

İmalat Sanayi, Enerji Kullanımı ve Çevre Kirliliği Arasındaki Bağlantı: Türkiye'de Bir İnceleme

Çetin İZGİ
cetin.izgi@igdir.edu.tr
0009-0003-3175-3286

Araştırma Makalesi

DOI:...

Geliş Tarihi: 07.11.2023

Kabul Tarihi: 19.11.2023

Atf Bilgisi

İzgi, Ç. (2023). İmalat Sanayi, Enerji Kullanımı ve Çevre Kirliliği Arasındaki Bağlantı: Türkiye'de Bir İnceleme, *Ahi Evran Akademi*, 4(2), 35-46

Öz

Ülkelerin temel amaçlarından birisi ekonomik büyümelerini maksimum seviyeye çıkarmaktır. Fakat ülkeler, ekonomik büyüme hedefini gerçekleştirirken başlangıçta tek amaçları büyüme olduğundan dolayı çevresel problemleri dikkate almazlar. Bu sebeple de çevresel sorunlar her geçen gün artmaya başlamıştır. Bu artış ile birlikte küresel ısınma, iklim değişikliği gibi problemlerin ortaya çıkması araştırmacıların çevresel sorunlar üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu bağlamda çalışmada Türkiye özelinde çevre kirliliği, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve imalat sanayi arasındaki ilişki 1990-2014 dönemi içerisinde ele alınmıştır. Çevre kirliliği göstergesi olarak karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme için gayri safi yurtiçi hâsıla ve imalat sanayi için sanayi üretim endeksi verileri kullanılmıştır. Ayrıca mevcut çalışma Çevresel Kuznets hipotezini test etmektedir. Çalışmada ekonometrik analiz olarak Augmented Dickey Fuller ve Philips-Perron birim kök testleri, Johansen Eşbütünleşme ve FMOLS ve CCR testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve imalat sanayinin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin pozitif yönlü olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Türkiye için Çevresel Kuznets hipotezinin geçerli olduğu yani Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisinin ters U şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, İmalat Sanayi, Çevre Kirliliği.

The Link Between Manufacturing Industry, Energy Use and Environmental Pollution: A Review in Turkey

ABSTRACT

One of the main goals of countries is to maximize their economic growth. However, when countries realize their economic growth target, they do not take environmental problems into account since their only goal is growth at the beginning. For this reason, environmental problems have started to increase day by day. With this increase, the emergence of problems such as global warming and climate change has led researchers to focus on environmental problems. In this context, in this study, the relationship between environmental pollution, economic growth, energy consumption and manufacturing industry in Turkey is discussed in the 1990-2014 period. Carbon dioxide emissions were used as indicators of environmental pollution, gross domestic product for economic growth, and industrial production index data for manufacturing industry. In addition, the current study tests the Environmental Kuznets hypothesis. Augmented Dickey Fuller and Philips-Perron unit root tests, Johansen Co-integration and FMOLS and CCR tests were applied as econometric analysis in the study. According to the results obtained, it is understood that the effects of economic growth, energy consumption and the manufacturing industry on environmental pollution are positive. In addition, it has been concluded that the Environmental Kuznets hypothesis is valid for Turkey, that is, the Environmental Kuznets Curve in Turkey is in an inverted U shape.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Manufacturing Industry, Environmental Pollution

Giriş

Ülkeler küreselleşmeyle birlikte köklü bir değişim sürecine girmişlerdir. Bu değişim sürecinde ekonomik büyüme ve kalkınmayı hedefleyen ülkeler çeşitli stratejiler uygulayarak doğal sermayenin aşırı kullanımına sebep olmuşlardır. Bu sebeple de ekosistemde dengesizliğe yol açmışlardır. Dünya ekonomisi her geçen gün ekonomik büyüme ve kalkınma için daha fazla çabalarken Uluslararası Enerji Ajansı fosil yakıt kullanımında artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu kullanımdan dolayı fiyat artışları da ülkelerin enerji bağımlılığını ortaya koymaktadır.

Karbondioksit, çevre kirliliği göstergelerinin en önemlilerinden bir tanesi olan sera gazları içerisinde en büyük paya sahip olan ve doğaya hızla yayılan bir gaz türüdür. Karbondioksit emisyonu ise termal radyasyonun atmosferden çıkmasına izin veremeyerek sera gazı oluşumunu ortaya çıkaran atmosferin en

önemli bileşenlerinden birisidir (Keskin, 2019). Çevre kirliliğini tetikleyen birçok unsur vardır. Bunlardan bir tanesi fosil yakıt temelli enerji tüketimidir. Fosil yakıt kullanımı sadece Türkiye'nin değil dünyanın enerji tüketiminde önemli bir yere sahiptir. Dünyada fosil yakıtların kullanımı, karbondioksit emisyonunu artırarak doğal sermayenin dengesini bozmaktadır. Karbondioksit içeren birincil fosil yakıtların yanmasıyla birlikte birincil sera gazı denilen karbondioksit emisyonu ortaya çıkmaktadır (Altıntaş, 2013). Birincil fosil yakıtların karbondioksit emisyonunun yaydığından dolayı kullanımının sınırlandırılıp yerine rüzgâr güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ekonomik büyüme ve kalkınma için temel bir ilke olarak ileri sürülmektedir (Altıntaş, 2013).

Uluslararası rekabetin artmasıyla birlikte imalat sanayiinin de ülkelerde çevresel sorunları artırdığı tespit edilmiştir. Çevre kirliliği, ekosistemde doğal dengenin bozulması ve bununla birlikte insan kaynaklı ekolojik zararlar olarak ifade edilmektedir. Sanayi faaliyetleri çevre kirliliği üzerinde önemli bir baskı uygulamaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte ülkeler bilinçsiz bir şekilde üretimlerini gerçekleştirirken ekonomik büyüme sağlamışlardır. Ancak çevresel bozulmaları da olumsuz yönde etkilemişlerdir.

