



İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ GELİŞEN PİYASA EKONOMİLERİNDE ENFLASYONU NASIL ETKİLEMEKTEDİR?¹

Elif Duygu KÖMÜRCÜOĞLU², Seyfettin ARTAN³

Öz

İklim değişikliğinin ekonomik faaliyetler üzerindeki etkileri, literatürde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Son yıllarda ise özellikle enflasyon dinamiklerine yönelik yansımaları tartışılmaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklanan arz şokları ve ekonomik kırılganlıklar, fiyat seviyelerinde dalgalanmalara yol açarak merkez bankalarının fiyat istikrarı hedeflerini gerçekleştirmesini zorlaştırabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisini gelişen piyasa ekonomileri için Driscoll-Kraay dirençli standart hatalar yöntemi aracılığıyla analiz etmektir. Çalışmada, 2000-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılmış ve iklim değişikliğini temsilen bir endeks hesaplanmıştır. Analiz bulguları, iklim değişikliğinin gelişen piyasa ekonomilerinde enflasyonu yukarı yönlü etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, merkez bankalarının fiyat istikrarı görevini yerine getirirken iklim değişikliğini dikkate almaları gerektiğini işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Merkez Bankacılığı, Enflasyon
JEL Sınıflandırması: Q54, E58, E31

HOW DOES CLIMATE CHANGE AFFECT INFLATION IN EMERGING MARKET ECONOMIES?

Abstract

The effects of climate change on economic activities are growing in importance in the literature. In recent years, especially its implications on inflation dynamics have been discussed. Supply shocks and economic vulnerabilities caused by climate change may lead to fluctuations in price levels, making it difficult for central banks to achieve their price stability targets. The aim of this study is to analyze the impact of climate change on inflation for emerging market economies using the Driscoll-Kraay robust standard errors method. This study uses annual data for the period 2000-2022 and an index representing climate change is constructed. The findings of the analysis reveal that climate change has an upward impact on inflation in emerging market economies. These results suggest that central banks should take climate change into account while achieving their price stability mandate.

Keywords: Climate Change, Central Banking, Inflation
JEL Classification: Q54, E58, E31

¹ Bu çalışma, Elif Duygu KÖMÜRCÜOĞLU'nun "İklim Değişikliğiyle Mücadelede Merkez Bankalarının Rolü: Gelişen Piyasalar ve Türkiye Örneği" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

² Dr., elifduygukullukcu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4699-6806

³ Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, artan@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4310-550X

1. Giriş

İklim değişikliği, küresel ekonomi üzerinde derin etkiler yaratan en önemli yapısal faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Buna göre, iklim değişikliğinin etkileri tüm ekonomik aktörleri ve sektörleri kapsayacak şekilde kapsamlı ve çeşitlidir (Network for Greening the Financial System [NGFS], 2020: 3). Hem iklim değişikliği hem de iklim değişikliğine yönelik mücadele politikaları, makroekonomik çerçevenin ve para politikalarının şekillenmesinde kritik bir unsur haline gelmiştir. Bu bağlamda, iklim değişikliği ve iklim değişikliğini hafifletmeye yönelik politikalar, makroekonomik koşulları olumsuz yönde etkileyebilecek riskler barındırmakta ve bu durumun para politikası açısından önemli sonuçlar doğurabileceği öngörülmektedir. Literatürde, iklim değişikliğiyle ilgili riskler genellikle iki ana başlıkta ele alınmaktadır: *Fiziksel riskler* ve *geçiş riskleri* (Angeli vd., 2022; Campiglio vd., 2023). Fiziksel riskler şiddetli sıcaklıklar, seller, fırtınalar gibi aşırı hava olaylarından ve uzun vadeli iklim değişimlerinden kaynaklanırken; geçiş riskleri ise düşük karbonlu bir ekonomiye geçişte uygulanacak politikaların ekonomik ve finansal maliyetlerini kapsamaktadır (NGFS, 2019: 12). Bu riskler, ekonominin potansiyel arz bileşenleri üzerinden ekonominin arz tarafını; tüketim, yatırım ve uluslararası ticaret aracılığıyla ise talep tarafını etkileyerek ekonomik şoklara dönüşebilir. Şoklar arasında, özellikle negatif arz şoklarının etkisi belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Batten, 2018). NGFS (2024: 14-20)'e göre, şiddeti ve yoğunluğu giderek artış gösteren iklim değişikliğinin ekonomik yansımaları genellikle negatif arz şokları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu anlamda, aşırı hava olaylarının üretim tesisleri ve enerji altyapısı üzerindeki yıkıcı etkileri fiziksel sermayeyi tahrip edebilir. Ayrıca, aşırı hava olayları işgücünün zorunlu yer değiştirmesine yol açabilirken; sıcaklık artışları işgücünün sağlığını ve çalışma performansını olumsuz yönde etkileyerek verimliliğini düşürebilir. Benzer şekilde, fiziksel risklerin gerçekleşmesi liman, kara ve demiryolu gibi taşımacılık unsurlarına zarar vererek tedarik zincirinin ve dolayısıyla uluslararası ticaretin aksamasına neden olabilir.

Merkez bankaları, ekonomik şoklar karşısında para politikası kararı alırken şokun türüne ve kalıcı olup olmamasına göre hareket etmektedir. Şokların doğru bir şekilde sınıflandırılması ve ekonomik göstergeler üzerindeki etkilerinin anlaşılması, merkez bankalarının etkili bir politika tasarlayabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Para politikası açısından, talep şokları enflasyon, ekonomik büyüme ve istihdam gibi makroekonomik göstergeleri aynı yönde hareket ettirdiği için kısmen yönetilebilir ve ikilem yaratmayan şoklardır. Örneğin, negatif bir talep şokunun gerçekleşmesi halinde ekonomik daralmaya karşı merkez bankalarının tepkisi genişletici para politikası uygulamaktır. Öte yandan, arz yönlü şoklar genellikle enflasyon ve ekonomik büyümeyi zıt yönlerde hareket ettirdiği için merkez bankaları açısından daha karmaşık bir politika ortamı yaratmaktadır (Debelle, 2019: 3-4). Örneğin, kuraklık ve azalan yağışlar nedeniyle tarım ürünleri arzındaki düşüşler veya aşırı hava olaylarından kaynaklanan enerji arzındaki kesintiler enflasyonist baskıları artırabilir (Barmes ve Bosch: 2024: 12-13). Politika ikilemine yol açan böyle bir arz şokuna karşı merkez bankalarının yaklaşımı, şokun geçici mi yoksa kalıcı mı olduğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Geçici olduğu düşünülen arz şokları için genellikle para politikasında bir değişiklik yapılmadan şoku görmezden gelme stratejisi benimsenmektedir. Ancak, negatif arz şoku kalıcı ise para politikası tepkisi gerekebilmektedir (Mishkin, 2018; Barmes vd., 2024: 5).

Küresel ortalama sıcaklıklardaki sürekli artışın yanı sıra kuraklıklar, sıcak ve soğuk hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarının gerçekleşme sıklığı ve şiddetindeki artışlar gözlemlenebilir eğilimler arasındadır (The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2021: 8). Dolayısıyla, iklim değişikliğinin daha sık ve şiddetli negatif arz şoklarına yol açması muhtemeldir. Sıklaşan negatif arz şokları, merkez bankalarının kalıcı ve geçici şokları birbirinden ayırmasını zorlaştırarak fiyat istikrarını sağlama kabiliyetini zayıflatabilir. Bu durum, iletişim ve güvenilirlik problemleri ortaya çıkarabilir (Kabundi vd., 2022: 3).

Son yıllarda, bilim insanları ve politika yapımcılar dikkatlerini iklim değişikliği ve enflasyon arasındaki ilişkiye yoğunlaştırmaya başlamıştır. Avrupa Merkez Bankası (European Central Bank-ECB) Başkanı Lagarde (2020; 2021)'a göre, iklim değişikliği fiyat istikrarı için risk unsurudur ve

merkez bankalarının birincil görevi olan fiyat istikrarının yanı sıra finansal istikrar gibi diğer yetki alanlarını da kapsayan sonuçları bulunmaktadır. Benzer şekilde, İngiltere Merkez Bankası Para Politikası Komite üyesi Mann (2023) iklim değişikliğinden kaynaklanan makroekonomik etkilerin fiyat istikrarı açısından tehdit oluşturduğunu ve bu durumun para politikası uygulayıcısının görev tanımında iklim değişikliğine atıfta bulunup bulunulmadığına bakılmaksızın geçerli olduğunu belirtmiştir. ECB Yönetim Kurulu üyesi Schnabel (2022) ise iklim değişikliğiyle ilgili risklerin enflasyonist baskılar yaratabileceğini savunarak yeni kavramlar ileri sürmüştür. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin fiziksel etkilerinin yol açtığı fiyat artışlarını tanımlamak için *iklimflasyon*, fosil yakıtlara bağımlılığın enflasyonist etkilerini ifade etmek için *fosilflasyon* ve düşük karbonlu ekonomiye geçiş sürecinde gerekli hammaddelere olan talebin fiyatlar üzerindeki yukarı yönlü baskısı için *yeşilflasyon* kavramını kullanmıştır. Aynı zamanda Schnabel (2021: 54), iklim değişikliğiyle ilgili risklerin parasal aktarım mekanizmasının etkinliğini bozarak fiyat istikrarını etkileyebileceğini vurgulamıştır. Drudi vd. (2021)'e göre özellikle faiz kanalı, iklim değişikliğiyle ilgili riskler ve bu risklere dair belirsizlik gibi faiz dışı maliyet unsurlarının daha belirleyici hale gelmesiyle birlikte zayıflayabilir. Faiz oranındaki değişikliklerin çıktı üzerindeki etkisinin azalması, merkez bankalarının geleneksel para politikası araçlarını kullanarak enflasyonu kontrol etme gücünü sınırlayabilir. Bu çerçevede doğrultusunda, iklim değişikliği göstergelerinin enflasyon üzerindeki etkilerinin incelenmesi önemli bir araştırma sorusu olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisini gelişen piyasa ekonomileri kapsamında analiz etmektir. Çalışmada, 2000-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Driscoll-Kraay dirençli standart hatalar yöntemi aracılığıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, çalışmanın iki önemli açıdan literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Birincisi, çalışmada gelişen piyasa ekonomileri için iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisi araştırılarak yeni bir kavram olan *iklimflasyon* olgusuna odaklanılmıştır. İkincisi, literatürden farklı olarak gelişen piyasa ekonomileri için iklim değişikliğini temsilen bir *iklim değişikliği endeksi* hesaplanmıştır. CO₂ emisyonları, sıcaklık ve yağış oynaklığı verilerinden oluşan bu endeks, iklim değişikliğini tek bir boyutta ele alan çalışmaların aksine iklim değişikliğinin nedeni ve etkilerini içeren kapsamlı bir ölçüt sunmaktadır. Bu bağlamda, CO₂ emisyonları iklim değişikliğinin nedeni; sıcaklık ve yağış oynaklığı verileri ise iklim değişikliğinin etkileri/sonuçları olarak değerlendirilmiştir. Böylece, çalışmada hem iklim değişikliği endeksinin hem de endeks bileşenlerinin enflasyon üzerindeki etkileri farklı modellerde analiz edilmiştir.

Çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekilde tasarlanmıştır: İkinci bölümde ilgili konuya dair ampirik literatüre yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti ve oluşturulan modellerin tanıtıldığı üçüncü bölümde ayrıca, tanımlayıcı istatistikler, ekonometrik yöntem ve analiz bulguları yer almıştır. Üçüncü bölümü takiben çalışma sonuç ve değerlendirme ile tamamlanmıştır.

2. Literatür Özeti

İklim değişikliğinin makroekonomik yansımalarını ele alan literatür genellikle kuraklık, seller, depremler gibi doğal afetlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine odaklanmaktadır (Cavallo vd., 2013; Klomp ve Valckx: 2014; Botzen vd., 2019). Bunun yanı sıra, literatürde sıcaklıkların ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır (Dell vd., 2012; Acevedo vd., 2020; De Bandt vd., 2021). Öte yandan, iklim değişikliğiyle ilgili göstergelerin enflasyon ve diğer makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların nispeten daha sınırlı olduğu dikkatleri çekmektedir. Araştırmacılar bu duruma neden olarak geçmişin gelecek için iyi bir referans oluşturmadığı düşüncesini ileri sürmektedir (Beirne vd., 2021: 3). Ancak, küresel ısınmanın içerdiği doğrusal olmayan özellikler, özellikle atmosferik sıcaklıkların belirli bir eşiği aşması halinde, iklim ve ekonomi ilişkilerinin gelecekte temelden değişebileceği gerçeğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, atmosferik sıcaklıkların son on yılda önemli ölçüde arttığı göz önüne alınırsa, iklim değişikliğinin mevcut makroekonomik sistem üzerindeki etkilerini incelemek politika yapıcılar açısından yararlı bilgiler sunabilir.

Ampirik literatürde, iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisini panel veri yöntemi ile inceleyen çalışmalar sınırlı sayıda olup, bu konudaki öncü çalışmalardan biri Tekeoğlu vd. (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, 26 Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) ülkesi için iklim değişikliği ve gıda fiyatları arasındaki ilişkiyi 1999-2013 dönemine ait yıllık verilerle incelemişlerdir. Çalışmada gıda fiyatları ve iklim değişikliğini temsilen sırasıyla gıda tüketici fiyat endeksi ve CO₂ emisyonları kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi araştırılırken Pedroni eşbütünleşme ve Kao eşbütünleşme testleri gerçekleştirilmiş, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin gıda fiyatları üzerindeki uzun dönemli etkisi Modifiye Edilmiş Sıradan En Küçük Kareler (Fully Modified Ordinary Least Square-FMOLS) ve Dinamik Sıradan En Küçük Kareler (Dynamic Ordinary Least Square-DOLS) yöntemleriyle araştırılmış, CO₂ emisyonlarındaki artışın gıda fiyatlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Parker (2018) çalışmasında, doğal afetlerin enflasyon üzerindeki etkisini gelişmiş ve gelişmekte olan 212 ülke için 1980-2012 dönemini kapsayan çeyreklik verilerle araştırmıştır. Çalışmada enflasyonu temsilen tüketici, gıda, konut ve enerji olmak üzere dört farklı enflasyon verisi kullanılmıştır. Doğal afetleri temsilen ise fırtınalar, kuraklıklar, seller ve depremler dikkate alınmıştır. Analiz sonucunda, kuraklıkların tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bulunmuştur. Buna göre, kuraklıklar tüketici enflasyonunu artırmaktadır. Öte yandan, fırtınaların kısa vadede gıda enflasyonunu artırdığı ancak bu etkinin bir yıl içerisinde ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, doğal afetler ile enerji ve konut enflasyonu arasında herhangi bir ilişkiye rastlanılamamıştır. Elde edilen bulgular, doğal afetlerin enflasyon üzerindeki etkisinin afetin ve enflasyonun türüne göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

Heinen vd. (2019), aşırı hava olaylarının enflasyon üzerindeki etkisini Karayipler'de 15 ada ekonomisi için panel veri analizi ile incelemişlerdir. Çalışmada 2001:M1-2012:M12 dönemine ait aylık veriler kullanılarak seller ve kasırgalar için potansiyel yıkım endeksleri oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, sel ve kasırga şoklarının gıda ve tüketici enflasyonu üzerinde pozitif yönlü bir etkisi olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, konut enflasyonunun ise sadece kasırga şoklarından etkilendiği ve bu etkinin pozitif yönlü olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, sel ve kasırga şoklarından kaynaklanan ürün kıtlığının gıda enflasyonu üzerindeki etkisinin uzun vadede göz ardı edilmemesinin önemine vurgu yapmıştır. Buna göre, yoksul haneler gıda harcamalarının daha yüksek olması nedeniyle sel ve kasırga şoklarından orantısız bir şekilde daha fazla etkilenmektedir. Dolayısıyla, aşırı hava olaylarının ardından meydana gelen enflasyonist baskıların önüne geçebilmek için pirinç, buğday, mısır gibi temel gıda ürünlerine ait stokların artırılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Marpaung vd. (2019), küresel olarak meydana gelen ve bir iklim anomalisi olan El Niño–Güney Salınımı (El Niño–Southern Oscillation-ENSO)'nın tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini Endonezya'nın 25 ili için incelemişlerdir. Çalışmada 2008-2015 dönemine ilişkin aylık veriler kullanılarak sabit etkiler modeli tahmin edilmiştir. Model sonuçlarına göre, ENSO'nun tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bir başka ifadeyle, daha yüksek bir El Niño seviyesi tüketici enflasyonunda artışa yol açmaktadır.

Beirne vd. (2021), 19 Avrupa ülkesi için 1996:M1-2021:M3 dönemi boyunca doğal afetlerin enflasyon üzerindeki etkisini Panel Yapısal Vektör Otoregresif (Panel Structural Vector Autoregression-PSVAR) yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada aylık enflasyon oranlarını ölçmek için tüketici enflasyonu ve alt endekslere⁴ ilişkin veriler kullanılmıştır. Doğal afetler ise kuraklıklar, seller, fırtınalar, soğuk hava dalgaları, volkanik patlamalar ve depremler gibi felaketlerden oluşmaktadır. Analiz sonucunda, doğal afetlerin tüketici enflasyonu üzerinde pozitif yönlü etkiler doğurduğu ancak alt endeks düzeylerinde farklı sonuçlara yol açtığı tespit edilmiştir. Buna göre, doğal afetlerin özellikle gıda ve içecek enflasyonu üzerinde yukarı yönlü baskıları daha güçlüyken

⁴ Gıda ve içecek, alkol ve tütün, restoran ve otel, kira ve enerji, ulaşım, sağlık, eğitim ve iletişim.

diğer endeks düzeylerinde (alkol ve tütün, restoran ve otel, kira ve enerji, ulaşım, sağlık, eğitim ve iletişim) aşağı yönlü baskılar hakimdir. Buradan hareketle, çalışmada küresel ısınma arttıkça iklim değişikliğinden kaynaklanan enflasyonist baskıların artış gösterebileceği ve böyle bir durumun, gelecek dönemlerde enflasyon hedefine ulaşılması açısından zorluk teşkil edebileceğine atıf yapılmıştır.

Faccia vd. (2021), gelişmiş ve gelişmekte olan 48 ülke için 1990-2018 dönemini kapsayan çeyreklik verilerle sıcaklık anomalilerinin enflasyon üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Panel veri analiz sonuçları, sıcaklık anomalilerinin tüketici ve gıda enflasyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Buna göre, aşırı sıcaklıklar hem tüketici hem de gıda enflasyonunu pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca, sıcak geçen yaz mevsimlerinin kısa vadede özellikle gelişmekte olan ülkelerde gıda enflasyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, sıcaklığın orta vadeli fiyat gelişmelerini yönlendirmede önemli bir rol oynadığını ve iklim değişikliğinin fiyat istikrarı için belirleyici bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Mukherjee ve Ouattara (2021) çalışmalarında, 80 gelişmekte olan ve 27 gelişmiş ülkeyi içeren ülke grubu için 1961-2014 dönemi boyunca sıcaklık şoklarının tüketici enflasyonu üzerindeki dinamik etkisini Panel Vektör Otoregresif (Panel Vector Autoregression-PVAR) yöntemiyle analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda, sıcaklık şoklarının enflasyonist baskılara yol açtığı ve bu baskıların özellikle gelişmekte olan ülkeler için ilk şoktan birkaç yıl sonra da devam ettiği tespit edilmiştir. Çalışmada, sıcaklık şoklarının para politikası yapımı için tehdit oluşturduğu ve merkez bankalarının sıcaklık şoklarına daha fazla dikkat etmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kunawotor vd. (2022), Afrika'da aşırı hava olaylarının tüketici ve gıda enflasyonu üzerindeki etkilerini 1990-2017 dönemi için Genelleştirilmiş Momentler Metodu (Generalized Method of Moments-GMM) ile tahmin etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, kuraklık ve sel olaylarının da enflasyon üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Analizde aşırı hava olayları yol açtığı ekonomik maliyetler, etkilenen ve hayatını kaybeden insan sayısı üzerinden üç farklı şekilde temsil edilmiştir. Analiz sonuçları, aşırı hava olaylarının tarımsal üretim kanalıyla tüketici enflasyonunu pozitif yönde etkilediğini göstermiştir. Kuraklıkların ise hem gıda hem de tüketici enflasyonu üzerindeki etkileri istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü tespit edilmiştir. Diğer taraftan, sellerin gıda enflasyonu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bulunurken, tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi anlamsız bulunmuştur. Araştırmacılar, politika önerisi olarak merkez bankalarının aşırı hava olaylarından kaynaklanan negatif arz şoklarının gıda ve tüketici enflasyonu üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurmaları ve para politikası kararlarında iklim değişikliğini dikkate almaları gerektiğini ileri sürmüştür. Bu bağlamda, Heinen vd. (2019) ile benzer şekilde aşırı hava olaylarının yaşandığı dönemlerde enflasyonu kontrol altında tutabilmek amacıyla düzenli olarak gıda ürünlerinin stoklanmasını önermişlerdir.

