

Az gelişmiş Ülkelerde İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerindeki Etkisi

Rabia EFEOĞLU*

Öz

Çalışmanın amacı, 2002-2019 dönemi için panel veri analiz yöntemiyle 37 az gelişmiş ülkede iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada Westerlund (2007) bootstrap panel eşbütünleşme testi ve Dumitrescu ve Hurlin panel nedensellik testi gibi yatay kesit bağımlılık ve heterojenlik durumunda kullanılan ikinci nesil panel veri analizleri gerçekleştirilmiştir. Westerlund (2007) bootstrap panel eşbütünleşme testi sonucunda 37 az gelişmiş ülkede iklim değişikliği ve tarım sektörü arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu bulunmuştur. Panelin bütünü ve ülke bazında eşbütünleşme katsayıları AMG yöntemi ile tahmin edilmiştir. Panelin bütününde iklim değişikliğinin tarım sektörünü olumsuz etkilediği sonucuna varılmış, ülke bazında da iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerinde negatif ve anlamlı bir etkisinin yanı sıra pozitif bir etkisinin olabileceği sonucu elde edilmiştir. Dumitrescu ve Hurlin panel nedensellik testi sonucunda ise iklim değişikliğinden tarım sektörüne doğru tek bir nedensellik ilişkisi bulgusuna ulaşılmıştır. Sonuç itibarıyla, ele alınan 37 az gelişmiş ülkede iklim değişikliğinin tarım sektörünü olumsuz etkilediği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Tarım sektörü, Panel veri analizi

The Effect of Climate Change on the Agriculture Sector in Underdeveloped Countries

Abstract

The aim of the study is to investigate the impact of climate change on the agricultural sector in 37 underdeveloped countries with the panel data analysis method for the period 2002-2019. In the study second generation panel data analyzes used in case of cross-section dependence and heterogeneity such as Westerlund (2007) bootstrap panel cointegration test and Dumitrescu and Hurlin panel causality test were performed. As a result of the bootstrap panel cointegration test, Westerlund (2007) found that there is a long-term relationship between climate change and the agriculture sector in 37 underdeveloped countries. Co-integration coefficients on the whole panel and country basis were estimated by the AMG method. In the whole panel, it was concluded that climate change affects the agriculture sector negatively, and it was concluded that climate change can have a positive effect as well as a negative and significant effect on the agricultural sector on a country basis. As a result of the Dumitrescu and Hurlin panel causality test, a single causality relationship was found from climate change to the agriculture sector. As a result, it can be said that climate change negatively affects the agriculture sector in 37 underdeveloped countries.

Keywords: Climate change, Agricultural sector, Panel data analysis

Geliş/Received: 09.04.2023

Kabul/Accepted: 24.09.2023

Etik Kurul Beyanı: Bu araştırmada, anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşım bulunmadığından etik kurul onayı gerekmemektedir.

* Doç. Dr. Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, refeoglu@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2515-1553

(Makale türü: Araştırma makalesi)

Giriş

Geçmişten günümüze devam eden iklim değişikliği günümüzde en önemli sorunlardandır. İklim değişikliğinin dünyada bütün ekosistemi önemli ölçüde etkilemesi sonucunda meydana gelen değişimlerin hızı ise özellikle geçen yüzyılda artmaya başlamıştır. Bu durumun ortaya çıkmasında 19. yy.'dan itibaren insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının sıcaklığı önemli ölçüde artırması etkili olmuştur (Huong, Nguyet, Hung, Duc, Chuong, Tri ve Hien, 2022: 1)

Dünyanın bütün ülkelerini ilgilendiren iklim değişikliğinin nedeni ise, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun olması gereken düzeyin üzerine çıkması, diğer bir ifade ile atmosferin giderek ısınmasıdır. Dolayısıyla aşırı ısınma sonucunda yağış yapısının değişmesi, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, ekstrem hava olaylarının artması, sel, kuraklık, bazı hayvan ve bitki türlerinin yok olması gibi doğal iklim değişiklikleri söz konusu olmaktadır (Bayraç ve Doğan, 2016: 24). Ayrıca iklim değişikliği sıcaklık, yağış, nem, güneşlenme süresi, karla örtülü gün sayısı, rüzgâr, buharlaşma, deniz seviyeleri ve hava basıncı gibi doğa olaylarının değişmesine sebep olmaktadır (Akcan, Kurt ve Kılıç, 2022: 125). Diğer taraftan orman ve bitki örtüsü, su kaynakları, tarım, insan sağlığı, biyoçeşitlilik üzerinde de olumsuz etkileri olan iklim değişikliğinin özünde yağış değişiklikleri, yüksek sıcaklıklar ve yüksek atmosferik karbondioksit (CO₂) yoğunluğu vardır (Dumrul ve Kiliçarslan, 2017: 336; Hayaloğlu, 2018: 52; Mahato, 2014: 1).

Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler için ciddi bir sorun olan iklim değişikliği tarım, ormancılık, balıkçılık, gıda üretimi, hayvancılık, turizm, dış ticaret, lojistik, inşaat, sağlık, finans gibi sektörleri etkilemektedir. Özellikle tarım sektörü; kişilerin zorunlu gıda gereksinimini karşılayan sektör olması ve milli gelir içindeki payı sebebiyle ülke ekonomilerinde önem arz etmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016: 24). Bu nedenle tarım sektörü iklim değişikliğinin ekonomik etkileri arasındaki en önemli sektördür. Çünkü tarımsal faaliyetler büyük ölçüde iklime bağlı olduğundan tarıma etkisi diğer sektörlerden daha fazla olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, tarım sektörünün doğrudan doğaya ve iklim koşullarına bağlı olması ve insanlara yaşamsal kaynak sağlamasından ötürü iklim değişikliğinden en çok etkilenen sektör olduğu kabul edilmektedir (Başoğlu ve Telatar, 2013: 8-15).

Çalışmanın amacı, 2002-2019 döneminde 37 azgelişmiş ülkede iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini panel veri analiz yöntemi ile analiz etmektir. Literatürde iklim değişikliğinin tarım, endüstri, sağlık, enerji, ekonomik büyüme gibi göstergeler üzerindeki etkileri araştırılmakta, çalışma özelinde ele alınan iklim değişikliği ve tarım sektörü ilişkisi de araştırmacılar tarafından kapsamlı bir şekilde incelenen konu olmaktadır. Dünyadaki tüm

sektörleri etkileyen karbondioksit (CO2) emisyonlarına bağlı iklim değişikliğinin tarım, endüstri, turizm sektörü vb. üzerindeki etkisine yönelik birçok ekonomik ve ekonometrik analizler gerçekleştirilmiştir. Ancak tarımın özellikle az gelişmiş ülkelerde yoğun bir sektör olması ve tarımda iklim değişikliğinden en fazla etkilenebilecek ülkelerin az gelişmiş ülkeler olduğu göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu ülkelerin literatürde az sayıda incelenmesi dikkat çekmiş ve yapılan bu çalışmanın motivasyon kaynağını oluşturmuştur. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin daha önce az gelişmiş ülkeler özelinde az sayıda çalışmaya rastlanılması ve yapılan bu çalışma kapsamında ele alınması ile literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca iklim değişikliğinin tarım sektörüne etkisinin incelendiği çalışmalarda tarım sektörünü etkileyen faktörlerden biri olan tarım arazisi değişkeninin kısıtlı kullanılmasından ötürü söz konusu değişkene çalışmada yer verilmesinin de diğer çalışmalara katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın giriş bölümünden sonra geri kalan kısmı şu şekilde düzenlenmiştir: ikinci bölümde iklim değişikliği kavramsal çerçeve verilmekte, üçüncü bölümde iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi incelenmekte, dördüncü bölümde literatür özetlenmekte, beşinci bölümde veri seti ve model yer almakta, altıncı bölümde ekonometrik yöntem ve analiz bulguları tartışılmakta, yedinci bölümde sonuç ve öneriler sunulmaktadır.

