

Hava Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Zamanla Değişen Panel Nedensellik Analizi

Prof.Dr. Ekrem GÜL¹

Arş.Gör. Veysel İNAL²

Özet

Bu çalışmada, insan ihtiyaçlarına paralel olarak artan üretim ve tüketim faaliyetlerinin çevre kirliliği ile olan ilişkisi incelenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 22 OECD ülkesinde 1990-2011 dönemi için ekonomik büyüme ile hava kirliliği arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Analiz tekniği olarak Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilmiş olan panel nedensellik analizi temelli zamanla değişen nedensellik analizi kullanılmıştır. Analiz öncesi yapılan yatay kesit bağımlılığı testlerinde seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu belirlenmiş ve bu durumu dikkate alan birim kök testleri kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda hava kirliliğinden (CO₂) ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğe ulaşılamazken, ekonomik büyümeden hava kirliliğine (CO₂) 1995-2009 dönemleri arasında bir nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CO₂, ekonomik büyüme, zamanla değişen panel nedensellik

Abstract

Air Pollution and Economic Growth Relation: Time-Varying Panel Causality Analysis

In this study, the relationship between environmental pollution and production and consumption activities, which are increasing parallel to human needs, has been tried to be examined. To this end, the relationship between economic growth and air pollution in the OECD countries for the period 1990 to 2011 has been analyzed. A time-varying causality analysis based on the panel causality analysis developed by Dumitrescu and Hurlin (2012) was used as the analysis technique. In the horizontal section dependency tests carried out before the analysis, horizontal section dependency was determined among the series and unit root tests taking this situation into account were used. According to results of analyze has been determined that economic growth has caused air pollution (CO₂) between 1995 and 2009, when the result of the analysis is that there is no causality towards economic growth from air pollution (CO₂).

Key Words: CO₂, economic growth, time-varying panel causality

¹ Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü egul@sakarya.edu.tr

² Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü veyselinal@sakarya.edu.tr

1.Giriş

Hava kirliliği-karbondioksit salınımı ve ekonomik büyüme ilişkisini konu edinen çalışmaların temelinde, ekonomik büyüme ve buna ilişkin politikalar vardır. Özellikle sanayi devrimini takip eden yıllarda makinelerin gelişimi ve üretimde etkin bir şekilde kullanılmaya başlanması ülke ekonomilerinin hızlı büyümesine vesile olmuştur. Ekonomik büyüme beraberinde enerji talebinin de artmasına neden olmuştur. Artan enerji talebinin karşılanması sırasında karbondioksit salınımının da bir hayli fazlalaştığı görülmektedir.

Çalışmalarda çevre kirliliği ekonomik büyüme ilişkisine dair çizilen genel çerçeve gelir seviyesi arttıkça kirliliğinde artacağı daha yüksek gelir seviyelerinde ise kirliliğin azalacağı yönündedir (Dinda, 2004:432). Dolayısıyla temiz bir çevrenin ön koşulu ekonomik büyüme olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı 22 OECD ülkesinde 1990-2011 dönemi için ekonomik büyüme ile hava kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Bu amaçla güncel tekniklerden olan zamanla değişen panel nedensellik testi kullanılmıştır. Bu test Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilmiş olan panel nedensellik analizine dayanmaktadır.

Bu amaçla konuya ilişkin literatür taraması yapılmış ve çalışmalar özetlenerek ortaya konulmuştur, sonraki aşamada 1990-2011 dönemine ilişkin 22 OECD ülkesi için hava kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Analize geçmeden önce değişkenlerin yatay kesit bağımlılığına sahip olup olmadıkları Breusch-Pagan LM (1980) testi ile araştırılmış, değişkenlerin birim kök sınamaları yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Smith vd.(2004) tarafından geliştirilen Bootsrap Panel Birim Kök Testi ile yapılmıştır. Panel nedensellik analizi katsayıların homojen ve heterojen olması koşuluna göre değişiklik gösterdiği için çalışmada Peseran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen homojenliği sıyanan $\tilde{\Delta}$ ve $\widetilde{\Delta}_{adj}$ istatistikleri kullanılmıştır. Son aşamada ise zamanla değişen panel nedensellik analizi gerçekleştirilmiş ve nedenselliğin olduğu dönemler belirtilmiştir.

