

# İklim Krizinin Tarım Sektörüne Etkisinin Ekonometrik Bir Analizi: Türkiye Örneği

*An Econometric Analysis of the Impact of the Climate Crisis on the Agricultural Sector: The Example of Türkiye*

**Mustafa TAÇ**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Mustafatac30@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6128-6300>

Makale Başvuru Tarihi: 18.10.2024

Makale Kabul Tarihi: 11.12.2024

Makale Türü: Araştırma Makalesi

**Osman PEKER**

Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

opeker@adu.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-6128-6300>

**Anahtar Kelimeler:**

**ÖZET**

İklim,  
Tarım,  
Gıda,  
Tarım 4.0,  
Kıtlık

İçinde bulunduğumuz yüzyılın en büyük sorunu iklim krizidir. Özellikle sanayi devriminden sonra, insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla artan endüstriyel faaliyetler, çeşitli çevresel sorunları beraberinde getirmiş ve iklim değişikliğinin hızlanmasına yol açmıştır. İklim şartlarındaki değişimler farklı sektörlerde de etki etmektedir. Günümüzde insan kaynaklı nedenler ile bu etkilerin belirginliği daha da artmıştır. İklimdeki değişimlerin en yoğun etkilerinin görüldüğü sektörlerin başında tarım gelmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de, iklimin, tarım sektörüne etkisinin, 1990-2020 dönemi verileri ile ARDL yöntemi kullanarak test edilmesidir. Çalışmada bağımlı değişken, tarımsal üretimin gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYİH) içerisindeki payı, bağımsız değişken olarak ise, kişi başına düşen karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınım miktarı ve yeryüzü ısı endeksi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmanın ampirik bulgularına göre, uzun ve kısa dönemde iklim değişikliği ile tarım sektörü arasında anlamlı ve negatif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür. CO<sub>2</sub> salınım miktarındaki ve yeryüzü ısı seviyesindeki artış, tarımsal üretim üzerinde olumsuz bir etki meydana getirmektedir.

**Keywords:**

**ABSTRACT**

Climate,  
Agriculture,  
Food,  
Agriculture 4.0,  
Famine

The biggest problem of the century we are in is the climate crisis. Especially after the industrial revolution, increasing industrial activities to meet human needs have brought about various environmental problems and led to the acceleration of climate change. Changes in climate conditions also affect different sectors. Nowadays, the prominence of these effects has increased due to human-related reasons. Agriculture is one of the sectors where the most intense effects of climate changes are seen. The purpose of this study is to test the effect of climate on the agricultural sector in Turkey using the ARDL method with data for the period 1990-2020. In the study, the share of agricultural production in gross domestic product (GDP) was used as the dependent variable, and the amount of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions per capita and the earth heat index were used as the independent variables. The data used in the study were obtained from the World Bank database. According to the empirical findings of the study, it was observed that there was a significant and negative relationship between climate change and the agricultural sector in the long and short term. The increase in the amount of CO<sub>2</sub> emissions and the earth's temperature level has a negative impact on agricultural production.

<sup>1</sup> Bu çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalında 2024 bahar döneminde hazırlanmış olan yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

## 1. GİRİŞ

Tarım, toprak ve tohumlardan bitkisel ve hayvansal hammaddelerin üretilmesi ve bu hammaddelerin işlenmesidir (Gürler, 2008). İnsanların beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için doğrudan doğruya doğadan yararlandıkları bu faaliyet, günümüzde de küresel ekonominin temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Ancak, tarım sadece gıda üretimi ile sınırlı kalmayıp, biyoçeşitliliği koruma, iklim değişikliği ile mücadele, kırsal kalkınma ve sosyo-ekonomik dengeleri sağlama gibi birçok önemli işlevi de yerine getirmektedir.

İnsanların gıda, tekstil, ilaç, yakıt ve birçok endüstriyel ürünün hammaddesi tarım sektörü sayesinde sağlanmaktadır. Aynı zamanda tarım, ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli bir parçası olarak da görülür. Besin maddeleri ve diğer ürünlerin üretimi yanında tarımın bir diğer amacı da ekonomik kazanç sağlayarak toplumun gıda güvenliği ve refah seviyesinin artmasını sağlamaktır (Güler, 2008:1).

Gürler (2008) göre, ekonomiler için en önemli sektörlerin başında tarım gelmektedir. Nüfusun varlığı için tarım sektörünün hayati öneme sahip oluşu ekonomileri bu sektöre mecbur kılmaktadır. İkamesinin olmayışı sektörün önemini daha da arttırmaktadır. Nüfus artışı, kentleşme, iklim değişikliği gibi faktörler tarımı daha da kritik hale getirmekte ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının önemini vurgulamaktadır. Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların korunması, verimliliğin artırılması ve çiftçilerin refahının sağlanması açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Günümüzde, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri hem bilim insanlarının hem de politika yapıcılarının dikkatini çeken bir konudur. İklim şartlarında yaşanan kriz, dünya genelinde tarımsal üretim sistemlerini tehdit eden ve gıda güvenliğini büyük ölçüde etkileyen bir faktör haline gelmiştir. Bu etkilerin anlaşılması ve iklim değişikliğiyle başa çıkma stratejilerinin geliştirilmesi, tarımın geleceği açısından hayati öneme sahiptir (Pretty, 2008).

Ülkelerin gelişmesi ve kalkınması büyük ölçüde sanayileşme ile gerçekleşmektedir. Ekonomik kalkınma sürecinde tarım sektörü ile sanayi sektörü arasında yakından bir bağ ve ilişki söz konusudur. Gelişmiş ülkeler sınıfında bulunan ülkelere bakıldığında ilk önce tarım sektörünün geliştiği ve arkasından tarım sektöründeki gelirlerin, sanayi sektörüne aktarılacak şekilde gelişme sağlandığı görülmektedir (Doğan vd. 2015).

Tarım sektörü, iklim şartlarına doğrudan bağlı olarak varlığını sürdürür. Günümüzün ise en büyük tehditleri arasında Küresel iklim krizi gelmektedir. Küresel iklim krizi, dünya çapında artan sıcaklık, iklim değişikliği, ekstrem hava olayları, deniz seviyesi yükselmesi ve çevresel dengenin bozulması gibi etkilerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan ve insanlığın karşı karşıya olduğu büyük çaplı bir çevresel, ekonomik ve sosyal krizi ifade eder. Bu kriz, insan faaliyetlerinin neden olduğu sera gazlarının atmosferde birikmesi ve gezegenin sıcaklığının artmasıyla tetiklenmiştir.

İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri, bir dizi fiziksel ve biyolojik süreç aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Artan sıcaklık, değişen yağış rejimleri, artan kuraklık ve aşırı hava olayları gibi faktörler, tarımsal üretimde önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bunlar, bitki büyüme süreçlerini, su kaynaklarını, toprak sağlığını ve zararlıların yayılmasını etkileyen faktörlerdir.

Özellikle, kuraklık ve sel gibi aşırı hava olayları, tarım arazilerini ve su kaynaklarını doğrudan etkileyerek ürün verimliliği üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, artan sıcaklık ve nem seviyeleri, bazı bitki ve hayvan türlerinin adaptasyon yeteneklerini sınırlamaktadır. Bu da tarımsal üretimde istikrarsızlık ve belirsizliklere yol açmaktadır (Garnett vd. 2013).

Burke vd.'ye (2015) göre, iklim krizine bağlı olarak değişen yağış rejimleri ve sıcaklık değişiklikleri ile ortaya çıkan kuraklık ya da aşırı yağışlar, tarım sektörüne dolayısıyla tarımsal verimliliğe doğrudan etki etmektedir. Bu değişimler bitki kalitesine zarar vermekle kalmayıp, aynı zamanda toprak kalitesini de etkilemektedir. Bunun yanında, Hahn vd. (2016), Dell vd. (2012), Anderson (2010), iklim değişiklikleri ile sıcaklık, nem, su dengelerindeki bozulmalar neticesinde ortaya çıkan hastalıklar ve zararlı haşerelerin, bitkilere zarar vermekle birlikte, ürün kalitesi ve verimliliğini de etkilediğini ifade etmektedir. Bu tespitler doğrultusunda iklim krizi, tarımsal istikrara engel olmakta ve gıda güvenliği üzerinde tehdit oluşturmaktadır.

Anderson'a (2010) göre, iklim krizinin tarım sektörü üzerindeki etkileri, sadece tarımsal üretim ve gıda güvenliği açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik kalkınma ve toplumsal refah açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadelede tarımın rolü, sadece tarımsal üretim süreçlerini iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği de sağlamak üzerine odaklanmalıdır.

Bu bağlamda çalışmada, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkisi ekonometrik olarak test edilecektir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de, iklimin, tarım sektörü üzerinde olan etkisinin, 1990-2020 yılları arası verileri ile ARDL yöntemi kullanarak test edilmesidir. Çalışmada tarım sektörünün parametresi olarak, tarımsal üretimin gayrisafı yurtiçi hasıla (GSYİH) içerisindeki payı, iklim değişikliğinin parametresi olarak, kişi başına düşen karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınım miktarı ve yeryüzü ısı endeksi verileri kullanılmıştır. Çalışmanın devamında elde edilen ampirik bulgulara yer verilecek devamında literatür taranacak ve daha önce konuyla ilgili yapılan çalışmalar özetlenecektir.

## 2.LİTERATÜR

İlgili literatürde, iklim krizi ile tarım sektörü arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar hem Türkiye hem de farklı ülkeler için oldukça fazladır. Bu çalışmalarda, CO<sub>2</sub> ve yeryüzü ısı endeksi verilerinin yanında çeşitli değişkenlerin de kullanıldığı görülmektedir. İklim krizinin etkileriyle birlikte, son yıllarda ilgili çalışmalarda artış olduğu gözlenmiştir. Literatür incelendiğinde, çalışmalarda elde edilen sonuçlar, kullanılan değişken ve döneme göre farklılık gösterse de, iklim krizinin tarım sektörü üzerinde olumsuz bir etkisinin olduğunu söyleyenler çoğunluktadır.

Tablo 1’de iklim krizinin tarım sektörüne etkilerini inceleyen çalışmalar özetlenmiştir.

**Tablo 1.** İklim Krizi ve Tarımsal Üretim İlişkisine Yönelik Literatür Özeti

YIL YAZARLAR	DÖNEM VE DEĞİŞKENLER	YÖNTEM	SONUÇ
(2004) Liu vd.	(1985-1991) İklim değişikliği ve tarımsal gelir	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Sonbahar mevsiminde iklim değişikliğinin tarımsal geliri pozitif yönde etkilediği, ilkbahar mevsiminde ise iklim değişikliğinin tarımsal geliri negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2005) Deressa vd.	(1977-1998) Sıcaklık ve şeker kamışı üretimi	Panel Veri Analizi	Sıcaklıkların kış aylarında şeker kamışı üretimine negatif, yaz mevsiminde ise pozitif etkisi olduğu tespit edilmiştir.
(2007) Mano ve Nhemachena	(-) Sıcaklık, yağış miktarı ve tarımsal hasıla	Ricardian Kesitsel Yaklaşımı	Sıcaklık ve yağışların tarımsal hasıla üzerinde olumsuz yönde etkileri olduğu tespit edilmiştir.
(2007) Jain	(1988-2004) Sıcaklık, yağış miktarı, net tarımsal gelir	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Sıcaklık artışı, net tarımsal geliri olumsuz yönde, yağış artışı ise olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2010) Brown vd.	(1961-2003) Yağış miktarı, sıcaklık ve tarım sektörünün GSYİH’deki payı	Panel Veri Analizi	Yağış miktarındaki artışın tarımı pozitif etkilediği, sıcaklık artışının ise negatif etkilediği tespit edilmiştir.
(2012) Malua ve Lambi	(2002-2003) Yağış miktarı, sıcaklık ve tarımsal üretim miktarı	Ricardian Kesitsel Yaklaşımı	Yağış miktarındaki azalmalar ve sıcaklık artışları tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2012) Ekrem	(1972-2009) Yağış miktarı, sıcaklık ve tarım sektörünün GSYİH içerisindeki payı	Panel Veri Analizi	Yağış miktarındaki artış GSYİH’da tarımın payını pozitif, sıcaklık artışının ise negatif etkilediği tespit edilmiştir.
(2012) Lee vd.	(1998-2007) Sıcaklık, yağış miktarı ve tarımsal üretim miktarı	Panel Veri Analizi	Sıcaklık düşüşlerinin tarımsal üretimi olumsuz etkilediği, yağış miktarındaki artışların olumlu etkilediği tespit edilmiştir.
(2012) Akram	(1972-2009) Tarım sektörünün GSYİH içerisindeki payı, yağış miktarı ve sıcaklık	Panel Veri Analizi	Yağış miktarındaki artışın tarım sektörünün GSYİH içindeki payını pozitif, sıcaklık artışının ise negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2012) Dell vd.	(1950-2003) Sıcaklık ve tarımsal üretim miktarı	Panel Veri Regresyon Analizi	Sıcaklık artışlarının tarımsal üretim üzerinde negatif bir etkiye neden olduğu tespit edilmiştir.

