

OECD ÜLKELERİNDE EKONOMİK BÜYÜME VE HAVA KİRLİLİĞİ İLİŞKİSİ: PANEL VERİ ANALİZİ

Ahmet GÜLMEZ¹

Özet

Bu çalışmanın amacı 24 OECD ülkesinde 2000-2012 dönemi için ekonomik büyüme ile hava kirliliği arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmaktır. Bu amaçla Pedroni eşbütünleşme, Pedroni FMOLS, Pedroni DOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Granger Nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme testleri ekonomik büyüme ve hava kirliliği değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğunu göstermektedir. Panel FMOLS test sonucuna göre ise Panel genelinde hava kirliliğinin katsayısı 2.9 olarak hesaplanmıştır. 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 hesaplanmıştır. 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 olmadığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava Kirliliği, Ekonomik Büyüme, Panel Veri Analizi, OECD

The Relationship between Economic Growth and Air Pollution in OECD Countries: A Panel Data Analysis

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the long-run relationship between economic growth and air pollution in the 24 OECD countries over the period from 2000-2011 by utilizing the Pedroni panel cointegration, Pedroni FMOLS; Pedroni DOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger causality methods. Cointegration test results show that there is a cointegration relationship between economic growth and air pollution in the long run. According to FMOLS results the coefficients of air pollution is 2.9, implying that a one percent increase in economic growth will bring about 2.9 percent increase in air pollution. According to DOLS results the coefficients of air pollution is 3.91, implying that a one percent increase in economic growth will bring about a 3.91 percent increase in air pollution. Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger causality methods indicate uni-directional causality from economic growth to air pollution.

Key Words: Air Pollution, Economic Growth, Panel Data Analyses, OECD

Giriş

Sanayi devrimi sonrası makinanın üretimde kullanılmaya başlanması ile birlikte birçok ülkede üretim hızla artmış, sanayi sektörlerinin gelişmesi ile ülkelerde hızlı ekonomik büyümeler yaşanmıştır. Büyüme sürecinde artan enerji talebi büyük oranda fosil yakıtlardan (kömür, petrol ve doğal gaz) sağlanmaktadır. Özellikle sanayi sektörleri büyük olan gelişmiş ülkelerin yoğun fosil yakıt kullanmaları diğer zararlı gazlarla birlikte karbon emisyonunun artmasına ve atmosfere zarar vermesine sebep olmaktadır. Küresel anlamda çevre kirliliğinin ve zararlı gaz emisyonlarının azaltılması ile ilgili bir dizi protokoller imzalsansa da üretim ve tüketim yarışında olan ülkelerin giderek çevreye daha fazla zarar verdikleri görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı 24 OECD ülkesinde 2000-2012 dönemi için ekonomik büyüme ile hava kirliliği arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmaktır. Bu amaçla Pedroni eşbütünleşme, Pedroni FMOLS, Pedroni DOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme testleri hava kirliliği ve ekonomik büyüme değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğu araştırmaktır.

¹ Yrd. Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İktisat Bölümü, agulmez@sakarya.edu.tr

Bu amaçla öncelikle ekonomik büyüme ve hava kirliliği arasındaki ilişki, yapılmış olan çalışmalarda özetlenerek teorik olarak ortaya konulmuş, daha sonra 2000-2012 dönemine ilişkin 24 OECD ülkesi için hava kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni Eşbütünleşme testi ile araştırılmış ve bu ilişkinin katsayıları ise Pedroni (2000, 2001) tarafından geliştirilen Panel DOLS, FMOLS yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Daha sonra Dumitrescu ve Hurlin (2012) Granger nedensellik analizi uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntemlerden Pedroni DOLS, FMOLS ve Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik analizinin literatürde bu alanla ilgili yapılmış çalışmalarda daha önce kullanılmadığı görülmüştür. Bu açıdan çalışma özellikle kullanılan bu yöntemler bakımından daha önce yapılmış olan çalışmalardan farklılık arz etmektedir. Ayrıca incelenen dönemin genişliği ve incelenen ülke grubu bakımından da literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. Ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisi ile ilgili Ampirik Literatür

Ampirik literatürde ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisini araştırmaya yönelik hem tek ülke üzerine hem ülkeler üzerine hem de ülke grupları üzerine yapılmış birçok akademik çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların bir kısmı ekonomik büyüme ile hava kirliliği arasında karşılıklı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşırken bir kısmı da ekonomik büyümeden hava kirliliğine doğru tek yönlü bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanında literatürde çok az da olsa hava kirliliğinden ekonomik büyümeye doğru negatif yönlü bir ilişki olduğu veya iki değişken arasında ilişki olmadığı sonucuna ulaşan bilimsel çalışmalar da mevcuttur. Bu kısımda ekonomik büyüme ve hava kirliliği üzerine yapılmış ampirik literatürün özeti verilmektedir.

Coondoo ve Dinda (2002) çeşitli ülke grupları arasında cross-country Granger panel nedensellik analizi yapılmıştır. Gelir verisi olarak satınalma gücü paritesi ile kişi başına düşen reel GSYH, emisyon verisi olarak kişi başına düşen karbondioksit emisyonu alınmıştır. Çalışmanın sonucunda farklı ülke grupları arasında üç farklı nedensellik ilişkisi ortaya çıkmıştır. Kuzey Amerika, batı Avrupa ve doğu Avrupa gibi gelişmiş ülke gruplarında nedenselliğin yönü karbon emisyonundan gelire doğrudur. Orta ve güney Amerike, Okyanusya ve Japonya ülke grupları için nedensellik gelirden emisyona doğrudur. Asya ve Afrika ülke grupları için ise nedensellik iki taraflıdır. Yani hem karbondioksitten kişi başına gelire hem de kişi başına gelirden karbondioksite doğru nedensellik bulunmuştur.

