

Araştırma Makalesi

İklim Değişikliğinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği

The Impact of Climate Change on Economic Growth: Case of Turkey

Olçay BESNİLİ MEMİŞ Arş.Gör. Dr., İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü olcay.besnili@atauni.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-1821-2143	Rahman AYDIN Arş.Gör. Dr., Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü rahmnaydn@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-0440-7468
--	--

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
08.02.2023	09.04.2023

Öz

İklim değişikliği, nedenleri ve sonuçları ile küresel çapta tartışılan en güncel konulardan biridir. Özellikle karbon emisyonunun ekonomik büyüme ile olan ilişkisi, iklim değişikliğinin ekonomik nedenler ve sonuçlar bağlamında değerlendirilmesini mümkün hale getirmektedir. Gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki ilişki yoğun bir şekilde tartışılmış ve ampirik olarak incelenmiştir. Ancak, ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki ilişki belirlenirken, konuyu daha geniş bir perspektiften ele almak ve sosyal niteliğini de dahil etmek için makroekonomik birçok unsur bir arada değerlendirilmelidir. Bu bağlamda araştırmanın amacı, Türkiye'deki karbon emisyonunun ekonomik etkisini, önemli makroekonomik göstergeler olan işsizlik ve enflasyon dahil edilerek araştırmaktır. Kullanılan veriler Dünya Bankası veri tabanından derlenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki Johansen Eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre enflasyon ve işsizlik verilerinin milli gelir üzerine olumsuz etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nitekim, enflasyon ve işsizlik verilerinde meydana gelen bir birimlik şokun milli geliri sırası ile yüzde 0.225 ve yüzde 0.425 oranında azalttığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, karbon emisyonu ile milli gelir arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'de ekonominin karbon yoğun üretim biçimine bağlı büyüdüğünü ve istihdamın ekonomik büyümeye bağlı gerçekleştiğini, enflasyonun ise ekonomik büyümeyi etkilediğini söylemek mümkündür. Bu nedenle Türkiye'de yenilenebilir enerji çağına hazırlık hem ekonomik büyüme hem de istihdam odaklı politikalarla yapılmalı, ekonomik büyüme ve karbon azaltım politikaları için ise enflasyonla mücadele temel hareket noktası olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Ekonomik Büyüme, Karbon Emisyonu, İşsizlik, Hata Düzeltme Modeli

Jel Sınıflandırması: C13, Q47, Q54, Q56

Abstract

Climate change is one of the most current issues discussed globally with its causes and consequences. In particular, the relationship between carbon emissions and economic growth makes it possible to evaluate climate change in the context of economic causes and consequences. The relationship between economic growth and carbon emissions has been intensively discussed and empirically analysed in national and international literature. However, when determining the relationship between economic growth and carbon emissions, many macroeconomic factors should be evaluated together to address the issue from a broader perspective and include its social nature. In this context, this study aims to investigate the economic impact of carbon emissions in Turkey by including unemployment and inflation, which are essential macroeconomic indicators. The data used are

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Besnili Memiş, O. & Aydın, R., 2023 İklim Değişikliğinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 58(2), 1065-1080

compiled from the World Bank database. The relationship between the variables is investigated by the Johansen cointegration test. According to the findings, it is concluded that inflation and unemployment data have negative effects on national income. As a matter of fact, it is determined that a one-unit shock in inflation and unemployment data decreases national income by 0.225 and 0.425 per cent, respectively. In addition, it is concluded that there is a positive relationship between carbon emissions and national income. In this context, it is possible to say that the economy in Turkey grows due to carbon-intensive production and employment depends on economic growth, while inflation affects economic growth. Therefore, the preparation for the renewable energy era in Turkey should be done with both economic growth and employment-oriented policies, and the fight against inflation should be the main starting point for economic growth and carbon reduction policies.

Key Words: Climate Change, Economic Growth, Carbon Emission, Unemployment, Error Correction Model

Jel Classification: C13, Q47, Q54, Q56

1. Giriş

Sanayi devriminden başlayarak dünyanın geçirdiği sosyo-ekonomik dönüşüm, birçok ülkeyi fosil enerji kaynaklarına bağımlı hale getirmektedir. Fosil enerji kaynakları, ekonomik büyümenin en önemli dinamiğidir ve kullanımı arttıkça başta karbon olmak üzere sera gazı emisyonunu artırmaktadır (Kahn ve ark., 2021, s. 4). Karbon emisyonu, küresel ısınmaya neden olarak iklimin değişmesine yol açmakta ve buna bağlı olarak doğrudan ve dolaylı birçok çevresel etkiye neden olmaktadır. İklim değişikliği hem kasırgalar ve tayfunlar gibi hızlı hem de kuraklık ve kıtlık gibi yavaş süreçli doğal afetlerle karakterizedir. Böylece, doğal afetlerin görülme sıklığı ve yoğunluğunun artması tehlikesini içermekte ve aynı zamanda kendisi de doğal afet konumundadır. Bu bağlamda, iklime bağlı çalışan ekosistemlerin niteliklerini yitirmelerine, gıda ve su kaynaklarının işlevsizliğine, insanların erken ölümler dahil bir dizi sağlık sorunu yaşamasına ve yerlerinden edilerek zorunlu göçlerin yaşanmasına neden olmaktadır (Ahmed ve ark., 2021, s. 2; Lelieveld ve ark., 2020, s. 1911; Amini ve ark., 2019, s. 4). Sonuç olarak çevresel bozulmanın, mevcut kıt kaynakların yok olması, yenilenememesi ve beşeri sermayenin verimsiz hale gelmesi nedeniyle ekonomileri olumsuz etkilemesi beklenmektedir (Kahn ve ark., 2021; Henseler ve Schumacher, 2019; Burke ve ark., 2015; Cashin ve ark., 2017; IPCC, 2014; Dell ve ark., 2012; Koubi, 2012; Barrios ve ark., 2010; Hsiang, 2010; Stern, 2007). İklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerindeki sonuçları, ülkelerin ekonomik kalkınmışlıkları, siyasi kapasiteleri, uyum ve azaltım politikalarının varlığı ve hangi iklim riskine maruz kalacaklarına göre farklılık göstermektedir. Özellikle ekonomik büyümeyi temsil eden gelir düzeyinin (Lomborg, 2020, s. 2), sıcaklık etkilerinin büyük ya da küçük olmalarından daha fazla etkiye sahip olduğu savunulmaktadır (Dell ve ark., 2012, s. 67). Bununla birlikte, sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişikliğin belirsizliği gibi iklim değişikliği etkilerinin, ekonomik büyüme üzerinde belirgin ve görece uzun dönemli bir krize neden olacağı tahmin edilmektedir. Bir başka deyişle, sıcaklıklardaki süregelen artış yerini normal kabul edilen sıcaklık değerleri ile özdeş uzun bir döneme bırakmadığı sürece ekonomik büyüme trendinin eski halini yakalamayacağı düşünülmektedir (Koubi, 2012: s. 114). Literatür incelendiğinde çok sayıda araştırma, iklim değişikliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye önemli kanıtlar sunmaktadır. Konu hakkında literatür araştırması dört farklı grupta ele alınmaktadır. Söz konusu gruplandırma, ülkelerin karbon emisyonu seviyeleri, incelenen ülke ve ülke grupları ile Türkiye için yapılan çalışmalar bağlamında oluşturulmaktadır.