(2012) Van Passel vd.	(2007) Sıcaklık, yağış ve tarımsal gelir	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Sıcaklığın tarımsal geliri yaz ve kış mevsimlerinde negatif, ilk bahar ve son bahar mevsimlerinde pozitif yönde etkilediği, buna karşın yağışın tarımsal gelir üzerindeki etkisinin tam tersi yönde olduğu tespit edilmiştir.
(2013) <u>Roberts</u> vd.	(-) CO <sub>2</sub> , sıcaklık ve tarımsal hasıla	Panel Veri Analizi	CO <sub>2</sub> salınımı tarımsal hasılayı negatif etkilemektedir. Bunun yanında, sıcaklığın yaz ve kış aylarında hasıla üzerindeki etkisi değişmektedir.
(2013) Alam	(1971-2011) Tarım verimi, ekonomik büyüme ve CO <sub>2</sub> salınımı	ARDL Sınır Testi	Tarım verimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki, CO <sub>2</sub> salınımı ve ekonomik büyüme arasında negatif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.
(2013) Barnwal ve Kotani	(1971-2004) Hektar başına pirinç verimi, sıcaklık ve yağış	Zaman Serisi ve Kantil Regresyon Analizi	Yaz mevsiminde yağış ve sıcaklık, hektar başına pirinç ürünün getirisini pozitif yönde etkilediği, sonbahar mevsiminde ise yağış ve sıcaklık, hektar başına pirinç ürünün getirisi üzerinde herhangi bir değişiklik meydana getirmediği tespit edilmiştir.
(2013) Dasgupta	(1971-2002) İklim değişikliği (yağış ve sıcaklık), mısır ve pirinç üretim miktarı	Panel Veri Kantil Regresyon Analizi	İklim değişikliği, (yağış ve sıcaklık) mısır ve pirinç üretim miktarını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir
(2013) Başoğlu ve Telatar	(1973-2011) Yağış miktarı, sıcaklık ve GSYİH içerisinde tarım sektörünün payı	Regresyon Analizi	Yağış miktarındaki artışın tarım sektörünün GSYH payını olumlu yönde etkilediği, sıcaklık artışının ise olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2014) Kumar	(1980- 2009) Yağış, sıcaklık ve şeker kamışı üretimi	Panel Veri Analizi	Yaz mevsiminde yağışların şeker kamışı üretimine olumlu etki yaptığı, kış aylarında ise olumsuz etki yaptığı belirlenmiş bunun yanında, sıcaklığın şeker kamışı üzerinde negatif etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.
(2016) Bayraç ve Doğan	(1980-2013) CO <sub>2</sub> emisyon miktarı, tarımın GSYİH içerisindeki payı, sıcaklık ve yağış	ARDL Sınır Testi	Yağış miktarının tarım sektörünün GSYİH payına pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu, CO <sub>2</sub> emisyon miktarının anlamlı ve negatif etkiye sahip olduğu, sıcaklık değişimlerinin anlamlı ve negatif etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.
(2017) Wang ve vd.	(1960-2010) İklim değişikliği, aşırı hava olayları ve tarımsal verimlilik	Skolastik Sınır Yaklaşımı	İklim değişikliği ve aşırı hava olaylarının tarımsal verimlilik üzerinde belirleyici bir rol oynadığı tespit edilmiştir.
(2017) Ali vd.	(1989-2015) İklim değişikliği (minimum ve maksimum sıcaklık, yağış, bağıl nem, güneş ışığı), gıda bitkileri (buğday, mısır, şeker kamışı) üretimi	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi, Heterodastisite ve Otokorelasyon Yöntemi	Minimum sıcaklığı bütün ürünler üzerinde pozitif etkiye, maksimum sıcaklığın ise buğday üretimini olumsuz yönde etkilediği ayrıca buğday dışındaki tüm ürünlerde yağışların olumsuz etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.
(2017) Dumrul vd.	(1961-2013) Yağış miktarı, sıcaklık, Tarımsal GSYİH	ARDL Sınır Testi	Yağış miktarındaki artışın tarımsal GSYİH'yı olumlu, sıcaklık artışının ise olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

(2018) Hayaloğlu	(1990-2016) Tarımsal üretim miktarı, ekonomik büyüme ve CO2 emisyon verileri	Regresyon Analizi	CO2 salınımindaki artışın tarımsal üretimi ve ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2019) <u>Praveen ve Sharma</u>	(1967–2016) Isı, yağış ve tarımsal üretim	ARDL Sınır Testi	Isı ve yağış miktarındaki artış tarımsal üretimi negatif etkilemektedir.
(2020) Keane ve Neal	(1950-2015) Sıcaklık, yağış, mısır üretim miktarı	Panel Veri Analizi	Sıcaklık mısır üretimini negatif etkilerken, yağış miktarı pozitif etkilemektedir.
(2020) Tun Oo vd.	(-) Sıcaklık, yağış miktarı ve net tarımsal gelir	Ricardian Yaklaşımı	İklim değişikliğine bağlı sıcaklık ve yağış değişimlerinin net tarımsal geliri olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.
(2021) Malhi vd.	(1998-2020) CO <sup>2</sup> salınımı, sıcaklık ve tarımsal üretim miktarı	PRISMA (Sistemik Meta- Analiz için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri)	CO <sup>2</sup> ve sıcaklık seviyesindeki artış tarımsal üretimi negatif etkilemektedir.

Tablo 1'e göre, Roberts vd. (2013), Alam (2013), Hayaloğlu (2018), Malhi vd. (2021) çalışmalarında farklı yöntemler kullanılarak, CO<sub>2</sub> salınımının tarımsal üretim üzerinde olumsuz bir etki yarattığı sonucuna varmışlardır.

Diğer yandan Brown vd. (2010), Malua ve Lambi (2012), Başoğlu ve Telatar (2013), Tun Oo vd. (2020) ise çalışmalarında yine farklı yöntemler yardımıyla elde ettikleri sonuçlarda sıcaklık artışlarının tarımsal üretimi olumsuz etkilediğini söylemektedir.

Liu vd. (2004), Deressa vd. (2005), Van Passel vd. (2012), Barnwal ve Kotani (2013), Kumar (2014) ise çalışmaları sonucunda iklimin tarımsal üretim üzerindeki etkilerinin mevsimlere göre değişiklik gösterdiğini ifade etmektedir. Keane ve Neal (2020) ise, çalışmasında yağış miktarındaki artışın tarımsal üretimi arttırdığı sonucuna varmıştır.

