

OECD ÜLKELERİNDE CO₂ EMİSYONU, ELEKTRİK TÜKETİMİ VE BÜYÜME İLİŞKİSİ¹

Suzan ERGÜN*

Melike ATAY POLAT**

ÖZ

Bu çalışmada, 1980-2010 yılları arasında OECD ülkelerinde CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığı analiz edilmiştir. Panel eşbütünleşme testleri sonucunda 30 OECD ülkesinde CO₂ emisyonu, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) ve elektrik tüketimi arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Uzun dönem tahminciler 30 OECD ülkesinin çoğunluğunda elektrik tüketimi ve CO₂ emisyonu arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığını ifade eden Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezini destekleyen sonuçlara ulaşılmıştır. Son olarak Panel Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) sonuçları 30 OECD ülkesinde kısa dönemde GSYH ile CO₂ emisyonu arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve GSYH ile elektrik tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kavramlar: Sürdürülebilir Kalkınma, Enerji, Çevresel Kuznets Eğrisi, Panel Birim Kök, Eşbütünleşme ve Panel VECM.

THE RELATIONSHIP BETWEEN CO₂ EMISSION, ELECTRICITY CONSUMPTION AND ECONOMIC GROWTH IN OECD COUNTRIES

ABSTRACT

In this study, it's been analyzed that if there is the correlation between the CO₂ emissions, electricity consumption and economic growth in the OECD countries between the years of 1980-2010. As a result of panel cointegration tests, it was concluded that there is cointegration relationships between CO₂ emissions, Gross Domestic Product and electricity consumption. Long-term forecasts has shown that there is statistically significant relationship between electricity consumption and CO₂ emissions in the majority of 30 OECD countries. Also the conclusion supporting the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis which means that there is a nonlinear relationship between CO₂ emissions and economic growth were reached. Finally results of Panels Vector Error Correction Model are show that there is a one-way causality relationship between Gross Domestic Product and CO₂ emissions and there is bi-directional causality relationship between Gross Domestic Product and electricity consumption in the short term.

Keywords: Sustainable Development, Energy, Environmental Kuznets Curve, Panel Unit Root, Cointegration and Panel VECM.

¹ Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde hazırlanan "Sürdürülebilir Kalkınmada Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

* Doç. Dr., İnönü Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü.

** Yrd. Doç. Dr., Şırnak Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü.

Makalenin kabul tarihi: Mart 2015.

GİRİŞ

II. Dünya Savaşı'ndan sonra ortaya çıkan hızlı yapılanma, endüstriyel gelişme ve kontrolsüz nüfus artışı ile birlikte tüketimin ön plana çıktığı bir kalkınma süreci başlamıştır. Fosil kökenli sınırlı kaynaklara olan bağımlılık, doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, sınırsız tüketim sonucu açığa çıkan atıklar, sağlıksız kentleşme ve çevreye verilen yıkıcı zararlar; dünya üzerinde iklim değişiklikleri, küresel ısınma, su kaynaklarının kirlenmesi, ozon tabakasının aşınması, soyların tükenmesi ve doğal varlıkların özelliklerini yitirmesi gibi olumsuzlukları beraberinde getirmiştir. Kalkınma için katlanılan bu fedakarlıklar çevresel tehditlerin baş göstermesi ile çevresel sorunların uluslararası platformlarda tartışılmasını gerekli kılmıştır. 1970'li yıllardan itibaren doğal çevre ve kalkınma arasındaki denge tartışmaları ülkeleri insanların ve diğer canlıların yaşamlarını etkileyen faktörleri bulunduran çevre ve beşeri sermayeyi dikkate alan, kaynakların optimum kullanımını amaçlayan bir kalkınma modeli olan “Sürdürülebilir Kalkınma” ya yönlendirmiştir.

Ekonomik ve doğal çevrenin karşılıklı bağımlılığının kalkınma politikalarında yer alması gerekliliği ilk kez 1972 yılında Roma Kulübü'nün “Büyümenin Sınırları” adlı raporunda dile getirilmiştir. Bundan sonra Birleşmiş Milletler (BM) çevre ve kalkınma arasındaki ilişkiyi ortaya koymak ve çeşitli tedbirler almak amacıyla kapsamlı çalışmalarda bulunmuşlardır. BM'nin çevre konusundaki çalışmaları 1972 yılında Stockholm, 1992 yılında Rio ve 2002 yılında Johannesburg'da olmak üzere üç büyük dünya zirvesine dayanmaktadır. Bu zirvelerde hem bölgesel ölçekte hem de küresel ölçekte kararlar alınmıştır.

Enerji, ekonomik gelişmenin yanı sıra sosyal gelişmenin ve bütün ülkelerdeki yaşam kalitesinin gelişmesi için de temel faktördür. Kömür, doğalgaz, petrol, hidrolik, biokütle, güneş ve rüzgar gibi birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi sonucunda ikincil enerji kaynakları olan ısı ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Kullanımı yaygın olan ve talebi artan bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin ilk kullanım alanı aydınlatma iken günümüzde sanayi, iletişim, tıp, askeri, bilim ve teknoloji gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle enerjinin gerek üretim gerekse de tüketim boyutlarında kullanımının en önemli parçasını elektrik tüketimi oluşturmaktadır. Böylece elektrik tüketimi ülkelerin gelişmişlik seviyelerini belirleyen önemli bir değişken olarak incelenmektedir. Elektrik enerjisi, kalkınmanın en temel unsurlarından biri olmasıyla birlikte çevresel riskleri ve sorunları da beraberinde getirmektedir. Elektrik enerjisinin elde edilmesi, üretimi ve tüketimi aşamalarında kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil enerji kaynakları en önemli sera gazı çeşitlerinden olan CO₂ emisyonuna yol açarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Kalkınma, enerji ve çevre arasındaki bu ilişkiye bağlı olarak sürdürülebilir kalkınma, çevre ve enerji ekonomisi,

yenilenebilir enerji kaynakları gibi konular günümüzde sıkça tartışılır hale gelmiştir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, OECD ülkelerinde çevre kirliliği göstergesi, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analiz yöntemleri kullanarak tespit etmektir. Bu amaçla CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki uygulamalı literatür kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve OECD ekonomisi üzerine bir uygulama yapılarak ilişkinin niteliği ve yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca Kuznets Eğrisi Yaklaşımının 1990'lı yıllarda ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkilere bağlı olarak yeniden yorumlanmış hali olan Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı'nın OECD ülkeleri için geçerliliği de test edilmiştir. Çalışma, OECD ülkeleri çevre kirliliği göstergelerinden birini temsil eden CO₂ emisyonunun, ülkenin GSYH, elektrik tüketimi gibi değişkenlerinden ne derecede etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde sürdürülebilir kalkınma, enerji kaynakları ve Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ile ilgili teorik bilgiler yer almaktadır. İkinci bölümde çalışma konusuyla ilgili literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve değişkenlerle ilgili bilgiler ve çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler açıklanmıştır. Ayrıca bu bölümde, çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemler sonucunda elde edilen bulgular yer almaktadır. Bu bağlamda, ilk olarak çalışmada kullanılan değişkenlere ait serilerin durağanlıkları panel birim kök testleri ile analiz edilmiştir. Daha sonra panelde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını test etmek için panel eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Son olarak, değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığını ortaya koyabilmek için panel VECM testi uygulanmıştır.

I. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA, ENERJİ VE ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ İLE İLGİLİ TEORİK ÇERÇEVE

Sanayi Devrimi ile beraber ekonomik, sosyal, kültürel, çevresel ve teknolojik alanda yaşanan gelişmeler neticesinde ortaya çıkan hızlı sanayileşme çabaları, doğal kaynaklar ve çevre üzerinde onarılması güç olan zararları beraberinde getirmiştir. Çevrenin sürdürülebilirlik kapsamında değerlendirilmesi 1946 yılında çıkartılmış olan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yasasında “sağlıklı olmanın ırk, din, siyasal inanç, ekonomik veya toplumsal statü ayırımı gözetmeksizin her insanın temel hakkı” olduğu ifadesiyle kendini göstermiştir (Uğurlu, 2009: 14). 1970'li yıllarda BM ve Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşlar çevreye ve doğal kaynaklara verilen zararları önlemek amacıyla çeşitli toplantılar düzenlemiş ve bu toplantılar neticesinde de “sürdürülebilirlik” ve “sürdürülebilir kalkınma” kavramları ön plana çıkmıştır (Kınacı vd., 2011: 79). Sürdürülebilir kalkınma,

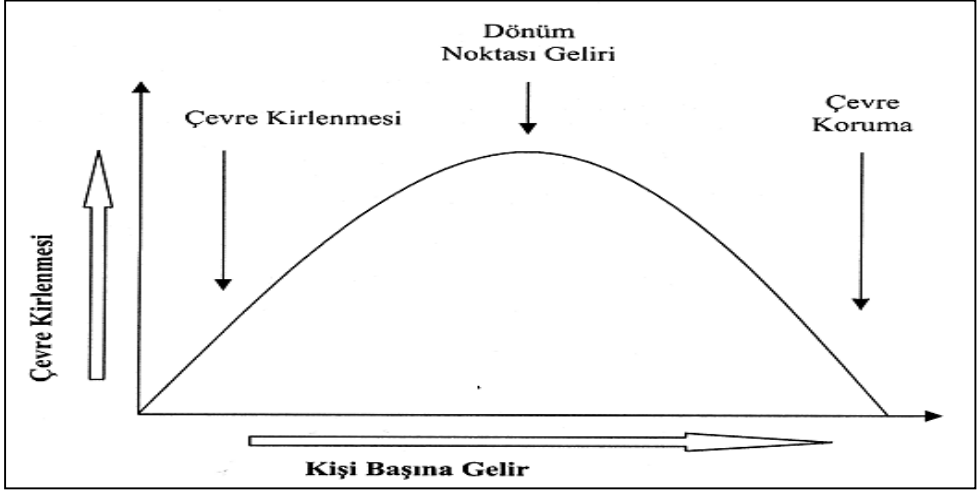
çevre ve doğal kaynaklara zarar vermeden kalkınmayı ifade etmektedir. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın çevre ile bağlantısına dayanan sürdürülebilir kalkınma kavramı, uzun dönemli kalkınmanın çevre sorunlarının önlenmesi ile mümkün olabileceği anlayışına dayanmaktadır (Palabıyık, 2004: 253). Ekonomik büyüme ve kalkınmanın yeni bir boyut kazanması olarak ifade edilen sürdürülebilir kalkınma, bugün çevre politikaları ile kalkınma stratejilerini birleştirerek birçok ülkenin ekonomi politikalarına çevre politikalarını da dâhil etmelerini zorunlu hale getirmiştir.

