




# Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri: ARDL sınır testi yaklaşımı

Effects of climate change on agricultural sector in Turkey: ARDL bounds test approach

Ahmet Tayfun AKCAN<sup>1</sup>   
Ünzüle KURT<sup>2</sup>   
Cüneyt KILIÇ<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finans Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bankacılık ve Finans Bölümü, Çanakkale, Türkiye

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Çanakkale, Türkiye

## öz

Dünyanın ikliminde Sanayi Devrimi’ne kadar doğal faktörlerin etkisine bağlı olarak değişim yaşanmasına rağmen Sanayi Devrimi’nden sonra doğal faktörlerin etkisine ilave olarak insan faaliyetlerinden kaynaklanan (fosil yakıt kullanımı, tarımsal etkinlikler ve sanayileşme gibi) etkilerinde eklenmesiyle birlikte değişimin hızı artış göstermiştir. Sanayi Devrimi sonrası iklim değişikliğinde meydana gelen artış günümüze kadar toplumların sosyo-ekonomik, çevresel ve kültürel olmak üzere birçok faktörü üzerinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Değişimin en yoğun yaşandığı alanlardan birisi de hava olaylarından bire bir etkilenen tarım sektörüdür. Bu çalışmanın amacı, 1985-2018 döneminde Türkiye’de meydana gelen iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini ARDL sınır testi yaklaşımı ile analiz etmektir. Analizde, yağış miktarında ve nem oranlarında meydana gelen değişimin tarım sektörünün GSYİH içindeki payını pozitif ve anlamlı bir şekilde etkilediği, sıcaklık ve karla örtülü gün sayısında meydana gelen değişimlerin ise tarım sektörünün GSYİH içindeki payını negatif ve anlamlı bir şekilde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, tarım, ARDL sınır testi

**JEL Kodları:** O13, O44, Q18, Q54

## ABSTRACT

Although there was a change in the climate of the world due to the effect of natural factors until the Industrial Revolution, the pace of change increased with the addition of the effects of human activities in addition to the effect of natural factors after the Industrial Revolution. The increase in climate change after the Industrial Revolution has caused notable changes on many factors of societies, including socio-economic, environmental, and cultural. One of the areas where the change is most intense is the agricultural sector, which is directly affected by the weather events. The aim of this study is to analyze the impact of climate change in Turkey on the agricultural sector in the period 1985-2018 with the ARDL bounds test approach. In the analysis, it has been concluded that the change in the amount of precipitation and humidity affects the share of the agricultural sector in GDP positively and significantly, while the changes in the number of days covered with temperature and snow affect the share of the agricultural sector in GDP negatively and significantly.

**Keywords:** Climate change, agriculture, ARDL bounds test

**JEL Codes:** O13, O44, Q18, Q54

## Giriş

İklim, bir toplumun sosyo-ekonomik, kültürel ve çevresel faktörleri üzerinde önemli etkilere neden olan çok boyutlu bir kavramdır. Dünyanın iklim sistemi yerkürenin oluşumundan günümüze kadar geçen süre zarfında gündün güne farklılaşmıştır. Bugün halen farklılaşmaya devam etmektedir. Bu farklılaşma sanayi devrimine kadar olan zaman zarfında doğal faktörlerin etkisine bağlı olarak yaşanmıştır. Sanayi Devrimi’nden sonra ise, doğal faktörlerin etkisine insan etkinliklerinin de etkisi eklenerek değişim süreci hız kazanmıştır (Kılıç, 2009).

İklimde meydana gelen değişme sıcaklıkların, yağışların, nem oranlarının, karla örtülü gün sayısının, güneşlenme süresinin, bulutların, buharlaşmaların, kasırgaların, rüzgârların, hava basınçlarının, sislerin ve deniz seviyelerinin değişmesine neden olmaktadır (Farmer & Cook, 2012). İklim değişikliğine bağlı olarak hava olaylarında meydana gelen bu değişimler de toplumdaki sosyo-ekonomik, kültürel ve çevresel faktörleri önemli derecede etkilemektedir.

İklim değişikliğinin etkisini en çok göstereceği sektörlerden biri, hava olaylarından doğrudan etkilendiği için, tarım sektörüdür. Sıcaklık seviyelerinde, yağışlarda, nem oranlarında, karla örtülü gün sayısında, güneşlenme süresinde ve buharlaşma oranlarında meydana gelen değişiklikler iklim değişikliğine neden olarak tarımda üretimin ve hasılının düşmesine neden olmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, bölgesel olarak farklılık göstermesine rağmen, tarım sektörünün iklim değişikliğinden bugüne kadar önemli ölçüde etkilendiği ve bundan sonra da değişimin farklı senaryolara göre farklı etkilere sahip olacağı yönündedir. Çalışmaların bir kısmı, bazı bölgelerin iklim deği-

Geliş Tarihi/Received: 08.09.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 26.11.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Ahmet Tayfun AKCAN

E-posta: tayfunakcan@hotmail.com

Cite this article: Akcan, A. T., Kurt, Ü., & Kılıç, C. (2022). Effects of climate change on agricultural sector in Turkey: ARDL bounds test approach. *Trends in Business and Economics*, 36(1), 125-132.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

şikliğinden kısa vadede olumlu etkileneceğini savunurken büyük bir çoğunluğu uzun vadede dünya genelinde iklim değişikliğinin tarım sektörünü olumsuz etkileyerek gıda güvenliğini tehdit edeceği yönündedir.

Tarım sektörü iklim değişikliği ile karşılıklı olarak etkileşim içerisindedir. İklim değişikliği tarım sektörünü etkilerken, tarımsal faaliyetler kapsamında gerçekleştirilen toprak işleme, gübreleme, ilaçlama, ürün-gıda arz zincirindeki işlemler, tarım arazilerinin kullanımındaki değişiklik gibi faaliyetler karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyon hacmini artırarak iklim değişikliğine neden olmaktadır (Bayraç & Doğan, 2016).