### 3. AMPİRİK ANALİZ

#### 3.1. Veri Seti ve Model

Bu çalışmada, 1990-2020 dönemi yıllık verileri kullanılarak, iklim krizinin tarımsal üretime etkisinin olup olmadığı test edilmiştir. Bu amaç için, iklim değişikliğinin göstergelerinden olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyon miktarı ve yeryüzü ısı endeksi bağımsız değişkenler, tarımsal üretim miktarının göstergelerinden biri olan, tarımsal üretimin gayri safi hasıladaki yüzdesel payı ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmada, çevresel faktörler ve tarımsal üretimin ekonomik yapı üzerindeki etkileri, özellikle CO<sub>2</sub> ve ısı ile tarımsal üretimin gayri safi yurtiçi hasıladaki payı arasındaki ilişkiyi anlamak üzere incelenmiştir. Tablo 3.1'de analizde kullanılan değişkenlere ait bilgilere yer verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Ekonometrik Testlerde Kullanılacak Zaman Serilerinin Tanıtımı

Zaman Serisi	Testteki Adı	Dönemi	Alındığı Kaynak
<b>Tarımın Gayrisafi Yurtiçi Hasıladaki Payı</b>	Tarım	1990-2020	Dünya Bankası
<b>Karbondioksit salınım miktarı</b>	CO <sub>2</sub>	1990-2020	Dünya Bankası
<b>Yeryüzü Isı Endeksi</b>	Isı	1990-2020	Dünya Bankası

<https://databank.worldbank.org/>

Bu çerçevede çalışmada tahmin edilecek model şu şekilde tanımlanmıştır:

$$Tarım_t = \beta_0 + \beta_1 CO_2 + \beta_2 Isı + u_t \quad (1)$$

Model'de kullanılan;  $\beta_0$  sabit terimi,  $\beta_1$  ve  $\beta_2$  kullanılan bağımsız değişkenlerin katsayılarını,  $u_t$  hata terimini göstermektedir.

### 3.2.Yöntem

Çalışmada tercih edilen yöntemlerin gerekliliğinden kaynaklı olarak zaman serilerinin bazı varsayımları sağlaması gerekmektedir. Bu kapsamda öncelikle durağanlığa dair testler yapılmış ardından analizlere geçilmiştir. İlk olarak serilerin durağanlık dereceleri Genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller: ADF) testiyle araştırılmıştır.

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığının incelenmesi zaman serileri analizinin temel inceleme alanıdır. Ancak değişkenler arasındaki ilişki bazı durumlarda sahte çıkabilmektedir. Bir regresyonda, değişkenler arasındaki ilişkinin sahte olup olmaması kullanılan değişkenlerin durağanlığı ile yakın ilişki içindedir.

Zaman serilerinde yapılan analizlerde, serilerin durağan olmadığı durumlarda, değişkenler arasında güvenilir olmayan sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle çalışmanın bu kısmında serilerin durağanlık özelliklerinin test edilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden; Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) (1979) testi kullanılmıştır. Bu testin sonucunda DF istatistikleri MacKinnon kritik değerleriyle karşılaştırılarak; Sıfır hipotezi ( $H_0: \gamma = 0$ ), alternatif hipoteze karşı ( $H_1: \gamma \neq 0$ ) test edilir.

Sıfır hipotezi serinin durağan olmadığı durumu, diğer bir ifade ile serinin birim köke sahip olduğunu ifade eder.. Alternatif hipotez ise serinin durağan olduğu durumu ifade etmekte ve serinin birim köke sahip olmadığı durumu yansıtmaktadır.

Söz konusu test üç regresyon denklemine bağlı olarak gerçekleştirilir (Dickey ve Fuller, 1979):

#### 1.Yalın hali

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + u_t$$

#### 2.Sabit terimli:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + u$$

#### 3.Sabit terimli ve trendli:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \gamma Y_{t-1} + u_t$$

Bir zaman serisinin durağan olabilmesi için ortalaması ile varyansının zaman içinde değişmemesi ve iki dönem arasındaki kovaryansının, bu kovaryansın hesaplandığı döneme değil, yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı olması gerekir (Gujarati, 1999: 713). Durağan olmayan zaman serileriyle tahmin edilen modellerde, sahte regresyon sorunuyla karşılaşılması sebebiyle (Granger ve Newbold, 1974) elde edilen sonuçlar, gerçek ilişkiyi yansıtmamaktadır. Böyle bir durumda t ve F sinama sonuçları geçerliliğini yitirir. Bu sebeple, durağan olmayan zaman serileriyle yapılan regresyon analizlerinin anlamlı olabilmesi ve gerçek ilişkileri yansıtabilmesi için bu zaman serileri arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin olması gerekmektedir (Gujarati, 1999: 725, 726).

Çalışmada, ADF birim kök testinin ardından değişkenler arasındaki ilişki, ARDL sınır testi yöntemiyle ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. ARDL sınır testi yaklaşımı, Engle-Granger (1987), Johansen (1988) ve Johansen-Juselius (1990) tarafından geliştirilen eş-bütünleşme yöntemleriyle karşılaştırıldığında, daha kullanışlı olduğu kabul edilmektedir. Söz konusu yöntemlerde analize dâhil edilen serilerin düzeyde birim kökünün olması ve farkı alındığında aynı dereceden bütünleşmeleri gerekmektedir. Dolayısıyla serilerden birinin ya da bir kısmının düzeyde durağan olması eş-bütünleşme ilişkisini araştırılmaz kılmaktadır. Buna karşın, ARDL sınır testi yönteminde ise böyle bir sınırlama yoktur. Serilerin durağanlık düzeylerinin farklı olması, eş-bütünleşme ilişkisinin test edilebilmesine engel olmamaktadır. Bunun yanında, ARDL sınır testi yaklaşımı düşük sayıda gözlem içeren verilerle de model tahminini mümkün kılmaktadır (Narayan ve Narayan, 2004: 25).

Literatüre bakıldığında, birçok makroekonomik değişkenin düzey değerlerinde durağan olmadığı görülmektedir. Eğer ki, serilerin arasında bir eş-bütünleşme ilişkisi söz konusuysa, yani seriler uzun dönemde beraber hareket ediyorsa, düzey değerleriyle yapılacak analizde bir sahte regresyon problemi ile karşılaşılması mümkün değildir (Pesaran vd. 2001:290; Gujarati, 1999). Ancak, uzun dönemde birlikte hareket eden değişkenlerin bazen denge ilişkisinden saptığı görülebilir (Enders, 1996:151). Bu, eş-bütünleşmiş değişkenlerin temel bir özelliğidir. Ayrıca bu durumun kısa dönem dinamiği üzerinde belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. Bu süreçle ortaya çıkan dinamik model, hata düzeltme modeli olarak adlandırılır (Enders, 1995: 365).

