

G20 Ülkelerinin CO₂ Emisyonları ve Kişi Başına Düşen Milli Gelirin 1960-2012 Dönemi Arasındaki Ampirik Analizi

*Abdulkadir KESKİN**

Öz: Bu çalışmada, 1960-2012 dönemi boyunca gelişmiş 20 Ülkeler Topluluğu'nun (G20) karbondioksit emisyonları, kişi başına düşen milli geliri arasındaki ilişki, birik kök testi, eş bütünleşme varyans ayrıştırma ve doğrusal regresyon modelleri içinde incelenerek uzun dönemli ve kısa dönemli sonuçlar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Sonuçlar, GSYİH oranının, kişi başına karbon emisyonu değişkeninde artışa neden olduğunu, uzun dönemde kişi başına karbon emisyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Regresyon analizi, kişi başına GSYİH ile kısa dönemde CO₂ emisyonları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmada, ekonomik politikalar ampirik sonuçlara dayanılarak sunulmuştur. Sera gazındaki emisyonun artışının doğa, insan ve diğer canlılar üzerine birçok olumsuz sonuç meydana getirdiği açıkça söylenebilir. Dünya nüfusundaki artış eşanlı olarak, enerji talebinde artırmıştır. Artan rekabetle birlikte üretime ve büyümeye yönelen ekonomilerin çevresel kaliteyi azalttığı yönündeki eleştiriler yaptığımız çalışmanın sonuçlarıncada desteklenmektedir. Teknolojinin gelişmesi, toplumların bilinçlenmesiyle Kyoto protokolü ve benzeri alınan önlemler CO₂ emisyonunun yıllar içerisinde yatay bir seyir aldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbondioksit Emisyonu, Enerji Tüketimi, Eşbütünleşme, Varyans Ayrıştırma.

CO₂ Emissions of G20 Countries and National Income Per Capita Ampiric Analysis Between 1960 and 2012

Abstract: This study aims to investigate the relationship between the carbon dioxide emissions of 20 developed countries (G20) during the 1960-2012 period in both the long and short-run through unit root test, co-integration, variance decomposition, and linear regression models. The results show that a GDP ratio results in an increase in per capita carbon emissions variable has a significant effect on per capita carbon emissions in the long-run. The regression analysis shows that a strong relationship between GDP per capita and CO₂ emissions in short-run. Moreover, in this study, economic policies are presented based on the empirical results. It can be said clearly that the increase in emission in greenhouse gas has many negative consequences on nature, human beings and other living things. The increase in the world population simultaneously increased the demand for energy. The findings of this study

* Arş. Gör., İstanbul Medeniyet Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İşletme Bölümü, İstanbul/Türkiye. e-mail: abdulcadir.keskin@medeniyet.edu.tr

ORCID: 0000-0002-4795-1028

Geliş Tarihi: 17 Mart 2020

Kabul Tarihi: 01 Haziran 2020

Received: 17 March 2020

Accepted: 01 June 2020

support the critics that economies focusing their effort on production increase and growth under increasing competition have been negatively affecting environmental quality. However, with the help of technological developments, societal awareness about ecological issues, and the preventive measures brought by the Kyoto protocol and similar regulations, the rising trend of CO₂ emissions has begun to decelerate.

Keywords: *Carbon Dioxide Emission, Energy Consumption, Cointegration, Variance Decomposition.*

I. Giriş

Küreselleşme sürecinin etkileri özellikle ekonomik, sosyolojik, ekolojik ve benzeri alanlarda farklı biçimlerde ortaya çıktığı söylenebilir. Küreselleşme ile birlikte insanlar daha kolay bilgiye ulaşır hale gelmiş, kültürlerarası etkileşimle birlikte uluslar birbirine yakınlaşmış, gelişen teknoloji ile birlikte insanoğlu modern bir yaşam seviyesine ulaşmış. Uluslararası alanlarda hizmet vermeleri amaçlanan Dünya Bankası (World Bank), Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Ticaret Örgütü (WTO) gibi birçok yeni kurumsal yapı ortaya çıkmıştır. Diğer yandan, uluslararası alanda yaşanan sorunların çözümü konusunda hızlandırıcı bir etki yaşanmış ve özellikle, uluslararası camiada tüm devletleri ilgilendiren problemler için hükümetlerin senkronize çalışmalarını kaçınılmaz bir durum haline gelmiştir. Bahsi geçen bu sorunların en önemlileri arasında sayabileceğimiz çevresel problemler gelmektedir. Küreselleşme süreci, önemli çevre sorunlarına sebebiyet vermekle birlikte, ulusal devletlerin bir araya gelerek söz konusu problemlerin çözüme yönelik alternatif öneriler üzerinde tartışmalarına ve konuyla ilgili uluslararası kurallar oluşturmalarına vesile olmuştur (Baykal ve Baykal, 2008: 3).

Klasik iktisadın homo-economicus olarak tanımladığı insanoğlu, yeryüzündeki kaynakları kontrolsüz ve kayıtsızca kullanarak insanlığın ve diğer canlıların sonunu hazırlamaktadır. Bu durum, iktisadi teorilerde tanımlanan rasyonel insanın ne kadar rasyonel olduğunun tekrar sorgulanması gerektiğini göstermektedir. Ülkelerin büyük çoğunluğu her yıl büyüme hedeflerini ve gerçekleştirdikleri büyüme oranlarını açıklarlar. Söz konusu ülkelerin gerçekleştirdikleri pozitif büyüme, ülkelerin nispeten başarılı bir yıl geçirdikleri kabul edilir. Ortodoks iktisadın İktisada Giriş kitaplarındaki temel tanımı kıt kaynaklarla sonsuz ihtiyaçların nasıl yönetilmesi gerektiği ile ilgili açıklamayla başlar (Mankiw, 2014: 4). Kaynakları sınırlı olan bir gezegende tüm meselesi büyüme olan bir ekonomik sistemin varlığının mantığı tartışmaya açıktır. Daha çok büyüme daha çok kaynak kullanımı anlamına gelmektedir. Kaynak kıtlığının söz konusu olduğu bir ortamda beşeri nüfusun milyonlarca ifade ediliyor olması, insanoğlunun karşı karşıya kalacağı muhtemel tabloyu pek iç açıcı kılmamaktadır.

