

SANAYİLEŞMENİN HAVA KİRLİLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: POLONYA ÖRNEĞİ

Sidar Atalay ŞİMŞEK ¹

Makale İlk Gönderim Tarihi / Recieved (First): 09.05.2023

Makale Kabul Tarihi / Accepted: 29.06.2023

Atıf/©: Atalay Şimşek, S. (2023). Sanayileşmenin Hava Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Polonya Örneği. Journal of Public Economy and Public Financial Management, 3(1)

Özet

Çalışmada sanayileşmenin hava kirliliği üzerindeki etkileri 2000-2019 yılları arasında Polonya için zaman serisi ile analiz edilmiştir. Bu amaçla, “sanayi” sanayileşmeyi belirten bir değişken olarak ve hava kirliliğini temsil eden “PM2.5” değişkenleri modele dahil edilmiştir. ADF birim kök sonuçlarına göre, bütün değişkenlerin birinci farkta durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla analizde kullanılan değişkenlerin düzeyde ve ikinci farkta durağan olmaması sebebiyle Johansen, FMOLS yöntemiyle eşbütünleşme katsayı tahmininin yapılması uygun bulunmuştur. Johansen eşbütünleşme testinin yapılması için gerekli varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımlar; Otokorelasyon sorununun olmaması, değişen varyansın olmaması ve parametrelerin istikrarlı olmasıdır. Johansen eşbütünleşme testi için gerekli varsayımlar sağlandıktan sonra değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Johansen Eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Sonuç olarak sanayileşme ile çevre kirliliğini temsil eden PM2.5 değişkeni arasında uzun dönemde en az 1 tane eşbütünleşik vektörün varlığı tespit edilmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünleşik bir ilişkinin var olduğu tespit edildikten sonra, bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkisi FMOLS tahmincisi ile analiz edilmiştir. Sanayileşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Sanayileşmedeki %1’lik artışın çevre kirliliğini %2,86 oranında arttırdığı dolayısıyla sanayileşme ve çevre kirliliği arasında uzun dönemde doğru yönlü bir ilişkinin olduğu neticesine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanayileşme, Hava Kirliliği, PM2.5

THE IMPACT OF INDUSTRIALIZATION ON AIR POLLUTION: THE CASE OF POLAND

Abstract

In the study, the effects of industrialization on air pollution are analyzed with time series for Poland between 2000-2019. For this purpose, “industry” as a variable indicating industrialization and “PM2.5” representing air pollution were included in the model. According to the ADF unit root results, it is concluded that all variables are stationary at the first difference. Therefore, since the variables used in the analysis are not stationary at the level and at the second difference, it was found appropriate to estimate the cointegration coefficient using the Johansen, FMOLS method. Necessary assumptions must be provided for the Johansen cointegration test. These assumptions are; There is no autocorrelation problem, no changing variance, and the parameters are stable. After providing the necessary assumptions for the Johansen cointegration test, the cointegration relationship between the variables was investigated with the Johansen cointegration test. As a result, the existence of at least one cointegrating vector in the long run was determined between the PM2.5 variable, which represents industrialization and environmental pollution. After determining that there is a cointegrated relationship between the variables in the long run, the effect of the independent variable on the dependent variable was analyzed with the FMOLS estimator. It has been determined that the effect of industrialization on environmental pollution is positive and statistically significant. It has been concluded that a 1% increase in industrialization increases environmental pollution by 2.86%, so there is a long-term positive relationship between industrialization and environmental pollution.

Keywords: Industrialization, Air Pollution, PM2.5

¹ Assistant , Batman University, sidar.simsek@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0288-1828