Türkiye'de tarım sektörünün payı önemli bir yere sahiptir. Bugün Türkiye'de istihdam edilenlerin ortalama %16-17'si tarım sektöründe çalışmakta ve Türkiye'nin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) üretimini ortalama %5-6'sı tarım sektörü tarafından gerçekleştirilmektedir. Tarım sektöründe üretilen malların ortalama %3-4'lük kısmı da ihracata konu olmaktadır (TÜİK, 2020).

Bu çalışmanın amacı, 1985-2018 döneminde Türkiye'de meydana gelen iklim değişikliğinin (iklim değişikliğinin temel göstergeleri olan sıcaklık, yağış, nem, kar örtülü gün sayısı) tarım sektörü (Tarım Sektöründe Oluşturulan Katma Değer/GSYİH) üzerinde oluşturmuş olduğu etkiyi analiz etmektir. Çalışmanın ikinci bölümünde; iklim değişikliği ve tarım sektörü ilişkisini sorgulayan ampirik literatür ele alınmış, üçüncü bölümde; ekonometrik uygulamaya yer verilmiş, dördüncü bölümde ise; elde edilen bulguların değerlendirilmesi ve öneriler ile çalışma sonlandırılmıştır.

### Literatür Taraması

İklim değişikliğini ele alan çalışmaların çoğu, iklim değişikliğinin ekonomik büyüme ve tarım sektörü üzerindeki etkilerine yoğunlaşmaktadır. Bu nedenden dolayı, literatür taramasında iklim değişikliğinin gerek tarımsal üretim gerekse de tarımsal GSYİH üzerindeki etkilerini konu edinen çalışmalara yer verilmiştir.

Deressa ve ark. (2005) Güney Afrika'nın 11 Bölgesi için, 1977-1998 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin şeker kamışı üzerindeki etkisini panel veri regresyon analizi yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Çalışmalarında sıcaklıkların şeker kamışı üretimini kış mevsiminde negatif, yaz mevsiminde ise pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Malua ve Lambi (2006) Kamerun'da 2002-2003 döneminde, çiftliklerdeki 800 hanehalkı örnekleme yardımıyla iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini Ricardian kesitsel yaklaşımını kullanılarak analiz etmişlerdir. Analizlerinde, yağışların düşmesi ve sıcaklıkların artmasından dolayı tarımsal hasılanın olumsuz yönde etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır.

Mano ve Nhemachena (2007) Zimbabve'de tarımda faaliyet gösteren 700 küçük hanehalkı ile yapılan anket yardımıyla iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini Ricardian yaklaşımını kullanılarak araştırmışlardır. Araştırmalarında, iklim değişikliğinin sıcaklıklar ve yağışlar yoluyla tarım sektörünü olumsuz yönde etkileyerek tarımsal hasılanın düşmesine neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Brown ve ark. (2010) 133 ülkede, 1961-2003 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri analizi yardımıyla test etmişlerdir. Çalışmalarında, yağış miktarındaki meydana gelen artışın tarım sektörünün GSYİH içindeki payını olumlu yönde, sıcaklıklardaki artışın ise olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Jönsson (2011) Mauritius Cumhuriyeti'nde, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisini Ricardian model yardımıyla araştırmıştır. Araştırmalarında, sıcaklıklardaki artışın ve yağışlardaki azalışın domates üretimini olumsuz yönde etkileyeceği sonucuna ulaşmıştır.

Lee ve diğerleri (2012) 13 Asya ülkesi için, 1998-2007 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisini panel veri analizi yardımıyla test etmişlerdir. Çalışmada, Güney ve Güneydoğu Asya'da büyük oranlı sıcaklık düşüşlerinin tarımsal üretime zarar verdiği ortaya çıkarken, yaz aylarında görülen yüksek yağış ve sıcaklıkların ise tarımsal üretimi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Akram (2012) 8 Asya ülkesinde (Bangladeş, Hindistan, Endonezya, Malezya, Pakistan, Filipinler, Sri Lanka ve Tayland) 1972-2009 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri analizi yardımıyla araştırmıştır. Araştırmalarında, sıcaklık ve yağışlarda meydana gelen artışın ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Bu olumsuz etkinin, tarım sektöründe imalat ve hizmetler sektörüne göre daha etkili olduğu ifade edilmiştir. Aynı zamanda, yağış miktarındaki artışın tarımsal GSYİH'ı pozitif yönde, sıcaklık artışının ise negatif yönde etkilediği de ortaya konmuştur.

Başoğlu ve Telatar (2013) Türkiye'de, 1973-2011 dönemine ait yıllık verileri kullanarak iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerini regresyon modeli yardımıyla analiz etmişlerdir. Analizlerinde, yağışlarda meydana gelen değişimin tarım sektörünün GSYİH içindeki payını pozitif yönde etkilediği, sıcaklıklarda meydana gelen değişimin ise tarım sektörünün GSYİH içindeki payını negatif yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Belloumi (2014) 11 Doğu ve Güney Afrika ülkesinde, 1961-2011 dönemine ait veriler kullanarak iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisini panel veri analiz tekniğini yardımıyla incelemiştir. Çalışmasında, Güney Afrika ülkelerinde gerçekleşen yağışların tarımsal üretim üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu, yıllık ortalama sıcaklıklarda meydana gelen artışın ise olumsuz yönde etki ettiği sonucuna ulaşmıştır.