Küreselleşme sürecinin hızlanması ile birlikte günümüzde tüm canlıların yüzleştiği önemli çevre sorunlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Batı, 2014: 5):

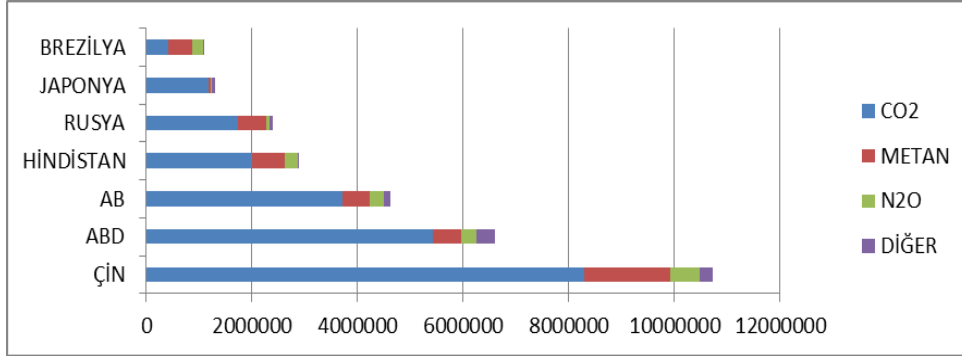
- Sanayileşme ve aşırı üretime bağlı olarak kaynak tüketimi.
- Üretim sonucunda zararlı gazların atmosfere salınmasına bağlı olarak ozon tabakasının zarar görmesi (hava kirliliği).
- Ormanlık alanların tahrip edilmesi,
- Dünya nüfusunun nüfusun artmasından dolayı doğal tabiatın tahribatı,

- Tarım arazilerinin giderek azalması,
- Deniz sularının ve tatlı su kaynaklarının kirlenmesi
- Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin hızlı sanayileşme çabaları ekolojik çevrenin aşırı şekilde tahrip edilmesine sebebiyet vermektedir. Uygulamaya koyulan yanlış politikalar, doğaya karşı sorumsuz davranışlar ekolojik denge üzerinde kalıcı tahribatların ortaya çıkmasına sebebiyet verdiği söylenebilir (Batı, 2014: 6).

Atmosferdeki havanın temel iki bileşeni olan oksijen ve azot gazları, güneşin gözle algılanabilen dalga boylu ışınlarını yansıtır ve mor ötesi ışınların belirli bir kısmını absorbe eder (soğurur). Dünya yüzeyine ulaşabilmeyi sağlayan güneş ışınları, yerküre aracılığı ile absorbe edilerek ısıya dönüşür. Dönüştürülen ısı, yeryüzündeki atomların titreşmesini ve kızılötesi ışınım yapmalarını sağlar. Meydana gelen kızılötesi ışınlar, oksijen veya azot gazı tarafından absorbe edilemez. Buna karşın havada bulunan karbondioksit (CO₂) ve kloroflorokarbon gazları, kızılötesi ışınların bir kısmını soğurarak, atmosferde absorbe olan ısının atmosferden çıkışını engeller. Meydana gelen bu durum, atmosferin ısınmasına sebebiyet verir ve dünya tıpkı güneşin altında park edilmiş bir binek aracın içi gibi ısınır. Oluşan bu etki, “sera etkisi” olarak adlandırılır. Sera etkisinin sonucu olarak uzun dönemde iklim değişiklikleri, kutuplardaki buzulların erimesi, yerkürenin çoraklaşması, mevsimlerin özelliklerinin değişmesi gibi çok önemli problemlere sebebiyet verebilir. Dolayısıyla, sera gazlarının atmosfere salınımı küresel ısınmanın yegane sebebi olarak kabul edilmektedir (Küresel-Isınma 2014).

Sanayi devrimini gerçekleştikten günümüze kadar sera gazı emisyonları önemli düzeyde artış göstermiştir. 1750’li yıllardan günümüze sera gazları salınımına ilişkin bir karşılaştırma yapıldığında, atmosferde var olan karbondioksit oranının yaklaşık %40 oranında arttığı görülmektedir. Karbondioksitin yanı sıra metan, nitrik oksit ve florütleştirilmiş diğer bazı gaz türleri de sera gazı olarak değerlendirilmektedir. (Euronews 2015).

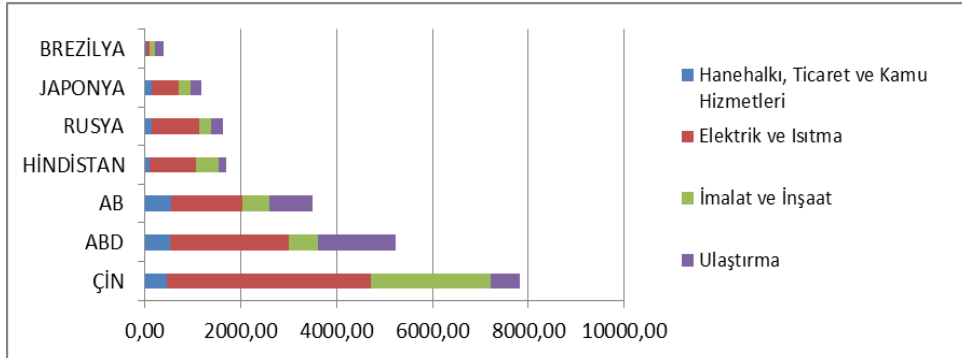
Sera gazları salınımı açısından günümüzde gelinen kritik ve tehlikeli noktayı betimleyebilmek amacıyla Çin Halk Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ülkeleri, Hindistan, Rusya, Japonya ve Brezilya’daki sera gazı emisyonları oranlarına Şekil 1’de yer verilmiştir. Verilerin genel seyri incelendiğinde, emisyonu en fazla ortaya çıkan gazın CO₂ olduğu anlaşılmaktadır. Sera gazı emisyon oranları ülkeler bazında karşılaştırıldığı zaman ise, Çin Halk Cumhuriyeti’nin çarpıcı bir şekilde önde olduğu anlaşılmaktadır. Sera gazı emisyon oranı sıralaması hesaba katıldığında, nispeten daha yüksek sera gazı salınımına sahip olan ülkelerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler grubunda yer aldıkları görülebilir. Üretim ve buna bağlı olarak ekonomik zenginleşme uğruna doğaya zehirli atıklarını bırakan bu ülkeleri yaptıkları üretimle birlikte zenginliklerine zenginlik katarken, çevresel kirliliğin maliyetini tüm insanlığın, gelecek nesillerin ve diğer var olan bütün canlıların üzerine mal etmektedir.