Dinda ve Coondoo (2006) 1960-1990 yıllarını ve 88 ülkeyi kapsayan dönem için çeşitli ülke grupları ile ilgili karbondioksit ve kişi başına gelir arasında cross-country panel nedensellik analizi yapmışlardır. Tanımlanmış panel veri seti için sırasıyla birim kök testi, coentegrasyon testi ve hata düzelme testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak karbon emisyonu ile kişi başına gelir arasında Afrika, Amerika, batı ve doğu Avrupa ve tüm dünya için az veya çok iki taraflı nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır.

Ang (2007) Fransa'da 1960-2000 yıllarını kapsayan dönemde koentegrasyon ve hata düzeltme modeli kullanarak karbon dioksit emisyonu, enerji tüketimi ve toplam çıktı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Nedensellik testi sonucuna göre uzun dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimi artışı ve kirlilik artışına doğru pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Ang (2008) Malezya'da 1971-1999 yıllarını kapsayan dönemde ekonomik gelişim, çevre kirliliği ve enerji tüketimi arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. Sonuçlar uzun dönemde kirlilik ile enerji tüketiminin büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğu yönündedir. Aynı zamanda hem kısa hem uzun dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu ifade edilmiştir.

Managi ve Jena (2008) Hindistan ekonomisi için 1991-2003 yıllarını kapsayan dönemde çevresel verimlilik, çevre kirliliği ve Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) ile ilgili

yaptıkları çalışmada çevre verimliliğinin yüksek gelirli bölgelerde düşük gelirli bölgelere göre daha çok azaldığı sonuna ulaşmışlardır. Makalede gelir arttıkça negatif ölçek etkisinin pozitif teknoloji etkisinden baskın olduğundan dolayı çevresel verimliliğin azaldığı vurgulanmıştır.

Jalil ve Syed (2009) Çin ekonomisi için 1975-2005 yılları arasında zaman serileri kullanarak karbon emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını araştırmışlardır. Makalede özellikle karbon salınımı ile kişi başına gelir arasında ilişkiyi gösteren Çevresel Kuznets Eğrisinin (EKC) olup olmadığı araştırılmıştır. ARDL metodu kullanılarak yapılan analizde bazı dönemlerde gelir ile karbon emisyonu arasında EKC'yi destekler ilişki çıkmıştır. Granger nedensellik testine göre ise ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek taraflı ve pozitif bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ticaret ile karbon emisyonu arasında pozitif fakat istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki görülmektedir.

Halıcioğlu (2009) Türkiye'de 1960-2005 yıllarını kapsayan dönemde zaman serileri kullanarak karbon emisyonu, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasında ARDL ve Granger testi ile ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Test sonuçlarına 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) Çin'de 1960-2007 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki uzun dönemli Granger nedensellik ilişkisinin yönünü araştırmışlardır. Uzun dönemli ilişkiyi gösteren Granger nedensellik analizi sonuçlarına göre GSYH'dan enerji tüketimine ve enerji tüketiminden karbon emisyonuna tek yönlü bir ilişki söz konusudur. Çalışmada, enerji tüketiminden ve karbon emisyonundan ekonomik büyümeye doğru bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Alkhatlan ve Javid (2013) Suudi Arabistan'da 1980-2011 dönemi için enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini ARDL koentegrasyon testi ve Granger nedensellik testi kullanarak araştırmışlardır. Çalışmada uygulanan dört modelin üçünde karbon emisyonunun gelir esnekliği uzun dönemde kısa döneme göre yüksek çıkmıştır. Yani monotonik olarak karbon salınımı ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki vardır.

Khalid (2014) Moğolistan için 1980-2010 yıllarını kapsayan dönem için yaptığı çalışmada ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ticari açıklık ve karbon emisyonu arasında EKC hipotezine uygun bir ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Birim kök testi, Johansen koentegrasyon testinin uygulandığı zaman serilerinde şu sonuçlar ortaya çıkmıştır: Johansen koentegrasyon testi sonucuna göre hem kısa hem de uzun dönemde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon salınımı arasında EKC hipotezini teyit eden ilişki ortaya çıkmıştır. Ticari açıklık ise her iki dönemde de istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır.

Tai, Chao ve Hu (2015); hava kirliliği, sağlık ve ekonomik büyüme ilişkisini endojen büyüme modelinde incelemişlerdir. Makalede karbonmonoksit, nitrojen dioksit, ozon, sülfür dioksit gibi zararlı gazların insan sağlığını olumsuz etkilediği, insan vücudunda hastalık ve fiziksel değişikliklere yol açtığı vurgulanmıştır. Makalede, çevreyi kirleten zararlı gazların insan sağlığını olumsuz etkilemesi sonucu emek verimliliğinin ve beşeri sermaye stokunun azalacağı, bunun da ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiye yol açacağı vurgulanmıştır. Tayvan'da 2003 yılındaki SARS virüsünden dolayı GSYH'nın %0,25 azaldığı vurgulanmıştır. Makalenin sonucunda gelişmekte olan ülkelerde sağlıksız ve kötüye giden hava kirliliğinin ekonomik büyüme olumsuz etkilerinin endişe verici düzeyde olduğu ve gelişmekte olan ülkeler bu olumsuzlukları giderecek kaynağın yeterince olmadığı vurgulanmış; hava kirliliğini önlemede gelişmiş ülkelerin ve uluslar arası kuruluşların gelişmekte olan ülkelere fon sağlaması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Long, Naminse, Du ve Zhuang (2015), Çin’de 1952-2012 yılları arasında enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında ilişki incelenmiştir. Öncelikle birim kök ve koentegrasyon analizi yapılmıştır. Ayrıca değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi ölçmek için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Daha sonra karbon emisyonları ve ekonomik büyüme belirleyicileri üzerinde statik ve dinamik regresyon analizi yapılmıştır. Çalışmada kömür kullanımının ekonomik büyüme ve karbon emisyonu üzerinde baskın bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, Granger nedensellik testi sonucuna göre ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında çift yönlü ve pozitif bir ilişkinin olduğu vurgulanmıştır. Bundan dolayı Çin’in enerji tüketim yapısını değiştirmek zorunda olduğu; kömürün yerine hidro elektrik ve nükleer enerjinin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