ARDL sınır testi, uzun ve kısa dönemde değişkenler arasında bir ilişkinin varlığının tespit edilmesinde kullanılır. Sınır testi yönteminin uygulanabilmesi için öncelikle kısıtlanmamış bir hata düzeltme modeli kurulur. Çalışmamıza uyarlanmış hata düzeltme modeli şu şekildedir:

$$\Delta LNTARIM_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \Delta LNTARIM_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} \Delta LNCO_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{3i} \Delta LNISI_{t-i} + a_{4i} LNTARIM_{t-1} + a_{5i} LNCO_{t-1} + a_{6i} LNISI_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Bu modelde,  $m$ ; uygun gecikme uzunluğunu,  $\Delta$  fark operatörünü,  $u_t$  hata terimini, tarım; tarımsal üretimin GSYİH içerisindeki % payını,  $ısı$ ; yeryüzü ısı endeksini,  $CO_2$  ise, karbondioksit salınım miktarını ifade etmektedir. ARDL sınır testinde ilk olarak, değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı test edilir. Eğer ki, eş-bütünleşme ilişkisi var ise, uzun ve kısa dönem ilişkilerinin tahminine geçilir.

Modelin kurulmasının ardından değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin kontrol edilmesi amacıyla test aşamasına geçilmiştir. ARDL sınır testi yaklaşımında, değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin testi sıfır hipotezi ile yapılmaktadır. Eş-bütünleşme ilişkisi için hipotezler şu şekilde tanımlanır:

$H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = \gamma_5 = \gamma_6 = 0$  (Eş-bütünleşme ilişkisinin olmadığı durum)

$H_1: \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq \gamma_3 \neq \gamma_4 \neq \gamma_5 \neq \gamma_6 \neq 0$  (Eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu durum)

Sıfır hipotezinin kabul edilmesi ya da reddi F testi yardımıyla belirlenmektedir. Hesaplanan F istatistik değeri, Pesaran vd.'deki (2001) tabloda yer alan alt ve üst kritik değerleri ile karşılaştırılmıştır. Öncelikle, seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisi olmadığı durumda, hesaplanan F istatistik değeri, alt kritik değerinin altında bir değerdir. İkinci olarak, hesaplanan F istatistik değerinin alt ve üst kritik değer arasında çıkması kesin bir yorum yapılmasının mümkün olmadığı durumu ifade eder, yani kararsız kalmaktadır. Böyle bir durumda, ilişki diğer eş-bütünleşme yöntemleri ile test edilmelidir. Son olarak, seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisi olduğuna karar verilmesi, hesaplanan F istatistik değerinin tablo üst kritik değerinden büyük olması ile sağlanmaktadır. Bu kararın ardından uzun dönem analizine geçilir. Bu çalışmada uyarlanmış uzun dönem ARDL modeli şu şekilde tanımlanmıştır:

$$\ln TARIM_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \ln TARIM_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} \ln CO_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{3i} ISI_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Uzun dönem ilişkisinin tespit edilmesinin ardından modelin güvenilirliğinin testi için diagnostik testlere geçiş yapılır. Bu testler sonucunda modelin güvenilirliğinin tespit edilmesinin ardından CUSUM ve CUSUM Kare testleri ile modelde yapısal bir kırılmanın varlığı test edilir. ARDL sınır testinde son olarak, kısa dönem analizinde hata düzeltme terimi modele eklenerek, eş-bütünleşik olan seriler arasında olası sapmaların kaç dönem sonrasında yok olacağına bakılır. Teoride hata düzeltme teriminin katsayısının negatif olması beklenir. Çalışmamıza uyarlanan kısa dönem modeli şu şekilde tanımlanmıştır:

$$\Delta LNTARIM_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \Delta LNTARIM_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{2i} \Delta LNCO_{t-i} + \sum_{i=0}^m a_{3i} \Delta LNISI_{t-i} + a_{4i} ECM_{t-1} + u_t \quad (4)$$

Denklem 4'te eklenen  $ECM_{t-1}$  hata düzeltme terimini ifade etmektedir.

### 3.3. Ampirik Bulgular

#### 3.3.1. ADF birim kök testi

Bu çalışmada, belirtildiği üzere Dickey-Fuller (DF-1979) testi kullanılarak değişkenlerin durağanlıkları analiz edilmiş ve sonuçları Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.3.** ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF Test	Prob.	Kritik Değerler		
			%1	%5	%10
Tarım	-1.483539(0)	0.5280	-3.670170	-2.963972	-2.621007
$\Delta$ Tarım	-4.629226(0)	0.0009	-3.670170	-2.963972	-2.621007
Isı	-4.330606(5)	0.0019	-3.670170	-2.963972	-2.621007
$CO_2$	-0.826488(0)	0.7969	-3.670170	-2.963972	-2.621007
$\Delta CO_2$	-5.908915(0)	0.0000	-3.670170	-2.963972	-2.621007

**Not:** Tablodaki “ $\Delta$ ” sembolü düzey değerinde durağan olmayıp birinci dereceden farkları alınarak durağan hale getirilen serileri göstermektedir. Parantez içinde verilen değerler ise, ADF testi için optimum gecikme uzunluğunu ifade etmektedir.

Tablo 3.3'te yer verilen ADF test sonuçlarına bakıldığında; Isı değişkeninin düzey değerinde durağan olduğu, diğer değişkenlerin ise durağan olmadığı görülmektedir. Bu sebeple, diğer değişkenlerin birinci dereceden farkları alınarak durağan hale getirilmiştir. Sonuç olarak, Isı serilerinin I(0), diğer serilerin I(1) olduğu tespit edilmiştir.

Buna göre, analizde kullanılacak serilerden Tarım ve CO<sub>2</sub> serileri, düzey değerlerde birinci farkı alındığında durağan, Isı serisinin ise düzey değerinde durağan olması nedeniyle, serilerin eş-bütünleşme analizinin Engle-Granger veya Johansen eş bütünleşme yöntemleriyle yapılmasını mümkün kılmamaktadır. Çünkü, Engle-Granger ve Johansen eş-bütünleşme yöntemlerinde bütün serilerin düzeyde birim kökünün olması ve farkı alındığında aynı dereceden bütünleşmeleri gerekmektedir. Öte yandan, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen sınır testi yaklaşımında ise, durağanlık derecelerinin farklı olmasına rağmen, seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin test edilmesi mümkündür.

