

BRICT Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Petrol Fiyatları, CO₂ Emisyonu, Kentleşme ve Ekonomik Büyüme Üzerine Nedensellik Analizi¹

Türker Şimşek²
Emre Yiğit³

BRICT Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Petrol Fiyatları, CO₂ Emisyonu, Kentleşme ve Ekonomik Büyüme Üzerine Nedensellik Analizi

Öz

Çalışmada nüfus, coğrafi alan, piyasa büyüklüğü ve ekonomik büyüme hızları açısından benzer niteliklere sahip BRICT ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonları, kentleşme, petrol fiyatları ve kişi başına düşen reel gayrisafi yurtiçi hâsıla arasındaki etkileşim Panel VAR analizi ile ortaya konulmaya çalışılarak politika karar vericilerine ekonomik büyüme hedeflerinde başarıya ulaşabilmeleri için uygun politikalar önermek amaçlanmıştır. 1990-2015 dönemine ait Dünya Bankası Ekonomik Göstergeler Veritabanından alınan yıllık verilerle yapılan Dumitrescu Hurlin panel nedensellik testi sonucunda gayrisafi yurtiçi hasıladan kentleşmeye, yenilenebilir enerjiye, petrol fiyatlarına ve karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Petrol Fiyatları, Ekonomik Büyüme, CO₂ Emisyonu, Kentleşme.

Causality Analysis of BRICT Countries on Renewable Energy Consumption, Oil Prices, CO₂ Emissions, Urbanization and Economic Growth

Abstract

The interaction between renewable energy consumption, carbon emissions, urbanization, oil prices and per capita real GDP per capita in BRICT countries with similar characteristics in terms of population, geographical area, market size and economic growth rates has been tried to be revealed by panel VAR analysis. Thus, it is aimed to provide policy makers with appropriate policies to achieve success in their economic growth targets. As a result of the annual Dumitrescu Hurlin panel causality test from the World Bank Economic Indicators Database for the period 1990-2015, a unidirectional causality relationship from gross domestic product to urbanization, renewable energy, oil prices and carbon emissions has been determined.

Keywords: Renewable Energy, Oil Prices, Economic Growth, CO₂ Emission, Urbanization.

1. Giriş

Enerji genel olarak dünya yüzeyinin altındaki cisimlerden değişik yöntemlerle veya doğrudan güneş ışınlarının yakalanmasıyla elde edilen ısıyı üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Bhattacharyya, 2011: 1). İktisadi tanımda ise, bir cismin, makinenin ya da maddeler sisteminin iş yapabilme yeteneği enerji olarak görülmektedir (Berberoğlu, 1982: 9). Enerjinin tarihsel gelişimine bakıldığında insanlar tarafından ilk çağlarda etrafa ısı ve ışık yaymak için kullanıldığı görülmektedir. İnsanoğlu ısıtma ve pişirme gibi gerekli olan temel ev ihtiyaçlarını odun ile karşılamaktadır (Demir, 2010: 15-21). Doğada bol olması ve rahat bulunması dolayısıyla odun ilk çağlarda insanlar için önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Ancak bu enerji kaynağının Avrupa ve

¹Bu çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Türker Şimşek danışmanlığında Emre Yiğit tarafından "BRICT Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Karbon Emisyonları, Kentleşme ve Petrol Fiyatları Üzerine VAR Analizi" ismiyle tamamlanarak 19.06.2017 tarihinde savunulan yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

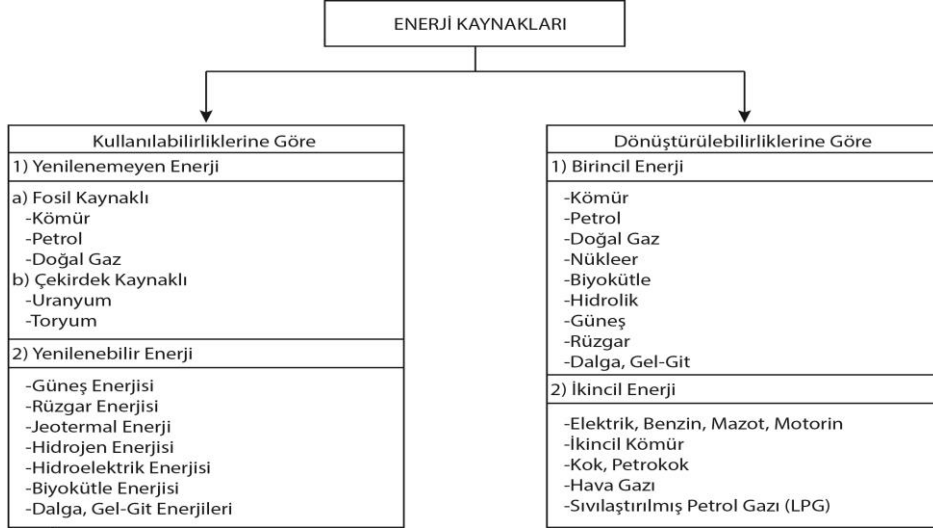
²Yrd. Doç. Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi İİBF, İktisat Bölümü, turker.simsek@gop.edu.tr

³Gaziosmanpaşa Üniversitesi SBE, İktisat Anabilim Dalı. emreygt88@gmail.com

Amerika'da büyümekte olan ekonomileri destekleyemediği kanıtlanınca, 19.yy da kömüre, 20.yy da ise petrol ve doğalgaza yönelinmiştir (Timmons, 2014: 3).

İlk defa 1859 yılında çıkarılan ve bulunduğu günden bugüne kadar en önemli enerji kaynağı konumunda bulunan petrol, bu tarihten sonra da önemini hızlı bir şekilde arttırmaya başlamıştır (Smith, 1994: 127). Toplam petrol üretimi yaklaşık olarak 1890 yılında 10 milyon ton iken, 1930 yılında 200 milyon tona çıkmıştır. Bu artışta Birinci Dünya Savaşı'nın ve İkinci Dünya Savaşı'nın etkisinin olduğu söylenmektedir (Jenkins, 1990: 119). Dünya petrol üretiminin 2016 yılında ise 4,382.4 milyar tona ulaştığı rapor edilmektedir (BP, 2017: 16).

Tablo 1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması



Kaynak: Koç ve Şenel, 2013:1

Enerji kaynakları, kullanılabilirliklerine ve dönüştürülebilirliklerine göre iki gruba ayrılmaktadır (Tablo 1). Kullanılabilirliklerine göre kendi içerisinde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ikiye ayrılırken; dönüştürülebilirliklerine göre birincil enerji ve ikincil enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013: 1). Çalışmanın konusunu oluşturan yenilenebilir enerji kaynakları bir kere kullanıldığında bitmeyen, daha sonra tekrar tekrar kullanılabilen ve tükenmeyen enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklara örnek olarak güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi, hidroelektrik enerjisi, biyokütle enerjisi ve deniz kökenli enerji kaynakları verilebilir (Bilginoğlu, 1991: 123). Yenilenebilir enerjinin birçok avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Bu avantajları Dan Chiras (2001) şu şekilde sıralamaktadır:

- Yenilenebilir enerji bir kez kullanıldığında tükenmeyen, tekrar tekrar kullanılabilen enerji kaynağıdır.
- Yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla çok daha temizdir.
- Çok uluslu şirketlerin kontrolüne tabii olmadığından dolayı bazı istisnalar dışında yenilenebilir enerjinin ücretsiz olduğu söylenebilir.
- Teknolojinin gelişmesiyle beraber yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edilebilir. Bunun için bazı alanlarda gerekli yatırımlar yapıldığı zaman maliyetler düşecek ve böylece yenilenebilir kaynaklardan daha hızlı ve kolay bir şekilde enerji üretimi gerçekleştirilecektir.

- Yenilenebilir enerji kaynakları çoğunlukla küçük enerji şirketleri aracılığıyla kontrol edilmesinden dolayı sabotaj ihtimali azdır.

Dezavantajlarına bakıldığında;

- Büyük miktarlardaki talebi karşılamak amacıyla yapılan yatırımların maliyetlerinin yüksek olması en büyük dezavantajı olarak görülebilir.
- Kaynakların kullanılmasında yeterli bilgiye sahip olunmaması sonucunda tam uzmanlaşma gerçekleşmemektedir. Uzmanlaşmanın yeterli seviyede olmaması teknik yenilikler çerçevesinde yapılabilirlik, dayanıklılık gibi birçok sorunları da beraberinde getirmektedir.
- Güneş ve rüzgâr gibi bazı enerji kaynakları, her gün, her saat ulaşılabilir olmamasından dolayı depolanmaya ihtiyaç duymaktadırlar. Yenilenebilir kaynakların depolanması ise pahalı olması ve bir o kadar da birçok zorluklara sahiptir.

Küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişimlerinin yaşanması, çevre konusunda giderek artan toplumsal bilinç ve sağladığı avantajlar düşünüldükçe, gelecekte yaşanılacak olan teknolojik gelişmelerle birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin artacağı beklenilmekte ve bu konunun giderek önem kazanacağı düşünülmektedir. Ekonomik genişleme açısından vazgeçilmez bir unsur olarak görülen enerjinin etkin kullanılarak ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için politika karar vericilerine uygun politikalar önermek çalışmada amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nüfus, coğrafi alan, piyasa büyüklüğü ve ekonomik büyüme hızları açısından benzer niteliklere sahip ve enerji kullanımı gün geçtikçe artan BRİCT ülkelerinde (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Türkiye) 1990-2015 dönemine ait Dünya Bankası Ekonomik Göstergeler veritabanından alınan yıllık verilerle Dumitrescu Hurlin panel nedensellik testi yapılmıştır.

2. Enerji Ekonomisi

Enerji, temel gereksinimlerin karşılanması ve hayatın devam edebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Bu nedenle, enerjinin toplum hayatında çok önemli bir yere sahip olması, enerji kaynaklarının çeşitliliği ve üretimden tüketime kadar birçok ekonomik faaliyeti içermesi ekonominin bir alt dalı olan enerji ekonomisini ortaya çıkarmıştır. İnsanların enerji kaynaklarının ve enerji mallarının kullanımını ve bu kullanımın sonuçlarını analiz eden alan enerji ekonomisi olarak adlandırılmaktadır. Enerji ekonomisi, ekonomik çevrelerin (firmalar, bireyler, hükümetler) enerji kaynaklarını sağlayan, bu kaynakları başka faydalı enerji formlarına dönüştüren ve bunları kullanıcılara ulaştırarak kullanmalarına imkân veren bir alandır (Sweeney, 2002: 1). Enerjinin çevre faktörü dikkate alınarak, zamanında, güvenilir ve ekonomik şekilde üretilmesi, gelecek nesile yaşam standartları yüksek, sağlıklı bir çevre bırakılması amacı da, enerji ekonomisinin inceleme alanına girmektedir (Yücel, 1994: 17).

2.1. Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Üretimi ve Tüketimi

Dünya enerji üretimi ve tüketiminin büyük bir bölümünü, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler yapmaktadır. Literatürde ülkelerin gayrisafi milli hasılası gelişmişlik düzeyleri hakkında bilgi vermektedir. Tablo 2’de Dünyanın en büyük 10 ekonomisi görülmektedir.

Tablo 2: Dünyanın En Büyük 10 Ekonomisi

S.N.	2016	GSMH (Milyar \$)
1	ABD	18,561.934
2	Çin	11,391.619
3	Japonya	4,730.300
4	Almanya	3,494.898
5	İngiltere	2,649.893
6	Fransa	2,488.284
7	Hindistan	2,250.987
8	İtalya	1,852.499
9	Brezilya	1,769.601
10	Kanada	1,532.343

Kaynak: IMF World Economic Outlook, 2016.

Dünya ekonomisine gayrisafi milli hâsıla açısından bakıldığında; Amerika Birleşik Devletleri (ABD) 18,561.934 milyar dolar ile ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada Çin Halk Cumhuriyeti 11,391.619 milyar dolar, üçüncü sırada ise 4,730.300 milyar dolar ile Japonya'nın olduğu görülmektedir.

Tablo 3: Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Milyon Ton Eşdeğer Petrol- MTEP)

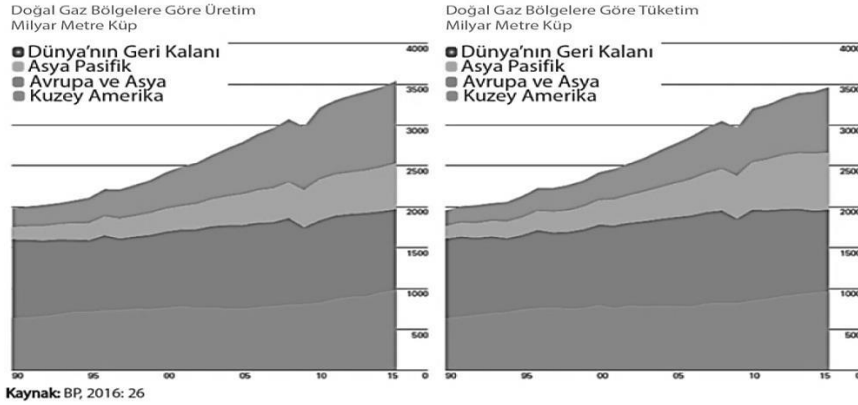
ÜLKE	2013	2014	2015	2016	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
Çin	2.905,3	2.970,6	3005,9	3053,0	23,0	1
ABD	2.270,6	2.296,5	2.275,9	2272,7	17,1	2
Hindistan	621,5	663,6	685,1	723,9	5,5	3
Rusya	686,8	689,2	681,7	673,9	5,1	4
Japonya	464,0	452,3	445,8	445,3	3,4	5
Kanada	336,1	334,3	327,7	329,7	2,5	6
Almanya	325,5	312,1	317,8	322,5	2,4	7
Brezilya	296,8	304,9	302,6	297,8	2,2	8
Güney Kore	272,2	274,9	280,2	286,2	2,2	9
İran	246,0	261,9	262,8	270,7	2,0	10

Kaynak: BP, 2017: 8.

Tablo 3'te Dünya birincil enerji tüketimindeki ilk 10 ülke ele alınmaktadır. 2017 BP Dünya Enerji İstatistikleri Raporuna göre, dünya çapında birincil enerji tüketimi 2016 yılında % 1 büyümeye kaydetmektedir. Bu % 1'lik bir artış, son 10 yılın ortalama yıllık % 1,9'luk büyümeye hızının çok daha altında kaldığını göstermektedir. Dünya birincil enerji tüketimi dikkate alındığında ilk sırada BRİCT üyelerinden Çin'in, ikinci sırada ABD'nin, üçüncü sırada ise Hindistan'ın olduğu görülmektedir. Bu ilk üç ülkenin toplam birincil enerji tüketimi, dünya enerji tüketiminin % 45,6'sına tekabül etmektedir. Türkiye ise Dünya birincil enerji tüketiminde 2016 yılında % 4,2 artarak dünya enerjisinin %1'lik kısmını tüketmektedir. 1990-2016 yılları arasında Dünya enerji tüketimine bakıldığında; petrol ve nükleer enerji haricindeki tüm yakıtlar ortalamanın altında

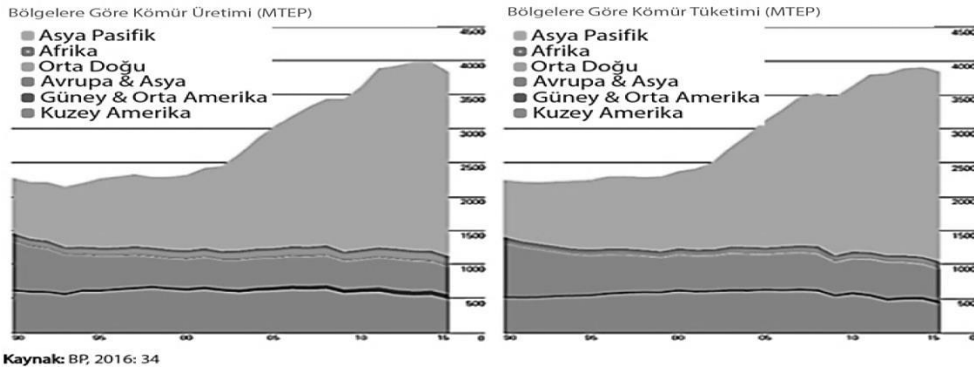
bir oranda büyüme gerçekleştirmişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynakları dışındaki enerji kaynaklarının üretim ve tüketim verilerinin incelenmesi yenilenebilir enerji kaynaklarının en hızlı büyüyen enerji kaynağı olduğunun anlaşılması açısından faydalı olacaktır. Tablo 4 bölgelere göre doğalgaz üretimi ve tüketimini göstermektedir.

Tablo 4: Bölgelere Göre Doğalgaz Üretimi ve Tüketimi, 1990-2015



Dünya doğalgaz üretimi 2015 yılında %2,2 oranında büyüme göstermiştir. Büyümenin yıllık ortalaması %2,4 olması nedeniyle ortalamanın altında bir büyüme oranı gerçekleşmiştir. Kuzey Amerika %3,9 ile en yüksek büyümeyi kaydederken, Avrupa ve Asya'da üretim %0,7 oranında azaldı. Dünya doğalgaz tüketiminde büyüme %1,7 olmuştur ancak büyümenin 10 yıllık ortalaması %2,3'ün altında kalmıştır. Tüketimde en yüksek artışı gösteren %6,2 ile İran olurken bu ülkeyi %4,7 ile BRIC ülkelerinden Çin takip etmiştir. En büyük düşüşü %5 ile BRIC ülkelerinden Rusya göstermiştir ardından bu ülkeyi Ukrayna izlemiştir. Dünya doğalgaz tüketiminde %1,3'lük bir paya sahip olan Türkiye, 2015 yılında doğalgaz tüketimi %2,4 oranında bir düşüş göstermiştir (BP, 2016: 26). Tablo 5 bölgelere göre kömür üretimi ve tüketimini göstermektedir.