İş yapabilme yeteneği veya gücü olarak tanımlanan enerji, ekonominin her sektöründe üretim ve tüketim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde gerekli bir girdidir. Enerji, birincil ve ikincil enerji kaynaklarından yararlanılarak üretilmektedir. Birincil enerji kaynakları kömür, doğalgaz, petrol gibi fosil enerji kaynaklarından ve güneş, rüzgar, jeotermal, biokütle ve hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır. İkincil enerji kaynakları ise, ısı ve elektrik enerjisidir. Enerji kaynaklarının doğada kıt olarak bulunmaları, çeşitli bölgelerde toplanmaları ve çevre kirliliğine yol açmaları gibi üç belirgin özelliği vardır.

Ülkelerin sanayileşmelerinde ve ekonomik kalkınmalarını gerçekleştirmelerinde önemli bir kaynak olan enerjinin üretiminden tüketimine geçen her aşamada çevre sorunlarına yol açan atıklar ortaya çıkmaktadır (Akova, 2008: 8). Özellikle enerji ihtiyacının fosil enerji kaynaklarının tüketilmesi ile karşılanması sonucunda ortaya çıkan karbon emisyonlarının, küresel iklim değişikliğine neden olduğunun anlaşılmasıyla birlikte, çevre sorunları dikkate alınmaya başlanmıştır. İklim değişikliğine yol açan başlıca faktör insan kaynaklı sera gazı emisyonlarından en büyük paya sahip olan CO₂ emisyonudur. Çevre sorunlarının en önemli nedenlerinden olan fosil yakıt tüketiminin sınırlandırılması amacıyla yerel, ulusal veya uluslararası bazda çeşitli önlemler alınmaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen Kyoto Protokolü gereğince ülkeler atmosfere saldıkları sera gazı emisyonlarını 1990 yılı düzeyinin yüzde 5 altında kalacak şekilde azaltmaları yükümlülüğü altına girmişlerdir (Akova, 2008: 196).

Kuznets (1955), Kuznets Eğrisi yaklaşımı ile iktisadi büyüme ve kalkınma ile birlikte gelir dağılımının önce bozulacağını fakat gelir artışı devam ettikçe gelir dağılımındaki adaletsizliğin azalacağını ileri sürmüştür. 1990'lı yıllarla birlikte Grossman ve Kruger (1991,1995) tarafından ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği ilişkisi, gelir ve çevre kirliliği ilişkisine uyarlanmıştır. Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı olarak adlandırılan bu görüş, başlangıçta ekonomik büyüme ile çevre kirliliğinin artacağı ve belli bir dönüm noktasından sonra ise büyümenin artmasına bağlı olarak çevre kirliliğinin azalacağını açıklamaktadır (Dinda, 2004: 433).

Grafik 1'de görüldüğü üzere ÇKE yaklaşımında, çevresel kirlilik düzeyi, ekonomik kalkınma sürecinde önce artarken daha sonra azalan bir eğilim göstermektedir.

Grafik 1: Çevresel Kuznets Eğrisi

Kaynak: Yandle vd., 2002: 3.

Sonuç olarak, ekonomik gelişmeye bağlı olarak devamlı artan kişi başı gelir düzeyi ile başlangıçta çevre kirlenmesi artmıştır. Fakat, belirli bir gelir düzeyinden sonra çevresel bilincin artmasıyla çevre korunmasına yönelik tedbirler alınmış ve çevre kalitesi yükselmiştir (Yandle vd., 2002: 1-5). Çevre kalitesinin yükselmeye başladığı gelir seviyesi ise, literatürde dönüm noktası ya da eşik noktası olarak tanımlanmaktadır (Stern, 2004: 519; Dinda, 2004: 440-446).

Ekonomik büyüme ve çevre kalitesi arasındaki ilişki pek çok yıldır uzun tartışmalara sahne olmuştur. 1970’li yıllardan önce ekonomi büyüdükçe hammadde tüketimi, enerji ve doğal kaynakların hemen hemen aynı oranda arttığı inancı vardı. 1970’li yılların başında Roma Kulübü’nün “Büyümenin Sınırları” görüşü dünyanın doğal kaynaklarının kullanılabilirliği ile ilgilenmiştir. Roma Kulübü’nün çevre ekonomistleri doğal kaynakların sonunun ekonomik büyümeyi engellediğini tartışmışlar ve gelecekteki dramatik ekolojik senaryolardan kaçınmak için ekonomide sıfır büyümeli denge durumunu ileri sürmüşlerdir. Bu görüş hem teorik hem de ampirik alanlarda eleştirilmiştir. Ampirik çalışmalar gelir arttıkça bazı doğal kaynakların tüketiminin azalacağını göstermiştir. Bu durum Büyümenin Sınırları görüşünde belirtilen tahminlerle bağdaşmamaktadır (Dinda, 2004: 433). 1990’lı yılların başlarında iklim değişiklikleri, küresel ısınma ve çevresel bozulmanın gündeme gelmesiyle birlikte çevresel değişimlerin yaşanması çevre ve büyüme arasındaki ilişkinin analiz edilmesine yol açmıştır (Arı, Zeren, 2011: 37).

II. ENERJİ, ÇEVRE VE EKONOMİ İLİŞKİSİNİ İNCELEYEN UYGULAMALI ÇALIŞMALAR

Son yıllarda ÇKE Yaklaşımının geçerliliğine ilişkin yapılan çalışmaların sayısında artış görülmektedir. ÇKE'ye ilişkin uygulamalı çalışmalarda bağımlı değişken olarak çevresel bozulma değişkeni dikkate alınırken açıklayıcı değişken olarak kişi başına reel GSYH değişkeni kullanılmaktadır. Çevre kirliliği göstergeleri genellikle hava ve su kirliliği göstergeleri ile tanımlanırken hava kirliliği göstergesi olarak çoğunlukla CO₂ emisyonu; su kirliliği göstergesi olarak ise nehirlerde ölçülen arsenik, civa, nikel vb. maddeler ile kanalizasyon atıklarından dolayı ortaya çıkan kolibasili miktarı gibi çeşitli veriler tercih edilmektedir. ÇKE'yi ele alan çalışmaların çoğunluğu yatay kesit ve panel verilerle regresyon analizine dayanmakta iken tek ülke için yapılan çalışmaların daha az olduğu görülmektedir.

ÇKE ile ilgili yapılan ilk çalışma, Grossman and Krueger tarafından 1991 yılında yapılmıştır. Yine ilk yıllarda yapılan çalışmalar arasında Shafik and Bad-yopadhyay (1992), Agras (1995), Holtz-Eakin and Selden (1995), Selden and Song (1994), Tucker (1995), Suri and Chapman (1998) yer almaktadır. Yapılan bu çalışmalarda kullanılan modeller kuadratik ve log-kuadratik şekilde kurulmuş ve kullanılan değişkenler arasında SO₂, CO₂ gibi çeşitli kirlilik göstergeleri ile kişi başına gelir arasındaki ilişki Ters-U ÇKE ilişkisini test etmek için tahmin edilmiştir. Bu açıklayıcı değişkenlere ilave olarak yatırım hisseleri, elektrik tarifeleri, kişi başı borç, insan hakları ve ticaret gibi değişkenlerde modele dahil edilmektedir. Bununla birlikte pek çok çalışmanın sonucunda çevre kalitesi üzerinde en önemli etkinin gelire ait olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Agras, Chapman, 1999: 268-269).

Payne (2010), Ozturk (2010), Wang vd. (2011) ile Farhani and Rejeb (2012) ÇKE yaklaşımına yönelik son dönemde yapılan çalışmaların çoğunluğunun enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve çevresel kalite üzerine odaklandığını göstermişlerdir.

Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre arasındaki dinamik ilişki (Zhang and Cheng, 2009; Soytaş and Sari, 2009; Jalil and Mahmud, 2009; Menyah and Wolde-Rufael., 2010; Tiwari, 2011; Wang et al., 2011) analiz edilmiştir. Zhang and Cheng (2009), Çin'deki enerji tüketimi, çıktı ve karbon emisyonu arasındaki karşılıklı dinamik ilişkiyi açıklayarak uzun dönemde gelir ve enerji tüketimi arttıkça CO₂ emisyonunun da arttığı sonucuna ulaşmıştır. Tiwari (2011), Hindistan'daki enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi dinamik ve statik çerçevede VAR modeline dayalı Granger nedenselliği ile test etmiştir. Enerji tüketimi ve CO₂ emisyonunun ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Wang vd. (2011) Çin'in 28 iline ait 1995-2007 yılı verilerini panel veri eşbütünlüme ve panel veri VECM ile test etmiştir. Bu çalışmada CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin eşbütünlüklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi ile

enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında da çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir (Boopen, Harris, 2012: 6-7). En yeni çalışmalardan biri Shahbaz, Mutascu and Azim (2013), Romanya için büyüme, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL testi ve koentegrasyon analizi ile test etmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak bu değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca, ÇKE desteklenmiştir.