### 3.3.2. Optimum gecikme uzunluğu

Tablo 3.4'te yer alan bilgiler doğrultusunda, en küçük Schwarz Bilgi kriteri (SIC) değeri esas alınarak ARDL (1,0,1) modeli tahmin edilmiştir. Bu modelin, tanısal test sonuçlarının sunulduğu Tablo 3.7'ye göre etkin ve sonuçlarının uygun olduğu değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.4:** Optimum Gecikme Uzunluğu (ARDL Modeli)

Model	LogL	AIC	SIC*	HQ	Adj.R-sq	Specification
99	33.022811	-2.075764	-1.835794	-2.004408	0.934470	ARDL (1,0,1)
89	35.862209	-2.137941	-1.801984	-2.038044	0.941590	ARDL (1,2,1)
100	30.773087	-1.983192	-1.791216	-1.926107	0.925953	ARDL (1,0,0)

### 3.3.3. ARDL sınır testi

ADF birim kök testi ve gecikme uzunluğunun tespitinin ardından ARDL sınır testine geçiş yapılmıştır. Buna göre, H<sub>0</sub> hipotezini test etmek amacıyla, hesaplanan F istatistik değeri, Pesaran vd.'den (2001) alınan kritik değerler ile Tablo 3.5'te karşılaştırılmıştır. Bu kritik değerler iki bağımsız değişken için %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyi için verilmiştir.

**Tablo 3.5:** ARDL Sınır Testi Sonuçları

Tahmin Edilen Model	TARIM=f(CO <sub>2</sub> , Isı)	
F-istatistiği	4.29	
Optimum Gecikme Uzunluklar	(1,0,1)	
Anlamlılık Düzeyi	Kritik Değerler	
	Alt Sınır	Üst Sınır
%1	4.13	5
%5	3.10	3.87
%10	<b>2.63</b>	<b>3.35</b>

Tablo 3.5'e bakıldığında, hesaplanan F istatistik değerinin 4.29 olduğu tespit edilmiştir. Kritik değerler ise Pesaran vd. (2001)'de %5 anlamlılık düzeyi için alt sınır 3.10, üst sınır 3.87, %10 anlamlılık düzeyi için alt sınır 2.63, üst sınır 3,35 olarak verilmiştir. Dolayısıyla, hesaplanan F istatistiğinin %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için üst sınırdan büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilerek değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olduğu kararına varılmıştır. Bu sebeple, eş-bütünleşme ilişkisinin olduğunun tespit edilmesinin ardından değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkilerinin tahmin edilmesi sürecine geçilmiştir.

### 3.3.4. Uzun dönem analizi

Uzun dönem tahmin sonuçlarının yer aldığı Tablo 3.6'a bakıldığında, değişkenlerin olasılık değerlerinin 0.05'ten küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, değişkenlerin istatistiki olarak anlamlı ve yorumlanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.



**Tablo 3.6:** Uzun Dönem Katsayıları

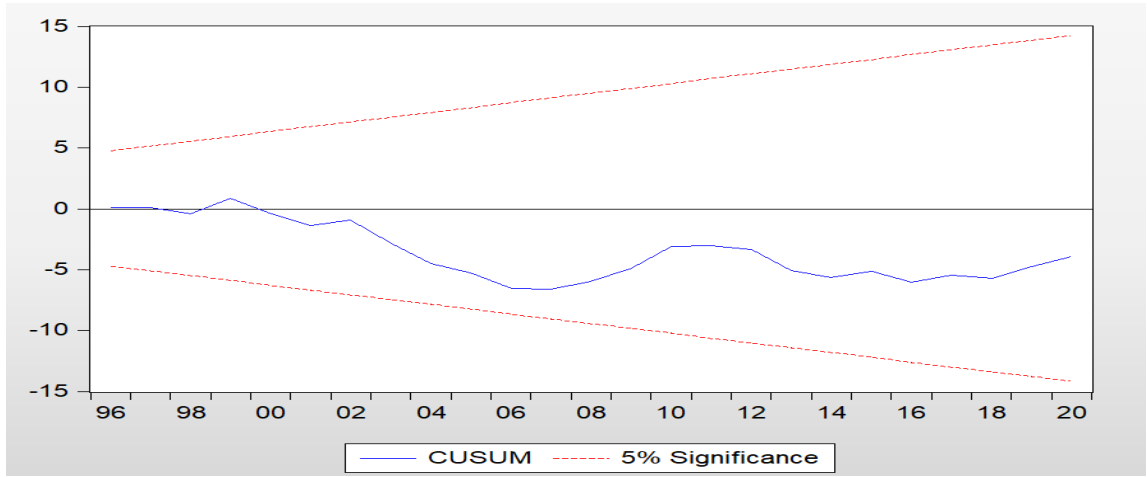
Değişkenler	Kat Sayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
LCO <sub>2</sub>	-1.255222	0.221223	-5.674000	0.0000
Isı	-1.242280	0.581182	-2.137506	0.0425
C	-3.921103	0.288736	13.58022	0.0000

Karbondiyoksit ve yeryüzü ısı seviyesindeki %1'lik bir artış tarımsal üretim miktarını sırasıyla %1.25 ve %1.24 azalttığı görülmektedir. Karbondiyoksit salınımı ve yeryüzü ısı seviyesinin, tarımsal üretim için oldukça önemli olan iklim koşullarını doğrudan etkilediği göz önüne alındığında, elde edilen sonuçlar teorik beklentilerimizle uyumludur. Bu açıdan bakıldığında, elde ettiğimiz sonuçlar, Dell vd. (2012), Alam (2013), Dasgupta (2013), Bayraç ve Doğan'ın (2016) çalışmalarında elde ettikleri bulgular ile uyum sağlamaktadır.

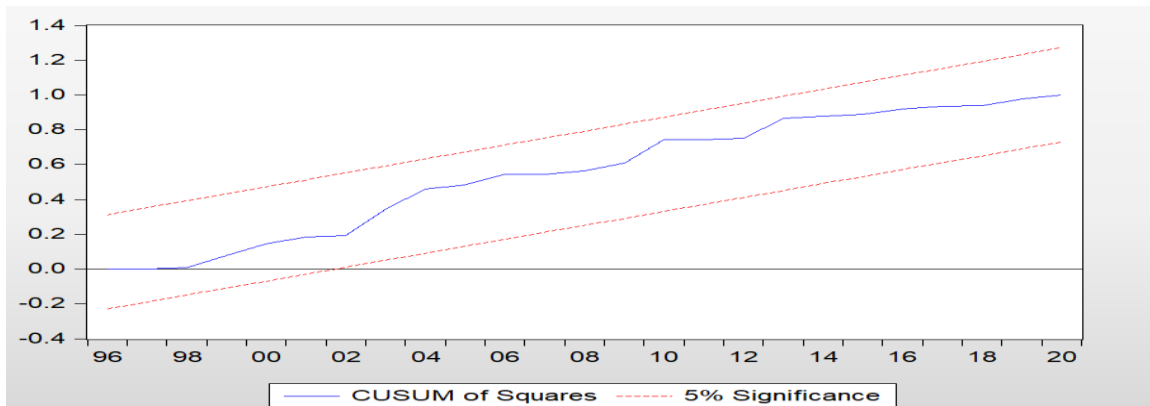
### 3.3.5. CUSUM ve CUSUM kare testi

Tahmin edilen modelde yapısal bir kırılmanın varlığının test edilmesi amacıyla, Brown, Durbin ve Evans (1975) tarafından geliştirilmiş olan CUSUM ve CUSUM Kare testlerine yer verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