Loum ve Fogarassy (2015) Gambiya'da 1960-2013 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin tahıl üretimi üzerindeki etkisini regresyon analizi yardımıyla analiz etmişlerdir. Analizlerinde hem yağış hem de sıcaklıklardaki marjinal bir artışın ya da azalmanın, tahıl verimliliğini olumsuz yönde etkileyeceği, CO<sub>2</sub> emisyonunun ise tahıl verimi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Ochieng ve ark. (2016) Kenya Justus'ta küçük ölçekli çiftliklerde 2000-2010 dönemine ait verilerle iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisini panel veri analizi yardımıyla araştırmışlardır. Araştırmalarında, iklim değişikliği ve değişiminin tarımsal üretimi (farklı ürün gruplarını farklı şekillerde etkileyerek) etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmalarında, sıcaklığın mısır gelirleri üzerinde negatif, çay gelirleri üzerinde ise pozitif bir etkisinin olduğunu ve yağmurun çay üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bayraç ve Doğan (2016) Türkiye için 1980-2013 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerini ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak analiz etmişlerdir. Analizlerinde tarım verimi ve yağış miktarında görülen değişikliklerin tarımsal GSYİH üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisinin olduğunu, CO<sub>2</sub> emisyonunda yaşanacak değişikliklerin ise, tarımsal GSYİH

üzerinde anlamlı ve negatif bir etkiye sahip olduğu ve sıcaklık değişimlerinin tarım sektörüne olumsuz yönde etki ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kumar ve ark. (2016) Hindistan'ın 13 eyaletinde, 1980-2009 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin toprak verimliliği üzerindeki etkilerini panel veri analizi yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Araştırmalarında, ortalama sıcaklıklarda meydana gelen artışın, toprak verimliliğini olumsuz yönde etkileyerek verimliliğin düşmesine neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Wang ve ark. (2017) Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de 1960-2010 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliği ve aşırı hava olaylarının tarımsal verimlilik üzerindeki etkisini stokastik bir sınır yaklaşımı ile incelemişlerdir. İncelemelerinde iklim değişikliği ve aşırı hava olaylarının 2000-2010 döneminde delta, kuzeydoğu ve güneydoğu bölgelerini diğer bölgelerden daha yoğun bir şekilde etkileyerek tarımsal verimlilik üzerinde belirleyici bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Dumrul ve ark. (2017) Türkiye'de 1961-2013 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin tarım üzerindeki ekonomik etkilerini ARDL sınır testi yaklaşımını kullanarak araştırmışlardır. Araştırmalarında, yağışlarda meydana gelen artışın tarımsal GSYİH'ı olumlu yönde etkilediği, sıcaklık düzeylerinde meydana gelen artışın ise tarımsal GSYİH'ı olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Ali ve diğerleri (2017) Pakistan'da 1989-2015 dönemine ait verileri kullanarak iklim değişikliğinin (Maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, yağış, bağıl nem ve güneş ışığı gibi) önemli gıda bitkilerinin (buğday, pirinç, mısır ve şeker kamışı gibi) üretimi üzerindeki etkisini genelleştirilmiş en küçük kareler (FGLS) yöntemi ve heterodastisite ve otokorelasyon (HAC) yöntemleri yardımıyla test etmişlerdir. Çalışmalarında, minimum sıcaklığın bütün ürünlerde pozitif bir etkiye sahip olduğu, maksimum sıcaklığın ise buğday üretimini olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca buğday dışındaki diğer bütün ürünlerde yağmurların olumsuz etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Hayaloğlu (2018) iklim değişikliğinden en fazla etkilenen 10 ülke (Tayland, Haiti, Honduras, Bangladeş, Nikaragua, Vietnam, Myanmar, Filipinler, Pakistan ve Guatemala) için 1990-2016 dönemine ait verileri yardımıyla iklim değişikliğinin ekonomik büyüme ev tarım sektörü üzerindeki etkisini panel veri analiz yöntemi ile araştırmıştır. Araştırmasında iklim değişikliğinin tarımsal katma değeri ve ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilediği sonucuna varmıştır.

Tun Oo ve ark. (2020) Myanmar'ın kuru tarım yapılan bölgeleri (Magwe, Mandalay ve Sagaing bölgeleri) için 425 çiftçi örnekleme yardımıyla iklim değişikliğinin bitkisel üretim üzerindeki ekonomik etkilerini Ricardian yaklaşımını kullanarak analiz etmişlerdir. Analizlerinde, iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık ve yağış değişimlerinin çiftçilerin net gelirini olumsuz yönde etkileyeceği sonucuna ulaşmışlardır.

İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerini analiz eden literatür genel olarak incelendiğinde, iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık ve yağış değişimlerinin tarım sektörü üzerinde belirleyici rol oynadığı görülmektedir. Sıcaklıklarda meydana gelen değişimlerin tarım sektörünü olumsuz yönde etkilerken yağış miktarlarında meydana gelen değişimlerin ise olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

## Ekonometrik Analiz

### Veri ve Model

Ekonometrik analizde, Türkiye'de meydana gelen iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri analiz edilmeye çalışılmaktadır. Bu doğrultuda, bağımlı değişken olarak tarım sektöründe oluşturulan hasılanın GSYİH içindeki payı (Tarımsal Hasıla/GSYİH, % olarak) kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler olarak ise yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C), yıllık ortalama yağış miktarları (mm), yıllık ortalama nem (% olarak) ve yıllık ortalama kar örtülü günler sayısı (gün) modele dahil edilmiştir.

Çalışma 1985-2018 dönemini kapsamakta ve çalışmada yıllık veriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tarım sektöründe oluşturulan hasılanın GSYİH içindeki payı (Tarımsal Hasıla/GSYİH, % olarak) Dünya Bankası'nın (World Bank) Dünya Gelişme Göstergeleri (World Development Indicators) veri tabanından, yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C), yıllık ortalama toplam yağış miktarları (mm), yıllık ortalama nem (% olarak) ve yıllık ortalama kar örtülü günler sayısı (gün) verileri ise Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nün verilerinden temin edilmiştir.

Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerini analiz etmek için aşağıdaki model kurulmuştur;

$$TRM_t = \beta_0 + \beta_1 YOTY_t + \beta_2 YOSCK_t + \beta_3 YON_t + \beta_4 YOK_t + \epsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik 1'de TRM: Tarım sektöründe oluşturulan hasılanın GSYİH içindeki payı (Tarımsal Hasıla/GSYİH, % olarak), YOTY: Yıllık ortalama toplam yağış miktarları (mm), YOSCK: Yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C), YON: Yıllık ortalama nem (% olarak), YOK: Yıllık ortalama kar örtülü günler sayısı (gün) ve  $\epsilon_t$  ise hata terimlerini göstermektedir.

