JAVStudies Journal of Academic Value Studies

Available online at http://dx.doi.org/10.29228/javs.87581
ISSN: 2149-8598

Research Article

Küresel İklim Değişikliğinin Tarımsal İstihdam Üzerindeki Etkisi: Türkiye için ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

Impact of Global Climate Change on Agricultural Employment: An ARDL Bounds Testing Method for Türkiye

Ahmet Emrah Tayyar[1]

[1]*Department of Economics, Yalova University, Yalova, Türkiye*
ahemtay@gmail.com

Özet

Küresel ısınma ve iklim değişikliği çağımızın en büyük problemlerinden biri olup tarımsal istihdamı değiştirebilme gücü bulunmaktadır. Çalışmanın temel amacı Türkiye için 1970 – 2024 yılları arasında iklim değişikliği ile tarımsal istihdam arasındaki etkileşimlerin incelenerek politika önerilerinde bulunmaktır. Çalışmada metodoloji olarak ARDL ve ECM yöntemlerinin aşamaları takip edilmiştir. Çalışmada 1970 – 2024 dönemine ilişkin iklimsel ve bağımsız değişkenler olarak maksimum ortalama sıcaklık, minimum ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre uzun dönemde maksimum ortalama sıcaklıklardaki artışların tarımsal istihdamı azalttığı tespit edilmiştir. Uzun dönemde minimum ortalama sıcaklıklar ile tarımsal istihdam arasındaki ilişkinin yönü pozitif yapıdadır. Toplam etkiler dikkate alındığında maksimum ortalama sıcaklıktaki artışların tarımsal istihdam üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yağış değişkeninin ise tarımsal istihdam üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Bu etkileşim içerisinde yapısal sorunlar, adaptasyon gücü ve coğrafi konum anahtar role sahiptir. Türkiye'nin tarımsal istihdamı üzerinde iklim değişikliğinin yarattığı etkiler dikkate alınarak çalışmada bulunan politika önerilerinin uygulanması istihdamın sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Sözcükler: Küresel İklim Değişikliği, Küresel ısınma, Tarımsal İstihdam, Tarım Sektörü, ARDL Sınır Testi, ECM Analizi

Abstract

One of the most significant problems of our day is climate change and global warming, which can alter agricultural employment. The study's primary goal is to investigate how climate change and agricultural employment in Türkiye interacted between 1970 and 2024 and to offer policy recommendations. The stages of the ARDL and ECM methodologies were used as an approach for the investigation. As climatic and independent factors, the study used data on precipitation, maximum and minimum average temperatures, and the years 1970–2024. Based on the findings of the investigation, it was concluded that long-term increases in the maximum average temperature result in a decrease in agricultural employment. In the long run, there is a positive correlation between minimum average temperatures and agricultural employment. It is determined that rises in the maximum average temperature have a higher detrimental impact on agricultural employment when the overall effects are considered. The precipitation variable has no significant impact on agriculture employment. Structural problems, adaptability, and geographic location play a key role in this interaction. The implementation of the policy suggestions in the study will enhance the sustainability of agricultural employment in Türkiye, considering the impacts of climate change.

Keywords: Global Climate Change, Global Warming, Agricultural Employment, Agriculture Sector, ARDL Bounds Test, ECM Analysis

For Citation: Tayyar, A. E. (2025). Küresel İklim Değişikliğinin Tarımsal İstihdam Üzerindeki Etkisi: Türkiye için ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Journal of Academic Value Studies, 11*(3), 327-342. http://dx.doi.org/10.29228/javs.87581

Received: 03.10.2025 Accepted: 27.12.2025 This article was checked by ***intihal.net***

2149-8598 / Copyright © 2025

1. Giriş

Küresel iklim değişikliği ile tarım sektörü arasındaki ilişkiler sosyoekonomik sonuçlara sahip dinamik bir konudur. Bu ilişkilerin ilk kısmında daha çok antropojenik nedenlere bağlı olarak kontrolden çıkan sera gazlarının neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliği bulunur. Geçmiş kayıtlarla karşılaştırıldığında aletsel ölçümler 2024 yılının en sıcak yıl olduğunu belirtmektedir (C3S, 2025). Yapılan projeksiyonlar ise bulunduğumuz yüzyılın sonuna doğru küresel sıcaklıkların sanayi öncesi döneme göre yaklaşık 2,7 derece artacağını tahmin etmektedir (IPCC, 2023). Tarım sektörünün bir bütün olarak iklimsel unsurlardaki değişimlere karşı açık olması mevcut ilişkilerin ikinci kısmıdır. Özellikle küresel ısınmanın artış eğiliminde olması belirli bir bölgenin maksimum – minimum sıcaklık, yağış, nemlilik gibi meteorolojik unsurlarında sapmalara neden olur. Küresel iklim değişikliğiyle birlikte meteorolojik göstergelerdeki sapmalar tarımsal üretimin azalmasına, tarımsal istihdamda kaymalara, bölgesel iç göçlere, gıda arz problemlerine ve firmaların kar/zarar dengeleri değişimlerine neden olur (Rosenzweig & Parry, 1994; Kjellstrom et al., 2009; FAO, 2009).

İklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki etkileşimi genel olarak iki başlıkta toplanabilir. Bunlardan ilki iklimsel unsurlardaki sapmaların tarımsal üretim ve verimlilik üzerinden tarımsal istihdamı değiştirebilmesidir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde sıcaklık artışlarının tarımsal üretimi azalttığı, yağış ve nemlilik gibi parametrelerdeki artışların ise tarımsal üretimi arttırdığı belirtilmektedir (Deressa et al., 2005; Akram, 2012; Dumrul & Kılıçarslan, 2017; Oğul, 2022; Tayyar et al., 2025). Buradan hareketle tarımsal üretimin istihdam yaratabilme kapasitesinin iklim unsurlarıyla eşlenik olduğu görülmektedir. Ancak hem iklim unsurlarının çeşitliliği hem de bu unsurların tarım sektörü alt bileşenleri üzerinde (bitki üretimi, hayvancılık ve balıkçılık) farklı etkilerde bulunması tarımsal istihdam ve iklim değişikliği bağlantılarının tespit edilebilmesini zorlaştırmaktadır. Diğer yandan her ne kadar teknolojik olanaklar gelişim gösterse de tarım sektöründe işgücü faktörünün önemli bir biyolojik girdi olduğu kabul edilir. Özellikle geleneksel tarıma sahip ve adaptasyon gücü düşük olan ülkelerde tarımda çalışan işçiler doğrudan iklim değişiklerinin risklerine karşı açıktır. Küresel ısınmaya bağlı olarak oluşan sıcaklık artışları işçilerin sağlığını olumsuz yönde etkileyen termal stresin yükselmesiyle sonuçlanmaktadır (Kjellstrom et al., 2016; Park et al., 2018; ILO, 2019). Bu durum işçilerin termal stres tehlikesi olmayan daha konforlu sektörlere doğru kaymasına ve tarımsal istihdamın azalmasına neden olabilmektedir.

Türkiye iklim değişikliği ve tarımsal istihdam boyutları ile ilgili konuların odak noktasında bulunmaktadır. Bulunduğu coğrafi konumu itibarıyla Türkiye iklim değişikliğinin etkilerine karşı Avrupa'nın en kırılgan ülkeleri arasında gösterilmektedir (IPCC, 2022). Mevcut risklere ilave olarak Türkiye'de tarım sektörünün yapısal sorunları bulunur. Tarım arazilerinin parçalı ve dağınık yapıda olması, rekabet gücünün zayıflığı, destekleme politikalarının yetersiz ve dağınık yapısı, AR-GE ve ekolojik inovasyon eksikliği, niteliksiz tarımsal istihdamın varlığı ve tarımın geleneksel yapısı sözü edilen yapısal sorunları ifade etmektedir (Eştürk & Ören, 2014; Dudu et al., 2015). Bu kapsamda Türkiye'de tarımsal istihdam üzerinde iklim değişikliğinin etkisi var mıdır? İklimsel unsurlardan her birinin tarımsal istihdam üzerindeki etkileri ne yöndedir? İklim değişikliği tarımsal istihdam üzerinde etkiliyse hangi tarımsal politikalara ağırlık vermek gerekir? sorularının en azından Türkiye özelinde incelenmediği ve literatürde bir boşluğun olduğu görülmektedir. Çalışmanın temel hedefi ilgili soruların cevaplanması yoluyla küresel iklim değişikliği ile tarımsal istihdam etkileşimini araştırmaktır.

Türkiye için 1970 – 2024 yılları arasında tarımsal istihdam ile küresel ısınma ve iklim değişikliği arasındaki ilişkilerin incelenmesi çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Çalışmada 1970 – 2024 dönemine ilişkin olarak küresel iklim değişikliğini açıklamak için maksimum ortalama sıcaklık, minimum ortalama sıcaklık ve toplam yağış unsurları bağımsız değişkenler olarak kullanılmış olup toplam tarımsal istihdam ise çalışmanın bağımlı değişkenidir. Çalışma literatüre farklı yönlerden katkı sağlamaktadır. Tarımsal istihdam açısından yapılan çalışmalar bulunsa da, iklim değişikliğinin meteorolojik faktörler üzerinden tarımsal istihdam üzerindeki etkilerini ele alan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Değişkenler arası eş bütünleşme ilişkisinin tespiti ve kısa-uzun dönem katsayıların tahmini için ekonometrik yöntemlerden biri olan ARDL ve ECM yönteminden faydalanılmıştır. Ayrıca çalışmada yapılan analizlerin sonuçlarına göre küresel iklim değişikliğinin Türkiye'nin tarımsal istihdam yapısını etkileyen bir etmen olduğu vurgulanmaktadır. Çalışma iklim değişikliği ile tarımsal istihdam arası ilişkileri bütüncül olarak incelemeyi hedeflese de, çalışmanın önemli sınırlılıkları bulunmaktadır. Sınırlılıkların en önemlisi analizin ulusal düzeyde agregasyon içermesidir. Türkiye'nin coğrafi ve iklimsel açıdan heterojen yapısı dikkate alındığında, iklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki etkilerinin bölgesel düzeyde farklılaşma ihtimali vardır. Ancak çalışmanın temel amacı ülke genelindeki genel eğilimi ortaya koymak ve politikacılara makro düzeyde bir çerçeve sunmaktır. Bölgesel heterojenliklerin detaylı analizi gelecek araştırmalara bırakılmış olup mevcut analiz ulusal düzeydeki uzun dönemli ilişkiyi anlamaya odaklanmıştır. Ayrıca modelde tarımsal verimlilik, teknoloji adaptasyonu veya sulama altyapısı gibi iklim değişikliği etkisini yorumlamak için kullanılabilecek ara değişkenlere veri kısıtı nedeniyle yer verilmemiştir. Bu durum tahmin edilen ilişkilerin mutlak olarak yorumlanmasından ziyade genel yönelimleri göstermesi açısından değerlendirilmelidir. Çalışma altı bölümden oluşmakla birlikte ikinci bölümde küresel iklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki etkileri ampirik çalışmalar dikkate alınarak kapsamlı bir

şekilde ele alınacaktır. Üçüncü bölümde Türkiye'de küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki etkileri değerlendirilecektir. Dördüncü bölümde çalışmada kullanılan değişkenler ile ekonometrik metodoloji hakkında ayrıntılı bilgi verilecektir. Beşinci bölümde elde edilen analiz sonuçları açıklandıktan sonra altıncı bölümde sonuç ve politika önerileri kısmı üzerinde durulacaktır.