2. Hava Kirliliği Ekonomik Büyüme İlişkisine Ait Uygulamalı Çalışmalar

Konuya ilişkin literatür de ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisi hem tek ülke için zaman serisi çalışmaları ile hem de birden fazla ülke grubu için panel çalışmalar olarak ele alınmıştır. Çalışmalarda yapılan analizler sonucunda karşılıklı ilişki sonucuna ulaşanlar olduğu gibi tek yönlü ilişki ve ilişki olmayan sonuçlara da ulaşılmıştır. Çalışmaların örneklem grubu, araştırılan dönem ve kullanılan analiz tekniği farklılık gösterdiğinden sonuçlarda farklılaşmaktadır. Çalışmanın bu kısmında literatürdeki çalışmaların sonuçları özetlenmiştir.

2.1 Panel Çalışmalar

Coondoo ve Dinda (2002) çalışmalarında farklı ülke gruplarını ele alarak geniş bir örneklem grubu için panel veri analizlerini kullanarak kişi başına düşen gelir ve buna karşılık gelen kişi başına CO₂ emisyon verileri arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda farklı ülke grupları arasında üç farklı nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır. Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'nın (ve aynı zamanda Doğu Avrupa için) gelişmiş ülke grupları için nedenselliğin CO₂ emisyonla gelir arasında olduğunu belirlemişlerdir. Orta ve güney Amerike, Okyanusya ve Japonya ülke grupları için nedenselliğin yönü kişi başına düşen gelirden emisyonla doğru olduğunu belirlemişlerdir. Asya ve Afrika ülke grupları için ise nedenselliğin yönünün çift yönlü olduğu belirlenmiştir. Yani hem karbondioksitten kişi başına gelire hem de kişi başına gelirden karbondioksit doğru nedensellik bulunmuştur.

Dinda ve Coondoo (2006) çalışmalarında 1960-1990 dönemi için 88 ülke üzerinde karbondioksit salınımı ve kişi başına gelir arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda karbon emisyonu ile kişi başına gelir arasında Afrika, Amerika, batı ve doğu Avrupa ve tüm dünya için az veya çok iki taraflı nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Arı ve Zeren (2011) çalışmalarında CO₂ ile kişi başı gelir arasındaki ilişkiyi sorgulayarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini test etmişlerdir. Örneklem grubu olarak Akdeniz ülkeleri seçilmiş ve dönem olarak 2000–2005 dönemi, panel veri yöntemleri ile analiz edilmiştir. Ampirik bulgular, CO₂ emisyonu ile kişi başı gelir arasındaki ilişkinin N şeklinde olduğunu ortaya koymuştur. Böylece CO₂ emisyonunun, yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde de artabileceği görülmüştür.

Gülmez (2015) 24 OECD ülkesini içeren panel örneklem için 2000- 2012 dönemini analiz etmiştir. Bu amaçla Pedroni eşbütünleşme, Pedroni FMOLS, Pedroni DOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Granger Nedensellik yöntemlerini kullanmıştır. Eşbütünleşme testleri sonucunda ekonomik büyüme ve hava kirliliği değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşik olduğunu belirlemiştir. Panel FMOLS test sonucuna göre ise Panel genelinde hava kirliliğinin katsayısını 2.9 olarak hesaplamıştır. Yani 24 OECD ülkesi genelinde ekonomik büyümedeki %1'lik artış, hava kirliliğinde uzun dönemde %2,9'luk bir artış meydana getirmektedir. Panel DOLS test sonucuna göre panel genelinde hava kirliliği katsayısı 3,91 olarak hesaplamıştır. Yani 24 OECD ülkesi genelinde ekonomik büyümedeki %1'lik artış hava kirliliği üzerinde uzun dönemde yaklaşık %3,91'lik bir artış meydana getirmektedir. Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger nedensellik analizinde panel seti için ekonomik büyümeden, hava kirliliğine doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu fakat hava kirliliğinden ekonomik büyümeye doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığını tespit etmiştir.