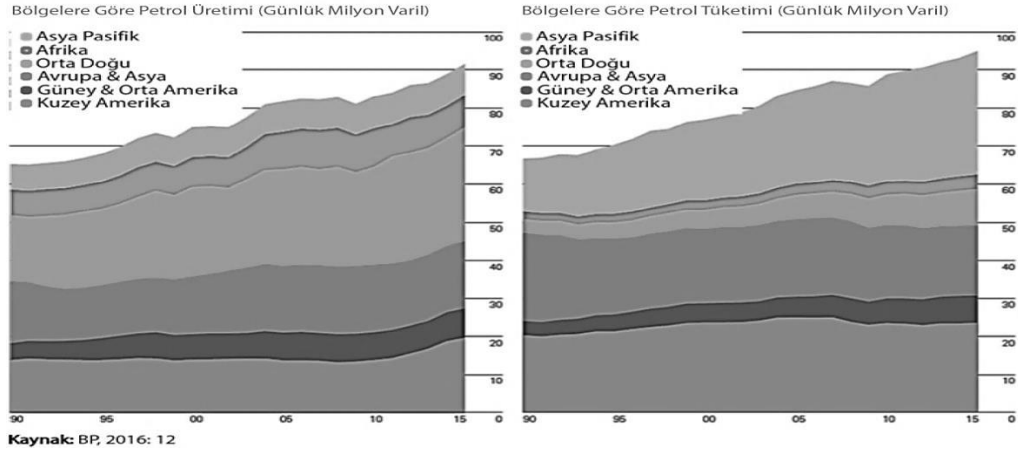
Tablo 5: Bölgelere Göre Kömür Üretimi ve Tüketimi, 1990-2015



2015 yılında Dünya pazar payı azalan tek yakıt kömür olmuştur. Dünya kömür tüketiminin yıllık büyüme ortalaması %2,1'dir. Büyüme 2015 yılında %1,8 oranında gerçekleşerek ortalamanın altında kalmıştır. Kömürün Dünya birincil enerji tüketimindeki payı 2015 yılında %29,2 olarak gerçekleşmiştir. Kömür tüketiminin düşmesindeki en büyük neden ise Amerika ve Çin'in tüketimindeki sert düşüşlerin yaşanması gelmektedir. Dünya kömür üretiminde %4 oranında düşüş gerçekleşmiştir. Dünya kömür rezervlerinin %1'ine sahip olan Türkiye, 2015 yılında kömür

tüketiminde %4,7'lik bir düşüş yaşamıştır (UEA, 2016: 61-80). Tablo 6 bölgelere göre petrol üretimi ve tüketimini göstermektedir.

Tablo 6: Bölgelere Göre Petrol Üretimi ve Tüketimi, 1990-2015



Dünya petrol üretimi, tüketiminden daha hızlı artarak günde 2,8 milyon varil ile 2004 yılından bu yana en yüksek büyümesini gerçekleştirdi. Üretimin en fazla görüldüğü ülke 750,000 varil ile Irak olurken, bu ülkeyi takip eden günde 510,000 varil ile Suudi Arabistan gelmiştir. Dünya petrol tüketimi, %1,9 ile yaklaşık 2 katı artarak günde 1,9 milyon varile yükselmiştir. Petrol tüketiminde en fazla düşüşü yaşayan ülke Japonya olmuştur. Dünya petrol tüketiminde %0,9'luk bir paya sahip olan Türkiye, 2015 yılında petrol tüketiminde %12,5 oranında bir artış gerçekleştirmiştir (BP, 2016: 12).

3. Literatür Taraması

Enerji tüketimi ve iktisadi büyüme üzerine değişik dönemlerde ve ülkelerde, farklı yöntemlerle yapılan birçok çalışma mevcut bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda birçok farklı sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Meydana gelen bu farklı sonuçları anlayabilmek için büyüme, muhafaza, yansızlık ve geribildirim (feedback) olmak üzere dört hipotez geliştirilmiştir (Uçak ve Usupbeyli, 2015: 770-771). Büyüme hipotezi; enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında enerji tüketiminden iktisadi büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğe sahip olduğunu belirtmektedir (Öztürk, 2010: 340-349). Muhafaza hipotezi; enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında iktisadi büyümenden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğe sahip olduğunu belirtmektedir (Uçak ve Usupbeyli, 2015: 770). Geribildirim (feedback) hipotezi; enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisini belirtmektedir. Yani enerji tüketiminden iktisadi büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin yanı sıra iktisadi büyümenden enerji tüketimine doğru da bir nedenselliğin olduğunu belirtmektedir (Öztürk, 2010: 340-349). Yansızlık hipotezi, enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı durumdur (Uçak ve Usupbeyli, 2015: 770). Enerjinin bu hipoteze göre, diğer etkenlere kıyasla ikincil bir etkiye sahip olduğu söylenmektedir (Bowden ve Payne, 2009: 180-188). Kraft ve Kraft (1978) çalışmalarında, ABD için 1947-1974 yıllarını kapsayan dönemde, Sims yöntemini kullanarak nedensellik analizi yapmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH)'dan enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuştur. Yu ve Hwang (1984) çalışmalarında, ABD için 1947-1979 yıllarını kapsayan dönemde, Sims yöntemini kulla-

arak nedensellik analizi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Yu ve Choi'nin (1985) çalışmalarında, Filipinler ve Kore için 1954-1976 yıllarını kapsayan dönemde, Granger nedensellik analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda, Filipinler'de enerji tüketiminden iktisadi büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi varken; Kore'de iktisadi büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Erol ve Yu (1987) çalışmalarında Batı Almanya, Birleşik Krallık, Kanada, Fransa, İtalya, Japonya olmak üzere altı ülkeyi ele almışlardır. 1950-1982 ve 1950-1973 olmak üzere iki farklı dönemin verilerini kullanmışlardır. Ayrıca Sims yöntemini ve Granger nedensellik analizini kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, İtalya ve Batı Almanya arasında, iktisadi büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuşken; Kanada ve Japonya arasında ise iktisadi büyüme ile enerji kullanımı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Hwang ve Gum (1991) çalışmalarında, Tayvan için, 1961- 1990 yıllarını kapsayan dönemde, Granger nedensellik testi yapmışlardır. Yapılan bu analiz sonucunda iktisadi büyüme ile enerji kullanımı arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Enerji, yenilenebilir enerji ve iktisadi büyüme üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak; Yu ve Jin (1992), Stern (1993), Masih ve Masih (1996), Cheng ve Lai (1997), Stern (2000), Aqeel ve Butt (2001), Soytas ve Sari (2003), Paul ve Bhattacharya (2004), Şengül ve Tuncer (2006), Mehrara (2007), Aydın (2010), Özata (2010), Akan vd. (2010), Kaplan vd. (2011), Uzunöz ve Akçay (2012), Korkmaz ve Develi (2012), Pao vd. (2014), Sadorsky (2009), Apergis ve Payne (2010), Menegaki (2011), Öcal ve Aslan (2013), Büyükyılmaz ve Mert (2015), Ibrahiem (2015), Bakırtaş ve Çetin (2016), Bhattacharya vd. (2016), Inglesi-Lotz (2016) verilebilir.

Çalışmada değişken olarak kullanılan CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürde birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalar Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) yaklaşımını CO₂ gazı çerçevesinde açıklamaktadır. Bu çerçevede CO₂ emisyonu değerleri kullanılarak ÇKE hipotezinin geçerliliğini inceleyen çalışmalara yer verilmiştir. ÇKE hipotezi; CO₂ emisyonu belli bir gelir veya gelişmişlik düzeyine kadar gelir artışıyla birlikte arttığı daha sonra ise belli bir gelişmişlik düzeyinden sonra CO₂ emisyonunun azaldığı anlamına gelmektedir. Agras ve Chapman (1999) çalışmalarında, 1971-1989 yıllarını kapsayan dönemde, 34 ülke için, panel veri yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda ÇKE ilişkisi desteklenmiştir. Dijkgraaf ve Vollebergh (2005) çalışmalarında, 1960-1997 yıllarını kapsayan dönemde, OECD ülkeleri için CO₂ emisyonu ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Panel veri yöntemi kullanılan çalışmanın sonucunda, OECD ülkelerde CO₂ emisyonu için ÇKE ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Narayan ve Narayan (2010) çalışmalarında, 1980-2004 yıllarını kapsayan dönemde Orta Doğu, Güney Afrika, Latin Amerika, Doğu Asya, Afrika ülkesi için, reel GSYİH ve CO₂ emisyon miktarı arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Panel eşbütünleşme yöntemi kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, sadece Orta Doğu ve Güney Asya ülkelerinde gelir arttıkça CO₂ emisyon miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme üzerine yapılmış çalışmalara örnek olarak Jalil ve Mahmud (2009), Lee ve Lee (2009), Fodha ve Zaghdoud (2010), Öztürk ve Acaravcı (2010), Arı ve Zelen (2011), Ahmed ve Long (2012), Saboori vd. (2012), Ergün ve Polat (2015), Hussain ve Ali (2016), Güllü ve Yakışık (2017) verilebilir.