1. GİRİŞ

Doğal çevrenin sahip olduğu güzellikler ve insana sunduğu kolaylıklar onun tüketilmesini hızlandıran sebeplerdendir. Çevrenin özellikle insanlar tarafından tahrip edilmesi esasında bireylerin ve uygarlıkların geleceğini de riske atmaktadır. Çevre kirliliğinin çeşitlerinden olan hava kirliliği, belirli bir kaynaktan atmosfere bırakılan kirleticilerin canlılara ve doğal çevreye zarar verecek boyuta ulaşmasıdır. Bu kirleticileri şöyle sıralamak mümkündür: Gaz, toz, buhar, duman gibi yapılarıdır. Bu kirleticilerin büyük oranda kaynağını fabrikalar, santraller ve ulaşım araçları oluşturmaktadır. Endüstri faaliyetinde bulunan kuruluşların özellikle belli bölgelerde yoğunlaşması, maliyeti sebebiyle çevre dostu teknolojilerin seçilmemesi ve gerekli hassasiyetin gösterilmemesi hava kirliliğine sebep olmaktadır. Hava kirliliği sonucu, havada bulunan kirleticilerin solunum sistemine zarar vermesi astım, akciğer hastalıkları gibi birçok sağlık problemlerine de sebep olmaktadır. Hava kirliliği sadece insanlara değil asit yağmuru şeklinde bitkilere de zarar vermektedir.

Hava kirliliğine neden olan maddeler arasında en önemlisi PM2.5 olarak tanımlanan partikül madde 2.5'tir. Bu madde, havada asılı halde bulunan katı ya da sıvı parçacık karışımları sonucu oluşan kirleticilerdir. 2.5 mikrometreden daha küçük olan bu kirletici madde özellikle fosil yakıt kullanımı sonrası ortaya çıkmaktadır. İnce partikül olarak da adlandırılan bu kirleticiler, oldukça küçük yapıya sahip olduklarından burun süzgecinden ve boğazdan çok kolay bir biçimde geçerek ciğerlere ulaşır ve canlıların yaşam kalitelerini ciddi boyutlarda etkileme gücüne sahiptir. Dolayısıyla çalışmalarda dikkate alınması gereken bir değişkendir.

Hava kirliliğinin temelinde etkili olan faktörlerden en önemlisi 19. Yüzyılda ortaya çıkan sanayileşme kavramıdır. Sanayileşme ile birlikte özellikle kontrolsüz ekonomik büyüme, çevresel tahribatların artmasında rol oynamıştır. Sanayileşmenin artmasına bağlı olarak ülkeler büyümeye, üretim ve tüketimlerini artırmaya devam etmişlerdir. Artan ihtiyaçlar karşısında sanayileşmenin de hız kazanması, kontrol dışı gazların havaya bırakılmasına sebep olmuştur. Özellikle gelişimini sürdürmeye devam eden az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler çevre kirliliği ile başa çıkmada gelişmiş ülkelere nazaran daha dezavantajlı durumdadır. Çünkü söz konusu ülkeler, hem teknolojik üstünlük noktasında hem de maddi güç bakımından yetersiz konumdadırlar.

2.LİTERATÜR

Sanayileşme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki literatürde bir çok ampirik çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalarda uygulanan ekonometrik metodun farklılığı, analize dahil olan ölçek ve verilerin farklılığı gibi sebeplerden ayrıca analize konu olan yıl ve uygulama alanına göre elde edilen sonuçlar çeşitlilik göstermektedir.

Yıldız ve Göktürk (2019), yaptıkları çalışmada 1986-2015 yılları için Türkiye'de sanayileşmenin ve şehirleşmenin çevre kirliliği ile ilişkisi analiz edilmiştir. Yapılan çalışmada sanayileşme ve karbon emisyonu arasında anlamsız bir ilişki varken, şehir nüfusunda meydana gelen artışın ve enerji kullanım oranındaki artışın karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif ve anlamlı sonucunun olduğuna ulaşılmıştır.

Oğuzhan ve Gültekin (2019), çalışmalarında, MINT ülkelerinde ekonomik büyüme ve sanayileşmenin çevre kirliliğine olan etkisini araştırmıştır. 1985-2016 yılları arasında gerçekleştirilen analizin sonucuna

göre, uzun dönemde hem sanayileşmenin hem de ekonomik büyümenin çevre kirliliğini pozitif ve anlamlı şekilde etkilediğine ulaşılmıştır. Ayrıca, kısa dönemde değişkenler arasında nedensellik ilişkisine ulaşılamamıştır.