Sanayi ve enerji kullanımını sağlayan faaliyetlerin sonucunda çevre kirliliğini artıran gazlar ortaya çıkmaktadır. Sanayinin organik ve inorganik olan kirleticilerden kaynaklanan gazlar atmosfere yayılarak çevre kirliliği artmaktadır. Bu durumun sebebi ise fosil yakıt temelli enerji kullanımı ve sanayi faaliyetlerinin çevreyi göz ardı ederek üretimi gerçekleştirmeleridir.

Sanayi sektörünün üretimleri sonucunda ortaya çıkan çevreye ve insan sağlığına doğrudan ya da dolaylı olarak salınması tehlikeli olarak ifade edilen atıklar da çevresel problemlere yol açmaktadır. Ciddi bir sorun olan endüstriyel atık su boşaltan sanayi sektörleri ise şunlardır; gıda, kâğıt, kimya, petrol, otomotiv sanayi bölgeleri, içki, metalürji tesisleri.

Sanayileşme çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmuş olsa da sanayi sektöründe üretim teknikleri açısından yenilikçi ve teknolojik değişimler yapılması sonucunda çevre ile uyumlu bir ekonomik büyüme ve kalkınma sağlanmış olacaktır. Sanayi sektörü, ekonomik kalkınma aşamasında ülkeler için büyük bir önem arz etmektedir (Özer, 2017:20).

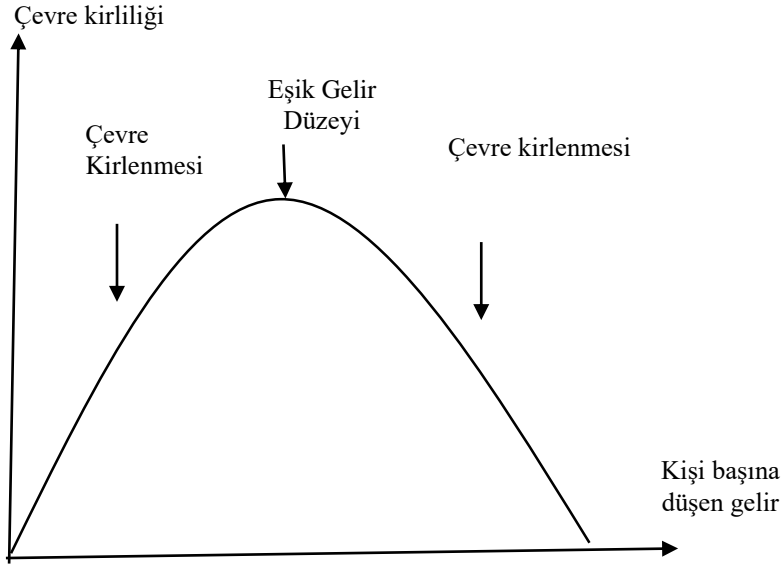
Bu doğrultuda mevcut çalışmada 1990-2014 yılları arasında Türkiye için ekonomik büyüme, imalat sanayiinin ve ülkenin enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ek olarak Türkiye için Çevresel Kuznets Hipotezi'nin doğruluğu test edilecektir. Çalışmada çevre kirliliği göstergesi olarak karbondioksit emisyonu, imalat sanayi göstergesi olarak ise imalat sanayi üretici endeksi, ekonomik verileri olarak ise gayri safi yurtiçi hasıla ele alınmıştır. Türkiye'nin ekonomik büyüme, imalat sanayi ve enerji tüketimi verileri incelendiğinde dalgalı bir seyir izlediği anlaşılmaktadır. Ayrıca ilgili literatür gözden geçirildiğinde ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların çok fakat imalat sanayiinin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin azınlıkta olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple çalışmaya imalat sanayi verileri de eklenerek çeşitli politika önermeleriyle desteklenmesi sonucunda Türkiye özelinde, genel literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Teorik Çerçeve

Simon Kuznets (1955) tarafından ekonomik büyümenin gelir dağılımı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, kişi başına düşen gelir ile gelir dağılımı arasındaki ilişki ters U şeklinde ifade edilmiştir. 1990'lı yıllarda ise Kuznets'in hipotezine benzer olarak Grossman ve Kruger tarafından yapılan çalışmada çevre kirliliği ile kişi başına gelir arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulguya göre çevre kirliliği ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışma, Kuznets'in hipotezinden esinlendiği için söz konusu hipotezin adı Çevresel Kuznet Eğrisi olmuştur.

Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre, ülkeler ekonomik kalkınma sürecinin başlangıcında doğal kaynakların kullanım oranı ve atık düzeyi çok yüksek seviyededir. Fakat ülkeler ekonomik kalkınma süreçlerinde ilerleme kat ettikçe çevreye duyarlı teknoloji kullanımını artırmaktadır. Böylece ülkelerde

bilgi toplumuna geçiş sağlanmaktadır. Dolayısıyla da ülkelerde çevresel bozulmalar azalmaya başlayacaktır. Şekil 1'de Çevresel Kuznets Eğrisi gösterilmektedir.



Şekil 1. Çevresel Kuznets Eğrisi (Yandle, Bhattacharai ve Vijayaraghavan, 2004).