Kentleşme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara bakıldığında Liu (2009), 1978-2008 yıllarını kapsayan dönemde, Çin için enerji kullanımı, nüfus artışı, iktisadi büyüme ve kentleşme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada ARDL sınır testi ve faktör

ayrıştırma modelini kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda, hem kısa hem de uzun dönemde, kentleşmeden toplam enerji kullanımına doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu tespit etmiştir. Hossain (2012), 1960-2009 yıllarını kapsayan dönemde, Japonya için CO₂ emisyonları, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, dış ticaret ve kentleşme arasındaki nedensellik ilişkisini analiz etmiştir. Yapılan analiz sonucunda, daha fazla enerji tüketiminin çevre kirliliğini arttırdığını, ancak ekonomik büyüme, ticaretin açıklığı ve kentleşmenin uzun vadede çevresel kaliteyi etkilemediğini ortaya koymaktadır. Al-mulali ve Lee (2013), 1980-2009 yıllarını kapsayan dönemde, Körfez İşbirliği Konseyi (GCC) ülkeleri için enerji kullanımı, finansal gelişme, iktisadi büyüme, kentleşme ve toplam ticaret arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Panel eşbütünleşme ve Dinamik OLS (DOLS) testleri kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda, uzun dönemde finansal gelişme, iktisadi büyüme, kentleşme ve toplam ticaret enerji kullanımı üzerinde pozitif etkisinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, enerji kullanımı ile iktisadi büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi varken; finansal gelişmeden enerji kullanımına ve kentleşmeden enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Shahbaz vd. (2014), 1975-2011 yıllarını kapsayan dönemde, Birleşik Arap Emirlikleri için, iktisadi büyüme, elektrik tüketimi, kentleşme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu, iktisadi büyüme ile CO₂ emisyonları arasında ters-U şeklinde bir ilişki tespit etmişlerdir. Ayrıca, elektrik tüketimi CO₂ emisyonlarını azaltır ve kentleşme CO₂ emisyonlarını arttırmaktadır. Granger nedensellik sonucunda ise, CO₂ emisyonu ile elektrik tüketimi, iktisadi büyüme ve kentleşme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığından söz etmişlerdir. Al-mulali ve Öztürk (2015), 1996-2012 yıllarını kapsayan dönemde, 14 Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkesi için, panel eşbütünleşme testine dayalı olarak, çevresel bozulma nedenlerini araştırmışlardır. Eşbütünleşme testi sonucunda, ekolojik ayak izi, enerji kullanımı, kentleşme, ticaret açıklığı, sanayi gelişimi ve politik istikrar arasında, uzun dönemde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

4. Metodoloji, Data ve Bulgular

İktisadi değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklarken iktisat teorilerinin yanında ekonomik göstergeler arasındaki dinamik ilişkiyi ve rassal şokların değişkenler sistemine olan dinamik etkisini analiz etmek için vektör otoregresyon (VAR) modeli gibi ekonometrik yöntemlere başvurulur. Oluşturulan ekonometrik modellerde denklemin her iki tarafında da endojen değişkenler yer alabilir ve bu durum da tahmin ve çıkarımları daha karmaşık hale getirebilir. Bu problemleri çözmek için çok değişkenli modellemenin yapısal olmayan yaklaşımı kullanılır. VAR modeli de çok değişkenli modellemenin yapısal olmayan bir yaklaşımıdır (Zhang-wei ve Xun-gang, 2012: 314).

İki değişkenli standart bir VAR modeli eşitlik (1)'de gösterilmektedir:

$$y_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} x_{t-i} + \varepsilon_{1t}$$

$$x_t = \gamma_1 + \sum_{i=1}^p \mu_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \mu_{2i} x_{t-i} + \varepsilon_{2t}$$
(1)

Eşitlik (1)'de yer alan p değeri gecikme uzunluğunu, ε ise ortalaması sıfır, varyansları sabit ve gecikmeli değerleriyle kovaryansı sıfır olan normal dağılıma sahip rassal hata terimlerini ifade etmektedir. Ele alınan değişkenlerin gecikme uzunluklarının artırılmasıyla otokorelasyon probleminin ortadan kaldırılmasından dolayı hata terimlerinin gecikmeli değerleriyle bağlantısız ol-

ması varsayımı VAR modeline herhangi bir kısıtlama getirmez. VAR modelinde gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike, Schwartz, Hannan-Quinn, Nihai Tahmin Hatası ve LR test gibi kriterler göz önünde bulundurulur. Hata terimleri arasındaki korelasyon sıfırdan farklı olduğu zaman hata terimlerinin birinde yaşanan bir değişim belirli bir zamandan sonra diğer hata terimini de etkileyecektir. Buna ek olarak hata terimleri modelde yer alan bağımsız değişkenlerle de bağlantılı değildir. Modelin sağında içsel değişkenlerin gecikmeli değerleri yer aldığı için eşanlılık sorunu olmayacağından model klasik en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilebilir (Ay,2006:306).

Çalışmada nüfus, coğrafi alan, piyasa büyüklüğü ve ekonomik büyüme hızları açısından benzer özelliklere sahip oldukları için uygulama alanı olarak Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Türkiye (BRICT) ülkeleri tercih edilmiştir. Analizde Dünya Bankası Ekonomik Kalkınma Göstergeleri Veritabanından derlenen 1990-2015 dönemine ait mevsimsellikten arındırılmış yıllık veriler kullanılmıştır. Teoriyle uyumlu bir şekilde hazırlanan ve E-views 9 ekonometri programıyla yapılan Panel VAR analizinde kullanılan ekonometrik model eşitlik (2)'de gösterilmektedir:

$$\Delta GDP = \alpha + \sum_{i=1}^n \mu CARBON_{t-i} + \sum_{i=1}^n \theta OIL_{t-i} + \sum_{i=1}^n \psi RENERGY_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta URBAN_{t-i} + \varepsilon_{1,t} \quad (2)$$

GDP değişkeni kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasılayı, CARBON değişkeni CO₂ emisyon miktarını, OIL değişkeni petrol fiyatlarını, RENERGY değişkeni yenilenebilir enerji tüketimini ve URBAN değişkeni de kentleşmeyi ifade etmektedir. Kentleşme göstergesi olarak Kasman ve Duman (2015) çalışması referans alınarak kentsel nüfus oranı kullanılmıştır. Analizde yer alan serilerin hepsi yüzde olarak hesaplanmıştır.

VAR analizinde sonuçların güvenilir olabilmesi için modelin durağan olması gerekmektedir. Modelden elde edilen karakteristik polinomun bütün ters köklerinin birim çember içerisinde yer alması, modelin bir bütün olarak durağan olduğunu belirtmektedir (Banarjee vd, 1993: 141). Yapılan ekonometrik analizde serilerin logaritmaları alınmıştır. Bireysel, sabitli ve trendli olmak üzere durağanlıkları test edilmiştir. Aşağıda yer alan Tablo 7'de birim kök testleri sonuçları gösterilmektedir.

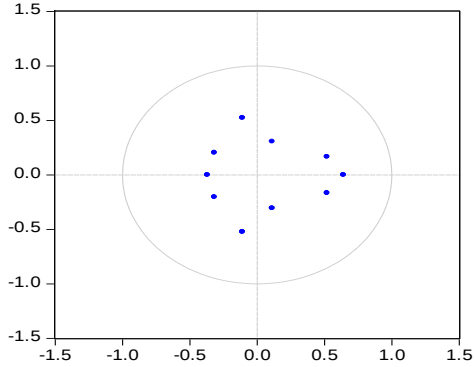
Tablo 7: Birim Kök Testi Sonuçları

DEĞİŞKENLER	Genişletilmiş Dickey Fuller	Phillips Perron	Levin, Lin ve Chu	Im, Pesaran ve Shin
GDP	$I_0: 0.9319$ $I_1: 0.0149$	$I_0: 0.9954$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.2950$ $I_1: 0.0302$	$I_0: 0.9388$ $I_1: 0.0112$
CARBON	$I_0: 0.6182$ $I_1: 0.0004$	$I_0: 0.5597$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.4791$ $I_1: 0.0005$	$I_0: 0.9083$ $I_1: 0.0001$
OIL	$I_0: 0.9996$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.9996$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.7791$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.9948$ $I_1: 0.0000$
URBAN	$I_0: 0.9292$ $I_1: 0.0002$	$I_0: 0.0013$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.8083$ $I_1: 0.0207$	$I_0: 0.8562$ $I_1: 0.0000$
RENERGY	$I_0: 0.9850$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.9250$ $I_1: 0.0000$	$I_0: 0.8709$ $I_1: 0.0001$	$I_0: 0.9878$ $I_1: 0.0000$

Not: I_0 : Düzey hali I_1 : Birinci derece farkını ifade etmektedir. Tabloda yer alan değerler p olasılık değerini göstermektedir.