Moessner (2022), yağışların gıda enflasyonu üzerindeki etkisini dinamik panel veri analizi aracılığıyla 34 OECD ekonomisi ve aday ülke olan Bulgaristan'dan oluşan ülke grubu için araştırmıştır. 1985-2010 dönemine ait yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada, yağışların gıda enflasyonu üzerindeki etkisinin doğrusal olmayan biçimde gerçekleştiği gözlenmiştir. Buna göre, yağışların çok düşük ve çok yüksek seviyelerde olması gıda enflasyonunu artırmaktadır. Diğer bir ifadeyle, kuraklık ve sel seviyelerine yakın yağışların gıda enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlü olarak tespit edilmiştir.

Odongo vd. (2022), Doğu ve Güney Afrika ülkeleri için iklim değişikliği ve enflasyon arasındaki ilişkiyi panel veri analizi aracılığıyla incelemişlerdir. Çalışmada iklim değişikliği göstergesi olarak ortalama yağış miktarı, yağış ve sıcaklık oynaklığı değişkenleri kullanılmıştır. Kullanılan bu değişkenlerin gıda ve tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi 2001-2020 dönemini kapsayan aylık verilerle analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, yağışlardaki oynaklığın gıda ve tüketici enflasyonu üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, sıcaklık oynaklığının sadece tüketici enflasyonu üzerinde anlamlı ve pozitif yönlü bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık oynaklığı ve gıda enflasyonu arasında ise herhangi bir ilişkiye

rastlanamamıştır. Ayrıca, ortalama yağışların tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi anlamlı ve negatif yönlü bulunurken, gıda enflasyonu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Çevik ve Jalles (2023), gelişmiş ve gelişmekte olan 173 ülke için iklim şoklarının tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu etki incelenirken Yerel Projeksiyon (Local Projection-LP) yöntemi uygulanmış ve panel ortamında etki-tepki fonksiyonları oluşturulmuştur. Çalışmada 1970-2020 dönemine ait yıllık veriler kullanılmış ve iklim şoklarını temsilen aşırı sıcaklıklar, kuraklık ve fırtınalar dikkate alınmıştır. Analiz sonucunda, iklim şokunun türüne göre tüketici enflasyonunun farklı tepkiler verdiği tespit edilmiştir. Buna göre, kuraklık ve fırtınalar ile ilgili şoklar tüketici enflasyonunda artışa yol açarken, sıcaklık şoku tüketici enflasyonunda azalışa neden olmaktadır.

Kotz vd. (2023), yüksek ve düşük gelirli ekonomilerden oluşan 121 ülke için iklim şoklarının gıda enflasyonu ve tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bunun için 1991-2020 dönemine ait aylık veriler kullanılmış ve panel veri analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, tüketici enflasyonunun aylık ortalama sıcaklık artışlarına doğrusal olmayan bir şekilde tepki verdiği bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, sıcaklık artışları daha sıcak aylarda ve bölgelerde daha yüksek enflasyonist etkiler doğurmaktadır. Buna göre, aylık ortalama sıcaklıklar ve enflasyon arasındaki doğrusal olmayan bu ilişki nedeniyle, gelecekteki iklim değişikliği enflasyon mevsimselliğinde değişikliklere yol açabilir. Aynı zamanda, tüketici enflasyonu üzerindeki bu etkilerin büyük ölçüde gıda enflasyonu kanalıyla gerçekleştiği tespit edilmiştir. Öte yandan, sıcaklıklardaki artışların gıda enflasyonu üzerindeki etkilerinin tüketici enflasyonuna kıyasla daha belirgin olduğu saptanmıştır. Araştırmacılara göre, bu durum tarım sektörünün iklim şoklarına karşı daha duyarlı olmasından kaynaklanmaktadır. Buna dayanarak, 2022 yılı yaz mevsimindeki aşırı sıcaklıkların Avrupa'daki gıda enflasyonunu %0.67 oranında artırdığını tahmin etmişlerdir. 2035 için öngörülen ısınmanın ise aşırı sıcaklıkların etkisini %50 oranında artıracağını ortaya koymuşlardır. Tüm bu sonuçlar ışığında, iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki pozitif yönlü etkisinin ve mevsimselliğinde değişikliğe yol açmasının yanı sıra uç noktalardan kaynaklanan etkileri artırmasından dolayı fiyat istikrarı açısından risk unsuru olduğu araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır.

Li vd. (2023), sıcaklıkların tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini 26 seçilmiş ülke için araştırmışlardır. Çalışmada, 1996-2021 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, sıcaklıklar ve tüketici enflasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü ilişki bulunmuş, sıcaklıkların tüketici enflasyonu üzerindeki yukarı yönlü etkisinin enerji talebi aracılığıyla gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Buna göre, sıcaklıklardaki değişimler tüketicilerin enerji tüketimlerini uyarlamasına yol açarak enerji fiyatlarına yansımaktadır.

Zhang (2023) çalışmasında, 1993:M1-2017:M6 dönemini kapsayan aylık verilerle BRICS ülkelerinde iklim risklerin tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada iklim riskini temsilen Engle vd. (2020) tarafından geliştirilen iklim değişikliği haber endeksi kullanılmıştır. Bu endeks küresel ısınma, sıcaklık, hava durumu ve CO₂ emisyonları ile ilgili bilgileri içeren iklim riski ölçüsüdür. Endeks geliştirilirken iklim değişikliğinin insan faaliyetlerine yönelik tehdidini anlatan haberlerde iklim riskiyle ilgili kelimelerin yer alma sıklığı toplanmıştır. İklim riskinin tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini incelemek için geleneksel Granger nedensellik analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Çin, Brezilya, Hindistan ve Rusya için iklim riskinden tüketici enflasyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada iklim riskinin tüketici enflasyonu üzerindeki kısa ve uzun dönemli etkileri de araştırılmış, Hindistan ve Güney Afrika için kısa dönemli etkilerin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, genel bulgular BRICS ülkelerinde iklim riskinin tüketici enflasyonu üzerinde önemli etkileri olduğu yönündedir. Bu doğrultuda, çalışmada merkez bankalarının sürdürülebilir büyüme bakış açısıyla iklim değişikliğinin neden olabileceği enflasyon tehditlerine karşı dikkat etmeleri tavsiye edilmiştir.

Odu ve Abu (2024), seçilmiş Batı Afrika ülkelerinde iklim değişikliğinin tüketici enflasyonu üzerindeki etkisini 2000-2022 dönemi için GMM yöntemi ile analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları kuraklık, fırtınalar, orman yangınları gibi iklim felaketlerinin enflasyonist baskı doğurduğunu göstermiştir. Öte yandan, sıcaklıklardaki değişimlerin ise tüketici enflasyonunu düşürdüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte, elde edilen bulgular zamanla değişen duyarlılık analizine tabi tutulmuş, bunun sonucunda iklim felaketlerinden kaynaklanan olumsuz etkilerin gittikçe kuvvetlendiği ve sıcaklık değişimlerinin yol açtığı negatif yönlü etkinin pozitif yönlü doğru değişim gösterdiği saptanmıştır. Dolayısıyla, sıcaklık değişimlerinin tüketici enflasyonu üzerindeki aşağı yönlü etkisi zaman içerisinde yukarı yönlü bir etkiye dönüşmüştür.

İklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisini inceleyen ampirik çalışmalar ele alınan dönem ve ülke, uygulanan yöntem, iklim değişikliği göstergesi olarak kullanılan değişkenler ve ulaşılan sonuç bağlamında Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1: İklim Değişikliğinin Enflasyon Üzerindeki Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Yazar	Dönem-Ülke	Yöntem	İklim Değişikliği	Sonuç
Tekeoğlu vd. (2017)	1999-2013 26 OECD ülkesi	Kao ve Pedroni eşbütünleşme, FMOLS, DOLS	CO ₂ emisyonları	CO ₂ emisyonları gıda enflasyonunu artırmaktadır.
Parker (2018)	1980:Q1- 2012:Q4 212 ülke	Panel veri analizi	Doğal afetler (fırtınalar, kuraklıklar, seller ve depremler)	Kuraklıklar tüketici enflasyonunu, seller gıda enflasyonunu artırmaktadır.
Heinen vd. (2019)	2001:M1- 2012:M12 15 Karayip ülkesi	Panel veri analizi	Seller ve kasırgalar için potansiyel yıkım endeksleri	Yıkım endekslerinin ikisi de tüketici ve gıda enflasyonunu artırmaktadır.
Marpaung vd. (2019)	2008:M1- 2015:M12 Endonezya’nın 25 ili	Panel veri analizi	El Niño Güney Salınımları	El Niño seviyesindeki artış tüketici enflasyonunu artırmaktadır.
Beirne vd. (2021)	1996:M1- 2021:M3 19 Avrupa ülkesi	PSVAR	Doğal afetler	Doğal afetler tüketici ve gıda enflasyonunu artırmaktadır. Ancak, alt endeksler üzerindeki etkisi aşağı yönlüdür.
Faccia vd. (2021)	1990:Q1- 2018:Q4 48 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke	Panel veri analizi	Aşırı sıcaklıklar	Aşırı sıcaklıkların hem tüketici hem de gıda enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlüdür.
Mukherjee ve Ouattara (2021)	1961-2014 80 gelişmekte olan 27 gelişmiş ülke	PVAR	Sıcaklık şokları	Sıcaklık şoklarının tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlüdür.
Kunawotor vd. (2022)	1990-2017 Afrika ülkeleri	GMM	Aşırı hava olayları, seller ve kuraklık	Aşırı hava olaylarının tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlüdür. Kuraklıklar hem tüketici hem de gıda enflasyonunu artırırken, seller ise sadece gıda enflasyonunu artırmaktadır. Kuraklık ve sel seviyesine yakın yağışların gıda enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlüdür.
Moessner (2022)	1985-2010 34 OECD ülkesi	Dinamik panel veri analizi	Yağış miktarı	