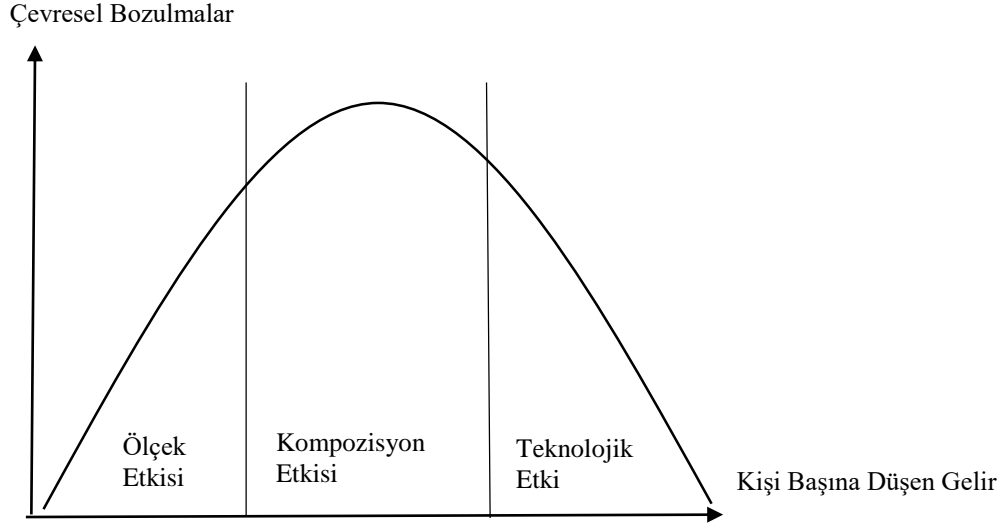
Şekil 1 incelendiğinde ülkeler eşik gelir düzeyine gelene kadar çevre kirliliğini artırmaktadır. Ancak bu düzeyden sonra ülkeler ekonomik büyümelerini artırırken çevre kirliliğini azaltmaya başlamaktadır. Bu durumun sebebi ise az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerin temel amacı üretimlerini artırmaktır ve bu yüzden de çevresel problemleri göz ardı etmektedirler. Söz konusu ülkeler eşik gelir düzeyine ulaştıklarında çevreye olan duyarlılıkları artacak ve çevre dostu teknolojiler ile üretimlerini gerçekleştireceklerdir. Böylece çevresel problemler azalmaya başlayacaktır. Çevresel Kuznets Eğrisi üzerinde eşik gelir düzeyine gelinceye kadar çevre kirliliği artışı söz konusu olmaktadır. Belirli bir refah düzeyi sağlandıktan sonra ise Çevresel Kuznets Eğrisi negatif bir eğim almaktadır (Dasgupta vd., 2002).

Kişi başına düşen gelir ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olmasının altında birçok sebep vardır. Bu sebeplerden bazıları, ülkelerin enerji kullanımlarının yoğun olması, çevreye duyarlılık artışı, üretim ve tüketim alışkanlıklarıdır (Piontkivska, 2000). Çevresel Kuznets Eğrisi'nin şeklinin nedeni üç faktörle açıklanmaktadır. Bunlar; ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknolojik etkidir.

Ölçek etkisi, ülkeler ekonomik büyümelerini gerçekleştirdikçe üretim ölçeğinde bir genişleme yaşanmaktadır. Üretim ölçeğinin genişlemesiyle birlikte ülkelerin çıktı miktarında artışlar meydana gelecek ve böylece ülkelerin doğal kaynak kullanımı ve hammadde kullanımı miktarında artış gözlemlenecektir. Daha fazla doğal kaynak ve hammadde kullanımı sonucunda ise çevresel bozulmalar artış gösterecektir. Yani ölçek etkisi ekonomik büyümenin gerçekleşmesiyle birlikte ülkelerin çevresel bozulmalara sebep olacağını ileri sürmektedir.

Kompozisyon etkisi, kişi başına gelir artışı ile çevre arasındaki ilişkinin olumlu yönde olduğunu açıklamakta yardımcı olmaktadır. Kompozisyon etkisine göre ülkeler ekonomik büyüme sağladıkça ülke ekonomisinin yapısı değişmektedir. Söz konusu yapı değişikliği ile birlikte de ülke tarım toplumundan sanayi toplumuna sanayi toplumundan da bilgi toplumuna doğru bir geçiş sağlamaktadır. Tarım toplumunda sanayi toplumuna geçiş gerçekleştirilirken ülke daha fazla kaynak kullanarak çevresel bozulmalara yol açmaktadır. Ancak ülke, sanayileştikçe ekonomik büyüme ve kalkınmayı gerçekleştirdiğinden dolayı çevreye olan bilinç artışıyla birlikte ülke sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişi sağlamaktadır. Bilgi toplumunda sanayi sektörüne göre daha az fiziksel sermaye ve daha fazla beşerî sermaye kullanılmaktadır. Fiziksel sermayenin görece olarak azalması, daha az doğal kaynak ve daha az hammadde kullanımı demek olduğundan dolayı çevresel bozulmalarda azalmalar meydana gelecektir (Başar ve Temurlenk, 2007: 2).

Teknolojik etki ise, ülkeler refah düzeyini artırdıkça Ar-Ge faaliyetlerini de artırmaktadır. Ülkeler ekonomik büyümelerini artırdıkça çevreye zarar veren teknolojiler yerine çevreye duyarlı teknoloji kullanımını da artıracaktır. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre, ülkelerin ekonomik büyüme sürecinin başlangıcında çevresel sorunların artmasına sebep olan ölçek ekonomisi geçerli olmaktadır. Söz konusu büyüme süreci ilerledikçe kompozisyon ve teknolojik etki daha baskın hale gelmektedir. Böylece çevresel bozulmalarda azalma meydana gelmektedir (Dinda, 2004). Şekil 2’de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin ters U şeklinde olmasını açıklayan etki kanalları gösterilmektedir.



Şekil 2. Çevresel Bozulmalar Üzerindeki Etki Kanalları (Shahbaz ve Sinha, 2019).

Literatür Taraması

Çalışmanın bu bölümünde çevre kirliliği, enerji tüketimi ve imalat sanayi arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalara yer verilmiştir. Ayrıca Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini test eden çalışmalarda gözden geçirilmiştir. Literatür incelendiğinde az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir ekonomik büyüme sağlamaları açısından çevre kirliliği, enerji tüketimi ve imalat sanayi arasındaki ilişki büyük bir önem arz etmektedir. Ancak çevre kirliliği ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple mevcut çalışma literatürden farklı olarak ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin yanı sıra imalat sanayinin çevre kirliliği üzerinde uyguladığı baskıyı incelemeyi amaçlamıştır.