Tablo 1’de enerji, çevre ve ekonomi ilişkisine dayanan ÇKE hipotezini inceleyen uygulamalı çalışmalar; zaman serisi ve panel veri analizi yöntemleri esas alınarak hazırlanmıştır. Buna göre tablolar yazar, çalışma yapılan ülke, çalışmada kullanılan değişken, çalışmada kullanılan yöntem ve nedensellik ilişkisi başlıklarında düzenlenmiştir.

Tablo 1: Enerji, Çevre ve Ekonomi İlişkisini İnceleyen Uygulamalı Çalışmalar

Yazarlar	Çalışma Yapılan Ülke	Çalışma Dönemi	Çalışmada Kullanılan Değişkenler	Çalışmada Kullanılan Yöntem	Nedensellik İlişkisi
Halicioglu (2008)	Türkiye	1960-2005	CO ₂ , enerji tüketimi, GSYH ve dış ticaret	ARDL sınır testi, Johansen-Juselius, VECM	CO ₂ ↔EC, CO ₂ ↔GSYH CO ₂ ↔GSYH ² GSYH↔GSYH ²
Jalil and Mahmud (2009)	Çin	1975-2005	CO ₂ , enerji, GSYH, ticaret	ARDL sınır testi, Zaman serisi Regresyon Analizi, VECM	GSYH→CO ₂ GSYH ² →CO ₂ Ters-U
Zhang and Cheng (2009)	Çin	1960-2007	CO ₂ , reel GSYH, gayri safi sabit sermaye, enerji tüketimi ve kentsel nüfus	Toda-Yamamoto	GSYH→EC EC→CO ₂
Chebbi (2009)	Tunus	1971-2004	GSYH, CO ₂ , enerji tüketimi	Eşbütünleşme, Granger nedensellik testi	CO ₂ →GSYH
Apergis and Payne (2009)	6 Orta Amerika ülkesi	1971-2004	CO ₂ , enerji tüketimi ve GSYH	Pedroni Eşbütünleşme, Panel Regresyon Analizi, panel VECM	EC↔GSYH, EC→CO ₂ , GSYH→CO ₂
Lean and Smyth (2010)	Güney Doğu Asya Ülkeleri Birliği (ASEAN)	1980-2006	CO ₂ emisyonu, elektrik tüketimi ve GSYH	Johansen Fisher panel eşbütünleşme, panel VECM	EC→GSYH CO ₂ →GSYH
Hatzigeorgiou vd. (2011)	Yunanistan	1977-2007	GSYH, Enerji yoğunluğu ve CO ₂	Granger Nedensellik testi, Varyans ayrıştırma testi	GSYH→Enerji Yoğunluğu GSYH→CO ₂ CO ₂ ↔Enerji Yoğunluğu

Tablo 1: (Devamı)

Yazarlar	Çalışma Yapılan Ülke	Çalışma Dönemi	Çalışmada Kullanılan Değişkenler	Çalışmada Kullanılan Yöntem	Nedensellik İlişkisi
Menegaki (2011)	27 AB ülkesi	1997-2007	GSYH, enerji tüketiminde YEK'in payı, Nihai enerji tüketimi CO ₂ emisyonu ve istihdam oranı	Panel Eşbütünleşme testi	CO ₂ ↔GSYH İST↔GSYH
Niu vd. (2011)	8 Asya-Pasifik ülkeleri	1971-2005	Enerji tüketimi, GSYH ve CO ₂	Panel Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik testi	EC→CO ₂
Wang vd. (2011)	Çin'de 28 il'de	1995-2007	CO ₂ emisyonu, enerji tüketimi, reel kişi başı GSYH	Panel Eşbütünleşme ve Panel VECM	CO ₂ ↔EC EC↔GSYH
Alam vd. (2012)	Bangladeş	1972-2006	Enerji tüketimi, elektrik tüketimi, CO ₂ ve GSYH	Johansen Eşbütünleşme testi, Granger nedensellik testi	EC→GSYH ELEC↔GSYH EC→CO ₂ CO ₂ →GSYH
Farhani and Rejeb (2012)	MENA Bölgesi	1973-2008	Enerji tüketimi, GSYH ve CO ₂ emisyonu	Panel Birim Kök, Eşbütünleşme ve Nedensellik testleri	GSYH→EC CO ₂ →EC
Hamit-Hagggar (2012)	Kanada'daki sanayi sektörleri	1990-2007	CO ₂ , enerji tüketimi ve reel GSYH	Panel koentegrasyon testi ve Granger nedensellik	EC→CO ₂ GSYH→CO ₂ Ters-U

Kaynak: Bu tablo tarafımızca oluşturulmuştur.

Tablodan görüldüğü üzere ÇKE hipotezine ilişkin çalışmaların sonuçları çeşitli nedenlerden dolayı farklılık göstermektedir. Çalışmaların sonuçları, GSYH, kişi başına GSYH, kirlilik seviyesi ve kişi başına kirlilik seviyesinin kullanılmasına, kullanılan kirlilik emisyonu çeşidine (karbon dioksit, kükürt dioksit, nitrojen oksit, partikül madde, karbon vb.), su kirliliğine ilişkin çözünmüş oksijen, fosfor ve azot değerleri, ormansızlaşma vb.), ele alınan değişkenlerin yanında farklı açıklayıcı değişken kullanılmasına (enerji tüketimi, gelir eşitsizliği, dış ticaret değişkenleri vs.), kurulan modellerin farklılıklarına (logaritmik, log-lineer, kübik, kuadratik vb.), ele alınan dönemlere ve ülkelere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılıklara bağlı olarak ÇKE'nin şekli ve dönüm noktaları da etkilenmektedir.

III. EKONOMETRİK ANALİZ

Analizin temel amacı, 1980-2010 dönemini kapsayan panel veri seti ile OECD ülkelerinde enerji, gelir ve kirlilik değişkenleri arasında karşılıklı bir ilişkinin olup olmadığına ilişkin ampirik bir çalışma ortaya koymaktır. Ayrıca, kişi başına düşen milli gelir arttıkça önce çevresel kirliliğin artması ve bu gelir artışının belirli bir seviyeye ulaştıktan sonra çevresel kirliliğin azalmaya başlaması gö-

rüşünü ifade eden Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı'nın OECD ülkelerinde geçerliliği enerji, gelir ve kirlilik değişkenleri ile test edilmektedir. Bu bölümde ilk olarak model ve veri seti açıklanmış, çalışmanın yöntemi hakkında açıklamalar yapılmış ve son olarak da araştırmanın bulgularına yer verilmiştir.

A. MODEL VE VERİ

Çalışmada 30 OECD² ülkesine ait 1980-2010 yıllarını kapsayan yıllık veri seti kullanılmıştır. Bu verilerin logaritmik değerleri analizlerde kullanılmıştır. Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımına ilişkin kirlilik verisi CO₂ verilerinden oluşmaktadır. Bu değişkenin kullanılmasının nedeni enerji kullanımı sonucu önemli ölçüde CO₂ emisyonunun açığa çıkması ve literatürde genellikle kirlilik göstergesi olarak bu değişkenin kullanılmasıdır. Elektrik enerjisinin kullanılma amacı, veri bulma kolaylığı, üretimde ve tüketimde yaygın kullanımı ve değişik enerji kaynaklarından üretilmesinden kaynaklanmaktadır. Ekonomik büyüme için GSYH'nın alınması ise elektrik tüketimi ile yurtiçinde üretilen mal ve hizmetlerin bağlantılı olmasındandır.

ÇKE hipotezinin geçerliliğine ilişkin yapılan pek çok çalışma sonucunda genel kabul gören bir veri karakteristiği ve uygulama yöntemi ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada 30 OECD ülkesi için kullanılan model şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\ln\text{CO}_{2it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln\text{GDP}_{it} + \beta_2 \ln\text{GDP}_{2it} + \beta_3 \ln\text{EC}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Burada; $i=1, \dots, N$ ele alınan ülkeleri, $t=1, \dots, T$ zamanı, $\ln\text{CO}_2$; kişi başına karbondioksit emisyonunun logaritmasını, $\ln\text{EC}$; kişi başına elektrik tüketiminin logaritmasını, $\ln\text{GDP}$; kişi başı reel GSYH'nın logaritmasını ve $\ln\text{GDP}^2$ ise kişi başına GSYH'nın karesinin logaritmasını göstermektedir.

Yukarıdaki modelin muhtemel sonuçları şöyledir:

- $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ durumunda x ile y arasında bir ilişki yoktur.
- $\beta_1 > 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ durumunda x ile y arasında lineer (doğrusal) bir ilişki vardır. Yani x arttıkça y de artacaktır.
- $\beta_1 < 0$ ve $\beta_2 = \beta_3 = 0$ durumunda x ile y arasında ters bir ilişki vardır.
- $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 = 0$ durumunda x ile y arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır. Yani Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımı geçerlidir.
- $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 = 0$ durumunda x ile y arasında U şeklinde bir ÇKE ilişkisi vardır.

² OECD'nin halen 34 üye ülkesi bulunmaktadır. Veri setindeki yetersizlik nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır (www.oecd.org).

- $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ ve $\beta_3 > 0$ durumunda x ile y arasında N şeklinde bir ÇKE ilişkisi vardır.
- $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ ve $\beta_3 < 0$ durumunda x ile y arasında ters N şeklinde bir ÇKE ilişkisi vardır (Dinda, 2004: 440-441).

Çalışmada, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, GSYH ve GSYH'nin karesi olmak üzere dört değişken ele alınmıştır.