Genişletilmiş Dickey Fuller testi, Phillips testi, Levin Lin ve Chu Testi ve Im, Pesaran, Shin durağanlık testleri sonuçlarına göre serilerin birinci dereceden farkı alındığında $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde bütün değişkenlerin durağan olduğu hipotezi doğrulanmaktadır.

Şekil 1: Karakteristik Polinom Ters Kökleri
Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Modelin bir bütün olarak durağan olup olmadığına bakıldığında ise Şekil 1’de de görüldüğü üzere karakteristik polinomun bütün ters kökleri birim çember içerisinde bulunmaktadır. Bu sonuç itibarıyla modelimiz bir bütün olarak durağan olduğunu söyleyebiliriz.

Modelin durağan olup olmadıkları incelendikten sonra seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla eşbütünleşme testi yapılmaktadır. Bu amaçla Pedroni Eşbütünleşme testi analizi yapılmıştır. Aşağıda gösterilen Tablo 8’de Pedroni Eşbütünleşme testi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 8: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Series: GDP CARBON OIL RENERGY URBAN				
Sample: 1990 2015				
Included observations: 130				
Cross-sections included: 5				
Null Hypothesis: No cointegration				
Trend assumption: No deterministic trend				
Automatic lag length selection based on SIC with a max lag of 2				
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel				
Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)				
	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>	Weighted <u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>
Panel v-Statistic	1.598411	0.0550	0.588002	0.2783
Panel rho-Statistic	0.717881	0.7636	1.057416	0.8548
Panel PP-Statistic	-0.158384	0.4371	-0.094251	0.4625
Panel ADF-Statistic	-0.878367	0.1899	-0.645118	0.2594
Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)				
	<u>Statistic</u>	<u>Prob.</u>		
Group rho-Statistic	1.507248	0.9341		
Group PP-Statistic	-0.288466	0.3865		
Group ADF-Statistic	-1.211092	0.1129		

Tablo 8’de görüldüğü üzere analiz sonucunda çıkan p değerlerine bakıldığında 0,05’ten büyük olduğu için eşbütünleşmenin olmadığı yönündeki sıfır hipotezi kabul edilir. Yani eşbütünleşik vektörün olmadığı kabul edilmektedir. Seriler eşbütünleşik olmadığı için Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) yerine Vektör Otoregresif Modeller (VAR) kullanılacaktır.

VAR modellerindeki gecikme uzunluğunun belirlenmesi önemli sorunlardan birisidir. Uygun gecikme uzunluğunu bulmak için Ardışık modifiye edilmiş Olasılık Oranı (LR) test istatistiği, Son Tahmin Hata Kriteri (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SC) ve Hannan-Quin Bilgi Kriteri (HQ) gibi kriterlerden faydalanılmıştır. Aşağıda gösterilen Tablo 9’da uygun gecikme uzunluğunu belirlemeye yönelik sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 9: Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Endogenous variables: DGDGP DCARBON DOIL DRENERGY DURBAN						
Exogenous variables: C						
Sample: 1990 2015						
Included observations: 90						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	328.3678	NA	5.21e-10	-7.185951	-7.047072	-7.129947*
1	360.5563	60.08520	4.44e-10*	-7.345695*	-7.512425*	-7.009672
2	384.5774	42.17039*	4.57e-10	-7.323942	-5.796280	-6.707899
3	401.3532	27.58695	5.55e-10	-7.141183	-4.919130	-6.245121
4	413.5234	18.66088	7.57e-10	-6.856075	-3.939630	-5.679993
5	437.5525	34.17469	8.06e-10	-6.834499	-3.223663	-5.378398
6	455.7594	23.87136	9.97e-10	-6.683543	-2.378315	-4.947422
7	473.1112	20.82219	1.29e-09	-6.513583	-1.513964	-4.497443
* işareti ilgili gecikme uzunluğunun uygun olduğunu belirtir.						

Tablo 9’daki sonuçlara bakıldığında söz konusu kriterlere göre gecikme uzunluğu 1 olarak uygun olduğu görülmektedir. Sonraki analizlerde en uygun gecikme uzunluğu süresi 1 olarak alınacaktır. Uygun gecikme uzunluğu belirlendikten sonra, söz konusu gecikme uzunluğu kullanılarak tahmin edilen VAR modeli sonuçları yorumlanacaktır. Sırasıyla yorumlanacak olan VAR analizlerimizde Dumitrescu Hurlin Panel Nedensellik Testi, Etki-Tepki Fonksiyonları analizi ve Varyans Ayrıştırması yöntemleri kullanılarak ilgili değişkenler arasındaki ilişkiler tespit edilecektir.

Eşbütünleşme testi sonuçları ilgili değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığı yönünde bilgi verirken, değişkenler arasında yönü hakkında bilgi vermemektedir. Söz konusu değişkenler arasında ilişkinin yönünün belirlenebilmesi için değişkenlerin içsel ve dışsal olmak üzere gruplandırılması gerekmektedir (Bozkurt, 2007: 91). Granger söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için Granger Nedensellik testini geliştirmiştir (Granger, 1969: 424-438).

Dumitrescu ve Hurlin (2012) ise Granger nedensellik analizini geliştirerek heterojen nitelikteki panel veri setleri için yeni bir nedensellik analizi ortaya çıkarmışlardır. Günümüzde nedensellik testi gerektiren çalışmalarda geliştirilen bu nedensellik testi yaygın olarak kullanılmaktadır. Dumitrescu ve Hurlin testi homojen nedensel olmayan ve heterojen nedensel olmayan testlerin birleştirilmiş bir hali gibidir. Dumitrescu ve Hurlin bireysel Wald istatistiklerinin kesin asimptotik hareketlerini temel alan test istatistiği ile sonlu T örnekleme için yakınsanılmış hareketlere dayanan test istatistiği olmak üzere iki standartlaştırılmış test istatistiği tanımlamaktadır (Dumitrescu ve Hurlin, 2012). Çalışmada kullanılan Pairwise Dumitrescu Hurlin Panel Nedensellik Testi sonuçları aşağıdaki Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10: Pairwise Dumitrescu Hurlin Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Null Hypothesis:	W-Stat.	Zbar-Stat.	Prob.
URBAN does not homogeneously cause GDP	3.16689	0.82803	0.4077
GDP does not homogeneously cause URBAN	8.16692	5.27221	1.E-07
RENERGY does not homogeneously cause GDP	2.21414	-0.01881	0.9850
GDP does not homogeneously cause RENERGY	5.17302	2.61115	0.0090
OIL does not homogeneously cause GDP	2.86057	0.55576	0.5784
GDP does not homogeneously cause OIL	7.32867	4.52715	6.E-06
CARBON does not homogeneously cause GDP	2.52265	0.25541	0.7984
GDP does not homogeneously cause CARBON	5.23689	2.66791	0.0076
RENERGY does not homogeneously cause URBAN	8.52886	5.59392	2.E-08
URBAN does not homogeneously cause RENERGY	3.37751	1.01523	0.3100
OIL does not homogeneously cause URBAN	5.71273	3.09086	0.0020
URBAN does not homogeneously cause OIL	3.25496	0.90631	0.3648
CARBON does not homogeneously cause URBAN	8.71125	5.75603	9.E-09
URBAN does not homogeneously cause CARBON	2.56079	0.28931	0.7723
OIL does not homogeneously cause RENERGY	6.01549	3.35995	0.0008
RENERGY does not homogeneously cause OIL	2.95208	0.63710	0.5241
CARBON does not homogeneously cause RENERGY	3.98152	1.55210	0.1206
RENERGY does not homogeneously cause CARBON	4.16432	1.71458	0.0864
CARBON does not homogeneously cause OIL	4.88124	2.35180	0.0187
OIL does not homogeneously cause CARBON	3.01533	0.69332	0.4881