Akbulut, Y., Gizem (2021) çalışmasında Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) ülkeleri üzerinde 2003-2014 döneminde karbon emisyonu, enerji tüketimi ve ticari açıklık arasındaki ilişki için panel gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır (ARDL) testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre enerji tüketiminin uzun dönemde anlamlı ve pozitif olduğu anlaşılmıştır. Ticari açıklığın ise uzun dönemde anlamlı fakat negatif olduğu, kısa dönemde ise anlamlı ve pozitif olduğu ileri sürülmüştür. Ek olarak çalışmada yer verilen nedensellik testi bulgularına göre enerji tüketiminden karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiş ve uzun dönemde karbon emisyonundan ticari açıklık ve enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu anlaşılmıştır. Tüm bunlara ek olarak enerji tüketimi ile ticari açıklık arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna erişilmiştir.

Akbostancı vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada sanayi sektörleri ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki Türkiye için 1995-2001 dönemi itibari ile ele alınmıştır. Çalışma 57 endüstriyi kapsamaktadır. Ayrıca çalışmanın sonuçları göre sanayi sektöründe enerji kullanımı artışının fazla olması sebebiyle bu durumun karbondioksit emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Alkhatlan ve Javid (2013) tarafından yapılan çalışmada Suudi Arabistan için 1980-2011 yılları arasında enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki için ARDL, koentegrasyon ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Ampirik bulgulara göre, kısa dönem ile uzun

dönem kıyaslandığında uzun dönemde karbondioksit emisyonunun gelir esnekliği yüksektir. Bu durum ise karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin pozitif yönlü olduğu anlamına gelmektedir.

Al – Mulalia vd. (2018) çalışmasında, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) için 1980-2008 dönemleri arasında enerji tüketiminin ve karbondioksit emisyonunun ekonomik ve finansal gelişimi üzerindeki etkisi, vektör otoregresif modeli ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, uzun dönem için enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu ile finansal gelişme arasında bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Ek olarak karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi ile ekonomik ve finansal gelişme arasında nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır.

Ang, J. B. (2008) çalışmasında, Malezya’da 1971-1999 dönemleri arasında enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre uzun dönem için karbondioksit emisyonu ve enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif yönde olduğu anlaşılmaktadır. Ek olarak ekonomik büyümeden enerji tüketimine pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Başar ve Temurlenk (2007) tarafından yapılan çalışmada, 1950-2000 dönemleri arasında Türkiye için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği sınanmıştır. Çalışmada regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olmadığı anlaşılmaktadır. Gelir ile karbon emisyonu arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinde olduğu gibi ters U şeklinde değildir. Enerji tüketiminin kullanımından dolayı ortaya çıkan emisyon ile gelir arasında ters-N şeklinde bir ilişki tespit edilmiştir.

Bayar vd. (2021) çalışmasında, Avrupa Birliği (AB) ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketiminin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkileri panel eşbütünleşme ve nedensellik testi ile incelemiştir. Analize göre, geri dönüşümün karbondioksit emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Fakat nedensellik testi; geri dönüşüm oranı, yenilenebilir enerji kullanımı ve karbondioksit emisyonu üzerinde önemli bir etkinin olmadığını açıklamaktadır.

Cheikh vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, MENA (Orta Doğu ve Kuzey Afrika) bölgesi için karbondioksit emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, doğrusal olmayan yumuşak geçişli regresyon (PSTR) analizi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre karbondioksit emisyonunun enerji kullanımı ve ekonomik büyümeye doğrusal olmayan bir tepki verdiği tespit edilmiştir. PSTR analizinde içsel olarak tahmin edilen belirli bir gelir seviyesinde azalması anlamına gelen enerji kullanımının karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisi için U şeklinde bir model bulunmuştur. Ek olarak sonuçlara göre ekonomik büyümenin daha yüksek enerji kullanımına sebep olmasıyla birlikte karbondioksit emisyonunun önemli ölçüde artmakta olduğu ortaya konulmuştur.

Grossman ve Krueger (1995) tarafından yapılan çalışmada, 42 ülke için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi araştırılmıştır ve çalışmada panel veri analizi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyümenin başlangıcında çevresel bozulmaları artırdığı ve bu sürecin devamında çevresel bozulmaların azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak çalışm literatürdeki çalışmalar ile benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Karamelikli ve Kesgingöz (2015) tarafından yapılan çalışmada, 1960-2011 yılları arasında Türkiye’de enerji tüketimi, dış ticaret ile ekonomik büyümenin karbondioksit emisyonunu etkilemesi, ARDL testi ile sınanmıştır. Elde edilen ampirik bulgulara göre dış ticaret ile ekonomik büyümenin uzun dönem için çevresel bozulmanın arttığı sonucunu elde etmişlerdir.

Magazzino vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada; Çin, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için güneş, rüzgâr enerjisi tüketimi, kömür tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki nedensellik testi ile sınanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ABD ve Çin’de karbondioksit emisyonlarında bir azalma söz konusu iken Hindistan’da karbondioksit emisyonunda artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Ek olarak Çin ve ABD’nin sürdürülebilirliğinin Hindistan’a göre daha

iyi olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma, Hindistan'ın kömüre olan bağımlılığının azaltılması gerektiğini ileri sürmektedir.

Richmond ve Kaufmann (2006) tarafından yapılan çalışmada, enerji tüketimi, gelir ve karbon emisyonu için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği test edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişki ülkelerin kalkınmışlık düzeyleri ile ilgili olduğu anlaşılmıştır. OECD ülkeleri için gelir ve kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına karbon emisyonu için hesaplanan dönüm noktası daha düşük seviyelerdedir. Fakat OECD üyesi olmayan ülkeler için gelir ile enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasında herhangi bir ilişki söz konusu olmadığı anlaşılmaktadır. Tersine söz konusu ülkeler için bu ilişkinin pozitif yönlü olduğu tespit edilmiştir.

Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından yapılan çalışmada, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği araştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, gelirin bütün çevresel kirlilik göstergelerini etkilediği ve başlangıçta artan gelire birlikte su kirliliği hariç tüm kirlilik göstergelerinin kötüye gittiği sonucuna varılmıştır. Çalışmaya göre sadece su kirliliğinin gelir arttıkça monoton olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Xu ve Lin (2021) tarafından yapılan çalışmada, Çin için imalat sanayinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada ekonometrik analiz olarak regresyon modeli uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kentleşmeyle birlikte ülkenin karbondioksit emisyonu oranının yükseldiği tespit edilmiştir. Ayrıca ülkenin enerji tüketim yapısı daha çok kömür temelli olduğu için enerji tüketiminin de çevresel bozulmaları artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ampirik literatür incelendiğinde çalışmaların sonuçlarının birbirleriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Yani ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve imalat sanayinin çevresel bozulmaları artırdığı ileri sürülmektedir.

Veri Model ve Yöntem

Çalışmanın bu kısmında Türkiye için 1990-2014 dönemi itibari ile çevre kirliliğinin önemli etkileyenleri olan ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve imalat sanayi arasındaki ilişkinin test edilmesi ve Türkiye'de Çevresel Kuznets hipotezinin geçerliliğinin test edilmesi amacıyla kurulan model, kullanılan veri seti ve yöntemler tanıtılmaktadır.

Türkiye'nin söz konusu verileri incelendiğinde değişkenlerin dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Literatür gözden geçirildiğinde Türkiye için çevre kirliliği, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve imalat sanayi arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmaların azınlıkta olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple çalışmada Türkiye ele alınarak konu üzerinde araştırma yapılmıştır. Ayrıca çalışmada istatistiksel teknik olarak Johansen Eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Modele ait değişkenlerin tanımları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Modeldeki Değişkenlerin Tanımları

Değişkenler	Tanımlar
lnCO₂	Karbondioksit emisyonu, fosil yakıt kullanımı ile çimento arzından oluşan emisyonudur. Katı, sıvı ve gaz yakıtların tüketimi ile gaz yakılması esnasında ortaya çıkan karbondioksiti temsil etmektedir. Veri kaynağı: World Bank Indicator
lnGdp	2015 sabit fiyatlar ile bir ülkedeki yerleşiklerin katma değeri olarak ifade edilmektedir. Veri kaynağı: World Bank Indicator
lnEuse	Ülke başına ortalama kişi başına enerji kullanımını temsil etmektedir. Veri kaynağı: World Bank Indicator
lnMi	Hammadde ya da bir ara mamülün işlenerek mal üretme işlemlerinin bütünü olarak ifade edilmektedir. Veri kaynağı: TÜİK

Kaynak: World Bank Indicator ve TÜİK veri tabanlarından yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Genel olarak ifade edilmesi gerekirse, $\ln\text{CO}_2$; çevre kirliliği göstergesi olarak karbondioksit emisyonunu, $\ln\text{Gdp}$; ekonomik büyümeyi, $\ln\text{Euse}$; enerji tüketimini, $\ln\text{mi}$; imalat sanayini temsil etmektedir.

Zaman serileri analizinde kullanılan yöntemlerde değişkenlerin durağan olmasına bakılmaktadır. Bir zaman serisi, ortalaması ile varyansı zaman içinde değişmiyorsa dönem arasındaki kovaryansı bu kovaryansın hesaplandığı döneme değil de sadece iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı ise durağandır (Gujarati, 1999, s.713). Durağan olmayan zaman serileriyle tahmin edilen modellerde sahte regresyon sorunuyla karşılaşılması sebebiyle (Granger ve Newbold, 1974), elde edilen sonuçlar, gerçek ilişkiyi yansıtmamaktadır. Böyle bir durumda t ve F istatistikleri geçerliliğini kaybetmektedir. Dolayısıyla, durağan olmayan zaman serileri ile yapılan regresyon analizlerinin anlamlı olabilmesi ve gerçek ilişkileri yansıtmaması için zaman serileri arasında herhangi bir eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olması ile mümkün olmaktadır (Gujarati, 1999). Mevcut çalışmada kurulan model:

$$\ln\text{CO}_2t = \beta_0 + \beta_1 \ln\text{Gdp}_t + \beta_2 \ln\text{Euse}_t + \beta_3 \ln\text{Mit}_t + \mu_t \quad (1)$$

şeklindedir.

Kurulan modelde yer alan $\ln\text{CO}_2$ karbondioksit emisyonunu, $\ln\text{Gdp}$ ekonomik büyümeyi, $\ln\text{Euse}$ enerji kullanımını, $\ln\text{Mi}$ imalat sanayiye ve ut ise hata terimini göstermektedir. Model tam logaritmik formda kurulmuştur. Ayrıca dönemler itibari ile karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. Çalışmada değişkenlerin durağanlık düzeyleri önce, Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi kullanılarak sınanmıştır. Daha sonra bu testin sonuçlarının karşılaştırılması için Phillips-Perron testi ile sınanmıştır. Dickey-Fuller (DF) testi, üç regresyon denklemine dayalı olarak yapılmaktadır:

$$\Delta Y_t = \alpha Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t \quad \tau - \text{istatistiği (trend ve sabit yok)} \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \vartheta + \alpha Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t \quad \tau\theta - \text{istatistiği (sabitli)} \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \vartheta + \beta t + \alpha Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta Y_{t-j} + \epsilon_t \quad \tau - \text{istatistiği (sabitli ve trendli)} \quad (4)$$

Bu testlerin sonucunda ADF istatistikleri MacKinnon kritik değerleriyle karşılaştırılarak; sıfır hipotezi ($H_0: \gamma=0$), alternatif hipoteze karşı ($H_1: \gamma \neq 0$) test edilmektedir. Sıfır hipotezi serinin durağan olmama durumunu yani birim köke sahip olduğunu, alternatif hipotez ise serinin durağan olduğunu göstermektedir.