Çalışmanın analizinde kullanılan değişkenler ve değişkenlere ait açıklamalar Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Değişkenler ve Açıklamaları

Değişkenler	Kısaltmalar	Açıklama	Veri Kaynağı	Dönem
Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	CO ₂	Metrik Ton	Energy Information Administration (EIA)	1980-2010
Kişi Başına Düşen Gayrisafi Yurt İçi Hasıla	GDP	Dolar	Dünya Bankası	1980-2010
Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi	EC	kWh	Dünya Bankası	1980-2010

B. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi ve reel GSYH arasındaki uzun dönem ilişkisi ile bu değişkenler arasındaki dinamik nedensellik ilişkisi panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu amaçla ilk olarak çalışmada kullanılan değişkenlere ait serilerin durağanlıkları panel birim kök testleri ile analiz edilmiştir. Panelde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin olup olmadığını test etmek için panel eşbütünleşme testleri uygulanmıştır. Daha sonra DOLS tahmincisi kullanılarak uzun dönem katsayıların tahmini elde edilmiştir. Son olarak çalışmada kullanılan değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığı panel VECM nedensellik testi ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda panel verilerde durağanlık sınaması için kullanılan testler ile panel eşbütünleşme, eşbütünleşme tahmin yöntemleri ve panel VECM nedensellik testi açıklanmıştır.

1. Panel Birim Kök Testleri

Bir zaman serisinin istatistiksel analizi yapılmadan önce, kurulacak modelde kullanılacak olan serilerin zaman içerisinde durağan olup olmadığını araştırılması gerekmektedir. Durağanlığın sınamasında kullanılan en yaygın yol birim kök testidir.

Levin-Lin-Chiu (LLC, 2002) testi her bireysel seriye ayrı ayrı birim kök testi uygulamak yerine toplanmış yatay kesit veri setine birim kök testi uygulayarak her bir yatay kesit birim için bireysel birim kök testlerine göre daha güçlü bir panel birim kök testi önermektedir. LLC testinin, panel veri setinin birim kök içerdiğini ifade eden boş (0) hipotezi ($H_0 : p = 0$); panel veri setinin birim kök içermediğini sınavan alternatif hipotezi ($H_1 : p < 0$) şeklinde kurulmaktadır. LLC (2002) çalışmasında aşağıdaki gibi bir modeli dikkate almaktadır:

$$\Delta Y_{it} = \rho Y_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta Y_{it-L} + \alpha_{mi} d_{mt} + \varepsilon_{it} \quad m = 1,2,3 \quad (2)$$

IPS (2003) testi, verileri birleştirmek yerine her bir yatay kesite ilişkin zaman serilerine ayrı ayrı birim kök testi uygulamasıdır. Diğer bir deyişle IPS testinde H_0 hipotezi ρ 'nin değil de ρ_i 'lerin her biri için durağanlık sınavına izin vermektedir. IPS testinin, her bir yatay kesitin birim kök içerdiğini ifade eden boş hipotezi ($H_0 : \rho_i = 0$) ve yatay kesitlerin en az bir tanesinin birim kök içermediğini (durağan olduğunu) ifade eden alternatif hipotezi ($H_1 : \rho_i < 0$) şeklinde kurulmaktadır. Eğer boş hipotezi reddedilirse serilerden en az bir ya da bir kaçının durağan olduğu sonucuna ulaşılır. IPS (2003) testi, aşağıdaki gibi trendli ve sabitli her bir yatay kesit verisi için ayrı ayrı ADF regresyon denkleminde dayanmaktadır.

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \rho_i Y_{it-1} + \sum_{L=1}^{p_i} \theta_{iL} \Delta Y_{it-L} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Breitung (2000), standart t istatistiklerinin kullanılabilmesi için regresyonlar hesaplanmadan önce veri dönüştürerek diğer panel birim kök testlerinden ayrılmaktadır. Breitung (2000) panel birim kök testi aşağıdaki gibidir:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^{p+1} \beta_{ik} X_{i,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Maddala-Wu (1999), Fisher temelli bir panel ADF birim kök testine dayanır. Fisher ADF testi temel olarak her bir yatay kesit birimi içerisinde bir birim kök için test istatistiklerinin p-değerlerinin bir bileşimine dayanmaktadır. Testte, serinin bütün zaman serilerinin birim kök içerdiğini (yani durağan olmadığını) ifade eden boş hipotezi ve bazı seriler durağan iken bazılarının durağan olmadığını ifade eden alternatif hipotezi şeklinde kurulmaktadır. Bu test parametrik olmayan ve $2N$ (N =yatay kesit birim veya ülkelerin sayıları) serbestlik dereceli ki-kare dağılımına sahiptir. Ki-kare değişkeninin özelliğini taşıyan test istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln(pi) \rightarrow X_{2N}^2 \quad (5)$$

2. Panel Eşbütünleşme Testleri

Eşbütünleşme testi, seriler arasında uzun dönem denge ilişkisinin var olup olmadığının incelendiği bir süreci temsil etmektedir. Pedroni (1999, 2004), eşbütünleşme analizlerinde heterojenliğe izin veren birkaç tane test önermiştir. Bu testler iki kategoriye ayrılmaktadır. Birinci kategoride, grup zaman serilerindeki yatay kesitler arasında ayrı ayrı hesaplanan eşbütünleşme testlerinin ortalaması kullanılmaktadır. İkinci kategoride ise, istatistikler arasındaki ortalamalar yerine istatistikler gruplanmakta ve ortalama bir parça olarak gerçekleştirilmektedir. Pedroni eşbütünleşme testi, Engle-Granger testine dayanmakta olup durağan olmayan fakat serilerin I(1) yani birinci mertebeden durağan olduğu durumda geçerlilik arz etmektedir. Pedroni (1999, 2004) dördü grup içi (within), üçü gruplar arası (between) olarak yedi farklı eşbütünleşme istatistiği geliştirmiştir. Pedroni eşbütünleşme testi aşağıdaki denklemle açıklanabilir:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} X_{1it} + \beta_{2i} X_{2it} + \dots + \beta_{Mi} X_{Mit} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Kao (1999), Dickey Fuller (DF) ve Genelleştirilmiş Dickey Fuller (ADF) tipi testler olmak üzere panel veride eşbütünleşme testlerini iki şekilde ele almıştır. DF tipindeki testler aşağıdaki modelin tahmin edilen kalıntılarından hesaplanabilmektedir (Baltagi and Kao, 2000:13). Burada boş hipotez eşbütünleşmenin olmadığı ($H_0: \rho=1$) şeklinde kurulmaktadır.

$$y_{it} = x_{it}' \beta + z_{it}' \gamma + e_{it} \quad (7)$$

Johansen eşbütünleşme testi, Engle ve Granger yönteminin çok denklemlilik olarak genelleştirilmiş halidir. Johansen (1988) eşbütünleşme testinde aynı dereceden durağan olan serilerin denklem sistemi, sistemde yer alan her değişkenin düzey ve gecikmeli değerlerinin yer aldığı VAR (Vector Auto Regression) analizine dayanmaktadır. Denklem sistemi şu şekildedir:

$$\Delta X_t = \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k} + \Pi \Delta X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Johansen eşbütünleşme testinde seriler arasında eşbütünleşik bir ilişkinin var olup olmadığı iz (trace) ve özdeğer (maximum eigenvalue) istatistikleri kullanılarak araştırılmaktadır.

3. Panel Eşbütünleşme İlişkisi Tahmin Yöntemleri

Panel eşbütünleşme sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli ilişki bulunmuşsa, uzun ve kısa dönemli ilişkiler çeşitli yöntemlerle tahmin edilebilmektedir. Pedroni (2000, 2001) tarafından geliştirilen DOLS yöntemi eşbütünleşme testleri ilişkisinin varlığı durumunda bağımsız değişkenlere ait uzun dönem katsayıların tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. DOLS tahmincisi özellikle bağımsız değişkenler ve hata terimi arasındaki içsellik sorunundan kaynaklanan sapmaların giderilmesinde panel EKK tahmincisine göre daha etkindir. Pedroni (2001) tarafından önerilen DOLS tahmincisi aşağıdaki regresyon modeli ile tahmin edilmektedir:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \sum_{k=-K_i}^{K_i} \gamma_{ik} \Delta x_{it} + \mu_{it} \quad (9)$$

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 (9)'daki model her bir yatay kesit için tahmin edilmektedir. Panel DOLS tahmincisinde Newey-West yöntemi kullanılabilir. İkinci aşamada ise, her bir yatay kesite ait bu DOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayılarının aritmetik ortalaması alınarak panel eşbütünleşme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Nazlıoğlu, 2010:99).

$$\hat{\beta}_{GD} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta_{D,i}^* \quad (10)$$

4. Panel Nedensellik Testi

Standart Granger nedensellik testi ile tespit edilemeyen kısa ve uzun dönemli ilişkiler VECM ile tespit edilirken bunun yanında nedenselliğin kaynağı hem uzun hem de kısa dönem için ayrı ayrı tespit edilebilmektedir. Eğer değişkenler eşbütünleşik ise uzun dönemli nedensellik ilişkisinin tespiti için bir gecikmeli hata düzeltme terimi ile genişletilmiş VAR modeli kullanılarak VECM tahmin edilebilir.