Tablo 1 (Devamı): İklim Değişikliğinin Enflasyon Üzerindeki Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Yazar	Dönem-Ülke	Yöntem	İklim Değişikliği	Sonuç
Odongo vd. (2022)	2001:M1-2020:M2 Doğu ve Güney Afrika ülkeleri	Panel veri analizi	Ortalama yağış miktarı, yağış oynaklığı ve sıcaklık oynaklığı	Ortalama yağışların gıda ve tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi negatif yönlü iken, yağış oynaklığının pozitif yönlüdür. Sıcaklık oynaklığının ise sadece tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlüdür.
Çevik ve Jalles (2023)	1970-2020 173 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke	LP, etki-tepki fonksiyonları	Aşırı sıcaklıklar, fırtınalar ve kuraklık	Kuraklık ve fırtına şokları tüketici enflasyonunu artırırken, sıcaklık şoku tüketici enflasyonunu azaltmaktadır.
Kotz vd. (2023)	1991:M1-2020:M12 121 yüksek ve düşük gelirli ülke	Panel veri analizi	Sıcaklıklar	Sıcaklıklardaki artışlar hem gıda hem de tüketici enflasyonunu artırmaktadır.
Li vd. (2023)	1996-2021 26 seçilmiş ülke	Panel veri analizi	Sıcaklıklar	Sıcaklıklardaki artış tüketici enflasyonunu artırmaktadır.
Zhang (2023)	1993:M1-2017:M6 BRICS ülkeleri	Panel Granger nedensellik	İklim değişikliği haber endeksi	İklim değişikliği haber endeksinden tüketici enflasyonuna doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır.
Odu ve Abu (2024)	2000-2022 Batı Afrika ülkeleri	GMM	Doğal afetler	Doğal afetlerin tüketici enflasyonu üzerindeki etkisi pozitif yönlüdür.

Tablo 1 incelendiğinde, iklim değişikliği ve enflasyon ilişkisini ele alan ampirik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu ve bu çalışmaların 2017 yılından sonra gerçekleştirildiği görülmektedir. Konu ile ilgili öncü çalışmalarda iklim değişikliği göstergesi olarak doğal afetler ve aşırı hava olayları kullanılmıştır. Son zamanlarda gerçekleştirilen ampirik çalışmalarda ise genellikle ortalama sıcaklık, yağış miktarı, sıcaklıktaki ve yağış oynaklığı gibi değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalardan elde edilen bulgular, genel olarak iklim değişikliğinin enflasyonist baskılara yol açtığı yönündedir.

Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, iklim değişikliği göstergesi olarak iklim değişikliği endeksi hesaplanmıştır. Endeks içerisinde yer alan veriler CO₂ emisyonları, sıcaklık ve yağış oynaklığıdır. Bir başka ifadeyle, endeks hesaplanırken iklim değişikliğinin nedeni ve etkileriyle ilgili veriler kullanılmıştır. Bu doğrultuda, CO₂ emisyonları iklim değişikliğinin nedeni olarak sıcaklık oynaklığı ve yağış oynaklığı ise iklim değişikliğinin etkileri olarak ele alınmıştır. Çalışmada, iklim değişikliği endeksinin yanında CO₂ emisyonları, sıcaklık oynaklığı ve yağış oynaklığının da enflasyon üzerindeki etkileri farklı modeller altında incelenmiştir. Ayrıca bu çalışma, ele alınan ülke grubunun ve dönemin yanı sıra kullanılan yöntem açısından da diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

3. Ekonometrik Analiz

3.1. Veri Seti ve Model

Çalışmada iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisi gelişen piyasa ekonomileri⁵ kapsamında 2000-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Gelişen piyasa ekonomileri, altyapı ve teknolojik kapasite yetersizlikleri nedeniyle iklim

⁵ Gelişen piyasa ekonomilerinin belirlenmesinde, Morgan Stanley Capital International (MSCI) piyasa sınıflandırması temel alınmıştır. MSCI'nin gelişen piyasa ekonomileri sınıflandırmasında toplam 24 ülke yer almakla birlikte bu çalışmada, veri eksikliği bulunmayan 15 gelişen piyasa ekonomisi analiz edilmiştir. Bu ülkeler Brezilya, Çin, Çekya, Endonezya, Filipinler, Güney Kore, Kolombiya, Kuveyt, Macaristan, Malezya, Meksika, Mısır, Peru, Şili ve Türkiye'dir.

değişikliğinin fiziksel etkilerine gelişmiş ülkelere kıyasla daha fazla maruz kalmaktadır. Nitekim, 2021 yılına ilişkin ND-GAIN⁶ kırılganlık endeksi incelendiğinde gelişen piyasa ekonomilerine ait endeks puanlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Endeks puanındaki artış, söz konusu ülkenin iklim değişikliğinin fiziksel etkilerinden olumsuz yönde etkilenme eğiliminin arttığına işaret etmektedir. Bu bağlamda, gelişen piyasa ekonomilerinin iklim değişikliğine karşı göstermiş olduğu yüksek kırılganlık, zaten kırılgan olan ekonomik yapılarının çok daha savunmasız hale gelmesine yol açabilir. Örneğin, tarımın önemli bir yere sahip olduğu gelişen piyasa ekonomilerinde, aşırı hava olayları ve kuraklık, tarımsal üretimde dalgalanmalara ve gıda fiyatlarında artışa neden olabilir. Benzer şekilde, enerji altyapısında fırtınalar ve seller gibi şiddetli hava olaylarından kaynaklı fiziksel hasarlar enerji arzında kesintilere yol açarak enerji fiyatlarında dalgalanmalara sebebiyet verebilir. Bu durum, enerji tüketiminde dışa bağımlı olan veya sanayileşme süreçlerini hızlandırmaya çalışan gelişen piyasa ekonomileri açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Bhattacharya vd., 2022; Gaillat ve Guet, 2023). Tüm bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda, iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisinin gelişen piyasa ekonomileri özelinde incelenmesi önem arz etmektedir.

Çalışmada gelişen piyasa ekonomileri için beş farklı model tahmin edilmiştir. Tahmin edilen modeller (1), (2), (3), (4) ve (5) numaralı denklemlerde yer almaktadır.

$$LTUFE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LKGSYH_{it} + \beta_2 LPA_{it} + \beta_3 LDK_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$LTUFE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LKGSYH_{it} + \beta_2 LPA_{it} + \beta_3 LDK_{it} + \beta_4 LIDE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$LTUFE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LKGSYH_{it} + \beta_2 LPA_{it} + \beta_3 LDK_{it} + \beta_4 LSO_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$LTUFE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LKGSYH_{it} + \beta_2 LPA_{it} + \beta_3 LDK_{it} + \beta_4 LYO_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$LTUFE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LKGSYH_{it} + \beta_2 LPA_{it} + \beta_3 LDK_{it} + \beta_4 LCO_2_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Denklemlerde yer alan i ve t sırasıyla ülkeyi ve zamanı, ε_{it} hata terimini, L ise ilgili değişkenin doğal logaritmasının alındığını göstermektedir.

Analizde enflasyonu temsilen Tüketici Fiyat Endeksi (TUFE) kullanılmış ve modellerin tümünde bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Ayrıca, teorik ve ampirik literatür ışığında gelir (KGSYH), para arzı (PA) ve döviz kuru (DK) kontrol değişkenleri olarak modellerde yer almıştır. (1) numaralı denklemde, sadece kontrol değişkenlerinin enflasyon üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. (2), (3), (4) ve (5) numaralı denklemlerde ise iklim değişikliği göstergelerinin enflasyon üzerindeki etkileri ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Analizde iklim değişikliğini temsilen dört farklı gösterge kullanılmıştır. Bunlar iklim değişikliği endeksi (IDE), sıcaklık oynaklığı (SO), yağış oynaklığı (YO) ve CO₂ emisyonları şeklindedir.

Çalışmada SO ve YO değişkenleri, ortalama sıcaklık ve yağış miktarı verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Bunun için 3'er yıllık hareketli ortalamalara dayalı standart sapma yönteminden yararlanılmıştır. IDE hesaplanırken SO, YO ve CO₂ değişkenleri kullanılmıştır. Endekste CO₂ emisyonları iklim değişikliğinin nedeni, SO ve YO ise iklim değişikliğinin etkileri/sonuçları olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda, öncelikle endeks bileşenleri min-max yöntemi ile normalleştirilmiştir. Ardından, tüm bileşenler eşit derecede ağırlıklandırılarak aritmetik ortalama ile IDE hesaplanmıştır.

Normalleştirme işlemi, farklı ölçek ve aralıklardaki verilerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu işlem, farklı niteliklere ya da geniş değer aralıklarına sahip verilerin bileşik

⁶ Notre Dame Üniversitesi Küresel Uyum Girişimi (University of Notre Dame Global Adaptation Initiative) tarafından hazırlanan ND-GAIN kırılganlık endeksi, toplumların iklim değişikliğinin yol açtığı fiziksel risklerden olumsuz yönde etkilenme eğilimini veya yatkınlığını ortaya koymaktadır. Endeks, bir ülkenin kırılganlığını gıda, su, sağlık, ekosistem, insanların yaşam alanı ve altyapı olmak üzere altı sektördeki kırılganlığı dikkate alarak ölçmektedir (Chen vd., 2023: 5). Aynı zamanda, bir ülkenin iklim değişikliğine karşı kırılganlığını değerlendirirken üç unsuru dikkate almaktadır. Birincisi, ekonominin iklim değişikliğinden kaynaklanan fiziksel risklere maruz kalma derecesidir. İkincisi, iklim değişikliğinden etkilenen sektöre bağımlılık nedeniyle ekonomiyi potansiyel olarak daha kırılgan hale getirebilecek sektör yapısıdır. Üçüncüsü ise küresel ısınma ve aşırı hava olaylarına uyum sağlama kapasitesidir (Gaillat ve Guet, 2023: 2).

endeks üzerinde orantısız bir ağırlık oluşturmalarının önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Yaygın olarak tercih edilen min-max yöntemi, değişkenlerin tamamını 0 ile 1 arasında ortak bir ölçeğe dönüştürmektedir. Söz konusu yöntem, endeks bileşenlerinin dengeli bir şekilde değerlendirilmesini sağlayarak endeksin güvenilirliğini artırmaktadır (Mazziotta ve Pareto, 2021: 43; 2022: 2). Çalışmada kullanılan normalleştirme formülü eşitlik (6)'da yer almaktadır (OECD, 2008: 85; Feindouno vd., 2020: 6; Moreira vd., 2021: 5).