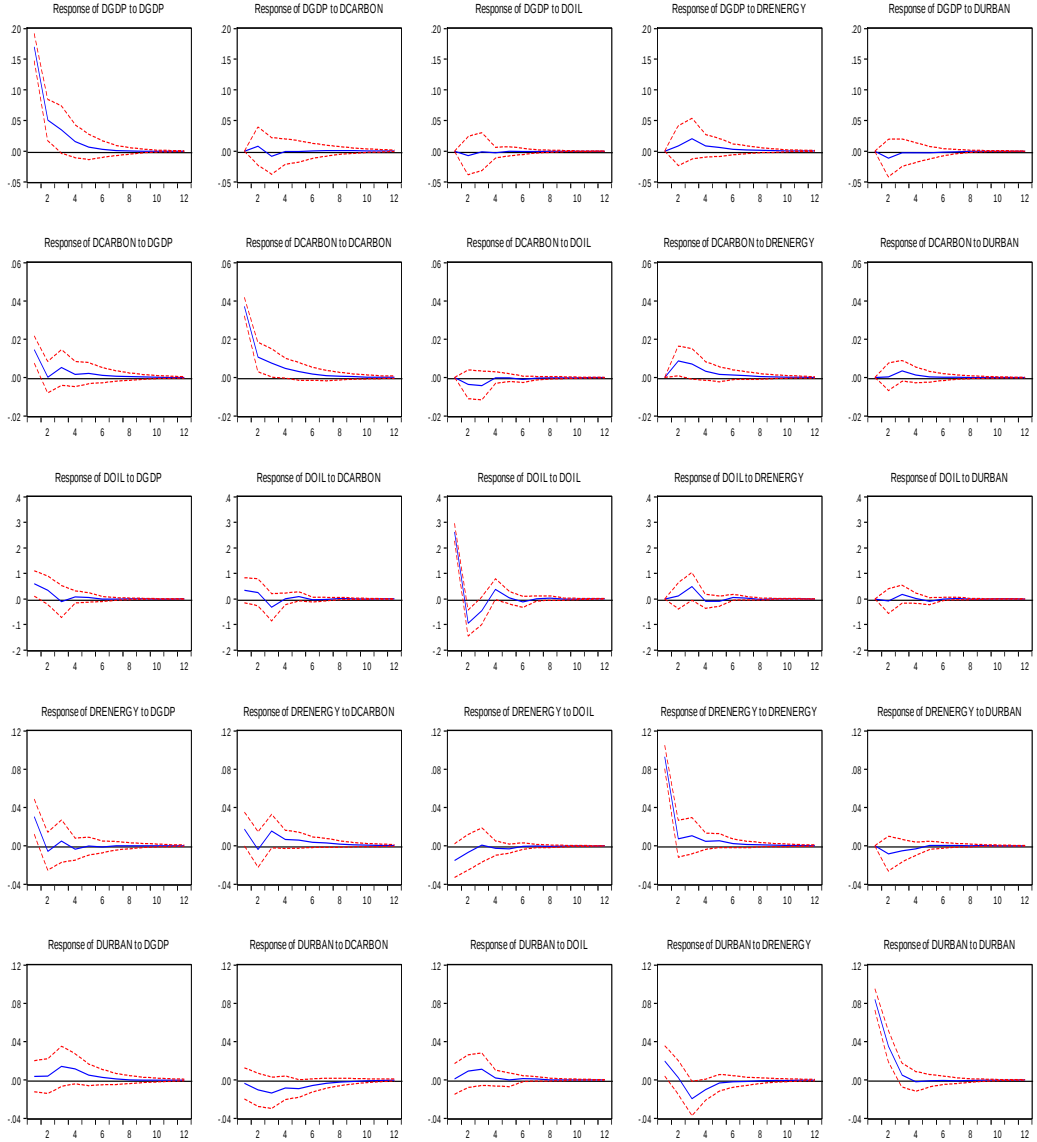
Tablo 10'da yer alan sonuçlar değerlendirildiğinde GDP ve URBAN arasında, ekonomik büyümeden kentleşmeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bulgularımızı destekleyen çalışmaya örnek olarak Zhao ve Wang (2015) gösterilebilir. RENERGY ve URBAN arasında, yenilenebilir enerji tüketiminden kentleşmeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. OIL ile URBAN arasında, petrol fiyatlarından kentleşmeye doğru tek yönlü bir ilişki

bulunmuştur. GDP ve CARBON arasında, ekonomik büyümeden CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. CO₂ emisyonu çevreye zarar vermektedir. Ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için çevrenin de dikkate alınması gerekmektedir. Ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması temiz enerji kaynağı olarak görülen yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politikalar önerilmesiyle gerçekleşebilir. Bunun yanı sıra büyümede gerçekleşecek bir artış CO₂ emisyonunu da artıracaktır. Bunun nedeni olarak da BRİCT ülkelerinin fosil temelli enerji kaynaklarına bağımlı olmaları gösterilebilir. Bulgularımızı destekleyen çalışmalara Topallı (2016), Ergün ve Polat (2015), Jalil ve Mahmud (2009), Apergis ve Payne (2009), Saboori vd.(2012), Hamit ve Hagar (2012) örnek olarak gösterilebilir. CARBON ile URBAN arasında, CO₂ emisyonundan kentleşmeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. GDP ve RENERGY arasında, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Gayrisafi yurtiçi hasıla'da meydana gelecek bir artış yenilenebilir enerjiye yönelik araştırma-geliştirme faaliyetlerini artırmakta ve kaynakların etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Böylelikle artan yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olacaktır. Analizde elde edilen bulguyu destekleyen çalışmalara Sadorsky (2009), Menyah ve Wolde – Rufael (2010), Öcal ve Aslan (2013) ve Leita (2014) örnek gösterilebilir. CARBON ve OIL arasında, CO₂ emisyonundan petrol fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. GDP ve OIL arasında, ekonomik büyümeden petrol fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ekonomik büyüme petrole olan talebi artıracaktır. Artan petrol talepleri petrol fiyatlarını doğrudan etkileyecek ve yükselmesine neden olacaktır. Bouzid (2012) çalışmasında bu bulguyu destekleyerek ekonomik büyümeden petrol fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. OIL ve RENERGY arasında, petrol fiyatlarından yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Petrol fiyatlarında yaşanan artış nispeten yüksek maliyete sahip olan yenilenebilir enerjiler ile petrol ithal maliyetleri arasındaki farkı azaltmakta ve yenilenebilir enerji talebini artırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetinin yüksek olmasının yanı sıra, altyapısının sınırlı olması ve depolanmasındaki sorunlar yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın bir şekilde kullanımını engellemektedir. Ancak çevre konularında bilinçlenmenin artması, enerji üretimi ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak, ileriki yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebin artması beklenmektedir.

VAR analizi etrafında, değişkenlerden birinin hata terimlerinde oluşan şokların kendisini ve diğer değişkenlerin şuanki ve ileri zamandaki değerlerine etkisini görebilmek amacıyla etki tepki fonksiyonları analizine başvurulmalıdır. Etki tepki fonksiyonları analizi yapısal şoklar üzerine kurulu bir yöntemdir ve bu yöntemde nedenselliğin olması önem göstermektedir. Dumitrescu Hurlin nedensellik testi sonuçlarına göre değişkenler en dışsaldan içsele göre sıralanmış ve etki tepki fonksiyonları analizi yapılmıştır. Modelde bulunan değişkenlere yönelik etki tepki fonksiyonları hesaplanırken ± 2 standart hata belirlenmiştir. Grafikte bulunan kesikli çizgiler güven aralıklarını, kesikli olmayan çizgiler ise modelin hata terimlerinde oluşan bir standart hatalık şoka karşı bağımlı değişkenin zamanla gösterdiği tepkiyi vermektedir (Bozkurt, 2007: 95). Yapılan analiz sonuçlarının güven aralığı içerisinde yer alması istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını gösterme açısından önemlidir. Aşağıdaki Tablo 16'da VAR modeli bir gecikme uzunluğuna göre değişkenlere pozitif bir şok uygulandığında ilgili bağımlı değişkenlerin zaman içerisinde nasıl etkilendikleri araştırılmıştır.

Tablo 11: Etki Tepki Fonksiyonları Analizi

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

Tablo 11’da etki tepki fonksiyonlarına bakıldığında modeldeki şok etkilerinin zamanla sıfıra doğru yavaşladıkları görülmektedir. Yani sistem durağan bir haldedir. Sistemin sıfıra doğru yavaşması, ekonometrik modelin istikrarlı bir yapıda olduğunun göstergesidir. Bir standart hatalık şoka karşı bağımlı değişkenlerin gösterdiği tepkiler, güven aralıkları içerisinde seyretmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere analiz sonuçları istatistiksel olarak da anlamlıdır denilebilir. CARBON, OIL ve RENERGY değişkenlerinde yaşanan pozitif bir standart hata şokunun etkisi ile GDP

ilk üç dönemde veya kısa dönemde azalmakta sonra hafif bir artış göstermektedir. URBAN değişkeninde yaşanan pozitif bir standart hata şokunda ise GDP kısa dönemde artış göstermekte zamanla bu artış yerini azalışa bırakmaktadır.