2. Küresel İklim Değişikliği ve Tarımsal İstihdam Bağlantısı: Teorik Altyapı

Tarım sektörünü bir bütün olarak etkileyen etmenlerin başında iklimle ilgili unsurlar gelmektedir (Adams et al., 1990). Dolayısıyla iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerinin incelenmesi oldukça önemlidir. İklim değişikliği daha çok antropojenik nedenlerden ötürü en az 30 yıllık dönemde belirli bir bölgeye ait olan meteorolojik parametrelere ilişkin ortalamalardan sapması olarak ifade edilir (WMO, 2024). Sıcaklık ortalamalarında artış, yağış rejimlerinde düzensizlikler, kuraklığın sık görülmesi, buzulların erimesi, deniz seviyesinde yükselişler, denizlerin asitlenmesi ile tuzluluk oranlarının artması ve aşırı hava olaylarında artışlar küresel iklim değişikliğinin bariz bir göstergesidir (IPCC, 2023; Tayyar, 2024). Şüphesiz bu farklılıklar tarım sektörü özelinde fizyolojik ve biyolojik değişimlerin kaynağını oluşturur. Aşağıda yer alan Tablo 1 yardımıyla iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri incelenebilir.

Tablo 1. İklim Değişikliği ve Tarım Sektörü Etkileşimi

Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	Fizyolojik ve Biyolojik Değişimler	Sosyoekonomik Etkileşimler
Sıcaklık Ortalamalarında Artış	Bitkisel Üretim Miktarında Artış/Azalış	Tarımsal GSYH Oranında Değişim
Kuraklığın Şiddetli Seyri	Balık Dağılımındaki Adaletsizlikler	Gıda Arz Güvenliği Riski
Yağış Rejimi Düzensizlikleri	Paraziter Hastalık Miktarında Artış	Geçim Stratejilerinde Değişim
Karlı Gün Sayısındaki Azalış	Hayvansal Üretim Miktarında Artış/Azalış	Adaptasyon Maliyetlerinde Artış
Nemlilik Düzeyinde Değişimler	Termal Strese Bağlı Olarak İşgücü Verim Kaybı	Piyasa Dengesi ve İstihdam Yapılarında Bozulmalar
Aşırı Hava Olaylarında Artış	Tarım Sektöründe Ürün Desenlerinin Çeşitlenmesi veya Ürün Kaybı	Şirketlerin Kar/Zarar Yapılarında Değişim
Deniz Seviyesi ve Tuzluluk Düzeyinde Artış	Hasat Döneminin Uzaması veya Kısalması	Dış Ticaret Yapısında Değişimler

Kaynak: Tayyar (2024) kaynağından yararlanılarak tasarlanmıştır.

İklim değişikliği tarım sektörü üzerinden birçok sosyoekonomik etkileşim yaratma gücüne sahiptir. Sosyoekonomik etkileşimler arasında tarımsal istihdamın konumu ise oldukça kırılgan alt dinamikler içerir. İklimsel unsurlar dışında özellikle gelişmekte olan ülkelerde tarımsal istihdamın verimsiz seyri dikkati çeker (Gollin, 2023). Bunun temel nedenleri arasında düşük mekanizasyon ve teknoloji kullanımı, küçük ve parçalı tarım arazileri, eğitim ve bilgi eksikliği ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının eksikliği bulunmaktadır (Sims & Kienzle, 2017). Mevcut sorunlara ilave olarak tarımsal istihdamın yapısını etkileyen bir başka itici güç iklim değişikliğidir. İklimsel unsurlardaki sapmanın derecesi ve adaptasyon becerileri gibi etmenler iklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerinde yarattığı etkilerin sınırını belirler (Wall & Smit, 2005). İklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki geçiş mekanizması genel olarak iki yol üzerinden gerçekleşir. Bunlardan ilki meteorolojik parametrelerin tarım sektöründeki üretim miktarını ve verimliliği etkileyerek tarımsal istihdam üzerinde değişiklik yaratabilmesidir (Huang et al., 2020). İkinci yol ise tarım sektöründe çalışan işçilerin küresel ısınmaya bağlı termal stres hassasiyeti artış göstererek tarımsal istihdam dinamikleri değişime uğrayabilmektedir (Kjellstrom et al., 2009; Park et al., 2018).

Geniş anlamda tarımsal üretim bitkisel üretim (tek yıllık – çok yıllık tarım ürünleri), hayvancılık ve balıkçılık (tuzlu ve tatlı su balık üretimi ve avcılığı) gibi alt sektörlerin toplamından oluşur. Tarımsal üretimi belirleyen alt sektörler üzerinde her bir iklimsel unsurun farklı etkileri vardır. İlk olarak bitkisel üretim üzerinde özellikle ortalama sıcaklık ve yağış değişimlerinin etkileri bulunur. Küresel ısınmaya bağlı olarak ortalama sıcaklık değerlerindeki yükselişler toprağın nemlilik oranlarında azalışlara, sürdürülebilir üretim maliyetlerindeki artışa, toprak erozyonundaki yükselişe ve hastalık ve tarım zararlılarının sayısındaki artışa neden olur (Deschenes & Greenstone, 2007; Hertel & Lobell, 2014). Bu etmenlerin şiddetli seyri tarımsal üretimi ve verimliliği olumsuz yönde etkileyerek tarımsal istihdam üzerine ilave yükler getirir. Yine hayvancılık ve balıkçılık sektörlerinde ortalama sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişimlerin etkisi mevcuttur. Yağış rejimlerindeki değişimler ve kuraklığın daha yaygın görülmesi meralardaki doğal otların verimliliğini düşürerek hayvancılık için gerekli yem miktarının yeterli ölçüde temin edilememesine yol açar (Howden et al., 2007). Buna ilave olarak ortalama sıcaklık yükselişi hayvanlarda yaşam döngüsü, üreme, beslenme, cinsiyet gibi biyolojik unsurlarda değişik yaratarak ilgili sektörde verimliliği azaltır. Öte yandan küresel ısınmadan sadece karasal alanlar değil, aynı zamanda denizel alanlar da etkilenmektedir. Denizlerin yüzey sıcaklığındaki artışlar ekonomik değeri olan deniz canlılarının

biyolojik olarak daha uygun ortamlara doğru göç etmesine neden olur (Pauly & Cheung, 2017). Denizlerdeki sıcaklık artışları ekonomik değeri olmayan istilacı türlerle ticari değere sahip yerleşik türler arasında alan rekabetinin oluşumunu hızlandırır (Perry et al., 2005). Sözü edilen problemler ucuz protein olanağı sunarak bu sayede gıda arz güvenliğini sağlayan balıkçılık sektörünü zarara sokmaktadır. Özellikle balıkçılığın ileri ve geri bağlantılı sektör özelliğine sahip olması nedeniyle var olan sorunların istihdam yapısında kaymalara ve bölgesel iç göçlere neden olacağı yaşanılan gerçeklerdir.

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkileri dışında küresel ısınmanın işçi verimliliği üzerinde doğrudan etkileri bulunur. Bu etkiler termal strese bağlı işgücü verim kayıpları olarak gözlenmektedir (Heal & Park, 2016). Özellikle tarım sektörünün iklim değişikliğine karşı açık olması, korunaksız çalışma ortamının mevcudiyeti, tarımsal üretimin emek yoğun olarak gerçekleştirilmesi termal stresin işçi verimliliği üzerindeki etkilerini yoğun hale getirmektedir. Bir insanın verimli çalışabileceği ideal sıcaklık 18-22 derece aralığında olup bu sıcaklık düzeyi termal konfor bölgesi olarak ifade edilir (Pilcher et al., 2002). Küresel ısınma ile birlikte ortalama sıcaklıkların artış göstermesi tarım sektöründe çalışan işçilerin güneş çarpması gibi sağlığı tehlikeye atan riskleri yükseltmektedir. Sıcaklık artışının olumsuz etkilerini bertaraf etmek için çalışanlar verimliliği ve istihdamı azaltan uygulamalara gidebilirler. Bu uygulamalar mola sayısının artması, sorumluluk alınan iş sayısının azaltılması ve termal stresin olmadığı iş kollarına geçiş yapılması şeklinde sayılabilir (Maloney & Forbes, 2011). Yapılan araştırmalar incelendiğinde bu durumu destekleyen kanıtların olduğu görülmektedir. Amerika için yapılan bir araştırmada sıcaklıkların 37 derecenin üzerine çıktığında çalışanların ortalama olarak 1 saat daha az çalıştığı tespit edilmiştir (Hanna et al., 2011). Yine başka bir araştırmaya göre iklim değişikliğine daha fazla maruz kalan bölgelerde emek yoğun sektörlere yönelimin azaldığı sonucu elde edilmiştir (Kjellstrom et al., 2009). Tarım sektörü özelinde yürütülen başka bir araştırmaya göre ortalama sıcaklıkların 1 derece artmasıyla birlikte tarımsal üretim için harcanılan zamanın kırsal alanlarda yaklaşık olarak %7 oranında düşüş göstereceği belirtilmektedir (Huang et al., 2020). Ancak bazı çalışmalar incelendiğinde iklim değişikliğinin tarımda yeşil işler yoluyla yeni istihdam alanları yaratılarak tarımsal istihdamı arttırabileceğini savunmaktadır (Bradley et al., 2025). Örneğin organik tarım, permakültür uzmanlığı, rejeneratif ve biyodinamik tarım uzmanlığı, tarımsal atık yönetimi, yenilenebilir enerjinin tarımsal entegrasyonu gibi sektörler arası ilişkiler bu noktada belirleyici rol üstlenmektedir (Dağ & Yılmaz, 2024).