**Şekil 3.1:** CUSUM Test Sonuçları



**Şekil 3.2:** CUSUM Kare Test Sonuçları



Sonuçlara bakıldığında, yapılan testlere ilişkin %5 anlamlılık düzeyinde belirlenen aralıkta oldukları için herhangi bir yapısal kırılmanın söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla değişkenlere ait serilerin istikrarlı olduğunu söylemek mümkündür.

### 3.3.6. Tanısal istatistikler

Tahmin edilen modelin uzun dönemde güvenilirliğini arttırmak için ilave testler yapılmış ve Tablo 3.7’de sonuçlarına yer verilmiştir.

**Tablo 3.7:** Tanısal Test Sonuçları

Tanısal Testler	İstatistikler
R <sup>2</sup>	0.956383
Düzeltilmiş R <sup>2</sup>	0.947296
F-istatistiği	105.2493
F-olasılığı	0.000000
Durbin-Watson	1.691988
Ramsey Reset	0.4088
Breusch-Godfrey LM	0.7392
Breusch-Pegan-Godfrey	0.9692
Histogram-Normality Test	0.546599

Tabloya göre, uzun dönem modelinin anlamlı olduğunu ve model kurma hatası (Ramsey Reset Test), Otokorelasyon Sorunu (Breusch-Godfrey LM Testi) değişen varyans sorunu (Breusch-Pegan-Godfrey) olmadığına karar verilmiştir. Ayrıca modelin değişkenleri uzun dönemde tarımsal üretimde meydana gelen değişimin %95’ini açıklamaktadır. Elde edilen istatistiksel kanıtlar (ya da bulgular) modelin etkin ve kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

### 3.3.7. Hata düzeltme modeli (Kısa dönem analizi)

Çalışmanın kısa dönem analiz sonuçlarına Tablo 3.8’de yer verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, hata terimi katsayısının beklentimizle uyumlu olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bulunan katsayının negatif olması modelin çalıştığını göstermektedir. Hata düzeltme katsayısı dikkate alındığında, uzun dönemde beraber hareket eden değişkenler arasındaki sapmalar, her dönem 0.32’si ortadan kalkmakta ve yaklaşık olarak 3.1 dönem sonra dengeye gelmektedir.

Sonuçlara göre, yeryüzü ısı seviyesi uzun dönemde olduğu gibi kısa dönemde de tarımsal üretimi negatif yönde etkilemektedir. Buna ek olarak, modelin değişkenleri kısa dönemde tarımsal üretimde oluşan değişimin %32’sini açıklamaktadır.

**Tablo 3.8:** Hata Düzeltme Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-İstatistiği	Olasılık
D(ISI)	-0.129532	0.097589	-1.327322	0.1964
ECM (-1)	-0.323413	0.073764	-4.384424	0.0002
<b>R<sup>2</sup>: 0.32</b>	<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup>:0.29</b>			

Bu çalışmanın bulguları, Mano ve Nhemachena (2007), Roberts vd. (2013), Praveen ve Sharma (2019), Malhi vd’nin (2021) bulgularıyla uyumludur. Deressa vd. (2005), Van Passel vd. (2012), Roberts vd. (2013), Barnwal ve Kotani (2013) ısı değişkeninin tarımsal üretim üzerinde etkilerinin mevsimlere ve ürün çeşidine göre değişiklik gösterdiği sonucuna varmıştır. Bunun yanında, Akram (2012), Lee vd. (2012), Jain (2007), Keane ve Neal’ın (2020) çalışmaları, CO<sub>2</sub> salınım miktarının tarımsal üretimi negatif etkilediği konusunda çalışmamızın bulgularıyla uyurken, ısı seviyesindeki artışın çalışmamızın aksine, tarımsal üretimi olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Çalışmamızda literatüre iklim şartlarının tarımsal üretim üzerindeki doğrudan etkisinin ortaya konulması ve iklimdeki değişimlerin tarımsal üretim üzerinde bir tehdit oluşturduğunun tespit edilmesi açısından önemli bir katkı sunduğu düşünülmektedir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, çevresel faktörler ve tarımsal üretimin ekonomik yapı üzerindeki etkileri, özellikle CO<sub>2</sub> ve ısı ile tarımsal üretimin gayri safi yurtiçi hasıladaki payı arasındaki ilişki 1990-2020 dönemi yıllık verileri kullanılarak değişkenler arasında uzun ve kısa dönem ilişkisinin varlığının tespit edilmesi bağlamında ARDL sınır testi yöntemiyle test edilmiştir.

İnsan yaşamının devamı için hayati öneme sahip olan tarım sektörü, besin ihtiyacının karşılanmasında stratejik değere sahiptir. İnsanlığın modernleşme tarihinde farklı zamanlarda dönüşümler ve değişimler yaşanmıştır. Bunlar arasında tarım sektöründeki dönüşüm belirleyici olmuştur. Günümüzde halen bu değişimin devam ettiği konusu unutulmaması gereken bir gerçektir. Sürekli gelişen teknoloji diğer sektörler gibi tarımda da zaman içerisinde değişimlere yol açmış ve modern tarım yöntemleri sayesinde refah düzeyinde gözle görülür iyileşmeler gerçekleşmiştir.