2.2 Zaman Serisi Çalışmaları

Ang (2007) çalışmasında Fransa'da 1960-2000 yıllarını kapsayan dönemde karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve toplam çıktı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Analizlerinde dinamik nedensellik, eşbütünleşme ve hata düzeltme modeli tekniklerini kullanmıştır. Analiz sonuçlarında değişkenler arasında oldukça sağlam ve uzun vadeli bir ilişki olduğunu belirlemiştir. Nedensellik testi sonucunda uzun dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimi artışı ve kirlilik artışına doğru pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Halıcıoğlu (2009) çalışmasında 1960-2005 dönemi için Türkiye'de karbon emisyonları, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi incelemiştir. ARDL Sınır testi ve Granger nedensellik analizlerini kullanmıştır. Analiz sonuçlarında değişkenler arasında uzun vadeli ilişki olduğunu tespit etmiştir. Buna göre karbon emisyonunun bağımlı değişken olduğu modelde uzun dönemde enerji tüketimine göre esnekliği 0,78 olmuştur. Benzer biçimde karbon emisyonunun esnekliği gelir açısından da pozitif bulunmuştur. Granger nedensellik testi sonucuna göre hem kısa dönemde hem de uzun dönemde karbon salınımı ve gelir arasında iki yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Zhang ve Cheng (2009) çalışmalarında Çin'de 1960-2007 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Granger nedensellik testini kullanarak ilişkinin yönünü belirlemeye çalışmışlardır. Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre GSYH'dan enerji tüketimine ve enerji tüketiminden karbon emisyonuna tek yönlü bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Ulaşılan diğer bir sonuç ise enerji tüketiminden ve karbon emisyonundan ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğin olmadığıdır.

Saatçi ve Dumrul (2011) çalışmalarında 1950-2007 dönemini ele almışlardır. Yaptıkları eşbütünleşme analizi sonucunda Türkiye'de çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir koentegrasyon ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bayramoğlu ve Yurtkur (2016) çalışmalarında Türkiye için 1960-2010 dönemini Engle-Granger eşbütünleşme ve Kapetanios, Shin ve Shell (KSS 2006) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan eşbütünleşme yöntemleri ile incelemişlerdir. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre Türkiye'de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişki bulunamazken doğrusal olmayan bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Buna göre Türkiye'de ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında doğrusal olmayan anlamlı uzun dönemli pozitif bir ilişki vardır.

3. Ampirik Uygulama

3.1. Veri Seti

Çalışmada 22 OECD ülkesine ait 1990-2011 dönemine ait hava kirliliği-karbondioksit salınımı (LCO_2) ve ekonomik büyüme (LGDP) değişkenleri ile analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın dönem aralığının 1990-2011 ile sınırlı tutulmasının nedeni tüm ülkelerin güncel verilerine ulaşılma güçlüğüdür. Değişkenlerin logaritmik formları kullanılarak analizler yapılmıştır. Oluşturulan ampirik modeller aşağıdaki gibidir;

$$LGDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 CO_{2it} + u_{it} \quad (1)$$

(1) nolu denklem hava kirliliğinin, ekonomik büyümeye olan etkisini göstermektedir. Modelde yer alan β_0 sabit terimi ifade ederken, β_1 ise LCO_2 'ye ait eğim katsayısını ifade etmektedir. u ise (1) nolu modele ait hata terimidir. Aynı şekilde ekonomik büyümenin, hava kirliliği üzerindeki etkisi şu şekilde modellenebilir;

$$LCO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 LGDP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

(2) Modelde yer alan α_0 sabit terimi ifade ederken, α_1 ise LGDP'ye ait eğim katsayısını ifade etmektedir. ε ise (2) nolu modele ait hata terimidir. Her iki modelde de yer alan i ($i=1,2,\dots,N$) değişkenlere ait kesit veri boyutunu, t ($t=1,2,\dots,T$) ise zaman serisi boyutunu ifade etmektedir. Bu çalışmada $i=1,2,\dots,22$ ve $t=1990,1991,\dots,2011$ şeklindedir.