Şekil 1. Sera Gazları Salınımı (Million metrics ton)

Kaynak: Euronews, 2015.

Şekil 2’de Çin Halk Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ülkeleri, Hindistan, Rusya, Japonya ve Brezilya’da ülkelerin sektörel bazda ortaya çıkan sera gazı salınım oranları gösterilmiştir. Grafikte de anlaşılacağı üzere karbon salınımının önemli bir bölümü imalat, inşaat, elektrik ve ısıtma faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. CO₂ Salınımı (Million metrics ton)

Kaynak: Euronews, 2015.

II. Literatür Taraması

Literatürde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki bağlantı temel olarak iki başlık altında kurgulanmıştır. Bunlardan ilki çevre kirliliğın sebeplerini EKC hipotezinin geçerliliğı üzerinden test etmektir. (Kuznets, 1955: 2). Kişı başına düşen gelir ve gelir eşitsizliğı arasındaki değışen ilişkinin, ters U şeklinde bir eğri olduğunu öngörmüştür. Kuznets eğrisine göre kişı başına düşen gelir arttıkça, ilk başlarda gelir eşitsizliğinin de arttığı görölmektedir. Daha sonraki süreçte ise gelir eşitsizliğı bir noktadan sonra azalmakta ve bu ilişki çan eğrisi şeklindeki bir eğri Kuznet Eğrisi (KC) olarak adlandırılmaktadır. 1990'larda ve sonrasında, KC çevre kirliliğı analizlerinde kullanılmaya başlanarak yeni bir boyut kazanmıştır. Çevresel kirlilik ve kişı başına düşen gelir seviyesinin, orijinal KC'deki gelir eşitsizliğı ve kişı başına düşen gelir ile aynı, ters U biçimli ilişkiyi takip ettiğini kanıtlayan birçok çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak, Kuznets Curve, CO₂, SO₂ vb. gibi ölçölen çevresel kalite göstergeleri ve kişı başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi incelemek araştırmak için yeni bir yöntem haline gelmiştir. Bu yöntem Çevresel

Kuznets Eğrisi (EKC) olarak bilinir. EKC, ekonomik büyüme ile ölçülen kirlilik göstergeleri arasındaki ters U şeklinde ilişkideki ilişki olarak açıklanmaktadır. EKC hipotezi, bir ülke geliştikçe kirlilik seviyelerinin arttığını, ancak artan gelirlerin bir dönüm noktasının ötesine geçmesiyle azalmaya başladığını belirtir. Bu hipotez ilk olarak 1991'de (Grossman ve Krueger, 1991: 4) tarafından önerilmiş ve test edilmiştir. Daha sonraki yıllarda çok sayıda çalışma ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi ekonometrik teknikler yardımıyla test etmiştir. (Stern, 2004: 3) ve (Dinda, 2004: 2) bu çalışmaların kapsamlı incelemelerini sunmaktadır. Diğer örnekler (Shafik, 1994: 4), (Heil ve Selden, 1999: 6), (Friedl ve Getzner 2003: 3), (Dinda ve Coondoo, 2006: 2) (Bozoklu ve diğerleri, 2019: 2)'nin yaptığı çalışmalar örnek gösterilebilir. Yapılan araştırmaların bir diğer önemli başlığı, enerji tüketimi ve buna bağlı olarak elde edilen çıktı ile ilgilidir. Bu ilişki, ekonomik kalkınma ve üretimin ortaklaşa belirlenebileceğini öne sürmektedir çünkü ekonomik büyüme enerji tüketimi ile yakından ilişkili olduğu için yüksek ekonomik kalkınma daha fazla enerji tüketimi gerektirmektedir. Son yıllarda, birçok araştırmacı, enerji kullanımıyla ilişkili karbondioksit salınımını etkileyen faktörler üzerine ilgilenecek birçok çalışma yapmıştır. Örneğin, (Soytaş ve Sari, 2007: 3), enerjinin çevre üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve enerji tüketiminden kirlilik emisyonlarına tek yönlü bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. (Lean ve Smyth, 2009: 4), Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliğine dâhil olan ülkeler üzerine yaptığı çalışmada enerji tüketimi, karbondioksit emisyonları ve gelir arasındaki nedenselliği panel vektörü hata düzeltme modeli kullanarak analiz etmiştir. Araştırmanın sonucunda, elektrik tüketimi ve CO₂ emisyonları arasında pozitif önemli uzun dönemli ilişki olduğunu gösteren sonuçlar elde etti. Başka bir çalışmada, (Apergis ve Payne, 2009: 4) çalışmalarını altı Orta Amerika ülkesi için karbon emisyonları, enerji tüketimi ve üretim arasındaki ilişkiyi ele alarak yapmışlardır. Elde edilen bulgular, enerji tüketiminin CO₂ emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öte yandan, (Halıcıoğlu, 2007: 3), 1960–2005 dönemlerinde Türkiye'de CO₂ emisyonları, enerji tüketimi, kişi başına GSYİH ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Yapmış olduğu çalışmada CO₂ emisyonları enerji tüketimi, GSYİH ve dış ticaret tarafından belirlendiğini ortaya koymuştur.