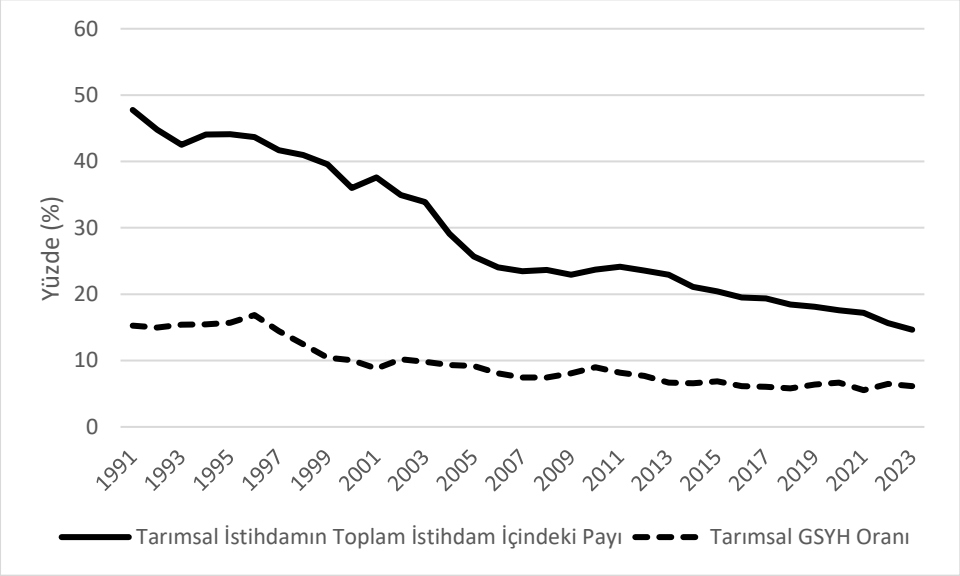
İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkileri kadar olumlu etkileri de bulunmaktadır. Özellikle ekilebilir ürün desenlerinin artış göstermesi, iklimsel uygunluğa bağlı olarak ekilebilir tarım alanlarının genişlemesi ve bir dönem içerisinde elde edilecek mahsul hasat sayısındaki artışlar olumlu etkileri göstermektedir (Mendelsohn, 2009). Yapılan araştırmalar iklim değişikliğiyle birlikte 1 – 3 derecelik sıcaklık artışlarının orta ve kuzey enlemlerde tarımsal arazi kullanımını arttıracağını belirtmektedir (Zabel et al., 2014). Ayrıca bu durum ilerleyen dönemlerde ülkeler arasında tarım sektörü üzerinde karşılaştırmalı üstünlüklerin değişebileceğinin bir göstergesidir (Julia & Duchin, 2007). Dolayısıyla iklim değişikliğinin olumlu yanı tarımsal üretim üzerinden istihdamı pozitif yönde etkileyebilir.

3. Türkiye'de İklim Tehdidi Altında Tarımsal İstihdamın Gelişimi

Türkiye bulunduğu coğrafi konum itibarıyla Akdeniz havzasında bulunan ve subtropikal iklim özelliklerine sahip ülkelerden biridir (Aslanoğlu et al., 2022). Türkiye'de farklı coğrafi şartların varlığından ötürü bölgesel açıdan iklim farklılıkları da dikkati çekmektedir. Ancak Türkiye bir bütün olarak iklim değişikliklerinin etkilerine karşı oldukça hassas konumdadır (IPCC, 2022; IPCC, 2023). İklim projeksiyonlarına göre 2016 – 2099 döneminde Türkiye'nin yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin RCP 4.5 senaryosuna göre 1.5 – 2.6 derece artacağı tahmin edilmektedir (MGM, 2025). Yine aynı dönemde RCP 4.5 senaryosuna göre yıllık toplam yağışım %3 - %6 oranında azalış göstereceği beklenmektedir (MGM, 2025). Bu noktada iklim değişikliğinin Türkiye'nin tarımsal dinamikleri üzerinde etkili olacağı bir gerçektir.

Türkiye'de tarım sektörü sosyal, ekonomik ve stratejik açıdan büyük öneme sahiptir. Ayrıca gıda arz güvenliği, istihdam, dışa bağımlılığın azaltılması gibi konularda tarım sektörünün katkısı oldukça fazladır. Ancak sektörle ilgili veriler incelendiğinde tarımsal üretim miktarının genel olarak arttığı görülse de tarımsal GSYH değerinin sürekli azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. 1980'li yılların başında tarımsal GSYH değeri yaklaşık olarak %25 oranında seyrederken, 2023 yılı itibarıyla bu oran %6,15 düzeyindedir (Worldbank, 2025a). Şüphesiz bu durum iklim değişikliği, ekonomik istikrarsızlığın getirdiği yükler, tarım arazilerinin küçük ve parçalı yapısı, genç nüfusun tarım sektöründen uzaklaşması, destekleme politikalarının etkinsiz oluşu, teknolojinin entegrasyonundaki sorunlar, rekabet gücünün zayıflığı gibi nedenlerle ilişkilidir (Dudu et al., 2015). Bu sorunlar tarımsal üretim üzerinden tarımsal istihdamın seyrini dolaylı yollardan olumsuz olarak etkiler. Tarım sektöründe çalışan kişi sayısının miktarsal olarak düşüş gösterdiği görülmektedir. Yine tarımsal istihdamın toplam istihdam içerisindeki payı 1990'lı yılların başında %50 civarında iken 2023 yılında bu oran yaklaşık %14 düzeyinde seyretmektedir (Worldbank, 2025b). Her ne kadar nispi olarak tarım sektörünün toplam istihdamdaki payı yüksek olarak gözükse de yıllara göre genel azalış eğilimi oldukça belirgindir. Altta bulunan Şekil 1 yardımıyla tarımsal GSYH ve tarımsal istihdamın zaman içerisindeki gelişimi incelenebilir.

Şekil 1. Türkiye'de Tarımsal GSYH ve Tarımsal İstihdam Oranlarının Seyri



Kaynak: Worldbank (2025a;2025b) kaynağından yararlanılarak oluşturulmuştur.

Türkiye'de iklim değişikliğinin tarımsal istihdamda yarattığı değişimler stilize faktörler yoluyla açıklanabilir. Aşırı sıcaklar, erken dönemde don oluşumu, kuraklık ve düzensiz yağış rejimleri ürün verimliliğini azaltarak çiftçi gelirlerini olumsuz etkilerken uyum maliyetlerini yükseltmektedir (Cevik & Jalles, 2023). Uyum sağlamakta zorlanan küçük ölçekli firmaların sektörden çekilmesi tarımsal işgücü talebini azaltmaktadır. İklimle uyumlu tarımın yapılamaması kırsal nüfusun kentlere doğru göç etmesine ve istihdamın daha çok inşaat, turizm gibi diğer sektörlere kaymasına neden olmaktadır (Dudu & Çakmak, 2017). Ayrıca ortalama sıcaklık artışına bağlı olarak Türkiye'de balıkçılık ve hayvancılık sektörü üretim hacimlerindeki azalışlar ilgili sektörlerde istihdamı azaltarak bölgesel işsizliği yaygın hale getirmektedir. Bu nedenlerden ötürü Türkiye'nin tarım politikaları tarımsal istihdam özelinde iklim değişikliğine karşı uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır (Akder, 2007; Koç et al., 2019).

4. Veri Seti ve Ekonometrik Metodoloji

4.1. Veri Seti

Türkiye için 1970 – 2024 döneminde küresel iklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerinde yarattığı etkilerin incelenmesi makalenin temel amacıdır. Bu doğrultuda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin iki ana faktör üzerinden tarımsal istihdam üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Bunlardan ilki iklim değişikliği tarımsal üretimi etkileyerek tarımsal istihdam üzerinde etkili olabilir. İkinci ana unsur küresel ısınma ve iklim değişikliği tarımda çalışan işçilerin termal stres düzeyini arttırarak tarımsal istihdamı etkileyebilir. Etkileşimleri incelemek amacıyla çalışmada yıllık bazda maksimum ortalama sıcaklık, minimum ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Bağımlı değişken olarak toplam tarımsal istihdam miktarı kullanılmıştır. Aşağıda Tablo 2 yardımıyla çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin bilgilere ulaşılabilir.

Tablo 2. Değişken Tanımlamaları

Sembol	Açıklama	Birim	Kaynak	Dönüşüm
AGEM	Toplam Tarımsal İstihdam	Bin Kişi	TÜİK	Logaritmik
MAXT	Maksimum Ortalama Sıcaklık	Celcius	MGM	Logaritmik
MINT	Minimum Ortalama Sıcaklık	Celcius	MGM	Logaritmik
PREC	Toplam Yağış	Milimetre	MGM	Logaritmik

NOT: Türkiye İstatistik Kurumu TÜİK ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü MGM şeklinde kısaltılmıştır.

Tablo 2'de çalışmanın iklimle ilgili parametreleri olan MAXT, MINT ve PREC değişkenleridir. İlgili değişkenler 55 gözlem sayısına sahiptir. Türkiye için yıllık ulusal düzeyde hesaplanmış ve ağırlıklandırılmış iklim verilerinden yararlanılmıştır. Belirli bir bölgede iklim değişikliğinin neden olduğu etkileri yorumlayabilmek için iklimsel unsurlara ait zaman aralığının en az 30 yıl olması gerektiği vurgulanmaktadır (WMO, 2024). Çalışmada kullanılan zaman serilerinin 55 yıllık dönemi kapsaması değişkenler arası etkileşimlerin kesinliği açısından oldukça önemlidir. Bu noktada değişkenlerin kullanım nedenleri ve değişkenlerin tarımsal istihdam üzerindeki etkileri açısından beklentilere

yer vermek gerekir. İlk olarak yapılan çalışmalarda tarımsal üretim üzerinde ortalama sıcaklık değerlerinin tek boyutlu ilişkiye sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle çalışmada ortalama sıcaklık düzeyi ikiye ayrılarak maksimum ve minimum ortalama sıcaklık değerlerine yer verilmiştir. Maksimum ortalama sıcaklık değerlerinin yükselmesi tarıma ilişkin çeşitli alt sektörlerde üretim ile verimliliği azaltmakta ve termal stresi arttırmaktadır. Dolayısıyla maksimum ortalama sıcaklık değişkenindeki artışların tarımsal istihdamı azaltması beklenmektedir. Minimum ortalama sıcaklıkların termal stresle ilişkili olmayıp daha çok küresel ısınmanın tarım sektöründe oluşturduğu avantajları temsil eder. Minimum ortalama sıcaklıkların yükselmesi ürün desenlerinin çeşitlenmesiyle, ekilebilir tarım alanlarının genişlemesiyle ve tarım ürünlerinin hasat sayısındaki artışıyla ilişkilidir. Bu doğrultuda minimum ortalama sıcaklık değişkenindeki artışların tarımsal istihdamı yükselteceği beklenmektedir. Son olarak bitkisel üretim ve hayvancılık sektörlerindeki üretim hacmi üzerinde yağış faktörünün etkisi bulunmaktadır. Buradan hareketle toplam yağış değişkeni ile tarımsal istihdam arasındaki ilişkinin yönünün pozitif olacağı tahmin edilmektedir.

