

Avrasya Ekonomik Birliğine Üye Ülkeler ve Türkiye’de CO₂ Emisyonu Belirleyicilerinin İncelenmesi: 2000-2018

Türker BATMAZ (<https://orcid.org/0000-0002-0360-6302>), *Eskişehir Osmangazi University, Turkey;* turkerbtmz@gmail.com

Burcu YÜRÜK (<https://orcid.org/0000-0001-6922-6161>), *Uşak University, Turkey;* burcu.yuruk@usak.edu.tr

Investigation of CO₂ Emission Determinants in the Member Countries of the Eurasian Economic Union and Turkey: 2000 2018

Abstract

In this study, taking into account the data of the Eurasian Economic Union member countries (Russian Federation, Kazakhstan, Belarus, Kyrgyzstan, and Armenia) and Turkey between the years 2000-2018, the relationship between carbon dioxide emissions, per capita income, and electrical energy consumption has been analysed by applying a random effect, fixed effect and generalised method of moments, which are the panel data methods. This study, which examines the Eurasian Economic Union and Turkey, which is expected to be a member in the future, is guided by its empirical results in terms of directing the energy policies of the selected country group. According to the empirical findings obtained from the analysis, the increase in electrical energy consumption increases carbon dioxide emissions.

Keywords : CO₂ Emission, Electric Energy Consumption, Panel Data Method.

JEL Classification Codes : C23, Q43, Q50.

Öz

Bu çalışmada Avrasya Ekonomik Birliğine üye ülkeler (Rusya Federasyonu, Kazakistan, Belarus, Kırgızistan ve Ermenistan) ile Türkiye'nin 2000-2018 yılları arasındaki verileri dikkate alınarak; karbondioksit emisyonu, kişi başına düşen milli gelir ve elektrik enerjisi tüketimi arasındaki ilişki panel veri yöntemlerinden olan tesadüfi etkiler, sabit etkiler ve genelleştirilmiş momentler ile analiz edilmiştir. Avrasya Ekonomik Birliği ve gelecekte üyesi olması beklenen Türkiye'nin birlikte incelendiği bu çalışma seçili ülke grubunun enerji politikalarına yön vermesi noktasında ampirik sonuçlarıyla yol gösterici niteliktedir. Analizden elde edilen ampirik bulgulara göre; elektrik enerjisi tüketimindeki artış karbondioksit emisyonunu artırmaktadır.

Anahtar Sözcükler : CO₂ Emisyonu, Elektrik Enerjisi Tüketimi, Panel Veri Yöntemi.

1. Giriş

İnsanoğlu ilk çağlardan bu yana çevre ile etkileşim halinde olmuştur. Yaşam standartlarını yükseltmek için gerçekleştirdiği faaliyetler zaman içerisinde çeşitlilik kazanmış ve bu durum çevrenin kıt kaynakları üzerinde önemli bir baskı yaratmıştır. Özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonraki hızlı kalkınma süreci, kontrolsüz nüfus artışı, hızlı yapılanma ve endüstriyel gelişmeler doğal kaynakların bilinçsizce tüketimini artırmıştır. Buna bağlı olarak çevresel tehditler arasında önemli bir yer tutan karbondioksit emisyon seviyesi de artış göstermiştir. Ekonomik büyüme, kentleşme, hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeyle birlikte artan enerji tüketimi karbondioksit emisyonunun başlıca nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Toplumların nihai amacı olan refah düzeyini yükseltmek için mal ve hizmet kapasitesinin niceliksel olarak artırılması gerekmektedir. Mal ve hizmet üretimi için gerekli olan üretim girdileri emek, sermaye, doğal kaynaklar ve enerjiden oluşmaktadır. Serbest mal¹ olarak tanımlanan doğal kaynaklar diğer üretim girdilerinin aksine doğada hazır halde bulunmaktadırlar. Üretim faaliyetleri içerisinde maliyetsiz şekilde yer alan söz konusu doğal kaynakların aşırı ve bilinçsiz tüketimi kaynak dağılımında dengesizlikler yaratarak çevresel sorunların ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Sınırsız insan ihtiyaçlarının kıt kaynakları optimum şekilde kullanarak karşılanması noktasında ekonomik faaliyetler çevreden bağımsız bir şekilde değerlendirilemez. Söz konusu kaynakların optimum şekilde kullanımı Sanayi Devrimi sonrasında gelişen teknoloji ve sermaye yoğun üretimle birlikte daha verimli hale gelmiştir. Ancak bu durum doğal kaynak kullanımını azaltırken enerjiye olan ihtiyacı artırmıştır. Nitekim sermaye yoğun üretimin gelişmeye başladığı dönem olan sanayi devrimi çevresel sorunların da artmaya başladığı dönem olarak kabul edilmektedir. Sanayi devrimi ile artan makineleşme enerji tüketimini artırmakta ve bu durum hava, su ve toprak kirliliği gibi temel çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Özellikle 1970'lerde yaşanan petrol krizine kadar önemi ihmal edilen enerji ekonomik büyümenin ön koşulu olarak karşımıza çıkmakta ve günümüzde önemli bir üretim girdisi olarak kabul edilmektedir. Dünya enerji görünümü raporuna göre 2040 yılı itibarıyla küresel ekonomide %150 oranında büyüme ve enerji talebinde ise %30 oranında bir artış öngörülmektedir (EIA, 2015: 6).

Enerji talebindeki artış özellikle Türkiye gibi enerji açısından dışa bağımlı olan ülkelerin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemektedir. Enerji konusundaki dışa bağımlılık bu ülkelerin enerji üretim ve tüketim tercihlerini fosil yakıtlardan yana kullanmalarına neden olmaktadır. Fosil yakıt kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan zararlı maddeler başta hava, su ve toprak kirliliği olmak üzere uzun vadede küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi birçok çevresel problemin ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır. Fosil yakıtların yaygın bir şekilde kullanılmasıyla elde edilen enerjinin ulaşım, ısı ve endüstri başta olmak üzere pek çok sektörde üretim girdisi olarak kullanılması ile artış gösteren karbondioksit emisyonunun

¹ *Doğada serbestçe ve bol miktarda bulunan, sahip olmak için herhangi bir bedel ödenmesine ya da çaba harcanmasına gerek duyulmayan mallardır.*

küresel ısınma üzerindeki etkisi azımsanamayacak düzeydedir. Yine EIA verileri doğrultusunda 2030 yılına kadar enerji kaynak kullanımına dayalı karbondioksit miktarının yaklaşık %50 oranında artması beklenmektedir (EIA, 2015: 7).