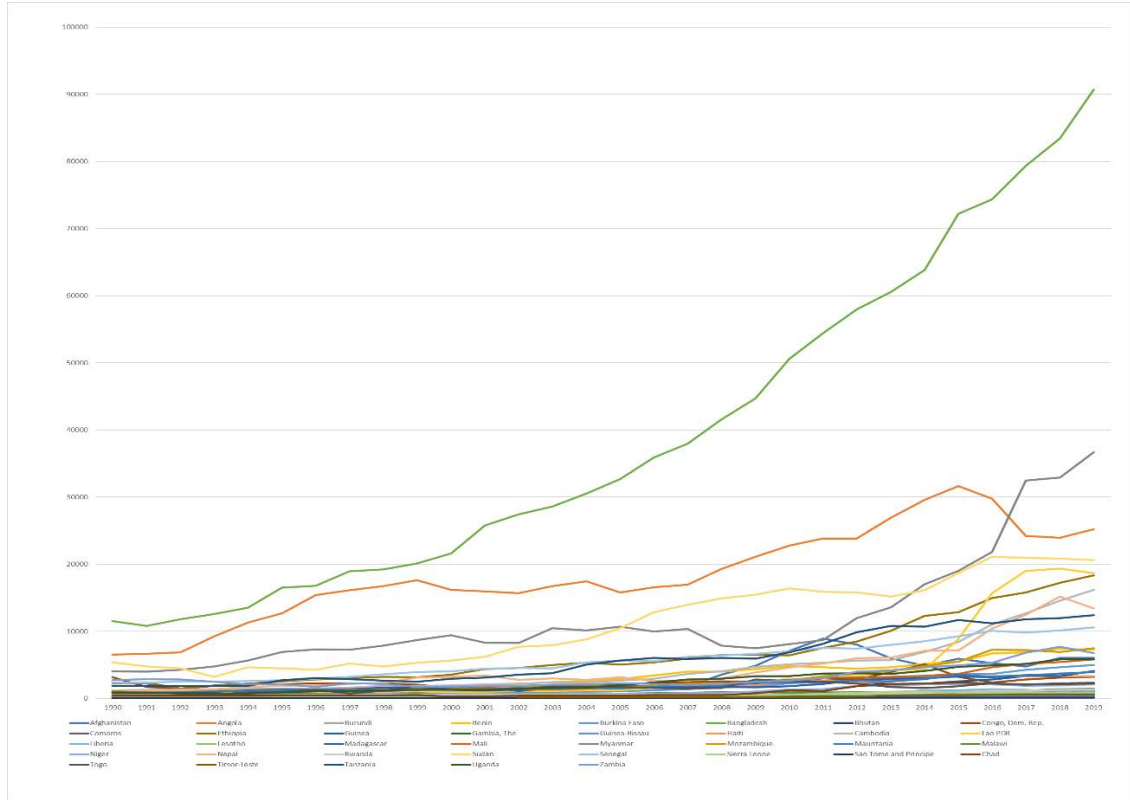
İklim Değişikliği Kavramsal Çerçeve

Küresel bir sorun olan iklim değişikliği, 1992 yılında Rio De Janeiro’da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında ele alınmış ve söz konusu konferansta Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzalanarak iklim değişikliğinin tanımı yapılmıştır. BMİDÇS’ye göre iklim değişikliği, “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” olarak tanımlanmaktadır (United Nations).

İklim değişikliği kararların yer değiştirmesi, levha hareketleri, yanardağ faaliyetleri, güneşteki değişimler gibi doğal nedenlerle ortaya çıkabildiği gibi insan faaliyetlerinden kaynaklı nedenlerle de oluşabilmektedir. Diğer taraftan CO2 emisyonlarının iklim değişikliğinin başlıca en önemli nedeni olduğu ifade edilmektedir. Sera gazları sonucu iklim değişikliği kuraklık, deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, aşırı sıcaklık, fırtına, kasırga gibi olaylarla sonuçlanmaktadır (Aydoğdu, 2020: 46-47). Bu anlamda iklim değişikliği, fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan atmosferdeki sera gazı salınımı ile ilişkili ve beraberinde sıcaklık artışının meydana geldiği önemli bir sorun niteliğindedir (Hayaloğlu, 2018: 52).

Atmosferdeki sera gazları yoğunluğunun artması sonucu sıcaklıkların hızlı bir artış göstermesi ve buna bağlı olarak iklim değişikliğinin oluşmasının olası ekonomik etkileri söz konusudur. İklim değişikliği sonucu ortaya çıkan doğal afetler ülkelerde sermaye zararına, parasal kayıplara neden olabilir. Özellikle azgelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yetersiz altyapı ve sermaye birikiminin olması sebebiyle doğal afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıpların milli gelir içerisindeki payı daha yüksektir. Azgelişmiş ülkeler iklim değişikliğinin sebep olduğu zararları bertaraf etmek ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için alternatif maliyetlere katlanırlar. Bu alternatif maliyetler ise ekonomik büyümeleri üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir (Başoğlu ve Telatar, 2013: 13-14).

Özellikle 19. yüzyılın ortalarından itibaren iklim değişikliğine neden olan hem doğal hem de insan kaynaklı sera gazlarından CO2 emisyonunun seyri azgelişmiş ülkeler özelinde Grafik 1 ile gösterilmektedir.



Grafik 1: Azgelişmiş Ülkelerde CO2 Emisyonu (kt)

Grafik 1 incelendiğinde, 1990'lardan günümüze kadar azgelişmiş ülkelerde CO2 emisyonları devamlı artış göstermektedir. En fazla artış Bangladeş'te gerçekleşirken, en düşük CO2 emisyonu Sao Tome ve Principe'de gerçekleşmiştir.

İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerindeki Etkisi

İklim değişikliği birçok sektörü etkilemekle birlikte ekonominin ve üretimin temel taşı olan tarım sektörünü daha fazla etkilediği açıktır. Sıcaklık, yağış, hava olaylarının yoğunluğu, deniz seviyesinin yükselmesi, atmosferdeki CO2 seviyelerinin tarım ürünleri ve çiftlik hayvanları üzerinde doğrudan etkiye sahip olması nedeniyle tarım sektörü iklim değişikliğinden etkilenen en hassas ve savunmasız sektörlerden biridir (Chandio, Jiang, Rehman ve Rauf, 2020: 202; Huong ve diğerleri, 2022: 1). Özellikle birçok alanda olduğu gibi tarım alanında da yetersiz teknolojiye sahip olan az gelişmiş ülkelerde iklim değişikliği tarım sektörü üzerinde daha çok etkili olmaktadır. Bunun sonucunda söz konusu ülkelerde tarımsal üretim ve tarımın GSYH'daki payı azalmaktadır (Khalid, Mahmood ve Rukh, 2016: 40).

Küresel bir olgu olan iklim değişikliğinin etkileri ülkeye, bölgeye, yere, sektöre ve topluluğa göre değişiklik göstermektedir. Gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkelerdeki yoksul ve kırsal toplulukların üretim kaynaklarına erişimleri ve üretime uyum kapasiteleri olmadığı için iklim değişikliğinden orantısız bir şekilde etkilenmektedirler (Huong ve diğerleri, 2022: 1-2). Bu sebeple iklim değişikliğine karşı en savunmasız topluluklar geçim kaynakları önemli ölçüde doğal çevreye bağlı olan ve tarımsal üretimle uğraşan yoksul topluluklardır (Huong, Bo ve Fahad, 2019: 449).

Tarım, özellikle kırsal toplulukların önemli bir gelir kaynağıdır ve yoksul kırsal kesimin geçim kaynağı olduğu için iklim değişikliğinden daha fazla etkilenmektedir. Dolayısıyla bu durum söz konusu ülkelerde ekonomik kalkınma sorununa yol açmaktadır (Chandio ve diğerleri, 2020: 202). Tarım sektörü hem iklim değişikliğinden etkilenmekte hem de iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Tarım arazileri, gübreleme, toprak işleme, ilaçlama, enerji tüketimi karbon emisyonunu etkileyerek iklim değişikliğine neden olan unsurlardır (Akcan ve diğerleri, 2022: 126; Bayraç ve Doğan, 2016: 24). İklim değişikliğini içeren karbon emisyonu ya da CO2 kaynaklı iklim değişiklikleri bitkilerin büyümesi ve verimliliği ile hayvan verimliliğini etkileyebilmekte, deniz seviyesindeki yükselmeler sonucu tarım alanları su altında kalarak tarımsal üretim kaybına sebep olabilmektedir (Hayaloğlu, 2018: 53; Mahato, 2014: 1). Diğer taraftan nemli havalar, atmosferdeki karbondioksit düzeyinin artması ve sıcaklığın artması tarımsal alanda yabancı ot, hastalıklar ve böceklenmeye yol açabilir. Yağışların azlığı ve sıcaklık yükseklikleri ise ürünlerin yetişmesini engeller (Tunç Deveci, 2017: 9). Kuraklık sebebiyle tarım arazilerinin susuz kalması sonucu tarımsal ürünlerin yetiştirilememesi tehlikesi olmakla birlikte kar yağışına bağlı çığ felaketi, aşırı yağışlar sonucu sel felaketi, yüksek sıcaklıklardan dolayı orman yangınlarının olması neticesinde tarım alanlarının azalarak tarımsal maliyet oluşması ihtimali yüksektir (Aydoğdu, 2020: 48).

Literatür Taraması

Literatür incelendiğinde iklim değişikliği ve tarım sektörü arasındaki ilişki konusunda varılan genel kanı iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin negatif olduğudur. Genellikle regresyon ve ARDL analizlerine dayanan çalışmaların Türkiye, çeşitli ülkeler ve farklı ülke gruplarında incelendiği dikkat çekmektedir.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazar(lar) (Yayın yılı)	Ülke/Dönem	Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Deressa (2007)	Etiyopya/2003-2004	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Üretim alanı -Üretim girdisi	-Regresyon	Artan sıcaklık ve azalan yağış tarıma zarar vermektedir.
Eid, El-Marsafawy ve Ouda (2007)	Mısır/2001-2002	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Hidroloji -Toprak -Sosyo-ekonomik değişkenler -Teknoloji	-Regresyon	İklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir.
Mano ve Nhemachena (2007)	Zimbabve/2002-2004	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Hidroloji -Toprak -Sosyo-ekonomik değişkenler	-Regresyon	İklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. Sıcaklık tarım sektörünü olumsuz etkilerken, yağış olumlu etkilemektedir.
Molua ve Lambi (2007)	Kamerun/2002-2003	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Su -Toprak	-Regresyon	Yağış azalması ve sıcaklık artması tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir.
Barrios, Ouattara ve Strobl (2008)	Sahra altı Afrika ve Sahra altı Afrika dışı gelişmekte olan ülkeler/1961-1997	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Emek -Hayvancılık -Gübre -Sermaye -Toprak	-Regresyon	Sahra altı ülkelerinde yağış ve sıcaklık ile ölçülen iklimin tarımsal üretimin önemli bir belirleyicisi olduğu, diğer ülkelerin iklimden aynı şekilde etkilenmediği ortaya çıkmıştır.
Brown, Meeks, Ghile ve Hunu (2010)	133 ülke/1961-2013	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık)	-Regresyon	Yağıştaki artış tarım sektörünü pozitif, sıcaklıktaki artış negatif etkilemektedir.
Shakoor, Saboor, Ali ve Mohsin (2011)	Pakistan/1999-2010	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Yaş -Eğitim	-Regresyon	Sıcaklık tarım sektörünü olumsuz etkilerken, yağış olumlu etkilemektedir.
Akram (2012)	8 Asya ülkesi/1972-2009	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış)	-Regresyon	Yağıştaki artış tarım sektörünü pozitif, sıcaklıktaki artış negatif

		-Beşeri sermaye -Nüfus		etkilemektedir.
Dell, Jones ve Olken (2012)	125 ülke/1950-2003	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık)	-Regresyon	Sıcaklık artışı tarımsal üretimi negatif etkilemektedir.
Lee, Nadolnyak ve Hartarska (2012)	13 Asya ülkesi/1998-2007	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Nüfus -Makineleşme -Sulama -Gübre	-Regresyon	Yaz aylarında yüksek sıcaklık ve fazla yağışın tarımsal üretimi artırdığı, sonbahar sıcaklıklarının tarımsal üretime zarar verdiği ortaya çıkmıştır.
Acharya ve Bahтта (2013)	Nepal/1975-2010	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık), tohum satışı, gübre, sulama, tarımsal alan, emek, sermaye, teknoloji	-Eşbütünleşme	Yağışlar tarım sektörünü olumlu etkilerken, sıcaklığın tarım sektörü üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur.
Başoğlu ve Telatar (2013)	Türkiye/1973-2011	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık) -Yıllık nüfus artışı -Diploma sayısı	-Regresyon	Yağış tarım sektörünü pozitif etkilerken, sıcaklık negatif etkilemektedir.
Belloumi (2014)	11 Doğu ve Güney Afrika ülkesi/1961-2011	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık), -İşgücü, -Hayvancılık, -Makineleşme, -Gübre, -Tarımsal alan	-Regresyon	Yağıştaki artış tarımsal geliri olumlu, sıcaklıktaki artış olumsuz etkilemektedir.
Chen, Chen ve Xu (2016)	Çin/2000-2009	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, radyasyon), -Sosyo-ekonomik değişkenler	-Regresyon	Tarımsal mahsul verimleri ve iklim değişikliği arasında doğrusal olmayan ve ters-U ilişkisi vardır.
Mishra ve Sahu (2014)	Odisha/1979-2009	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Nüfus -Okuryazarlık -Kültivatör -Traktör sayısı -Ekili alan -Sulanan alan	-Regresyon	Yağış tarım sektörünü olumlu etkilerken, sıcaklık olumsuz etkilemektedir.
Iqbal ve Siddique (2015)	Bangladeş'te 23 bölge/1975-2008	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış, nem, güneşlenme)	-Regresyon	İklim değişikliğinin tarım üzerindeki genel etkisi kesin değildir.
Loum ve Fogarassy (2015)	Gambiya/1960-2013	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış, CO2 emisyonu) -Gübre	-Regresyon	Hem yağış hem de sıcaklıklardaki marjinal artış veya azalma tahıl verimini olumsuz etkilemekte, CO2 emisyonu