### Yöntem

Ekonometrik analiz iki aşamadan meydana gelmektedir. İlk aşama; değişkenlerin durağan olup/olmadığının tespit edildiği birim kök testlerinin uygulanması, ikinci aşama ise; değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin var olup olmadığının belirlendiği ARDL sınır testinin uygulanmasıdır.

### ADF ve PP Birim Kök Testleri

Değişkenler arasındaki ilişkinin analizinde, değişkenleri ekonometrik modele dahil etmeden önce durağanlık sınavının yapılması gerekmektedir. Durağanlık sınavının yani serilerin birim kök içerme durumunun sınavması sonucunda, seriler durağan çıkarsa başka bir tabirle birim kök barındırırsa, serilerin farklarının alınması suretiyle seriler durağan hale getirilerek sahte regresyon sorununun ortadan kaldırılması sağlanmalıdır.

Değişkenlerin birim kök sınavı için ilk test 1979 yılında D. Dickey ve W. Fuller tarafından geliştirilmiştir. Dickey Fuller Birim Kök Testi olarak bilinen bu testin geliştirilmesinden 2 yıl sonra aynı kişiler tarafından Genelleştirilmiş (Augmented) Dickey Fuller (ADF) Birim Kök Testi geliştirilmiştir. Söz konusu testin ilk halindeki modelde hata teriminde eğer otokorelasyon varsa, bu durumun olumsuz etkilerinden kurtulmak için modele gecikme eklenmiştir. Dickey Fuller (1981) Birim Kök Testinde üç farklı model kullanılmaktadır

$$\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + \mu_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \lambda Y_{t-1} + \mu_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \lambda Y_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

Bu modellerden 1 numaralı eşitlik sabit terim ve trend etkisi içermeyen durumlarda kullanılmaktadır. 2 numaralı eşitlik ise sabit terim etkisi olan durumlarda kullanılırken, 3 numaralı eşitlik ise hem sabit terim hem de trend etkisinin mevcut olduğu durumlarda kullanılmaktadır.

ADF Birim Kök Testinde hata terimlerinin bağımsız olduğu ve sabit varyansa sahip olduğu varsayılmaktadır. Bu sebeple testin kesin sonuç verilebilmesi için hata terimleri arasında korelasyonun olmaması ve sabit varyansın kesin olduğundan emin olmak gerekmektedir. Bu durumdan hareketle 1988 yılında P. Phillips ve P. Perron (PP) hata terimindeki korelasyona ve değişken varyansa duyarlı olarak farklı bir birim kök testi geliştirmiştir. Bu testte 5 numaralı denklem kullanılmaktadır.

$$T_{\delta} = t\delta \left( \frac{\gamma_0}{f_0} \right)^{1/2} - \frac{T(f_0 - \gamma_0)(se(\hat{\delta}))}{2\sqrt{f_0}} \quad (5)$$

Bu eşitlikte tahmin edilen katsayıyı, se (δ) ifadesi ise δ'nın standart hatasını temsil etmektedir.

### ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

Değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi incelenirken genellikle 1987 yılında R. F. Engle ve C. W. Granger tarafından geliştirilen Engle-Granger Eşbütünlüşme Testi veya 1988 yılında S. Johansen tarafından geliştirilen Johansen Eşbütünlüşme Testi kullanılmaktadır. Ancak bu eşbütünlüşme testlerinin uygulanması için ön koşul, değişkenlerin aynı derecede durağan olmalarıdır. Değişkenlerin biri veya birkaçının farklı düzeylerde durağan olması durumunda bu testler kullanılamamaktadır. Bu durumda kullanılabilecek test M. H. Peseran, Y. Shin ve R. J. Smith tarafından 2001 yılında geliştirilen ARDL Sınır Testidir. ARDL Sınır Testi ile değişkenler farklı düzeylerde durağan oldukları halde, değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkisi ve uzun dönem eşbütünlüşme ilişkisinin tespit edilmesi mümkün hale gelmektedir.

ARDL Sınır Testinin diğer eşbütünlüşme testleri ile karşılaştırıldığında önemli bir avantajı vardır. Bu avantaj ise testte kullanılan hata düzeltme modelinde herhangi bir kısıtın olmamasıdır. Bu sebeple ARDL Sınır Testinin kullanılması sonuçların daha güvenilir ve doğru çıkmasına neden olmaktadır.

ARDL sınır testinin uygulanmasında temel olarak üç farklı denklem kullanılır. Bu denklemlerden ilki sınır testi denklemi olarak ifade edilmekte ve eşbütünlüşme ilişkisi araştırılmaktadır. Diğer iki denklem ise sırasıyla uzun dönem ilişkisinin ve kısa dönem ilişkisinin araştırıldığı denklemdir. Sınır testi denklemi 6 numaralı eşitlikte gösterilmiştir (Peseran ve Shin, 1997: 1-24).

$$\Delta y_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_1 \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_2 \Delta x_{t-i} + \beta_3 y_{t-1} + \beta_4 x_{t-1} + e_t \quad (6)$$

Bu eşitlikte  $\beta_3$  ve  $\beta_4$  katsayıları karşılaştırılmaktadır. Eğer  $\beta_3$  ve  $\beta_4$  katsayıları sıfıra eşit ise, değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.  $\beta_3$  ve  $\beta_4$  katsayıları birbirinden ve sıfırdan farklı olmaları durumunda ise değişkenler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumların test edilmesi için ise hesaplanan F değeri asimtotik kritik değerler ile karşılaştırılmaktadır. Eğer F değeri üst sınır değerinden büyükse,  $\beta_3$  ve  $\beta_4$  katsayılarının birbirinden ve sıfırdan farklı olduğu ve dolayısıyla eşbütünlüşme ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ancak F değeri hesaplanan alt sınır değerinden küçükse,  $\beta_3$  ve  $\beta_4$  katsayılarının birbirine ve sıfıra eşit olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Son olarak F değerinin alt ve üst sınır değerlerinin arasında bir noktada olduğu tespit edilirse de değişkenlerin arasındaki eşbütünlüşme ilişkisine yönelik herhangi

bir çıkarım yapılamamaktadır. Çünkü alt ve üst değerler arasında kalan kısım kararsız bölge olarak değerlendirilmektedir.

