

Türk Cumhuriyetleri'nde CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Nedensellik Analizi

Tuğay GÜNEL (<https://orcid.org/0000-0001-7980-1764>), Department of Public Finance, Çukurova University, Turkey; e-mail: tugaygunel@gmail.com

Relationship between CO₂ Emission and Economic Growth in Turkic Countries: A Panel Causality Analysis

Abstract

In this study, relationship between CO₂ emissions and economic growth in Azerbaijan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan has been investigated with the data of 1992-2014 period. CO₂ emissions by metric tons per capita, CO₂ emissions from liquid fuel consumption and CO₂ emissions from gaseous fuel consumption are used as the data of CO₂ emissions. According to results of the cross-section dependency and homogeneity test, Dumitrescu and Hurlin (2012) test is preferred for causality analysis while second generation unitroot tests are preferred for stationary analysis. According to the results, it has been found that there is a reciprocal causality relationship between the emission of CO₂ and economic growth in the countries. In addition, a causality relationship running from CO₂ emissions from gas and liquid consumption to economic growth is found.

Keywords : Panel Causality Analysis, Carbon Emission, Economic Growth, Turkic Countries.

JEL Classification Codes : C23, O44, Q54.

Öz

Bu çalışmada Türk Cumhuriyetleri'nden Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Özbekistan'da CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi 1992-2014 dönemi verileri ile araştırılmaktadır. Karbon emisyonu olarak ülkelerin kişi başı karbon emisyon oranları, gaz ve akaryakıt tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon verileri kullanılmıştır. Yatay kesit bağımlılık ve homojenlik testi sonuçlarına göre durağanlık için ikinci kuşak panel birim kök testleri tercih edilirken Panelin parametrelerinin heterojen yapıda olmasından dolayı Dumitrescu ve Hurlin(2012) panel nedensellik testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre söz konusu ülkelerde CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca gaz ve akaryakıt gibi enerji tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonlarından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi de tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Panel Nedensellik Analizi, Karbon Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Türk Cumhuriyetleri.

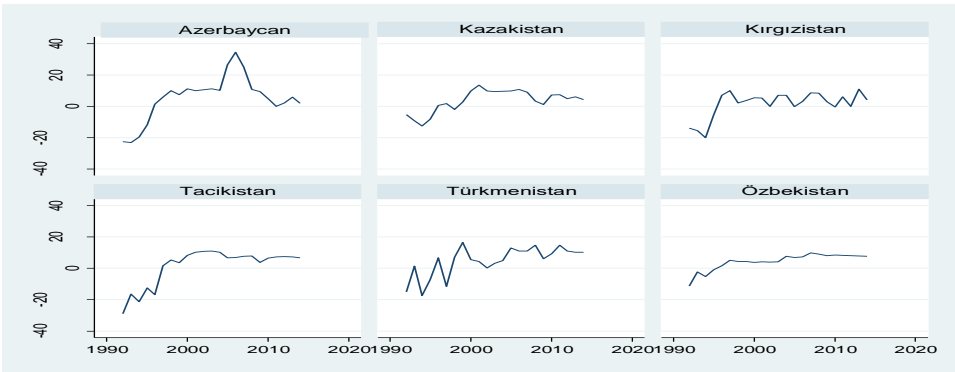
1. Giriş

Sanayi devrimi ile birlikte hızlı sanayileşme ve yüksek büyüme oranları ülkelerin temel amaçlarından biri haline gelmiştir. Ülkelerin hızlı sanayileşme ve yüksek büyüme oranlarını yakalama hedefleri ülkelerin enerji talebini artırmış ve aşırı enerji kullanımı ülkelerin ekonomik büyümelerini sağlamakla birlikte aynı zamanda çevreye negatif anlamda bir dışsallığa neden olmuştur. Bu durum çevreye daha duyarlı sürdürülebilir büyüme konusunun gündeme gelmesine yol açmıştır. Ülkelerin bu anlamda yarış içerisinde olması sera gazı emisyonlarında özellikle de küresel ısınmada ve ozon tüketiminde önemli rol oynayan karbon salımının (CO₂ emisyonu) artışına neden olmuştur.

1960'lerden sonra küresel ısınmanın neden olduğu çevresel ve iklimsel sorunlar çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisinin sorgulanmasına yol açmıştır. Zira ekonomik büyümeden dolayı kaynaklanan çevresel ve iklimsel sorunlar ülkelerin üretim sürecinde çevreye olumlu anlamda etkide bulunabilecek daha temiz teknolojilere geçmesini gerekli kılmıştır. Bundan dolayı özellikle 1990'lı yıllardan itibaren ülkeler çevreye duyarlı üretim sistemlerine geçiş yapmaya başlarken, gelişmekte olan ülkeler ise yüksek maliyet nedeniyle çevreye duyarlı üretim sürecine geçememiş ve çevre bozulmasına neden olmasına rağmen üretimlerini arttırmaya devam etmişlerdir (Artan vd., 2015: 309).