Karbondioksit emisyonuna yola açan belirleyicilerin tespit edilmesi ve aralarındaki ilişkinin hangi boyutta olduğunun saptanması karbondioksit emisyonunu azaltma noktasında büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Türkiye ve Avrasya Ekonomik Birliği üye ülkelerinin 2000-2018 dönemi verileri kullanılarak elektrik enerjisi tüketimi ve kişi başına düşen milli gelir ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişki panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu çerçevede çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde karbondioksit emisyonu, elektrik enerjisi tüketimi ve kişi başına düşen milli gelir ilişkisi ulusal ve uluslararası alan yazını ile detaylandırılarak ele alınmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise seçili ülke verileri kullanılarak yapılan ampirik analiz ve sonuçlarına yer verilmektedir.

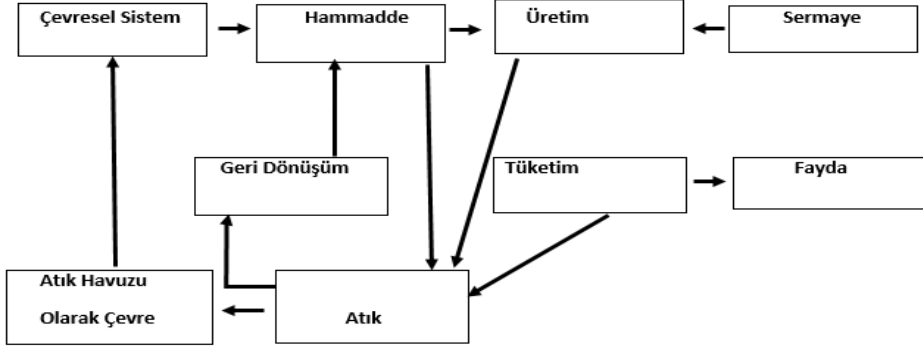
2. Çevre, Gelir ve Enerji İlişkisi

Çevresel sorunlara yol açan nedenler arasında insanların üretim ve tüketim faaliyetlerinde doğayı ve doğal kaynakları bilinçsizce kullanımı öne çıkmaktadır. Doğal kaynakların sınırsız olarak görülmesi ve maliyet minimizasyonu amacıyla doğanın tahrip edilmesi ekonomik açıdan ülkelerin çevresel sorunlarla karşı karşıya kalmasındaki sebepler arasında gösterilebilir. Ancak her ülkenin karşılaştığı çevresel sorunların sebebi aynı değildir. Gelişmiş olan ülkeler sanayileşme, hızlı kentleşme ve buna bağlı olarak aşırı üretim ve tüketim faaliyetlerinden dolayı bu sorunla karşılaşırken gelişmekte olan ülkelerin çevresel problemler yaşamalarındaki neden ise eski teknoloji kullanımından kaynaklanan hava ve su kirliliği olarak gösterilebilir. (Sencar, 2007: 10-11).

Günümüzde üretim artışının ve bununla birlikte maliyet minimizasyonunun ana hedef haline gelmesiyle çevresel sorunlara yol açan etkiler ilk olarak girdi sürecinde kendisini göstermektedir. Nitekim üretimin artırılıp maliyetlerin düşürülmesi amacıyla üretim girdilerinin temini için yoğun çaba gösterilirken, bu sürecin doğaya ve doğal kaynaklara olan yan etkileri göz ardı edilmektedir. Tarımda kullanılan kimyasal gübreler ve bitkilerin korunması amacıyla kullanılan pestitler üretim sürecinin girdi aşamasındaki tehditler olarak karşımıza çıkarken (Şekil: 1), üretim aşamasında ortaya çıkan üretim artıkları olarak adlandırılacak olan maddeler ise çıktı aşamasında karşılaşılan tehdit unsurları olarak örneklenebilir (Yaman & Muşmul, 2018: 70).

Her geçen gün artan dünya nüfusu ve teknolojik ilerlemeye bağlı olarak gelişen sanayileşme süreci enerjiye olan ihtiyacın da artmasına neden olmaktadır. Günümüzde dünya nüfusunun büyük çoğunluğu az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde yaşamını sürdürmektedir. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülke gruplarında nüfus artış oranlarının gelişmiş ülkelere oranla daha yüksek oluşu bu ülkelerin enerji talebini çoğaltarak hali hazırda bulunan enerji kaynaklarının noksanlığı nedeniyle de enerjide dışa bağımlılıklarını artırmaktadır.

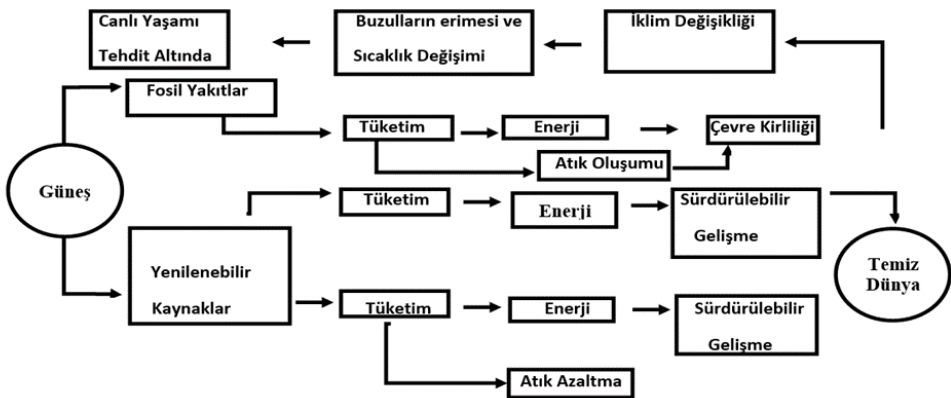
Şekil: 1
Çevre-Ekonomi İlişkisi



Kaynak: Ulucak & Erdem, 2012: 80.