3.2. Yöntem

OECD ülkeleri için hava kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Zamanla Değişen Panel nedensellik analizi yardımıyla incelenmiştir. Birinci aşamada değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı Breusch-Pagan LM, Pesaran-scaled LM, Bias-corrected LM ve Pesaran CD testleri yardımıyla tespit edilmiştir. İkinci aşamada Smith, Leybourne, Kim ve Newbold (2004) tarafından geliştirilen birim kök testi yardımıyla değişkenlerin durağanlık seviyeleri belirlenmiştir. Üçüncü aşamada ise Zamanla Değişen Panel nedensellik ile değişkenler arasındaki nedensellik dönemleri tespit edilmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde Gauss 10.0 ve Eviews 9.0 programları kullanılmıştır.

3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığının olup olmaması analizlerde kullanılacak tekniklerin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Son dönemlerde güncel olarak ifade edebileceğimiz birçok analiz, yatay kesit bağımlılığının durumunu dikkate almaktadır. Yatay kesit bağımlılığının dikkate alındığı analizler II.nesil analizler olarak ifade edilmektedir.

Yatay kesit bağımlılığı, her bir kesit için hesaplanan hata terimleri arasında korelasyonun varlığını ifade etmektedir (Tatoğlu, 2013: 9). Kesit birimlerden birine gelen bir şokun, diğer kesit birimlerini etkilemesi şeklinde de ifade edilebilir.

Yatay kesit bağımlılığının olup olmadığını; Breusch ve Pagan (1980) LM, Pesaran (2004) LM ve CD ve Baltagi, Feng ve Kao (2012) LM testleri ile belirleyebilmekteyiz. Bu çalışmada dört test yardımıyla yatay kesit bağımlılığının varlığı araştırılmıştır.

3.2.2. Bootstrap Panel Birim Kök Testi

Çalışmada serilerde yatay kesit bağımlılığının (Tablo 1) varlığı II. nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekliliğini doğurmuştur. Bu nedenle serilere ait birim kök sınaması II.nesil birim kök testlerinden olan Smith vd. (2004) tarafından geliştirilen Bootstrap Panel Birim Kök testi ile yapılmıştır.

Smith vd. (2004), bootstrap yöntemi kullanarak IPS (t) , Max, LM, Min. LM ve WS istatistiklerini geliştirmişlerdir. Bootstrap yönteminin üstünlüğü değişen varyans, otokorelasyon gibi karşılaşılan sorunları göz önüne alarak hesaplamalar yapması ve bu sorunları ortadan kaldırmasıdır.

3.2.3. Homojenlik Testi

Panel veri çalışmalarında katsayıların homojenliği yada heterojenliği, yapılacak eşbütünleşme ve nedensellik analizlerinin belirlenmesinde önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Homojenlik bütün ülkeler/bölgeler vb. gibi birimler için hesaplanan eğim katsayılarının yani β_i 'lerin tek bir eğim katsayısı olan β 'ya eşit olması durumunu ifade ederken, heterojenlikte ise birimlere ait β_i 'lerin en az bir tanesinin farklı olması durumunu ifade etmektedir. Pesaran ve Yamagata (2008) homojenliği test etmek için iki tane istatistik geliştirmişlerdir. Bunlar $\tilde{\Delta}$ ve $\widetilde{\Delta}_{adj}$ istatistikleridir. Çalışmada da bu test istatistikleri yardımıyla testler yapılmış ve sonuçlar tablo 3'te gösterilmiştir.

3.2.3. Zamanla Değişen Panel Nedensellik Analizi

Zamanla değişen panel nedensellik analizi Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilmiş olan panel nedensellik analizine dayanmaktadır. Test yatay kesit bağımlılığına karşı güçlü ve her bir ülke için β_i 'lerin farklı olması yani katsayıların

heterojen olması gerekmektedir. Bunun için kurulacak modellere ait homojenlik testleri yapılmalıdır. Dumitrescu ve Hurlin (2012) geliştirdikleri bu testin temelini Granger (1969) tarafından geliştirilen nedensellik testine dayandığını ve panel verisi için dönüştürüldüğünü ifade etmektedirler.