ARDL Sınır Testinde kullanılan diğer denklemlerden uzun dönem eşbütünlüşme ilişkisinin gösterildiği denklem olan 7 numaralı denklemdir.

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_1 y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_2 x_{t-i} + e_t \quad (7)$$

Uzun dönem ilişkisinin gösterildiği denkleme ilave olarak uzun dönem denkleminin kalıntılarının bir gecikmeli değerinin ( $\lambda_3 ECM_{t-1}$ ) eklenmesi ile kısa dönem ilişkisinin gösterildiği denkleme ulaşılmaktadır. Bu denklem ise 8 numaralı eşitlikte verilmektedir.

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_1 \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_2 \Delta x_{t-i} + \lambda_3 ECM_{t-1} + e_t \quad (8)$$

Kullanılan bu denklemler ile değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisi, uzun dönem ve kısa dönem etkileşim katsayıları hesaplanmaktadır (Peseran & Shin, 1997).

## Bulgular

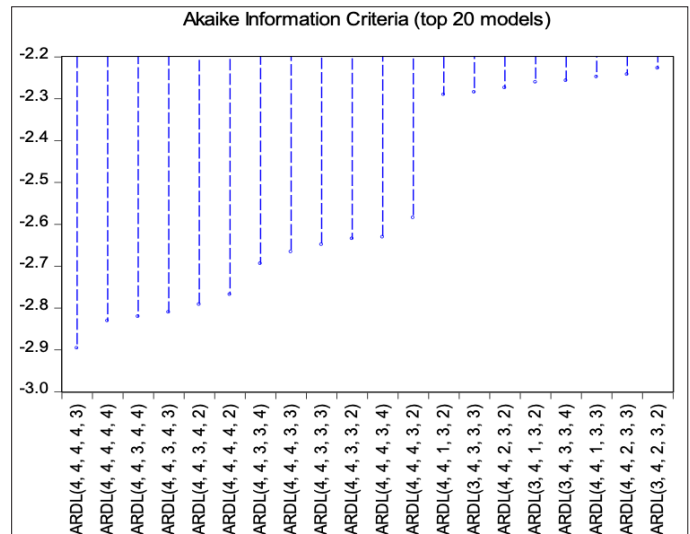
Ekonometrik analizde yöntem belirlenmesinde ilk adım serilerin birim kök içermeye durumlarının test edilmesidir. Bu bağlamda serilere uygulanan birim kök test sonuçları Tablo 1'de yer almaktadır.

Birim Kök testi çerçevesinde ADF ve PP testleri kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre bağımlı değişken olarak ele alınan tarımsal üretim verisi birinci farkında diğer değişkenler ise düzey değerlerinde durağandır. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde seriler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilerin araştırılması için ARDL modelinin kullanılmasının uygun olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 1.  
Birim Kök Test Sonuçları

	ADF		PP	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
TRM	-1.38	-5.38*	-1.54	-5.50*
YOTY	-5.57*	-8.01*	-5.65*	-24.56*
YOSCK	-3.40**	-9.18*	-3.35*	-18.24*
YON	-2.94***	-7.34*	-2.79***	-9.80*
YOK	-4.16*	-7.68*	-4.12*	15.23*

\*:0.01, \*\*:0.05, \*\*\*:0.10 önem düzeyini temsil etmektedir.



Şekil 1.  
Gecikme Uzunluklarının Belirlenmesi

**Tablo 2.**  
**Sınır Testi Sonuçları**

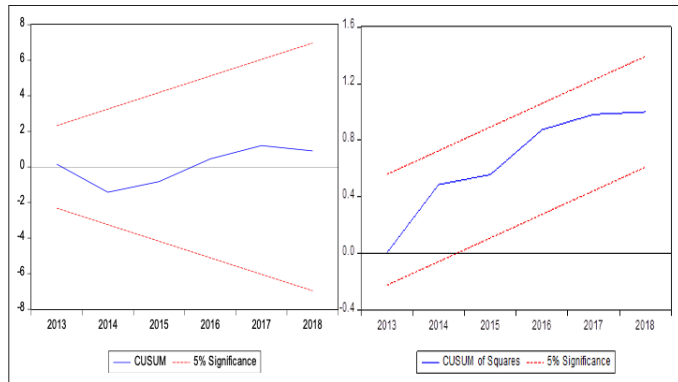
Test İstatistik Değeri	k	
F İstatistik Değeri	6.068564	4
Kritik Değerler		
Önem Düzeyi	I0 Bound	I1 Bound
10%	2.2	3.09
5%	2.56	3.49
2.5%	2.88	3.87
1%	3.29	4.37
Tamsal Test Sonuçları		
Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey	0.329214(0.9755)	
Jaque Bera Normallik Testi	5.324645(0.069)	
RamseyReset Testi	0.844026(0.4372)	

**Tablo 3.**  
**Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGYOTY	1.831625	0.718368	2.549701	0.0435
LOGYOSCK	-7.178496	1.161319	-6.181331	0.0008
LOGYON	8.532373	1.500683	5.685660	0.0013
LOGYOK	-0.465558	0.101963	-4.565928	0.0038
C	-24.698292	6.899984	-3.579471	0.0117