Enerjiye olan talebin artışı hem maliyet hem de enerji arzı bakımından ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına itmektedir. Gerek ülkelerin gelişmişlik seviyeleri gerekse teknolojik altyapılarının yetersizliği enerjiye olan talebin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması noktasında yeterli seviyede değildir. Enerjiye olan talebin fosil yakıtlardan elde ediliyor oluşu doğaya salınan karbondioksit emisyonunu artırmakta ve çevreye zarar vermektedir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve fosil yakıtların kullanımının azaltılması enerjiye olan talebin karşılanması ve çevreye verilen zararın da minimuma indirilmesi noktasında önemini her geçen gün artırmaktadır.

Şekil: 2
Enerji Kaynakları Kullanımı ve Çevre İlişkisi



Kaynak: Selici, 2006: 58.

Özellikle sanayi devriminden sonra hızla gelişen sanayileşme ve makineleşme süreci emek yoğun üretimden uzaklaşarak sermaye yoğun üretimin yaygınlaşmasına yol açmıştır. Söz konusu sanayileşme süreci her geçen gün artan hammadde ve enerji talebini beraberinde getirmiştir. Artan enerji ihtiyacını karşılama noktasında fosil yakıt kullanımının etkileri çevrede ve doğal kaynaklarda negatif dışsallığa neden olmaktadır. Çevresel sorunların artışı araştırmacıları bu problemin nedenlerini araştırmaya ve çözüm yolları aramaya itmektir. Aşağıda bu konu hakkında bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda da (özet olarak) bu durum açıkça görülmektedir.

Tablo: 1
Literatür Özeti

YIL	YAZAR	DÖNEM	YÖNTEM	SONUÇ
2011	Arı & Zeren	2000-2005	Panel Veri Analizi	ET (+) → CO ₂ (+)
2011	Li vd	1985-2007	En Küçük Kareler Yöntemi	GSYHkb(+) → CO ₂ (+)
2011	Hossain	1971-2007	Panel Veri Analizi	≠ GSYHkb → CO ₂
2011	Sharma	1985-2005	Panel Veri Analizi	ET (+) → CO ₂ (+)
2013	Yavuz & Yılancı	1960-2005	Panel Veri Analizi	GSYH (+) → CO ₂ (+)
2013	Chen & Huang	1981-2009	Panel Veri Analizi	ET (+) ↔ CO ₂ (+)
2013	Burnett vd.	1981-2003	Vektör Hata Düzeltme Modeli	EB (+) → CO ₂ (+)
2013	Sarısoy & Yıldız	1992-2009	Panel Birim Kök Testi	GSYH (+) → CO ₂ (+)
2013	Altıntaş	1970-2008	Panel Birim Kök Testi	EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2015	Long vd.	1952-2012	Granger Nedensellik Testi	EB (+) ↔ CO ₂ (+)
2015	Salahuddin vd.	1980-2012	Panel Veri Analizi	Uzun Dönem EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2015	Kesgingöz & Karamelikli	1960-2011	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2016	Bayramoğlu & Yurtkur	1960-2010	Engle-Granger Eş-Bütünleşme Analizi	EB (+) → CO ₂ (+)
2016	Çetintaş vd.	1960-2011	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	Uzun Dönem EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2016	Topallı	1980-2010	Panel Veri Analizi	EB (+) → CO ₂ (+)
2017	Khobai & Roux	1971-2013	Vektör Hata Düzeltme Modeli	ET (+) → CO ₂ (+)
2017	Boamah vd.	1970-2014	Granger Nedensellik Testi	Uzun Dönem EB (+) → CO ₂ (+)
2017	Güllü & Yakışık	1971-2010	Granger Nedensellik Testi	GSYH (+) → CO ₂ (+)
2017	Karış	1960-2013	Toda -Yamamoto Nedensellik Testi	ET (+) ↔ CO ₂ (+) EB (+) → CO ₂ (+)
2017	Ergün & Polat	1980-2010	Panel Eş-Bütünleşme Analizi	EB (+) ↔ CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2017	Alper & Alper	1985-2014	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	GSYH (+) → CO ₂ (+)
2018	Şahin	1990-2014	Panel Veri Analizi	EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2018	Öztürk & Yüksel	1960-2014	VAR Analizi	EB (+) → CO ₂ (+)
2018	Külünk	1960-2013	Granger Nedensellik Testi	CO ₂ (+) → GDP (+)
2019	Yücesan vd.	1988-2014	Panel Veri Analizi	ET (+) → CO ₂ (+) EB (+) → CO ₂ (-)
2020	Khan vd.	1965-2015	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)
2020	Öncü & Özdemir	2007-2017	GMM	EB (+) → CO ₂ (+)
2020	Yılmaz & Dilber	1970-2014	ARDL Sınır Testi Yaklaşımı	Uzun dönem ET (+) → CO ₂ (+) GSYH (+) → CO ₂ (+)
2021	Atgür	1971-2014	Granger Nedensellik Testi	EB (+) → CO ₂ (+) ET (+) → CO ₂ (+)

ET: Elektrik Tüketimi / CO₂: Karbondioksit Emisyonu / EB: Ekonomik Büyüme / GSYHkb: Kişi Başı Gelir, →: Tek Yönlü İlişki, ↔: Çift Yönlü İlişki