İlk grup, en fazla karbon emisyonu seviyelerine sahip ülkeler için yapılmış çalışmaları kapsamaktadır. Strobl (2011), 1970-2005 yılları arasında ABD'deki 409 kıyı bölgesinde meydana gelen kasırgaların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 3SLS yaklaşımı ile araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda, ekonomik büyüme oranının bölgelerde ortalama olarak yüzde 0,45 puan düştüğünü, bu puanın yüzde 28'ine bölgeden ayrılan sermaye sahibi zengin bireylerin neden olduğunu, yıllık ve ulusal bazda bu kaybın telafi edilerek ekonomik büyüme oranını etkilemediği belirtilmektedir. Deryugina ve Hsiang (2014), 1969-2011 döneminde ABD'deki 48 eyalet için bölge düzeyinde hava durumu, gelir ve transfer verilerini kullanarak günlük sıcaklığın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini EKK yöntemi ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, çevresel parametrenin genel ekonomik performansta büyük bir rol oynamaya devam ettiği, günlük ortalama sıcaklıkta 15°C'nin üzerindeki her 1°C artışın gün içindeki ekonomik verimliliği yaklaşık yüzde 1,7 azalttığı belirtilmektedir. Bunun yanında, bölgede 30°C'nin üzerindeki değere sahip hafta içi günlerin, kişi başına ortalama 20\$ ekonomik kayba neden olduğu tespit edilmektedir. Böylece, hiçbir önlem alınmaz ise ABD'deki yıllık büyüme oranının yüzde

0,6-0,16 oranında azalacağı öngörülmektedir. Azam ve ark. (2016), 1971-2013 arasındaki döneme ait yıllık verileri kullanarak, çevresel bozulmanın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini yüksek karbon düzeylerine sahip seçilmiş ülkelerde (Çin, ABD, Hindistan ve Japonya) Panel eşbütünleşme ve FMOLS tahmin yöntemi ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda karbon emisyonunun, Çin, Japonya ve ABD için ekonomik büyüme ile önemli bir pozitif ilişkiye, Hindistan için ise önemli ölçüde negatif bir ilişkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Colacito ve ark. (2019), ABD’de 1957–2012 yılları arasındaki ortalama mevsimsel sıcaklıkların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini Panel EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, sıcaklıkların özellikle yaz aylarında ekonomik büyüme üzerinde hem toplam hem de sektörel düzeyde önemli ve sistematik etkileri olduğu, ortalama yaz sıcaklığındaki 1°F artışın yıllık büyüme oranında yüzde 0,15-0,25 puanlık azalma ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Duan ve ark. (2022), Çin’deki 274 şehir ve 816 hava istasyonundan oluşan 27 yıllık bir veri seti oluşturarak, iklim değişikliğinin ekonomik etkisini Panel EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda ekonomik büyümenin, 1°C sıcaklık artışından yüzde 0,78 düşüş, 100 mm yağış artışından yüzde 0,86 artış ve yüzde 1 nem artışından yüzde 1,34 düşüş şeklinde etkileneceği belirtilmektedir. Bununla birlikte, sıcaklıkla ilgili kayıpların az gelişmiş bölgelerde ortaya çıktığı, yağışın olumlu etkisinin ise gelişmiş bölgelerde görüldüğü tespit edilmektedir. Nain ve ark. (2017), 1971-2011 yılları arasında Hindistan’daki enerji tüketimi, kişi başına düşen milli gelir (KBMG) ve karbon emisyonu arasındaki uzun ve kısa vadeli nedensellik ilişkisini ARDL modeli ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda ilgili değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu ortaya konmaktadır. Bai ve ark. (2021), 2010-2018 döneminde Çin’deki sektörel karbon emisyon yoğunluklarını ve azaltım politikalarının istihdam üzerindeki etkilerini girdi çıktı modelleri ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, karbon yoğun sektörlerde uygulanacak küçük çaptaki azaltım politikalarının dahi istihdamda azalmaya yol açacağı belirtilmekte ve bu nedenle, ekonomik büyüme ve karbon emisyonunun yüksek oranda ilişkili olduğu tespit edilmektedir.

İkinci grup, tek bir ülkenin veya sahanın ele alındığı araştırmaları içermektedir. Pao ve Tsai (2011), 1980-2007 döneminde Brezilya için karbon emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasında çift yönlü güçlü bir nedensellik olduğu belirtilmekte ve enerji tüketiminin ekonomik büyümeden daha fazla emisyon ile ilişkili olduğu tespit edilmektedir. Saboori ve ark. (2012), Malezya için 1980-2009 yılları arasındaki verileri kullanarak ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL ve Granger nedensellik yöntemleri ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, KBMG’den karbon emisyonuna doğru tek yönlü eşbütünleşik bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Ayrıca Granger Nedensellik testine göre, kısa vadede karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığı, uzun vadede ekonomik büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmektedir. Shahbaz ve ark. (2013), Endonezya’da 1975-2011 yılları arasındaki ekonomik büyüme, enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari açıklık ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, değişkenlerin eşbütünleşik olduğu, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin karbon emisyonunu artırdığı, finansal gelişme ve ticari açıklığın ise karbon emisyonu ekonomik büyüme ilişkisini yoğunlaştırdığı belirtilmektedir. Magazzino (2014), İtalya’da 1970-2006 yılları arasında karbon emisyonu, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi VAR analizi ile incelemiştir. Araştırmanın sonucunda değişkenlerin eşbütünleşik olmadığı belirtilmekte, ancak; karbon emisyonu ile ekonomik büyüme ve aynı zamanda enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmektedir. İslam ve ark. (2021), 1990-2019 dönemi için Suudi Arabistan’da karbon emisyonu, yağış, sıcaklık, enflasyon, nüfus ve işsizlik verilerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ARDL modeli ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, karbon emisyonu ve yağış ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki gösterirken, sıcaklığın olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir. Ayrıca, enflasyon ve nüfusun ekonomik büyüme üzerindeki kısa vadeli etkileri değişiklik göstermekle birlikte uzun vadeli etkilerinin olumlu olduğu tespit edilmektedir.

Üçüncü grup, ülke gruplarının ele alındığı araştırmaları içermektedir. Barrios ve ark. (2008), Sahra altı Afrika ülkelerinin ekonomik büyüme performanslarında yağış eğilimlerinin etkisini Panel EKK ile incelemişler ve diğer gelişmekte olan ülkeler ile karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, yağışın Afrika için ekonomik büyümenin azalmasında önemli bir belirleyici olduğu, ancak; diğer gelişmekte olan ülkeler için bu durumun söz konusu olmadığı belirtilmektedir. Buna göre, Afrika’da yağış