2. Veri Seti, Ekonometrik Yöntem ve Bulguların Değerlendirilmesi

2.1. Veri Seti ve Ekonometrik Model

Yapılan panel veri analizi 24 OECD² üzerine yapılmıştır. Zaman periyodu seçiminde 2000-2012 zaman periyodu verilerine ulaşılabilen yıllar dikkate alınmış ve zaman periyodu 2000-2012 ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada ekonomik büyüme verisi olarak işçi başına düşen reel GSYH kullanılmıştır. Hava kirliliği verisi olarak işçi başına düşen hava kirliliği miktarı kullanılmıştır. Verilerin tamamı OECD İstatistik Sayfası OECD.StatExtracts veri tabanından elde edilerek işçi başına verilere çevrilmiştir. Tüm veriler ABD doları cinsindedir. Hava kirliliği (AP) ve Ekonomik büyüme (GDP) değişkenlerinin logaritmaları alınmış olup birim kök testi ve diğer testler değişkenlerin logaritmik değerleri kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmada tahmin edilen ekonometrik model (1) nolu eşitlikte gösterilmektedir;

$$\ln AP_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln GDP_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Tablo 1: Analizde Kullanılan Değişkenler ve Kaynakları

| Değişken | Tanımı | Gözlem Aralığı | Veri Kaynağı |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|--|
| Ekonomik Büyüme (GDP) | İşçi Başına Düşen Reel GSYH | 2000-2012 | OECD. StatExtracts http://stats.oecd.org |
| Hava Kirliliği (Air Pollution) | İşçi Başına Düşen Karbon Emisyonu | 2000-2012 | OECD.StatExtracts http://stats.oecd.org |

2.2. Ekonometrik Yöntem ve Bulguların Değerlendirilmesi

Öncelikle değişkenler arasında sağlıklı bir ilişkinin ortaya çıkarılması için modelde kullanılan serilerin birim kök testlerinin yapılması gerekmektedir. Panel veri analizinde birim kökün varlığını araştırmak için hem DF (Dickey–Fuller) hem de ADF (Augmented Dickey–Fuller) testleri panel veri analizi için genişletilmiştir ve panel veri analizinde birçok birim kök testi ADF testinin genişletilmesi temeline dayanmaktadır. Fakat panel veri analizinde söz konusu süreç zaman serisi analizindekinden daha karışıktır. Panel veri analizinde en önemli

² Panel veri analizi kapsamındaki OECD ülkeleri: Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovak Cumhuriyeti, İspanya, Türkiye, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri’dir.

faktör heterojenliktir. Özellikle paneldeki her bir birey aynı özelliklere sahip olmayabilir, yani hepsi durağan ya da durağan olmama (eşbütünleşik ya da eşbütünleşik olmama) bakımından farklıdırlar. Yani bazı paneller birim köke sahip bazıları değil iken birim kök testinin yapılması durumu karmaşıklaştıracaktır. (Asteriou ve Hall, 2007: 366). Panel veri modellerinde birim kök sınamasını öneren başlıca çalışmalar arasında Levin, Lin ve Chu (2002), Im, Pesaran ve Shin (2003), Maddala ve Wu (1999), Choi (2001) yer almaktadır. Çalışmamızda, söz konusu bu birim kök testleri uygulanmıştır. Hatalar arasındaki otokorelasyon sorununu ortadan kaldıran uygun gecikme uzunluğu ise Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

2.2.1. Panel Birim Kök Testi Bulguları ve Değerlendirilmesi³

Tablo 2: Birim Kök Testleri Sonuçları (Düzye ve 1. Farklarda)

| | Hava Kirliliği (lnAP) | | | |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|
| | Sabitli | | | |
| | <i>t istatistiği I(0)</i> | <i>Olasılık I(0)</i> | <i>t istatistiği I(1)</i> | <i>Olasılık I(1)</i> |
| Levin,Lin&Chu | -3.87863 | 0.0001 | -13.2553*** | 0.0000 |
| Im,Pesaran&Shin | 3.04258 | 0.9988 | -9.63206*** | 0.0000 |
| Maddala ve Wu | 31.6912 | 0.9665 | 171.057*** | 0.0000 |
| Choi | 34.1263 | 0.9347 | 216.684*** | 0.0000 |
| | Ekonomik Büyüme (lnGDP) | | | |
| | Sabitli | | | |
| | <i>t istatistiği I(0)</i> | <i>Olasılık I(0)</i> | <i>t istatistiği I(1)</i> | <i>Olasılık I(1)</i> |
| Levin,Lin&Chu | -3.81208 | 0.0001 | -9.93472*** | 0.0000 |
| Im,Pesaran&Shin | 0.60679 | 0.7280 | -5.79721*** | 0.0000 |
| Maddala ve Wu | 39.4907 | 0.8042 | 113.644*** | 0.0000 |
| Choi | 54.2784 | 0.2476 | 124.822*** | 0.0000 |

***, **, * sırasıyla yüzde 1, 5 ve 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Uygun gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir. LLC testinde Barlett Kernel metodu kullanılmış ve Bandwith genişliği Newey-West yöntemi ile belirlenmiştir.