Tablo 1'de görüldüğü gibi; bugüne kadar konuyla ilgili olarak yapılmış olan çalışmalarda ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde karbondioksit emisyonu ve

belirleyicileri arasındaki ilişkiler seçilen ülke grubu, ekonometrik yöntem ve döneme bağlı olarak farklı sonuçlar içermektedir. 2015 yılından itibaren resmi olarak faaliyete geçen Avrasya Ekonomik Birliği üye ülkeleri başta Rusya Federasyonu, Kazakistan olmak üzere enerji kaynakları bakımından oldukça zengin ülkelere dönüşmektedir. Bu sebeple söz konusu kaynaklardan elde edilen enerjinin doğaya saldırdığı karbondioksit emisyonu miktarı da azımsanamayacak düzeydedir. Bu durum çevresel tehditler ortaya çıkmadan önce müdahale edilmesi, çevrenin ve doğal kaynakların korunması amacıyla karbondioksit emisyonu ve belirleyicilerinin analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada Türkiye ve Avrasya Ekonomik Birliğine üye ülkelerin 2000-2018 yılları arasındaki verileri kullanılarak karbondioksit emisyonu ile belirleyicileri olan elektrik enerjisi kullanımı ve kişi başına düşen milli gelir ilişkisi panel veri yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Söz konusu ülkelerdeki karbondioksit emisyonunun azaltılmasına yönelik politikalar arasında yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, teşvik edilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

3. Uygulama

Bu çalışmada, Avrasya Ekonomik Birliği üye ülkeleri ve Türkiye'de CO₂ emisyonu üzerinde kişi başına gelir ve elektrik enerjisi tüketiminin etkileri panel veri yöntemlerinden sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modelleri kapsamında karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

3.1. Yöntem ve Veri Seti

Ekonometrik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan üç yöntem bulunmaktadır. Bunlardan ilki, tek bir zaman noktasında değişkenlerin incelenmesine olanak sağlayan yatay kesit analizi. İkincisi, değişkenlerin belli bir dönem aralığında değerlerinin incelenmesine olanak sağlayan zaman serisi analizi. Üçüncüsü ise, zaman ve birim boyutunun birlikte ele alındığı panel veri analizidir. Diğer bir ifadeyle, panel veri analizi N tane birim ve her birime karşılık T sayıda gözlemden oluşmaktadır. Panel veri analizlerinde, Birimlerin zamana göre değişkenliğinin ve değişkenliklerin zaman içinde sabit olup olmadığının araştırılması amaçlanmaktadır. Her bir birimin kendine has özellikleri "Birim Etkisi", her bir zaman diliminin kendine has özellikleri ise "Zaman Etkisi" olarak karşımıza çıkmaktadır. Panel veri modellerinin, zaman serisi ve yatay kesit modellerine göre bazı avantajları bulunmaktadır:

- Birimlerin değişkenliğinin ve gözlemlenemeyen heterojenliğinin modele dahil edilebilmesi,
- Dışlanan değişkenlerden kaynaklı hata terimiyle ilgili bağımsız değişkenlerin korelasyon içermesi nedeniyle ortaya çıkan sapmalı parametre tahminlerinin etkisinin kontrol altına alınabilmesi ve azaltılabilmesi,
- Serbestlik derecesinin azlığı nedeniyle özellikle zaman serilerinde sık görülen çoklu bağıntı sorununun azaltılması,

Diğer taraftan panel veri analizleri dengeli/dengesiz ve statik/dinamik modeller olarak sınıflandırılmaktadır. Buna göre, her bir birim için eşit sayıda gözlem olduğu durum

dengeli panel olarak tanımlanmakta iken bazı birimlerde gözlem kaybı yaşandığı durum dengesiz panel olarak tanımlanmaktadır. Statik model; değişkenlerin gecikmelerinin modelde yer almaması nedeniyle anlık ilişkinin incelenmesine olarak sağlayan modeller olarak karşımıza çıkmaktadır (Çağlayan & Güriş, 2005: 807). Statik panel veri analizi en genel biçimiyle (1) numaralı denklemdeki gibi ifade edilebilmektedir:

$$Y_{it} = X_{it} \beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad i=1,2,\dots,N \quad t=1,2,\dots,T \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde; i ve t alt indisleri sırasıyla yatay kesitleri ve zaman için kullanılmaktadır. Matris X_{it} , k tane açıklayıcı değişkeni ifade etmektedir ve matriste sabit terim yer almamaktadır. Açıklanan değişkeni ve μ_i yatay kesitler arası korelasyonu göstermektedir. Statik panel veri modelleri, genelde bireysel etkilerin sabit terim ya da hata teriminde yer almasına bağlı olarak sabit ya da tesadüfi etkiler modeli ile tahmin edilmektedir (Greene, 2000: 182).

Sabit etkiler modeli, çift yönlü ve tek yönlü olarak ikiye ayrılmaktadır. Çift ve tek yönlü sabit etki modellerinde sabit katsayının yatay kesit ve zaman boyutuna bağlı olarak değişebildiği varsayımı yapılmaktadır. Buna göre, sabit katsayı sadece yatay kesite bağlı olarak değişiyorsa tek yönlü hem zaman hem yatay kesite bağlı olarak değişiyorsa çift yönlü sabit etkiler modeli olarak nitelendirilmektedir (Hsiao, 2007: 11). Aşağıda (2) numaralı denklem aracılığıyla Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli ve (3) numaralı denklem aracılığıyla Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli gösterilmiştir:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_{1it}\chi_{1it} + \beta_{2it}\chi_{2it} + \dots + \beta_{kit}\chi_{kit} + u_{it} \quad (2)$$

$$Y_{it} = (\alpha_i + \mu_t) + \beta_{1it}\chi_{1it} + \beta_{2it}\chi_{2it} + \dots + \beta_{kit}\chi_{kit} + u_{it} \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Y= Bağımlı değişken

X= Bağımsız değişkenler

β = Bağımsız değişkenlerin katsayıları

k = Bağımsız değişken sayısı

u = Hata terimi

Sabit etkiler modelinde, hata terimlerinin homojen ve varyansı sıfırdır. Sabit etkiler modelinin dezavantajı, serbestlik derecesi kayıplarının yaşanmasıdır ve zaman içerisinde değişkenlerin değişkenlik göstermemesidir. (2) numaralı denklemde, sabit katsayı (α) birim değerlerine (i) göre tanımlanmakta iken, (3) numaralı denklemde, sabit katsayı (α) hem birim değerlerine (i) hem de zaman etkilerine (μ_t) göre tanımlanmaktadır (Greene, 2012: 359). Sabit Etkiler Modelinde her bir kesit ve/ veya zaman için 117 farklı sabitler tahmin ederek sabit katsayının kesitler ve zamanlar boyunca farklı olmasına neden olmaktadır (Baltagi, 2005: 12).