miktarının azalmaması senaryosu altında, KBMG'in yüzde 15 ila 40 arası oranda azalacağı tespit edilmektedir. Bansal ve Ochoa (2011), 1950- 2007 yılları arasında sıcaklığın ekonomik büyümeye etkilerini, küresel sıcaklık şokuna en duyarlı olan ülkelerde (147 ülke) EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, 1°C'lik bir sıcaklık şokunun ekonomik büyümeyi yaklaşık yüzde 0,9 oranında azalttığı ve ekvatora en yakın ülkelerde daha güçlü etkilerin hissedildiği belirtilmektedir. Dell ve ark. (2012), iklim değişikliğinin dünyadaki ekonomik faaliyetler üzerindeki etkisini, 1950-2006 yılları arasındaki sıcaklık, yağıştaki yıllık değişim ile KBMG verileri ile Panel analiz yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, sıcaklıkta 1°C'lik bir artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık yüzde 1,3 oranında azaltacağı ve yoksul ülkelerin daha fazla etkileneceği belirtilmektedir. Hsiang ve Jina (2014), ülkelerin 1950-2008 döneminde afet öncesi ve sonrası ekonomik büyüme oranlarını EKK yöntemi ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda, afetlerin ekonomik büyümeyi teşvik ettiği, göçler veya servet transferlerinin ardından kısa vadeli kayıpların ortadan kalktığı hipotezi reddedilmektedir. Bununla birlikte, KBMG'in afet öncesi eğilimlerine göre düştüğü ve yirmi yıl içinde düzelmediğine dair kanıtlar sunulmaktadır. Bu anlamda, afetlerden etkilenen ülkelerin yüzde 58'inde yıllık KBMG yüzde 3,6 düştüğü belirtilmekte ve afetler olmasaydı ülkelerin 1-7,5 puan arasında daha fazla büyüyeceği öngörülmektedir. Burke ve ark. (2015), 1960-2010 yılları arasında 166 ülkede sıcaklık ile makroekonomik çıktılar arasındaki ilişkiyi EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, sıcaklık artışlarının ekonomik üretkenliği etkilediği, yıllık ortalama sıcaklığın 13°C olduğu durumda ekonomik verimliliğin en üst seviyeye ulaştığı ve daha yüksek sıcaklık değerlerinde verimliliğin hızla düştüğü tespit edilmektedir. Rahman (2017), 1960-2014 döneminde 11 Asya ülkesi için karbon emisyonu, enerji kullanımı, ekonomik büyüme, ihracat ve nüfus yoğunluğu arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme ve panel Granger nedensellik testleri ile araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve ihracattan karbon emisyonuna; enerji tüketimi ve ihracattan ekonomik büyümeye; ihracattan enerji tüketimine; nüfus yoğunluğundan ihracata doğru kısa ve uzun vadeli çift yönlü bir nedensellik olduğu belirtilmektedir. Sequeira ve ark. (2018), ülkelerdeki iklim değişikliğinin (sıcaklık ve yağış) ekonomik ve endüstriyel çıktılar üzerindeki etkisini kısa dönem için hata düzeltme modeli yardımı ile incelemişlerdir. Buna göre araştırmanın sonucunda sıcaklık artışlarının, yoksul ülkeler haricinde KBMG düşüşlerine neden olmadığı; yağışlardaki artışın ise yoksul, sıcak ve ılıman ülkelerde KBMG'yi artırdığı belirtilmektedir. Henseler ve Schumacher (2019), 1961–2010 dönemi için 103 ülkeye ilişkin yıllık verileri kullanarak hava durumunun ülkelerde KBMG ile üretimin ana bileşenleri olan toplam faktör verimliliği, sermaye stoku ve istihdam üzerindeki etkisini EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, hava durumunun sıcaklıkla karakterize olduğu ve sıcaklığın KBMG ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda yüksek sıcaklık seviyelerinin düşük ekonomik büyümeye sahip ülkelerde güçlü etkilerinin olduğu ve toplam faktör verimliliğini düşürerek KBMG'yi olumsuz etkilediği tespit edilmektedir. Rigas ve Kounetas (2021), 1961-2013 dönemi için 110 ülkeden oluşan bir veri setinden yararlanarak ekonomik büyüme üzerindeki karbon emisyonu, yenilenebilir enerji, sıcaklık ve yağış etkilerini EKK ve 2EKK yöntemleri ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, ekonomik büyümenin karbon emisyonu ve sıcaklığın üzerinde önemli etkisinin olduğu ve kırılganlığın zengin-fakir ülkeler arasında önemli ölçüde değiştiği belirtilmektedir. Buna göre, karbon emisyonundaki yüzde 1'lik bir artışın ekonomik büyümeyi yüzde 0.021 oranında, sıcaklıktaki 1°C'lik bir artışın ise yüzde 0.011 oranında azalttığı belirtilmektedir. Kahn ve ark. (2021), 1960-2014 yılları arasında 174 ülkeyi kapsayan bir panel veri seti kullanarak, iklim değişikliğinin ülkeler genelinde ekonomik faaliyetler üzerindeki etkisini ARDL modeli ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, ortalama küresel sıcaklıkta yılda 0,04 °C'lik kalıcı bir artış yaşandığında, 2100 yılına kadar dünya reel KBMG'in yüzde 7'den fazla azalacağı belirtilmektedir. Sıcaklık artışlarının ülkelere göre farklı olacağı göz önüne alındığında 0,04 °C'ye orantılı artışlarda küresel kayıpların yüzde 13'e yükseleceği tahmin edilmektedir. Alanthiran ve Anaba (2022), 2000-2020 yılları arasında seçilmiş 20 Sahra Altı Afrika ülkesinde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, turizm sektörü, nüfus ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, ekonomik büyüme ile enerji tüketiminin ilişkili olduğu ve ekonomik büyümedeki yüzde 1'lik artışın karbon emisyonunu yaklaşık yüzde 0,02 artırdığı belirtilmektedir.

Dördüncü grup ise Türkiye için yapılmış araştırmaları içermektedir. Halıcıoğlu (2009), 1960-2005 döneminde Türkiye'de karbon emisyonu, enerji tüketimi, milli gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ile araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda, Türkiye'deki karbon emisyonunu açıklayan en

önemli değişkenin milli gelir olduğu tespit edilmekte, karbon emisyonu, milli gelir ve dış ticaret değişkenleri arasında eşbütünleşik bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Öztürk ve Acaravcı (2010), 1968-2005 dönemi için Türkiye’deki ekonomik büyüme, karbon emisyonu, enerji tüketimi ve istihdam oranı arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ve nedensellik yöntemleri ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, enerji tüketimi ve karbon emisyonunun milli gelir ile ilişkili olmadığı, istihdam oranının kısa dönemde milli gelir ile anlamlı bir ilişkisi olduğu tespit edilmektedir. Saatçi ve Dumrul (2011), 1950-2007 döneminde Türkiye’de çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi yapısal kırılmalı birim kök ve eşbütünleşme testleri ile incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında eşbütünleşik bir ilişki tespit edilmektedir. Çetintaş ve ark. (2016), Türkiye’de 1960-2011 döneminde enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve şehirleşme oranının karbon emisyonu üzerindeki etkisini ARDL modeli ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, ekonomik büyümenin uzun dönemde karbon emisyonu üzerindeki etkisinin pozitif olduğu belirtilmektedir. Bayramoğlu ve Yurtkur (2016), 1960-2010 dönemi için Türkiye’de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ilişkisini doğrusal olmayan yöntemlerle araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, değişkenler arasında doğrusal olmayan eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmektedir. Öztürk ve Yüksel (2019), 1960-2014 dönemi için yapısal VAR analizi kullanarak karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında pozitif sonuçlar elde etmektedir. Batmaz ve Yürük (2022), 2000-2018 döneminde Avrasya Ekonomik Birliğine üye ülkeler ve Türkiye için karbon emisyonu, KBMG ve elektrik enerjisi tüketimi arasındaki ilişkiyi Panel veri analizi ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, KBMG ile karbon emisyonu arasında bir ilişki tespit edilmezken, elektrik enerjisi tüketimi ve karbon emisyonu arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Mert ve Aykan (2022), 1960-2018 dönemi için karbon emisyonu ve büyüme arasındaki ilişkiyi asimetrik nedensellik analizi ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, ekonomik büyümedeki artış ve azalışların uzun dönemde asimetrik nedeninin karbon emisyonundaki artış olduğu tespit edilmektedir.