Tablo 2'den de görüldüğü gibi değişkenlerin seviyelerine uygulanan birim kök test sonuçlarında t istatistikleri ve olasılık sonuçları ekonometrik analizde kullanılacak olan hava kirliliği ve ekonomik büyüme serilerinin düzeyde [I(0)] durağan olmadığını göstermektedir. Serilerin birim kök problemi içerdiği görülmektedir. Bu nedenle serilerin birincil farkları araştırılmış ve değişkenler için serilerin birincil farklarına bakıldığında, elde edilen bulgularda hava kirliliği ve ekonomik büyüme serilerinin birincil farklarının durağan oldukları [I(1)] görülmüştür.

2.2.2. Panel Eşbütünleşme Testi Bulguları ve Değerlendirilmesi⁴

Seriler durağan hale getirildikten sonra seriler arasında uzun dönemde karşılıklı bir ilişkinin bulunup bulunmadığını araştırmak amacıyla çalışmamızda Pedroni Eşbütünleşme analizi yöntemi kullanılmıştır. Pedroni 1997, 1999, 2000 ve 2004 yıllarında eşbütünleşme analizlerinde eşbütünleşme vektöründeki hetorejenliğe izin veren bir test önerisi ileri sürmüştür (Asteriou ve Hall, 2007: 373). Bu test yalnızca dinamik ve sabit etkilerin panelin kesitleri arasında farklı olmasına izin vermesinin yanı sıra alternatif hipotez altında eşbütünsel vektörün kesitler arasında farklı olmasına da izin vermektedir. (Güvenek ve Alptekin, 2010:

³ Modelde kullanılan serilerin birim kök test sonuçları E-views 9.0 ekonometri paket programı ile elde edilmiştir.

⁴ Panel eşbütünleşme test sonuçları Rats.v08 ekonometri paket programı ile elde edilmiştir.

181). McCoskey ve Kao'nun yaklaşımlarından kesit varsayım trendi ve eşbütünleşmenin olmadığı sıfır hipotezleri bağlamında farklılaşan Pedroni'nin yaklaşımında Pedroni testleri bazı olumlu özelliklere sahiptir. Pedroni testleri birden fazla açıklayıcı değişkene (regressor) izin vermesi, eşbütünleşme vektörünün panelin farklı kısımları boyunca çeşitlenmesi ve ayrıca kesit birimleri boyunca hataların heterojenliğine izin vermesi olumlu özellikleri olarak belirtilmektedir. Paneldeki kesit içi (within) ve kesitler arası (between) etkilerini kapsayabilmesi için yedi farklı eşbütünleşme testi⁵ sunulmuş ve bu testler iki farklı kategoriye ayrılmıştır. İlk kategori "within" boyutunda havuzlanmış dört testi içermektedir. İkinci kategori ise "between" boyutunda diğer üç testi içermektedir (Asteriou ve Hall, 2007: 374). "Birinci kategori içindeki dört testten ilk üçü, parametrik olmayan testlerdir. İlk test varyans oranı tipinde bir istatistiktir. İkincisi Phillips-Peron (PP) (rho) istatistiğine, üçüncü istatistik de PP (t) istatistiğine benzemektedir. Dördüncü istatistik ise Augmented Dickey Fuller (ADF) (t) istatistiğine benzer parametrik bir istatistiktir. İkinci kategoride üç testten ilki PP (rho) istatistiği ile benzer iken, diğer ikisi PP (t) ve ADF (t) istatistiklerine benzemektedir." (Güvenek ve Alptekin, 2010: 181).

Ekonomik büyüme ve hava kirliliği değişkenleri I(1) seviyesinde durağan oldukları için ikinci aşama olan Eşbütünleşme testine geçilmiştir. Bu seriler arasındaki uzun dönemli ilişkisi Pedroni eşbütünleşme testi ile incelenmektedir.

Tablo 3: Pedroni Eşbütünleşme Testi Sonucu⁶

| <i>Model = ln AP_{it} = α_{it} + β ln GDP_{it} + u_{it}</i> | |
|---|----------------------|
| Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi Sonucu | |
| <i>(Within-Dimension)</i> | t-istatistiği |
| Panel v-Statistic | 14.16327*** |
| Panel rho-Statistic | 0.32040 |
| Panel PP-Statistic | -5.31344*** |
| Panel ADF-Statistic | -3.58000*** |
| <i>(Between- Dimension= Guruplar Arası Yaklaşım)</i> | t-istatistiği |
| Group rho-Statistic | 2.58057 |
| Group PP-Statistic | -5.61657*** |
| Group ADF-Statistic | -4.33230*** |

***, **, * sırasıyla yüzde 1, 5 ve 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Ekonomik büyüme ve hava kirliliği arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırdığımız Pedroni eşbütünleşme testine göre H₀ hipotezi (seriler arasında eşbütünleşme yoktur) reddedilmiştir. Test sonuçlarından panel istatistiklerinin üçü %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup istatistiklerinden ikisi %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Genel olarak değerlendirildiğinde Pedroni Eşbütünleşme testindeki hem panel hem de grup istatistiklerini oluşturan yedi testin beşi sonucu seriler arasında eşbütünleşme ilişkisini göstermektedir. Bu bağlamda uzun dönemde 24 OECD ülkesinde hava kirliliği ve ekonomik büyüme arasında birlikte hareket söz konusudur ve yapılan tüm eşbütünleşme testlerinin sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermektedir.