Wang vd. (2018), 1998-2016 yılları için Çin’de sanayi, enerji tüketimi, yatırım, diğer sosyo ekonomik faktör ve kentleşme ile PM2.5 arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çin için yapılan analizde bazı bölgelerde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olurken bazı bölgelerde ise geçersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Pata (2018), 1974-2013 yılları için Türkiye’de sanayileşme, ekonomik büyüme, finansal gelişme, enerji tüketimi, şehirleşme ve CO2 arasındaki ilişki kısa ve uzun dönem için analiz edilmiştir. Yapılan ekonometrik analiz sonucunda, Türkiye’de sanayileşme, ekonomik büyüme, finansal gelişme, enerji tüketimi, şehirleşme ve CO2 arasında uzun dönemde pozitif ve anlamlı ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Asumadu ve Owusu (2017), 1965-2011 yılları arasında Rwanda için ekonomik büyüme, sanayileşme, nüfus ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi ARDL testi ile analiz etmiştir. Nedensellik analizi sonucuna göre, kısa dönemde sanayileşmeden karbon emisyonlarına doğru tek yönlü nedenselliğin olduğuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde kısa dönemde nüfus değişkeninden karbon emisyonlarına doğru da tek taraflı nedenselliğin varlığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, sanayileşme ve nüfus değişkenlerinde de ekonomik büyümeye doğru tek taraflı ilişkiye ulaşılmıştır. Uzun dönemde de yine değişkenler arasında nedenselliğin olduğuna ulaşılmıştır.

Paul ve Bhattacharya (2004), Hindistan’da 1980-1996 yılları için, karbon emisyonlarını kirlilik, enerji yoğunluğu, ekonomik aktivite ve yapısal değişiklik etkisi şeklinde ayırtmışlardır. Analiz sonucuna göre tüm sektörlerde ekonomik aktivitenin emisyon oranlarını artırdığına, sanayi ve ulaşım sektörlerinde de, enerji yoğunluğunun emisyonları artış hızını düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.

3. VERİ SETİ YÖNTEM ve BULGULAR

Çalışmada modelimize ait tüm değişkenlerin farkta durağan olması diğer bir ifade ile I(1) olması değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin test edilmesi için, geleneksel yöntem olan Johansen Eşbütünleşme analizinin kullanılmasını gerekli kılmıştır. Çalışmada sanayileşmenin hava kirliliği üzerindeki etkileri 2000-2019 yılları arasında Polonya için zaman serisi ile analiz edilmektedir. Bu amaçla, “sanayi” sanayileşmeyi belirten bir değişken olarak ve hava kirliliğini temsil eden “PM2.5” değişkenleri modele dahil edilmiştir. Modelde bağımlı değişken PM2.5 ve bağımsız değişken olan sanayileşmenin doğal logaritmaları alınarak ekonometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Modelde kullanılan değişkenlere ait data lar dünya bankası (World Bank) sitesinden elde edilmiştir. Analiz Econometric Views (Eviews, version 12.0) kullanılarak yapılmıştır. Modeldeki değişkenler tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo.1. Modelde kullanılan değişkenler

lnPM2.5	PM2.5 (partikül madde 2.5) oranının logaritması
lnsanayi	Sanayileşme oranının logaritması
dlnPM2.5	PM2.5 (partikül madde 2.5) oranının logaritmasının farkı
dlnsanayi	sanayileşme oranının logaritmasının farkı

Yapılan analiz için kurulan modelin denklemi aşağıdaki gibidir:

$$d \ln PM 2.5 = \beta_0 + \beta_1 d \ln sanayi + u_t$$

Denklemden, dlnPM2.5 modelin bağımlı değişkeni olarak tanımlanmıştır. β_0 sabit terimi ifade ederken, modelin bağımsız değişkeni, dlnsanayi şeklinde tanımlanmıştır. Son olarak denklemden gösterilen u_t ise hata terimini tanımlamaktadır.

Ampirik analizde kullanılan değişkenlere ait hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde Genelleştirilmiş Dickey Fuller (ADF, 1981) birim kök testi sonuçları tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo.2. Değişkenlere ait ADF birim kök testi sonucu

ADF (Dickey ve Fuller,1981)	Sabitli Model	Sabit&Trendli
Düzye	olasılık	olasılık
lnPM2.5	0.042	0.325
lnsanayi	0.100	0.320
Fark		
dlnPM2.5	0.000***	0.000***
dlnsanayi	0.011*	0.052*

Not:*** %1, *%10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

ADF birim kök sonuçlarına göre, bütün değişkenlerin birinci farkta durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla analizde kullanılan değişkenlerin düzeyde ve ikinci farkta durağan olmaması sebebiyle Johansen, FMOLS yöntemiyle eşbütünleşme katsayı tahmininin yapılması uygun bulunmuştur. Johansen eşbütünleşme testinin yapılması için gerekli varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımlar; Otokorelasyon sorununun olmaması, değişen varyansın olmaması ve parametrelerin istikrarlı olmasıdır.