Mevcut literatürden görüldüğü üzere, yapılan araştırmalar genel olarak ekonomik büyüme ile KBMG arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte araştırmalarda, karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi anlamının öneminin altı çizilmekte ve optimal karbon emisyonu azaltım politikalarının önemi vurgulanmaktadır (Kahn ve ark. 2021, s. 7; Rahman 2017, s. 511; Azam, 2016, s. 6387; Deryugina ve Hsiang, 2014, s. 3; Shahbaz, 2013, s. 109-110; Hsiang, 2010, s. 15331). Ancak, çalışmalarda ülkelerin ekonomik performansı birçok makroekonomik değişken kapsamında değerlendirilmemekte, karbon emisyonu azaltım politikalarının etkileri dahil edilmemektedir (Chang, 2015, s. 42). Bu anlamda ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği kadar, işsizlik ve enflasyon oranının da durumu önemli bir makroekonomik gösterge olarak analiz edilmelidir. Özellikle, Paris Anlaşması gibi Türkiye’nin de taraf olduğu küresel girişimler nedeniyle, makroekonomik dönüşümlerin yaşanması beklenmektedir. Hiç kuşkusuz, üretim biçiminde karbon emisyonunu azaltmaya yönelik gerçekleşecek dönüşümler, ekonomik büyümeyi ve işsizliği olumsuz etkileyecektir. Bununla birlikte, enflasyon oranı hem önemli bir makroekonomik gösterge hem de yenilenebilir enerjiye geçişte belirleyici bir unsurdur. Buna göre, enflasyon oranı yüksek olan ülkelerde yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmanın zor olduğu bilinen bir gerçektir (Selmi ve ark. 2020, s. 3858). Nitekim, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ampirik olarak incelenirken, işsizlik ve enflasyon etkilerinin de göz önüne alınması daha geniş bir perspektif ile konuyu değerlendirme imkanı sunmaktadır. Bu bağlamda ekonometrik modele, literatürden farklı olarak işsizlik ve enflasyon değişkenleri de dahil edilmekte ve söz konusu geniş perspektif yakalanmaya çalışılmaktadır. Böylece çalışmanın, Türkiye’de 1991-2020 dönemindeki iklim değişikliği ve ekonomik büyüme arasındaki dinamik ilişkiyi, işsizlik ve enflasyon etkileri bağlamında inceleyerek literatüre katkı sunması beklenmektedir.

2. Veri Seti ve Yöntem

Bu bölümde öncelikle çalışmada kullanılacak veriler tanıtılacaktır. Devamında çalışmada araştırılan modeli tahmin etmek için kullanılan ekonometrik metodolojiden bahsedilecektir.

2.1. Veri Seti

Çalışmanın veri seti aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Veriler

Kodu	Açıklama	Dönemi	Kaynak
MG	Milli Gelir	1991-2020	Dünya Bankası Veri Tabanı
KARBON	Karbon Emisyonu	1991-2020	Dünya Bankası Veri Tabanı
İSZ	İşsizlik Oranı	1991-2020	Dünya Bankası Veri Tabanı
ENF	Enflasyon	1991-2020	Dünya Bankası Veri Tabanı

Tablo 1’de 1991-2020 yılları arası temsilen milli gelir, işsizlik oranı, enflasyon oranı ve karbon emisyonu verileri sunulmaktadır. Veriler, Dünya Bankası veri tabanından elde edilmektedir. Çalışmada kullanılan milli gelir verisi dolar bazlı olarak, diğer bir ifade ile reel bazda modele dahil edilmektedir. Bunun yanı sıra çalışmada, ısınan havanın en önemli nedenlerinden biri olarak gösterilen karbon emisyonu verisi iklim değişikliğini temsilen kullanılmaktadır. Çalışmada, milli gelir verisini açıklamak üzere İslam ve ark. (2021) çalışmalarında yer alan model yardımı ile oluşturulan denklem kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan $MG_t = f(KARBON_t, ENF_t, İSZ_t)$ modeli aşağıda yer alan denklem 1’de sunulmaktadır.

$$\ln MG = \beta_0 + \beta_1 \ln KARBON + \beta_2 \ln İSZ + \beta_3 \ln ENF \dots \dots \dots (1)$$

Denklem 1’de yer alan $\ln$ sembolü, değişkenlerin logaritmik dönüşümünü ifade etmektedir. β_0 terimi sabit terimi temsil ederken, $\beta_{1,2,3}$ terimi ise bağımsız değişkenlerin katsayısını temsil etmektedir. Aşağıdaki tablo verilerin tanımlayıcı istatistiklerini göstermektedir.

Tablo 2: Verilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	MG	KARBON	İSZ	ENF
Ortalama	11.611	2.536	2.252	3.096
Medyan	11.704	2.527	2.292	2.719
Maksimum	11.981	2.722	2.639	4.656
Minimum	11.116	2.341	1.871	1.832
Standard Sapma	0.307	0.125	0.205	1.029
Çarpıklık	-0.228	0.047	-0.149	0.239
Basıklık	1.395	1.625	2.391	1.292
Jarque-Bera	3.595	2.452	0.595	4.063
Olasılık Değeri	0.165	0.293	0.742	0.131
Gözlem Sayısı	31	31	31	31

Tablo 2’de yer alan serilerin özellikleri incelendiğinde, en büyük ortalamaya sahip olan serinin MG olduğu, en küçük ortalamaya sahip olan serinin ise İSZ olduğu görülmektedir. En büyük değere MG serisi sahip iken, en küçük değeri sahip olan seri ise İSZ verisidir. Çarpıklık değerlerine bakıldığında MG ve İSZ verilerinin sola çarpık olduğu anlaşıırken, KARBON ve ENF verilerinin ise sağa çarpık olduğu görülmektedir. Verilerin pozitif yönde basık olduğu ve son olarak tüm verilerin normal dağıldığı tespit edilmektedir.

2.2. Johansen Eşbütünleşme Testi

Engle ve Granger (1987) testlerinde, tek bir eşbütünleşme ilişkisi belirlenmektedir. Ancak vektörel olarak düşünüldüğünde, denklemler sistemleri araştırılarak seriler arasında birden fazla eşbütünleşme ilişkisi tespit etmenin mümkün olduğu anlaşılmaktadır. Bu kapsamda Johansen (1988), Johansen ve Juselius (1990) ve Johansen (1996) çalışmalarında birden fazla denklem yaklaşımı ile her bir değişkenin endojen olacağını kabul ederek, seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini vektörel olarak ifade etmektedir. Bu analizin en önemli ön koşulu, vektörel sistemde kullanılan serilerin tümünün birinci farkında durağan olmaları gerekmektedir (Mert ve Çağlar, 2019, s. 260-264).

Johansen testleri, maksimum özdeğer testi ve iz testi olarak bilinmektedir. Bunlar olasılık-oran testleridir. Her iki test istatistiğinde, seriler arasında eşbütünleşme olmadığı şeklindeki sıfır hipotezi, eşbütünleşmenin var olduğu alternatif hipoteze karşı test edilmektedir. Buna göre maksimum özdeğer testi ve iz testi aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir (Johansen, 1988; Johansen ve Juselius, 1990, s. 169-171; Dwyer, s. 2015, 2-6):

1. Maksimum özdeğer istatistiği: Maksimum özdeğer testi, bir sonraki en büyük özdeğerin sıfır olduğu alternatifine göre en büyük özdeğerin sıfır olup olmadığını araştırmaktadır. Maksimum test istatistiği bir olasılık test istatistiğidir. Test istatistiği;

$$\lambda_{maks}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \dots \dots \dots (2)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Eşitlik 2’de yer alan r terimi, eşbütünleşme vektörünü temsil etmektedir. Buna göre eşbütünleşme vektörü olan r, alternatif hipotez olan r + 1’e göre test edilmektedir.