⁵ Bu 7 testin matematiksel sunumları için bakınız; Asteriou ve Hall, 2007: 374,376.

⁶ Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi test sonuçları Rats.v08 ekonometri paket programları ile elde edilmiştir.

2.3.3. FMOLS ve DOLS ile Eşbütünleşme Katsayıları Bulguları ve Değerlendirilmesi⁷

Birim kök ve eşbütünleşme testleri uygulandıktan sonra bu ilişkinin nihai sapmasız katsayılarını tahmin etmek üzere tahmin edicilerinin beklentilerimiz çerçevesindeki tutarlılığını test etmek amacıyla Pedroni (2000, 2001) tarafından geliştirilen DOLS (Dynamic Ordinary Least Square) yöntemi ve FMOLS (Full Modified Ordinary Least Square) yöntemi olmak üzere farklı iki yöntem kullanılmıştır.

Bu yöntemlerden FMOLS yöntemi, standart sabit etkili tahminlerdeki (otokorelasyon, değişen varyans gibi sorunlardan kaynaklanan) sapmaları düzeltirken, DOLS yöntemi modele dinamik unsurları da dahil ederek statik regresyondaki (özellikle içsellik sorunlarından kaynaklanan) sapmaları da giderebilecek özelliğe sahip bir yöntemdir (Kök ve diğ., 2010:8). “Pedroni’nin bireysel kesitler arasında önemli ölçüde heterojenliğe izin veren bu FMOLS yöntemi, sabit terimin ve hata terimi ve bağımsız değişkenlerin farkları arasındaki olası korelasyonun varlığını hesaba katmaktadır. Pedroni (2000), FMOLS yönteminin küçük örneklerdeki gücünü de araştırmış, t istatistiğinin küçük örneklerdeki performansının Monte Carlo simülasyonları ile iyi olduğunu hesaplamıştır” (Kök ve Şimşek, 2006:7-8).

Pedroni (2000) tarafından geliştirilen grup ortalama panel FMOLS yöntemi aşağıdaki panel regresyon modeline dayanmaktadır (aktaran; Nazlıoğlu, 2010, s. 98);

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + e_{it} \quad (3)$$

Bu denklemde y_{it} bağımlı değişkeni, x_{it} bağımsız değişkenleri ve α_i sabit etkileri gösterirken, paneli oluşturan kesitler arasında ise bağımlılığın olmadığı varsayılmaktadır. Eşitlik (2)’de hata terimleri durağan bir süreç olması nedeniyle, y_{it} birinci dereceden bütünlükse y_{it} ve x_{it} arasında uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi söz konusudur. Böylece, β tahmin edilmesi gereken uzun dönem eşbütünleşme vektörünü göstermektedir. Panel FMOLS tahmincisinde panel için eşbütünleşme vektörü elde edilirken ilk olarak eşitlik (2)’deki model her bir yatay kesit için FMOLS tahmincisi kullanılarak tahmin edilmektedir. (Burada Pedroni (2000) tarafından, her bir yatay kesit için uzun dönem varyans-kovaryans matrisi elde edilirken değişen varyans problemi altında tutarlı olan Newey-West tahmincisinin kullanılmasını önerilmektedir). İkinci olarak ise her bir yatay kesite ait FMOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayılarının ortalaması alınmakta ve bu sayede panel için eşbütünleşme vektörü hesaplanmaktadır.(aktaran; Nazlıoğlu, 2010, s. 98,99)

Pedroni (2001) tarafından önerilen grup ortalama panel DOLS tahmincisi aşağıdaki regresyon modelinin tahminini gerektirmektedir (aktaran; Nazlıoğlu, 2010: 99);

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \gamma_{ik} \Delta x_{it} + \mu_{it} \quad (4)$$

Bu regresyon modelinde $-K_i$ ve K_i öncül ve gecikme sayılarını göstermektedir. Paneli oluşturan yatay kesitler arasında bağımlılık olmadığı varsayıldığı bu modelde panel eşbütünleşme vektörü elde edilirken ilk olarak eşitlik (3)’deki model her bir yatay kesit için tahmin edilmektedir. Burada tıpkı panel FMOLS tahmincisinde olduğu gibi panel DOLS tahmincisinde de Newey-West yöntemi kullanılabilir. İkinci aşamada her bir yatay kesite ait bu DOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayılarının aritmetik ortalaması alınmakta ve panel eşbütünleşme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.(aktaran; Nazlıoğlu, 2010: 99);

⁷DOLS ve FMOLS test sonuçları Rats.v08 ekonometri paket programları ile elde edilmiştir.

$$\hat{\beta}_{GD}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta_{D,i}^* \quad (5)$$

burada $\hat{\beta}_{GD}^*$ her bir yatay kesit için DOLS tahmininden elde edilen eşbütünlüşme katsayısını gösterirken grup ortalama panel DOLS tahmincilerine ait t-istatistikleri de aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (aktaran; Nazlıoğlu, 2010: 99);

$$t_{\hat{\beta}_D^*} = N^{-1/2} \sum_{i=1}^N t_{\hat{\beta}_{D,i}^*} \quad (6)$$

Burada $t_{\hat{\beta}_D^*}$ her bir yatay kesit için DOLS tahmininden elde edilen eşbütünlüşme katsayısına ilişkin t-istatistiğini göstermektedir (aktaran; Nazlıoğlu, 2010: 99).