		-Ekili alan		olumlu etkilemektedir.
Afzal, Ahmed ve Ahmed (2016)	Pakistan/1981-2012	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış, nem), tarım alanı, gübreleme	-Regresyon	Sıcaklık ekim ve hasat döneminde buğday üretimini olumlu, çiçeklenme döneminde olumsuz etkilemektedir. Yağış her üç dönemde de buğday üretimini olumsuz etkilemektedir. Sıcaklık, yağış ve nem ekim döneminde pirinç üretimini olumlu, hasat döneminde olumsuz etkilemektedir. Pamuk üretimi için üç dönemde de yağışların etkisi olumludur. Sıcaklık artışı ekim ve çiçeklenme döneminde pamuk üretimini olumsuz, hasat döneminde ise olumlu etkilemektedir.
Bayraç ve Doğan (2016)	Türkiye/1980-2013	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu), -Sıcaklık -Yağış -Tarım verimi	-ARDL	İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi negatiftir.
Khalid ve diğerleri (2016)	10 ülke/1990-2014	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu), -Doğrudan yabancı yatırım -Net sermaye stoku -Kamu harcamaları -Tarım alanı -Tarımsal net üretim endeksi numarası -Gübre	-Regresyon	İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerinde etkisi bulunmamaktadır.
Ochieng, Kirimi ve Mathenge (2016)	Kenya'da 8 tarım bölgesi/2000-2010	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık) -Çiftlik büyüklüğü -Tarımsal kültür varlıkları -Gübre -Ürün çeşitlendirme endeksi -Eğitim -Cinsiyet -Hanehalkı büyüklüğü	-Regresyon	Sıcaklık mahsul ve mısır gelirlerini olumsuz, çay gelirlerini olumlu etkilemektedir. Yağış çay gelirlerini olumsuz etkilemektedir.
Van Passel, Massetti ve Mendelsohn	15 AB ülkesi/2007	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış)	-Regresyon	Sıcaklık ve yağış tarım sektörünü mevsimlere göre farklı şekilde

(2016)		-Coğrafya -Toprak -Sosyo-ekonomik değişkenler		etkilemektedir.
Dumrul ve Kılıçarslan (2017)	Türkiye/1961-2013	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık)	-ARDL	Yağış tarım sektörünü pozitif etkilerken, sıcaklık negatif etkilemektedir.
Moore, Baldos ve Hertel (2017)	140 ülke/1995-2005	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu, yağış, sıcaklık)	-Regresyon	İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi negatiftir.
Zhang, Zhang, ve Chen (2017)	Çin/1980-2010	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış, nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi, buharlaşma) -Net gelir -Sulama -Toprak -Nüfus -Uzaklık -Ekili alan	-Regresyon	İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
Bozzola, Massetti, Mendelsohn ve Capitanio (2018)	İtalya/2008-2011	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış)	-Regresyon	Tarım sektörü net geliri sıcaklık ve yağıştaki mevsimsel değişikliklere karşı hassastır.
Hayaloğlu (2018)	10 ülke/1990-2016	-Tarım sektörü -Ekonomik büyüme -İklim değişikliği (CO2 emisyonları) -Okullama -Tarım arazisi -Kırsal nüfus -Gayrisafi sabit sermaye oluşumu	-Regresyon	İklim değişikliği tarım sektörünü negatif yönde etkilemektedir.
Sadiq, Saboor, Mohsin, Khalid ve Tanveer (2018)	Pakistan/1981-2010	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (sıcaklık, yağış) -Sulanan arazi payı -Okuryazarlık oranı -Küçük çiftçilerin payı -Operasyonel araziler -Kaliteli tohum -Mahsul tarımının payı -Tarım hizmetleri	-Regresyon	Sıcaklık ve yağıştaki artış tarımsal net geliri azaltmaktadır.
Attiaou ve Boufateh	Tunus'da 24 valilik/1975-	-Tarım sektörü - İklim değişikliği	-ARDL	Düşük yağış tahıl mahsulünü olumsuz

(2019)	2014	(yağış, sıcaklık) -Sermaye stoku -Emek		etkilerken, sıcaklık tahıl mahsulü için uygundur.
Chandio, Magsi ve Ozturk (2020)	Pakistan/1968-2014	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu, sıcaklık) -Ekili alan -Gübre	-ARDL	CO2 emisyonu ve sıcaklık pirinç üretimini olumlu etkilemektedir.
Huang ve diğerleri (2019)	Vietnam/2012	-Tarım sektörü - İklim değişikliği (yağış, sıcaklık)	-Regresyon	Yağış ve sıcaklık arttıkça tarımsal net gelir azalmaktadır.
Chandio ve diğerleri (2020)	Çin/1982-2014	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu, sıcaklık, yağış) -Arazi alanı -Gübre tüketimi -Enerji tüketimi -Kırsal nüfus	-ARDL	CO2 emisyonu tarım sektörünü pozitif etkilerken, sıcaklık ve yağış negatif etkilemektedir.
Pakdemirli (2020)	Türkiye/1961-2018	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu)	-ARDL -VAR	CO2 emisyonları tarım üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.
Akcan ve diğerleri (2022)	Türkiye/1985-2018	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (yağış, sıcaklık, nem, karla örtülü gün sayısı)	-ARDL	Yağış miktarı ve nem oranı tarım sektörünü pozitif, sıcaklık ve karla örtülü gün sayısı negatif etkilemektedir.
Huang ve diğerleri (2022)	Vietnam/1990-2020	-Tarım sektörü -İklim değişikliği (CO2 emisyonu, yağış, sıcaklık, enerji tüketimi), üretim yapılan alan, gübre tüketimi	-ARDL	CO2 emisyonları ve enerji tüketimi tarım sektörünü pozitif etkilerken, sıcaklık ve yağış negatif etkilemektedir.