2. İz istatistiği ise: Aşağıda yer alan denklemde ifade edilmektedir;

$$\lambda_r(r) = -T \sum_{n=r+1}^m \ln(1 - \hat{\lambda}_n) \dots \dots \dots (3)$$

Eşitlik 3’te eşbütünleşme sayısı olan r’yi, r’den küçük bir değeri temsil eden boş hipoteze karşı sınanmaktadır. Her iki test istatistiği için de ilk Johansen testi, eşbütünleşme olmadığı şeklindeki sıfır hipotezinin, alternatif hipoteze karşı testidir.

2.3. Hata Düzeltme Modeli

Çalışmada kullanılan serilerin birinci farkında durağan olması sonucunda Johansen eşbütünleşme testinin kullanılmasına karar verilmektedir. Bunun yanı sıra seriler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek üzere hata düzeltme modeli tercih edilmektedir. Aşağıda yer alan eşitlik 4’te hata düzeltme modeli sunulmaktadır. Böylece değişkenler arasındaki eşbütünleşik ilişkinin yönünün tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

$$\begin{aligned} \Delta \ln MG = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta \ln MG_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} \Delta \ln KARBON_{(t-i)} + \sum_{i=1}^q \beta_{3i} \Delta \ln ENF_{t-i} \\ & + \sum_{i=1}^r \beta_{4i} \Delta \ln İŞZ_{t-i} + \rho ECM_{t-1} + \theta_{1i} \ln MG_{t-i} + \theta_{2i} \ln KARBON_{(t-i)} \\ & + \theta_{3i} \ln ENF_{t-i} + \theta_{4i} \ln İŞZ_{t-i} + \varphi_i \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

Yukarıda yer alan hata düzeltme modelinde Δ , ρ , α_0 ve φ_i parametreleri sırayla; fark operatörü, hata terimi katsayısı, sabit terim katsayısı ve hata terimini ifade etmektedir. Ayrıca $\beta_{1i}, \dots, \beta_{4i}$ terimleri kısa dönem katsayılarını temsil ederken, $\theta_{1i}, \dots, \theta_{4i}$ sembolleri ise uzun dönem katsayılarını temsil etmektedir.

3. Bulgular

Çalışmada kullanılan modelden tutarlı sonuçlar elde edebilmek için verilerin birim kök içermemesi gerekmektedir. Bu amaçla serilerin birim kök içerip içermediğinin araştırılması için ADF ve PP birim kök testleri kullanılmakta ve aşağıda yer alan Tablo 3’te test sonuçları sunulmaktadır.

Tablo 3: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF Testi			
	I (0)		I (1)	
	c	c + t	c	c + t
MG	-1.173	-1.061	-5.631***	-5.738***

KARBON	-0.562	-2.588	-5.559***	-5.465***
ENF	-0.991	-1.115	-4.657***	-4.626***
İŞZ	-1.211	-2.277	-4.891***	-4.891***
PP Testi				
Değişkenler	I (0)		I (1)	
	c	c +t	c	c +t
MG	-1.172	-1.162	-5.629***	-5.738***
KARBON	-0.547	-2.609	-6.117***	-5.954***
ENF	-0.991	-1.248	-4.655***	-4.617***
İŞZ	-1.238	-2.355	-4.943***	-4.901***

- Schwarz bilgi kriteri kullanılmıştır.

- Rakamlar t-istatistik değerlerini göstermektedir.

- “c” sembolü sabit terimi ve “t” sembolü ise trendi ifade etmektedir

- *** sembolü %1 düzeyinde anlamlılığını ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan değişkenlerin tümü I(1) düzeyinde durağan oldukları görülmektedir. Bu bağlamda, Johansen eşbütünleşme testinin kullanılması için gereken koşul sağlanmaktadır. Böylece, çalışmanın devamında Johansen eşbütünleşme testinin uygulama aşamaları ile ilerlenecektir. Buna göre ilk olarak, VAR modeli üzerinden en uygun gecikme uzunluğu belirlenmelidir. En uygun gecikme uzunluğu sonuçları aşağıda yer alan Tablo 4’te sunulmaktadır.

Tablo 4. Gecikme Uzunluğu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	56.737	NA	2.36e-07	-3.906	-3.714	-3.8498
1	150.337	152.534*	7.67e-10*	-9.654	-8.694*	-9.369*
2	163.378	17.387	1.04e-09	-9.435	-7.707	-8.921
3	178.119	15.286	1.46e-09	-9.342	-6.846	-8.601
4	200.243	16.388	1.59e-09	-9.795*	-6.532	-8.825

Birinci gecikme ile kurulan VAR modelinin tanımlayıcı istatistikleri aşağıda sunulmaktadır:

- değişen varyans değeri; 85.253 (0.323)

- otokorelasyon değeri; 1.139 (0.344),

- normal dağılım değeri, 12.762 (0.088)

Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde SC ve HQ bilgi kriterlerinden faydalanılmıştır. Buna göre en uygun gecikme uzunluğunun 1 olduğu anlaşılmaktadır. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinin ardından eşbütünleşme testi incelenecektir. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları aşağıda yer alan Tablo 5’te yer almaktadır.

Tablo 5. Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Sıfır Hipotezi	Alternatif Hipotez	Özdeğer İst.	İz İstatistiği	Kritik Değer (%5)	Olasılık Değeri
İz (Trace) Testi Sonuçları					
$r=0$	$r \geq 1$	0.822	77.199	63.876	0.002***
$r \leq 1$	$r \geq 2$	0.451	27.034	42.915	0.679
Özdeğer (Max Eigenvalue) Testi Sonuçları					
$r=0$	$r \geq 1$	0.822	50.165	32.118	0.000***
$r \leq 1$	$r \geq 2$	0.451	17.421	25.823	0.422

*** sembolü ise %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 5'te yer alan Johansen eşbütünleşme testi sonuçlarına göre; hem iz testi hem de özdeğer testi dikkate alındığında, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi yoktur şeklinde tanımlanan boş hipotezin yüzde 1 anlamlılık düzeyinde reddedildiği anlaşılmaktadır. Her iki test sonucu dikkate alındığında en az bir tane eşbütünleşik ilişki olduğuna karar verilmiştir. Çalışmanın devamında değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi belirlemek üzere VECM modelinden faydalanılmıştır. VECM modeli sonuçları aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 6. Hata Düzeltme Modeli Uzun Dönem Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	t-istatistik değeri	Hipotez
lnKARBON	1.263	14.131***	H ₀ Red
lnENF	-0.225	17.031***	H ₀ Red
lnİŞZ	-0.425	8.413***	H ₀ Red
C	10.106	33.673***	H ₀ Red
ECM (-1)	-0.587	1.999**	H ₀ Red

26 serbestlik derecesi dikkate alındığında %1 ve %5 için “t” tablo kritik değerleri aşağıdaki gibidir.

Serbestlik derecesi $n-k=31-5=26$ olduğundan, $t_{26,0.05} = 1.706$ ve $t_{26,0.01} = 2.479$ olarak hesaplanmıştır.

***, ** sembolleri sırası ile %1 ve %5 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

H₀ hipotezi: değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olmadığını belirtmektedir.