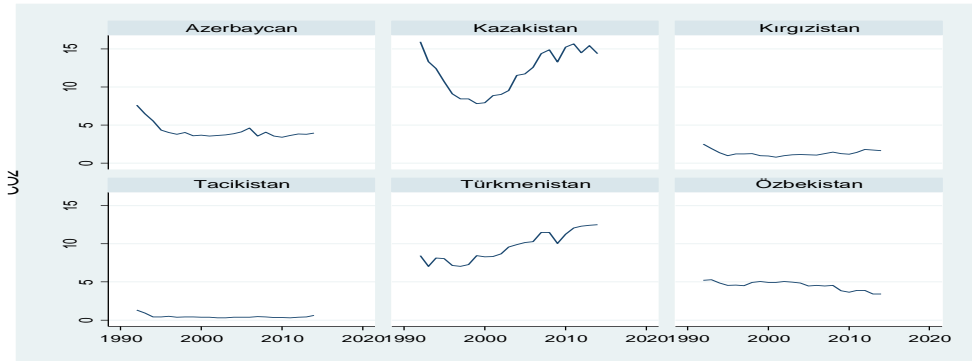
Türk Cumhuriyetleri sahip oldukları ekonomik potansiyeller ve jeostratejik özellikleri nedeniyle yükselen ekonomiler arasında önemli bir yere sahiptirler. Bu ülkelerin bir bölümünde petrol ve doğal gaz gibi fosil temelli enerji kaynakları bulunmakla birlikte aynı zamanda hemen hemen hepsinde önemli maden rezervleri de mevcuttur. Sahip oldukları bu enerji potansiyeli bu ülkelerin büyüme hızını da arttırmaktadır (Tunay, 2017: 172). Grafik 1'de Türk Cumhuriyetlerinde 1992-2014 yılları arasındaki GSYİH'nın büyüme oranları yer almaktadır.

Grafik:1
Ülkelerin 1992-2014 Dönemi Büyüme Oranları



Grafik 1'de görüldüğü üzere söz konusu ülkelerde büyüme oranları pozitif eğilimli bir trend içermekte ve genel olarak büyüme oranlarında artış görülmektedir. Grafik 2'de ise yine aynı ülkelerde 1992-2014 döneminde CO₂ emisyonu grafiği verilmektedir. Azerbaycan, Kırgızistan, Tacikistan ve Özbekistan'da karbon emisyonu belli bir değer etrafında seyir izlerken, Kazakistan'da ilk başlarda negatif eğilimli bir seyir izlenirken bir dönemden sonra eğimde meydana gelen bir kırılma ile negatiften pozitif eğilime geçilmiştir. Böylelikle Kazakistan'da son dönemlerde karbon emisyonunun artma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Türkmenistan'da ise incelenen dönemin ilk evrelerinden itibaren pozitif bir trend seyri görülmektedir. Kazakistan'da olduğu gibi Türkmenistan'da da karbon emisyonunun zamanla artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Grafik: 2
Ülkelerin 1992-2014 Dönemi CO₂ Emisyonu Oranları



Grafik 2'de görüldüğü üzere söz konusu ülkelerde karbon emisyonunun genel olarak ortalama bir seyir izlediği görülmektedir. Ayrıca ülkelerin karbon emisyon oranları da düşük düzeydedir. Bunun sebebi olarak ülkelerin geçiş ekonomisi olması ve dolayısıyla sanayileşmenin ve kalkınmanın henüz tamamlanamamış olması gösterilebilir.

Sanayileşme ile birlikte Dünyada karbon salınım miktarının önemli düzeylere gelerek küresel ısınmayı arttırması ve bunun çevreye verdiği olumsuz etkiler nedeniyle karbon salınımı konusu akademik çevrede ilgi odağı olmuştur. Ayrıca karbon salınımı konusu Birleşmiş Milletler'in (BM) üzerinde durduğu önemli konuların başında gelmektedir. Paris İklim Anlaşması ile de bu durum somut hale getirilmiştir. Konunun öneminden dolayı çevresel iktisat adı altında literatürde çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır. Çalışmalar ülke bazında ve ülke grupları olmak üzere genel olarak iki şekilde yapılmaktadır. Ülke gruplarının tipik örneklerini, OECD, MENA, Geçiş Ülkeleri, BRIC vb. gibi ülkeler oluşturmaktadır.

Çalışma ekonomik büyümenin ilk aşamalarında olan Türk Cumhuriyetlerini analiz ederek karbon salınımı ve ekonomik büyüme ilişkisinin bu aşamada da ortaya koyulmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Çalışmada seçilen dönemin belirlenmesinde en önemli

etken çalışmada kullanılan ülkelerin ortak verilerinin o tarihlerde yer almasıdır. Ülkelere ait veriler heterojen panel veriden oluştuğundan çalışmada kullanılan yöntemin seçilmesinde heterojen panellerde daha etkili olan Dimitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi tercih edilmiştir.

2. Literatür Taraması

Çevre ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi'ne (ÇKE) teorisine dayandırılmaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi kişi başı gelirin düşük olduğu seviyelerde çevresel bozulmanın arttığı fakat belli bir gelir seviyesinden sonra ekonomik büyümenin artmasıyla birlikte çevresel bozulmanın da azalacağı hipotezine dayanmaktadır (Azomahou & Phu, 2001: 2). Bir başka ifade ile ÇKE kişi başı gelir ile çevresel bozulmanın çeşitli göstergeleri arasındaki ilişkiyi ifade eden bir hipotezdır. ÇKE'sine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulma ve kirlenme artarken, ekonomik büyümenin sonraki aşamalarında trend tersine dönerek çevresel bozulma azalma eğilimi içerisine girmektedir. Bir başka deyişle bu aşamada ekonomik büyüme çevresel iyileşmeye yol açmaktadır (Stern, 2004: 1419).