Bir değişkene ait tahmin edilen hata varyansının diğer değişkenler tarafından açıklanma oranı olan varyans ayrıştırmasının amacı, ekonometrik modelde bulunan değişkenlerin kendilerinde ve söz konusu diğer değişkenlerden birinde oluşan bir şokun yüzde kaçının kendisinden ve diğer değişkenlerden neden olduğunu göstermektir (Enders, 2004: 280). Yapılan analiz sonucu elde edilen DGDP bağımlı değişkenine ait varyans ayrıştırması sonucu aşağıda gösterilen Tablo 12’de belirtilmektedir. Etkiler yüzdesel olarak gösterilmiştir.

Tablo 12: Şokların GDP'ye Etkilerinin Varyans Ayrıştırması Sonuçları

Period	S.E.	Variance Decomposition of DGDP:				
		DGDP	DCARBON	DOIL	DRENERGY	DURBAN
1	0.169857	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.178137	98.98313	0.205336	0.178051	0.239988	0.393495
3	0.182810	97.57956	0.393231	0.171851	1.460705	0.394654
4	0.183738	96.34003	1.391571	0.194153	1.664639	0.409606
5	0.183969	96.22158	1.392635	0.194029	1.762201	0.429558
6	0.184025	96.18985	1.392843	0.194983	1.783520	0.438802
7	0.184043	95.17303	2.394276	0.196477	1.794868	0.441351
8	0.184049	95.16720	2.395464	0.196758	1.798813	0.441763
9	0.184051	94.16462	2.396755	1.196831	1.799962	0.441829
10	0.184052	92.16343	3.397472	1.196889	2.800379	0.441831
11	0.184053	91.16288	4.397835	1.196915	2.800541	0.441829
12	0.184053	91.16264	4.398010	1.196922	2.800598	0.441830

Tablo 12’ye bakıldığında ilk üç dönem kısa dönem olarak tanımlandığında, kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasıla üzerindeki değişimin büyük bir oranı kendisinden kaynaklanmakta iken, onu sırasıyla yenilenebilir enerji, kentleşme, CO₂ emisyonları ve petrol fiyatları izlemektedir. Uzun dönemde ise kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasılanın kendisinden sonra gelen sıralama değişmekte ve sırasıyla CO₂ emisyonları, yenilenebilir enerji, petrol fiyatları ve kentleşme gelmektedir. CO₂ emisyonları kısa dönemde çok etkili değilken uzun döneme gelindiğinde gayrisafi yurtiçi hasıladaki değişimi açıklamada en etkili değişken olmaktadır. Benzer şekilde yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol fiyatları da kısa dönemden uzun döneme doğru gittikçe bağımlı değişken olan gayrisafi yurtiçi hasıladaki değişimi açıklama etkisi de artmaktadır. Bunun yanında gerek kısa dönemde gerekse de uzun dönemde gayrisafi yurtiçi hasıladaki değişimin çok az bir oranı (kısa dönemde yaklaşık % 0.4 ve uzun dönemde yaklaşık %0.5) kentleşmeden kaynaklanmaktadır. Ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olmaktadır. Ancak kentleşmenin etkisinin hem uzun dönemde hem de kısa dönemde %1’in altında kaldığını ve etkisinin yok denecek kadar az olduğunu söyleyebiliriz. Çalışmamız bu yönüyle Lebe ve Akbaş (2015), Zhao ve Wang (2015), Al-mulali ve Lee (2013) çalışmalarıyla önemli ölçüde benzerlik göstermektedir.

5. Sonuç

Kişilerin hayatlarını daha sağlıklı ve refah düzeyi yüksek bir şekilde sürdürebilmesi ve ekonomik büyümenin sağlanması açısından enerji kavramı çok önemli bir yere sahiptir. Yüzyıllardır

ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılamak için fosil temelli yakıt olan kömüre başvurmuşlardır. Günümüzde ise artık kömür yerini petrol ve doğalgaza bırakmıştır. Kömür kullanımı ile birlikte petrol ve doğalgaza aşırı derece bağımlı olmak ülkeleri enerji arz güvenliği açısından sıkıntıya sokmakta ve çevresel problemleri de artırmaktadır.

Güneş, rüzgâr, hidro, jeotermal ve deniz kaynaklı enerjilerden oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye duyarlı olmaları sosyo-ekonomik açıdan önemli katkılar sağlamaktadır. Sağladığı katkının yanında bazı yenilenebilir enerji kaynaklarının geleneksel enerji kaynaklarına göre maliyeti daha yüksektir. Fakat günümüzde hızla artan teknoloji bu maliyetleri giderek aşağıya çekmektedir. Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarını daha cazip hale getirmekte ve bu alana yapılan yatırımları artırmaktadır.

Çalışmada analizdeki değişkenlere yönelik uygulanan Dumitrescu ve Hurlin Panel nedensellik testi sonucunda BRİCT ülkelerinde gayrisafi yurtiçi hasıla'dan kentleşmeye, yenilenebilir enerjiye, petrol fiyatlarına ve karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bunun yanında yenilenebilir enerjiden kentleşmeye; petrol fiyatlarından kentleşmeye; karbon emisyonlarından kentleşmeye; petrol fiyatlarından yenilenebilir enerjiye ve son olarak da karbon emisyonlarından petrol fiyatlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Analizin etki-tepki fonksiyonlarına bakıldığında bir standart hatalık şoka karşı kişi başına düşen reel gayrisafi yurtiçi hasılanın gösterdiği tepkiler güven aralıkları içerisinde seyretmektedir. Bu da analiz sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olduğuna dair bir göstergedir. CO₂ emisyonları, petrol fiyatları ve yenilenebilir enerji değişkenlerinde yaşanan pozitif bir standart hata şokunun etkisi ile kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasıla kısa dönemde azalmakta sonrasında hafif bir artış göstermektedir. Kentleşme değişkeninde yaşanan pozitif bir standart hata şokunda ise kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasıla kısa dönemde artış göstermekte zamanla bu artışın yerini azalış almaktadır. Varyans ayrıştırması sonuçları incelendiğinde ise kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasıla üzerindeki değişimin büyük bir oranı kendisinden kaynaklanmakta iken, onu sırasıyla yenilenebilir enerji, kentleşme, CO₂ emisyonları ve petrol fiyatları izlemektedir. Uzun dönemde ise kişi başı reel gayrisafi yurtiçi hasılanın kendisinden sonra gelen sıralama değişmekte ve sırasıyla CO₂ emisyonları, yenilenebilir enerji, petrol fiyatları ve kentleşme gelmektedir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında CO₂ emisyonlarının ve yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerinde etkili oldukları görülmektedir. CO₂ emisyonları ve yenilenebilir enerji konusunda Türkiye başta olmak üzere BRİCT ülkelerinin kamu ve özel sektöre yönelik uzun dönemli enerji politikalarının olmayışı önemli bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Atmosfere salınan zararlı sera gazlarında önemli bir paya sahip olan BRİCT ülkelerinde uzun dönemli bir enerji politikası oluşturulmalı, bu politikalar ivedilikle ve kararlılıkla uygulanmalıdır. Yenilenebilir enerji konusundaki araştırmalar teşvik edilmeli ve teknoloji üretimi için gerekli olan eğitim faaliyetleri de desteklenmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kabul görmesi için bu ülkelerde kamuoyu desteği oluşturulmalıdır. Bu sorunda eğitim faaliyetleri, sergiler, konferanslar ve toplantılar ile çözümlenmelidir. Bundan sonraki akademik çalışmalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmesi ve doğrusal olmayan ekonometrik modellerle tahminlerin yapılması bu alanda yeni düşünceler ortaya çıkarabilir.