$$NX_t = \frac{x_t - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (6)$$

Eşitlik (6)'daki NX_t , X değişkeninin t zamanındaki normalleştirilmiş değerini, x_t değişkenin t zamanındaki orijinal değerini, $\min(x)$ ve $\max(x)$ sırasıyla orijinal değişkenin minimum ve maksimum değerlerini ifade etmektedir (Mazziotta ve Pareto, 2022: 3). Normalleştirilen değişkenler eşit derecede ağırlıklandırılarak aritmetik ortalaması alınmış ve 15 gelişen piyasa ekonomisi için iklim değişikliği endeksi hesaplanmıştır. Endeks hesaplanırken kullanılan formül eşitlik (7)'de yer almaktadır (Nahman vd., 2016: 10-11).

$$IDE = \frac{[Normalleştirilmiş SO (0.33)] + [Normalleştirilmiş YO(0.33)] + [Normalleştirilmiş CO_2(0.33)]}{3} \quad (7)$$

Analizde kullanılan değişkenlerin açıklamaları ve elde edildiği kaynaklar Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Açıklaması	Kaynak
TUFE	Tüketici Fiyat Endeksi (2010=100)	World Development Indicators
KGSYH	Kişi Başı Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (Sabit 2015 ABD \$)	
DK	Döviz Kuru (ABD \$ Başına Yerel Para Birimi)	
PA	Geniş Para Arzı (GSYH'nin %'si)	
CO ₂	Yıllık CO ₂ emisyonları	Our World in Data
OS	Ortalama Sıcaklık	Climatic Research Unit
YM	Yağış Miktarı	
SO	Sıcaklık Oynaklığı	Yazarlar tarafından hesaplanmıştır.
YO	Yağış Oynaklığı	
IDE	İklim Değişikliği Endeksi	

3.2. Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo 3'te analizde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
TUFE	109.393	47.523	20.595 [Türkiye-2000]	542.439 [Türkiye-2022]
KGSYH	10695.85	8552.759	1793.348 [Filipinler-2000]	41137.97 [Kuveyt-2006]
PA	76.659	41.146	21.357 [Meksika-2000]	217.129 [Çin-2022]
DK	1053.372	2840.303	0.269 [Kuveyt-2000]	14849.85 [Endonezya-2022]
IDE	0.334	0.157	0.002 [Kolombiya-2004]	0.766 [Peru-2022]
SO	0.265	0.194	4.35E-15 [Endonezya-2003]	1.007 [Türkiye-2009]
YO	108.161	94.670	0.473 [Mısır-2003]	431.230 [Güney Kore-2001]
CO ₂	7.61E+08	1.14E+10	24675610 [Peru-2003]	2.10E+09 [Çin-2021]

Not: Köşeli parantez içindeki değişkenlerle ilgili istatistiğin gerçekleştiği yılı ve ülkeyi göstermektedir.

Tablo 3'e göre, TUFE değişkenine ait en düşük değer 2000 yılında 20.595 olarak Türkiye'de, en yüksek değer ise 2022 yılında 542.439 olarak yine Türkiye'de gerçekleşmiştir. İklim değişikliğini temsilen kullanılan IDE değişkenine ait en düşük değer 2004 yılında 0.002 olarak Kolombiya'da, en yüksek değer ise 2022 yılında 0.766 olarak Peru'da gerçekleştiği görülmektedir. Bir diğer iklim değişikliği göstergesi olan SO değişkenine ait en düşük değer 2003 yılında 4.35E-15 olarak Endonezya'da, en yüksek değer ise 2009 yılında 1.007 olarak Türkiye'de gerçekleştiği tespit edilmiştir. Öte yandan, YO değişkeninin en düşük değeri 2003 yılında 0.473 olarak Mısır'da, en yüksek değeri ise 2001 yılında 431.230 olarak Güney Kore'de gerçekleşmiştir. Son olarak, CO2 değişkenine ait en düşük değeri 2003 yılında 24675610 olarak Peru için, en yüksek değeri ise 2021 yılında 2.10E+09 olarak Çin için gerçekleştiği gözlenmiştir.

Tablo 4'te ise çalışmada kullanılan değişkenlere ait korelasyon matrisine yer verilmiştir. Tablo 4'te görüldüğü üzere, LTUFE ile LIDE ve LSO değişkenleri arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır.

Tablo 4: Korelasyon Matrisi

Değişken	LTUFE	LKGSYH	LPA	LDK	LIDE	LSO	LYO	LCO ₂
LTUFE	1.000							
LKGSYH	0.010	1.000						
LPA	0.084	0.216 ^a	1.000					
LDK	0.010	-0.224 ^a	-0.240 ^a	1.000				
LIDE	0.223 ^a	0.077	0.090 ^c	0.120 ^b	1.000			
LSO	0.139 ^a	0.200 ^a	-0.038	-0.232 ^a	0.519 ^a	1.000		
LYO	-0.050	-0.102 ^c	0.036	0.272 ^a	0.457 ^a	-0.134 ^b	1.000	
LCO ₂	0.017	-0.095 ^c	0.671 ^a	-0.062	0.001	-0.094 ^c	-0.211 ^a	1.000

Not: a, b ve c sırasıyla %1, %5 ve %10 seviyelerindeki istatistiksel olarak anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

3.3. Ekonometrik Yöntem

Zaman serilerinde olduğu gibi panel veri analizlerinde de durağan olmayan serilerle tahminlerin gerçekleştirilmesi yanıltıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Panel birim kök testleri, birinci ve ikinci kuşak olmak üzere ikiye ayrılmakta ve bu testler, yatay kesit bağımlılığına ilişkin farklı varsayımlar taşımaktadır. Dolayısıyla, panel birim kök testine geçmeden önce yatay kesit bağımlılık testinin yapılması birinci ve ikinci kuşak panel birim kök testleri arasında tercih yapılması açısından oldukça önemlidir. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığın olmadığı durumda birinci kuşak panel birim kök testleri tercih edilirken, seriler arasında yatay kesit bağımlılığın olduğu durumda ise ikinci kuşak panel birim kök testleri tercih edilmektedir (Artan vd., 2018: 637-638; Ağazade vd., 2020: 251-252).

Çalışmada seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığı, Breush ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Lagrange Multiplier (LM) testi ile sınanmıştır. LM testi, zaman boyutunun kesit boyutundan büyük olduğu ($T > N$) örneklemelerde kullanılmaktadır. Yatay kesit bağımlılığın olmadığı şeklinde kurulan temel hipotez, yatay kesit bağımlılığının olduğunu ifade eden alternatif hipoteze karşı LM istatistiği ile test edilmektedir. LM testine ait temel hipotezin reddedilmesi, seriler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğunu ortaya koymaktadır (Pan vd., 2015: 448; Tatoğlu, 2020: 238-239). Böyle bir durumda, değişkenlerin durağan olup olmadıklarını test etmek için ikinci kuşak panel birim kök testleri tercih edilmektedir. Dolayısıyla çalışmada, Taylor ve Sarno (1998) tarafından geliştirilen çok değişkenli genişletilmiş Dickey Fuller (The Multivariate Augmented Dickey Fuller-MADF) birim kök testi kullanılmıştır. MADF panel birim kök testi, zaman boyutunun kesit boyutundan büyük ($T > N$) örneklemeler için uygundur ve temel hipotezi, serilerin birim kök içerdiği yönündedir. MADF test istatistiğinin %5 kritik değerden büyük olması halinde temel hipotez reddedilerek serinin durağan olduğuna karar verilmektedir (Bentzen vd., 2005: 229; Soyyiğit ve Yavuzaslan, 2019: 422; Tatoğlu, 2020: 79-80; Bulut ve Çil, 2024: 329).

Analizde, statik panel veri tahmincilerinden olan sabit etkiler ve tesadüfi etkiler modelleri arasında tercih yapılırken yaygın olarak kullanılan Hausman (1978) testi uygulanmıştır. Bu teste ilişkin temel hipotezde tesadüfi etkilerin tutarlı ve etkin olduğu ifade edilirken, alternatif hipotez

ise tesadüfi etkilerin tutarsız ve sabit etkilerin geçerli olduğu şeklindedir (Vijayamohanan, 2016: 53).

Panel veri modelleriyle tahmin yapılırken temel varsayımlardan sapmaların sınanması büyük önem taşımaktadır. Temel varsayımlar, hata teriminin sabit varyansa sahip olması, otokorelasyonun bulunmaması ve birimler arası korelasyonun olmaması şeklinde sıralanabilir. Eğer bu varsayımlar sağlanıyorsa, hata teriminin varyans-kovaryans matrisi birim matris olmaktadır. Öte yandan, değişen varyans (heteroskedasite), otokorelasyon ve/veya birimler arası korelasyon sorunlarının olması halinde ise varyans-kovaryans matrisi birim matrise eşit olmamaktadır. Bu durumda, standart hatalar sapmalı hale geleceği için etkin tahminciler elde edilemeyecektir. Aynı zamanda, t ve F istatistiklerinin, R^2 'nin ve güven aralıklarının geçerliliği etkilenecektir. Bu nedenle, temel varsayımlardan sapmalar tespit edildiğinde model tahminleri uygun yöntemlerle gerçekleştirilmelidir (Tatoğlu, 2013: 197-199).

Hausman (1978) test sonuçları, çalışmada oluşturulan modellerin tümü için sabit etkilerin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, temel varsayımlar sınanırken sabit etkiler modelinde kullanılan testler dikkate alınmıştır. Çalışmada, değiştirilmiş Wald testi ile birimlere göre değişen varyans sorunun olup olmadığı sınanmıştır. Bu teste ait temel hipotez, değişen varyans sorununun olmadığını belirtirken alternatif hipotezi değişen varyans sorununun olduğunu ifade etmektedir (Greene, 2002: 324). Otokorelasyonun test edilmesinde ise Bhargava, Franzini ve Narendranathan (1982) tarafından geliştirilen Durbin-Watson testi ve Baltagi ve Wu (1999)'un Yerel En İyi Değişmez (Locally Best Invariant-LBI) testi kullanılmıştır. Durbin-Watson ve LBI testleri için elde edilen test istatistikleri, değer olarak 2 ile karşılaştırılmaktadır. Buna göre, eğer test istatistiği 2'den küçükse temel hipotez reddedilerek otokorelasyon sorunun var olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Son olarak, birimler arası korelasyonun araştırılması için Friedman (1937)'in geliştirdiği test kullanılmıştır. Friedman'ın testi ile birimler arası korelasyon yoktur temel hipotezi sınanmaktadır. Temel hipotezin reddedilmesi halinde birimler arası korelasyon sorunun varlığından söz edilmektedir (Gökkaya vd., 2021: 103; Hayaloğlu, 2023: 756).