Literatürde çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki genel olarak Çevresel Kuznets Eğrisi'nin test edilmesine yönelik olarak yapılmaktadır. Bu çalışmalar genel anlamda iki şekilde gruplandırılabilir. İlk olarak çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki bireysel olarak ülke bazında incelenmekte ve uygulanan ampirik uygulamalar çoğunlukla zaman serisi yöntemine dayanmaktadır.

Örneğin Lotfalipour vd. (2010) İran'da ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu ve fosil yakıt tüketimi arasındaki nedensellik analizini Toda-Yamamoto nedensellik analizi yöntemiyle 1967-2007 dönemi temel alınarak araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre GDP'den CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Ayadi (2013) Nijerya için Çevresel Kuznets Eğrisi'nin ampirik incelemesini yapmış ve gelirin düşük olduğu aşamalarda çevresel bozulmanın fazla olduğunu gelirin artmasıyla birlikte ise çevresel bozulmanın azaldığı bulgusuna ulaşmıştır.

Saatçi ve Dumrul (2011) 1950-2007 dönemini temel alarak yapmış oldukları ampirik çalışmada Türkiye'de çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmalı eşbütünleşme testleri yöntemi ile analiz etmişlerdir. Analiz sonucuna göre Türkiye'de ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Türkiye ile ilgili yapılan bir başka çalışmada ise Artan vd. (2015) ekonomik büyüme, dışa açıklık ve çevre kirliliği arasındaki ilişki araştırılmıştır. 1981-2012 dönemi temel alınarak yapılan çalışmada Çevresel Kuznets Eğrisi'nin test edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye'de ekonomik büyüme, ticari açıklık ve çevre kirliliği arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye ile ilgili yapılan bir başka çalışmada Dam vd. (2013) 1960-2010 dönemi verileri ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarındaki ilişki dinamik en küçük kareler yöntemiyle incelenmiştir. İnceleme sonucu elde edilen sonuca göre Türkiye'de karbon emisyonları ile kişi başı gelir arasında ters N şeklinde bir ilişkinin varlığı ortaya konulmuştur.

İkinci olarak ise çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ülke grupları olarak ele alınmakta ve panel veri yönteminin çoğunlukla kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Arı ve Zeren (2011) Akdeniz ülkeleri için CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 2000-2005 dönemi verileri ile panel veri yöntemi aracılığıyla Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini test etmişlerdir. Elde edilen bulguya göre yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde CO₂'in artabileceğine sonucuna ulaşmışlardır.

Örneğin Wang vd. (2011) Çin'in 28 eyaletinde CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini 1995-2007 dönemi verileri ile panel eşbütünleşme ve panel hata düzeltme modeli yöntemiyle araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilirken, ekonomik büyümenin uzun dönemde CO₂ nin nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Obhiambo (2017) 10 Sub-Saharan Afrika ülkesi için CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Dinamik panel veri analizi yönteminin kullanıldığı çalışmada elde edilen sonuçlara göre incelenen ülkelerde ekonomik büyümeden CO₂ emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Bengochea vd. (2001) Avrupa Birliği için 1981- 1995 dönemi verileri ile panel veri yöntemiyle ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. İnceleme sonucuna göre en sanayileşmiş ülkeler ile geri kalan ülkeler arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Buna göre CO₂ emisyonları gelirin ortalamasının üstünde olduğu ülkelerde gelirin ortalamasının altında olduğu ülkelere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Gündüz (2014) Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçerliliğini 18 OECD ülkesi için 1960-2008 dönemi verileri ile araştırmışlardır. Panel eşbütünleşme testi sonucunda 18 OECD ülkesi için çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespitinden dolayı uzun dönemde Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Adjaye (2008) Pasifik Ada ülkeleri için ekonomik büyüme ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre Kiribati, New Caledonia, Papua New Guinea ve Solomon Adalarında Çevresel Kuznets Eğrisi'nin varlığı tespit edilirken, Fiji ve French Polynesia için Çevresel Kuznets Eğrisi'nin varlığı tespit edilememiştir.

Mulali (2011) 1980-2009 dönemi verileri ile MENA ülkelerinde petrol tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik analizi ile incelemiş ve petrol tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasında kısa ve uzun dönemde çift yönlü granger nedensellik ilişkisi tespit etmiştir.

Narayan ve Narayan (2010) 43 gelişmekte olan ülkeyi temel alarak yaptığı çalışmada 1980-2004 dönemi verileri ile Çevresel Kuznets Eğrisi'ni hem zaman serisi hem de panel eşbütünleşme analizi ile test etmiştir. Test sonucuna göre Ortadoğu ve Güney Afrika ülkelerinde gelir artışı ile birlikte karbondioksit emisyonunun da azaldığını tespit etmişlerdir.