Kaynaklar

- Agras, J. ve Chapman, D. (1999). A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Ecological Economics*. 28(2): 267-277.
- Ahmed, K. ve Long, W. (2012). Environmental Kuznets Curve and Pakistan: An Empirical Analysis. *Procedia Economics and Finance*. 1: 4-13.
- Akan, Y. Doğan, E. M. ve Işık, C. (2010). The Causality Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Turkey. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*. 1(1): 101-120.
- Al-Mulali, U. ve Lee, J. Y. (2013). Estimating The Impact of The Financial Development on Energy Consumption: Evidence From The GCC (Gulf Cooperation Council) Countries. *Energy*. 60: 215-221.
- Al-Mulali, U. ve Ozturk, I. (2015). The Effect of Energy Consumption, Urbanization, Trade Openness, Industrial Output and The Political Stability on The Environmental Degradation in The MENA (Middle East and North African) Region. *Energy*. 84: 382-389.
- Apergis, N, Payne, J. E. (2010). Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia. *Energy Economics*. 32(6): 1392-1397.
- Ari, A. ve Zeren, F. (2011). CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 18(2), 37-47.
- Aqeel, A. ve Butt, M. S. (2001). The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan. *Asia-Pacific Development Journal*. 8(2): 101-110.
- Ay, A. (2006) Türkiye'de Wagner Teorisi Üzerine VAR Analizi (1980-2005), S.Ü. İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, Yıl:6, Sayı:12, 293-314.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (35), 317-340.
- Bakırtaş, İ. ve Çetin, M. A. (2016). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28).
- Banerjee, A. Dolado, J. J. Galbraith, J. W. ve Hendry, D. (1993). Co-integration, Error Correction and The Econometric Analysis of Non-stationary Data. *OUP Catalogue*.
- Berberoğlu, C. N. (1982). Türkiye'nin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi Sorunu. *Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Dergisi*. 18(1): 1-19.
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*. Springer Science & Business Media.
- Bhattacharya, M. Paramati, S. R. Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence From Top 38 Countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Bilginöğlu M.A. (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. *Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi*: 9-122.
- Büyükyılmaz, A. ve Mert, M. (2015). CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS-VAR Yaklaşımı ile Modellenmesi: Türkiye Örneği. *Journal of World of Turks*, 7(3).
- Bouaid, A. (2012). The Relationship of Oil Prices and Economic Growth in Tunisia: A Vector Error Correction Model Analysis. *The Romanian Economic Journal*, 43.
- Bozkurt, H. (2007). Zaman Serileri Analizleri. Bursa, Ekin Yayınları.
- Bowden, N. ve Payne, J. E. (2009). The Causal Relationship Between US Energy Consumption and Real Output: A Disaggregated Analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
- British Petroleum, (2016). BP Statistical Review of World Energy.
- Cheng, B. S., ve 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.
- Chiras, D. (2011). *The Homeowner's Guide to Renewable Energy: Achieving Energy Independence Through Solar, Wind, Biomass, and Hydropower*. New Society Publishers.
- Demir, F. (2010). Enerji Oyunu. İstanbul. Ayırım Yayınları.
- Dijkgraaf, E. ve Vollebergh, H. R. (2005). A test for parameter homogeneity in CO₂ panel EKC estimations. *Environmental and resource economics*, 32(2), 229-239.

- Dumitrescu, E. I. ve Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Enders, W. (2004). Applied Econometric Time Series, by Walter. *Technometrics*, 46(2), 264.
- Ergün, S. ve Polat, M. A. (2015). OECD Ülkelerinde CO₂ Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (45), 115.
- Erol, U. ve Yu, E. S. (1987). On The Causal Relationship Between Energy and Income For Industrialized Countries. *The Journal of Energy and Development*, 113-122.
- Fodha, M. ve Zaghdoud, O. (2010). Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: an Ampirical Analysis of The Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 38(2), 1150-1156.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 37(3), 424- 438.
- Güllü, M. ve Yakışık, H. (2017). Karbon Emisyonu ve Enerji Tüketiminin Büyüme Üzerindeki Etkileri: MIST Ülkeleri Karşılaştırması. *Sosyoekonomi*, 25(2).
- Hamit-Hagar, M. (2012). Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: a Panel Cointegration Analysis From Canadian Industrial Sector Perspective. *Energy Economics*, 34(1), 358-364.
- Hossain, S. (2012). An econometric analysis for CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, foreign trade and urbanization of Japan. *Low Carbon Economy*. 3(3a). 92-105.
- Hussain, Z. ve Ali, A. (2016). An Econometric Analysis of Trade, Economic Growth, Energy Consumption and Environmental Quality for Pakistan. *Bulletin of Energy Economics*, 4(2), 133-137.
- Hwang, D. B. ve Gum, B. (1991). The Causal Relationship Between Energy and GNP: The Case of Taiwan. *The Journal of Energy and Development*, 219-226.
- Ibrahiem, D. M. (2015). Renewable Electricity Consumption, Foreign Direct Investment and Economic Growth in Egypt: an ARDL Approach. *Procedia Economics and Finance*, 30, 313-323.
- Inglesi-Lotz, R. (2016). The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application. *Energy Economics*, 53, 58-63.
- International Monetary Fund (IMF). (2016). World Economic Outlook October 2016.
- Jalil, A. ve Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets Curve For CO₂ Emissions: A Cointegration Analysis For China. *Energy policy*, 37(12), 5167-5172.
- Jenkins, G. (1990). Oil Economists' Handbook: Statistics.
- Kaplan, M. Ozturk, I. ve Kalyoncu, H. (2011). Energy Consumption and Economic Growth in Turkey: Cointegration and Causality Analysis. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 2(31), 31-41.
- Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.
- Korkmaz, Ö. ve Develi, A. (2012). Türkiye'de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2).
- Kraft, J. ve Kraft, A. (1978). On The Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 401-403.
- Lebe, F. ve Akbaş, Y. E. (2015). Türkiye'de Sanayileşme, Finansal Gelişme, Ekonomik Büyüme ve Kentleşmenin Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi Çoklu Yapısal Kırılmalı Bir Araştırma. *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 197.
- Lee, C. C. ve Lee, J. D. (2009). Income and CO₂ Emissions: Evidence From Panel Unit Root and Cointegration Tests. *Energy policy*, 37(2), 413-423.
- Leitao, N. C. (2014). Economic Growth, Carbon Dioxide Emissions, Renewable Energy and Globalization, *International Journal of Energy Economics and Policy*, (4), 391-399.
- Liu, Y. (2009). Exploring the relationship between urbanization and energy consumption in China using ARDL (autoregressive distributed lag) and FDM (factor decomposition model). *Energy*, 34(11), 1846-1854.
- Masih, A. M. ve 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.

- Menegaki, A. N. (2011). Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model With Evidence For Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257-263.
- Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2010). CO₂ Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in The US. *Energy Policy*, 38(6), 2911-2915.
- Narayan, P. K. ve Narayan, S. (2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence From Developing Countries. *Energy Policy*, 38(1), 661-666.
- Ocal, O. ve Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Ozturk, I. (2010). A Literature Survey On Energy–Growth Nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340- 349.
- Ozturk, I. (2010) ve Acaravci, A. (2010). CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Özata, E. (2010). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26: 101–113.
- Pao, H. T., Li, Y. ve Fu, H. C. (2014). Causality Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth in Brazil. *Smart Grid and Renewable Energy*, 5(08), 198.
- Paul, S. ve Bhattacharya, R. N. (2004). Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: a Note On Conflicting Results. *Energy economics*. 26(6), 977-983
- Saboori, B. Sulaiman, J. ve Mohd, S. (2012). Economic Growth and CO₂ Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 51, 184-191.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies. *Energy Policy*, 37(10), 4021-4028.
- Shahbaz, M. Sbia, R. Hamdi, H. ve Ozturk, I. (2014). Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates. *Ecological Indicators*, 45, 622-631.
- Smith, Z. A. (1994). The Environmental Policy Paradox. 125.
- Soytaş, U. ve Sarı, R. (2003), Energy Consumption and GDP: Causality Relationship in G-7 Countries and Emerging Markets, *Energy Economics*, 25, 33-37.
- Stern, D. (1993). Energy And Economic Growth In The USA: A Multivariate Approach. *Energy Economics*, 15, 137-150.
- Stern, D. (2000). A Multivariate Cointegration Analysis of The Role of Energy in The US Macroeconomy. *Energy Economics*, 22, 267-283.
- Sweeney, J. L. (2002). Economics of Energy. Volume:4.9 Article:48, Stanford University.
- Şengül, S. ve Tuncer, İ. (2006), Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: 1960- 2000. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 21(242), 69-80.
- Timmons, D. Harris, J. M. ve Roach, B. (2014). The Economics of Renewable Energy. Global Development And Environment Institute, Tufts University, 52.
- Topallı, N. (2016). CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika için Panel Veri Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 427-447.
- Uçak, S. ve Usupbeyli, A. (2015). Türkiye’de Petrol Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(3).
- Uluslararası Enerji Ajansı, UEA. (2016). International Energy Outlook.
- Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye’de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2010. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1-16.
- Yu, E. S. ve Choi, J. Y. (1985). The Causal Relationship Between Energy and GNP: An International Comparison. *The Journal of Energy And Development*, 10(2), 249-272.
- Yu, E. S. ve Hwang, B. K. (1984). The Relationship Between Energy and GNP: Further Results. *Energy Economics*, 6(3), 186-190.
- Yücel, F. B. (1994). Enerji Ekonomisi. Febel Yayınları, İstanbul.
- Zhang-wei, L., Xun-gang, Z. (2012). Study on relationship of energy consumption and economic growth in China. *Physics Procedia*, 24, 313-319.

Zhao, Y. ve Wang, S. (2015). The Relationship Between Urbanization, Economic Growth and Energy Consumption in China: An Econometric Perspective Analysis. *Sustainability*, 7(5), 5609-5627.