VECM'ne dayalı Granger nedensellik sınaması aşağıdaki iki denklemin tahmin edilmesini gerektirir;

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \sum_{l=1}^m \beta_{il} \Delta Y_{it-l} + \sum_{l=1}^n \gamma_{il} \Delta X_{it-l} + \delta_i ECM_{it-l} + u_{it} \quad (11)$$

$$\Delta X_{it} = \alpha'_{it} + \sum_{l=1}^p \gamma_{it} \Delta X_{it-1} + \sum_{l=1}^q \phi_{it} \Delta Y_{it-1} + \phi_i ECM_{it-1} + v_{it} \quad (12)$$

Burada Δ ; fark operatörünü, ECM_{t-1} hata düzeltme terimini göstermektedir. Her bir değişkenin farkı alınarak kullanılması ortaya çıkan nedensellik ilişkisini durağan bir yapıya kavuşturmaktadır. Bu modelde hem kısa dönem hem de uzun dönem nedenselliğin varlığı sınanabilmektedir.

C. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Değişkenler arasında ortaya çıkması muhtemel sahte bir ilişkiiden kaçınmak için öncelikle CO₂ emisyonu, ekonomik büyüme ve elektrik tüketimi serilerinin durağanlığı panel veri çalışmalarında sıklıkla kullanılan birim kök testleri ile serilerin hem seviye hem de birinci farkları için incelenmiş ve test sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Panel Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Test	Seviye değeri	1. Fark Değeri
lnCO ₂	Levin, Lin & Chu	0.9927	0.0000*
	Breitung t-stat	0.9664	0.0000*
	Im, Pesaran ve Shin	0.7438	0.0000*
	ADF - Fisher Ki-Kare	0.0765	0.0000*
	PP - Fisher Ki-Kare	0.0369	0.0000*
lnGDP	Levin, Lin & Chu	0.2817	0.0000*
	Breitung t-stat	0.4250	0.0000*
	Im, Pesaran ve Shin	0.0002*	0.0000*
	ADF - Fisher Ki-Kare	0.0001*	0.0000*
	PP - Fisher Ki-Kare	0.9474	0.0000*
lnGDP ²	Levin, Lin & Chu	0.2037	0.0000*
	Breitung t-stat	0.3040	0.0000*
	Im, Pesaran ve Shin	0.0001*	0.0000*
	ADF - Fisher Ki-Kare	0.0000*	0.0000*
	PP - Fisher Ki-Kare	0.9461	0.0000*
lnEC	Levin, Lin & Chu	1.0000	0.0000*
	Breitung t-stat	1.0000	0.6496
	Im, Pesaran ve Shin	1.0000	0.0000*
	ADF - Fisher Ki-Kare	0.9999	0.0000*
	PP - Fisher Ki-Kare	0.9997	0.0000*

Not: Gecikme Uzunlukları Schwarz Bilgi Kriterine göre Otomatik Belirlenmiştir.

(*) İşareti Test İstatistiğinin %1 Önem Düzeyine Göre Anlamlılığını Temsil Etmektedir.

Değişkenlerin birim kök test sonuçları incelendiğinde bütün değişkenlerin seviye düzeyinde durağan olmadıkları ancak birinci farkları alındığında değişkenlerin % 1 önem düzeyinde durağanlaştıkları tespit edilmiştir. Panel birim kök testi sonuçlarına göre CO₂ emisyonu LLC, Breitung, IPS, ADF ve PP birim kök testlerine göre seviye düzeyinde birim kök içermektedir. CO₂ emisyonunun birinci farkı alındığında ise kullanılan beş birim kök testine göre % 1 önem düzeyinde durağanlaştığı tespit edilmiştir. GDP değişkeni LLC, Breitung ve PP birim kök testlerine göre seviye düzeyinde birim kök içermekte iken; IPS ve ADF birim kök testlerine göre ise seviye düzeyinde durağanlaştığı tespit edilmiştir. GDP'nin birinci farkı alındığında ise kullanılan beş birim kök testine göre %1 önem düzeyinde durağanlaştığı tespit edilmiştir. GDP² değişkeni LLC, Breitung ve PP birim kök testlerine göre seviye düzeyinde birim kök içermekte iken; IPS ve ADF birim kök testlerine göre ise seviye düzeyinde durağanlaştığı tespit edilmiştir. GDP²'nin birinci farkı alındığında ise kullanılan beş birim kök testine göre %1 önem düzeyinde durağanlaştığı tespit edilmiştir. Son olarak EC değişkeni LLC, Breitung, IPS, ADF ve PP birim kök testlerine göre seviye düzeyinde birim kök içermektedir. EC'nin birinci farkı alındığında ise kullanılan beş birim kök testine göre %1 önem düzeyinde durağanlaştığı tespit edilmiştir.

Değişkenlerin aynı seviyede durağan oldukları tespit edildikten sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki panel veri çalışmalarında en çok kullanılan eşbütünleşme testleri olan Pedroni, Kao, Johansen Fisher testleri yardımı ile incelenmiştir.

Tablo 4: Pedroni Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Grup İçi İstatistikler		
	İstatistik Değeri	Olasılık
Panel v-İstatistik	3.323453	0.0004*
Panel rho-İstatistik	-1.170036	0.1210
Panel PP-İstatistik	-3.905226	0.0000*
Panel ADF-İstatistik	-4.806935	0.0000*
Gruplar Arası İstatistikler		
	İstatistik Değeri	Olasılık
Grup rho-İstatistik	0.912982	0.8194
Grup PP-İstatistik	-3.345206	0.0004*
Grup ADF-İstatistik	-4.502115	0.0000*

Not: Gecikme Uzunlukları Schwarz Bilgi Kriterine göre Otomatik Belirlenmiştir.

(*), İşareti Test İstatistiğinin %1 Önem Düzeyine Göre Anlamlılığını Temsil Etmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde Pedroni eş-bütünleşme testinde kullanılan homojenliğe izin veren grup içi istatistiklerinden üç tanesi ile heterojenliğe izin veren gruplar arası istatistiklerden ise iki tanesinde serilerin eşbütünleşik olduğu tespit edilmiştir. Anlamlı olan bu istatistiklere göre değişkenler arasında en az bir eşbütünleşme vektörü vardır. Pedroni eşbütünleşme testinden sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Kao eşbütünleşme testi ile de incelenmiş sonuçları Tablo 5’te verilmiştir:

Tablo 5: Kao Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

	t-İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
ADF	-5.971278	0.0000*

Not: (*) İşareti Test İstatistiğinin %1 Önem Düzeyine Göre Anlamlılığını Temsil Etmektedir.

Tablo 5’te verilen Kao eş-bütünleşme testi sonucuna göre istatistik değeri olasılığının %1 önem düzeyinde anlamlı olması değişkenler eşbütünleşik değildir boş hipotezinin reddedilmesi, değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu belirten alternatif hipotezin kabul edilmesi anlamına gelmektedir.

Son olarak değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Johansen-Fisher testi yardımı ile de incelenmiş ve sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Johansen-Fisher Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları

Sıfır Hipotezi	İz Testinden Oluşturulan Fisher İstatistiği	Olasılık Değeri	Maksimum Özdeğer Testinden Oluşturulan Fisher İstatistiği	Olasılık Değeri
Hiç Reel Kök Yok	279.6	0.0000*	198.6	0.0000*
En Fazla Bir Reel Kök Var	134.4	0.0000*	86.43	0.0144**
En Fazla İki Reel Kök Var	94.26	0.0031*	77.02	0.0685

Not: (*) (**) İşareti Test İstatistiğinin %1 ve %5 Önem Düzeyine Göre Anlamlılığını Temsil Etmektedir.

Johansen-Fisher Panel eşbütünleşme testinde maksimum özdeğer ve iz kritik değerleri kullanılmaktadır. Tablo 6’da verilen test sonuçlarına göre hem maksimum özdeğer hem de iz testinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur boş hipotezinin %1 ve %5 önem düzeyinde reddedildiği görülmektedir.

Modelde kullanılan üç eşbütünleşme testinin sonuçları bir bütün olarak düşünüldüğünde çalışmada kullanılan CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi ve GSYH değişkenlerinin eşbütünleşik oldukları söylenebilir.

Değişkenler arasında kısa ve uzun dönem ilişkiyi test etmek için kurulacak VECM modeli için öncelikle DOLS tahmincisi ile elde edilen regresyonlar kurulmaktadır. Bu çalışmada kurulan DOLS tahmincisi sonuçları Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7’de yer alan sonuçlar incelendiğinde 30 OECD ülkesinden 22 tanesinde kişi başına elektrik tüketiminin kişi başına CO₂ emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Böylece elektrik tüketimindeki bir artış, beklenildiği gibi çevre kirliliği göstergesi olan CO₂ emisyonunu artırmıştır. Kişi başına elektrik tüketimindeki %1’lik artış kişi başına CO₂ emisyonunu Avustralya’da %0.89, Avusturya’da %0.98, Belçika’da %0.52, Şili ve Danimarka’da %0.39, Fransa’da %0.12, Yunanistan’da %0.55, Macaristan’da %0.38, İzlanda’da %0.29, İrlanda ve İsrail’de %1.08, İtalya’da %0.32, Japonya’da %0.73, Güney Kore’de %0.35, Hollanda’da %0.57, Yeni Zelanda’da %2.36, Norveç’te %0.72, Portekiz’de %0.83, İspanya’da %0.84, İsviçre’de %0.40, Türkiye’de %0.36 ve ABD’de ise %0,008 artırmaktadır. Bu oranlara bakıldığında kişi başına elektrik tüketimi sonucunda kişi başına CO₂ emisyonunu en fazla artıran ülke Yeni Zelanda (%2.36) iken kişi başına CO₂ emisyonuna en az katkısı olan ülke ise ABD (%0.008)’dir.