3. Ekonometrik Yöntem

Çalışmada karbon salınımı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesinde Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi kullanılmıştır. Nedensellik analizlerinin temelini Granger (1969) çalışması oluşturmaktadır. Granger (1969) iki zaman serisi arasında nedensellik ilişkisini analiz eden bir method geliştirmiştir. Geliştirilen method eşitlik (1)'de ifade edilen denklemin tahminine dayanmaktadır.

$$y_t = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k y_{t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_k x_{t-k} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de X'in geçmiş değerlerinin y'nin cari değerinin tahmin edilmesinde anlamlı olması durumunda X, Y'nin granger nedeni olmaktadır. Dumitrescu ve Hurlin eşitlik (1) ifade edilen denklemi genişleterek granger nedensellik analizini panel veriye uyarlamışlardır. Böylelikle eşitlik (1) ifade edilen denklem eşitlik (2)'deki şekli almıştır:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'den hareketle çalışmada tahmin edilen modeller aşağıdaki gibidir:

$$GDPPC_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} GDPPC_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} CO_{2,i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$CO_{2,i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} CO_{2,i,t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} GDPPC_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

$$GDPPC_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} GDPPC_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} CO_2 GAS_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$$GDPPC_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \beta_{ik} GDPPC_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} CO_2 LIQ_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

Eşitlik (3)'de kişi başı karbon salınımindan ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı tahmin edilmektedir. Eşitlik (4)'de ise ekonomik büyümeden kişi başı karbon salınıma doğru bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı araştırılmaktadır. Eşitlik (5) ve (6) da ise sırasıyla gaz ve akaryakıt tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonlarından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin varlığı araştırılmaktadır.

Denklemlerde bireysel etkileri gösteren a_i birimlere göre değişirken zaman boyutunda ise sabit olarak kabul edilmiştir. Bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin parametresini ifade eden β_{ik} ve bağımsız değişkenin gecikmeli değerini ifade eden γ_{ik} parametresi birimlere göre değişmektedir. Testin temel ve alternatif hipotezleri ise aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$H_0 = \beta_i = 0 \quad i=1, \dots, N$$

Temel hipotez β_i değerlerinin sıfıra eşit olduğunu ifade etmektedir. Temel hipotezin reddedilmemesi durumunda X'in gecikmeli değerlerinin bağımlı değişken Y'yi açıklayamadığı bir başka ifade ile X'den Y'ye doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılır.

Alternatif Hipotez ise şu şekildedir:

$$H_1 = \beta_i = 0 \quad i=1, \dots, N_1$$

$$\beta_i \neq 0 \quad i= N_1 + 1, N_2 + 2, \dots, N$$

H_1 hipotezi altında, $N_1 < N$ olmak üzere, X'den Y'ye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. N_1 bilinmemekle birlikte, $0 \leq N_1/N < 1$ koşulunun sağlanması gerekli olmaktadır. Temel hipotez reddedilirse ve $N_1 = 0$ ise, X değişkeni panelin tüm birimleri için Y'nedeni olmakta ve böylelikle homojen panel nedensellik sonucuna ulaşılmaktadır. Panel heterojen ise parametre tahminlere birimlere göre değişkenlik göstermekte birlikte nedensellik ilişkisi tüm birimler için gözlenebilmektedir. Fakat $N_1 > 0$ ise nedensellik ilişkisi heterojen olmakta ve nedensellik ilişkisi ve regresyon modeli birimlere göre değişmektedir (Tatoğlu, 2017: 155).

3.1. Yatay Kesit Bağımlılık ve Homojenlik Testi

Panel veri çalışmalarında gerek tahmin yönteminin seçilmesinde gerekse de durağanlık analizinin yapılmasında kullanılacak olan testlerin seçimi yatay kesit bağımsızlığa ve panelin homojen olup olmamasına göre belirlenmektedir. Zira yatay kesit bağımlılığın olmadığı durumlarda birinci kuşak panel birim kök testleri kullanılırken yatay kesit bağımlılığın olması durumunda ise yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci kuşak panel birim kök testleri kullanılmaktadır. Bundan dolayı durağanlık analizine geçmeden önce değişkenlerin oluşturan yatay kesit birimleri arasında bağımlılığın olup olmaması Breusch-Pagan LM ve Pesaran (2004) testi aracılığıyla araştırılmıştır.

Breusch-Pagan LM testinde yatay kesit birimlerin arasında korelasyonsuzluk olduğuna dair temel hipotez sınanmaktadır. Bir başka ifade ile yatay kesit birimlerin kalıntılarına ait korelasyon matrisinin birim matris olduğu hipotezi test edilmektedir. Langrange Çarpımı Test istatistiği (7) eşitlikte gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Tatoğlu, 2013: 215).

$$\lambda_{LM} = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (7)$$

$\hat{\rho}_{ij}^2$: ifadesi i ve j birimlerinin kalıntıları arasındaki korelasyon sayısını ifade etmektedir ve aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmaktadır.