Modele ait değişkenler arasında otokorelasyon sorununun var olup olmaması Otokorelasyon-LM testi ile sınımlanmaktadır. Tablo 3’te gösterilen test bulgularına göre modele ait herhangi bir otokorelasyon

sorunuyla karşılaşılmadığı neticesine varılmıştır.

Tablo.3. Otokorelasyon-LM testi sonucu

Gecikmeler	LM-İstatistiği	Olasılık Değeri
1	2.233739	0.6929
2	2.707340	0.6079
3	4.892670	0.2985

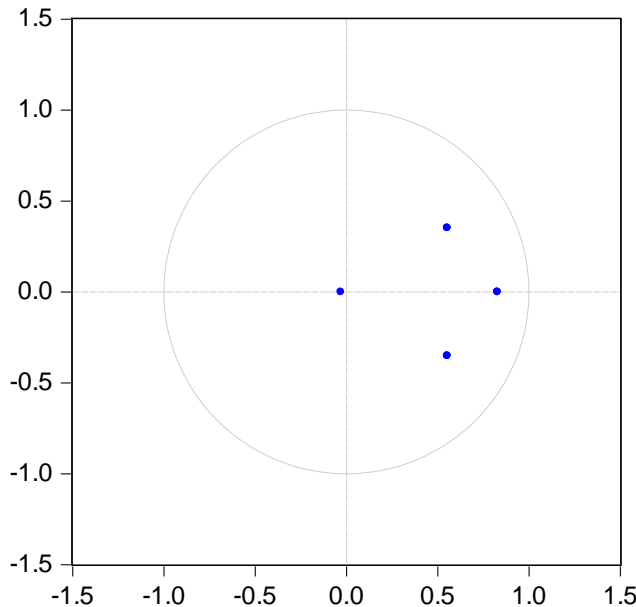
Değişen varyans sorununun analizi White Değişen Varyans (Heteroskedasticity) testi ile yapılmaktadır. Heteroskedasticity sonucu tablo 4'te belirtilmiştir. Analiz sonucuna göre VAR modeline ait değişen varyans sorununun olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo.4. White Değişen Varyans Testi sonucu

Kikare	Serbestlik derecesi	Olasılık değeri
16.23360	24	0.8795

Kurulan modelin değişkenlerinin istikrar tespiti için AR karakteristik polinomunun ters kökleri (Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial) testi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de değişkenlerin tamamının birim çember içinde dağıldığı dolayısıyla modelinin istikrarlı bir yapıda olduğu tespit edilmiştir.

Şekil.1. AR karakteristik polinomunun ters kökleri testi sonucu



Tablo.5. Johansen Eşbütünleşme testi sonucu

Boş hipotez	Özdeğer	İz İstatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık
r=0	0.655774	30.39965	25.87211	0.0127**
r≤1	0.270463	6.937584	12.51798	0.3511
Boş hipotez	Özdeğer	En büyük özdeğer istatistiği	%5 Kritik Değer	Olasılık
r=0	0.655774	23.46206	19.38704	0.0121**
r≤1	0.270463	6.937584	12.51798	0.3511

Not:*** %1, ** %5, *%10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Johansen eşbütünleşme testi için gerekli varsayımlar sağlandıktan sonra değişkenlere ait uzun dönem ilişkisinin tespiti aşamasına geçilmiştir. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Johansen Eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır.

Tablo 5'teki sonuçlara göre, iz istatistiği ve en büyük özdeğer istatistiği baz alındığında r=0 hipotezinin reddedildiği sonucuna ulaşılır. Böylece sanayileşme ile çevre kirliliğini temsil eden PM2.5 değişkeni arasında uzun dönemde en az 1 tane eşbütünleşik vektörün varlığı ortaya çıkmaktadır. r≤1 hipotezinin kabul edilmesi bu değişkenler arasında birden fazla eşbütünleşik ilişkinin olmadığını belirtmektedir. Dolayısıyla çalışmada iz istatistiği ve en büyük özdeğer istatistiği dikkate alınarak sanayileşmeyle çevre kirliliği arasında uzun dönemde ortak bir denge ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünleşik bir ilişkinin var olduğu tespit edildikten sonra, bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkisi FMOLS tahmincisi ile analiz edilmiştir.