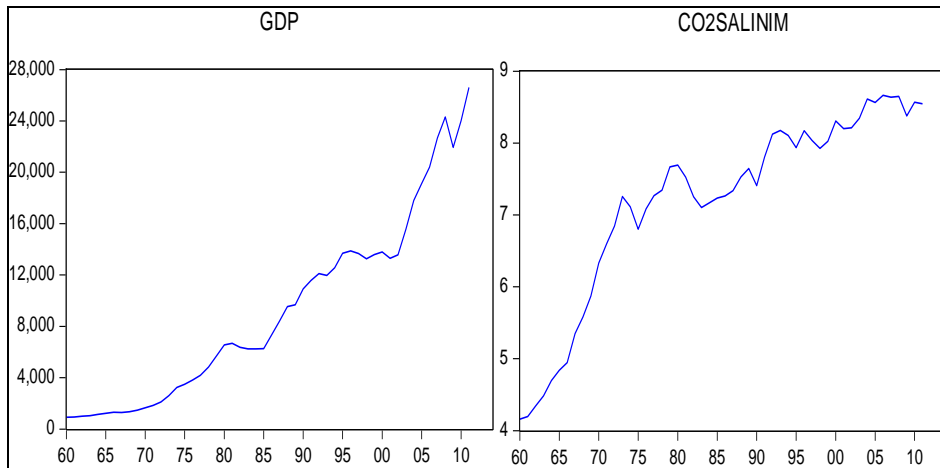
III. Araştırmanın Amacı, Hipotezleri, Örneklem Seçimi ve Kullanılacak Değişkenler

Araştırmanın giriş bölümünde de belirtildiği üzere; araştırmanın temel hipotezi milli gelir değişimlerinin CO₂ emisyonlarının üzerinde etki ettiği muhtemel sonuçları ortaya koyabilmektir. Bu doğrultuda, milli gelirden meydana gelen yükselişlerin dünya genelinde CO₂ emisyon seviyesini artırdığı yönündeki temel hipotez uygun yöntemlerle test edilecektir. Bu amaca yönelik olarak gerçekleştirilecek eşbütünleşme ve basit doğrusal regresyon analizlerinde, G20 (gelişmiş ilk 20 ülke) içerisinde yer alan 19 ülkenin 1960 -2012 yılları arasında elde edilmiş kişi başına düşen CO₂ emisyon değerlerinin yıllık ortalamaları ile G20 ülkelerin 1960 -2012 yılları arasındaki kişi başına düşen milli gelir ortalamaları, ekonometrik model değişkenleri olarak ele alınmıştır. Emisyonu gerçekleştirilen sera gazları arasında CO₂ gazı salınımının bağımlı değişken olarak seçilmesinin ana sebebi, G20 ülkelerinde sera gazları emisyonunun

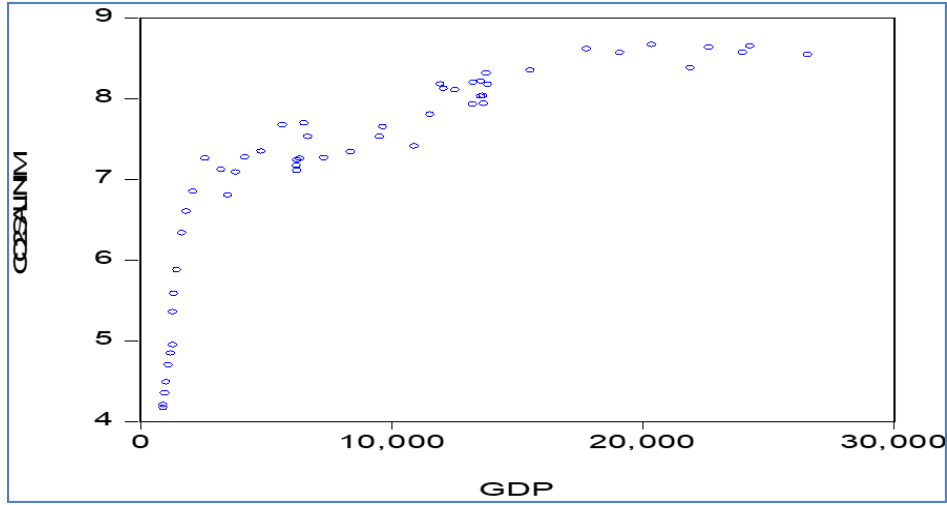
önemli bir çoğunluğunun CO₂'nin oluşturmasıdır. Ayrıca CO₂ emisyonunun iklim değişikliğine etki eden temel nedenlerinden biri olarak kabul edilmesidir (Türkeş vd, 2000: 3). Analizlerde ve ekonometrik modellemelerde kullanılan veri setleri, Dünya Bankası'nın resmi web sitesinden alınmıştır.

IV. Araştırma Metodolojisi ve Kullanılan Teknikler

Milli gelir değişimleri ile CO₂ emisyonu arasındaki etkileşimi ortaya koyabilmek amacıyla eşbütünleşme (Cointegration) ve basit doğrusal regresyon teknikleri kullanılarak iki değişken arasındaki ilişki ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Veri setlerinin analizlere hazır hale getirilmeleri amacıyla, ilk olarak betimsel istatistiklerin hesaplanmasına ek olarak, elde edilen değişkenlerin üzerinde normal dağılım testleri yapılmıştır. Daha sonrasında değişkenlerin değerleri arasındaki ölçüm farklılıklarının neden olabileceği muhtemel sorunları ortadan kaldırmak amacı ile kişi başına düşen milli gelir serisinin logaritmik dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, eşbütünleşme (Cointegration) analizi yapılmadan önce, elde edilen serilerin durağan olup olmadıkları ADF birim kök testi aracılığı ile test edilmiştir. Eşbütünleşme analizinde gerekli olan uygun gecikme uzunluğu ilgili analiz aracılığı ile belirlenmiştir. Sonrasında, tespit edilen gecikme uzunluğu göz önüne alınarak değişkenler arasında uzun dönemli denge ilişkilerini ortaya koyan Johansen Eşbütünleşme analizi gerçekleştirilmiştir. Akabinde elde edilen ilişkiyi gösteren Johansen Eşbütünleşme denklemi yorumlanmıştır. Ayrıca Varyans Ayrıştırması Analizi aracılığı ile değişkenlerdeki değişimlerin karşılıklı değerlendirmesi yapılmıştır. Diğer yandan, iki değişken arasındaki anlık değişimleri somutlaştırmak, yorumlamak, doğrusal bir denklem ile açıklayabilmek amacıyla Basit Doğrusal Regresyon Analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Regresyon modelinin temel varsayımlarının gerekli testlerle sınanmasının ardından, uygun görülen seçenekler yardımıyla model daha dirençli hale getirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3. Kişi Başına Düşen CO₂ Salınımı (metrics ton) ve Kişi başına düşen Milli Gelir (Dolar) Değişkenlerinin Zaman Serisi Grafikleri.