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{v}_{it} \hat{v}_{jt}}{(\sum_{t=1}^T \hat{v}_{it})^{1/2} (\sum_{t=1}^T \hat{v}_{jt})^{1/2}} \quad (8)$$

LM test istatistiği, $d(d=N(N-1)/2)$ serbestlik derecesi le χ^2 ile dağılmaktadır.

Breusch-Pagan LM testi dağılım itibariyle N'nin küçük olduğu durumlarda uygulanabilmektedir. N'nin büyük olduğu durumlarda ise tutarlı sonuçlar elde edilmeyebilmektedir. Dolayısıyla N'in büyük olduğu durumlarda yatay kesit bağımlılığın tutarlı sonuçlar verebilmesi için Pesaran (2004), Breusch- Pagan LM testine alternatif olarak literatürde Pesaran CD testi olarak bilinen bir test geliştirmiştir.

Pesaran CD testinin hesaplanması $CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} (\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij})$ formülü aracılığıyla yapılmaktadır. Test istatistiği, $d(d=N(N-1)/2)$ serbestlik derecesi le χ^2 ile dağılmaktadır. Temel hipotezin birimler arası korelasyon olmadığı şeklinde kurulduğu teste, $N \rightarrow \infty$ ve T yeterli büyüklükte iken $CD \rightarrow N(0,1)$ ' dir (Tatoğlu, 2013: 217).

Çalışmada panel veri modellerindeki parametrelerin homojen olup olmadığı bir başka ifade ile parametrelerin birimden birime değişip değişmediğinin belirlenebilmesi için Swamy S Testi yapılmıştır. Zira panel verinin heterojen ya da homojen olup olmamasına göre tahmin yöntemleri seçildiğinden çalışmada homojenlik testi de yapılmıştır. Sway S testinde temel hipotez parametrelerin homojen olduğunu ifade etmektedir ve şu şekilde belirtilmektedir:

$$H_0 = \beta_i = \beta$$

Temel hipotezin reddedilip reddedilmemesinde kullanılan test istatistiği denklem (9) nin hesaplanması ile bulunmaktadır. Hesaplanan test istatistiği kritik değerden büyük ise parametrelerin heterojen olduğuna karar verilir (Tatoğlu, 2017: 247).

$$\hat{S} = \chi^2_{k(N-1)} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*)' \hat{V}_i^{-1} (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*) \quad (9)$$

3.2. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

Çalışmada kullanılan verilere ilişkin genel ve istatistiki bilgiler sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo: 1
Değişkenlere İlişkin Genel Bilgiler

Değişkenler	Değişkenlerin Tanımları	Kaynak	Periyod
GDPPC	Sabit Fiyatlar ile kişi başı GSYİH	Dünya Bankası	1992-2014
CO ₂	Karbon Emisyonu (Kişi başı metre ton)	Dünya Bankası	1992-2014
CO ₂ GAS	Gaz kullanımından kaynaklanan karbon emisyonları (% Total)	Dünya Bankası	1992-2014
CO ₂ LIQ	Akaryakıt kullanımından kaynaklanan karbon emisyonları (% Total)	Dünya Bankası	1992-2014

Çalışmada kullanılan veriler 1992-2014 dönemi yıllık verilerinden oluşmaktadır. Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Özbekistan'ın kişi başı karbon emisyonu, kişi başı milli gelir, gaz ve akaryakıt kullanımından kaynaklanan karbon emisyon verileri Dünya Bankası'ndan temin edilmiştir.

Tablo: 2
Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Gözlem sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
GDPPC	138	87473.98	180099.3	253.9733	738066.4
CO ₂	138	5.336067	4.419814	0.291759	15.94028
CO ₂ GAS	138	47.0595	24.13601	5.381679	84.89694
CO ₂ LIQ	138	30.6806	14.50749	7.270319	66.57061

Tablo 2'de görüleceği üzere toplam 138 gözlemden oluşan verilerin, ortalama, standart sapma maksimum ve minimum değerleri yer almaktadır. Değer aralıkları göz önüne alındığında çalışmada kullanılan ülkelerin GDPPC verilerinin CO₂ oranlarına göre standart sapmasının daha fazla olduğu görülmektedir.

3.3. Durağanlık Analizi

Çalışmada kullanılan değişkenlerin durağanlık analizlerinin yapılmasında değişkenleri oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımsızlığın olup olmaması önemlidir. Zira yatay kesit bağımlılığın olmadığı durumlarda birinci kuşak panel birim kök testleri kullanılırken yatay kesit bağımlılığın olması durumunda ise yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci kuşak panel birim kök testleri kullanılmaktadır. Bundan dolayı durağanlık analizine geçmeden önce değişkenlerin oluşturan yatay kesit birimlerin arasında bağımlılığın olup olmaması Breusch- Pagan LM ve Pesaran CD (2004) testleri aracılığıyla araştırılmıştır. Yatay kesit bağımlılık testi sonuçları Tablo 3'de görülmektedir.

Tablo:3
GDP ve CO₂ Değişkenlerinin Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Değişkenler/Testler	Breusch-Pagan LM	Pesaran
CO ₂	104.4033(0.0000)	4.127833(0.0000)
GDPPC	293.2245(0.0000)	50.79661(0.0000)
CO ₂ GAS	144.1646(0.0000)	23.58212(0.0000)
CO ₂ LIQ	124.1318(0.0000)	19.92464(0.0000)

Parantez içindeki değerler Prob değerini göstermektedir.