Nedensellik analizi yapılan model şu şekilde gösterilmektedir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1451);

$$y_{i,t} = \alpha_{i,t} + \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

(3) nolu denklemde yer alan y model (1) için LGDP'yi model (2) için LCO₂'yi ifade ederken, x ise model (1) için LCO₂'yi model (2) için LGDP'yi ifade etmektedir. k ise gecikme sayısını ifade etmektedir. γ bağımlı değişkenin gecikmelerine ait katsayıları, β ise bağımsız değişkenin gecikmelerine ait katsayıları göstermektedir. Ayrıca analize dahil edilen bu değişkenlerin durağan olması gerekmektedir. Bu sebepten dolayı I(1) derecesinde durağan olan değişkenlerin farkları alınarak analize dahil edilmelidir. Teste ait hipotezler ise şu şekildedir;

H₀: $\beta_i=0, \forall i=1, \dots, N$ (Bütün birimler için nedensellik yoktur)

H₁: $\beta_i=0, \forall i=1, \dots, N_1$ (Bazı birimler için nedensellik vardır)

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

Dumitrescu ve Hurlin (2012) bu hipotezleri test edebilmek için Wald ($W_{N,T}^{Hnc}$) ve $Z_{N,T}^{Hnc}$ istatistiklerini geliştirmişlerdir. İstatistikler şu şekilde hesaplanmaktadır (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1453-1454);

$$W_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T},$$
$$Z_N^{Hnc} = \frac{\sqrt{N}[W_{N,T}^{Hnc} - N^{-1} \sum_{i=1}^N E(W_{i,T})]}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^N Var(W_{i,T})}} \xrightarrow{N, T \rightarrow \infty} N(0,1).$$

D-H testinde hesaplanan istatistikler kritik değerlerden büyük veya test istatistiklerine ait olasılık değerleri %10, %5 gibi anlamlılık düzeylerinin altında ise sıfır hipotezi reddedilir, yani “bazı birimler için nedensellik vardır” sonucuna ulaşılır. Ancak, Arslantürk vd. (2011)’in ifadesinde incelenen dönemde iki değişken arasındaki

nedensellik ilişkisi istikrarlı olmayabilir. Başka bir ifade ile incelenen dönem aralığının bir kısmında nedensellik söz konusu iken bir kısmında nedensellik söz konusu olmayabilir. Bu sebeple Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik analizini tüm dönem aralığına yapmaktansa alt dönemlere ayırıp nedensellik analizinin yapılmasının daha uygun olabileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada pencere sayısı 15 olarak belirlenmiş ve “yuvarlanan pencere” yöntemiyle alt dönemlere ait Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen nedensellik analizleri sırasıyla yapılmıştır. Alt dönem aralığının (pencerenin) 15 olarak belirlenmesinde testin uzun T değerlerinde etkin olmasıdır. Daha sonra her bir alt dönem için hesaplanan Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi istatistik değerlerinin olasılık değerleri alınarak %10 anlamlılık düzeyiyle birlikte grafikleri çizilmiştir. %10 anlamlılık düzeyinin altındaki dönemler, o dönem ve o dönemden önceki 14 yıl için değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu çalışma için analize ait alt dönemler sırasıyla; 1990-2004, 1991-2005, 1992-2006, 1993-2007, 1994-2008, 1995-2009, 1996-2010, 1997-2011 şeklindedir. Görüldüğü üzere analiz edilen dönemler sırasıyla yuvarlanarak gitmekte her bir dönem bir önceki döneme göre bir yıl kaymaktadır. Uygulanan yöntemden dolayı bu analize zamanla değişen panel nedensellik adı verilmektedir.

3.3. Bulgular

Çalışmada kullanılan testlere ait sonuçlar bu kısımda tablolar halinde gösterilmiştir. Öncelikle Tablo 1’de LCO₂ ve LGDP değişkenlerine ait yatay kesit bağımlılığı test sonuçları görülmektedir. Tüm yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarına göre hesaplanan test istatistiklerinin istatistiki olarak anlamlı olmasından dolayı yatay kesit bağımlılığı olduğu görülmektedir. Bu durumda yapılacak olan analizlerde yatay kesit bağımlılığının dikkate alınması gerekir.