Tesadüfi Etkiler Modelinde birimler rassal olarak seçildiklerinden, birimler arasındaki farklılıklar da rassal olacaktır. Bu birim farklılıklarına "rassal farklılıklar" denilmektedir. Regresyon analizinde genelde bağımlı değişkenin değerini etkileyen, fakat bağımsız değişken gibi modelde yer almayan çok sayıda faktör olduğu ve bu faktörlerin rassal bir kalıntı tarafından özetlendiği varsayılmaktadır. Tesadüfi (Rassal) etkiler modelinin ise sabit etkiler modeline göre iki avantajı bulunmaktadır. Bunlardan ilki, sabit etkiler modelinin aksine zaman ve birim değişimleri ayrı ayrı dikkate alınmamaktadır. Başka bir deyişle, tesadüfi Etkiler modelinde, birimlere ve/veya zamana bağlı olarak meydana gelen değişimlerin, bağımsız değişkenlerle korelasyon içinde olmadığı ve etkilerin yatay kesit birimleri boyunca rasgele dağıldığı varsayılmaktadır. Serbestlik derecesi kayıplarına engel olmak için zaman ve birim değişimleri hata teriminde bileşen olarak yer almaktadır. Söz konusu modelin diğer bir avantajı ise, örneklem dışındaki değişkenlerin analize dahil edilmesine imkân tanınmasıdır (Greene, 2003: 371). Tesadüfi etkiler modeli (4) numaralı denklemdeki gibi gösterilmektedir:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{1it}\chi_{1it} + \beta_{2it}\chi_{2it} + \dots + \beta_{kit}\chi_{kit} + u_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Y = Bağımlı değişken

X = Bağımsız değişkenler

α = Ortalama sabit katsayı

β = Bağımsız değişkenlerin katsayıları

k = Bağımsız değişken sayısı

u = Hata terimi

ε = Birim içi hata terimi

Birim etkiler bağımsız değişkenlerle ilişkisiz ise, tesadüfi etkiler modeli tutarlı ve etkin olmasına karşın sabit etkiler modeli ise tutarlıdır fakat etkin değildir. Eğer birim etkiler bağımsız değişkenlerle ilişkili ise; sabit etkiler modeli tutarlı ve etkin olmasına karşın tesadüfi etkiler modeli tutarsızdır. Eğer model tahmininden belli bir birim için çıkarım yapılmak istenirse sabit etkiler modelinin, geniş bir kitlenin gözlemleri ya da kitlenin tümü için çıkarım yapılmak istenirse tesadüfi etkiler modelinin kullanılması daha avantajlıdır (Greene, 2003: 371). Sabit etkiler modeli ile tesadüfi etkiler modeli arasında seçim yapmak için Hausman testinden yararlanılmaktadır. Hausman testi hata terimi ile bağımsız değişkenler arasında ilişki olup olmadığını; dolayısıyla tesadüfi etkiler modelinin uygunluğunu ölçmektedir.

Dinamik model ise, değişkenlerin gecikmeli değerlerinin modele dahil edildiği için geçmiş dönemlerin etkilerinin de analiz edilmesini sağlayan model olarak tanımlanmaktadır. $Y_{i,t-1}$ açıklayıcı değişkenin bir dönem gecikmeli değeri, η_i gözlemlenemeyen birim etkisi ve

u_{it} hata terimi olmak üzere Dinamik Panel Veri Modeli (5) numaralı denklemdeki gibi ifade edilmektedir (Wang, 2009: 265; Bond, 2002: 3-4):

$$Y_{it} = \delta Y_{i(t-1)} + \beta X_{it} + \eta_i + u_{it} \quad i=1, \dots, N \quad t=1, \dots, T \quad (5)$$

Dinamik Panel Veri Modelinde Y_{it} ve $Y_{i,t-1}$, η_i 'nin bir fonksiyonudur ve bu yüzden $Y_{i,t-1}$ ve u_{it} ilişkilidir. Bu nedenle u_{it} 'nin ardışık değerleri arasında ilişki bulunmasa da En Küçük Kareler (EKK) hem sapmalı hem de tutarsız sonuçlar vermektedir (Bond, 2002: 4). Sabit Etkiler modeli ve Tesadüfi Etkiler modeli için sırasıyla; En Küçük Kareler Kukla Değişken tahmincisi ve Genelleştirilmiş En Küçük Kareler tahmincileri de sapmalı ve tutarsız bir tahmin ortaya koymaktadır. Bu durum, (6) numaralı denklemde gösterildiği gibi, sabit ve tesadüfi etkiler modellerinin ilk fark alınması ile ortadan kaldırılabilir (Greene, 2003: 307-308):

$$Y_{it} - Y_{i(t-1)} = \delta(Y_{i(t-1)} - Y_{i(t-2)}) + \beta(X_{it} - X_{i(t-1)}) + (u_{it} - u_{i(t-1)}) \quad (6)$$

Modelin farkı alınsa da açıklanan değişkenin gecikmeli değeri ile hata terimi arasında korelasyon devam etmektedir. Dinamik panel veri modellerinde, gecikmeli bağımlı değişkenin hata terimi ile korelasyon içermesi nedeniyle en küçük karelere ve grup içi tahmincileri tutarlı değildir. Bu nedenle modelin sapmasız ve tutarlı tahmini için araç değişken tahmincileri önerilmektedir. Araç değişken tahmincileri, hata terimi ve bağımsız değişkenin ilişkili olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Stock & Watson, 2011: 331). Panel veri modellerine uygulanan Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) ile geçerli araç değişken tahmincileri, ilk kez Hansen (1982), Holtz-Eakin, Newey ve Rosen (1988) ve Arellano ve Bond (1991) tarafından geliştirilmiştir.