Tablo 3'den elde edilen sonuçlara göre yatay kesit bağımsızlığı ifa eden temel hipotez her iki değişken içinde reddedilmektedir. Dolayısıyla her iki değişkeni oluşturan yatay kesit birimleri arasında bağımlılık olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığın tespit edilmesinden dolayı yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci kuşak panel birim kök testleri durağanlık analizinde tercih edilmiştir. Yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci kuşak panel birim kök testlerinin sonuçları sırasıyla Tablo 4 ve 5'de görülmektedir.

Tablo 4'de Çok değişkenli Genişletilmiş Dickey Fuller Test (MADF) sonuçları görülmektedir. Zaman boyutunun birim boyutundan büyük olduğu (T>N) koşulunun bulunduğu teste temel hipotez panelin 6 zaman serisinin tümünün I(1) olduğu üzerine kurulmuştur. MADF test istatistiği ve %5kritik değer göz önüne alındığında MADF test

istatistiği verilen kritik değerlerden büyük olduğundan temel hipotez reddedilmektedir. Dolayısıyla GDPPC, CO₂, CO₂GAS ve CO₂LIQ panel serilerinin düzey değerlerinde durağan oldukları anlaşılmaktadır.

Tablo: 4
Çok Değişkenli Genişletilmiş Dickey Fuller Test Sonuçları

Değişkenler	MADF test istatistiği	% 5 Kritik Değer	Gecikme Uzunluğu
GDPPC	151.230	34.737	1
CO ₂	125.511	34.737	1
CO ₂ GAS	145.308	34.737	1
CO ₂ LIQ	123.480	34.737	1

Değişkenlerin durağanlık analizleri MADF testinin yanısıra yatay kesit genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testi ile de araştırılmıştır. Tablo 5'de çalışmada kullanılan değişkenlerin sabitli ve trendli modellerine göre CIPS testi durağanlık analizi testi sonuçları görülmektedir. Tablodan görüldüğü üzere hesaplanan CIPS istatistik değeri %5 güven düzeyinde verilen kritik değerden mutlak değerce büyük olduğundan serilerin birim kök içerdiğini ifade eden temel hipotez reddedilmekte ve böylelikle değişkenlerin sabitli ve trendli modellerinde düzey değerlerinde durağan oldukları anlaşılmaktadır.

Tablo: 5
Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) Panel Birim Kök Testi (Sabitli ve Trendli)

Değişkenler	Gecikme sayısı	CIPS İstatistiği	Kritik Değer (%5)
GDPPC	1	-2.580	-2.33
CO ₂	1	-3.268	-2.33
CO ₂ GAS	1	-3.736	-2.86
CO ₂ LIQ	1	-3.763	-2.86

Serilerin düzey değerlerinde durağan oldukları tespit edildikten sonra nedensellik analizinin yapılabilmesi için öncelikle panel verinin homojen veya heterojen olup olmadıklarının ve analizde kullanılacak olan uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Tablo 6'da panel verinin homojen veya heterojen olup olmadıklarının belirlenmesinde kullanılan Swamy S testi sonuçları görülürken, Tablo 7'de ise gecikme uzunluğunun belirlenmesinde kullanılan bilgi kriterlerinin dört gecikmeye kadar almış oldukları değerler yer almaktadır. Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde bilgi kriterlerini minimum yapan değer uygun gecikme uzunluğu olarak seçilmektedir.

Tablo 6'da Swamy S Testi sonuçları görülmektedir. Chi2 test istatistiği ve olasılık değerine göre temel hipotez reddedilmiş ve parametrelerin homojen olmadığı birimden birime değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Parametrelerin heterojen bir yapıya sahip olduğunun belirlenmesiyle birlikte heterojenliği dikkate alan Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo: 6
Swamy S Homojenlik Testi

Test	Chi2 Test İstatistiği	Prob.
Swamy S testi	11521.87	0.0000

Tablo 7'den görüldüğü üzere *MBIC*, *MAIC* ve *MQIC* model seçim kriterlerini minimum yapan gecikme uzunluğu olduğundan uygun gecikme uzunluğu 1 olarak seçilmiştir. Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinden sonra yapılan Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik analizinin sonuçları Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo: 7
Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Gecikme Uzunluğu	CD	J	J pvalue	MBIC	MAIC	MQIC
1	.9977803	14.28265	.5776661	-55.42469	-17.71735	-32.81229
2	.995944	11.49407	.487117	-40.78644	-12.50593	-23.82714
3	.9963559	8.822619	.35748	-26.03105	-7.177381	-14.72485
4	.977151	2.359103	.6700302	-15.06773	-5.640897	-9.414632