Veri Seti ve Model

Çalışmada 37 azgelişmiş ülkede** 2002-2019 dönemi yıllık verileri kullanılarak iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkisi analiz edilmiştir. Bağımlı değişken olarak tarım sektörünü temsilen tarım sektörünün GSYİH içindeki payı, bağımsız değişken olarak iklim değişikliğini temsilen CO2 emisyonu ve kontrol değişken olarak tarım arazisi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm değişkenlere World Bank- World Development Indicators (WDI) veri tabanından ulaşılmış ve Tablo 2’de sunulmuştur.

** Afganistan, Angola, Burundi, Benin, Burkina Faso, Bangladeş, Butan, Kongo Cumhuriyeti, Komorlar, Etiyopya, Gine, Gambia, Gine-Bissau, Haiti, Kamboçya, Lao PDR, Liberya, Lesoto, Madagaskar, Mali, Myanmar, Mozambik, Moritanya, Malawi, Nijer, Nepal, Ruanda, Sudan, Senegal, Sierra Leone, Sao Tome ve Principe, Çad, Togo, Doğu Timor, Tanzanya, Uganda, Zambiya.

Tablo 2: Değişkenlerin Tanımlaması

Değişken	Değişken Açıklaması	Veri tabanı
AGR	Tarım sektörünün GSYİH içindeki payı	WDI
CO2	CO2 emisyonu (kt)	WDI
AGL	Tarım arazisi (km kare)	WDI

Çalışmada başlangıçta Pesaran (2004) LM_{CD} testi ile Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) LM_{adj} testleri ile her bir değişken ve panelin geneli için yatay kesit bağımlılığı testleri yapılmıştır. Ardından yatay kesit bağımlılığının olduğunu gösteren ikinci kuşak Breitung ve Hadri panel birim kök testleri ile iki ayrı birim kök sınaması yapılmış, sonrasında Pesaran ve Yamagata (2008) Delta testi ile homojenlik varlığı test edilmiştir. Daha sonra seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi Westerlund (2007) bootstrap panel eşbütünleşme testiyle analiz edilerek AMG (Augmented Mean Group-Genişletilmiş Ortalama Grup Tahmincisi) yöntemi ile uzun dönem eşbütünleşme katsayıları tahmin edilmiş, sonrasında Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi gerçekleştirilmiştir. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkisini incelemek için oluşturulan ekonometrik model:

$$AGR_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln CO2_{it} + \beta_2 \ln AGL_{it} + \mu_{it}$$

Eşitlikte AGR tarım sektörünü temsilen tarım sektörünün GSYİH içindeki payını, lnCO2 iklim değişikliğini temsilen CO2 emisyonunu (kt), lnAGL tarım arazisini (km kare) ifade etmektedir.

Ekonometrik Yöntem ve Analiz Bulguları

İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin 37 az gelişmiş ülke özelinde incelendiği çalışmada analizlerde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te yer almaktadır. Tabloda değişkenlerin 2002-2019 dönemine ait ortalamaları, standart sapma, en düşük değerleri ile en yüksek değerleri bulunmaktadır.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

	AGR	CO2	AGL
Gözlem	666	666	666
Ortalama	26.889	5400.676	185678.3
Standart Sapma	12.083	10271.38	231149.5
Minimum	2.861	60	440
Maksimum	79.042	90740	1372658

Tablo 3'e göre en yüksek tarım sektörünün GSYİH içindeki payı 2002 yılında 79.042 ile Liberya'da iken, en düşük tarım sektörünün GSYİH içindeki payı 2019 yılında 2.861 ile Zambiya'dadır. En yüksek CO2 emisyonu 2019 yılında 90740 ile Bangladeş'te iken, en düşük

CO₂ emisyonu 2002 yılında 60 ile Sao Tome ve Principe'dedir. Tarım arazisi değişkeninin en yüksek değeri 1372658 olup 2009 yılında Sudan'da iken, en düşük değeri 440 olup 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 yıllarında Sao Tome ve Principe'dedir.

Çalışmanın analiz kısmına yatay kesit bağımlılık testi ile başlanmıştır. Analizlerde Pesaran LM_{CD} testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata LM_{adj} testleri kullanılarak yatay kesit bağımlılığı test edilmiştir. N ülke sayısını ve T zaman serisini göstermek üzere; N büyük T küçük (N>T) iken Pesaran LM_{CD} testi (Pesaran, 2004: 6); N ve T'nin büyük (N>T veya T>N) iken Pesaran, Ullah ve Yamagata LM_{adj} testi uygulanır (Pesaran, Ullah ve Yamagata, 2008: 108; Yerdelen Tatoğlu, 2017: 237). Bu doğrultuda yatay kesit bağımlılık test sonuçları Tablo 4'de yer almaktadır.

Tablo 4: Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Test/Değişken	İstatistik	Olasılık
LM _{adj}	26.14	0.0000
LM _{CD}	7.361	0.0000
AGR LM _{CD}	11.341	0.000
CO ₂ LM _{CD}	91.275	0.000
AGL LM _{CD}	33.448	0.000

Çalışmada 37 ülke ve 18 yıl olmak üzere N>T olduğundan yatay kesit bağımlılığını belirlemede LM_{CD} testi ile LM_{adj} testleri dikkate alınmıştır. Tablo 4'de LM_{adj} ve LM_{CD} testlerine göre, her bir değişken ve modelde olasılık değerleri %1'den küçük olduğu için "H₀: yatay kesit bağımlılığı yoktur" hipotezi reddedilmiş, yatay kesit bağımlılığının bulunduğu (Pesaran, 2004: 4; Pesaran ve diğerleri, 2008: 108) dair sonuçlara ulaşılmış, dolayısıyla durağanlığının tespitinde ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekli olmuştur. İkinci kuşak Breitung ve Hadri panel birim kök testleri (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 70-72) ile birim kök sınaması gerçekleştirilmiştir. Birim kök test sonuçları Tablo 5'dedir.

Tablo 5: Birim Kök Testleri

Değişkenler (Düzy)	Breitung		Hadri	
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
AGR	2.9775	0.9985	39.9592	0.0000
lnCO ₂	0.8696	0.8077	38.8679	0.0000
lnAGL	-4.7788	1.0000	50.4187	0.0000
Değişkenler (Birinci Fark)	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
AGR	-11.7070	0.0000	-1.1520	0.8753
lnCO ₂	-9.3220	0.0000	0.5159	0.3030
lnAGL	-9.1048	0.0000	-2.0666	0.9806

Tablo 5'de birim kök test sonuçlarına göre, Breitung birim kök testinin hipotezleri "H₀: birim kök var" ve "H₁: birim kök yok" biçiminde iken, Hadri birim kök testinin hipotezleri "H₀: birim kök yok" ve "H₁: birim kök var" biçimindedir (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 70-72).