Arellano ve Bond'la (1991) ve daha sonrasında Arellano ve Bover (1995) ve Blundell ve Bond (1998) tarafından geliştirilen GMM tahmincileri Dinamik Panel Veri Tahminleri için en çok tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. GMM tahmincisi özellikle, yatay kesit birim sayısının gözlem yapılan dönem sayısına göre daha fazla ($N > T$) olduğu veri setleri için önerilmektedir (Roodman, 2006: 1). Arellano ve Bond (1991) tarafından geliştirilen GMM Tahmincisi, açıklayıcı değişkenler arasında açıklanan değişkenin tek bir gecikmesinin bulunduğu diğer bir ifadeyle dinamik panel veri modelinin fark alma işlemine dayanmaktadır. GMM tahmincisi (7) numaralı denklemde ifade edildiği gibidir:

$$Y_{it} = Y_{i(t-1)} + \beta X_{it} + \eta_i - u_{it} \quad E(u_{it} | X_{i1}, \dots, X_{iT}, \eta_i) = 0 \quad (t=1, \dots, T) \quad (7)$$

(6) numaralı denklemde X 'in ve Y 'nin gecikmeli değerleri gösterilmektedir. Denklemde X ile hata terimi arasında korelasyon bulunmamaktadır. Bu yüzden, dışsal bir değişken olan " X ", sadece " n " bireysel etkisi ile ilişkilidir (Arellano, 2003: 43). Ayrıca, modelde Y_{it} ve $Y_{i(t-1)}$ arasında ilişki bulunmakta iken, $Y_{it}, Y_{i(t-2)}$ ve daha önceki dönemlere ait gecikmeli değerleri ile korelasyon içermemektedir. Bu nedenle, Arellano-Bond (1991) tarafından $j \geq 2$ koşuluyla, $Y_{i(t-j)}$ ve doğrusal kombinasyonları geliştirilen GMM Tahmincisi $Y_{i(t-1)}$ için araç değişken olarak kullanılmaktadır.

$$E=(\Delta Y_{it}, Y_{i(t-j)}) = 0 \quad j:2, \dots, t-1 \quad t:3, \dots, T$$

Anderson ve Hsiao'dan (1982) tarafından geliştirilen modelden farklı olarak, Arellano ve Bond (1991) modelde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tüm gecikmeli değerleri araç değişken olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada; Rusya Federasyonu, Belarus, Kırgızistan, Kazakistan, Ermenistan ve Türkiye'de 2000-2018 dönemi için kişi başına milli gelir ve elektrik enerji tüketimi değişkenlerinin CO₂ emisyonu üzerindeki etkileri panel veri yöntemlerinden sabit etkiler modeli, tesadüfi etkiler modeli ve genelleştirilmiş momentler modeli kullanılarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmektedir. Bu çalışmada CO₂ emisyonu üzerinde etkisi araştırılan değişkenler Tablo 2'de özetlenmektedir.

Tablo: 2
Ekonometrik Analizdeki Değişkenlerin Tanımlanması

DEĞİŞKEN	KISALTIMA	BİRİM
CO ₂ Emisyonu*	CO ₂	Milyon Ton
Kişi Başına Milli Gelir **	GSYHkb	Cari fiyatlarla/USD
Elektrik Enerji Tüketimi *	ET	twh

* Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) veri tabanından elde edilmiştir.

** Veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir.

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln GSYH + \beta_3 \ln ET + e_t \quad (8)$$

(8) numaralı denklemde; bağımlı değişken CO₂ (CO₂ Emisyonu), sabit terim β_0 ve hata terimi e_t ile gösterilmektedir. Denklemin sağ tarafında P (Nüfus), GSYH (Milli Gelir) ve ET (Enerji Tüketimi) açıklayıcı değişkenlerinin logaritmik formlarına yer verilmiş ve β_1 , β_2 , ve β_3 parametreleri sırasıyla bu değişkenlere aittir.

3.2. Ampirik Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde CO₂ emisyonu üzerinde nüfus, milli gelir ve enerji tüketimi etkileri panel veri yöntemlerinden sabit etkiler modeli, tesadüfi etkiler modeli ve genelleştirilmiş momentler modeli ile incelenmektedir. Bu modellere ait sonuçlar aşağıdaki Tablo 3'te ifade edilmektedir.

Tablo: 3
Sabit Etkiler ve Tesadüfi Etkiler Analiz Sonuçları

Bağımlı Değişken/ Bağımsız Değişkenler	Sabit Etkiler Modeli	Sabit Etkiler Modeli (Güçlendirilmiş)	Tesadüfi Etkiler Modeli	Tesadüfi Etkiler Modeli (Güçlendirilmiş)	Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi
Sabit Katsayı	0,372 (1,43)	0,372 (0,52)	0,100 (0,41)	0,100 (0,17)	0,197 (0,40)
LnGSYH _{kb}	-0,0000531 (-1,17)	-0,0000531 (-0,68)	-0,0000817 (-1,94)	-0,0000817 (-1,35)	-0,0000436 (-1,07)
lnET	0,999*** (14,05)	0,999*** (5,29)	1,073*** (19,47)	1,073*** (8,34)	0,603*** (4,77)
L.lnCO ₂	-	-	-	-	0,407*** (8,53)

Hausman Testi → Olasılık Değeri = 0.11009

Not: Parantez içindeki ifadeler t istatistikleridir. *, **, *** sırasıyla %1, %5, %10 anlam düzeylerini ifade etmektedir.

