaveten, düşük, orta-yüksek ve yüksek gelirli ülkeler bir panel grubu oluşturularak her ülke grubu için ayrı ayrı veya tek bir ülke için aynı ya da farklı analizler yapılabilir ve sonuçlar alınabilir. Bir başka öneri olarak yenilenebilir enerji kaynakları tek tek ayrı bir yenilenebilir enerji türü olarak modele dâhil edilip ekonomik büyüme ile olan ilişkisi saklı eşbütünlük ve nedensellik analizine tabi tutulabilir. Son olarak bu çalışmada yöntemin kabul gördüğü iki değişken arasındaki ilişki araştırılmıştır. Değişken sayısı artırılabilir ve farklı öneriler sunulabilir.

KAYNAKLAR

- Aneja, R., Bandy, U. J., Hasnat, T., & Koçoğlu, M. (2017). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Empirical evidence from panel error correction model. *Jindal Journal of Business Research*, 6(1), 76-85. <https://doi.org/10.1177/2278682117713577>
- Apaergis, N., & Daneletiu, D.C. (2014). Renewable energy and economic growth: Evidence from the sign of panel long-run causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Chen, C., Pınar, M., ve Stergos, T. (2020). Renewable energy consumption and economic growth nexus: Evidence from a Threshold model. *Energy Policy*, 139, 1-13. <http://www.elsevier.com/locate/enpol>

- Coester, A., Hofkes, M. W., & Papyrakis E. (2018). An optimal mix of conventional power systems in the presence of renewable energy: A new design for the German electricity market. *Energy Policy*, 116, 312-322.
- Fan, W., & Hao, Y. (2020). An empirical research on the relationship amongst renewable energy consumption, economic growth and foreign direct investment in China. *Renewable Energy*, 146, 598-608. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.170>
- Hao, Y., Wang, L., & Lee, C.C. (2020). Financial development, energy consumption and China's economic growth: New evidence from provincial panel data. *International Review of Economics and Finance*, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2018.12.006>
- İnançlı, S., & İnal, V. (2012). Türkiye' de alternatif enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin saklı eşbütünleşme testi ile analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (4), 102-106.
- Kahouli, B. (2019). Does static and dynamic relationship between economic growth and energy consumption exist in OECD countries? *Energy Reports*, 5, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2018.12.006>
- Kourtsidis, S.A., Tzeremes, P., & Tzeremes, N. (2018). Re-evaluating the energy consumption-economic growth nexus for the United States: An asymmetric threshold cointegration analysis. *Energy*, 148, 547-545. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.01.172>
- Maji, İ.K., Sulaiman, C., & Abduldahim, A.S. (2019). Renewable energy consumption and economic growth nexus: A fresh evidence from West Africa. *Energy Reports*, 5, 384-392. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.03.005>
- Mirza, F. M., & Kanwal, A. (2017). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Pakistan: Dynamic causality analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1233-1240. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.081>
- Nasreen, S., Mbarek, M. B., & Rehman, M. (2020). Long-run causal relationship between economic growth, transport energy consumption and environmental quality in Asian countries: Evidence from heterogeneous panel methods. *Energy*, 192, 1-10.
- Ocal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption–economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Özcan, B., & Öztürk, İ. (2019). Renewable energy consumption-economic growth nexus in emerging countries: A bootstrap panel causality test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 30-37.
- Rahman, M. M., & Valeyutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: new evidence from South Asia. *Renewable Energy*, 147, 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.007>
- Saad, W., & Taleb, A. (2018). The causal relationship between renewable energy consumption and economic growth: Evidence from Europe. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20, 127-136. <https://doi.org/10.1007/s10098-017-1463-5>
- Shahbas, M., Van-Hong, T., Mahalik, M.K., & Roubaud, D. (2017). Energy consumption, financial development and economic growth in India: New evidence from a nonlinear and asymmetric analysis. *Energy Economics*, 63, 199-212. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.01.023>

- Tafti, M. A. D., & Mottaghitalab, A. (2017). Renewable energy consumption and its impact on economic growth of OPEC members. *International Journal of Chemoinformatics and Chemical Engineering*, 6(1), 39–47. 10.4018/IJCCE.2017010103
- Troster, V., Shahbaz, M., & Uddin, G. S. (2018). Renewable energy, oil prices, and economic activity: A Granger-causality in quantiles analysis. 1-42. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.01.029>
- Tugcu, C.T., & Topcu, M. (2018). Total, renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Revisiting the issue with an asymmetric point of view. *Energy*, 152, 64-74. 10.1016/j.energy.2018.03.128
- Tuna, G., & Tuna, V. E. (2019). The asymmetric causal relationship between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries. *Resources Policy*, 62, 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.03.010>
- Usta, C. (2015), Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin bölgesel ve sektörel analizi, (yayımlanmamış doktora tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Trabzon.
- Usta, C., & Berber, M. (2017). Türkiye’de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisinin sektörel analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187.
- Yanar, R., & Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve cari açık ilişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2), 191-201.
- Zaidi, S., Gmiden, S., & Saidi, K. (2017). How energy consumption affects economic development in selected African countries. *Qual Quant*, 52, 501-513. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0480-0>