Neticede değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sorunlarından herhangi birinin veya hepsinin varlığında ise dirençli standart hatalar üreten Driscoll ve Kraay (1998) yaklaşımı ile tutarlı tahminler elde edilebilmektedir.

3.4. Analiz Bulguları

Çalışmada iklim değişikliği göstergelerinin enflasyon üzerindeki etkisini analiz etmek için panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, öncelikle Breusch-Pagan LM testi ile değişkenlerin yatay kesit bağımlılığına sahip olup olmadığı test edilmiş, ardından ikinci kuşak panel birim kök testlerinden olan MADF testi kullanılarak değişkenlerin durağanlık seviyeleri incelenmiştir.

Tablo 5'te Breusch-Pagan LM test sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 5: Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

Değişkenler	Breusch-Pagan LM Testi
LTUFE	2323.01 ^a
LPA	1021.90 ^a
LKGSYH	1843.43 ^a
LDK	911.74 ^a
LIDE	415.62 ^a
LSO	227.61 ^a
LYO	161.47 ^a
LCO ₂	1806.85 ^a

Not: a, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 6'da zaman boyutu kesit boyutundan büyük ($T > N$) örneklem için kullanılan MADF panel birim kök test sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 6'da görüldüğü üzere, tüm değişkenler için MADF test istatistiğinin %5 kritik değerden büyük olduğu saptanmıştır. Buna göre, değişkenlerin birim kök

içerdiğini belirten temel hipotez reddedilmiş ve tüm değişkenlerin seviyesinde durağan olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6: Panel Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	MADF İstatistiği	%5 Kritik Değer
LTUFE	2968.312	
LPA	443.780	
LKGSYH	199.523	
LDK	126.861	
LIDE	311.605	34.737
LSO	388.294	
LYO	219.220	
LCO ₂	94.364	

Not: Gecikme uzunluğu 1 olarak alınmıştır.

Analizde statik panel veri yönteminin tahmincilerinden olan sabit etkiler modeli ve tesadüfi etkiler modeli arasında tercih yapılırken Hausman (1978) testi kullanılmıştır. Tablo 8’de yer alan Hausman test istatistikleri, tüm modellerde en uygun tahmincinin sabit etkiler modeli olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, etkin tahminciler elde etmek amacıyla öncelikle varsayımlardan sapmalar sınanmıştır.

Tablo 7, gelişen piyasa ekonomilerine ait diagnostik test sonuçlarını göstermektedir. Modellerde değişen varyans sorununun olup olmadığı değiştirilmiş Wald testi ile araştırılmıştır. Tablo 7’de görüldüğü üzere, değişen varyans sorununun olmadığını belirten temel hipotez reddedilmiş ve modellerin hepsinde birimlere göre heteroskedasite olduğu tespit edilmiştir. Otokorelasyon varsayımı ise Durbin-Watson ve Baltagi-Wu LBI testleri aracılığıyla sınanmıştır. Elde edilen sonuçların 2’den küçük olması otokorelasyonun varlığına işaret etmektedir. Modellerin tümünde, kritik değerler 2’nin oldukça altındadır. Dolayısıyla, tüm modellerde otokorelasyon olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak, birimler arası korelasyonun belirlenmesi için Friedman (1937) tarafından geliştirilen test kullanılmış ve elde edilen bulgular modellerin hepsinde birimler arası korelasyonun olduğunu göstermiştir.

Tablo 7: Diagnostik Testler

Varsayımlar	Testler	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Heteroskedasite	Değiştirilmiş Wald Testi	1963.06 [0.000]	1214.81 [0.000]	1720.91 [0.000]	1411.65 [0.000]	1443.59 [0.000]
Otokorelasyon	Durbin Watson Testi	0.158	0.253	0.207	0.209	0.183
	Baltagi-Wu LBI Testi	0.318	0.453	0.379	0.378	0.367
Birimler arası korelasyon	Friedman Testi	141.81 [0.000]	108.94 [0.000]	133.38 [0.000]	132.30 [0.000]	116.25 [0.000]

Not: Köşeli parantez içindeki değerler anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Sabit etkili modellerin tümünde değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon tespit edilmiştir. Bu nedenle, tutarlı tahminler elde edebilmek amacıyla analizde Driscoll-Kraay dirençli standart hatalar tahmincisi kullanılmıştır. Böylece, temel varsayımlarda yaşanan bu sapmalar Driscoll-Kraay standart hatalar tahmincisi ile düzeltilerek nihai modeller elde edilmiştir.

Gelişen piyasa ekonomilerine ait analiz bulguları Tablo 8’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, modellerin tamamında kontrol değişkenler olarak yer alan LKGSYH, LPA ve LDK değişkenlerine ait katsayıların pozitif işaretli ve %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Buna göre LKGSYH, LPA ve LDK değişkenlerindeki artışlar LTUFE’yi artırmaktadır.

Tablo 8: Driscoll-Kraay Standart Hatalı Sabit Etkiler Model Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: LTUFE	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
LKBGSYH	0.682 ^a (0.098)	0.648 ^a (0.094)	0.682 ^a (0.094)	0.694 ^a (0.098)	0.374 ^a (0.092)
LPA	0.275 ^a (0.035)	0.207 ^a (0.043)	0.264 ^a (0.037)	0.251 ^a (0.045)	0.247 ^a (0.026)
LDK	0.679 ^a (0.069)	0.672 ^a (0.061)	0.676 ^a (0.068)	0.676 ^a (0.065)	0.648 ^a (0.061)
LIDE		0.090 ^a (0.016)			
LSO			0.010 ^a (0.003)		
LYO				0.059 ^b (0.024)	
LCO ₂					0.427 ^a (0.060)
Sabit	-5.055 ^a (0.864)	-4.322 ^a (0.362)	-4.980 ^a (0.855)	-5.303 ^a (0.889)	-10.246 ^a (0.830)
R ²	0.78	0.80	0.78	0.79	0.80
F Testi	121.21 [0.000]	104.69 [0.000]	355.29 [0.000]	92.76 [0.000]	204.72 [0.000]
Hausman Testi	258.44 [0.000]	257.85 [0.000]	258.82 [0.000]	263.41 [0.000]	265.31 [0.000]
Gözlem Sayısı	345	345	345	345	345

Not: a ve b, sırasıyla %1 ve %5 seviyelerindeki istatistiksel olarak anlamlılık düzeylerini göstermektedir. Parantez içindeki değerler Driscoll-Kraay standart hatalarını, köşeli parantez içindeki değerler ise anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Model 2'ye göre, iklim değişikliği endeksinin LTUFE üzerindeki etkisinin pozitif yönlü ve %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, sırasıyla Model 3 ve 4'te yer alan sıcaklık oynaklığı ve CO₂ emisyonlarına ait katsayıların %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif işaretli olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, yağış oynaklığının LTUFE üzerindeki etkisi ise %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü olarak bulunmuştur. Buna göre, analizde iklim değişikliği göstergesi olarak kullanılan iklim değişikliği endeksi, sıcaklık oynaklığı, yağış oynaklığı ve CO₂ emisyonlarındaki artışların enflasyonu artırmaktadır. Analizden elde edilen bulgular, iklim değişikliğini temsilen genellikle sıcaklık şokları, kuraklık ve seller gibi aşırı hava olayları, sıcaklık oynaklığı ve yağış oynaklığı gibi değişkenleri kullanan Faccia vd. (2021), Mukherjee ve Ouattara (2021), Kunawotor vd. (2022) ve Odongo vd. (2022)'nin çalışmaları ile desteklenmektedir.

4. Sonuç

Çalışmada iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisi 2000-2022 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak 15 gelişen piyasa ekonomisi için Driscoll-Kraay dirençli standart hatalar yöntemiyle analiz edilmiştir. Analizde iklim değişikliğini temsilen iklim değişikliği endeksi, sıcaklık oynaklığı, yağış oynaklığı ve CO₂ emisyonları olmak üzere dört farklı gösterge kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre iklim değişikliği endeksinin enflasyon üzerindeki etkisi pozitif yönlü olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, artan iklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki etkisi yukarı yönlü gerçekleşmektedir. Benzer şekilde, sıcaklık ve yağış oynaklığı değişkenlerine ait katsayılar pozitif işaretli olarak tahmin edilmiştir. Buna göre, sıcaklık ve yağış oynaklığındaki artışlar gelişen piyasa ekonomilerinde enflasyonist baskılara yol açmaktadır. Aynı zamanda, CO₂ emisyonlarının enflasyon üzerindeki etkisi analiz edilmiş ve bu etkinin pozitif yönlü olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, modellerde kontrol değişkenler olarak yer alan kişi başı GSYH, para arzı ve döviz kuru değişkenlerine ait katsayıların teorik beklentilerle uyumlu bir şekilde pozitif işaretli olduğu saptanmıştır.

İklim değişikliğinin enflasyon üzerindeki yukarı yönlü etkileri, literatürde farklı kanallardan ele alınmaktadır. İklim değişikliğinin bu etkileri tarımsal üretim, enerji üretimi ve ticaret akışları gibi geniş bir kapsamda değerlendirilmektedir. İklim değişikliği genellikle negatif arz şokları üzerinden ekonomiye yansımakta ve bu şoklar hem üretim hem de taşıma maliyetlerini artırarak enflasyonu tetiklemektedir. Bu bağlamda tarımsal üretim, iklim değişikliği etkilerinin en yoğun hissedildiği alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Ortiz-Bobea vd. (2021)'nin çalışmasına göre, süregelen iklim değişikliği tarımsal üretim sistemlerinin kırılganlığını artırmakta ve tarımsal verimliliğin düşmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, fiziksel risklerden kaynaklanan seller, kuraklık ve şiddetli sıcaklıklar gibi aşırı hava olayları tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyebilir. OECD/FAO (2023: 31)'nin tahminlerine göre, 2032 yılı itibarıyla toplam gıda ürünleri tüketiminin %15 oranında artması beklenmektedir. Gıda talebinin bu denli artmasının beklenildiği bir dönemde, tarımsal üretimde olumsuz etkilerin görülmesi, gıda arzının azalmasına ve böylece gıda fiyatlarında artışa yol açabilir. Artan gıda enflasyonunun ise tüketici enflasyonu üzerindeki yükseltici etkisi kaçınılmazdır.