4.2. Ekonometrik Metodoloji

Çalışmada değişkenler arası ilişkilerin incelenmesinde ekonometrik yöntem olarak Pesaran et al. (2001) tarafından geliştirilen Auto-Regressive Distributed Lag (ARDL) yönteminden faydalanılmıştır. ARDL yöntemi bir eş bütünleşme testi olup değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri sınır testi yardımıyla inceler (Pesaran et al., 2001). Ayrıca kısa ve uzun dönem katsayıların belirlenimine ilişkin dinamiklerin tespit edilmesini sağlar. Diğer eş bütünleşme testlerine nazaran ARDL yönteminin birçok avantajı bulunur. Özellikle değişkenlerin farklı derecelerde birim kök taşıması durumunda ARDL yöntemi kullanılabilmektedir. Ancak ARDL sınır testi aşamasında üst sınıra ilişkin kritik değerler maksimum I(1) değerine göre belirlenmektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan değişkenlerin I(2) olma ihtimaline karşı çeşitli standart ve yapısal kırılmalı birim kök testleriyle incelenmesi şarttır (Tayyar, 2024). Buna ilave olarak ARDL testi yardımıyla sınırsız dinamik hata düzeltme modeli (UECM) oluşturulabilmektedir. Bu sayede bilgi kaybı oluşmaksızın kısa vadeli dinamikler uzun dönemli eşitliklere entegre edilebilmektedir (Narayan & Smyth, 2006). Ayrıca ARDL yöntemi küçük örneklem seti içeren çalışmalar için oldukça uygun sonuçlar türetmektedir. Sağlamış olduğu bu olanaklar nedeniyle çalışmada ARDL yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışmada kullanılan veri setinin ARDL yöntemine ilişkin kısa ve uzun dönemli denklem sistemine aktarımı aşağıda belirtilmiştir.

$$AGEM_t = f(MAXT_t, MINT_t, PREC_t) \tag{1}$$

$$AGEM = \beta_0 + \beta_1 MAXT + \beta_2\, MINT + \beta_3\, PREC + \varepsilon_i \tag{2}$$

(1) numaralı denklem çalışmada kurulan modelin kapalı fonksiyonunu temsil etmektedir. (2) numaralı eşitlik oluşturulan modelin doğrusal varsayım denklemini göstermektedir. Doğrusal varsayım denkleminden hareketle modele ilişkin tek indirgenmiş form denklemi elde edilir. Aşağıda yer alan (3) numaralı eşitlik sözü edilen indirgenmiş form denklemini ifade etmektedir.

$$\begin{aligned}\Delta AGEM_t = {} & \beta_0 + \sum_{i=1}^{m} \beta_{1i} \Delta\, AGEM_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} \beta_{2i} \Delta\, MAXT_{t-i} + \sum_{i=0}^{P} \beta_{3i} \Delta\, MINT_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^{r} \beta_{4i} \Delta\, PREC_{t-i} + \varphi_1 AGEM_{t-1} + \varphi_2 MAXT_{t-1} + \varphi_3 MINT_{t-1} + \varphi_4 PREC_{t-1} \\ & + \varepsilon_i\end{aligned} \tag{3}$$

Üstte (3) numaralı eşitlikte bulunan β_0 sabit terimi göstermektedir. Birinci fark operatörünü Δ ve hata terimi ε sembolleriyle ifade edilmektedir. Eşitlikte yer alan β_1, β_2, β_3,β_4 katsayıları kısa dönem dinamik ilişkiyi açıklamaktadır (Narayan, 2005). Uzun dönem ilişkiler □_1, □_2, □_3, □_4 katsayılarıyla gösterilirken bu katsayılar sınır testiyle sınanarak eş bütünleşmenin varlığı araştırılmaktadır. Değişkenler arasında uzun dönemli ilişki varsa bağımsız değişkenler açısından kısa ve uzun dönem katsayıların belirlenimi aşamasına geçilecektir. ARDL yönteminde kurulan hipotezlerin test edilmesinde Wald testi temelli F istatistiğinden yararlanılmaktadır. ARDL yöntemi optimal gecikme değerlerine duyarlı olup uygun gecikme uzunluğunun tespiti için çeşitli bilgi kriterleri (Akaike, Schwarz, Hannan-Quinn) kullanılmaktadır.

Buradan hareketle modelde eş bütünleşmenin olup olmadığını sorgulamak için kurulan hipotezler aşağıda yer almaktadır.

$$H_0: \varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi = 0$$

$$H_1: \varphi_1 \neq \varphi_2 \neq \varphi_3 \neq \varphi \neq 0$$

Yukarıda yer alan hipotez yapıları ARDL sınır testine tabi tutulur. ARDL sınır testi I(0) ve I(1) şeklinde asimptotik kritik sınırlara sahiptir. Hesaplanan F değeri gözlem sayısına göre Pesaran et al. (2001) veya Narayan (2005) çalışmalarında yer alan kritik değerlerle karşılaştırılır. Bu noktada F istatistiği I(0) alt kritik değerden düşükse sıfır hipotezi kabul edilerek değişkenler arasında eş bütünleşmenin olmadığına karar verilir. Hesaplanan F istatistiği I(0) ve I(1) kritik değerler arasında bulunuyorsa eş bütünleşmenin belirsizlik taşıdığı anlaşılır. Son olarak modele ilişkin F istatistiği I(1) üst kritik değerden daha büyükse o halde sıfır hipotezi reddedilerek değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi geçerli olur. Eğer değişkenler arasında uzun vadeli ilişki bulunuyorsa bir sonraki aşamada değişkenlerin uzun dönem katsayıları ve hata düzelme modeli (ECM) elde edilebilir.

$$AGEM_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{1i} AGEM_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} \alpha_{2i} MAXT_{t-i} + \sum_{i=0}^{P} \alpha_{3i} MINT_{t-i} + \sum_{i=0}^{r} \alpha_{4i} PREC_{t-i} + \varepsilon_i \quad (4)$$

$$\Delta AGEM_{\boldsymbol{t}} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} \delta_{1i} \Delta AGEM_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} \delta_{2i} \Delta MAXT_{t-i} + \sum_{i=0}^{P} \delta_{3i} \Delta MINT_{t-i} + \sum_{i=0}^{r} \delta_{4i} \Delta PREC_{t-i} + \delta_6 ECM_{t-1} + \varepsilon_i \quad (5)$$

(4) numaralı denklem seti değişkenlere ilişkin uzun vadeli dinamik ilişkileri açıklamaktadır. Sözü edilen denklem seti tahmin edildikten sonra modelin uygun olup olmadığının belirlenmesi gerekir. Uygun bir modelde serisel korelasyon, spesifikasyon hatası, değişen varyans problemi bulunmayıp kalıntılar normal dağılıma sahiptir (Tayyar, 2023). Bunun için modele yönelik olarak çeşitli tanı testleri uygulanır. Ayrıca CUSUM(Cumulative Sum Test) ve CUSUMSQ(Cumulative Sum of Squares) grafiklerinden yararlanılarak parametrelerin istikrarlılığı ve yapısal kırılmaların olup olmadığı kontrol edilmesi gerekir (Brown et al., 1975). Son olarak yukarıda yer alan (5) numaralı denklem seti yardımıyla kısa dönem ilişkilerin tespiti için hata düzeltme modeli oluşturulur. İlgili denklem setinde ECM_{t-1} değişkeni hata düzeltme terimini ifade etmektedir. Bu terime ilişkin katsayı kısa dönemde oluşan şokun uzun dönemde ne kadar sürede düzeleceğini gösterir. Hata düzeltme terimine ait katsayı 0 ile -1 arasında bulunuyorsa kısa dönemli şokun dalgalanma olmadan uzun dönem değerine yaklaşacağı anlaşılır. Değer -1 ile -2 aralığındaysa azalan dalgalanmalar geçerliyken, -2 değerinden daha küçük değerler dalgalanmaların uzun dönemdeki dengeden uzaklaştığını ifade eder.

5. Ekonometrik Bulgular

5.1 ADF – PP – ZA(1992) Birim Kök Testi Sonuçları

ARDL yönteminde var olan sınır testlerinin tamamında üst sınır değeri I(1) kritik değere göre belirlenmektedir. Bu nedenle değişkenlerin aynı dereceden durağan olmalarına gerek olmasa da değişkenlerin tamamının ikinci dereceden durağan olma olasılığına karşı çeşitli durağanlık testleriyle sorgulanması gerekir. Standart birim kök testlerinden biri olan ADF testi Dickey-Fuller testinin geliştirilmiş versiyonudur. ADF birim kök testinde AR(p) yapısıyla birlikte yüksek dereceli korelasyon yapısını dikkate aldığı için daha sağlam sonuçlar elde edilir (Said & Dickey, 1984). Bu test yapısında sıfır hipotezi ilgili serinin durağan yapıda olmadığını belirtir. Hesaplanan test istatistiği %1, %5 ve %10 kritik değerlerden büyükse sıfır hipotezi reddedilerek serinin durağan yapıda olduğu anlaşılır. PP testi serisel korelasyon ve değişen varyans sorunlarını çözmek için parametrik olmayan yöntemler kullanır. Örneğin ADF testinden farklı olarak MA(q) serilere eklenerek serisel korelasyon probleminin kontrolü sağlanır (Phillips & Perron, 1988). İlgili problemlerin giderilmesi için gecikmeli farklar yerine asimptotik dağılım değişikliği yönteminden yararlanılır. PP durağanlık analizinin hipotez kurgusu ADF testiyle eşdeğerdir. Hesaplanan test istatistiği farklı anlamlılık düzeylerindeki kritik değerlerden büyük çıkarsa değişkenlerin durağan olduğu anlaşılır. Her iki testin kendine özgü avantajları olması nedeniyle değişkenlere ADF ve PP testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3 yardımıyla incelenebilir.