Çalışmada 3 farklı panel veri modeli (Sabit etkiler, tesadüfi etkiler ve genelleştirilmiş momentler) oluşturulmuştur. Sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modeli arasında seçim yapmak için Hausman testinden yararlanılmaktadır. Hausman test sonucuna, olasılık değeri 0.05'ten büyük olduğu için tesadüfi etkiler modeli tercih edilmektedir. Bu nedenle çalışmada, tesadüfi etkiler modeli ve GMM sonuçları değerlendirilmektedir. Söz konusu her üç modelde de GSYH_{kb} ile CO₂ emisyonu arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemektedir. Ancak, tesadüfi etkiler modeli ve GMM modeli sonuçları incelendiğinde, elektrik enerjisi tüketiminin CO₂ emisyonu aleyhine sonuç sergilediği görülmektedir. Tesadüfi etkiler, güçlendirilmiş tesadüfi etkiler ve genelleştirilmiş momentler modelinde, elektrik enerjisi tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisinin %10 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre, Tesadüfi etkiler ve güçlendirilmiş tesadüfi etkiler modelinde elektrik enerjisi tüketimindeki %1'lik bir artış CO₂ emisyonunu %1.073 oranında artırmakta iken genelleştirilmiş momentler yönteminde, elektrik enerjisi tüketimindeki %1'lik bir artış CO₂ emisyonunu %0.603 oranında artırmaktadır.

Elde edilen ampirik sonuçlara göre, çalışmaya konu olan ülke grubunda yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesinin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisini azaltılmasında önemli bir rolü olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, çevre ve enerji politikalarının birlikte ele alınması sürdürülebilir bir büyüme için büyük önem arz etmektedir.

4. Sonuç

CO₂ emisyonu belirleyicilerini tespit etmeye yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada, AEB üye ülkeleri ve Türkiye'de 2000-2018 dönemi için elektrik enerjisi tüketimi ve kişi başına gelirin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi panel veri yöntemlerinden sabit etkiler, tesadüfi etkiler ve genelleştirilmiş momentler yöntemi ile analiz edilmektedir. Çalışmada üç panel veri yönteminde elde edilen ampirik bulgulara göre, GSYH_{kb} ile CO₂ emisyonu arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemektedir. Ancak, tesadüfi etkiler modeli ve GMM modeli sonuçlarında kişi başı milli gelirin tersine elektrik enerjisi tüketimi ve CO₂ emisyonu arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur. Buna göre, Tesadüfi etkiler ve genelleştirilmiş momentler modelinde elektrik enerjisi tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisi %10 anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Tesadüfi etkiler, güçlendirilmiş tesadüfi etkiler ve genelleştirilmiş momentler modelinde, elektrik enerjisi tüketimindeki %1'lik bir artış sırasıyla CO₂ emisyonunu %1.073 ve %0.603 oranında artırmaktadır. Elde edilen ampirik sonuçlar literatürdeki diğer gelişmekte olan ülke gruplarıyla yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. AEB Üye ülkeleri ve Türkiye'de diğer gelişmekte olan ülke çalışmalarında olduğu gibi elektrik enerjisi tüketimi CO₂ emisyonu gelişmiş ülkelere oranla daha fazla artırmaktadır.

Bu sonuçlar doğrultusunda; çevre sorunlarının belirleyicilerinin tespit edilmesi çevre sorunlarının çözümüne yönelik geliştirilecek politikalar AEB üye ülkeleri ve Türkiye için CO₂ emisyonunu azaltmak açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji tüketiminde önceliğin ülkelerin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline verilmesi ve bu alanda yapılacak yatırımlar ülkeler için hem enerji verimliliğini artıracak hem de çevre üzerinde

oluşan baskıyı azaltmada önemli bir katkı sağlayacaktır. Enerji verimliliğinin artması dolaylı olarak üretim vasıtasıyla refah düzeyinin yükselmesini sağlayacaktır. Bu çerçevede ülkelerin nihai amacı olan refah düzeylerini yükseltme yolunda atacakları adımları çevre açısından ele almaları gerekmektedir. Aksi takdirde çevre kirliliğine rağmen büyümek geri dönüşü olmayan sonuçlara ve maliyetlere katlanmak zorunda kalmalarına neden olacaktır.

Sürdürülebilir büyüme için refah düzeyi artışlarının çevre ve enerji düzenleme ve yatırımlarına yönlendirilmesi, çevreyle dost teknolojilerin seçiminin yanı sıra çevre sorunlarına yönelik çözüm arayışlarında uluslararası platformda işbirliğine gönüllük esasıyla katılmaları çevre sorunlarına hızlı ve etkili biçimde çözümler geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alper, F.Ö. & A.E. Alper (2017), "Karbondioksit Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi İlişkisi: Türkiye için Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı", *Sosyoekonomi*, 25(33), 145-56.
- Altıntaş, H. (2013), "Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi, Karbon dioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eş-Bütünleşme ve Nedensellik Analizi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 263-94.
- Anderson, T.W. & C. Hsiao (1982), "Formulation and Estimation of Dynamic Models Using Panel Data", *Journal of Econometrics*, 18(1), 47-82.
- Arellano, M. & O. Bover (1995), "Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models", *Journal of Econometrics*, 68(1), 29-51.
- Arellano, M. & S. Bond (1991), "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations", *Review of Economic Studies*, 58(2), 277-97.
- Arellano, M. (2003), *Panel Data Econometrics*, New York: Oxford University Press.
- Arı, A. & F. Zeren (2011), "CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi", *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 37-47.
- Atgür, M. (2021), "Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonları İlişkisi: Çin Örneği", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 172-86.
- Baltagi, B.H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Wiltshire: John Wiley&Sons.
- Bayramoğlu, A.T. & A.K. Yurtkur (2016), "Türkiye'de Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi", *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-46.
- Blundell, R. & S. Bond (1998), "Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Model", *Journal of Econometrics*, 87(1), 115-43.
- Boamah, K. et al. (2017), "Carbon Dioxide Emission and Economic Growth of China-The Role of International Trade", *Environmental Science & Pollution Research*, 24(14), 13049-67.
- Bond, S. (2002), "Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice", (CEMMAP Working Paper 09/02), 6.5.2021.
- Burnett, J.W. et al. (2013), "Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in the US", *Journal of Policy Modeling*, 35(6), 1014-28.