Tablo.6. FMOLS eşbütünleşme katsayı tahmincisi sonucu

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LNSANAYI	2.867375	1.083091	2.647400	0.014**
C	-4.643220	3.649875	-1.272158	0.216

Not:*** %1, ** %5, *%10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6'daki sonuca göre, sanayileşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Sanayileşmedeki %1'lik artışın çevre kirliliğini % 2.86 oranında arttırdığı dolayısıyla sanayileşme ve çevre kirliliği arasında uzun dönemde doğru yönlü bir ilişkinin olduğu neticesine varılmıştır.

4.SONUÇ

Sanayileşme ile birlikte çevresel tahribatlar artmaya başlamıştır. Sanayileşmenin ilerlemesine bağlı olarak ülkeler büyümeye, üretim ve tüketimlerini artırmaya devam ederken kontrol dışı gazların havaya bırakılmasına sebep olmuştur.

Yapılan bu çalışmada sanayileşmenin hava kirliliği üzerindeki etkileri 2000-2019 yılları arasında Polonya için zaman serisi ile analiz edilmiştir. ADF birim kök sonuçlarına göre, bütün değişkenlerin birinci farkta durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Birim kök sınaması sonrası yapılan Johansen Eşbütünleşme ön testleri ile bu testin kullanılması için gerekli varsayımların sağlandığı görülmüştür. Johansen Eşbütünleşme sonucuna göre de sanayileşme ile çevre kirliliğini temsil eden PM2.5 değişkeni arasında uzun dönemde en az 1 tane eşbütünleşik vektörün varlığı tespit edilmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemde eşbütünleşik bir ilişkinin var olduğu tespit edildikten sonra, bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkisi FMOLS tahmincisi ile analiz edilmiştir. Sanayileşmenin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Sanayileşmedeki %1'lik artışın çevre kirliliğini % 2.86 oranında arttırdığı dolayısıyla sanayileşme ve çevre kirliliği arasında uzun dönemde doğru yönlü bir ilişkinin olduğu neticesine varılmıştır.

Çalışmanın odağını oluşturan Polonya, teknolojinin nimetlerinden yararlanarak daha çevreci faaliyetlerle sanayinin gerçekleştirilmesine olanak sağlayabilir, geri dönüşüme daha fazla önem verebilir, alternatif enerji kaynaklarını geliştirebilir ve kalkınma politikalarını bu yönde düzenleyebilirse gelecek nesillere daha temiz ve yaşanabilir bir dünya bırakma şansını elde edebilir.

KAYNAKÇA

- Asumadu S. & Owusu, P.A. (2017). Carbon Dioxide Emissions, GDP Per Capita, Industrialization and Population: An Evidence From Rwanda, *Environ. Eng. Res.* 22(1): 116-124.
- Oğuzhan, A., & Gültekin, A. G. H. (2019). Sanayileşme ve Ekonomik Büyümenin Çevre Kirliliğine Etkisi: MINT Ülkeleri Örneği. *Cataloging-In-Publication Data*, 154.
- Pata, U. K. (2018). The Effect of Urbanization and Industrialization on Carbon Emissions in Turkey: Evidence From ARDL Bounds Testing Procedure. *Environmental Science and Pollution Research*, Volume 25, Issue 8, pp:7740–7747.
- Paul, S. & Bhattacharya, R. N. (2004). “CO2 Emissions From Energy Use in India: A Decomposition Analysis”, *Energy Policy*, 32(5):585-593.
- Yıldız, T., & Göktürk, T. B. (2019). Sanayileşme, Şehirleşme ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki: Türkiye İçin Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Journal of Academic Value Studies*, 5(2), 217-229.
- Wang, X., Tian, G., Yang, D., Zhang, W., Lu, D., & Liu, Z. (2018). Responses of PM2. 5 pollution to urbanization

in China. Energy Policy, 123, 602-610.