Tablo 3: Panel FMOLS Sonuçları

| Ülkeler | $\ln AP_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln GDP_{it} + u_{it}$ | |
|---------------------|---|---------------|
| | FMOLS | |
| | Katsayı | t istatistiği |
| Avusturalya | 7.24*** | -6.28 |
| Avusturya | 3.27* | -1.79 |
| Belçika | 9.58* | -1.68 |
| Kanada | 5.07*** | -8.9 |
| Çek Cumhuriyeti | 2.21*** | -7.7 |
| Danimarka | 2.04 | -1.5 |
| Estonya | 1.86*** | -10.34 |
| Finlandiya | 2.4*** | -4.81 |
| Fransa | 6.82*** | -4.54 |
| Almanya | 2.82 | -0.87 |
| Macaristan | 1.1 | -1.09 |
| İrlanda | 5.09*** | -5.75 |
| İtalya | -5.47*** | -2.00 |
| Lüksemburg | 0.59 | -0.2 |
| Hollanda | 3.51*** | -5.7 |
| Yeni Zelanda | 0.19 | -0.43 |
| Norveç | 1.2 | -0.39 |
| Polonya | 0.63*** | -11 |
| Portekiz | 5.76*** | -8.72 |
| Slovak Cumhuriyeti | 1.72*** | -17.14 |
| İspanya | 1.13 | -0.81 |
| Türkiye | 1.54*** | -32.93 |
| Birleşik Krallık | 4.27* | -1.55 |
| ABD | 5.09*** | -12.94 |
| ***** | ***** | ***** |
| Panel Geneli | 2.9*** | 29.61 |

***, **, * sırasıyla yüzde 1, 5 ve 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Panel FMOLS test sonuçları Panel bazında değerlendirildiğinde hava kirliliğinin işareti beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani uzun dönemde ekonomik büyümedeki %1'lik bir artış, hava kirliliğini panel genelinde %2,9'luk bir artışa yol açmaktadır.

Büyümenin hava kirliliği üzerindeki etkisine ilişkin Panel FMOLS test sonuçları ülke bazında değerlendirildiğinde İtalya dışında tüm ülkelerde katsayı beklenildiği gibi pozitif ve istatistiki olarak %1 ve %5 düzeyinde anlamlıdır. Türkiye'nin katsayısı ise 1.26'dır. Yani Türkiye'de ekonomik büyüme %1 arttığında, hava kirliliği %1.26 artmaktadır. Ekonomik büyümenin en fazla hava kirliliğine sebep olduğu ülkeler sırasıyla Belçika, Avustralya, Fransa, Portekiz ve ABD gibi sanayileri gelişmiş ülkelerdir.

Tablo 4: Panel DOLS Sonuçları

| Ülkeler | $\ln AP_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln GDP_{it} + u_{it}$ | |
|---------------------|---|------------------|
| | DOLS | |
| | Katsayı | t istatistiği |
| Avusturalya | 8.952876*** | 8.48086 |
| Avusturya | 4.346171*** | 3.412762 |
| Belçika | 12.68162*** | 4.462455 |
| Kanada | 6.380836*** | 32.309078 |
| Çek Cumhuriyeti | 2.127543*** | 9.435254 |
| Danimarka | 2.334277* | 1.883096 |
| Estonya | 1.960678*** | 24.112401 |
| Finlandiya | 2.657306*** | 9.249268 |
| Fransa | 7.988294*** | 7.799979 |
| Almanya | 7.045231*** | 2.619911 |
| Macaristan | 0.174283 | 0.321975 |
| İrlanda | 6.762606*** | 10.735433 |
| İtalya | -8.83946*** | -3.232888 |
| Lüksemburg | -1.4797 | -0.629118 |
| Hollanda | 3.966406*** | 8.660735 |
| Yeni Zelanda | 0.62631** | 2.55069 |
| Norveç | 3.831222* | 1.565449 |
| Polonya | 0.45942*** | 4.907606 |
| Portekiz | 7.655487*** | 9.147418 |
| Slovak Cumhuriyeti | 1.768507*** | 40.088434 |
| İspanya | 0.906438 | 0.769044 |
| Türkiye | 1.262289*** | 15.423047 |
| Birleşik Krallık | 5.687936*** | 3.638652 |
| ABD | 5.607736*** | 30.617236 |
| ***** | ***** | ***** |
| Panel Geneli | 3.911013*** | 46.607417 |

***, **, * sırasıyla yüzde 1, 5 ve 10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Panel DOLS test sonuçları panel bazında değerlendirildiğinde hava kirliliğinin işareti beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani uzun dönemde ekonomik büyümedeki artış hava kirliliğini panel genelinde pozitif bir şekilde etkilemektedir. Panel genelinde hava kirliliğinin katsayısı 3.91 olarak hesaplanmıştır. Yani 24 OECD ülkesinde ekonomik büyüme %1 arttığında hava kirliliği %3.91 artmaktadır.

Ekonomik büyümenin hava kirliliği üzerindeki etkisine ilişkin Panel DOLS test sonuçları Türkiye için değerlendirildiğinde; Türkiye'de ekonomi %1 büyüdüğünde hava kirliliği de %1.26 artmaktadır.