**Tablo 4.**  
**Hata Düzeltme Modeli**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGTRM(-1))	-1.264041	0.242791	-5.206298	0.0020
D(LOGTRM(-2))	-0.151682	0.141054	-1.075345	0.3235
D(LOGTRM(-3))	0.822094	0.150481	5.463102	0.0016
D(LOGYOTY)	0.352153	0.141779	2.483810	0.0476
D(LOGYOTY(-1))	2.023864	0.293392	6.898162	0.0005
D(LOGYOTY(-2))	1.855901	0.240113	7.729294	0.0002
D(LOGYOTY(-3))	0.887141	0.160521	5.526627	0.0015
D(LOGYOSCK)	3.167224	0.450017	7.038002	0.0004
D(LOGYOSCK(1))	-4.174716	0.730472	-5.715092	0.0012
D(LOGYOSCK(-2))	-2.610622	0.529034	-4.934696	0.0026
D(LOGYOSCK(-3))	-0.465525	0.262379	-1.774244	0.1264
D(LOGYON)	-3.415517	0.982337	-3.476930	0.0132
D(LOGYON(-1))	3.978471	1.118609	3.556623	0.0120
D(LOGYON(-2))	0.416525	1.230873	0.338398	0.7466
D(LOGYON(-3))	-2.920451	0.892606	-3.271825	0.0170
D(LOGYOK)	0.287732	0.047165	6.100546	0.0009
D(LOGYOK(-1))	-0.357830	0.063331	-5.650145	0.0013
D(LOGYOK(-2))	-0.092092	0.056020	-1.643912	0.1513
CointEq(-1)	-0.329891	0.162771	-8.170324	0.0002



**Şekil 2.**  
**CUSUM ve CUSUMQ Test Sonuçları**

ARDL modelinin birinci aşaması serilerin uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesidir. Bu bağlamda gecikme uzunluklarının belirlenmesinde Akaike Bilgi Kriteri dikkate alınmış ve elde edilen gecikme uzunluk test sonuçları Şekil 1'de gösterilmektedir.

Gecikme uzunluğunun belirlenmesi için AIC kriteri kapsamında 20 alternatif model Şekil 1'de yer almaktadır. Buna göre yapılan test sonucunda en küçük gecikme değerleri ve otokorelasyon probleminin bulunmadığı gecikme uzunluğu dikkate alınmış ve uygun model olarak (4,4,4,4,3) modeli seçilmiştir.

İkinci aşama olarak seriler arasındaki eşbütünlük ilişkisinin tespiti için Sınır Testi uygulanmıştır. Sınır testine ait bulgular Tablo 2'de bulunmaktadır.

Sınır testi sonuçları değerlendirildiğinde hesaplanan F istatistik değeri (6.068564) olarak bulunmuştur. Hesaplanan F istatistik değeri çizelge kritik değerleri ile karşılaştırıldığında %1 önem düzeyinde çizelge üst değeri olan 4.37' den büyük olması değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi olduğunu belirtmektedir. Bu sonuç uzun dönemde modelde kullanılan tarımsal üretim, yıllık ortalama toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama nem ve yıllık ortalama karlı gün sayısı arasında anlamlı bir ilişkiyi işaret etmektedir.

Üçüncü aşamada söz konusu ilişkinin yönünün tespiti için uzun dönem katsayı tahmini yapılmıştır. Uzun dönem katsayı tahminleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Uzun dönem katsayıları değerlendirildiğinde, modelde bağımsız değişken olarak yer alan yıllık ortalama toplam yağış, yıllık ortalama sıcaklık, yıllık ortalama nem ve yıllık ortalama karlı gün sayısı değişkenleriyle tarımsal üretim arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmaktadır. Katsayıların işaretleri değerlendirildiğinde ise yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama karlı gün sayısı değişkenlerinin işareti negatif, yıllık ortalama toplam yağış ve yıllık ortalama nem değişkenlerinin işareti ise pozitifdir. Bu sonuç uzun dönemde yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama karlı gün sayısı arttıkça tarımsal üretimin azalacağını buna karşın yıllık ortalama toplam yağış ve yıllık ortalama nem miktarı arttıkça da tarımsal üretimin artacağını göstermektedir.

Bir sonraki aşamada ise hem eşbütünlük ilişkisini hem de kısa dönem dengesizliklerin uzun dönemde giderilme durumlarının tespit edilmesi için hata düzeltme modeli oluşturulmuştur. Ulaşılan hata düzeltme model sonuçları Tablo 4'te yer almaktadır.

Hata düzeltme katsayısı değerlendirilmesinde beklenen hata düzeltme katsayısının istatistiksel olarak anlamlı ve negatif işaretli olmasıdır. Çizelge 4'te görüldüğü gibi modele ait hesaplanan hata düzeltme terimi istatistiksel olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Bu sonuç cari dönemdeki bir sapmanın %32'sinin bir dönem sonra giderileceğini göstermektedir.

Son olarak, uzun dönemde ardışık hataların tahmininin işaretinin aynı olması ve uzun süre aynı kalması belirsizliği olarak ifade edilen CUSUM ve CUSUMQ testleri uygulanmıştır. İlgili test grafikleri Şekil 2'de gösterilmektedir.

CUSUM ve CUSUMQ test istatistiklerinin %5 kritik değer aralığında yer alması katsayıların uzun dönemde istikrarlı olduğunu, uzun dönemde modelde kırılmanın olmadığını göstermektedir.

## Sonuç ve Öneriler

Tarım sektörü, ekonominin üç ana sektöründen biri olarak ekonomik büyüme noktasında hayati öneme sahip bir sektördür. Bu önemi dolayısıyla tarım sektöründeki üretimi etkileyen faktörler

de bu sektörün aktif kullanımı ve verimliliğini gündeme getirmektedir. Tarımsal üretim hem gıda ürünlerinin kaynağını oluşturan hem de sanayi üretimine hammadde sağlayan yapısı itibarı ile çok yönlü bir görünüm ve önem arz etmektedir.

Çalışmada, Türkiye ekonomisinde gerek istihdam gerek üretim ve gerekse ihracat göstergeleri içinde önemli etkiye sahip olan tarım sektörünün geliştirilmesi ve bu çerçevede bu sektörü etkileyen faktörlerin tespit edilmesi önemli bulunmuştur. Bu bağlamda tarımsal üretimi etkileyen faktörler iklim değişikliği çerçevesinde ele alınarak ekonometrik olarak analiz edilmiştir.