Dolayısıyla Breitung testinde olasılık değeri 0,05'ten küçük olduğunda H_0 hipotezi reddedilmekte ve serinin durağan olduğuna karar verilmekte iken Hadri testinde olasılık değeri 0,05'ten küçük olduğunda yine H_0 hipotezi reddedilmekte ancak serinin durağan olmadığına birim kök içerdiğine karar verilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 70-72). Buradan hareketle her iki test sonucunda da seriler birinci farklarında durağandırlar. Seriler birinci farklarında durağan olduğundan eşbütünleşme testi yapılabilir. Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi test edilmeden önce Delta testi ile homojenlik testi yapılmış, test sonucuna göre de uygun olan eşbütünleşme ve nedensellik testleri gerçekleştirilmiştir. Delta testi homojenlik test sonuçları Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6: Delta Testi

Test	Test istatistiği	Olasılık Değeri
Δ	25.264	0.000
Δ_{adj}	28.647	0.000

Delta testi sonucunda, panelin heterojen olduğuna dair sonuçlar elde edilmesi, diğer bir ifadeyle serilerin %1 anlamlılık düzeyinde heterojen olduğunun kabul edilmesiyle uygulanması gereken eşbütünleşme testi ve tahmin yöntemi seçilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisi ve eşbütünleşme modelinin tahmini için yatay kesit bağımlılığı ile heterojenliği dikkate alan ikinci nesil panel eşbütünleşme analizleri gerçekleştirilmiştir. Eşbütünleşme test sonuçları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7: Panel Eşbütünleşme Testi

Test	t_{test}	Z_{test}	Olasılık	Robust-olasılık
Gt	-2.100	-4.169	0.000	0.020
Ga	-2.519	3.676	1.000	0.250
Pt	-10.019	-3.251	0.001	0.993
Pa	-4.368	-2.319	0.010	0.950

Westerlund bootstrap panel eşbütünleşme testi serilerin homojen veya heterojen olması durumunda uygulanabilen ve hem grup hem de bütün panel için kullanılan bir testtir. Ga ve Gt değerleri panel heterojen olduğunda, Pa ve Pt değerleri panel homojen olduğunda kullanılır (Westerlund, 2007; Yerdelen Tatoğlu, 2017: 256). Çalışmada modelde ve her bir değişkende yatay kesit bağımlılığı olduğu için Westerlund (2007) eşbütünleşme testinde bootstrap olasılık değerine ve panel heterojen olduğu için de Ga ve Gt istatistiklerine göre yorum yapılmaktadır. Buna göre Tablo 7'de eşbütünleşme test sonuçlarında Gt istatistiğine göre eşbütünleşme ilişkisi var, Ga istatistiğine göre eşbütünleşme ilişkisi yoktur. Diğer bir ifadeyle Gt test istatistiğine göre tarım sektörü ile iklim değişikliği arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.

İklim değişikliği ve tarım sektörü arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğuna dair bulgu elde edildikten sonra eşbütünleşme katsayıları tahmin edilebilir. Eşbütünleşme katsayıları modelde yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliğin olmasından ötürü AMG yöntemi ile tahmin edilmiştir (Yerdelen, Tatoğlu, 2017: 233). Eşbütünleşme katsayıları Tablo 8’de yer almaktadır.

Tablo 8: Eşbütünleşme Katsayıları

Ülkeler	lnCO2		lnAGL	
	Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
Afganistan	-3.949	0.001***	-454.303	0.480
Angola	1.706	0.463	1.214	0.941
Burundi	-2.248	0.393	24.338	0.372
Benin	3.385	0.010***	-11.319	0.059*
Burkina Faso	-4.024	0.180	30.331	0.068*
Bangladeş	-5.544	0.000***	-24.258	0.001***
Butan	-1.118	0.615	44.458	0.000***
Kongo Cumhuriyeti	-3.427	0.040**	-2.300	0.742
Komorlar	3.614	0.004***	-25.080	0.509
Etiyopya	-6.363	0.069*	89.360	0.000***
Gine	5.938	0.310	-249.927	0.084*
Gambiya	-0.966	0.912	29.119	0.049**
Gine-Bissau	2.611	0.899	89.771	0.237
Haiti	-2.607	0.352	36.961	0.000***
Kamboçya	-1.672	0.675	35.109	0.522
Lao PDR	-2.060	0.011**	-39.288	0.000***
Liberya	-15.547	0.033**	-113.221	0.001***
Lesoto	-0.078	0.954	2.060	0.633
Madagaskar	-3.234	0.080*	-1448.495	0.012**
Mali	5.242	0.087*	24.932	0.620
Myanmar	-4.227	0.025**	-112.323	0.000***
Mozambik	-6.777	0.004***	188.808	0.000***
Moritanya	-4.841	0.459	-1786.83	0.493
Malawi	-10.292	0.008***	-13.569	0.242
Nijer	-6.739	0.002***	-10.502	0.367
Nepal	-2.676	0.052*	35.384	0.498
Ruanda	4.861	0.430	-101.184	0.343
Sudan	-3.864	0.372	-2.514	0.516
Senegal	-1.300	0.716	23.462	0.033**
Sierra Leone	-9.021	0.026**	13.727	0.390
Sao Tome ve Principe	1.895	0.454	-1.596	0.856
Çad	13.710	0.263	-466.913	0.608
Togo	-7.025	0.104	166.626	0.000***
Doğu Timor	-2.703	0.541	-294.669	0.016**
Tanzanya	2.224	0.362	-2.545	0.897
Uganda	-0.435	0.945	99.636	0.046**
Zambiya	-3.502	0.034**	-53.449	0.065*
Panel Geneli	-1.920	0.025**	-115.648	0.072*

Not: ***, **, * sembolleri %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 8'e göre panelin genelinde, iklim değişikliği ve tarım sektörü arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. İklim değişikliğindeki %1'lik bir artış tarım sektörünü %1.920 azaltmaktadır. Diğer bir ifadeyle iklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. İklim değişikliği ve tarım sektörü arasındaki ilişkiye ülkeler açısından bakıldığında; Afganistan, Bangladeş, Kongo Cumhuriyeti, Etiyopya, Lao PDR, Liberya, Madagaskar, Myanmar, Mozambik, Malawi, Nijer, Nepal, Sierra Leone, Zambiya'da iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamlı; Benin, Komorlar, Mali'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani Afganistan, Bangladeş, Kongo Cumhuriyeti, Etiyopya, Lao PDR, Liberya, Madagaskar, Myanmar, Mozambik, Malawi, Nijer, Nepal, Sierra Leone, Zambiya'da iklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilerken, Benin, Komorlar, Mali'de olumlu etkilemektedir. İklim değişikliğinin tarım sektörünü en fazla olumsuz etkilediği ülkeler; Liberya, Malawi, Sierra Leone'dir. Bunun dışındaki diğer ülkeler olan Angola, Burundi, Burkina Faso, Butan, Gine, Gambiya, Gine-Bissau, Haiti, Kamboçya, Lesoto, Moritanya, Ruanda, Sudan, Senegal, Sao Tome ve Principe, Çad, Togo, Doğu Timor, Tanzanya, Uganda'da iklim değişikliği ile tarım sektörü arasında istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki bulunmuştur. Yani Angola, Burundi, Burkina Faso, Butan, Gine, Gambiya, Gine-Bissau, Haiti, Kamboçya, Lesoto, Moritanya, Ruanda, Sudan, Senegal, Sao Tome ve Principe, Çad, Togo, Doğu Timor, Tanzanya, Uganda'da iklim değişikliği tarım sektörünü etkilememektedir.