Literatürde ADF testi zayıf kabul edildiğinden dolayı Phillips-Perron (PP) birim kök testi ile de sonuçlar desteklenmeye çalışılmıştır. Trend içeren serilerde, Phillips-Perron (PP) testi, ADF testinden daha güçlü olduğu ileri sürülmektedir.

Eş bütünleşme analizi Engle-Granger ya da Johansen eş bütünleşme testleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Normalleştirme seçimini kendiliğinden ele almasından, eş bütünleşme vektörü üzerine konulan kısıtların sınanmasına olanak sağlamasından ve Engle-Granger testinde rastlanan belirsizliği barındırmamasından dolayı analizlerde Johansen eşbütünleşme testi daha çok benimsenmektedir (Göktaş vd., 2018: 47). Yukarıda ifade edilen üstünlüklerinden dolayı araştırmada Engle-Granger testi yerine Johansen eş bütünleşme testinin kullanılmasına karar verilmiştir. Johansen'in yöntemi VAR modelini esas almaktadır. Buna göre VAR modeli şu şekilde yazılabilir (Greene, 2012: 965-966):

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + B x_t + u_t \quad (5)$$

Yukarıdaki eşitlik VEC modeli şeklinde ifade edilirse aşağıdaki gibi yazılır.

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Omega_i \Delta Y_{t-i} + B x_t + u_t \quad (6)$$

$$\Pi = \sum A_i - I, \Omega_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j \quad (7)$$

Yukarıdaki eşitlikte yt vektöründe parametrelerin eş bütünleşme koşullarını sağlaması için $\text{rank}(\Pi)=r < k$ olması gerekmektedir. Eşitlikte $\Pi=\alpha\beta$ α ve β biçiminde $k \times r$ matrisi yer almaktadır. Burada α ayarlama hızını β eşbütünleşme vektörünü ifade etmektedir (Johansen, 1991).

Johansen eşbütünleşme testinde değişkenler arasında eş bütünleşik vektör sayısı, iz (trace) ve maksimum öz değer istatistikleri yardımı ile ele alınmaktadır. İz öz değer istatistikinin sıfır hipotezi, birbirinden farklı eş bütünsel vektörlerin sayısı r 'ye eşit r 'den az olduğu hipotezi yani alternatif hipotezi test etmektedir. Maksimum öz değer istatistiği, farklı eş bütünsel vektörlerin sayısı r 'ye eşit ve ondan az olduğu hipotezine karşı $r+1$ kadar eş bütünleyen vektör olduğu hipotezi sınamaktadır (Kutlar, 2009: 384-385).

$$(\lambda_{iz}) = -T \sum_{p=r+1} \ln(1 - \lambda_i) \quad (8)$$

$$(\lambda_{maks}) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (9)$$

Yapılan eş bütünleşme testi sonucunda iz ve öz değer istatistiklerinin kritik değerlerden yukarıda olması durumunda sıfır hipotezi reddedilmiş varsayılmaktadır. Elde edilen bu sonuç değişkenlerin eş bütünleşik olduğunu ileri sürmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 589). Johansen eşbütünleşme testi ile seriler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespitinden sonra, bu ilişkinin yönü ve şiddeti, serilerin $I(1)$ 'de başka bir deyişle birinci dereceden farkta durağan olma şartına dayanan FMOLS ve CCR yöntemleri ile test edilmiştir. Uzun dönemde ilişkinin katsayılarının yorumlanmasına imkân sağlaması, küçük örneklerde güvenilir sonuçlar vermesi ve içsellik sorununu çözmesi gibi avantajlarından ötürü bu yöntemler araştırmacılar tarafından çok sık tercih edilmektedir (Işık, vd., 2004: 336). Belirtilen avantajlarından dolayı bu araştırmada da seriler arasında tespit edilen uzun dönemli ilişkinin tahmininde FMOLS ve CCR yöntemlerine başvurulmuştur.

Ampirik Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde analizden elde edilen bulgulara yer verilerek yorumlanmıştır. Tablo 2'de Türkiye için ele alınan seriler tarafından belirlenen tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Tablo 2. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	C02	GDP	Enerji Tüketimi	İmalat Sanayi Sektörü
Ortalama	3.444394	4.80E+11	1234.181	52.59396
Medyan	3.316114	4.15E+11	1178.380	42.43334
Maksimum	4.410763	8.15E+11	1583.676	94.12840
Minimum	2.581889	2.89E+11	947.7552	32.39184
Standart Sapma	0.611936	1.56E+11	206.9028	18.89078
Çarpıklık	0.233240	0.640369	0.333128	0.770122
Basıklık	1.693796	2.310356	1.856448	2.348262
Jarque-Bera	2.003931	2.204063	1.824592	2.913662
Olasılık Değeri	0.367157	0.332196	0.401601	0.232973
Gözlem	25	25	25	25

Çalışmadaki serilerle ilgili istatistikler incelendiğinde ortalamanın en yüksek olduğu değişken enerji tüketimi iken en düşük ortalamaya sahip değişken ise CO2'dir. Ortalamadan sapmalarla birlikte risk unsuru olarak ifade edilen en yüksek standart sapmaya sahip değişkenin enerji tüketimi olduğu

gözlenmektedir. Jarque-Bera olasılık değerinin 0,05'ten büyük olması serinin normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir. Tablo 2'de görüldüğü üzere değişkenler 0,05'ten büyüktür. Dolayısıyla seriler normal dağılım göstermemektedir. Basıklık ve çarpıklıkta da seriler normal dağılım göstermemektedir. Normal dağılım eğrisinin ne kadar dik veya basık olduğunu gösteren basıklık katsayısı 3'ten küçüktür. Çarpıklık katsayıları ise pozitifdir. Analizin devamında değişkenlerin durağan olup olmama durumunu test eden birim kök testlerinden ADF ve PP testleri uygulanmıştır. ADF ve PP testlerinin sonuçları Tablo 3'teki gibidir.