3.2.2. Panel Nedensellik Testi Sonuçları ve Değerlendirilmesi⁸

AR-GE harcamaları ve patent sayıları arasındaki nedensellik ilişkisi olup olmadığı Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen panel Granger nedensellik yöntemiyle incelenmiştir. Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger nedensellik testi son yıllarda literatüre kazandırılmış bir yöntemdir. Bir iktisadi olgu açısından bir ülke için geçerli olan bir nedensellik ilişkisinin diğer ülkeler için de geçerli olma olasılığının yüksekliği nedeniyle, söz konusu nedensellik testinde panel veri çerçevesinde daha fazla gözlem ile nedensellik ilişkisi daha etkin bir şekilde test edilebilmektedir (Bozoklu ve Yılandı, 2013: 175). Bu yöntemin başlıca avantajları; “paneli oluşturan ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurabilmesi, zaman boyutu (T), yatay kesit boyutundan (N) büyük olduğunda da küçük olduğunda da kullanılabilmesi ve dengesiz panel veri setlerinde de etkin sonuçlar üretebilmesidir” (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1457; aktaran: Göçer, 2013: 230). “Dumitrescu - Hurlin panel Granger nedensellik testinde, temel hipotez altında homojen Granger nedensellik ilişkisinin yokluğu, en az bir yatay kesitte bu ilişkinin var olduğu alternatif hipotezine karşın sınıranır.” (Bozoklu ve Yılandı, 2013: 175).

Tablo 4: Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik Testi Sonuçları⁹

| Z^{HNC} Test istatistiği | | | |
|----------------------------|------------------------|------------------------|---|
| | K=1 | K=2 | Yorum |
| $GDP \rightarrow AP$ | 6.74746 (0.0000)*** | 6.76983 (0.0000)*** | Ekonomik büyümeden hava kirliliğine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır. |
| $AP \rightarrow GDP$ | 1.52191 (0.1280) | 0.42793 (0.6687) | Hava kirliliğinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi yoktur. |

Not: Parantez içerisindeki değerler p- olasılık değerlerini, *** ise %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. K gecikme uzunluğunu göstermektedir.

Her birimin aynı gecikme uzunluğuna sahip olması kısıtı altında bir ve iki gecikme uzunluğu için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Her iki gecikme uzunluğunda da 24 ülkeden oluşan panel seti için ekonomik büyümeden, hava kirliliğine doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu fakat hava kirliliğinden ekonomik büyümeye doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığı görülmektedir.

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada 24 OECD ülkesinde 2000-2012 dönemi için ekonomik büyüme ve hava kirliliği arasındaki uzun dönemli Pedroni eşbütünleşme, Pedroni FMOLS, Pedroni DOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik yöntemleri kullanılarak araştırılmıştır.

Çalışmada, panel birim kök analizinde kullanılmış olan serilerin birincil farklarında durağan oldukları $I(1)$ görülmüştür. Seriler arasındaki uzun dönemli ilişki Pedroni eşbütünleşme testi ile incelenmiş ve her iki değişkenin uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda uzun dönemde hava kirliliği ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

⁸ Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testlerinin ayrıntılı açıklamaları için bakınız: Bozoklu ve Yılandı, 2013, Göçer, 2013.

⁹ Panel nedensellik test sonucu Eviews 9 ekonometri paket programı ile elde edilmiştir.

Panel FMOLS test sonuçları panel bazında değerlendirildiğinde hava kirliliğinin işareti beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani uzun dönemde ekonomik büyümedeki artış, hava kirliliğini panel genelinde pozitif bir şekilde etkilemektedir. Panel genelinde hava kirliliğinin katsayısı 2.9 olarak hesaplanmıştır. Yani 24 OECD ülkesi genelinde ekonomik büyüme %1 arttığında uzun dönemde hava kirliliği %2.9 artış göstermektedir. Büyümenin hava kirliliği üzerindeki etkisine ilişkin Panel FMOLS test sonuçları ülke bazında değerlendirildiğinde İtalya dışında tüm ülkelerde katsayı beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 ve %5 düzeyinde anlamlıdır. Türkiye'nin katsayısı ise 1.26'dır. Yani Türkiye'de ekonomik büyüme %1 arttığında, hava kirliliği %1.26 artmaktadır. Ekonomik büyümenin en fazla hava kirliliğine sebep olduğu ülkeler sırasıyla Belçika, Avustralya, Fransa, Portekiz ve ABD'dir.

Panel DOLS test sonuçları Panel bazında değerlendirildiğinde hava kirliliğinin işareti beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlıdır. Yani uzun dönemde ekonomik büyümedeki %1'lik artış, hava kirliliğini panel genelinde pozitif bir şekilde etkilemektedir. Panel genelinde hava kirliliğinin katsayısı 3.91 olarak hesaplanmıştır. Yani 24 OECD ülkesi genelinde ekonomik büyümedeki %1'lik artış, hava kirliliği üzerinde uzun dönemde %3.91 artışa yol açmaktadır. Ekonomik büyümenin hava kirliliği üzerindeki etkisine ilişkin Panel DOLS test sonuçları ülke bazında değerlendirildiğinde İtalya hariç tüm ülkelerde katsayı beklenildiği gibi pozitif ve istatistiksel olarak %5 düzeyinde anlamlıdır. Türkiye'nin katsayısı ise 1.54'dir. Yani Türkiye'de ekonomik büyümedeki %1'lik artış hava kirliliğini yaklaşık olarak %1.54'lik bir artış meydana getirmektedir.