Çalışmada, değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi çıktığından zaman boyutu (T) kesit boyutundan (N) küçük veya büyük olduğunda ve yatay kesit bağımlılığı ile heterojenliğin olması durumunda kullanılan Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi (Dumitrescu ve Hurlin, 2012: 1451-1457) ile nedensellik test edilmiş ve sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9: Panel Nedensellik Testi

Nedensellik Yönü	Z istatistiği	Olasılık	Karar
lnCO ₂ →AGR	2.1186	0.0341	Nedensellik Var
AGR→lnCO ₂	0.3450	0.7301	Nedensellik Yok
lnAGL→AGR	14.7960	0.0000	Nedensellik Var
AGR→lnAGL	2.5315	0.0114	Nedensellik Var

Panel nedensellik test sonuçlarına göre, iklim değişikliğinden tarım sektörüne doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen bu ilişki, 37 az gelişmiş ülkede ilgili dönemdeki iklim değişikliğinin tarım sektörünü etkilediğini göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Sanayi devriminden sonra fosil yakıt kullanımına bağlı sera gazı emisyonlarının artışı, sera gazı sürecinin doğal olarak gerçekleşmesinin yanı sıra insani faaliyetler nedeniyle de artış göstermesi iklim değişikliği sorununa zemin hazırlamış, küresel düzeyde azgelişmiş ülkelerden gelişmiş ülkelere kadar tüm ülkelerin karşı karşıya kaldığı önemli bir sorun haline gelmiştir. Tarım, sağlık, turizm, balıkçılık, ormancılık, hayvancılık, dış ticaret, inşaat, finans, lojistik gibi birçok sektörü etkileyen iklim değişikliğinin hava olayları ve iklim koşullarından doğrudan etkilenmesi sebebiyle söz konusu sektörlerden en fazla tarım sektörünü olumsuz yönde etkilemektedir.

İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada 2002-2019 dönemi ele alınmış, söz konusu ilişki 37 azgelişmiş ülkede panel veri analiz yöntemiyle incelenmiştir. Tarım sektörünü temsilen tarım sektörünün GSYİH içindeki payı, iklim değişikliğini temsilen CO2 emisyonu (kt) ve kontrol değişkeni olarak tarım arazisi (km kare) kullanılmıştır. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin test edilebilmesi için yatay kesit bağımlılık testi, Breitung ve Hadri panel birim kök testi, Delta homojenlik testi, Westerlund panel eşbütünleşme testi, AMG tahmin yöntemi, Dumitrescu ve Hurlin panel nedensellik testi gerçekleştirilmiştir.

Test sonuçları incelendiğinde; her bir değişken ve modelin bütününde yatay kesit bağımlılığının olduğu, Breitung ve Hadri birim kök testlerine göre serilerin düzeyde durağan olmadıkları, birinci farklarında durağanlaştıkları tespit edilmiştir. Sonrasında Delta homojenlik testi yapılarak modelin heterojen olduğu görülmüş ve ikinci nesil eşbütünleşme testiyle seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı incelenmiş, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Eşbütünleşme bulgusu sonrasında değişkenlere ait uzun dönem eşbütünleşme katsayıları hem ülke hem de panelin bütününde AMG yöntemiyle tahmin edilmiştir. Panelin genelinde iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. 37 azgelişmiş ülkede iklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. Ülkeler açısından bakıldığında ise, Afganistan, Bangladeş, Kongo Cumhuriyeti, Etiyopya, Lao PDR, Liberya, Madagaskar, Myanmar, Mozambik, Malawi, Nijer, Nepal, Sierra Leone, Zambiya'da iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Söz konusu ülkelerde iklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. Benin, Komorlar, Mali'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiki olarak anlamlı olup iklim değişikliği tarım sektörünü olumlu etkilemektedir. Angola, Burundi, Burkina Faso, Butan, Gine, Gambiya, Gine-Bissau, Haiti, Kamboçya, Lesoto, Moritanya, Ruanda, Sudan, Senegal, Sao Tome ve Principe, Çad, Togo, Doğu Timor, Tanzanya,

Uganda’da iklim değişikliği ile tarım sektörü arasında istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki olup iklim değişikliği tarım sektörünü etkilememektedir. Diğer taraftan ele alınan 37 az gelişmiş ülkede iklim değişikliğinden tarım sektörüne doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Bulgulara göre, 37 az gelişmiş ülkede iklim değişikliği tarım sektörünü olumsuz etkilemektedir. İklim değişikliği tarım sektörü verimliliğini düşürerek tarımın GSYH içindeki payının azalmasına neden olduğundan söz konusu ülkelerde iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini önlemeye yönelik politikalar uygulanmalıdır. Bu kapsamda ülkelerin iklim değişimine uyum politikaları geliştirmeleri önem arz etmektedir. Sera gazı emisyonlarında artış sonucu ortaya çıkan iklim değişikliklerinin tarım sektöründeki olumsuz etkisini en aza indirmek bağlamında sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması bunun için de fosil yakıtlar kullanımının azaltılması gerekmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini giderebilmek adına az gelişmiş ülkelere kadar tüm ülke hükümetleri, özel ve kamu sektörleri, kalkınma ajansları gibi kuruluşlar tarıma yönelik politika ve stratejilerin uygulanmasına önem vermeli; üniversiteler ve araştırma kurumları tarafından tarıma yönelik sorunlar irdelenmeli ve iklim değişikliğine karşı yeni tarım teknikleri geliştirilmelidir. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilebilmesi için iklim değişikliği ile ilgili mücadele stratejilerinin oluşturulması gerekir. Ayrıca iklim değişikliği hakkında tarım sektöründeki çalışanlar bilinçlendirilmeli ve çalışanlara eğitim verilmelidir.

Yazar Katkıları: Bu makale tek yazarlı olarak yazılmıştır.

Çıkar Beyanı: Bu makalede herhangi bir çıkar tartışması yoktur.

Kaynakça

- Acharya, S. P. ve Bhatta, G. R. (2013). Impact of climate change on agricultural growth in Nepal. *NRB Economic Review*, 25(2), 1-16. DOI: 10.3126/nrber.v25i2.52682.
- Afzal, M., Ahmed, T. ve Ahmed, G. (2016). Empirical assessment of climate change on major agricultural crops of Punjab, Pakistan. MPRA Paper, 70958, 1-16.
- Akcan, A. T., Kurt, Ü. ve Kılıç, C. (2022). Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Trends in Business and Economics*, 36(1), 125-131. DOI: 10.54614/TBE.2022.992490.
- Akram, R. (2012). Is climate change hindering economic growth of Asian economies?. *Asia-Pacific Development Journal*, 19(2), 1-18. DOI:10.18356/e7cfd1ec-en.
- Attiaoui, I. ve Boufateh, T. (2019). Impacts of climate change on cereal farming in Tunisia: a panel ARDL-PMG approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 1-12. DOI: 10.1007/s11356-019-04867-y.
- Aydoğdu, G. (2020). İklim değişikliği ve tarımsal uygulamalar etkileşimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnsan Bilimleri Dergisi (İBD)*, 1(1), 43-61.
- Barrios, S., Ouattara, B. ve Strobl, E. (2008). The impact of climatic change on agricultural production: Is it different for Africa?. *Food Policy*, 33(4), 287-298.