Tablo 6'da hata düzeltme modelinin uzun dönem sonuçları sunulmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde hata düzeltme teriminin 0 ile -1 arasında yer aldığı ve yüzde 5 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre t döneminde dengede meydana gelen sapmaların, t+1 dönemde yüzde 58,7'sinin dengeye geleceği anlaşılmaktadır. Ayrıca denklemde yer alan veriler incelendiğinde, uzun dönemde karbon emisyonunda meydana gelen bir birimlik şokun milli geliri yüzde 1.263 oranında artırdığı tespit edilmektedir. Ancak enflasyon ve işsizlik verilerinde meydana gelen bir birimlik şokun milli geliri sırası ile yüzde 0.225 ve yüzde 0.425 oranında azalttığı belirlenmektedir.

Araştırmanın sonucunda elde edilen bulgular, Türkiye'de karbon emisyonunun milli gelir üzerine pozitif bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Pao ve Tsai (2011), Brezilya için; Saboori ve ark. (2012), Malezya için; Shahbaz ve ark. (2013), Endonezya için; Magazzino (2014), İtalya için; Burke ve ark. (2015), 166 ülke için; Azam ve ark. (2016), Çin, Japonya ve ABD için; Nain ve ark. (2017), Hindistan için; Rahman (2017), 11 Asya ülkesi için; Bai ve ark. (2021), Çin için; Islam ve ark. (2021), Suudi

Arabistan için; Rigas ve Kounetas (2021), 110 ülke için benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Ayrıca Türkiye için yapılan araştırmalardan Öztürk ve Dumrul (2011) ve Saatçi ve Dumrul (2021) çalışmalarında benzer sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'deki ekonomik büyüme dinamiklerinin karbon emisyonu yaratan süreçlere bağlı olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum, ekonomik büyümenin sürdürülmesi için karbon emisyonunun da devam ettirilmesine neden olacaktır. Ancak, iklim değişikliğinin etkisini daha fazla göstermesi ve küresel girişimler nedeniyle karbon azaltım politikalarını uygulamaya geçirmek bir zorunluluk halini alacaktır. Böylece Türkiye'de ekonomik büyüme ve ekonomik büyümeye bağlı olarak gelişen istihdam ilişkilerinin tehlikede olacağı tahmin edilmektedir. Aynı şekilde araştırma bulguları, enflasyon oranının da ekonomik büyüme üzerindeki etkileri olduğunu desteklemektedir. Benzer bir şekilde Islam ve ark. (2021), Suudi Arabistan için enflasyonun ekonomik büyüme üzerinde kısa dönemde etkileri olduğunu tespit etmektedir. Enflasyonun yenilenebilir enerji için de belirleyici bir unsur olarak görüldüğü düşünüldüğünde hem iklim değişikliği için hem de ekonomik büyümenin sürdürülmesi için mücadele edilmesi gereken bir faktör olduğunu söylemek mümkündür.

4. Sonuç

Son dönemlerde Dünya ülkelerinde tartışılan en önemli konulardan birinin iklim değişikliği olduğu bilinmektedir. Ülkelerarası artan bütünleşme ile birlikte küresel ekonominin büyüdüğü ve bu durumun karbon emisyonunun artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Söz konusu durum sürdürülemez olarak tanımlanmakta ve karbon emisyonunu azaltan politikaların acilen uygulanması gündeme gelmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin rekabet ve maliyet avantajı için kullandıkları üretim teknolojileri ve hızlı büyümenin gereksinimi olan enerji tüketimi karbon yoğun kabul edilmektedir. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerin hem iklim değişikliğinden hem de karbon azaltım politikalarından daha fazla etkilenmesi beklenmektedir.

Bu çalışmada 1991 ile 2020 yılları arasındaki Türkiye ekonomisi incelenmekte ve iklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. İklim değişikliğini temsilen, önemli çevre sorunlarına ve sıcaklık artışına neden olan karbon emisyon verisi kullanılmaktadır. Literatüre katkı sağlaması amacıyla, modele enflasyon ve işsizlik oranı dahil edilmekte ve böylece, geniş bir perspektiften durumun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda milli gelir, karbon emisyonu, işsizlik ve enflasyonun dahil edildiği modele Johansen eşbütünleşme testi uygulanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler sınıfında yer alan Türkiye'de karbon emisyon oranıyla milli gelir arasında pozitif bir ilişki olması beklenmektedir. Analizin sonucunda elde edilen bulgular beklentiyi doğrulayarak, Türkiye'de karbon emisyonu oranında meydana gelen bir birimlik şokun milli geliri yüzde 1.263 oranında artırdığı belirlenmektedir. Benzer sonuçlara Pao ve Tsai (2011); Saboori ve ark. (2012); Shahbaz ve ark. (2013); Magazzino (2014); Burke ve ark. (2015); Azam ve ark. (2016); Nain ve ark. (2017); Rahman (2017); Bai ve ark. (2021); Islam ve ark. (2021) ve Rigas ve Kounetas (2021) çalışmalarında ulaşmışlardır. Bu sonuç Türkiye'de ekonomik büyümeyi sağlayan dinamiklerin karbon yoğun olduğu ve emisyonun artmasına neden olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın özgün niteliğini oluşturan işsizlik ve enflasyon oranı verileri, Türkiye'de ekonomik büyümenin dinamiklerine yönelik açıklamalar yapılmasına olanak tanımaktadır. Enflasyonun, özellikle reel sektör için uzun dönemde olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada da Türkiye'de enflasyonda meydana gelen 1 birimlik şokun milli geliri yüzde 0.225 azalttığı tespit edilmektedir. Ayrıca enflasyon oranı, yenilenebilir enerji yatırımlarının artması için düşük tutulması gereken bir göstergedir. Bu anlamda Türkiye'de hem iklim değişikliği hem de ekonomik büyüme için enflasyonla mücadele edilmelidir. Bunun yanı sıra çalışmadan elde edilen diğer bir bulguya göre, işsizlik oranında meydana gelecek 1 birimlik şokun milli geliri yüzde 0.425 oranında azaltacağı belirlenmektedir. İstihdamı oluşturan yatırımların karbon yoğun niteliği, karbon azaltım politikalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi kadar işsizlik oranını da etkileyecektir. Buna göre, karbon yoğun yatırımların kısıtlanması ekonomik büyümeyi ve dolayısıyla istihdamı etkileyecektir. Böylece, milli gelir daha fazla azalış eğilimine geçecektir. Araştırmanın sonuçları da bu durumu kanıtlar niteliktedir.

Araştırmanın sonucunda Türkiye ekonomisinin, karbon yoğun üretim biçimine bağlı büyüdüğünü ve istihdamın ekonomik büyümeye bağlı gerçekleştiğini, enflasyonun ise ekonomik büyümeyi etkilediğini söylemek mümkündür. İklim değişikliğinin etkileri daha da ilerdiğinde ya da Paris Anlaşması gibi

küresel girişimlerin uygulamaları daha fazla yaygınlaştığında, küresel çapta bir dönüşümün gerçekleşmesi beklenmektedir. Halihazırda Türkiye ekonomisinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımın teşvik edildiği bilinmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre 2023 yılı şubat ayı sonu itibarıyla kurulu gücün yüzde 30,3'ü hidrolik enerji, yüzde 24,4'ü doğal gaz, yüzde 20,9'u kömür, yüzde 11'i rüzgâr, yüzde 9,3'ü güneş, yüzde 1,6'sı jeotermal ve yüzde 2,5'i ise diğer kaynaklar şeklindedir. Yenilenebilir enerji üretiminde henüz önemli bir aşamaya gelinmemiş olsa da dönüşümün kaçınılmaz olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle mevcut durumda, Türkiye hem ekonomik büyüme hem de iklim değişikliğini göz önünde tutarak yenilenebilir enerji çağına hazırlıklı olmalıdır. Özellikle enflasyonla mücadele edilmeli ve bu dönüşümün sosyal sonuçlarını en aza indirmek için istihdamın da temel alındığı ekonomik politikalar üretilmelidir.