Şekil 4. Kişi Başına Düşen CO₂ Salınımı ve Kişi Başına Düşen Milli Gelir Değişkenlerinin Serpilme Diyagramı

Tablo 1’de yer verilen ortalama değerlere ait olan orijinal veri setlerine ait betimsel istatistiklerin yanı sıra normal dağılım testi bulguları göz önüne alındığında, CO₂ salınım serisinin (CO₂ SALINIM) normal dağılıma uygunluk göstermediği ve nispeten sola çarpık olduğu, bunun aksine milli gelir serisinin (GDP) normal dağılıma uygunluk gösterdiği ayrıca sağa çarpık bir dağılım sergilediği anlaşılmaktadır. Milli gelir serisinin logaritmik dönüşüm sonrasında yeni haline (LNGDP) ait dağılım istatistikleri de Tablo 1’de verilmiştir. Jarque-bera test istatistiğine göre elde edilen yeni serinin de normal dağılıma sahip olduğu görülebilmektedir.

Tablo 1. Kişi Başına Düşen CO₂ Salınımı ve Milli Gelir Değişkenlerine Ait Orijinal Değerler

	CO ₂ Salınımı (metrics ton)	Kişi Başına Düşen Milli Gelir (Dolar)	Log Kişi Başına Düşen Milli Gelir
Ortalama	7.190973	8.69968	8.699.698
Ortanca	7.466.745	7.466.745	8.853.490
Maksimum	8.664.859	8.853.490	1.018.918
Minimum	416.186	6.827.561	6.827.561
Standart Sapma	1.306.969	1.049444	1.049.444
Çarpıklık	-1.050.417	-0.467177	-0.467177
Basıklık	3.027.151	1.886.024	1.886.024
Jarque-Bera	9.564.195	4.580.248	4.580.248
Olasılık	0.008378	0.101254	0.101254

A. Pearson Parametrik Korelasyon İstatistikleri

Aşağıda verilen Tablo 2’de parametrik korelasyon Pearson ve parametrik olmayan Kendall’s Tau-b ve Spearman korelasyon istatistikleri verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; parametrik test istatistiği değişkenler arasında anlamlı pozitif güçlü ve doğrusal ilişki bulunurken diğer yandan parametrik olmayan test istatistiklerinin orta düzey güçlü, pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Parametrik ve Parametrik Olmayan Korelasyon Testler

		COSALINIM		LNGDP		COSALINIM		LNGDP		COSALINIM	
COSALINIM	Pearson Correlation	1	0,95	Kendall's tau_b	Correlation Coefficient	1	,600**	Spearman's rho	Correlation Coefficient	1	,574**
	Sig. (2-tailed)		0		Sig. (2-tailed)	.	0		Sig. (2-tailed)	.	0
	N	52	52		N	52	52		N	52	52
LNGDP	Pearson Correlation	0,95	1		Correlation Coefficient	,600**	1		Correlation Coefficient	,574**	1
	Sig. (2-tailed)	0			Sig. (2-tailed)	0	.		Sig. (2-tailed)	0	.
	N	52	52		N	52	52		N	52	52
**Korelasyon katsayısı 0.01 seviyesinde anlamlı											

V. Ampirik Bulgular

A. Durağanlık ve Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Son yirmi yıldır çevre kirliliğinin zamanla oluşan etkisini analiz etmek için eşbütünleşme modelleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır Zaman serileri arasındaki eşbütünleşme ilişkisini ortaya koyabilmek için (Engle ve Granger, 1987: 3; Johansen, 1988: 2; Johansen ve Juselius, 1990: 4) tarafından ortaya atılıp daha sonra geliştirilen ekonometrik eşbütünleşme yöntemleri mevcuttur. (Engle ve Granger, 1987: 3) tarafından ortaya atılan yönteme göre, durağanlığa sahip olmayan seriler arasında doğrusal regresyon ilişkisi sonucunda ortaya çıkan hata terimi eğer düzeyde durağan ise, bu iki serinin eşbütünleşik yani uzun dönemde dengede olduğunu iddia etmişlerdir. İki den fazla değişkenli serilere gelindiğinde, değişkenler arasında üç veya daha fazla eşbütünleşme vektörü ortaya çıkabileceğinden (Engle ve Granger, 1987: 2) yöntemi bu ilişkileri ayırmada etkin olmadığı yönünde eleştiriler almıştır, bu durum elde edilen tahminlerde hata yapma olasılığını artırmaktadır. (Johansen, 1988: 3), en çok olabilirlik tahmin yöntemini kullanarak eşbütünleşik vektörlerin varlığını test etmek amacı ile bir diğer eşbütünleşme analizi geliştirmiştir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 515).

Grup ortalamalarını esas alarak uzun dönemli denge ilişkisini ortaya çıkarmamıza yardımcı olacak eşbütünleşme analizi öncesinde, serilerin durağan olup olmadıkları sabit ve trend içeren ADF Testi yardımıyla sınanmıştır. Birim Kök Testleri Eşbütünleşme analizinin gerçekleştirilebilmesi serilerin durağanlığına bağlıdır. (Johansen, 1988: 4) eşbütünleşme testinin uygulanmadan önce serilerin durağan olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda öncelikle serilere Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi uygulanmıştır.