Tablo 8'de Türk Cumhuriyetleri'nde karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin tespiti için yapılan Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik testinde ilk olarak karbon emisyonunun ekonomik büyümenin Granger nedeni olmadığını ifade eden temel hipotez sınanmıştır. Buna göre $\bar{Z}_{N,T}$ ve \bar{Z}_N^{Hnc} test istatistiklerine göre, temel hipotez reddedilmiştir. Bir başka ifade ile karbon emisyonunun ekonomik büyümenin Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İkinci olarak ise ekonomik büyümenin karbon emisyonunun Granger nedeni olmadığını ifade eden temel hipotez sınanmıştır. Buna göre $\bar{Z}_{N,T}$ ve \bar{Z}_N^{Hnc} test istatistiklerine göre, temel hipotez reddedilmiştir. Bir başka ifade ile ekonomik büyümenin karbon emisyonunun Granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra ise gaz ve akaryakıt kullanımından kaynaklanan karbon emisyonlarının ekonomik büyümenin Granger nedeni olup olmadıkları temel hipotezleri sırasıyla test edilmiştir. $\bar{Z}_{N,T}$ ve \bar{Z}_N^{Hnc} test istatistiklerine göre temel hipotezler reddedilmiştir. CO₂GAS ve CO₂LIQ değişkeninden ekonomik büyümeye doğru nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo: 8
Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Temel Hipotez	Testler	İstatistik Değerleri	Prob.
CO ₂ GDPPC'nin Granger nedeni değildir	$\bar{Z}_{N,T}$	35.6186	0.0000
	\bar{Z}_N^{Hnc}	28.9261	0.0000
GDPPC CO ₂ 'nin Granger nedeni değildir	$\bar{Z}_{N,T}$	10.0855	0.0000
	\bar{Z}_N^{Hnc}	8.0712	0.0000
CO ₂ GAS, GDPPC 'nin Granger nedeni değildir	$\bar{Z}_{N,T}$	33.4629	0.0000
	\bar{Z}_N^{Hnc}	27.1654	0.0000
CO ₂ LIQ, GDPPC 'nin Granger nedeni değildir	$\bar{Z}_{N,T}$	25.9574	0.0000
	\bar{Z}_N^{Hnc}	21.0351	0.0000

4. Sonuç

Enerji, sanayi, tarım, ulaşım gibi önemli sektörlerde yürütülen faaliyetler çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Söz konusu bu etkiler noktasal olabildiği gibi bölgesel ve küresel düzeyde de olabilmektedir. Birçok sektörün çevreyi etkilemesine karşılık, çevrenin en çok etkilendiği sektör enerji-yoğun sektörlerdir. Zira enerjinin aranması, çıkarılması, üretilmesi, tüketilmesi ve taşınması gibi enerjiye ilişkin faaliyetler çevreyi olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununa neden olan sera gazlarının oluşmasında enerji faaliyetleri en önemli payı oluşturmaktadır. Özellikle karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitrozoksit (N₂O) emisyonları sanayileşme ile birlikte

sürekli olarak artma eğilimine girmiş ve günümüzde önemli düzeylere gelmiştir (DEK-TMK, 2013: 305).

Bu çalışmada Türk Cumhuriyetleri'nden Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Özbekistan'da CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi 1992-2014 dönemi ülkelerin kişi başı karbon emisyon oranları, gaz ve akaryakıt tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon verileri ve ülkelerin kişi başı milli gelir verileri ile yapılan Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testiyle araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre söz konusu ülkelerde CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka ifade çalışmada konu edinen ülkelerde karbon emisyonu ekonomik büyümeyi etkilerken aynı zamanda ekonomik büyüme de karbon emisyonunu etkilemektedir. Elde edilen bu sonuç, Pata ve Terzi (2016), Khan (2013), Vidyarthi (2013), Genç ve Tandoğan (2015) ve Bekâr (2018) çalışmalarından elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Çalışmada konu edinen Türk Cumhuriyetlerinin Sovyetler Birliği'nin dağılmasından sonra yeni bir ekonomik düzen yapısına geçiş aşamasında olduklarından geçiş ülkeleri olarak da adlandırılmaktadırlar ve dolayısıyla sanayileşmenin ilk devrelerinde olmalarından dolayı karbon emisyonunu azaltacak alt yapı ve teknik yetersizlikler nedeniyle Türk Cumhuriyetleri'nde ekonomik büyümenin karbon emisyonuna neden olduğu ve aynı zamanda ekonomik büyüme için enerji kullanım gereksiniminin fazla olması nedeniyle karbon salınımının da aynı zamanda ekonomik büyümenin bir nedeni olmaktadır. Ayrıca karbon salınım düzeyinin fazla olması kirleten sanayilerin varlığından kaynaklanmaktadır. Bu durum özellikle gelişmekte olan ülkeler için bir yabancı sermaye kaynağı ve bireyler için istihdam yaratan bir gelir kaynağı özelliği taşıdığından karbon salınımı aynı zamanda ekonomik büyümenin bir nedeni olabilmektedir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Türk Cumhuriyetleri Sovyetler Birliği'nin dağılmasından sonra ekonomik olarak yapısal bir dönüşüm içerisinde olmaları bu ülkelerde istikrarlı ve hızlı bir büyümeyi zorunlu kılmaktadır. 1990 yılından itibaren giderek artan bir şekilde büyüme trendi içerisinde olan bu ülkeler büyümenin bir sonucu olarak çevreye saldıkları karbon oranı da aynı paralelde artış göstermektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında ekonomik büyüme ve karbon salınımı arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu durumda Türk Cumhuriyetleri'nin ekonomik büyümenin ilk aşamalarında olmalarından dolayı çevresel kirlilik maliyetine rağmen ekonomik büyümelerini sürdürmeleri gerekmektedir. Çevresel Kuznets hipotezi doğrultusunda Türk Cumhuriyetleri'nin karbon salınımına rağmen ekonomik büyümelerini sürdürmelerini ve belli bir ekonomik büyüme istikrarı kazandıktan sonra yenilenebilir enerji gibi daha az karbon salınımına neden olan enerji kaynakları ekonomik büyümenin sürdürülebilmesi açısından kullanılmalıdır.