Bu araştırma, bundan sonraki araştırmalara işsizlik ve enflasyon bağlamında analizler yapılması için motivasyon sağlayabilir. Nitekim, araştırmadaki genel yaklaşım daha da özelleştirilerek Türkiye'deki sektörler bağlamında analizlerin yapılması gerektiği düşünülmektedir. Buna göre, sektörel analizler Türkiye'deki ekonomik büyüme, işsizlik ya da enflasyonun en fazla etki alacağı alanı tespit etmeye yardımcı olarak, hareket noktasını da işaret edecektir. Böylece sektörel politikaların daha kolay hayata geçirileceği; çevresel, ekonomik ve sosyal sistemler için daha kazançlı görüleceği ve en nihayetinde endüstriyel yeniden yapılanmayı mümkün hale getireceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Ahmed, A., Mohamed, N. S., Siddig, E. E., Algaily, T., Sulaiman, S. & Ali, Y. (2021). The impacts of climate change on displaced populations: A call for action. *The Journal of Climate Change and Health*, 3, 100057.
- Alaganthiran, J. R. & Anaba, M. I. (2022). The effects of economic growth on carbon dioxide emissions in selected Sub-Saharan African (SSA) countries. *Heliyon*, 8(11), 1-8.
- Amini, H., Nhung, N. T. T., Schindler, C., Yunesian, M., Hosseini, V., Shamsipour, M. & Künzli, N. (2019). Short-term associations between daily mortality and ambient particulate matter, nitrogen dioxide, and the air quality index in a Middle Eastern megacity. *Environmental Pollution*, 254, 113121.
- Azam, M., Khan, A. Q., Abdullah, H. B. & Qureshi, M. E. (2016). The impact of CO2 emissions on economic growth: evidence from selected higher CO2 emissions economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(7), 6376-6389.
- Bai, S. Zhang, B., Ning, Y. & Wang, Y. (2021). Comprehensive analysis of carbon emissions, economic growth, and employment from the perspective of industrial restructuring: a case study of China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 50767–50789 .
- Bansal, R. & Ochoa, M. (2011). *Temperature, aggregate risk, and expected returns* (No. w17575). National Bureau of Economic Research.
- Barrios, S., Bertinelli, L. & Strobl, E. (2010). Trends in rainfall and economic growth in Africa: A neglected cause of the African growth tragedy. *The Review of Economics and Statistics*, 92(2), 350-366.
- Batmaz, T. ve Yürük, B. (2022). Avrasya Ekonomik Birliğine Üye Ülkeler ve Türkiye'de CO2 Emisyonu Belirleyicilerinin İncelenmesi: 2000-2018. *Sosyoekonomi*, 30(52), 491-504.
- Bayramoğlu, A. T. ve Yurtkur, A. K. (2016). Türkiye'de karbon emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-46.
- Burke, M., Hsiang, S. M. & Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, 527(7577), 235-239.
- Cashin, P., Mohaddes, K. & Raissi, M. (2017). Fair weather or foul? The macroeconomic effects of El Niño. *Journal of International Economics*, 106, 37-54.

- Chang, N. (2015) Changing industrial structure to reduce carbon dioxide emissions: a Chinese application. *Journal of Cleaner Production*, 103, 40–48.
- Colacito, R., Hoffmann, B. & Phan, T. (2019). Temperature and growth: A panel analysis of the United States. *Journal of Money, Credit and Banking*, 51(2-3), 313-368.
- Çetintaş, H., Bicil, İ. M. ve Türköz, K. (2016). Türkiye’de CO2 Salınımları Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 53(619), 57-67.
- Dell, M., Jones, B. F. & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95.
- Dell, M., Jones, B. F. & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), 740-98.
- Deryugina, T. & Hsiang, S. M. (2014). *Does the environment still matter? Daily temperature and income in the United States* (No. w20750). National Bureau of Economic Research.
- Duan, H., Yuan, D., Cai, Z. & Wang, S. (2022). Valuing the impact of climate change on China’s economic growth. *Economic Analysis and Policy*, 74, 155-174.
- Dwyer, G. P. (2015). The Johansen tests for cointegration. *White Paper*, 1-7.
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164.
- Henseler, M. & Schumacher, I. (2019). The impact of weather on economic growth and its production factors. *Climatic change*, 154(3), 417-433.
- Hsiang, S. M. (2010). Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 107(35), 15367-15372.
- Hsiang, S. M. & Jina, A. S. (2014). *The causal effect of environmental catastrophe on long-run economic growth: Evidence from 6,700 cyclones* (No. w20352). National Bureau of Economic Research.
- IPCC (2014). Climate change 2014: synthesis report, Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Pachauri, R.K., Meyer, L.A. (eds), IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.
- Islam, M.M., Alharthi, M. & Murad, M.W. (2021). The effects of carbon emissions, rainfall, temperature, inflation, population, and unemployment on economic growth in Saudi Arabia: An ARDL investigation, *PLoS ONE* 16(4): e0248743.
- 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 appucations to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 52(2), 169-210.
- Kahn, M. E., Mohaddes, K., Ng, R. N., Pesaran, M. H., Raissi, M. & Yang, J. C. (2021). Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis. *Energy Economics*, 104, 105624.
- Koubi, V., Bernauer, T., Kalbhenn, A. & Spilker, G. (2012). Climate variability, economic growth, and civil conflict. *Journal of peace research*, 49(1), 113-127.
- Lelieveld, J., Pozzer, A., Pöschl, U., Fnais, M., Haines, A. & Münzel, T. (2020). Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. *Cardiovascular research*, 116(11), 1910-1917.

- Lomborg, B. (2020). Welfare in the 21st century: Increasing development, reducing inequality, the impact of climate change, and the cost of climate policies. *Technological Forecasting and Social Change*, 156, 119981.
- Magazzino, C. (2014). A panel VAR approach of the relationship among economic growth, CO2 emissions, and energy use in the ASEAN-6 countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 546-553.
- Mert, M. ve Aykan, H. (2022). Büyüme ve Emisyonlar Arasındaki Asimetrik Nedensellik Analizi: Türkiye Örneği. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, 36, 235-255.
- Mert, M. ve Çağlar, AE. (2019). *Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Nain, M. Z., Ahmad, W. & Kamaiah, B. (2017). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in India: a disaggregated causal analysis. *International Journal of Sustainable Energy*, 36(8), 807-824.
- Öztürk, I. & Acaravcı, A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Öztürk, S. ve Yüksel, Ö. (2019). Karbondioksit Salınımı ile Büyüme Arasındaki İlişki: 1960-2014 Türkiye Örneği. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(3), 63-72.
- Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Pao, H. T. & Tsai, C. M. (2011). Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil. *Energy*, 36(5), 2450-2458.
- Rahman, M. M. (2017). Do population density, economic growth, energy use and exports adversely affect environmental quality in Asian populous countries?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 506-514.
- Rigas, N. & Kounetas, K. (2021). The Role of temperature, Precipitation and CO2 emissions on Countries' Economic Growth and Productivity.
- Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2011). Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisinin Türk Ekonomisi için Yapısal Kırılmalı Eş-bütünleşme Yöntemiyle Tahmini. *Erciyes İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 37, 65-86.
- Saboori, B., Sulaiman, J. ve Mohd, S. (2012). Economic growth and CO2 emissions in Malaysia: a cointegration analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy policy*, 51, 184-191.
- Selmi, R., Bouoiyour, J., Wohar, M.E. & Errami, Y. (2020). Is there an effect of policy-related uncertainty on inflation? evidence from the United States under Trump. *Applied Economics*, 52(35), 3858-3873.
- Sequeira, T. N., Santos, M. S. & Magalhães, M. (2018). Climate change and economic growth: a heterogeneous panel data approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22725-22735.
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K. & Leitão, N. C. (2013). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO2 emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109-121.
- Stern, N. & Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge University press.
- Strobl, E. (2011). The economic growth impact of hurricanes: Evidence from US coastal counties. *Review of Economics and Statistics*, 93(2), 575-589.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>,
28.03.23.