Tablo 3. ADF ve PP birim kök testleri

Değişkenler	ADF			PP		
	Sabit	Sabitli ve Trendli	Sabit, 1.farkında	Sabit	Sabitli ve Trendli	Sabit, 1.farkında
CO₂	-0.741604	-3.015409	-5.603239***	-0.478050	-3.061855	-7.041724***
GDP	0.399252	-2.150727	-4.898813***	0.463636	-2.225508	-4.898813***
EUSE	-0.386417	-2.875114	-5.384755***	-0.168624	-2.875114	-5.616621***
MI	0.432408	-2.074442	-4.696475***	0.669475	-2.074442	-4.696226***
Kritik Değerler						
% 1	-3.737853	-4.394309	-3.752946	-3.737853	-4.394309	-3.752946
% 5	-2.991878	-3.612199	-2.998064	-2.991878	-3.612199	-2.998064
% 10	-2.635542	-3.243079	-2.638752	-2.635542	-3.243079	-2.638752

Tablo 3 gözden geçirildiğinde H₀ hipotezi reddedilememektedir. Yani parametrelerin I (0) düzeyinde değil de I (1) düzeyinde durağan olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum tabloda yer alan değişkenler arasında eşbütünlük olup olmadığını araştırmanın gerekliliğini ifade etmektedir. Eşbütünlüğün varlığı ise Johansen Eşbütünlük testi ile sınımlanmıştır. Johansen Eşbütünlük testi Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 4. Johansen Eşbütünlük Testi Sonuçları

İz Testi				Maksimum Özdeğer Testi			
H ₀	H ₁	Test istatistiği	Olasılık değeri	H ₀	H ₁	Test istatistiği	Olasılık değeri
r=0	r≥1*	72.85220	0.0001	r=0	r≥1*	39.56257	0.0009
r≤1	r=2*	33.28963	0.0190	r≤1	r=2*	20.05483	0.0702

Tablo 4'e göre iz ve maksimum özdeğer testleri sonuçlarına göre %10 anlamlılık düzeyinde iki tane eşbütünlük olduğu tespit edilmiştir. Modelin eşbütünlük ilişkisinin tespit edilmesinden sonra değişkenler arasındaki ilişki FMOLS, CCR yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Modelin FMOLS ve CCR yöntemi ile test edilmesi sonucunda elde edilen bulgular tablo 5'teki gibidir.

Tablo 5. FMOLS ve CCR Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken	FMOLS			CCR		
	lnGDP	lnEUSE	lnMI	lnGDP	lnEUSE	lnMI
lnCO ₂	-1.956093	8.463257	1.881219	-1.775647	7.436655	1.781927

Tablo 5 gözden geçirildiğinde değişkenler arasında %10 anlamlılık düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Yani ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve imalat sanayinin çevre kirliliğinin göstergesi olan karbondioksit emisyonunu pozitif yönde etkilediği anlaşılmaktadır. Ayrıca Türkiye için Çevresel Kuznets hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç ve Değerlendirme

1990-2014 dönemi verileri ile Türkiye örneği için yapılan mevcut çalışma, karbondioksit emisyonu gayri safi yurtiçi hasıla, enerji tüketimi ve imalat sanayi verileri kullanılarak, ADF, PP birim kök testleri ile durağanlığı test edilmiş ve sabitli birinci farkında durağan olduğu anlaşılmıştır. Uygun koşullar sağlandığı için Johansen Eşbütünleşme testi ile model test edilmiştir. Eşbütünleşme testi sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşmenin var olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla da değişkenlerin katsayı tahminleri FMOLS ve CCR yöntemleri ile test edilmiştir.

Çalışmada imalat sanayinin önemine vurgu yapılmaya çalışılmıştır. Sebebi ise Türkiye’de çevre kirliliğinin sebeplerinden biri olan imalat sanayi çalışmalarında gözden kaçırılmış bir değişken olduğundan dolayı literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir. Analizden elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyümenin, enerji tüketiminin ve imalat sanayinin çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin pozitif yönde olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda Türkiye için Çevresel Kuznets hipotezinin geçerli olduğu anlaşılmaktadır.

Analizin sonuçlarından da anlaşılacağı üzere sadece Türkiye için değil dünya çapında çevresel bozulmaların azaltılması gerekmektedir. Bu sebepten dolayı ülkelerin imalat sanayi üretiminde kullandığı enerji kaynağının fosil yakıt temelli değil de yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlaması ve bu bağlamda hem ekonomik büyümeyi gerçekleştirirken hem de çevresel bozulmaları azaltması gerekmektedir. Aynı zamanda çevresel bozulmaların azaltılması için hükümetlerin de ortak bir çevresel kirlilik kotası koyarak aşımarda kirlilik vergisi almak ülkeler için çevre kirliliğinde caydırıcı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca sanayi sektörü için yenilikçi stratejiler geliştirilmedir. Böylece çevresel bozulmaların ve tahribatın artırılmasının önüne geçilmesi mümkün olabilecektir.