- Baçoğlu, A. ve Telatar, O. M. (2013). İklim değişikliği'nin etkileri: Tarım sektörü üzerine ekonometrik bir uygulama. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 7-25.
- Bayraç, H. N. ve Doğan, E. (2016). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Belloumi, M. (2014). Investigating the impact of climate change on agricultural production in Eastern and Southern African countries. *AGRODEP Working Paper*, 0003, 1-25.
- Bozzola, M., Massetti, E., Mendelsohn, R. ve Capitanio, F. (2018). A Ricardian analysis of the impact of climate change on Italian agriculture. *European Review of Agricultural Economics*, 45(1), 57-79. DOI: 10.1093/erae/jbx023.
- Brown, C., Meeks, R., Ghile, Y. ve Hunu, K. (2010). An empirical analysis of the effects of climate variables on national level economic growth. *Policy Research Working Paper*, 5357, 1-27.
- Chandio, A. A., Jiang, Y., Rehman, A. ve Rauf, A. (2020). Short and long-run impacts of climate change on agriculture: An empirical evidence from China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 12(2), 201-221. DOI: 10.1108/IJCCSM-05-2019-0026.
- Chandio, A. A., Magsi, H., ve Öztürk, İ. (2020). Examining the effects of climate change on rice production: Case study of Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(8), 1-12. DOI: 10.1007/s11356-019-07486-9.
- Chen, S., Chen, X. ve Xu, J. (2016). Impacts of climate change on agriculture: Evidence from China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 76, 105-124. DOI: 10.1016/j.jeem.2015.01.005.
- 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. DOI: 10.1257/mac.4.3.66.
- Deressa, T. T. (2007). Measuring the economic impact of climate change on Ethiopian agriculture: Ricardian approach. *Policy Research Working Paper*, 4342, 1-30.
- Dumitrescu, E.I. ve Hurlin, C. (2012). Testing for granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460. DOI: 10.1016/j.econmod.2012.02.014.
- Dumrul, Y. ve Kılıçarslan, Z. (2017). Economic impacts of climate change on agriculture: empirical evidence from ARDL approach for Turkey. *Journal of Business, Economics and Finance (JBEF)*, 6(4), 336-347. DOI: 10.17261/Pressacademia.2017.766.
- Eid, H. M., El-Marsafawy, S. M. ve Ouda, S. A. (2007). Assessing the economic impacts of climate change on agriculture in Egypt: A Ricardian approach. *Policy Research Working Paper*, 4293, 1-33.
- Hayaloğlu, P. (2018). İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(25), 51-62.
- Huong, N. T. L., Bo, Y. S. ve Fahad, S. (2019). Economic impact of climate change on agriculture using Ricardian approach: A case of Northwest Vietnam. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18, 449-457. DOI: 10.1016/j.jssas.2018.02.006.

- Huong, N. V., Nguyet, B. T. M., Hung, H. V., Duc, H. M., Chuong, N. V., Tri, D. M. ve Hien, P. V. (2022). Economic impact of climate change on agriculture: A case of Vietnam. *AgBioForum*, 24(1), 1-12.
- Iqbal, K. ve Siddique, A. (2015). The impact of climate change on agricultural productivity: Evidence from panel data of Bangladesh. Discussion Paper 14.29, 1-32.
- Khalid, A. A., Mahmood, F. ve Rukh, G. (2016). Impact of climate changes on economic and agricultural value added share in GDP. *Asian Management Research Journal*, 1(1), 35-48.
- Lee, J., Nadolnyak, D. ve Hartarska, V. (2012). Impact of climate change on agricultural production in Asian countries: Evidence from panel study. Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, 4-7 Şubat 2012, Birmingham, AL, Bildiriler kitabı içinde (s. 1-18).
- Loum, A. ve Fogarassy, C. (2015). The effects of climate change on cereals yield of production and food security in Gambia. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce-APSTRACT*, 9(4), 83-92. DOI: 10.19041/APSTRACT/2015/4/11.
- Mahato, A. (2014). Climate change and its impact on agriculture. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(4), 1-6.
- Mano, R. ve Nhemachena, C. (2007). Assessment of the economic impacts of climate change on agriculture in Zimbabwe: A Ricardian approach. Policy Research Working Paper, 4292, 1-41.
- Mishra, D. ve Sahu, N. C. (2014). Economic impact of climate change on agriculture sector of Coastal Odisha. *APCBEE Procedia*, 10, 241-245. DOI: 10.1016/j.apcbee.2014.10.046.
- Molua, E. L. ve Lambi, C. M. (2007). The economic impact of climate change on agriculture in Cameroon. Policy Research Working Paper, 4364, 1-31.
- Moore, F. C., Baldos, U. L. C. ve Hertel, T. (2017). Economic impacts of climate change on agriculture: a comparison of process-based and statistical yield models. *Environmental Research Letters*, 12, 1-9. DOI: 10.1088/1748-9326/aa6eb2.
- Ochieng, J. Kirimi, L. ve Mathenge, M. (2016). Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 77, 71-78. DOI: 10.1016/j.njas.2016.03.005.
- Pakdemirli, B. (2020). Impacts of CO2 emissions on agriculture: empirical evidence from Turkey. *Derim*, 37(1), 33-43. DOI: 10.16882/derim.2020.700482.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. CESifo Working Paper, 1229, 1-40.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error crosssection independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. DOI: 10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. DOI: 10.1016/j.jeconom.2007.05.010.
- Sadiq, S., Saboor, A., Mohsin, A. Q., Khalid, A. ve Tanveer, F. (2018). Ricardian analysis of climate change-agriculture linkages in Pakistan. *Climate and Development*, 11(8), 1-8. DOI: 10.1080/17565529.2018.1531746.
- Shakoor, U., Saboor, A., Ali, I. ve Mohsin, A. Q. (2011). Impact of climate change on agriculture: Empirical evidence from Arid Region. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 48(4), 327-333.

- Tatoğlu, Yerdelen, F. (2017). *Panel zaman serileri analizi*. İstanbul: Beta Basım.
- Tunç Deveci, T. (2017). İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerinden olası etkileri. Ankara Üniversitesi 5. Çevre Günleri Uluslararası Sempozyum, 8-9 Haziran 2017, Ankara, Bildiriler kitabı içinde (s. 1-15).
- Van Passel, S., Massetti, E., ve Mendelsohn, R. (2016). A Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. *Environmental and Resource Economics*, 1-36. DOI:10.1007/S10640-016-0001-Y.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69, 709-748. DOI: 10.1111/j.1468-0084.2007.00477.
- Worldbank (2023). World development indicators. Erişim adresi: <https://www.worldbank.org/>
- Zhang, P., Zhang, J. ve Chen, M. (2017). Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 8–31. DOI: 10.1016/j.jeem.2016.12.001.