Test sonuçları aşağıda verilen Tablo 3'te yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar ışığında, her iki serinin de seviye düzeyinde durağan olmadıkları tespit edildikten sonra, birincil farklar seviyesinde durağan hale geldikleri tespit edilmiştir. Eşbütünleşme analizin uygulanabilmesi için her iki serisinde aynı seviyede durağan olmaları gerekmektedir. Bu sebeplerden dolayı, eşbütünleşme analizinde her iki serinin birincil farklarından oluşan veri setleri kullanılmıştır. Elde edilen yeni serilerin normal dağılıma yaklaştıkları aşağıda verilen Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Durağanlık Testi Sonuçları

Değişken	Seviye Düzeyi		1. Fark	
	ADF Test İstatistiği	Prob	ADF Test İstatistiği	Prob
CO ₂ Salınım	-1,709	0,733	-6,12692	0,0000
LNGDP	-1,769	0,705	-4,29161	0,0069

Tablo 4. Birincil Fark Serilerinin Betimsel İstatistikleri ve Dağılım Testi Sonuçları

	D-CO ₂ EMİSYONU	D-GDP
Ortalama	0.085968	5.037.420
Ortanca	0.098690	2.742.389
Maksimum	0.460822	2585.30
Minimum	-0.315067	-2.366.462
Standart Sapma	0.192070	8.403.918
Çarpıklık	-0.157117	0.095039
Basıklık	2.340.832	5.056.286
Jarque-Bera	1.133.146	9.061.935
Olasılık	0.567467	0.010770

Çalışmamızın bu aşamasında CO₂ emisyonu ile kiři başına dūřen milli gelir arasında uzun dōnemli muhtemel bir ilişkinin varlığını tespit etmeye yōnelik olarak kullanılan (Johansen 1988) ve (Johansen ve Jeselius 1990) eřbūtünleřme testi sonuçları verilmiştir. Verilen bu testin sonuçlarından önce, seriler arasındaki etkileşimin kaç dōnemlik gecikmeyle ortaya çıktığını saptamak için en uygun gecikme uzunluğu VAR(1) modeli kullanılarak belirlenmiştir. Eřbūtünleřme analizinde esas alınacak uygun gecikme uzunluğunun tespitine yōnelik analiz ıktısı Tablo 5'te yer almaktadır. Uygun gecikme uzunluğunun 0 çıkmış olması, değişkenler arasındaki hızlı etkileşimin bir sonucu olarak kabul edilebilir. Ancak, eřbūtünleřme analizinde 0 gecikme uzunluğu opsiyonu kullanılmadığından, buna en yakın değer olan 1 yıl gecikme uzunluğu temel alınmıştır.

Tablo 5. Uygun Gecikme Uzunluğu Analizi Sonuçları

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-366.6028	NA	31271.62*	16.02621*	16.10571*	16.05599*
1	-363.7358	5.359922	32862.49	16.07547	16.31399	16.16482
2	-362.1732	2.785597	36585.69	16.18144	16.57897	16.33036
3	-357.0430	8.698978	34937.47	16.13230	16.68885	16.34079
4	-356.8071	0.379546	41374.80	16.29596	17.01151	16.56401
* Not: Belirtilen bilgi kriterine gōre en uygun gecikme uzunluğunu ifade etmektedir						
5% level						

Kointegrasyon test sonuçlarını içeren Tablo 6'ya bakıldığında, Johansen eřbūtünleřme yōntemi aracılığı ile elde edilen İz istatistiği ve Maksimum Öz Deđer test istatistiği değerleri kritik değerden büyük olduğundan dolayı %5 anlamlılık düzeyinde elde edilen modelde iki tane koentegrasyon vektōrünün varlığı gōrılmektedir. Bu sebepten dolayı Johansen eřbūtünleřme testiyle elde edilen sonuçlara bakılarak karbon emisyonu ve milli gelir uzun dōnemli bir ilişkiye sahiptir. Bu sonuç, sanayileşmeye dayalı büyümenin evre üzerinde olumsuz bir etki meydana getirdiği yönündeki hipotezimizi destekleyen bir bulgudur.

Tablo 6. Kointegrasyon Test Sonuçları

		İz İstatistiği			Maksimum Özdeğer İstatistiği		
H ₀	H ₁	Değerler	%5 Kritik Değer	Olasılık	Değerler	%5 Kritik Değer	Olasılık
r=0	r≥1	36.79057	15.49471	0.0000	0.350260	14.26460	0.0035
r=1	r≥2	15.66262	3.841466	0.0001	0.273593	3.841466	0.0001

B. Varyans Ayırıştırması Analizi

Varyans ayırıştırma analizi bir değişkenin kendi şoklarından kaynaklanan hareketler ile diğer değişkenlerin kendi şoklarından kaynaklanan birbirine oranını göstermektedir. Diğer bir ifade ile değişkenlerde ortaya çıkacak yüzdesel bir değişimin ne kadarının kendisinden ne kadarının diğer değişkenlerden kaynaklandığını açıklar (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 516).

Tablo 7. Varyans Analiz Ayırıştırması Sonuçları

Period	Varyans Ayırıştırması GDP			Varyans Ayırıştırması CO ₂ Salınım		
	Standart Hata	DLNGDP	DLN CO ₂ Salınım	Standart Hata	DLNGDP	DLN CO ₂ Salınım
1	8002.919	1.000000	0.000000	800.2919	8.999538	91.00046
2	1152.140	9998.366	0.016341	1152.140	8.904026	91.09597
3	1436.612	9994.835	0.051649	1436.612	8.807537	91.19246
4	1689.037	9989.704	0.102962	1689.037	8.710259	91.28974
5	1922.926	9983.233	0.167671	1922.926	8.612390	91.38761
6	2145.140	9975.652	0.243485	2145.140	8.514142	91.48586
7	2359.733	9967.161	0.328395	2359.733	8.415736	91.58426
8	2569.340	9957.935	0.420646	2569.340	8.317408	91.68259
9	2775.795	9948.129	0.518708	2775.795	8.219400	91.78060
10	2980.446	9937.875	0.621250	2980.446	8.121970	91.87803

Değişkenlerdeki değişimlerin nedensellik bazında mukayese edildiği Varyans Ayırıştırması analizi sonuçları Tablo 7'deki gibidir. Elde edilen sonuçlara göre, CO₂ emisyonundaki değişimlerin yaklaşık olarak 9 %'unun milli gelir değişimlerinden kaynaklandığı görülmektedir.