Kaynaklar

Akbulut-Bekar, S. (2018), "The Relationship between CO₂ Emission and Economic Growth in Turkey: 1977-2014", *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 11(21), 193-206.

- Al-Mulali, U. (2011), "Oil Consumption, CO₂ Emission and Economic Growth in MENA Countries", *Energy*, 36(10), 6165-6171.
- Arı, A. & F. Zeren (2014), "CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi", *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, C.B.Ü. İ.İ.B.F. 18(2), 37-46.
- Artan, S. & P. Hayaloğlu & B. Seyhan (2015), "Türkiye'de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Asafu-Adjaye, J. (2008), "Environmental Quality and Economic Growth: The Case of Pacific Island Countries", *South Pacific Studies*, 29(1), 43-62.
- Ayadi, F.S. (2013), "An Empirical Investigation of Environmental Kuznets Curve in Nigeria", içinde: *International and Interdisciplinary Studies in Green Computing*, IGI Global, 302-310.
- Azomahou, T. & N. Van Phu & F. Laisney (2001), *Economic Growth and CO₂ Emissions: A Nonparametric Approach* (No. UCL-Université Catholique de Louvain), Université catholique de Louvain.
- Bengochea-Morancho, A. & F. Higon-Tamarit & I. Martínez-Zarzoso (2001), "Economic Growth and CO₂ Emissions in the European Union", *Environmental and Resource Economics*, 19(2), 165-172.
- Breusch, T.S. & A.R. Pagan (1980), "The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics", *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Dam, M.M. & E. Karakaya & Ş. Bulut (2014), "Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz", *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Eyi Özel Sayısı, 85-96.
- DEK-TMK Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2013), *Enerji Raporu*, <<http://www.dektmk.org.tr/incele.php?id=MzA2>>, 10.02.2018.
- Dumitrescu, E.I. & C. Hurlin (2012), "Testing for Granger Non-Causality in Heterogeneous Panels", *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Genç, M.C. & D. Tandoğan (2015), "The Impacts of CO₂ Emissions and Renewable Energy Consumption on Economic Growth in Turkey: An ARDL Cointegration Approach", *Proceedings of the Fifth International Conference Management, Engineering, Planning & Economics*, Mykonos Island, Greece.
- Gündüz, H.İ. (2014), "Çevre Kirliliği ile Gelir Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Panel Eşbütünlüşme Analizi ve Hata Düzeltme Modeli", *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 36(1), 409-423.
- Im, K.S. & M.H. Pesaran & Y. Shin (2003), "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, 115(1), 53-74.
- Lotfalipour, M.R. & M.A. Falahi & M. Ashena (2010), "Economic Growth, CO₂ Emissions, and Fossil Fuels Consumption in Iran", *Energy*, 35(12), 5115-5120.
- Narayan, P.K. & S. Narayan (2010), "Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence from Developing Countries", *Energy Policy*, 38(1), 661-666.
- Odhiambo, N.M. (2017), "CO₂ Emissions and Economic Growth in Sub-Saharan African Countries: A Panel Data Analysis", *International Area Studies Review*, 20(3), 264-272.
- Pata, U.K. & H. Terzi (2016), "The Relationship between Aggregated-Disaggregated Energy Consumption and Economic Growth in Turkey", *Business and Economics Research Journal*, 7(4), 1-15.

- Pesaran, M.H. (2004), *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels*, University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge WP.
- Saatçi, M. & Y. Dumrul (2011), "Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi'nin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.
- Stern, D.I. (2004), "The Rise and Fall of The Environmental Kuznets Curve", *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Swamy, P.A. (1970), "Efficient Inference in A Random Coefficient Regression Model", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 38(2), 311-323.
- Tatoğlu, F.Y. (2013), *Panel Veri Ekonometrisi*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Tatoğlu, F.Y. (2017), *Panel Zaman Serileri Analizi*, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Tunay, K.B. (2017), "Yükselen Ekonomilerde Makro Ekonomik Dengesizliklerin Etkileşimi: Türk Cumhuriyetleri Örneği", *Bilgi*, 83, 171-199.
- Vidyarthi, H. (2013), "Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in India", *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 10(4), 278-287.
- Wang, S.S. & D.Q. Zhou & P. Zhou & Q.W. Wang (2011), "CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis", *Energy Policy*, 39(9), 4870-4875.
- Zakir Saadullah Khan, M. (2013), "Causality between Economic Growth, Energy Consumption and Green House Gas Emissions in Bangladesh: A Toda-Yamamoto Approach", *Journal of Academic Research in Economics*, 5(2), 245-257.