Tablo 7: Panel Eşbütünlüşme Tahmin Sonuçları

Ülkeler	Bağımlı Değişken: lnCO ₂				Eğrinin Şekli
	lnGDP	lnGDP ²	lnEC	C	
Avustralya	-4,30 (0.0115**)	0,21 (0.0108**)	0,89 (0.0000***)	16,46 (0.0252)	U şeklinde
Avusturya	-0,41 (0.7269)	0,01 (0.8426)	0,98 (0.0035***)	-3,67 (0.5908)	U şeklinde
Belçika	1,17 (0.2729)	-0,06 (0.2382)	0,52 (0.0026***)	-7,30 (0.1528)	Ters-U şeklinde
Kanada	5,06 (0.5443)	-0,24 (0.5529)	-0,42 (0.7095)	-19,49 (0.5420)	Ters-U şeklinde
Şili	1,24 (0.4568)	-0,06 (0.5777)	0,39 (0.0265**)	-9,54 (0.1578)	Ters-U şeklinde
Danimarka	3,49 (0.5052)	-0,18 (0.4620)	0,39 (0.8075)	-18,21 (0.2715)	Ters-U şeklinde
Finlandiya	3,35 (0.0240**)	-0,17 (0.0240**)	-0,20 (0.2358)	-12,76 (0.0528*)	Ters-U şeklinde
Fransa	-2,95 (0.0006***)	0,15 (0.0008***)	0,12 (0.2767)	15,70 (0.0002***)	U şeklinde
Almanya	0,59 (0.1680)	-0,03 (0.1354)	-0,48 (0.0085***)	4,00 (0.1665)	Ters-U şeklinde
Yunanistan	2,53 (0.0000***)	-0,13 (0.0000***)	0,55 (0.0001***)	-14,65 (0.0000***)	Ters-U şeklinde
Macaristan	-2,67 (0.0000***)	0,14 (0.0000***)	0,38 (0.0237**)	11,09 (0.0001***)	U şeklinde
İzlanda	7,21 (0.0000***)	-0,35 (0.0000***)	0,29 (0.0000***)	-37,92 (0.0000***)	Ters-U şeklinde

Tablo 7: (Devamı)

İrlanda	0,51 (0,2465)	-0,03 (0,1498)	1,08 (0,0000***)	-8,83 (0,0007***)	Ters-U şeklinde
İsrail	-4,58 (0,0115**)	0,25 (0,0139**)	1,08 (0,0009***)	13,87 (0,1077)	U şeklinde
İtalya	1,49 (0,0274**)	-0,08 (0,0308**)	0,32 (0,0000***)	-7,90 (0,0182**)	Ters-U şeklinde
Japonya	-0,23 (0,8805)	0,01 (0,9370)	0,73 (0,0011***)	-2,53 (0,7397)	U şeklinde
Güney Kore	1,05 (0,0347**)	-0,05 (0,0751*)	0,35 (0,0002***)	-6,08 (0,0081***)	Ters-U şeklinde
Lüksemburg	1,40 (0,0516*)	-0,06 (0,074*)	-1,58 (0,0001***)	10,12 (0,0156**)	Ters-U şeklinde
Meksika	-0,88 (0,2835)	0,06 (0,2244)	-1,09 (0,2383)	6,53 (0,087*)	U şeklinde
Hollanda	0,51 (0,2161)	-0,03 (0,1693)	0,57 (0,0000***)	-4,54 (0,0323**)	Ters-U şeklinde
Yeni Zelanda	-3,78 (0,0904*)	0,19 (0,0925*)	2,36 (0,0004***)	-0,20 (0,9748)	U şeklinde
Norveç	1,08 (0,7799)	-0,05 (0,7900)	0,72 (0,5925)	-11,21 (0,3691)	Ters-U şeklinde
Polonya	-2,07 (0,0205**)	0,11 (0,0517*)	-0,01 (0,9756)	12,07 (0,0531*)	U şeklinde
Portekiz	4,02 (0,0000***)	-0,23 (0,0000***)	0,83 (0,0000***)	-22,69 (0,0000***)	Ters-U şeklinde
İspanya	0,38 (0,4579)	-0,03 (0,2934)	0,84 (0,0000***)	-6,00 (0,033**)	Ters-U şeklinde
İsveç	11,89 (0,0249**)	-0,58 (0,0234**)	-1,17 (0,1171)	-48,07 (0,0277**)	Ters-U şeklinde
İsviçre	1,63 (0,0228**)	-0,08 (0,0164**)	0,40 (0,1308)	-9,77 (0,0101**)	Ters-U şeklinde
Türkiye	-0,07 (0,8474)	0,02 (0,4504)	0,36 (0,0001***)	-2,22 (0,1170)	U şeklinde
İngiltere	1,52 (0,0141**)	-0,08 (0,0106**)	-0,61 (0,0533*)	0,02 (0,9927)	Ters-U şeklinde
ABD	4,46 (0,1359)	-0,21 (0,1254)	0,008 (0,9839)	-20,27 (0,1194)	Ters-U şeklinde

Not: (*),(**) ve (***) Sırasıyla %10, %5 ve %1 Önem Düzeyine Göre Anlamlılığı Temsil Etmektedir.

Tablo 7'den bazı ülkelerde ÇKE hipotezini destekler sonuçlar da çıkmıştır. ÇKE hipotezine göre kişi başına gelirdeki bir artış kirlilik düzeyini başlangıçta artırmakta iken belli bir dönüm noktasından sonra artan gelirle birlikte çevresel kirliliğin azalacağı beklenmektedir. Çalışma sonuçlarına göre ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ülkeler Finlandiya, Yunanistan, İzlanda, İtalya, Güney Kore, Lüksemburg, Portekiz, İsveç, İsviçre ve İngiltere'dir. Belçika, Kanada, Şili, Danimarka, Almanya, İrlanda, Hollanda, Norveç, İspanya ve ABD ülkelerinde de ÇKE ilişkisi tespit edilmiş olup ancak değişkenlerin parametreleri anlamsız bulunmuştur.

Diğer taraftan, bazı ülkelerde ise gelirdeki artışla birlikte kirlilik düzeyinin önce azaldığı, belli bir dönüm noktasından sonra ise artan gelirle birlikte kirlilik düzeyinin arttığı görülmektedir. Gelir düzeyi ve kirlilik emisyonu arasında U şeklinde tanımlanan böyle bir ilişkiye Avustralya, Avusturya, Fransa, Macaristan, İsrail, Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, Polonya ve Türkiye’de rastlanmıştır.

Çalışmada uygulanan eş-bütünleşme testi sonucunda değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisi bulunduğundan dolayı, nedensellik ilişkisi hata düzeltme modeline dayalı (VECM) Granger Nedensellik testi yardımıyla incelenmiştir. Ele alınan değişkenler arasındaki kısa dönemli dinamik davranışları saptamak için kullanılan vektör hata düzeltme modelleri aşağıdaki gibidir:

$$\Delta \ln CO_{2it} = b_{1i} + \sum_{p=1}^k b_{11ip} \Delta \ln CO_{2it-p} + \sum_{p=1}^k b_{12ip} \Delta \ln GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k b_{13ip} \Delta \ln EC_{it-p} + \phi_{1i} ECM_{it-1} + u_{1it} \quad (13)$$

$$\Delta \ln GDP_{it} = b_{2i} + \sum_{p=1}^k b_{21ip} \Delta \ln CO_{2it-p} + \sum_{p=1}^k b_{22ip} \Delta \ln GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k b_{23ip} \Delta \ln EC_{it-p} + \phi_{2i} ECM_{it-1} + u_{2it} \quad (14)$$

$$\Delta \ln EC_{it} = b_{3i} + \sum_{p=1}^k b_{31ip} \Delta \ln CO_{2it-p} + \sum_{p=1}^k b_{32ip} \Delta \ln GDP_{it-p} + \sum_{p=1}^k b_{33ip} \Delta \ln EC_{it-p} + \phi_{3i} ECM_{it-1} + u_{3it} \quad (15)$$

Denklemlerde; (Δ) değişkenin birinci dereceden fark operatörünü, ECM hata düzeltme terimini ve ρ gecikme sayısını göstermektedir. Φ_{1i} , Φ_{2i} ve Φ_{3i} sırasıyla ΔCO_2 , ΔGDP ve ΔEC ’nin uzun dönem ilişkisini gösteren hata düzeltme terimlerinin katsayılarını temsil etmektedir. $\Delta \ln CO_{2it-p}$, $\Delta \ln GDP_{it-p}$ ve $\Delta \ln EC_{it-p}$ kısa dönem dinamiklerini göstermekte, önlerinde yer alan katsayılar da kısa dönem ilişkilerini yansıtmaktadır. Son olarak t ; zamanı, u_{it} ; otokorelasyonlu olmayan hata terimlerini göstermektedir.

Modelde kullanılan hata terimi verisi (Φ) aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$\hat{ECM}_{it} = \ln CO_{2it} - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}_{1i} \ln GDP_{it} - \hat{\beta}_{2i} \ln EC_{it} \quad (16)$$

Modele dahil edilen bir gecikmeli hata teriminin (Φ) katsayısının negatif ve anlamlı olması değişkenler arasında oluşacak arazi bir şokun etkisinin uzun dönemde düzeleceği ve değişkenlerin birlikte yürüyüşlerinin tekrar dengeye geleceği anlamına gelmektedir. Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki ise, Wald testi yardımı ile araştırılan bağımsız değişken ve gecikmeli değerlerinin tümünün katsayılarının sıfıra eşit olduğu boş hipotezine karşılık, araştırılan bağımsız değişken veya gecikmeli değerlerinden en az birinin sıfırdan farklı olduğu alternatif

hipotezi ile belirlenmektedir. Boş hipotezinin reddedilmesi araştırılan bağımsız değişkenden bağımlı değişkene doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Tablo 8’de VECM sonuçları yer almaktadır.