Değişkenler:	LGDP		LCO ₂	
	Test İstatistiği	Olasılık	Test İstatistiği	Olasılık
Breusch-Pagan LM	2864.698*	0.000	945.9289 *	0.000
Pesaran scaled LM	121.507*	0.000	32.23797 *	0.000
Bias-corrected scaled LM	120.721*	0.000	31.45226 *	0.000
Pesaran CD	48.962*	0.000	10.28832 *	0.000
*%5 anlamlılıkta yatay kesit bağımlılığını gösterir.				

Değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı olmasından dolayı ikinci nesil birim kök testlerinden olan Smith vd. (2004) tarafından geliştirilen Bootsrap Panel Birim Kök Testi kullanılmıştır. Tablo 2’de değişkenlere ait birim kök test sonuçları görülmektedir. Değişkenler hem sabitli hem de sabitli-trendli modellerin her ikisinde de tüm istatistik sonuçlarına göre I(1) derecesinde durağandır.

Tablo 2: Değişkenlere ait Bootsrap Panel Birim Kök Testi				
LGDP				
	Sabitli Model		Sabitli-Trendli Model	
Test Adı	Seviye	Birinci Farkı	Seviye	Birinci Farkı
IPS İstatistiği(Olasılık)	-1.450(0.541)	-2.250(0.003)*	-1.583(0.642)	-4.257(0.002)*
Max İstatistiği (Olasılık)	-0.007(0.853)	-4.412(0.000)*	-1.842(0.717)	-2.343(0.000)*
LM İstatistiği(Olasılık)	3.527(0.248)	8.859(0.000)*	3.456(0.216)	9.084(0.000)*
Min. LM istatistiği(Olasılık)	1.524(0.418)	5.851(0.000)*	4.458(0.665)	7.055(0.004)*
WS istatistiği(Olasılık)	0.051(0.574)	-2.252(0.000)*	-1.084(0.862)	-2.858(0.000)*
	Sabitli Model		Sabitli-Trendli Model	
Test Adı	Seviye	Birinci Farkı	Seviye	Birinci Farkı
IPS İstatistiği(Olasılık)	-3.006(0.440)	-5.805(0.000)*	-1.350(0.980)	-4.375(0.002)*
Max İstatistiği (Olasılık)	0.308(0.988)	-5.688(0.000)*	-1.521(0.950)	-6.251(0.000)*
LM İstatistiği(Olasılık)	4.241(0.848)	10.309(0.000)*	2.478(0.980)	10.633(0.000)*
Min. LM istatistiği(Olasılık)	2.598(0.145)	12.026(0.000)*	2.095(0.950)	12.328(0.000)*
WS istatistiği(Olasılık)	-0.012(0.547)	-4.458(0.000)*	-1.471(0.978)	-4.548(0.000)*
*%5 anlamlılığa göre durağanlığı ifade etmektedir. Bootsrap döngü sayısı 5000 olarak alınmıştır.				