Research Article**İklim Değişikliğinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği***The Impact of Climate Change on Economic Growth: Case of Turkey*

Olca BESNİLİ MEMİŞ Arş.Gör. Dr., İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölümü olcay.besnili@atauni.edu.tr https://orcid.org/0000-0003-1821-2143	Rahman AYDIN Arş.Gör. Dr., Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü rahmnaydn@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-0440-7468
--	--

Extensive Abstract

Climate is vital because it determines the air needed by living species. There are mathematical and special conditions for location and to determine the climate. As a result of the change of these two conditions, changes are observed in the climate. However, climate factors have changed in the last century, and human activities have replaced mathematical and particular location-based changes. Humanity has used the natural resources around it to meet its ever-increasing and changing needs, thus affecting the natural environment. In this process, nature has suffered significant and irreversible damages during the supply of raw materials, production and consumption of services. The widespread view that humanity has changed the physical climate of the world is the most critical factor forming the framework of the concept of climate change. Thus, climate change, with its causes and consequences, has become one of the most current issues discussed globally. Human activities that change the climate are known as greenhouse gases released into the atmosphere during production and consumption processes, which disrupt the atmosphere's composition and cause the air to warm up. Carbon is the most important of these gases, which has become almost synonymous with climate change. Carbon emission (CE) varies according to the development level of the countries, the type of energy they use and their reduction policies. However, climate change is a global problem, and the dynamics of globalization also affect emissions in countries. In particular, the externalization of the production processes of developed countries to developing countries causes developing countries to be mentioned with high carbon levels. These countries use more carbon-containing production processes to sustain economic growth, thus causing extensive damage to the Earth. In the current literature, it is seen that there is a significant relationship between economic growth (EG) and per capita income in general. Thus, it is possible to say that carbon-intensive processes characterize EG. This situation is considered unsustainable, and countries are taking action to replace carbon-intensive investments globally with renewable energy investments. At this point, analyzing the dynamics of the relationship between a country's CE and EG is considered essential for the design of optimal reduction policies. As a matter of fact, with the implementation of reduction policies, countries have to change, transform and even lose their carbon-intensive production processes. Undoubtedly, many economic factors will suffer in this process. Employment due to investments is one of these factors. There will be no talk of success in an economy that cannot create employment. In this sense, unemployment is both a significant social impact and an important concern when determining CE reduction policies. Therefore, the three dimensions countries should realize together are; protecting the environment, developing the economy and maintaining social stability. As can be seen from the existing literature, there is a significant relationship between economic growth and per capita income in general. However, studies underline the importance of understanding the relationship between carbon emissions and economic growth, stating that it is crucial for the design of optimal mitigation policies (Azam, 2016; Deryugina & Hsiang, 2014; Hsiang, 2010; Kahn ve ark.,

2021; Rahman, 2017; Shahbaz, 2013). However, many elements of the country's economic performance must be evaluated together to conclude (Chang, 2015). The state of the unemployment rate is considered as important as the sustainability of economic growth. Unemployment is a significant social impact and a primary concern when determining carbon emission reduction policies. For this reason, empirical investigation of the relationship between carbon emissions and economic growth, considering the effects of unemployment, provides the opportunity to evaluate the subject with a broader perspective. In this context, the research aims to measure the relationships between climate change and economic growth with annual data between 1991-2020 in Turkey by considering the effects of unemployment.

Turkey is a developing country with relatively high CE. Current studies have determined that there is a significant relationship between EG and CE in Turkey. However, current research has not discussed unemployment in this relationship. Despite this, although the relationship between CE and EG makes it possible to discuss unemployment, empirical research will contribute to the literature. For this purpose, the relationship between CE and EG for the period 1991-2020 in Turkey has been empirically investigated by considering the effects of unemployment. The study used national income, carbon emission, unemployment rate and inflation rate data from the World Bank database. First of all, the descriptive statistics of the data were investigated. Afterwards, unit root research was conducted to obtain consistent results from the hypothesis established to examine the research subject of the study. ADF and PP unit root tests were used for unit root research. According to the ADF and PP unit root test results, it was determined that all variables contain unit roots in their level values. However, they are found to be stationary when the first difference is taken. Thus, it was decided to use the Johansen Cointegration test and error correction (EC) test to investigate the existence of a long-term relationship in the model established in the study. In order to apply the Johansen cointegration test, first of all, the most appropriate lag length was determined with the help of the VAR model. Afterwards, a long-term relationship in the model was determined according to the trace and eigenvalue statistics. Thus, the EC model was used to determine the series' direction, which was understood to move together in the long run. When the results of the EC model are examined, it is seen that the statistical meaning of the error term and its coefficient are negative. Thus, it was concluded that 58.7% of the deviations occurring in the t period would be corrected in the $t+1$ period. When the other results obtained from the EC model are examined, it is seen that the CE, unemployment and inflation data are statistically significant. However, while unemployment and inflation data harm national income, it has been determined that CE data has a positive effect on national income. In other words, it was concluded that a unit shock in unemployment and inflation data decreased the national income data by 0.425% and 0.225%, respectively. A unit shock in CE increased the national income by 1.263%. Similar results were obtained by Pao and Tsai (2011); Saboori et al. (2012); Shahbaz et al. (2013); Magazine (2014); Burke et al. (2015); Azam et al. (2016); Nain et al. (2017); Rahman (2017); Bai et al. (2021); Islam et al. (2021) and Rigas and Kounetas (2021).

As a result of the research, it is possible to say that the Turkish economy is growing due to carbon-intensive production and employment is dependent on economic growth, while inflation affects economic growth. A global transformation is expected to take place when the effects of climate change become more advanced or when the implementation of global initiatives such as the Paris Agreement becomes more widespread. It is already known that investments in renewable energy sources are encouraged in the Turkish economy. According to the data of the Ministry of Energy and Natural Resources, as of the end of February 2023, 30.3 per cent of the installed capacity is hydraulic energy, 24.4 per cent is natural gas, 20.9 per cent is coal, 11 per cent is wind, 9.3 per cent is solar, 1.6 per cent is geothermal and 2.5 per cent is other sources. Although a significant stage has not yet been reached in renewable energy production, transformation is considered inevitable. Therefore, in the current situation, Turkey should be prepared for the renewable energy era, taking into account both economic growth and climate change. In particular, inflation should be combated and economic policies based on employment should be produced to minimise the social consequences of this transformation.