Analiz sonucunda modelde iklim değişikliğini temsil etmek üzere kullanılan değişkenler ile tarımsal üretim arasında eşbütünlüşme ilişkisi tespit edilmiştir. Model bulguları değerlendirildiğinde temelde ortalama yağış rakamlarının ve ortalama sıcaklık rakamlarının tarımsal üretim noktasında önemi görülmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir ve verimli bir tarımsal üretimin sağlanabilmesi için iklim değişikliklerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Zira analiz bulguları ortalama yağış ve nem oranı ile tarımsal üretim arasındaki pozitif, ortalama sıcaklık ve karla örtülü gün sayısı arasındaki negatif ilişki bu gerekliliği destekleyici sonuçlardır. Ekonomik büyüme ve kalkınma üzerindeki etkileri göz önüne alındığında tarımsal üretimin sürdürülebilmesi için iklim dengesinin korunması çalışma sonucu ulaşılan politika önerisi olarak sunulmaktadır.

İklim değişikliğinin korunması dünya genelinde küresel ölçeklerde izlenmesi gereken politikaları gerektirmektedir. Bu konuda ülke olarak iklim değişikliğinin mümkün olan en az düzeye indirecek politikalara önem vermek gerekmektedir. Ancak iklim değişikliği küresel bir sıkıntı ve sıkıntının çözümü de küresel düzeyde olduğu için, tarım sektörünün güçlendirilmesi ve iklim değişikliğine daha az duyarlı hale getirilmesi için çeşitli ulusal politikalar izlenebilir. Özellikle çöl iklimin yaşandığı bazı ülkelere bakıldığında, sulak alanların olmadığı bölgelerde verimli tarım uygulamalı gerçekleştirilmektedir. Topraksız tarım uygulamaları bu ülkelerde uygulanan tarım politikalarına örnek olarak gösterilebilmektedir. Türkiye’de tarım sektörünün iklim değişikliği ile ilişkisi analiz edildiğinde, iklim değişikliğini temsil eden değişkenlerin tamamı ile istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Dolayısıyla Türkiye’de tarım sektörü iklimsel etkilerden yüksek düzeyde etkilenmektedir. Bu durumda tarım sektörünün iklim değişikliğine karşı kırılğan olduğunu göstermektedir.

İklimsel değişiklikler genellikle hava ve su yapısında bazı etkiler doğurmaktadır. Tarım sektörünün iklimsel değişikliklere karşı daha dayanıklı hale getirmek için, hava durumundaki ve sulama alışkanlığındaki beklenmedik sıkıntıların etkisinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda ülke çapında yürütülecek politikalar tarım sektörünün daha dayanıklı hale gelmesini sağlayacaktır.

Hava kaynaklı sıkıntıların en aza indirilmesi için ülke genelinde seracılık faaliyetlerinin desteklenmesi ve seraların daha dayanıklı hale getirilmesi için ar-ge faaliyetlerinin sürdürülmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda izlenen mantıklı ve tamamlayıcı politikalar sayesinde tarım alanları, iklimsel değişikliklerin beraberinde getirdiği hava kaynaklı sıkıntıların etkilenmesini en aza indirecektir. Ayrıca toprağa bağımlı olmadan gerçekleştirilen çeşitli tarım uygulamalarının da ülke genelinde yaygınlık kazanması, tarım sektörünün iklim değişiklikleri karşısındaki dayanıklılığını da artıracaktır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – A.T.A., Ü.K., C.K.; Tasarım – A.T.A., Ü.K., C.K.; Denetleme – A.T.A., Ü.K., C.K.; Kaynaklar – A.T.A., Ü.K., C.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – A.T.A., Ü.K., C.K.; Analiz ve/veya Yorum – A.T.A., Ü.K., C.K.; Literatür Taraması – A.T.A., Ü.K., C.K.; Yazıyı Yazan – A.T.A., Ü.K., C.K.; Eleştirel İnceleme – A.T.A., Ü.K., C.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – A.T.A., Ü.K., C.K.; Design – A.T.A., Ü.K., C.K.; Supervision – A.T.A., Ü.K., C.K.; Resources – A.T.A., Ü.K., C.K.; Data Collection and/or Processing – A.T.A., Ü.K., C.K.; Analysis and/or Interpretation – A.T.A., Ü.K., C.K.; Literature Search – A.T.A., Ü.K., C.K.; Writing Manuscript – A.T.A., Ü.K., C.K.; Critical Review – A.T.A., Ü.K., C.K.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar

- Akram, N. (2012), Is Climate Change Hindering Economic Growth of Asian Economies?. *Asia-Pacific Development Journal*, 19 (2), 1-18.
- Ali, S. Liu, Y. Ishaq, M. Shah, T. A. Ilyas, A. and Ud Din, I. (2017), Climate Change and Its Impact on the Yield of Major Food Crops: Evidence from Pakistan, *Foods*, (6), 39, 1-19.
- Bayraç, H. N. (2016), Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), ss: 23- 48.
- Başoğlu, A. ve Telatar, O. M. (2013), İklim Değişikliğinin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (6), 7-25.
- Belloumi, M. (2014), Investigating the Impact of Climate Change on Agricultural Production in Eastern and Southern African Countries. African Growth and Development Policy Modeling Consortium, AGRO-DEP Working Paper 0003.
- Brown, C. Meeks, R. Ghile, Y. and Hunu, K. (2010), An Empirical Analysis of the Effects of Climate Variables on National Level Economic Growth, World Development Report, Policy Research Working Paper 5357.
- Deressa, T. Hassan, R. and Poonyth, D. (2005), Measuring the Impact of Climate Change on South African Agriculture: The Case of Sugarcane Growing Regions. *Agrekon*, 44(4), 524-542.
- Dickey, D. Fuller, W. (1979), Distribution of The Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of The American Statistical Association*, 74, 427 – 431.
- Dickey, D. and Fuller, W. (1981), Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dumrul, Y. and Kılıçarslan, Z. (2017), Economic Impacts Of Climate Change On Agriculture: Empirical Evidence From ARDL Approach For Turkey. *Journal of Business, Economics and Finance –JBFE*, 6(4), 336-347.
- Engle, R. F. and Granger, C. W. (1987), Cointegration And Error Correction: Representation, Estimation And Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Farmer, G. T. and Cook, J. (2012), Climate Change Science: A Modern Synthesis. Volume 1 –The Physical Climate, Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
- Hayaloğlu, P. (2018), İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *GÜSBED, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(25), 51-62.
- Johansen, S. (1988), Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economics Dynamic And Control*, 12(2-3), 231-254.
- Jönsson, M. (2011), The Impact of Climate Change on Agriculture in The Republic of Mauritius A Socio-Econometric Study on Mauritian Farming”. Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Natu-