Tablo 3. ADF - PP Durağanlık Test Sonuçları

Değişkenler	Sabit ve Trendli Düzey Değer		Sabit ve Trendli 1.Fark	
	ADF	PP	ADF	PP
AGEM	-1.820(0) (0,680)	-2,041(2) (0,565)	-5.842(0) (0,000)	-5.842(0) (0,000)
MAXT	-6.311(0) (0,000)	-6.277(3) (0,000)	-6.723(3) (0,000)	-29.14(18) (0,000)
MINT	-6.471(0) (0,000)	-6.456(1) (0,000)	-6.452(3) (0,000)	-38.53(28) (0,000)
PREC	-7.080(0) (0,000)	-7.07(2) (0,000)	-8.900(1) (0,000)	-49.93(51) (0,000)

NOT: ADF test istatistiği yanında yer alan parantez içi değerler SIC kriterine göre gecikme uzunluğunu göstermektedir. PP test istatistiği yanında yer alan parantez içi değerler Barlett-Kernel modeline göre otomatik Newey-West band genişliğini ifade etmektedir. ADF ve PP test istatistiklerinin altında yer alan parantez içi değerler %1 seviyesinde olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 3'te ADF test sonuçları incelendiğinde AGEM değişkeni hariç MAXT, MINT ve PREC değişkenlerinin olasılık değerlerinin istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinden düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle düzey değerde MAXT, MINT ve PREC değişkenleri %1 anlamlılık düzeyinde durağan yapıdadır. AGEM değişkeninin bir farkı alındığı zaman %1 düzeyinde birim kök taşımadığı anlaşılmaktadır. PP testine göre düzey değerde AGEM değişkeni olasılık değeri %1 düzeyinden büyük olduğu için ilgili değişken durağan yapıda değildir. PP testi açısından AGEM değişkeninin bir farkı alındığında istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ADF testinde olduğu gibi PP testinde de düzey değerde MAXT, MINT ve PREC değişkenlerinin %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu anlaşılmaktadır.

ADF ve PP testleri serilere ilişkin olarak yapısal kırılmalar ile ilgili bilgi vermemektedir. Ancak durağanlık analizinin doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için değişkenlerin yapısal kırılma içerip içermediğini incelemek gerekir. Bu nedenle çalışmada ADF testi temelli Zivot – Andrews (1992) tek kırılmalı yapısal birim kök testi kullanılmıştır. Bu teste göre zaman serisine ilişkin kırılma zamanının içsel yapıda olduğunu varsayar. Zaman serisine ait en küçük t istatistiğine sahip gözlem serinin kırılma zamanı olarak tespit edilir (Zivot & Andrews, 1992). Sözü edilen durağanlık analizinde üç farklı yapıda birim kök analizi vardır. Model A düzeyde kırılmaları, Model B eğimde kırılmayı ve son olarak Model C hem düzeyde hem de eğimde kırılmaları dikkate alır. Modellere ADF testi uygulanarak yapısal kırılmaların olup olmadığı modellere göre incelenir. ZA (1992) testinde sıfır hipotezi ilgili serinin belirlenen tarihte durağan olmadığını gösterir. Seriye ilişkin hesaplanan değer çeşitli düzeylerdeki kritik değerden büyük çıkarsa sıfır hipotezi reddedilir.

Tablo 4. Tek Kırılmalı Zivot – Andrews (1992) Birim Kök Test Sonuçları

Seriler	Model	Gecikme	Kırılma Zamanı	t- Değeri	Kritik Değer
AGEM	Model A	2	2004	-5.23	-5.34
	Model C	2	2004	-5.22	-5.57
MAXT	Model A	0	1982	-7.75	-5.34
	Model C	0	1994	-7.79	-5.57
MINT	Model A	0	1982	-7.87	-5.34
	Model C	0	1994	-8.01	-5.57
PREC	Model A	0	1994	-7.51	-5.34
	Model C	0	2009	-7.84	-5.57

NOT: Tabloda bulunan kritik değerler %1 düzeyinde anlamlılık seviyesini göstermektedir. Kritik değerler Eviews 10 programı tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır.

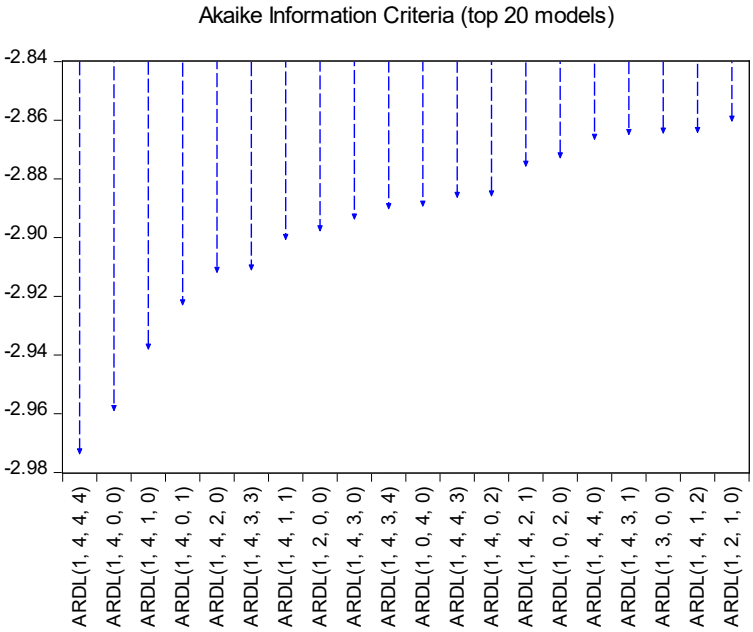
Tablo 4'te değişkenler için yapılan Zivot-Andrews (1992) test sonuçları yer almaktadır. Buna göre hem Model A hem de Model C açısından sadece AGEM değişkeninde mutlak değerce hesaplanan test istatistiği tabloda yer alan kritik değerden küçük olduğu görülmektedir. Bu nedenle Model A ve Model C açısından AGEM değişkeni istatistiksel olarak %1 düzeyinde durağan yapıda değildir. Model A ve Model C özelinde AGEM değişkeni dışında kalan MAXT, MINT ve PREC değişkenleri %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Düzey değerde birim kök taşıyan AGEM değişkeninin farkı alınarak yeniden aynı testler uygulanmıştır. AGEM değişkeninin birinci farkta durağan olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan AGEM değişkeninde yapısal kırılmanın anlamlılığı da sorgulanmalıdır. Bu noktada ADF ve PP testleri AGEM

değişkeninin durağan olmadığını göstermekteydi. ZA(1992) testi ise hem iki model için AGEM değişkeninde birim kökün varlığını belirtmekteydi. Dolayısıyla her iki modelde tespit edilen 2004 yılı %1 anlamlılık düzeyinde bir yapısal kırılma olarak değerlendirilemez. Değişkenler için ayrıntılı durağanlık analizinden sonra değişkenlerde I(2) bulunmayıp MAXT, MINT ve PREC değişkenleri ise I(0) olduğundan modelin ARDL yöntemiyle tahminine geçiş yapılabilir.

5.2. ARDL Sınır Testi Sonuçları

Durağanlık testlerinin gerçekleştirilmesinden sonra kurulan modelin ARDL(m,n,p,r) tahmini yapılmıştır. Gecikme uzunluğu otomatik şekilde 1 belirlenmiştir. Alternatif 125 model arasında en iyi sonucu veren Model 2 (Restricted Constant and No Trend) kullanımı tercih edilmiştir. Model 2'ye ilişkin Akaike bilgi kriterine (AIC) göre en uygun olan ARDL (1,4,4,4) modeli elde edilmiştir. Altta yer alan Şekil 2 yardımıyla ARDL (1,4,4,4) modelinin AIC değerleri açısından en uygun model olduğu görülmektedir.

Şekil 2. Akaike Bilgi Kriterine Göre Optimal Modelin Belirlenim Süreci



ARDL(1,4,4,4) modeline ilişkin tahmin sonuçları için Ek-1 incelenebilir. Bu aşamadan sonra değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin geçerliliği sınır testi kullanılarak incelenmiştir. Sınır testi için Model 2 kapsamında F istatistik değerlerinden faydalanılmıştır. Tablo 5 yardımıyla elde edilen sınır testi sonuçlarına bakılabilir.

Tablo 5. ARDL Sınır Testi Sonuçları

Tahmini Yapılan Denklem: AGEM=f(MAXT, MINT, PREC)
Optimal Gecikme Uzunluğu: (1, 4, 4, 4)
Sıfır Hipotezi: Eş bütünleşme yoktur.

Test İstatistiği	Değer	Anlamlılık	I(0) Değeri*	I(1) Değeri*
F-istatistiği	4.138	10%	2.538	3.398
k	3	5%	3.048	4.002
		1%	4.188	5.328

NOT: Tabloda * ile gösterilen I(0) ve I(1) sınırlarına ilişkin istatistikler Narayan (2005) tarafından n=50 için üretilen kritik değerlerdir.

Tabloda yer alan veriler analiz edildiğinde F-istatistik değerinin 4.138 olarak hesaplandığı görülmektedir. Söz konusu değer Narayan (2005) tarafından n=50 için oluşturulan alt sınır I(0) ve üst sınır I(1) kritik değerlerine göre kıyaslanmıştır. Buna göre F istatistiği %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde bulunan üst sınır I(1) kritik değerden daha büyüktür. Bu açıdan kurulan sıfır hipotezi reddedilerek eş bütünleşmenin geçerli olduğu anlaşılır. Daha açık bir ifadeyle modelde değişkenler arasında uzun vadeli ilişki mevcuttur.

5.3. Uzun Dönem Katsayıları ve Hata Düzeltme Modeli Tahmini

Modelde değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi bulunduğu için değişkenlere ilişkin uzun dönemli katsayılar tespit edilebilir. Bu noktada (4) numaralı denklem yardımıyla uzun dönemli katsayıların tahmini gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar altta yer alan Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. ARDL Modeline İlişkin Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Model 2: Kısıtsız Sabitli ve Trendsiz Model Bağımlı Değişken: AGEM				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık Değeri
MAXT	-32.598	11.045	-2.951	0,005
MINT	12.828	5.198	2.467	0,018
PREC	-1.152	0.943	-1.221	0,230
C	85.973	25.782	3.334	0,002

Tablo 6 incelendiğinde PREC değişkeninin anlamsız, MINT değişkeninin %5 düzeyinde ve MAXT ve C terimlerinin %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı bulunmaktadır. MAXT değişkeni ile AGEM değişkeni arasındaki ilişkinin negatif ve MINT değişkeni ile AGEM değişkeni arasındaki ilişkinin pozitif olduğu görülmektedir. Bu noktada uzun vadede MAXT değişkeninde %1'lik artış AGEM değişkeninde %32.59 düzeyinde bir azalışa yol açmaktadır. MINT değişkeninde %1'lik artış AGEM değişkeninde %12.82 düzeyinde bir artışla sonuçlanmaktadır. Başka bir ifadeyle uzun vadede maksimum ortalama sıcaklıklarda artış tarımsal istihdamı azaltırken, minimum ortalama sıcaklıklardaki artış tarımsal istihdamı arttırmaktadır. Toplam etkilere bakıldığında ise maksimum ortalama sıcaklıktaki artışların tarımsal istihdam üzerinde yarattığı olumsuz etki daha fazladır.