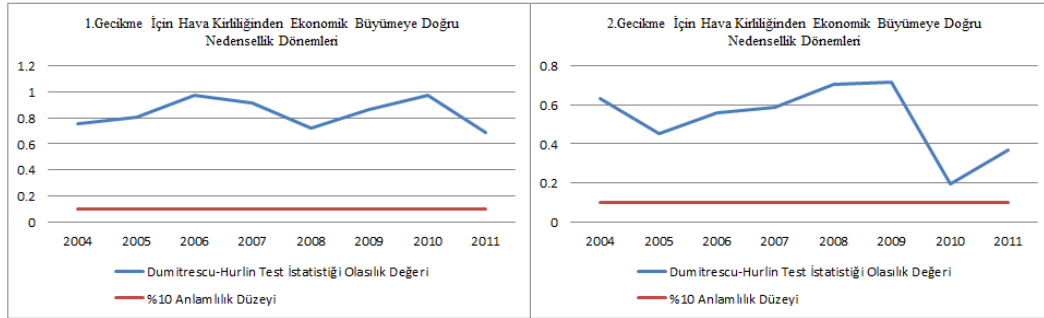
Değişkenler düzey değerlerinde birim köklü iken 1.farkları alındığında seriler durağan hale gelmiştir. Bu nedenle zamanla değişen panel nedensellik analizi yapılırken değişkenlerin birinci farkları analize dahil edilmiştir. Ayrıca pencere sayısı 15 olarak belirlenerek, toplam 8 dönem ve dönemlere 1 ve 2 gecikme uygulanarak Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizleri yapılmıştır. Ancak bu analizin yapılabilmesi için modellere ait parametre katsayılarının her bir ülke için farklı olması gerekmektedir. Bunu test etmek amacıyla yapılan homojenlik test sonuçları Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3: Modellere ait Homojenlik Test Sonuçları				
	(1) Nolu Model Sonuçları		(2) Nolu Model Sonuçları	
Test	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
$\tilde{\Delta}$	22.461*	0.000	18.897 *	0.000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	34.883*	0.000	20.265 *	0.000
*%5 anlamlılığa göre heterojenliği ifade etmektedir.				

Homojenlik test sonuçlarına göre her bir ülkeye ait β_i 'ler homojen değildir. Bunun tespitinden sonra belirlenen her bir dönem için Dumitrescu-Hurlin nedensellik analizi yapılmış ve dönemlere ait grafikler çizilmiştir. %10 anlamlılık düzeyi altında olan olasılık değerler için değişkenler arasında o dönem ve ondan önceki 14 yıl için nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

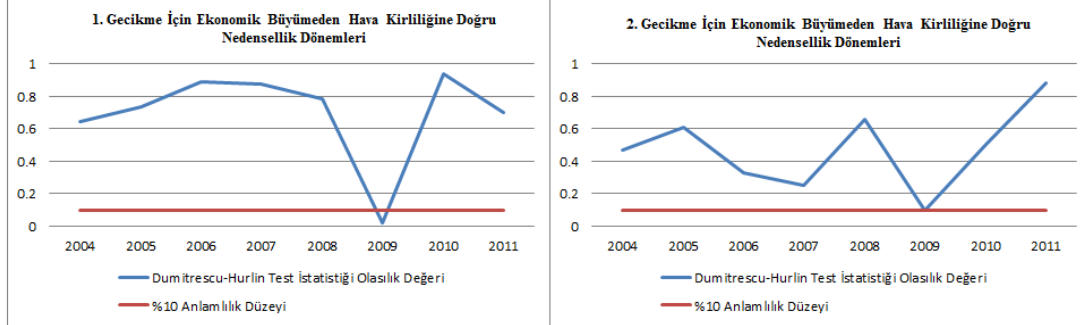
Şekil 1'de OECD ülkeleri için LCO₂'den LGDP'ye doğru olan zamanla değişen nedensellik sonuçları verilmiştir. Buna göre, 1 gecikme ve 2 gecikme için yapılan analizde %10 istatistiki anlamlılıkta değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmadığı görülmektedir.

Şekil 1:Hava Kirliliğinden (Karbondiyoksit Salınımı) Ekonomik Büyümeye Doğru Zamanla Değişen Nedensellik Analizi Sonuçları



Şekil 2'de de yine OECD ülkeleri için LGDP'den LCO₂'ye doğru olan zamanla değişen nedensellik dönemleri verilmiştir. Buna göre, hem 1 gecikme hem de 2 gecikme için gerçekleştirilen analizlerde %10 istatistiki anlamlılıkta 1995-2009 dönemleri arasında LGDP'den LCO₂'ye doğru nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

Şekil 2:Ekonomik Büyümeden Hava Kirliliğine (Karbondioksit Salınımı) Doğru Zamanla Değişen Nedensellik Analizi Sonuçları



4.Sonuç

Bu çalışmada 22 OECD ülkesinde 1990-2011 dönemi için ekonomik büyüme ve hava kirliliği arasındaki nedensellik ilişkisi zamanla değişen panel nedensellik tekniği ile araştırılmıştır. Çalışmada Smith vd. (2004) tarafından geliştirilen bootstrap panel birim kök testi kullanılmış ve değişkenlerin durağanlık dereceleri I(1) olarak belirlenmiştir. Seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığı araştırılmış ve homojenlik testi ile katsayıların homojen mi heterojen mi olduğu belirlenerek bunu dikkate alan Dumitrescu -Hurlin (2012) temelli zamanla değişen panel nedensellik testi kullanılmıştır.