Yapılan Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel Granger nedensellik analizinde panel seti için ekonomik büyümeden, hava kirliliğine doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olduğu fakat hava kirliliğinden ekonomik büyümeye doğru bir Granger nedensellik ilişkisi olmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan çalışmada 24 OECD ülkesinde hava kirliliği ve ekonomik büyüme değişkenlerinin beklendiği gibi birbirlerini pozitif olarak etkilediği ve değişkenler arasında ekonomik büyümeden hava kirliliğine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu bağlamda ülkeler, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde bir yandan vazgeçilmez olan ekonomik büyümeyi gerçekleştirirken diğer yandan hava kirliliğini azaltmaya yönelik politikalar uygulamalıdır.

Kaynakça

- Alkathlan, Khalid and Muhammad Javid (2013) "Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia: an aggregate and disaggregate analysis" *Energy Policy*, 62, pp. 1525–1532
- Ang, James B. (2007) "CO2 emissions, energy consumption, and output in France" *Energy Policy*, 35, pp. 4772–4778
- Ang, James B. (2008) "Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia", *Journal of Policy Modelling*, 30, pp. 271–278
- Asteriou, Dimitrios ve S.G. Hall (2007), *Applied Econometrics: A Modern Approach Using Views and Microfit Revisited Edition*, Palgrave Macmillan, Newyork.
- Baltagi, B.H., H. Bai ve Chihwa Kao (2000), "Nonstationary Panels, Cointegration in panels: A Survey", Center for Policy Research Working Paper No. 16, http://www.maxwell.syr.edu/uploadedFiles/cpr/publications/working_papers/wp16.pdf, 26.11.2014.
- Bozuklu, Şeref, Yılcı, Veli, 2013, "Finansal Gelişme ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Gelişmekte Olan Ekonomiler İçin Analiz", Dokuz Eylül

- Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt:28, Sayı: 2, Yıl:2013, ss.161-187.
- Canning, D. ve P. Pedroni (2008), "Infrastructure, Long-Run Economic Growth And Causality Tests For Cointegrated Panels", *The Manchester School*, Vol:76, No. 5, s.504-527.
- Choi, In (2001), "Unit Root Tests for Panel Data," *Journal of International Money and Finance*, 20: 249-272.
- Coondoo, Dipankor and Soumyananda Dinda (2002) "Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis", *Ecological Economics*, 40, 351–367
- Dinda, Soumyananda and Dipankor Coondoo (2006) "Income and emission: A panel data-based cointegration analysis", *Ecological Economics*, 57, 167– 181
- Dumitrescu, E. I. and Christophe Hurlin (2012), "Testing for Granger noncausality
- Güvenek, B. ve V. Alptekin (2010), "Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi", *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, Cilt:1, Sayı:2:172-193.
- Göçer, İsmet (2013), "Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri", *Maliye Dergisi*, Sayı: 165, ss. 215-250.
- Halıcıoğlu, Ferda (2009), "An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey", *Energy Policy*, 37, 1156–1164.
- Im, K.S, M.H. Pesaran ve Y. Shin (2003), "Testing for unit roots in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics*, 115:53–74.
- in heterogeneous panels", *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Jalil, Abdul and F. Mahmud Syed (2009) "Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A cointegration analysis for China", *Energy Policy*, Volume 37, Issue 12, Pages 5167–5172
- Khalid, Ahmed (2014), "Environmental Kuznets curve for CO2 emission in Mongolia: an empirical analysis", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 25 Iss 4 pp. 505 – 516
- Kök, Recep ve Nevzat ŞİMŞEK (2006), "Endüstri-içi Dış Ticaret, patentler ve uluslararası teknolojik yayılma", <http://www.deu.edu.tr/userweb/recep.kok/dosyalar/eidtpatentyayilma.pdf>.
- Kök, Recep, M.Serdar İSPİR ve A.Aydır ARI (2010), "Zengin Ülkelerden Azgelişmiş Ülkelere Kaynak Aktarmamekanizmasının Gerekliliği ve Evrensel Bölüşüm Parametresi üzerine Bir Deneme", http://kisi.deu.edu.tr/recep.kok/Zengin_ispir.pdf
- Levin, A., C. Lin, ve C.J. Chu (2002), "Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite sample properties", *Journal of Econometrics*, 108:1–24.
- Long, Xingle, Eric Yaw Naminse, Jianguo Du and Jincai Zhuang (2015) "Nonrenewable energy, renewable energy, carbon dioxide emissions and economic growth in China from 1952 to 2012", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume 52, Pages 680–688
- Maddala, G.S. ve Shaowen Wu (1999), "Comparative Study of Unit Root Tests With Panel Data and a New Simple Test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue, 61:631-652.
- Managi, Shunsuke and Pradyot R. Jena (2008) "Environmental productivity and Kuznets curve in India", *Ecological Economics*, 65, 432-440
- Nazlıoğlu, Şaban (2010), *Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: Gelişmiş Ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.

- Pedroni, P. (2000), “Fully-Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels”, *Advances in Econometrics*, 15, s.93-130.
- Pedroni, P. (2001), “Purchasing power parity tests in cointegrated panels”, *Review of Economics and Statistics*, 83, s.727-731.
- Tai, Meng-Yi, Chi-Chur Chao and Shih-Wen Hu (2015) “Pollution, health and economic growth”, *North American Journal of Economics and Finance*, 32, 155–161
- Zhang, Xing-Ping and Xiao-Mei Cheng (2009) “Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China”, *Ecological Economics*, 68, 2706–2712