Kısa dönem ilişkilerin tespit edilmesi için ARDL sürecine dayanan hata düzeltme modeline (ECM) ihtiyaç vardır. Bu nedenle (5) numaralı denklem kullanılarak hata düzeltme modeli tahmin edilmiştir. Tablo 7 yardımıyla modele ilişkin kısa vadeli dinamikler incelenebilir.

Tablo 7. ARDL(1, 4, 4, 4) Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

ECM Regresyon Model 2: Kısıtsız Sabitli ve Trendsiz Model				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
D(MAXT)	-1.256	0.709	-1.770	0.085
D(MAXT(-1))	4.993	1.115	4.477	0.000
D(MAXT(-2))	4.492	1.072	4.189	0.000
D(MAXT(-3))	2.658	0.915	2.904	0.006
D(MINT)	0.728	0.347	2.097	0.043
D(MINT(-1))	-1.891	0.496	-3.811	0.000
D(MINT(-2))	-1.839	0.475	-3.866	0.000
D(MINT(-3))	-0.910	0.388	-2.342	0.025
D(PREC)	-0.014	0.089	-0.162	0.872
D(PREC(-1))	0.336	0.115	2.921	0.006
D(PREC(-2))	0.417	0.112	3.714	0.000
D(PREC(-3))	0.216	0.090	2.393	0.022
CointEq(-1)	-0.149	0.031	-4.809	0.000
Test İstatistiği	Değer	Anlamlılık Düzeyleri	I(0) Sınır*	I(1) Sınır*
F-istatistiği	4.138	10%	2.37	3.2
k	3	5%	2.79	3.67
		2.5%	3.15	4.08
		1%	3.65	4.66

NOT: Tabloda * ile gösterilen I(0) ve I(1) sınırlarına ilişkin istatistikler Pesaran et al (2001) tarafından üretilen kritik değerlerdir.

Tablo 7'de hata düzeltme katsayısı -0.149 olarak hesaplanmış olup katsayı negatif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Katsayının 0 ile -1 arasında olması kısa dönemli şokların dalgalanma olmadan uzun dönem değerine yakınsayacağını göstermektedir. Kısa dönemde yaşanacak dengesizlikler yaklaşık 6,7 yıl sonra (1/0,149) uzun dönem dengesine ulaşacağı anlaşılmaktadır. Ayrıca CointEq(-1) katsayısının negatif ve anlamlı olması sayesinde kısa dönemde katsayılar güvenilir yapıdadır. Bu noktada D(PREC) hariç diğer tüm katsayıların istatistiksel anlamlılığı bulunmaktadır. Kısa dönemde D(MAXT) katsayısının negatif ve anlamlı olması mevcut yıldaki maksimum sıcaklıktaki artışın, aynı yıl içerisinde tarımsal istihdamı azalttığını göstermektedir. Örnek olarak beklenmedik sıcak yaz mevsiminin yaşanması aynı yıl içerisinde termal stres artışıyla birlikte çalışma saatlerinin kısalmasına, ürün kaybına ve mevsimsel işgücü talebinin azalmasına neden olabilir. Yine D(MAXT(-1)), D(MAXT(-2)) ve D(MAXT(-3)) katsayılarının pozitif ve anlamlı olması oldukça ilginçtir. Bu durum maksimum sıcaklıkta yaşanan şoku takiben 1 – 3 yıl boyunca tarımsal istihdamı pozitif yönde telafi

eden bir etkiyi işaret etmektedir. Önceki yılda yaşanan olumsuz iklim koşullarının yarattığı üretim kaybını dengeleyebilmek için ertesi dönemlerde daha fazla işgücüne ihtiyaç duyulmuş olabilir. D(MINT) katsayısının pozitif ve anlamlı olması minimum sıcaklıklardaki artışın tarımsal istihdamı kısa dönemde arttırdığını belirtmektedir. Bu durum tarımsal ürünlerin ekim döneminin erken başlamasına, ürün yetiştirme sezonunun uzamasına bağlı olarak o yıldaki işgücü ihtiyacının artması şeklinde yorumlanabilir. Ancak D(MINT(-1)), D(MINT(-2)) ve D(MINT(-3)) katsayılarının negatif olması minimum sıcaklık artışlarının tarımsal istihdam üzerindeki olumlu etkisinin geçici olduğunu göstermektedir. İklim şoklarına karşı tarımda mekanizasyon ve daha az emek yoğun üretim yöntemleri gibi tarımda yapısal dönüşümün gerçekleşmesi bu durumla ilişkili olabilir. PREC değişkeni uzun dönemde istatistiksel olarak anlamsızken, kısa dönemde D(PREC(-1)) ve D(PREC(-2)) değişkenleri pozitif ve anlamlı ilişkilere sahiptir. Özellikle önceki yıla ilişkin yağış miktarındaki artışın su kaynaklarını ve toprağın nemliliğini olumlu yönde etkileyerek, sonraki dönemde tarımsal üretimi ve dolayısıyla tarımsal istihdamı pozitif şekilde etkilediği düşünülmektedir.

5.4. Tanı Testlerinin Analizi

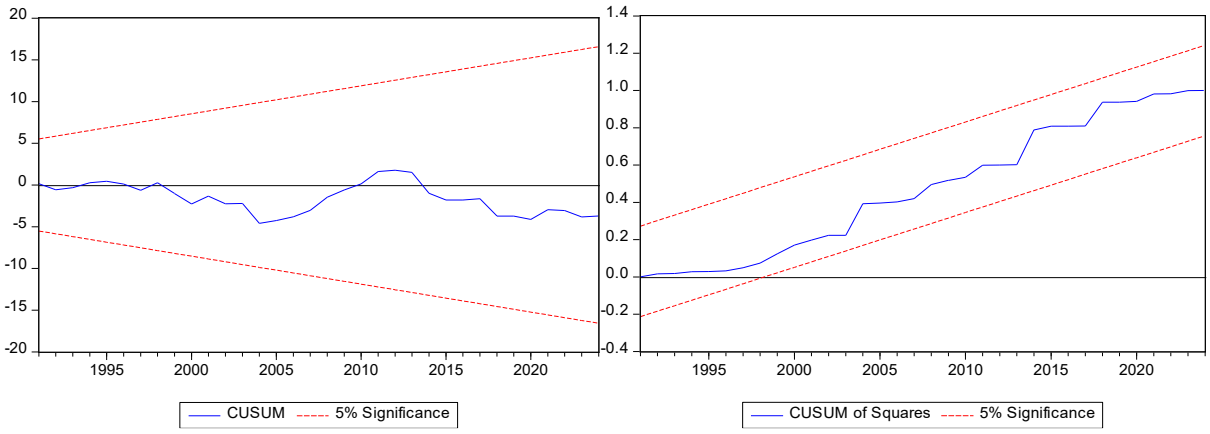
ARDL(1,4,4,4) modelinin tahmininden sonra modelde sorun olup olmadığının tespit edilmesi için çeşitli tanı testleri yapılmıştır. Tablo 8 yardımıyla yapılan testler, spesifikasyonlar ve elde edilen sonuçlar incelenebilir.

Tablo 8. Model Tanı Testleri Sonuçları

Spesifikasyonlar	Uygulanan Testler	İstatistikler	Olasılık	Sonuç
Serisel Korelasyon	Breusch-Godfrey LM Testi	0.449	0.641	✓
Normallik Analizi	Jarque-Bera	2.602	0.272	✓
Heteroskedastisite	Breusch-Pagan-Godfrey	0.512	0.922	✓
	ARCH	0.419	0.520	✓
Fonksiyonel Yapı	Ramsey Reset Testi	0.208	0.836	✓

Tablo 8'de ilk satırda modelin tahmini açısından serisel korelasyon sorununun olup olmadığı incelenmiş olup Breusch-Godfrey LM testinden yararlanılmıştır. Teste ilişkin olasılık değeri 0,641 olarak hesaplanmış olup sözü edilen değer %5'ten büyük olduğu için modelde serisel korelasyon problemi bulunmamaktadır. Değişen varyans probleminin var olup olmadığını incelemek için Breusch-Pagan-Godfrey ve ARCH testlerinden faydalanılmıştır. Her iki testin olasılık değeri %5'ten büyük olduğundan modelde değişen varyans sorunu yoktur. Normallik varsayımının incelenmesi için Jarque-Bera testi kullanılmıştır. Bu testin olasılık değeri %5'ten büyük çıkmıştır. Bu doğrultuda modele ilişkin kalıntıların normal dağıldığı görülmektedir. Son olarak spesifikasyon hatasını tespit etmek için Ramsey Reset testinden yararlanılmış olup teste ilişkin olasılık değeri %5'ten büyük olduğundan modelde spesifikasyon hatası bulunmamaktadır. Yapılan bu tanı testlerine ilave olarak modeldeki parametrelerin istikrarlılığını da incelemek gerekir. Bu önem doğrultusunda değişkenler açısından yapısal kırılmayı dikkate alan CUSUM ve CUSUMSQ grafiklerinden yararlanılmıştır. Her iki grafik için hesaplanan değerler %5 anlamlılık seviyesindeki aralıklar içerisinde seyrediyorsa parametrelerin istikrarlı olduğu anlaşılır. Model için hesaplanan CUSUM ve CUSUMSQ analizleri altta bulunan Şekil 3 yardımıyla incelenebilir.

Şekil 3. CUSUM ve CUSUMSQ Grafikleri



Şekil 3'te her iki grafikte yer alan alt ve üst kesikli çizgiler %95 güven sınırlarını göstermektedir. Bu sınırların içerisinde bulunan düz çizgi ise modele ilişkin parametre tahminlerinin göstergesidir. Her iki grafikte de parametre tahminlerinin güven sınırları içerisinde yer aldığı görülmektedir. Buradan hareketle modelde tahmin edilen parametrelerin istikrar koşulunu sağladığı anlaşılmaktadır.

6. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışmada coğrafi konum olarak iklim değişikliği tehdidine karşı oldukça açık ve hassas olan Türkiye'de iklim değişikliği ile tarımsal istihdam arasındaki ilişki 1970 – 2024 dönemi için incelenmiştir. Çalışmada iklim değişikliğinin göstergesi olarak yıllık bazda ortalama yağış miktarı, maksimum ve minimum ortalama sıcaklık değerlerine ilişkin değişkenler kullanılmıştır. Konu bağlamında ilgili literatür incelendiğinde en azından Türkiye özelinde tarımsal istihdamın iklim değişikliği ile ilgili bağlantılarına yeterli önem verilmedi görülmektedir. Bu nedenle ilgili çalışma kabul edilebilir sınırlılıklar kapsamında konu ve metodoloji bakımından yüksek özgünlüğe sahiptir. Model spesifikasyonu dikkate alınarak ilk olarak değişkenlerin durağanlık süreçleri ADF, PP ve Zivot –Andrews (1992) birim kök testleriyle test edilmiştir. Kurulan modelin sınanmasında ARDL sınır testinden ve kısa vadeli dinamiklerin belirlenimi için ECM yönteminden yararlanılmıştır.

ARDL sınır testi sonuçları değişkenler arasında eş bütünleşmenin geçerli olduğunu göstermektedir. Ardından modelde yer alan değişkenlerin uzun dönem katsayı değerleri tespit edilmiştir. Bu temelde uzun dönemde maksimum ortalama sıcaklıklarda gerçekleşen %1 oranında yükseliş tarımsal istihdamı %32.59 oranında azaltmaktadır. Elde edilen sonuç yüksek sıcaklıkların tarımsal verimlilik üzerindeki olumsuz etkileri (Deschenes & Greenstone, 2007) ve termal stres kaynaklı işgücü verimlilik kayıpları (Kjellstrom et al., 2016) ile tutarlıdır. Uzun dönemde minimum ortalama sıcaklıklarda %1 oranında artış tarımsal istihdamı %12.82 düzeyinde arttırmaktadır. Bu durum ılıman kış koşullarının ekim desenlerini çeşitlendirme, ekilebilir alanları genişletme ve hasat sayısını arttırma gibi olumlu etkileri olduğu yönündeki literatürle (Mendelsohn, 2009; Zabel et al., 2014) örtüşmektedir. Ancak toplam etkiye bakıldığında maksimum ortalama sıcaklıktaki artışların tarımsal istihdam üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Uzun dönemde yağış faktörünün tarımsal istihdam üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir.

Değişkenlere ilişkin kısa dönemli katsayılar incelendiğinde maksimum ortalama sıcaklıklardaki gecikmeli değerlerin tarımsal istihdamla pozitif ilişkiye, minimum ortalama sıcaklıklardaki gecikmeli değerlerin tarımsal istihdamla negatif ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Yine yağış faktöründeki gecikmeli değerlerin tarımsal istihdamla olan ilişkisi pozitif yöndedir. Ancak iklim değişikliği uzun vadeli dinamikler içerdiği için kısa dönemli ilişkiler anlamlı olsa bile değişkenler arasındaki mevcut ilişkilere şüpheyle yaklaşmak gerekir. İklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki etkisini ortalama sıcaklık yerine maksimum ve minimum değerler üzerinden ayrıştırarak incelemesi çalışmanın literatüre özgün katkısını göstermektedir. Bu katkı iklim değişikliğinin sektör üzerindeki farklılaşan etkilerini daha net ortaya koymakta ve politikacılar için daha nitelikli bir çerçeve sunmaktadır. Ayrıca mevcut literatürün aksine iklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki etkisinin tekdüze olmadığını, sıcaklık çeşidine bağlı olarak olumlu ve olumsuz yönleri olabileceğini göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında Türkiye için temel politika önerileri şunlardır: i) İklim değişikliğinin tarımsal istihdam üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için iklim dirençli tarım politikalarının geliştirilmesi şarttır. Bu kapsamda kuraklığa ve sıcağa dayanıklı tohum çeşitlerinin yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. ii) Tarım sigortası kapsamı tarımsal istihdamın yapısını kapsayacak şekilde genişletilmeli ve iklim riskine karşı çiftçiler finansal güvence altına alınmalıdır. iii) Tarım işçilerinin artan termal strese maruz kalmalarını önlemek için özellikle yaz aylarında çalışma saatlerinin yeniden düzenlenmesi gerekir. Yine iş sağlığı ve iş güvenliği düzenlemeleri de iklim değişikliği tehdidi altında tarımsal istihdamı kapsamalıdır. iv) İklim değişikliğinin olumlu etkilerinden yararlanmak için yeşil istihdam kavramına önem verilmesi gerekir. Yeni istihdam alanları yaratmak için organik tarım, agro-turizm, biyodinamik tarım, tarımsal atık yönetimi ve yenilenebilir enerji gibi sürdürülebilir uygulamalara yönelik olarak eğitim, danışmanlık ve mali teşvik programları başlatılmalıdır. Bu durum genç nüfusun tarım sektörüne çekilebilmesi açısından da kritik öneme sahiptir.

Çalışma önemli katkılarına rağmen kabul edilebilir bazı metodolojik ve kapsamsal sınırlılıklar içermektedir. İlk ve en önemli sınırlılık analizin ulusal düzeyde agregasyon içermesi ve sonuçların bölgesel heterojenlikleri dikkate almamasıdır. Çalışma ülke genelindeki eğilimi anlamak için değerli olsa da, tarım unsurlarının iklim şoklarından etkilenme derecesi ile bunun istihdama yansımasının farklılık göstereceğini unutmamak gerekir. Ayrıca elde edilen sonuçlar Türkiye'ye özgü olduğu için bulguların farklı iklim dinamikleri ve sosyoekonomik yapılara sahip coğrafyalara genellenmesi doğru olmayabilir. İkinci sınırlılık olarak iklimsel unsurlarla ilgili bölgesel veriler var olsa da tarımsal istihdam açısından ulaşılabilir veriler ülke genelini kapsamaktadır. Bu nedenle tarımsal istihdam üzerinde iklim değişikliğinin etkileri bölgesel dinamikler açısından yeterince ele alınamamıştır. Üçüncü bir sınırlılık ise uyum kapasitesiyle ilişkili olan teknoloji kullanımı, finansmana erişim, tarımsal altyapı ve tarımsal verimlilik gibi etmenler iklimsel unsurların tarımsal istihdam üzerindeki etkilerini önemli ölçüde moderasyonlayabilir. Ancak etmenlere ilişkin veri seti zaman serisi analizine uygun olmadığı için çalışmadan dışlanmıştır. Son olarak çalışmada ekonometrik açıdan sağlam yöntemler kullanılsa da model

tahminlerinin geçerliliği veri setlerinin zaman ve mekânsal kapsamıyla ilişkilidir. Değişkenlere ilişkin önceki yıllar açısından verilerin olmaması uzun vadeli tahminlerde hatalara neden olabilir.

Çalışmadaki sınırlılıklar ileride yapılacak araştırmalar için önemli bir yol haritası sunmaktadır. İklim değişikliğinin bölgesel etkilerini anlamak için bölge bazında panel veri setleri kullanılarak benzer analizler yapılabilir. Buna ilave olarak mikro düzeyde anket verileri yardımıyla çiftçilerin teknoloji kullanımı, adaptasyon kapasiteleri ve iklim riski algıları gibi nitel değişkenler modele katılarak ve sulama altyapısı, tarımsal AR-GE harcamaları gibi moderatör değişkenlerden yararlanılarak politika önerileri daha da güçlendirilebilir.

Ethical Declaration / Etik Beyanı

It is declared that scientific and ethical principles were adhered to during the execution and writing of this study, and that all sources used have been appropriately cited. / Bu çalışmanın yürütülmesi ve yazılması sırasında bilimsel ve etik ilkelere bağlı kalındığı ve kullanılan tüm kaynakların uygun şekilde alıntılanmış olduğu beyan edilir.

Declaration Regarding the Use of Artificial Intelligence / Yapay Zeka Kullanımı ile İlgili Beyan

The authors commit to adhering to ethical principles, transparency, and responsibility in the use of artificial intelligence tools, ensuring their academic responsibility. / Yazarlar, yapay zeka araçlarının kullanımında etik ilkelere, şeffaflığa ve sorumluluğa bağlı kalarak akademik sorumluluklarını yerine getireceklerini taahhüt ederler.

Declaration of Conflicting Interests / Çıkar Çatışması Beyanı

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article. / Yazarlar, bu makalenin araştırması, yazarlığı ve/veya yayınlanması ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Funding / Fon Kullanımı

The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article. / Yazarlar, bu makalenin araştırması, yazarlığı ve/veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamışlardır.

Kaynakça

Adams, R. M., Rosenzweig, C., & Peart, R. M. (1990). Global Climate Change and U.S. Agriculture. Nature, 345, 219 – 224. https://doi.org/10.1038/345219a0

Akder, A. H. (2007). Policy Formation in the Process of Implementing Agricultural Reform in Turkey. Intenational Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 6(4-5), 514-532. https://doi.org/10./IJARGE.2007.013509.