Test sonuçlarında hava kirliliğinden ekonomik büyüme doğru bir nedensellik tespit edilemezken, ekonomik büyümeden hava kirliliğine doğru 1995 – 2009 dönemi için nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Ülkeler, sürdürülebilir kalkınmanın gereği olan ekonomik büyümelerini gerçekleştirirken diğer yandan da hava kirliliğine de neden olmaktadır. Konuya ilişkin literatürdeki çalışmalarda da ekonomik büyüme ile hava kirliliği arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşan pek çok çalışma mevcuttur. Bu noktada sonuç olarak ifade edilmesi gereken, ekonominin istikrarlı bir büyüme trendi yakalaması için tüm imkanlarla yapılan üretim faaliyetlerinin çevresel tahribata neden olduğu unutulmamalıdır. Bu konuda yapılması gereken çevreyi korumaya yönelik önlemlerin gerek firmalar bazında gerekse de politika anlamında alınması ve üretim faktörlerinin büyük çoğunluğunun doğadan elde edildiği bilinciyle üretim faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir.

Kaynakça

ANG, James B. (2007), “**CO2 emissions, energy consumption, and output in France**”, *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.

ARI, Ayşe, ve Zeren, F. (2011), “**CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi**”, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 37-47.

BALTAGI, B., Feng, Q. and C. Kao (2012), “**A Lagrange Multiplier Test for Cross-Sectional Dependence in a Fixed Effects Panel Data Model**”, *Syracuse University, Center for Policy Research*.

BAYRAMOĞLU, A. T., ve Yurtkur, A. K. (2016), “**Türkiye’de Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi**”, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.

BREUSCH, T.S and A.R. Pagan(1980), “**The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification Tests in Econometrics**”, *Review of Economic Studies*, 47, 239-53.

COONDOO, D. and S. Dinda. (2002), “**Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis**”, *Ecological Economics*, 40, 351–367

DINDA, S. (2004), “**Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey**”, *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.

DINDA, S. and Dipankor C. (2006), “**Income and emission: A panel databased cointegration analysis**”, *Ecological Economics*, 57, 167– 181

DUMITRESCU, E.I., and Hurlin, C. (2012), “**Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels**”, *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.

GÜLMEZ, A. (2015), “**OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme ve Hava Kirliliği İlişkisi: Panel Veri Analizi**”, *Kastamonu Üniversitesi İİBF Dergisi*, 9, 18-30.

HALİCİOĞLU, F. (2009), “**An econometric study of CO 2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey**”, *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.

PESARAN, M. H. (2004), “**General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels**”, *Cambridge Working Papers in Economics*, doi:<https://doi.org/10.17863/CAM.5113>

PESARAN, M. H. ve Yamagata, T. (2008), “**Testing Slope Homogeneity in Large Panels**”, *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.

PESARAN, M. H. , A. Ullah and T. Yamagata, (2008), “**A bias-adjusted LM test of error cross-section independence**”, *The Econometrics Journal*, 11.1: 105-127.

SMITH, L. V., Leybourne, S., Kim, T. H. and P. Newbold (2004), “**More Powerful Panel Data Unit Root Tests with An Application To Mean Reversion in Real Exchange Rates**”, *Journal of Applied Econometrics*, Sayı: 19, 147-170.

SAATÇI, M., ve Dumrul, Y. (2011), “**Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi İçin Yapısal Kırılmalı Eş-Bütünleşme Yöntemiyle Tahmini**”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.

YERDELEN Tatoğlu, F. (2013), *Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı*, İstanbul: Beta.

ZHANG, Xing-Ping and Xiao-Mei Cheng (2009), “**Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China**”, *Ecological Economics*, 68, 2706–2712