Benzer şekilde, iklim değişikliği enerji talebi ve maliyetleri üzerinden de enflasyona yansiyabilir (Ciccarelli vd. 2023: 9). Buna göre şiddetli sıcaklıklar, kuraklık ve sel gibi aşırı hava olaylarının sıklıkla gerçekleşmesi enerji altyapılarının verimliliğini düşürebilir. Örneğin, kuraklığın neden olduğu su kıtlığı hidroelektrik santrallerinin elektrik üretimini azaltabilir. Bunun yanı sıra, sıcak hava dalgaları nedeniyle soğutma enerjisi talebi, enerji kullanımını önemli ölçüde artırabilir (Yalew vd., 2020: 794). Neticede, azalan enerji arzı ve artan enerji talebinin bu çift yönlü etkisi enerji fiyatlarını yükselterek diğer mal ve hizmetler üzerinde enflasyonist baskı yaratabilir (Mukherjee ve Ouattara, 2021: 31).

Bir başka aktarım kanalı ise uluslararası ticarettir. Uluslararası mal ticaretinin %80'inden fazlası deniz taşımacılığıyla gerçekleştirilmektedir. Deniz taşımacılığı, iklim değişikliğinden kaynaklanan fiziksel risklere karşı oldukça duyarlıdır. Deniz seviyesinin yükselmesi limanların faaliyetleri için doğrudan bir tehdit oluştururken, yağış miktarındaki değişiklikler de önemli nakliye merkezleri ve geçitlerinin sürdürülebilirliğini etkilemektedir (Kyriakopoulou vd., 2023; Buelens, 2024: 32). Bu durum, mal tedarikinde gecikmelere neden olarak fiyatların yükselmesine ve enflasyonist baskıların artmasına yol açabilir (Mukherjee ve Ouattara, 2021: 32).

Analiz bulgularından hareketle, iklim değişikliğinin gelişen piyasa ekonomilerinde iklimflasyon olgusuna yol açtığı ifade edilebilir. Dolayısıyla, merkez bankaları iklim değişikliğiyle ilgili risklere karşı fiyat istikrarını sağlama yönündeki temel görevini güvence altına almalıdır. Bu doğrultuda, merkez bankaları iklim değişikliğiyle ilgili riskleri dikkate alan analitik araçlar ve modeller geliştirerek iklim değişikliğinin finansal sistem ve ekonomi üzerindeki muhtemel etkilerini araştırabilir. Ayrıca, iklim değişikliğinden kaynaklanan negatif arz şoklarına karşı dirençli bir para politikası stratejisi geliştirebilir. Son olarak, merkez bankaları iklim değişikliğiyle ilgili riskleri ele alan bir iletişim çerçevesi oluşturarak piyasa aktörlerinin bu riskler hakkında bilinçlenmesini sağlayabilir.

Kaynakça

- Acevedo, S., Mrkaic, M., Novta, N., Pugacheva, E., ve Topalova, P. (2020). The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: What are the Channels of Impact?. *Journal of Macroeconomics*, 65, 103207. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2020.103207>
- Ağazade, S., Artan, S., ve Hayaloğlu, P. (2020). Kurumsal Gelişme ve İktisadi Büyüme: Doğu Avrupa Geçiş Ekonomileri Örneği. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(20), 245-262.
- Angeli, M. vd. (2022). Climate Change: Possible Macroeconomic Implications. *Bank of England Quarterly Bulletin 2022 Q4*, Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4769309

- Artan, S., Hayaloğlu, P., ve Demirel, S. K. (2018). Akdeniz'e Kıyısı Olan Ülkelerde Kurumsal Yapının Turizme Etkilerinin Analizi. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 5(3), 632-644. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.444768>
- Baltagi, B. H., ve Wu, P. X. (1999). Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR (1) Disturbances. *Econometric theory*, 15(6), 814-823.
- Barmes, D., Claeys, I., Dikau, S., ve da Silva, L. A. P. (2024). The Case for Adaptive Inflation Targeting: Monetary Policy in a Hot and Volatile World. Erişim Adresi <https://cetex.org/publications/the-case-for-adaptive-inflation-targeting-monetary-policy-in-a-hot-and-volatile-world/>
- Barmes, D. ve Bosch, J. S. (2024). Inflation as an Ecological Phenomenon. Erişim Adresi <https://positivemoney.org/publications/inflation-as-an-ecological-phenomenon/>
- Batten, S. (2018). Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3104554
- Beirne, J., Dafermos, Y., Kriwoluzky, A., Renzhi, N., Volz, U., ve Wittich, J. (2021). The Effects of Natural Disasters on Price Stability in the Euro Area. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3975313
- Bentzen, J., Madsen, E. S., Smith, V., ve Dilling-Hansen, M. (2005). Persistence in Corporate Performance? Empirical Evidence from Panel Unit Root Tests. *Empirica*, 32, 217-230. <https://doi.org/10.1007/s10663-004-6728-7>
- Bhargava, A., Franzini, L., ve Narendranathan, W. (1982). Serial Correlation and the Fixed Effects Model. *The review of economic studies*, 49(4), 533-549. <https://doi.org/10.2307/2297285>
- Bhattacharya, A. vd. (2022). *Financing a Big Investment Push in Emerging Markets and Developing Countries for Sustainable, Resilient and Inclusive Recovery and Growth*. Erişim Adresi <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/financing-a-big-investment-push-in-emerging-markets-and-developing-economies/>
- Botzen, W. W., Deschenes, O., ve Sanders, M. (2019). The Economic Impacts of Natural Disasters: A Review of Models and Empirical Studies. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(2), 167-188. <https://doi.org/10.1093/reep/rez004>
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Buelens, C. (2024). Climate Change and its Implications for Prices and Inflation. *Quarterly Report on the Euro Area (QREA)*, 23(1), 23-40. Erişim Adresi <https://ideas.repec.org/a/euf/qreuro/0231-02.html>
- Bulut, E., & Çil, D. (2024). Kamu Harcamaları ve Vergi Gelirleri Arasındaki Asimetrik Nedensellik İlişkisi: Geçiş Ekonomileri Örneği. *Sosyoekonomi*, 32(60), 317-338. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2024.02.15>
- Campiglio, E., Daumas, L., Monnin, P., & von Jagow, A. (2023). Climate-Related Risks in Financial Assets. *Journal of Economic Surveys*, 37(3), 950-992. <https://doi.org/10.1111/joes.12525>
- Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I., & Pantano, J. (2013). Catastrophic Natural Disasters and Economic Growth. *Review of Economics and Statistics*, 95(5), 1549-1561. https://doi.org/10.1162/REST_a_00413
- Cevik, S., ve Jalles, J. (2024). Eye of the Storm: The Impact of Climate Shocks on Inflation and Growth. *Review of Economics*, 75(2), 109-138. <https://doi.org/10.1515/roe-2024-0005>

- Chen, C. vd. (2023). *University of Notre Dame Global Adaptation Initiative Country Index Technical Report*. Erişim Adresi <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>
- Ciccarelli, M., Kuik, F., ve Hernández, C. M. (2023). The Asymmetric Effects of Weather Shocks on Euro Area Inflation. *ECB Working Paper No. 2023/2798*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4397490
- De Bandt, O., Jacolin, L., ve Thibault, L. (2021). Climate Change in Developing Countries: Global Warming Effects, Transmission Channels and Adaptation Policies. *Banque de France Working Paper No. 822*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3888112
- Debelle, G. (2019). *Climate Change and the Economy*, Erişim Adresi <https://www.bis.org/review/r190313d.pdf>
- Dell, M., Jones, B. F., ve Olken, B. A. (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
- Driscoll, J. C., ve Kraay, A. C. (1998). Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. *Review of economics and statistics*, 80(4), 549-560. <https://doi.org/10.1162/003465398557825>
- Drudi, F. vd. (2021). *Climate Change and Monetary Policy in the Euro Area*. *ECB Occasional Paper No. 2021/271*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3928292
- Engle, R. F., Giglio, S., Kelly, B., Lee, H., ve Stroebe, J. (2020). Hedging Climate Change News. *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1184-1216. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz072>
- Faccia, D., Parker, M., ve Stracca, L. (2021). Feeling the Heat: Extreme Temperatures and Price Stability. *ECB Working Paper No. 2021/2626*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3981219
- Feindouno, S., Guillaumont, P., ve Simonet, C. (2020). The Physical Vulnerability to Climate Change Index: An Index to Be Used for International Policy. *Ecological Economics*, 176, 106752. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106752>
- Friedman, M. (1937). The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the american statistical association*, 32(200), 675-701. <https://doi.org/10.1080/01621459.1937.10503522>
- Gaillat, E. ve Guet, V. (2023). Emerging Economies and Climate Change. Erişim Adresi <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2023/06/15/emerging-economies-and-climate-change>
- Gökkaya, D., Şenol, O., ve Çıraklı, Ü. (2021). Investigation of the Effect of R&D, Education and Health Expenditures on Economic Growth by Panel Data Analysis Method. *Sosyoekonomi*, 29(50), 95-108. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2021.04.05>
- Greene, William H. (2002). *Econometric Analysis*. 5. Baskı, New Jersey: Prentice Hall.
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1251-1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>
- Hayaloğlu, P. (2023). Foreign Aid, Institutions, and Economic Performance in Developing Countries. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(3), 748-765. <https://doi.org/10.17153/oguiibf.1277348>