C. Basit Regresyon Modeli ve Ampirik Bulgular

Değişkenlerin anlık gözlem değerlerinin ortalamalarından oluşan seriler kullanılarak CO₂ salınımının bağımlı değişken kişi başına düşen milli gelir seviyesinin de bağımsız değişken olarak yer aldığı doğrusal regresyon modeline ait bulgu ve sonuçlar Tablo 8'de gösterilmektedir. Regresyon analizi yapıldıktan sonra modelde değişen varyans ve ardışık bağımlılık sorunlarına rastlanmıştır, (Stock ve Watson, 2007: 607) değişen varyans ve otokorelasyon problemi olduğu zaman HAC opsiyonunu kullanılabileceğini söylemiştir. Jarque-Bera normallik sınaması sonuçları hata terimlerinin normal dağıldığını gösterdiğinden. HAC sağlam standart hatalarla tahmin edilen regresyon modellerinin sonuçları tablo 8'de verilmektedir. İstatistiksel olarak anlamlı çıkan pozitif değerli bağımsız değişken katsayısı, milli gelirden meydana gelen 1 %'lik değişimin CO₂ salınımında aynı yönlü 0,0118 birimlik değişim meydana getirdiğini göstermektedir. Hata terimlerinin Dağılımının normal dağılıma uygun olması, katsayı tahminlerinin sapmasız ve tutarlı olduğun göstergesidir. R²

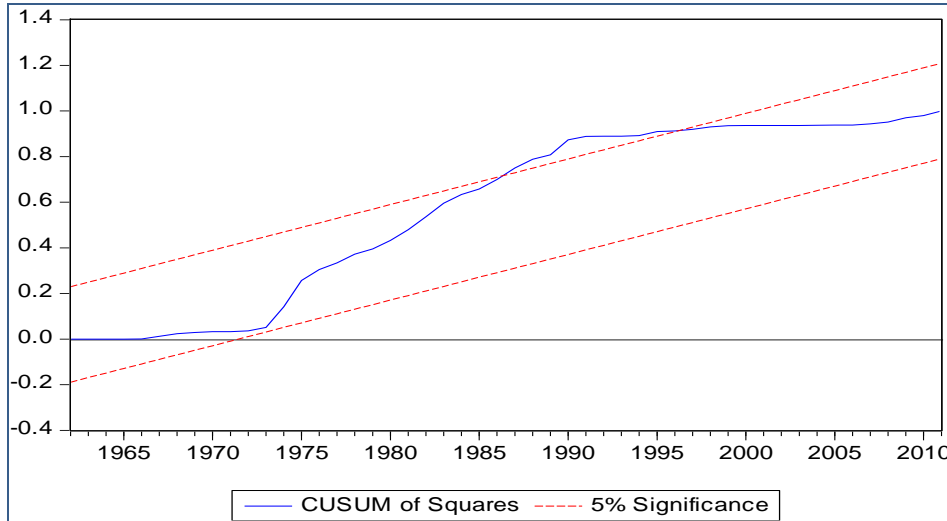
değeri bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklayabilme gücünü gösterir. Elde edilen regresyon modelinde R^2 değeri 0,90 olarak tespit edilmiştir. Modelimiz bağımlı değişkenimizin %90'nın bağımsız değişkenler tarafından açıkladığını göstermektedir.

Tablo 8. Basit Regresyon Modeline Ait Özet Sonuçlar

Değişken	Bağımlı Değişken: DCO ₂ Salınım			
	Katsayı	Standart Hata	t-ist	p-değeri
DLNGDP	1.181528	0.121544*	9.720974	0.0000
C	-3.087965	1.140083*	-2.708544	0.0092
R ²	0,900			
Ayarlı R ²	0,898			
F-ist	450,35 (p-değeri: 0,0000)			

D. İstikrar Modeli

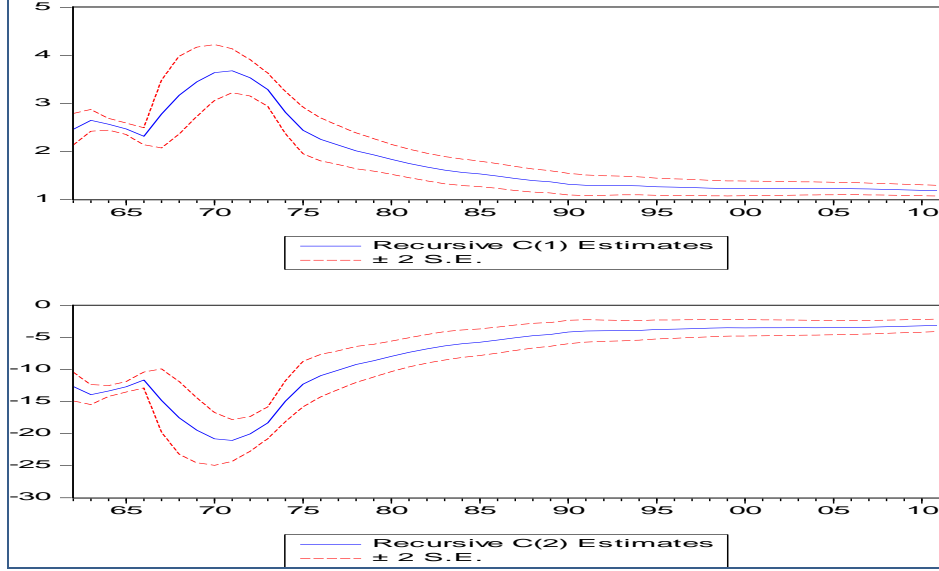
Regresyon denkleminin katsayılarının istikrarlı oluşunu diğer bir değişle yapısal kırılmanın varlığını tespit etmek için birtakım teknikler ortaya atılmıştır (Chow,1960: 3; Brown, 1975: 5; Hansen, 1992: 2). Chow istikrar testinde kırılma noktasının tespiti için önsel bir bilgiye ihtiyaç vardır. Kırılmanın olacağı noktayı iyi analiz edip belirlemek gerekmektedir. CUSUM ve CUSUMSQ istikrar testlerinde ise regresyon modelindeki yapısal kırılmaları modelin kendisi tahmin ederek ortaya koymaktadır bu yönüyle chow analizinden daha avantajlı olduğu söylenebilir genellikle grafiksel olarak gösterilir (Halıcıoğlu, 2007: 2). CUSUMSQ grafiğine bakıldığı zaman, daha önceden tespit ettiğimiz üzere, 1986 yılının başından itibaren kritik sınırların dışına çıkan eğri, 1990'lı yılların başı ve 2000'li yıllarda kritik sınırlar içerisine çekilmeye başlamıştır. Grafikten de görüldüğü üzere 1990 yılının hemen öncesinde ve sonrasında ise yapısal kırılmaların varlığı söz konusudur.