Akram, N. (2012). Is Climate Change Hindering Economic Growth of Asian Economies? Asia – Pacific Development Journal, 19(2), 1 – 18. https://doi.org/10.18356/e7cfd1ec-en

Aslanoğlu, S. Y., Proestakis, E., & Gkikas, A. (2022). Dust Climatology of Turkey as a Part of the Eastern Mediterranean Basin via 9-Year CALIPSO-Derived Product, Atmosphere, 13(5), 733. https://doi.org/10.3390/atmos13050733

Bradley, P., Whittard, D., & Green E. (2025). Empirical Research on Green Jobs: A Reviews and Reflection With Practitioners, Sustainable Futures, 9, No. 100527. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.100527

Brown, R. L., Durbin, J. & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relations Over Time, Journal of the Royal Statistical Society: Series B, 37, 149-92. https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1975.tb01532.x

Cevik, S. & Jalles, J. T. (2023). For Whom the Bell Tolls: Climate Change and Income Inequality, Energy Policy, 174, 113475. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113475

C3S – Copernicus Climate Change Service (2025). Global Climate Highlights 2024, Erişim Tarihi: 20.04.2025, https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-first-year-exceed-15degc-above-pre-industrial-level#:~:text=2024%20is%20confirmed%20by%20the,above%20its%20pre%2Dindustrial%20level

Dağ, M. M. & Yılmaz, H. (2024). Tarımsal Üretimde Geleneksel Yöntemlerin Ötesine Geçiş: Rejeneratif Tarım, Tarım Ekonomisi Dergisi, 30(2), 197-205. https://doi.org/10.24181/tarekoder.1529796

Deressa, T., Hassan, R. & Poonyth, D. (2005). Measuring the Impact of Climate Change on South African Agriculture: The Case of Sugar Cane Growing Regions, Agrekon, 44(4), 524 – 542. https://doi.org/10.1080/03031853.2005.9523726

Deschenes, O., & Greenstone, M. (2007). The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather, American Economic Review, 97(1), 354- 385. https://doi.org/10.1257/aer.97.1.354

Dudu, H., Çakmak, E. & Öcal, N. (2015). Drivers of Farm Efficiency in Turkey: A Stochastic Frontier Analysis, World Journal of Applied Economics, 1(1), 45-63. https://doi.org/10.22440/EconWorld.J.2015.1.1.HD.0005

Dudu, H., & Çakmak, E. H. (2017). Climate Change and Agriculture: An Integrated Approach to Evaluate Economy-wide Effects for Turkey, Climate and Development, 10(3), 275-288. https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1372259

Dumrul, Y., & 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. http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.766

Eştürk, Ö., & Ören, M. N. (2014). Türkiye'de Tarım Politikaları ve Gıda Güvencesi, Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 24(2), 193 – 200. https://doi.org/10.29133/yyutbd.235933

FAO – Food and Agriculture Organization (2009). Coping with a Changing Climate: Considerations for Adaptation and Mitigation in Agriculture, Environment and Natural Resources Management Series 15, FAO Technical Papers, Rome – Italy.

Gollin, D. (2023). Agricultural productivity and structural transformation: Evidence and questions for African Development, Oxford Development Studies, 51(4), 375-396. https://doi.org/10.1080/13600818.2023.2280638

Hanna, E. G., Kjellstrom, T., & Bennett, C. (2011). Climate Change and Rising Heat: Population Health Implications For Working People in Australia, Asia Pacific Journal of Public Health, 23, 14 – 26. . https://doi.org/10.1177/1010539510391457

Heal, G., & Park, J. (2016). Reflections-Temperature Stress and the Direct Impact of Climate Change: A Review of an Emerging Literature, Review of Environmental Economics and Policy, 10(2), 347-362. https://doi.org/10.1093/reep/rew007

Hertel, T. W., & Lobell, D. B. (2014). Agricultural Adaptation to Climate Change in Rich and Poor Countries: Current Modeling Practice and Potential for Empirical Contributions, Energy Economics, 46, 562 – 575. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.04.014

Howden, S. M., Soussana, J. F., & Tubiello, F. N. (2007). Adapting Agriculture to Climate Change, Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (50), 19691 – 19696. https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104

Huang, C., Li, N., & Zhang, Z. (2020). Assessment of The Economic Cascading Effect On Future Climate Change in China: Evidence From Agricultural Direct Damage, Journal of Cleaner Production, 276, 123951. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123951

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)., Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. Cambridge: Cambridge University Press, UK and New York

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). 2023: Summary for Policymakers, Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.), In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 1-34,

ILO – International Labour Organization (2019). Working on a Warmer Planet the Impact of Heat Stress on Labour Productivity and Decent Work, Geneva: Publications Production Unit.

Julia, R., & Duchin, F. (2007). World Trade as the Adjusment Mechanism of Agriculture to Climate Change, Climatic Change, 82, 393 – 409. https://doi.org/10.1007/s10584-006-9181-8

Kjellstrom, T., Holmer, I., & Lemke, B. (2009). Workplace Heat Stress, Health and Productivity: An Increasing Challenge for Low and Middle-income Countries During Climate Change, Global Health Action, 2. https://doi.org/10.3402/gha.v2i0.2047.

Kjellstrom, T., Briggs, D., & Freyberg, C. (2016). Heat, Human Performance, And Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts, Annual Review of Public Health, 37, 97-112. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740

Koç, A. A., Yu, T. E., & Kıymaz, T. (2019). Effects of Government Supports and Credits on Turkish Agriculture: A Spatial Panel Analysis, Journal of Agribusiness in Developing And Emerging Economies, 9(4), 391-401. https://doi.org/10.1108/jadee-11-2018-0164

Maloney, S. K., & Forbes, C. F. (2011). What Effect Will a Few Degrees of Climate Change Have on Human Heat Balance? Implications for Human Activity, International Journal of Biometeorology, 55, 147-160. https://doi.org/10.1007/s00484-010-0320-6

Mendelsohn, R. (2009). The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries, Journal of Natural Resources Policy Research, 1(1), 5 – 19. https://doi.org/10.1080/19390450802495882

MGM – Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2025) Türkiye İçin İklim Projeksiyonları, Erişim Tarihi: 10.05.2025 https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=projeksiyonlar

Narayan, P.K. (2005). The Saving and Invesment Nexus for China: Evidence From Cointegraion Tests, Applied Economics, 37(17), 1979-1990. https://doi.org/10.1080/00036840500278103

Narayan, P.K., & Smyth, R. (2006). What Determines Migration Flows From Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-US. Migration 1972-2001, Contemporary Economic Policy, 24(2), 332-342. https://doi.org/10.1093/cep/byj019

Oğul, B. (2022). İklim Değişikliği Tarım Sektörünü Nasıl Etkiliyor? Türkiye Ekonomisi Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama, Tarım Ekonomisi Dergisi, 28(2), 151 – 162. https://doi.org/10.24181/tarekoder.1113741

Park, J., Bangalore, M., & Hallegatte, S. (2018). Households and Heat Stress: Estimating the Distributional Consequences of Climate Change, Environment and Development Economics, 23(3),349-368. https://doi.org/10.1017/S1355770X1800013X

Pauly, D., & Cheung, W. L. (2017). Sound Physiological Knowledge and Principles in Modeling Shrinking of Fishes under Climate Change, Global Change Biology, 24(1), 15-26. https://doi.org/10.1111/gcb.13831

Perry, A., Low, J., & Ellis, J. (2005). Climate Change and Distribution Shifts in Marine Fishes, Sciences, 308(5730), 1912-1915. https://doi.org/10.1126/science.1111322

Pesaran, M. H., Yongcheol, S., & Smith, R.J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships, Journal of Applied Econometrics, 16(3), 289-326. https://doi.org/10.1002/jae.616

Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression, Biometrika, 75(2), 335 – 346. https://doi.org/10.2307/2336182

Pilcher, J., Nadler, E., & Busch, C. (2002). Effects Of Hot and Cold Temperature Exposure on Performance: A Meta-Analytic Review, Ergonomics, 45(10), 682-698. https://doi.org/10.1080/00140130210158419

Rosenzweig, C., & Parry, M.L. (1994). Potential Impact of Climate Change on World Food Supply, Nature, 367, 133 – 138. https://doi.org/10.1038/367133a0

Said, S. E., & Dickey, D. A. (1984). Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order, Biometrika, 71(3), 599 – 607. https://doi.org/10.2307/2336570

Sims, B., & Kienzle, J. (2017). Sustainable Agricultural Mechanization for Smallholders: What Is It and How Can We Implement It?, Agriculture, 7(6), 50, 1-21. https://doi.org/10.3390/agriculture7060050

Tayyar, A. E. (2023). Küresel Isınmanın Kötü İkizi - Mavi Ekonomi ve Endüstri-İçi Ticaret: Türkiye İçin ARDL Analizi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 57, 21-36. https://doi.org/10.30794/pausbed.1228128

Tayyar, A. E. (2024). Is the Global Climate Change Affecting Intra-Industry Trade? Econometric Evidence for the Fisheries Sector in Turkey, Panoeconomicus, 71(3), 455 – 478. https://doi.org/10.2298/PAN200830003T

Tayyar, A. E., Gasim, N., & Biçen, Ö. F. (2025). An Analysis of Climate Impacts on Agriculture Production: Evidence from Türkiye by BMA and A-ARDL Approaches, Journal of Environmental Management, Vol 389, 126111, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126111

Wall, E., & Smit, B. (2005). Climate Change Adaptation in Light of Sustainable Agriculture, Journal of Sustainable Agriculture, 27 (1), 113 – 123. https://doi.org/10.1300/J064v27n01_07

WMO – World Meteorological Organisation (2024). Climate, Erişim Tarihi: 12.08.2025. https://wmo.int/topics/climate.

Worldbank (2025a). Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP) (estimate Turkiye) (indicator). https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=TR

Worldbank (2025b). Employment in Agriculture (% of total Employment ILO estimate Turkiye) (indicator). https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=TR

Zabel, F., Putzenlechner, B., & Mauser, W. (2014). Global Agricultural Land Resources – A High Resolution Suitability Evaluation and Its Perspectives until 2100 under Climate Change Conditions, Plos One, 9(9), e107522. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114980

Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis, Journal of Business and Economic Statistics, 10(3), 251 – 270. https://doi.org/10.2307/1391541

EK – 1: ARDL(1, 4, 4, 4) Modeli Tahmin Sonuçları

Dependent Variable: AGEM
Max Dependent Lags: 1(Automatic Selection)
Model Selection Method: AIC
Fixed Regressors: C
Number of Models Evaluated: 125

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
AGEM(-1)	0.850	0.049	17.305	0,000
MAXT	-1.256	0.685	-1.833	0.075
MAXT(-1)	1.372	0.729	1.880	0.068
MAXT(-2)	-0.500	0.755	-0.662	0.511
MAXT(-3)	-1.834	0.839	-2.185	0.035
MAXT(-4)	-2.658	0.995	-2.670	0.011
MINT	0.728	0.337	2.159	0.038
MINT(-1)	-0.700	0.358	-1.955	0.058
MINT(-2)	0.052	0.357	0.145	0.885
MINT(-3)	0.928	0.371	2.499	0.017
MINT(-4)	0.910	0.422	2.156	0.038
PREC	-0.014	0.082	-0.175	0.861
PREC(-1)	0.178	0.093	1.914	0.064
PREC(-2)	0.081	0.094	0.860	0.395
PREC(-3)	-0.200	0.093	-2.150	0.038
PREC(-4)	-0.216	0.079	-2.745	0.009
C	12.862	3.668	3.506	0.001

R-squared	0.973	Akaike Criterion	-2.972
Adj R-squared	0.960	Schwarz Criterion	-2.328
F-Statistic	76.792	Durbin-Watson	1.692
Prob(F-stat)	0,000		