- Heinen, A., Khadan, J., ve Strobl, E. (2019). The Price Impact of Extreme Weather in Developing Countries. *The Economic Journal*, 129(619), 1327-1342. <https://doi.org/10.1111/ecoj.12581>
- IPCC (2021). IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Erişim Adresi https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf#page=3.20
- Kabundi, A., Mlachila, M., ve Yao, J. (2022). How Persistent are Climate-Related Price Shocks? Implications for Monetary Policy. *IMF Working Paper No. 2022/207*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4272242
- Klomp, J., ve Valckx, K. (2014). Natural Disasters and Economic Growth: A Meta-Analysis. *Global Environmental Change*, 26, 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.006>
- Kotz, M., Kuik, F., Lis, E., ve Nickel, C. (2023). The Impact of Global Warming on Inflation: Averages, Seasonality and Extremes. *ECB Working Paper No. 2023/2821*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4457821
- Kunawotor, M. E., Bokpin, G. A., Asuming, P. O., ve Amoateng, K. A. (2022). The Impacts of Extreme Weather Events on Inflation and the Implications for Monetary Policy in Africa. *Progress in Development Studies*, 22(2), 130-148. <https://doi.org/10.1177/14649934211063357>
- Kyriakopoulou, D., Kyriacou, G., ve Pearson, N. (2023). How Does Climate Change Impact on International Trade?. Erişim Adresi <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/how-does-climate-change-impact-on-international-trade/>
- Lagarde, C. (2020). Remarks on the Occasion of Receiving the Grand Prix de l'Économie 2019 from Les Echos. Erişim Adresi https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2020/html/ecb.sp200205_1~cc8a8787f6.en.html
- Lagarde, C. (2021). Climate Change and Central Banks-Analysing, Advising and Acting. Erişim Adresi <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2021/html/ecb.sp210711~ffe35034d0.en.html>
- Li, C., Zhang, X., ve He, J. (2023). Impact of Climate Change on Inflation in 26 Selected Countries. *Sustainability*, 15(17), 13108. <https://doi.org/10.3390/su151713108>
- Mann, C. L. (2023). Climate Policy and Monetary Policy: Interactions and Implications. Erişim Adresi <https://www.bankofengland.co.uk/%20speech/2023/november/catherine-l-mann-university-of-oxford-environmental-economics-seminar>
- Marpaung, B., Siregar, H., ve Anggraeni, L. (2019). Analysis of El Nino Impact and the Price of Food Commodities on Inflation. *Jurnal Ekonomi Indonesia*, 8(1), 21-35. <https://doi.org/10.52813/jei.v8i1.11>
- Mazziotta, M. ve Pareto, A. (2021). Everything You Always Wanted to Know About Normalization (But Were Afraid to Ask). *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*, 76(1), 41-52. Erişim Adresi <https://ideas.repec.org/a/ite/iteeco/210103.html>
- Mazziotta, M., ve Pareto, A. (2022). Normalization Methods for Spatio-Temporal Analysis of Environmental Performance: Revisiting the Min–Max Method. *Environmetrics*, 33(5), e2730. <https://doi.org/10.1002/env.2730>
- Mishkin, F. S. (2018). *Makroekonomi Politika ve Uygulama*, (Çev. Selami Sezgin ve Mehmet Şentürk), 2. Baskı, Ankara: Nobel.

- Moessner, R. (2022). Effects of Precipitation on Food Consumer Price Inflation. *CESifo Working Paper No. 9961*. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4235476
- Moreira, L. L., de Brito, M. M., ve Kobiyama, M. (2021). Effects of Different Normalization, Aggregation, and Classification Methods on the Construction of Flood Vulnerability Indexes. *Water*, 13(1), 98. <https://doi.org/10.3390/w13010098>
- Mukherjee, K., ve Ouattara, B. (2021). Climate and Monetary Policy: Do Temperature Shocks Lead to Inflationary Pressures?. *Climatic change*, 167(3), 32. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03149-2>
- Nahman, A., Mahumani, B. K., ve De Lange, W. J. (2016). Beyond GDP: Towards a Green Economy Index. *Development Southern Africa*, 33(2), 215-233. <https://doi.org/10.1080/0376835X.2015.1120649>
- NGFS (2019). A Call for Action: Climate Change as a Source of Financial Risk. Erişim Adresi https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_first_comprehensive_report_-_17042019_0.pdf
- NGFS (2020). Climate Change and Monetary Policy Initial Takeaways. Erişim Adresi <https://www.ngfs.net/en/climate-change-and-monetary-policy-initial-takeaways>
- NGFS (2024). Acute Physical Impacts from Climate Change and Monetary Policy. Erişim Adresi https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/ngfs_acute_physical_impacts_from_climate_change_and_monetary_policy.pdf
- Odongo, M. T., Misati, R. N., Kamau, A. W., ve Kisingu, K. N. (2022). Climate Change and Inflation in Eastern and Southern Africa. *Sustainability*, 14(22), 14764. <https://doi.org/10.3390/su142214764>
- Odu, A. T., ve Abu, J. (2024). Heatwaves and Price Waves: Unraveling the Climate Change–Inflation Nexus in Selected West African Countries. Erişim Adresi https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4719514
- OECD (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Erişim Adresi https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/jrc47008_handbook_final.pdf
- OECD/FAO (2023). OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032. Erişim Adresi https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2023-2032_08801ab7-en.html
- Ortiz-Bobea, A., Ault, T. R., Carrillo, C. M., Chambers, R. G., ve Lobell, D. B. (2021). Anthropogenic Climate Change Has Slowed Global Agricultural Productivity Growth. *Nature Climate Change*, 11(4), 306-312. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01000-1>
- Pan, C. I., Chang, T., ve Wolde-Rufael, Y. (2015). Military Spending and Economic Growth in the Middle East Countries: Bootstrap Panel Causality Test. *Defence and Peace Economics*, 26(4), 443-456. <https://doi.org/10.1080/10242694.2014.891356>
- Parker, M. (2018). The Impact of Disasters on Inflation. *Economics of Disasters and Climate Change*, 2(1), 21-48. <https://doi.org/10.1007/s41885-017-0017-y>
- Schnabel, I. (2021). Climate Change and Monetary Policy. *Finance & Development*, 53-55. Erişim Adresi <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2021/09/isabel-schnabel-ECB-climate-change>
- Schnabel, I. (2022). A New Age of Energy Inflation: Climateflation, Fossilflation and Greenflation. Erişim Adresi https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2022/html/ecb.sp220317_2~dbb3582f0a.en.html

- Tatoğlu, F. Y. (2013). *Panel Veri Ekonometrisi*. 2. Baskı, İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Tatoğlu, F. Y. (2020). *Panel Zaman Serileri Analizi*. 3. Baskı, İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Taylor, M. P., ve Sarno, L. (1998). The Behavior of Real Exchange Rates During the Post-Bretton Woods Period. *Journal of international Economics*, 46(2), 281-312. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00054-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00054-8)
- Tekeoğlu, M., Çiftçi, H., İşcan, E., ve Serin, D. (2017). İklim Değişikliğinin Gıda Fiyatları Üzerine Etkisi: OECD Örneği. *International Conference on Eurasian Economies 2017*, 199-205, Bişkek.
- Vijayamohanan Pillai, N. (2016). Panel Data Analysis with Stata Part 1 fixed Effects and Random Effects Models. *MPRA Paper*, 76869. Erişim Adresi <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/76869/>
- Yalew, S. G. vd. (2020). Impacts of Climate Change on Energy Systems in Global and Regional Scenarios. *Nature Energy*, 5, 794–802. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0664-z>
- Yavuzaslan, K., ve Soyyiğit, S. (2019). Tarımsal Katma Değeri Etkileyen Faktörler Üzerine Bir İnceleme: E7 Ülkeleri Örneği. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(19), 403-429.
- Zhang, Z. (2023). Are Climate Risks Helpful for Understanding Inflation in BRICS Countries?. *Finance Research Letters*, 58, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104441>

HOW DOES CLIMATE CHANGE AFFECT INFLATION IN EMERGING MARKET ECONOMIES?

Extended Abstract

Aim: In recent years, scientists and policymakers have started to center their attention on the relationship between climate change and inflation. Lagarde (2020), President of the European Central Bank (ECB), emphasized that climate change is a risk factor for price stability. Schnabel (2022), from the ECB, argued that physical risks arising from climate change may lead to inflationary pressures. In this context, the relationship between climate change and inflation has become an agenda of the central banks. The economic impact of climate change, which is increasing in frequency and severity, is generally realized through negative supply shocks. This situation poses a threat to the task of ensuring price stability by complicating central banks' processes of assessing temporary and permanent supply shocks. Moreover, climate change may weaken the effectiveness of the monetary transmission mechanism, making it more difficult for central banks to achieve the price stability target with traditional monetary policy instruments. Therefore, the aim of this study is to analyze the impact of climate change on inflation in the scope of emerging market economies.

Method(s): In this study, the impact of climate change on inflation is analyzed by panel data method using annual data for the period 2000-2022. Contrary to the studies analyzing climate change in a sole dimension, in this study, a climate change index is calculated to represent climate change. The index consists of three components: temperature volatility, precipitation volatility, and CO₂ emissions. Thus, a comprehensive measure including the cause (CO₂ emissions) and effects (temperature and precipitation volatility) of climate change has been obtained. In this regard, five different models were constructed. In the first model, the effect of control variables on inflation was investigated, while in the other models, the effects of climate change index, temperature volatility, precipitation volatility, and CO₂ emissions on inflation were analyzed in different models, respectively. The consumer price index is used to represent inflation and is considered as the dependent variable in all models. In addition, in the light of the theoretical and empirical literature, gross domestic product per capita, money supply, and exchange rate are included in the models as control variables.

As in time series, estimation of panel data analyses with non-stationary series may lead to misleading results. Before proceeding to the panel unit root test, it is very important to perform the cross-sectional dependence test to make a choice between the first- and second-generation panel unit root tests. Since the time dimension is larger than the cross-sectional dimension ($T > N$) in this study, the cross-sectional dependence between the series is tested with the Lagrange Multiplier (LM) test developed by Breush and Pagan (1980).

Since the variables were found to have cross-sectional dependence, second generation unit root tests were considered and MADF panel unit root test, which is suitable for $T > N$ samples, was used. Then, Hausman (1978) test, which is widely used when choosing between fixed effects and random effects models, which are static panel data estimators, was applied. After determining that the fixed effects model is valid for all models, diagnostic tests were performed. Heteroskedasticity, autocorrelation, and inter-unit correlation were detected in all fixed effect models. Therefore, to obtain consistent results, the analysis of this study was conducted with the Driscoll and Kraay (1998) method. Thus, these deviations from the basic assumptions were corrected with the Driscoll-Kraay standard errors estimator and the final models were obtained.

Findings: According to the findings of this study, the effect of climate change index, temperature volatility, precipitation volatility, and CO₂ variables used as climate change indicators on inflation is statistically significant and positive. This implies that increases in climate change have an upward effect on inflation. At the same time, the coefficients of income, money supply, and exchange rate

variables, which are included as control variables in all models, are positive and statistically significant at the 1% level. Hence, increases in control variables boost inflation.

Conclusion: Based on the results obtained from the study, it can be stated that climate change leads to climateflation phenomenon in emerging market economies. Therefore, central banks should ensure their core mandate of maintaining price stability against climate change-related risks. To this end, central banks can develop analytical tools and models that take climate change-related risks into account and investigate the possible effects of climate change on the financial system and the economy. They can also develop a monetary policy strategy that is resilient to negative supply shocks arising from climate change. Finally, by establishing a communication framework addressing the risks related to climate change, it can ensure that the market actors are aware of these risks.