- Chen, J.H. & Y.F. Huang (2013), "The Study of the Relationship Between Carbon Dioxide (CO₂) Emission and Economic Growth", *Journal of International and Global Economic Studies*, 6(2), 45-61.
- Çağlayan, E. & S. Güriş (2005), *Ekonometri Temel Kavramlar*, (2.bs.). İstanbul: Der Yayınları.
- Çetintaş, H. vd. (2016), "Türkiye'de CO₂ Salınımları Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (619), 57-67.
- Ergün, S. & M.A. Polat (2017), "G7 Ülkelerinde CO₂ Emisyonu, Elektrik Tüketimi ve Büyüme İlişkisi", *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 257-72.
- Greene, W.H. (2000), *Econometric Analysis*, New Jersey: Prentice-Hall.
- Greene, W.H. (2003), *Econometric Analysis*, New Jersey: Pearson Education.
- Güllü, M. & H. Yakışık (2017), "Karbon Emisyonu ve Enerji Tüketiminin Büyüme Üzerindeki Etkileri: MIST Ülkeleri Karşılaştırması", *Sosyoekonomi*, 25(32), 239-53.
- Hansen, L.P. (1982), "Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators", *Econometrica*, 50(4), 1029-54.
- Holtz-Eakin, D. et al. (1988), "Estimating Vector Autoregressions with Panel Data", *Econometrica*, 56(6), 1371-95.
- Hossain, M.S. (2011), "Panel Estimation for CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries", *Energy Policy*, 39(11), 6991-99.
- Hsiao, C. (2007), "Panel Data Analysis-Advantages and Challenges", *Test*, 16(1), 1-22.
- International Energy Agency (2015), *Annual Energy Outlook 2015: With Projections on 2040, U.S. Energy Information Administration*, <[http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2015\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2015).pdf)>, 16.06.2021.
- International Energy Agency (N/A), <<https://www.iea.org/data-and-statistics>>, 15.03.2021.
- Karış, Ç. (2017), "Türkiye'de Enerji Tüketimi, CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1960-2013 Dönemi", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (34), 169-97.
- Kesgingöz, H. & H. Karamelikli (2015), "Dış Ticaret-Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyümenin CO₂ Emisyonu Üzerine Etkisi", *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 7-17.
- Khan, M.K. et al. (2020), "The Relationship Between Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Dioxide Emissions in Pakistan", *Financial Innovation*, 6(1), 1-13.
- Khobai, H. & P. Le Roux (2017), "The Relationship Between Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Dioxide Emission: The Case of South Africa", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), 102-09.
- Külünk, İ. (2018), "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Karbon Salınımı İlişkisi: Engle-Granger Eşbütünlük Analizi (1960-2013)", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 193-205.
- Li, F. et al. (2011), "Energy Consumption-Economic Growth Relationship and Carbon Dioxide Emissions in China", *Energy Policy*, 39(2), 568-74.
- Long, X. et al. (2015), "Nonrenewable Energy, Renewable Energy, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in China From 1952 to 2012", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 680-88.

- Öncü, E. & Ö. Özdemir (2004), "Ekonomik Büyüme ve Ulaştırma Altyapı Kalitesinin CO₂ Emisyonuna Etkisinin İncelenmesi", *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 45-54.
- Öztürk, S. & Ö. Yüksel (2019), "Karbondiyoksit Salınımı ile Büyüme Arasındaki İlişki: 1960-2014 Türkiye Örneği", *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(3), 63-72.
- Roodman, D. (2006), *How to Do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata*, <https://www.cgdev.org/files/11619_file_HowtoDoxtabond6_12_1_06.pdf>, 5.5.2021.
- Salahuddin, M. et al. (2015), "Is The Long-Run Relationship Between Economic Growth, Electricity Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Financial Development in Gulf Cooperation Council Countries robust?", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 317-26.
- Sarısoy, S. & F. Yıldız (2013), "Karbondiyoksit (CO₂) Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Panel Veri Analizi", *Sosyal Bilimler Metinleri*, (1), 1-19.
- Selici, A.T. (2006), "Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri Ve Sürdürülebilir Gelişme: Balıkesir Örneği", *Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Sencar, P. (2007), "Türkiye'de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", *Yüksek Lisans Tezi*, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Sharma, S.S. (2011), "Determinants of Carbon Dioxide Emissions: Empirical Evidence From 69 Countries", *Applied Energy*, 88(1), 376-82.
- Stock, J.H. & M.W. Watson (2011), *Introduction to Econometrics*, Boston: Pearson.
- Şahin, D. (2018), "Asya Ülkelerinde CO₂ Emisyonu, Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları, Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(3), 210-18.
- Topallı, N. (2016), "CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika İçin Panel Veri Analizi", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 427-47.
- Ulucak, R. & E. Erdem (2012), "Çevre-İktisat İlişkisi ve Türkiye'de Çevre Politikalarının Etkinliği", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 4(6), 78-98.
- Wang, P. (2009), *Financial Econometrics*, New York: Routledge.
- World Bank (2021), <<https://data.worldbank.org/>>, 15.03.2021.
- Yaman, K. & G. Muşmul (2018). "Çevre ve Ekonomi İlişkisi Üzerine Genel bir Değerlendirme", *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(1), 66-86.
- Yavuz, N.C. & V. Yıllancı (2013), "Convergence in Per Capita Carbon Dioxide Emissions Among G7 Countries: a TAR Panel Unit Root Approach", *Environmental and Resource Economics*, 54(2), 283-91.
- Yılmaz, M. & İ. Dilber (2020), "Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaret Açıklığının CO₂ Emisyonu Üzerine Etkisi: ARDL Sınır Testi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 459-75.
- Yücesan, M. et al. (2019), "Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketiminin CO₂ Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Seçilmiş Mena Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 17(4), 351-68.

Batmaz, T. & B. Yürük (2022), "Avrasya Ekonomik Birliğine Üye Ülkeler ve Türkiye'de CO₂ Emisyonu Belirleyicilerinin İncelenmesi: 2000-2018", *Sosyoekonomi*, 30(52), 491-504.