Şekil 5. CUSUMSQ Grafiği

Şekil 5'te, oluşturduğumuz modelin katsayılarının tüm gözlemler boyunca değişim seyri temsil edilmektedir. Tüm gözlemler boyunca, bağımsız değişkenlerin model katsayısının pozitif bir değer aldığı ayrıca 90'lı (1996 yılı)

yılıının başından itibaren daha istikrarlı bir seyir izlediği analizler sonucunda açıkça görülmektedir.



Şekil 6. Katsayı Değişim Grafikleri

VI. Sonuç

CO₂ emisyonu ve kişi başına düşen milli gelir değişkenlerine ait serpilme diyagramı ve grup ortalamalarına dayalı orijinal veri setlerinin zaman serisi grafikleri Şekil 3 ve Şekil 4'te yer almaktadır. Grafiklerden de açık bir şekilde anlaşılacağı üzere, CO₂ salınımı 80'li yıllara kadar çok yüksek bir ivme ile artış göstermiş, 2000'li yılların başına kadar ise azalan ivmeyle artışına devam etmiştir. 2000'li yıllardan itibaren CO₂ salınım seviyesinin nispeten yatay bir seyir aldığı görülmektedir. Diğer yandan, milli gelir değişimleri ise kapsanan dönem boyunca artan bir ivme ile yukarı yönlü bir seyir izlemektedir. Hem ekonomik büyümeyi sağlayıp hem de çevreye zarar vermeyecek politikaları izlemek gerçekten kolay değildir. Çevre bilimcileri, ekonomik büyümeye bağlı olarak artan enerji kullanımının, sera gazlarının, küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin en temel nedeni olan CO₂ emisyonunu artırdığını iddia etmişlerdir. Sera gazındaki emisyonun artışının doğa, insan ve diğer canlılar üzerine birçok olumsuz sonuç meydana getirdiği açıkça söylenebilir. Meydana gelen bu olumsuz sonuçların en göze çarpanları: deniz seviyesindeki yükselme, değişen yağış düzenleri, okyanuslarda ve atmosferde artan sıcaklıklar ve tarımsal verimliliğin düşmesi gibi olumsuz potansiyel tehditler nedeni ile çevre bilimcileri ve ekonomistler arasında daha fazla dikkat çaktı. Toplumlar, özellikle ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında yürütülen çalışmaların sayısını artırmış ayrıca çevresel olarak yaşam koşullarına daha fazla dikkat etmeye başlamışlardır. 1992 yılında Rio'da düzenlenen Dünya Zirvesi'nde alınan iklim değişikliği ile mücadele kararının 90'lı yıllarda CO₂ salınım düzeyinde görülen ivmenin azalışında etkili olduğu söylenebilir. 2000'li yıllarda CO₂ salınımındaki yatay seyir, 1997 yılında imzalanan ve 2005 yılında uygulamaya konulan Kyoto Protokolünde çevre kirliliği üzerine alınan

önlemlerin yanı sıra alınan diğer tedbirlerden dolayı bu yatay seyirin meydana geldiğini söyleyebiliriz.

Kaynakça

- Apergis, N. & Payne, J. E. (2009). CO₂ emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286.
- Batı, O. (2014). Küresel Isınma Konusunda" Karbon Etkisi" nin Değerlendirilmesi. *Trakya University Journal of Social Science*, 16(1).
- Baykal, H., & Baykal, T. (2008). Küreselleşen Dünya'da çevre sorunları/Environmental problems in a globalized World. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9).
- Bozoklu, S., Demir, A. O., & Ataer, S. (2019). Reassessing the environmental Kuznets curve: a summability approach for emerging market economies. *Eurasian Economic Review*, 1-19.
- Brown, R. L., Durbin, J., Evans, J. M., 1975. Techniques for testing the constancy of regression relations over time. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 37, 149-163.
- Chow, G. C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 591-605.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological economics*, 49(4), 431-455.
- Dinda, S., & Coondoo, D. (2006). Income and emission: a panel data-based cointegration analysis. *Ecological Economics*, 57(2), 167-181.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, *Estimation, and Testing*. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Friedl, B., & Getzner, M. (2003). Determinants of CO₂ emissions in a small open economy. *Ecological economics*, 45(1), 133-148.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement (No. w3914). *National Bureau of Economic Research*.
- Hansen, B. E., 1992. Tests for parameter instability in regressions with I(1) processes. *Journal of Business and Economic Statistics* 10, 321-335.
- Heil, M. T. & Selden, T. M. (1999). Panel stationarity with structural breaks: carbon emissions and GDP. *Applied Economics Letters*, 6(4), 223-225.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.
- 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.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1), 1-28.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). CO₂ emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858-1864.
- Mankiw, N. G. (2014). *Principles of economics*. Cengage Learning (3-4).
- Sevüktekin, M., & Çınar, M. (2014). *Ekonometik Zaman Serileri Analizi, Dora Yayınıcılık, 4. Baskı*, Bursa, (515-516),(580-581).

- Shafik, N. (1994). Economic development and environmental quality: an econometric analysis. *Oxford economic papers*, 46(4), 757-774.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World development*, 32(8), 1419-1439.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri, *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları*, 7-24, ÇKÖK Gn. Md. Ankara.

İnternet Kaynakları

- EURONEWS ; (2015), “Sanayi Devriminin En Kötü Sonucu: Sera Gazı Salınımı”, <http://tr.euronews.com/2015/06/26/sanayi-devrimi-nin-en-kotu-sonucu-sera-gazi-salinimi/>, 08.03.2016.
- KÜRESEL-ISINMA; (2014), “Sera Etkisi Nedir?”, <http://kuresel-isinma.org/bilgiler/item/195-sera-etkisi-nedir.html>, 01.01.2016.
- <https://data.worldbank.org/>