- ral Resources and Agricultural Sciences Department of Economics, Agricultural Programme–Economy Specialisation, Degreethesis No 645ISSN 1401-4084.
- Kılıç, C. (2009), Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(2), 19-41.
- Kumar, A. Sharma, P. and Joshi, S. (2016), Assessing the Impacts of Climate Change on Land Productivity in Indian Crop Agriculture: An Evidence from Panel Data Analysis. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 18, 1-13.
- Lee, J. Nadolnyak, D. and Hartarska, V. (2012), Impact of Climate Change on Agricultural Production in Asian Countries: Evidence from Panel Study. Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Birmingham, AL, February 4-7.
- Loum, A. and 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.
- Mano, R. and Nhemachena, C. (2007), Assessment of the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture in Zimbabwe. The World Bank Development Research Group Sustainable Ruralland Urban Development Team, Policy Research Working Paper 4292.
- Molua, E. L. and Lambi, C. M (2006), The Economic Impact Of Climate Change On Agriculture In Cameroon. CEEPA Discussion Paper No. 17 Special Series on Climate Change and Agriculture in Africa ISBN 1-920160-01-9, Discussion Paper ISBN 1-920160-17-5.
- Ochieng, J. Kirimi, L. and 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.
- Peseran, M. H. and Shin, Y. (1997), An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. Symposium at the Centennial of RagnarFrisch.
- Pesaran, M. H. Shin, Y. and Smith, R. J. (2001), Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. and Perron, P. (1988), Testing For Unit Roots in Time Series Regression. *Journal of Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020. "Resmi İstatistikler", 14 Mart 2020 tarihinde [https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=D\\_adresinden\\_alindi](https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=D_adresinden_alindi).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Haber Bültenleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreÇizelgeArama.do?metod=search&araType=hb\\_x](http://www.tuik.gov.tr/PreÇizelgeArama.do?metod=search&araType=hb_x)
- Tun, O. A., Huylbroeck, G. V. and Speelman, S. (2020), Measuring the Economic Impact of Climate Change on Crop Production in the Dry Zone of Myanmar: A Ricardian Approach. *Climate*, 8(9), 1-15.
- Wang, S. L., Ball, E., Nehring, R. Williams, R. and Chau, T. (2017), Impacts of Climate Change and Extreme Weather on U.S. Agricultural Productivity: Evidence and Projection. National Bureau Of Economic Research, NBER Working Paper No. 23533.
- World Bank (WB). Data Bank: World Development Indicators, 17 Mart 2020 tarihinde <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> adresinden alındı.

## EXTENDED SUMMARY

### Research Problem

The aim of the study is to determine the impact of climate change on the agricultural sector occurred in Turkey for the period 1985-2018.

### Research Questions

Does the climate change in Turkey affect the agriculture sector?

How do the changes in the amount of precipitation and humidity affect the share of the agricultural sector in GDP?

How do the changes in temperature and the number of days covered with snow affect the share of the agricultural sector in GDP?

### Literature Review

Literature review bases on the studies investigating the impact of climate change on the agricultural sector. The literature review includes studies on the effects of climate change on both agricultural production and agricultural GDP. Studies using different methods are examined. There are many studies that conclude that climate change has negative effects on the agricultural sector (Malua and Lambi, 2006; Mano and Nhemachena, 2007; Loum and Fogarassy, 2015; Kumar et al., 2016; Ali et al., 2017; Hayaloglu, 2018; Tun Oo et al., 2020). However, in Lee et al. (2012)'s study, it was concluded that while temperature drops damaged agricultural production, high precipitation and temperatures in summer had a positive effect on agricultural production. Studies that conclude that the increase in precipitation as a result of climate change has a positive effect on the agricultural sector, while the increase in temperature has a negative effect on the agricultural sector is also in the majority (Brown et al., 2010; Jonsson, 2011; Akram, 2012; Basoglu and Telatar, 2013; Belloumi, 2014; Bayrac and Dogan, 2016; Dumrul and Kilicarslan, 2017).

### Methodology

The effects of climate change on the agricultural sector were investigated using the variables of the share of the agricultural sector in GDP and temperature, precipitation amount, humidity and number of days covered with snow. Econometric analysis consists of two stages. These; It is the unit root tests, in which the variables are stationary or not, and the ARDL bounds test, in which it is determined whether there is a long-term relationship between the variables.

### Results and Conclusions

When the results of the analysis were examined, a cointegration relationship was determined between the variables used to represent climate change in the model (annual average temperature (°C), annual average precipitation (mm), annual average humidity (%) and annual average number of snow covered days (days)) and agricultural production. When the model findings are evaluated, the importance of average precipitation figures and average temperature figures at the point of agricultural production is seen. According to the analysis findings, a positive relationship was found between average precipitation and humidity and agricultural production, and a negative relationship between average temperature and number of snow-covered days. In view of its impact on economic growth and development, maintaining the climate balance in order to sustain agricultural production is presented as a policy proposal reached as a result of the study.