Tablo 8: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Sonuçları

BAĞIMLI DEĞİŞKEN		BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER (Kısa Dönemli Nedensellik)			ECT (Uzun Dönemli Nedensellik)	
		$\Delta \ln CO_2$	$\Delta \ln GDP$	$\Delta \ln EC$		
$\Delta \ln CO_2$	Ki-Kare değeri	-	10.53	5.42	Katsayı	-0.644431
	Olasılığı	-	0.0323*	0.2466	Olasılık değeri	0.0000**
$\Delta \ln GDP$	Ki-Kare değeri	5.89	-	15.94	Katsayı	-0.481995
	Olasılığı	0.2072	-	0.0031**	Olasılık değeri	0.3121
$\Delta \ln EC$	Ki-Kare değeri	4.11	16.55	-	Katsayı	-0.272563
	Olasılığı	0.3903	0.0024**	-	Olasılık değeri	0.0000**

Not: Tüm değişkenler için 4 gecikme uzunluğu dikkate alınmıştır.

(*), (**) İşaretleri Sırasıyla Test İstatistiğinin %5 ve %1 Önem Düzeyine Göre Anlamlılığını Temsil Etmektedir.

CO₂ emisyonu, GSYH ve elektrik tüketimi arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada, VECM ile değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişki incelenmiştir. Tablo 8 incelendiğinde CO₂ değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelde CO₂’nin gecikmeli değerleri, GDP’nin gecikmeli değerleri ile EC değişkeninin gecikmeli değerleri ve DOLS tahmincisi ile oluşturulan hata terimi serisinin bir gecikmeli değerleri bağımsız değişken olarak modelde yer almaktadır. Model kurulduktan sonra Wald testi yardımı ile EC değişkeninin gecikmeli değerlerinin tamamının sıfıra eşit olduğu boş hipotezi ($EC-1=EC-2=EC-3=EC-4=0$) ile EC değişkeni veya gecikmeli değerlerinden an az biri sıfıra eşit değildir alternatif hipotezi test edilmiştir. Wald testi sonucunda ki-kare istatistik değerinin 0.05’ten büyük olması, boş hipotezin reddedilemediği anlamına gelir. Bu durum kısa dönemde EC’den CO₂’ye doğru bir nedensellik olmadığı şeklinde yorumlanır.

Bu modelde GDP değişkeninin CO₂ üzerindeki kısa dönem nedenselliğini incelemek için de Wald testi kurulmuştur. Testte GDP değişkeni ve gecikmeli değerlerinin tamamının sıfıra eşit olduğu boş hipotezi ($GDP-1=GDP-2=GDP-3=GDP-4=0$) ile GDP değişkeni veya gecikmeli değerlerinden an az biri sıfıra eşit değildir alternatif hipotezi test edilmiştir. Wald testi sonucunda ki-kare istatistik değerinin 0.05’ten küçük olması, boş hipotezin reddedildiği anlamına gelir. Bu durum kısa dönemde GDP’den CO₂’ye doğru bir nedensellik olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Aynı modelde DOLS tahmincisi ile tahmin edilen regresyonlardan elde edilen hata terimlerinin bir gecikmeli değerleri parametresinin negatif ve anlamlı olması, kısa dönemde değişkenler arasında oluşabilecek bir şokun etkisinin uzun dönemde düzeleceğini ifade eder. Hata terimi parametresinin 0.64 olması kısa dönemde oluşan bir dengeden sapmanın bir dönemde yüzde 64'ünün düzeleceği şeklinde yorumlanır.

GDP değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelde, CO₂ değişkeninin gecikmeli değerlerinin tamamının sıfıra eşit olduğu (CO₂₋₁= CO₂₋₂= CO₂₋₃= CO₂₋₄=0) boş hipotezi ile CO₂ değişkeni veya gecikmeli değerlerinden an az biri sıfıra eşit değildir alternatif hipotezi test edilmiştir. Wald testi sonucunda ki-kare istatistik değerinin 0.05'ten büyük olması, boş hipotezin kabul edildiği anlamına gelir. Bu durum kısa dönemde CO₂'den GDP'ye doğru bir nedensellik olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Aynı modelde EC değişkeninin gecikmeli değerlerinin tamamının sıfıra eşit olduğu boş hipotezi ile EC değişkeni veya gecikmeli değerlerinden an az biri sıfıra eşit değildir alternatif hipotezi Wald testi yardımı ile incelenmiş ve testin olasılık değeri 0.01'den küçük olduğu için sıfır hipotezi kabul edilmemiştir. Bu durum ise, kısa dönemde EC'den GDP'ye doğru bir nedensellik olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Aynı modelde hata teriminin katsayısının negatif olması, kısa dönemde değişkenler arasında oluşabilecek bir şokun etkisinin uzun dönemde düzeleceği anlamına gelmektedir.

Son olarak EC değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelde ise CO₂ değişkeninin gecikmeli değerlerinin tamamının sıfıra eşit olduğu boş hipotezi ile CO₂ değişkeni veya gecikmeli değerlerinden an az biri sıfıra eşit değildir alternatif hipotezi test edilmiştir. Wald testi sonucunda ki-kare istatistik değerinin 0.05'ten büyük olması, boş hipotezin reddedilemediği anlamına gelir. Bu durum kısa dönemde CO₂'den EC'ye doğru bir nedensellik olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Aynı modelde GDP değişkeninin gecikmeli değerlerinin tamamının sıfıra eşit olduğu boş hipotezi ile GDP değişkeninin veya gecikmeli değerlerinden en az biri sıfıra eşit değildir alternatif hipotezi de test edilmiştir. Wald testi sonucunda ki-kare istatistik değerinin 0.01'den küçük olması, boş hipotezin reddedildiği anlamına gelmektedir. Bu durum kısa dönemde GDP'den EC'ye doğru bir nedensellik olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Aynı zamanda EC değişkeninin bağımlı değişken olduğu modelde DOLS ile oluşturulan hata serisinin katsayısının negatif ve parametresinin anlamlı olması değişkenler arasında kısa dönemde oluşacak bir şokun etkisinin uzun dönemde yok olacağı şeklinde yorumlanabilir. Hata terimi parametresinin 0.27 olması kısa

dönemde oluşan bir dengeden sapmanın bir dönemde yüzde 27'sinin düzeleceği şeklinde yorumlanır.

SONUÇ

Bu çalışmada, 30 OECD ülkesinde 1980-2010 dönemi için CO₂ emisyonunun bağımlı, GSYH ve elektrik tüketiminin açıklayıcı değişken olduğu model panel veri yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. İlk olarak çalışmada kullanılan değişkenlerin durağanlıklarını sınamak için panel birim kök testleri yapılarak, bu serilerin durağan olup olmadığına bakılmıştır. Son olarak, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki ve nedensellik ilişkisinin olup olmadığını tespit edebilmek için panel eşbütünleşme ve panel VECM nedensellik testi uygulanmıştır.

Çalışmada 30 OECD ülkesinde 1980-2010 yılları arasında modelde kullanılan verilere ait serilerin durağanlıklarını test etmek için panel veri çalışmalarında en çok başvurulan panel birim kök testlerinden olan LLC, IPS, Breitung ile Maddala-Wu birim kök testleri kullanılmıştır. Değişkenlerin birim kök test sonuçları incelendiğinde bütün değişkenlerin seviye düzeyinde durağan olmadıkları ancak birinci farkları alındığında değişkenlerin %1 önem düzeyinde durağanlaştıkları tespit edilmiştir.

30 OECD ülkesinde modelde kullanılacak serilerin birim kök testlerinin ardından Pedroni, Kao, ve Johansen-Fisher eşbütünleşme testleri yapılmıştır. Yapılan eşbütünleşme testlerinde, test istatistikleri anlamlı olduğu için uzun dönemde CO₂ emisyonu, GSYH ve elektrik tüketimi değişkenleri arasında ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

OECD ülkeleri için panel eşbütünleşme parametrelerinin tahmini DOLS tahmincisi ile yapılmıştır. DOLS tahmincisi ile tahmin edilen regresyonlardan 20 ülkede ÇKE hipotezini destekleyen sonuçlar ortaya çıkmıştır. ÇKE hipotezine göre kişi başına gelirdeki bir artış kirlilik düzeyini başlangıçta artırmakta iken belli bir dönüm noktasından sonra artan gelirle birlikte çevrenin büyümeden ayrı düşünülmemeyeceği anlayışının yerleşmesiyle çevresel kirliliğin azalacağı beklenmektedir. Çalışma sonuçlarına göre ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ülkeler Finlandiya, Yunanistan, İzlanda, İtalya, Güney Kore, Lüksemburg, Portekiz, İsveç, İsviçre, İngiltere, Belçika, Kanada, Şili, Danimarka, Almanya, İrlanda, Hollanda, Norveç, İspanya ve ABD'dir.

Son olarak 30 OECD ülkesinde modeli oluşturan değişkenler arasında kısa dönem ve uzun dönem nedensellik ilişkisi panel VECM ile tespit edilmiştir. Bu testin sonuçlarına göre kısa dönemde GSYH'dan CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi; GSYH'dan elektrik tüketimine doğru ve elektrik tüketiminden GSYH'ya doğru çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Günlük yaşamda çok yoğun bir şekilde kullanılan ve üretim ve tüketim gibi ekonomik faaliyetlerle yakın ilişkisi olan elektrik enerjisi ülkelerin ekonomik ve sosyal gelişmelerinin sağlanmasında, ekonomik büyüme ve yaşam standartlarının yükseltilmesinde önemli bir role sahiptir. Ülkelerin elektrik kullanımı nüfus, sosyal ve ekonomik gelişme düzeyi, sanayileşme ve kentleşme seviyesi, teknolojik gelişmişlik gibi pek çok sosyo-ekonomik faktöre bağlı olarak şekillenmektedir. Çalışmada elektrik tüketiminden GSYH'ya doğru nedensellik ilişkisinin tespit edilmesi ekonominin enerjiye bağımlı olduğunu göstermektedir. Enerji tüketiminin büyük ölçüde ithalat ile karşılandığı ülkelerde enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ve ekonomik büyümenin enerji tüketimine bağımlılığının azaltılması yönünde alternatif enerji politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ekonomik büyümenin enerji tüketimine bağımlılığının azaltılmasında konut ve sanayi sektöründe enerji tasarrufuna gidilmesi ile enerjiyi daha az kullanan ve ekonomik büyümeyi aynı ölçüde etkileyen sektörlerin teşvik edilmesi gerekmektedir.

Elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı ilişki dolaylı olarak çevreyi de etkilemektedir. Ekonomik hayatın vazgeçilmez bir parçası olan enerji, üretim sürecine katılmakta ve ülkelerin milli hasılları arttıkça, enerji tüketimleri özellikle de elektrik enerjisi tüketimleri artmaktadır. Ekonomik büyümenin elektrik sektörüne bağlı olduğu sonucundan hareketle elektrik tüketimi önemli ölçüde fosil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu kaynakların üretimi ve tüketiminden kaynaklanan önemli miktarda CO₂ emisyonu ise havaya karışarak çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Ekonomik kalkınmanın sağlanmasında çevrenin de dikkate alınması gerekliliğinden hareketle ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma anlayışı daha temiz enerji kaynaklarından olan yenilenebilir enerjiye yönelik politikaların değerlendirilmesi ile mümkün olabilecektir.

KAYNAKÇA

- AGRAS, Jean; (1995), "Environment and Development: An Economic Analysis of Pollution, Growth and Trade", Unpublished Master's Thesis, ABD: Cornell University.
- AGRAS, Jean and Duane CHAPMAN; (1999), "A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis", **Ecological Economics**, 28, pp. 267-277.
- AKOVA, İsmet; (2008), **Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- APERGIS, Nicholas and James E. PAYNE; (2009), "CO₂ Emissions, Energy Usage and Output in Central America", **Energy Policy**, 37, pp. 3282-3286.
- ARI, Ayşe ve Fatma ZEREN; (2011), "CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi", **Yönetim ve Ekonomi**, 18(2), ss. 37-47.
- BALTAGI, Badi H. and Chihwa KAO; (2000), "Nonstationary Panels, Cointegration in Panels and Dynamic Panels: A Survey", **Center for Policy Research Working Papers 16**, Maxwell School, Syracuse University, Internet Address: <http://ideas.repec.org/p/max/cprwps/16.html>, Date of Access: 18.03.2013.
- BOOPEN, Seetanah and Neeliah HARRIS; (2012), "Energy Use, Emissions, Economic Growth and Trade: Evidence From Mauritius", **ICTI 2012**, pp. 1-29.
- BREITUNG, Jorg; (2000), "The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data", **Advances in Econometrics**, 15, pp. 161-178.
- CHEBBI, Houssein Eddine; (2009), "Long and Short-Run Linkages Between Economic Growth, Energy Consumption and CO₂", **Economic Research Forum, Working Paper 485**, Internet Address: <https://ideas.repec.org/p/erg/wpaper/485.html>, Date of Access: 25.04.2013.
- DINDA, Soumyananda; (2004), "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey", **Ecological Economics**, 49, pp. 431-455.
- FARHANI, Sahbi and Jaleddine Ben REJEB; (2012), "Energy Consumption, Economic Growth and CO₂ Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region", **International Journal of Energy Economics and Policy**, 2(2), pp. 71-81.
- GROSSMAN, Gene M. and Alan B. KREUGER; (1991), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", **NBER Working Paper, No. 3914**, Internet Address: <http://www.nber.org/papers/w3914.pdf>, Date of Access: 24.05.2013.

- GROSSMAN, Gene M. and Alan B. KREUGER; (1995), “Economic Growth and the Environment”, **The Quarterly of Journal Economics**, 110(2), pp. 353-377.
- HALICIOGLU, Ferda; (2008), “An Econometric Study Of CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey”, **Energy Policy**, 37, pp. 1156-1164.
- HAMIT-HAGGAR, Mahamat; (2012), “Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis From Canadian Industrial Sector Perspective”, **Energy Economics**, 34, pp. 358-364.
- HATZIGEORGIOU, Emmanouil; Heracles POLATIDIS; and Dias HARALAMBOPOULOS; (2011), “CO₂ Emissions, GDP and Energy Intensity: A Multivariate Cointegration and Causality Analysis for Greece, 1977-2007”, **Applied Energy**, 88, pp. 1377-1385.
- HOLTZ-EAKIN, Douglas and Thomas M. SELDEN; (1995), “Stoking the Fires? CO₂ Emissions and Economic Growth”, **Journal of Public Economics**, 57, pp. 85-101.
- IM, Kyung So; M. Hashem PESERAN and Yongcheol SHIN; (2003), “Testing For Unit Roots in Heterogeneous Panels”, **Journal of Econometrics**, 115(1), pp. 53-74.
- JALIL, Abdul and Syed F. MAHMUD; (2009), “Environment Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Cointegration Analysis for China”, **Energy Policy**, 37, pp. 5167–5172.
- JOHANSEN, Soren; (1988), “Statistical Analysis of Co-Integrating Vectors”, **Journal of Economic Dynamics and Control**, 12(2-3), pp. 231–254.
- KAO, Chihwa; (1999), “Spurious Regression and Residual-Based Tests for Co-integration in Panel Data”, **Journal of Econometrics**, 90, pp. 1-44.
- KINACI, Bahar; Nalan Albuz PEHLİVAN ve Güneş SEYHAN; (2011), **Turizm ve Çevre (Çevre Koruma)**, Ankara: Pegem Akademi.
- LEAN, Hooi Hooi and Russell SMYTH; (2010), “CO₂ Emissions, Electricity Consumption and Output in ASEAN”, **Applied Energy**, 87, pp. 1858-1864.
- LEVIN, Andrew; Chien-Fu LIN and Chia-Shang James CHU; (2002), “Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties,” **Journal of Econometrics**, 108, pp. 1–24.

- MADDALA, G.S. and Shaowen WU; (1999), "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and A New Simple Test", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 62, pp. 631-652.
- MENEGAKI, Angeliki N.; (2011), "Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model With Evidence for Neutrality Hypothesis", **Eneyg Economics**, 33, pp. 257-263.
- MENYAH, Kojo and Yemane WOLDE-RUFANEL; (2010), "Energy Consumption, Pollutant Emissions and Economic Growth in South Africa", **Energy Economics**, 32, pp. 1374-1382.
- NAZLIOĞLU, Şaban; (2010), "Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma", Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- NIU, Shuwen; Yongxia DING; Yunzhu NIU; Yixin LI and Guanghua LUO; (2011), "Economic Growth, Energy Conservation and Emissions Reduction: A Comparative Analysis Based On Panel Data For 8 Asian-Pacific Countries", **Energy Policy**, 39, pp. 2121-2131.
- OZTURK, İlhan; (2010), "A Literature Survey on Energy-Growth Nexus", **Energy Policy**, 38, pp. 340-349.
- PALABIYIK, Hamit; (2004), "Uluslararası Ticaret ve Çevre: Dünya Ticaret Örgütü Üzerine Açıklamalar", iç. Mehmet C. MARIN ve Uğur YILDIRIM (Ed.), **Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetmel Perspektifler**, İstanbul: Beta Basım, ss.246-267.
- PAYNE, James E.; (2010), "Survey of the International Evidence on the Causal Relationship Between Energy Consumption and Growth", **Journal of Economic Studies**, 37, pp. 53-95.
- PEDRONI, Peter; (1999), "Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors", **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 61, pp. 653-670.
- PEDRONI, Peter; (2000), "Fully-Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels", **Advances in Econometrics**, 15, pp. 93-130.
- PEDRONI, Peter; (2001), "Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels", **Review of Economics and Statistics**, 83, pp. 727-731.
- PEDRONI, Peter; (2004), "Panel Cointegration, Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the Purchasing Power Parity Hypothesis", **Econometric Theory**, 20(3), pp. 597-625.

- SELDEN, Thomas M. and Daqing SONG; (1994), “Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution?”, **Journal of Environmental Economics and Management**, 27(2), pp. 147-162.
- SHAFIK, Nemat and Sushenjit BANDYOPADHYAY; (1992), **Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence**, Background Paper for World Development Report, Washington: The World Bank Publications.
- SHAHBAZ, Muhammad; Mihai MUTASCU and Parvez AZIM; (2013), “Environmental Kuznets Curve in Romania and the Role of Energy Consumption”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 18, pp. 165-173.
- SOYTAS, Uğur and Ramazan SARI; (2009), “Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member”, **Ecological Economics**, 68, pp. 1667-1675.
- STERN, David I.; (2004), “Environmental Kuznets Curve”, **Encyclopedia of Energy**, 2, pp. 517-525.
- SURI, Vivek and Duane CHAPMAN; (1998), “Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve”, **Ecological Economics**, 25, pp. 195-208.
- TIWARI, Aviral; (2011), “Primary Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth: Evidence from India”, **South East European Journal of Economics and Business**, 6(2), pp. 99-117.
- UĞURLU, Örgen; (2009), **Çevresel Güvenlik ve Türkiye’de Enerji Politikaları**, İstanbul: Örgün Yayınevi.
- WANG, S.S.; D.Q. ZHOU; P. ZHOU and Q.W. WANG; (2011), “CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis”, **Energy Policy**, 39, pp. 4870-4875.
- YANDLE, Bruce; Maya VIJAYARAGHAVAN and Madhusudan BHATTARAI; (2002), “The Environmental Kuznets Curve”, **PERC Research Study 02-1**, pp. 1-24.
- ZHANG, Xing-Ping and Xiao-Mei CHENG; (2009), “Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China”, **Ecological Economics**, 68, pp. 2706–2712.