Çevre kirliliğinin kaynağının nerede kullanıldığı çevre kalitesinin stabilize edilmesi açısından önemlilik arz etmektedir. Bu sebeple imalat sanayinin ve bu sektörde kullanılacak enerjinin kaynağının ne olması gerektiğiyle ilgili hükümlere büyük bir görev düşmektedir. Ülkenin var olan teknoloji seviyesi göz önünde bulundurularak, çevresel bozulmaların hangi ölçüde kontrol edileceği ve çevre kirliliğinin hangi optimum ölçüde olması gerektiğine hükümetler karar vermelidir. Ayrıca bu kirliliğe hangi çözüm yollarının kullanılması yine hükümet tarafından karar verilmelidir. Tüm bunlara ek olarak çevresel bozulmalar sebebiyle meydana gelen ek maliyetlerin ülkede nasıl bölüşülmesi gerektiği politika yapıcılar tarafından üzerinde durulması gereken başka bir konudur. Son olarak ülkenin ekonomik gücü göz önünde bulundurularak üretimde çevre dostu teknolojiler kullanılmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Kaynakça

Akbostancı, E., Tunç, G., İ., Türüt A. S. (2011), “CO2 Emissions of Turkish Manufacturing Industry: A Decomposition Analysis”, Applied Energy, 88(6).

- Alkhathlan, K. & Javid M. (2013), “Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in Saudi Arabia: an Aggregate and Disaggregate Analysis”, *Energy Policy*, 62, 1525–1532.
- Al- Mulalia, Usama, C. & Sab, C. N. B. (2018), “Energy Consumption, CO2 Emissions, and Development in the UAE”, *Energy Sources Part B: Economics, Planning and Policy*.
- Altıntaş, H. (2013), “Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(1), 263-294.
- Ang, James, B. (2008), “Economic Development, Pollutant Emissions and Energy Consumption in Malaysia”, *Journal of Policy Modelling*, 30, 271–278.
- Başar, S., & Temurlenk, M. S. (2007), “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”, *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2002). “Confronting The Environmental Kuznets Curve”, *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), 147-168.
- DEK-TMK (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi) (2012), “Enerji Raporu 2012”, DEK-TMK Yayın No: 0021/2012, Ankara.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455.
- Granger, C.W.J. & Newbold, P. (1974), “Spurious Regressions in Econometrics”, *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis* (7. bs.). Pearson Education: Boston.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995), “Economic Growth and The Environment”, *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-357.
- Göktaş, P., Pekmezci, A. & Bozkurt, K. (2018). *Ekonometrik Serilerde Uzun Dönem Eşbütünleşme ve Kısa Dönem Nedensellik İlişkileri*, Gazi Kitabevi: Ankara.
- Gujarati, D. N. (1999). *Basic Econometrics*, (3. Bs.), Literatür Yayıncılık: İstanbul.
- Işık, D., Acar, D. & Işık, H. B. (2004). Enflasyon ve Döviz Kuru İlişkisi: Bir Eşbütünleşme Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (2),-. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduibfd/issue/20842/223422>
- Johansen, S. (1991), “Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models”, *Econometrica*, 59(6), 1551-1580.
- Johansen, S. (1988), “Statistical Analysis of Cointegration Vectors”, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12 (2-3), 231-254.
- Johansen, S. (1995), “A Statistical Analysis of Cointegration for I(2) Variables”, *Econometric Theory*, 11, 25-59.
- Johansen, S. & Juselius K. (1990), “Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to The Demand for Money”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210.

- Jordan, A. C. & Eita, J. H. (2007), "Export and Economic Growth in Namibia: A Granger Causality Analysis", *South African Journal of Economics*, 75(3), 540- 547.
- Karamelikli, H. & Kesgingöz H. (2015), "Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO2 Emisyonu Üzerine Etkisi", *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 7-17.
- Keskin A. (2019), "CO2 Emisyonunu Etkileyen Faktörler: Avrupa Birliği Örneği", *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5), 361-370.
- Kutlar, A. (2009). *Uygulamalı Ekonometri (3.b.)*, Nobel Yayın Dağıtım: Ankara.
- Magazzino, C., Mele, M. & Schneider, N. (2021), "A Machine Learning Approach on the Relationship among Solar and Wind Energy production, Coal Consumption, GDP, and CO2 Emissions", *Renewable Energy*, 167, 99-115.
- UNIDO Industrial Development Report (2011), "Industrial Energy Efficiency for Sustainable Wealth Creation: Capturing Environmental, Economic and Social Dividends".
- Piontkivska, I. (2000), *Is Economic Growth A Cause or Cure for The Environmental Degradation: Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Kiev-Mohyla Academy, Kiev, Ukrayna.
- Richmond, A. K., & Kaufmann, R. K. (2006), "Is There A Turning Point In The Relationship Between Income And Energy Use and/or Carbon Emissions?", *Ecological Economics*, 56(2), 176-189.
- Sevüktekin, M. & Çınar, M. (2017), *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı*, (5.bs.), Dora Yayınevi: Bursa.
- Shafik, N. & Bandyopadhyay, S. (1992), "Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Section Evidence", *Policy Research Working Paper No. Wps904*, The World Bank, Washington DC, USA.
- Shahbaz, M., & Sinha, A. (2019). "Environmental Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Literature Survey", *Journal of Economic Studies*, 46(2).
- Özer, S. (2007). *Sürdürülebilir Kalkınma Sürecinde Çevre Yönetim Sistemleri Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- Öztürk, L. (2007), *Sürdürülebilir Kalkınma*. İmaj Yayınevi: Ankara.
- Tunç, Tülin (2007). *Üretkenlik-İstihdam İlişkisi: Türkiye İmalat Sanayii Üzerine Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.
- Xu, B., Lin, B. (2021), "Investigating Spatial Variability of CO2 Emissions in Heavy Industry: Evidence from A Geographically Weighted Regression Model". *Energy Policy*, 149.
- Yandle, B., Bhattarai, M. & Vijayaraghavan, M. (2004), "Environmental Kuznets Curves: A Review of Findings, Methods, and Policy Implications", *Perc Research Study*, Cilt: 2(1), 1-38.
- Yıldız, G.A. (2021), "OPEC Üyesi Orta Doğu Ülkelerinde CO2 Emisyonu, Enerji Tüketimi ve Ticari Açıklık: Panel ARDL Yaklaşımı", *Ataturk University Journal of Economics & Administrative Sciences*, 35(1), 83-102.