Günümüzün en önemli sorunlarının başında iklim krizi gelmektedir. İklim değişikliği tüm canlı ekosistemini etkilemektedir. İklim değişikliğinin en büyük sebebi insan faktörüdür. Bunun yanında bu değişimden en çok etkilenenin de insan olduğu görülmektedir. Çalışmada ele alınan konu, iklim krizinin tarımsal üretime etkisinin olup olmadığı ve ortaya konulabilecek çözüm önerilerinin neler olduğudur. Çalışmada elde edilen ampirik sonuçları şu şekilde yorumlamak mümkündür: Karbondioksit salınım miktarındaki %1'lik artış tarımsal üretimi %1.25 azaltırken bunun yanında, yeryüzü ısı seviyesindeki %1'lik artış tarımsal üretimi %1.24 azaltmaktadır. Çalışmanın modeli, uzun dönemde tarımsal üretimde meydana gelen değişimi %95 oranında açıklamaktadır. Ayrıca, değişkenler arası sapmaların 0.32'si her dönem ortadan kalkmakta ve yaklaşık 3.1 dönem sonra denge bulmaktadır. Elde ettiğimiz ampirik bulgular, Dell vd. (2012), Alam (2013), Dasgupta (2013), Bayraç ve Doğan'ın (2016), Mano ve Nhemachena (2007), Roberts vd. (2013), Praveen ve Sharma (2019), Malhi vd'nin (2021) çalışmalarında elde ettikleri bulgular ile uyum sağlamaktadır. Buna karşın, Deressa vd. (2005), Van Passel vd. (2012), Roberts vd. (2013), Barnwal ve Kotani (2013) ısı değişkeninin tarımsal üretim üzerinde etkilerinin mevsimlere ve ürün çeşidine göre değişiklik gösterdiği sonucuna varmıştır. Bunun yanında, Akram (2012), Lee vd. (2012), Jain (2007), Keane ve Neal'ın (2020) çalışmaları, CO<sub>2</sub> salınım miktarının tarımsal üretimi negatif etkilediği konusunda çalışmamızın bulgularıyla uyurken, ısı seviyesindeki artışın çalışmamızın aksine, tarımsal üretimi olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Bu kapsamda, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. İklimdeki değişimler tarımsal üretim ve tarım sektörü girdileri üzerinde baskı yaratmaktadır. Böylelikle iklim krizi, gıda güvenliğini ve besin ihtiyacının karşılanmasını tehlikeye sokmaktadır. İklim krizinin etkisinin gelecek yıllarda daha da artacağı düşünülmektedir. Bu sebeple, iklimsel koşulların tarımsal üretim üzerinde etkilerinin en aza indirilmesi, kullanılan girdilerin en verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılması oldukça önemlidir. İklim krizinin tarım üzerinde olan olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi, iklimdeki değişimin durmasına ya da tarımın, doğal iklim koşullarından etkilenmesinin önüne geçilmesine bağlıdır. Bu durum düşünüldüğünde, iklim değişikliğinin önüne geçilmesi biyo-çeşitlilik ve yaşanabilir bir dünya için önemli olmasına karşın artık hem zor hem de uzun yıllar gerektiren bir süreçtir. Diğer yandan doğal iklim koşullarının tarımı etkilememesinin sağlanması hem daha kolay hem de daha gerçekçi bir tercih olacaktır.

Tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması besin ihtiyacı için önemli olduğu kadar, tarımın iklim krizinin nedenleri arasında olması açısından da önemlidir. Tarımsal üretim sonucunda oluşan emisyon miktarı en aza indirilmeli ve bilinçsiz kaynak kullanımının önüne geçilmelidir.

Bu durumların sağlanabilmesinde, teknolojinin gelmiş olduğu nokta dikkate alındığında, çözüm olarak, akıllı teknolojilerin tarıma entegre edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada, tarım için kısıtlı iklim koşullarına sahip olan, Tarım 4.0 modeli ile üretim yapan ülkeler incelenmiş ve olumlu sonuçlar olduğu görülmüştür. Bununla beraber tarım kaynaklı emisyonların azaldığı ve kaynakların daha verimli kullanıldığı da görülmektedir. Bu sonuçlar, Tarım 4.0 modelinin, doğal iklim koşullarından bağımsız tarımsal üretimin sağlanabileceği ve tarım sektörünün iklim değişikliğine olan katkılarının azaltılabileceği görüşümüzü destekler niteliktedir.

## KAYNAKÇA

- Adam H. Sobel, S. M. (2016). Potentially extreme population displacement and concentration in the tropics under non-extreme warming. *Scientific reports*, 6(1).
- Ahmad Safuan Bujang, B. A. (2019). Agriculture 4.0: Data-Driven Approach to Galvanize Malaysia's Agro-Food Sector Development. *FFTC Agriculture Policy Platform*.
- Akalın, M. (2014). İklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkileri: Bu etkileri gidermeye yönelik uyum ve azaltım stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), s. 351-377.
- Akram, N. (2013). Is climate change hindering economic growth of Asian economies?. *Asia-Pacific Development Journal*, 19(2), 1-18.
- Aliza Fleischer, I. L. (tarih yok). Climate change, irrigation, and Israeli agriculture: Will warming be harmful? *Ecological economics*, 65(3), s. 508-515.
- Alpar, C. (1988). Dünya ekonomisi ve uluslararası ekonomik kuruluşlar: gelişmekte olan ülkeler yönünden değerlendirme. *Evrin*.
- Ana De Castro, M. J.-G. (2012). Airborne multi-spectral imagery for mapping cruciferous weeds in cereal and legume crops. *Precision Agriculture*, 13, s. 302-321.
- Anderson, K. (2010). Globalization's effects on world agricultural trade, 1960–2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554).
- Andre Bigano, J. M. (2006). Predicting tourism flows under climate change: An editorial comment on Gössling and Hall . *Climatic Change*, s. 175-180.
- Angus Bowmaker-Falconer, F. M. (2018). The future of the western cape agricultural sector in the context of the 4th industrial revolution. *Synthesis Report*, 1.
- Ann B Stahl, D. R. (1989). *Foraging and farming: the evolution of plant exploitation*. London: Unwin Hyman.
- Ateşoğlu, A., & Arıkan , T. B. (2019). Konya Kapalı Havzası Orman, Mera ve Tarım Alanlarının Değerlendirilmesi. 21(3), s. 821-832.
- Başkanlığı, T. C. (2019). Onbirinci Kalkınma Planı.
- Barnwal, P., & Kotani, K. (2013). Climatic impacts across agricultural crop yield distributions: An application of quantile regression on rice crops in Andhra Pradesh, India. *Ecological Economics*, 87, 95-109.
- Bayar, R. (2018). Arazi Kullanım Açısından Türkiye'de Tarım Alanlarının Değişimi. 2(187).
- BAYRAÇ, H., & Dogan, E. (2016). Impacts of climate change on agriculture sector in Turkey. *Eskisehir Osmangazi Üniversitesi İibf Dergisi-Eskisehir Osmangazi University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 11(1).
- Bayramoğlu, Z. (2010). Tarımsal Verimlilik ve Önemi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 24(3), s. 52-61.
- Begümhan Turgut, N. A. (2022). Dördüncü sanayi devrimi ve tarımdaki değişimler. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(4), s. 122-128.
- Benek, S. (2006). ŞANLIURFA İLİNİN TARIMSAL YAPISI, SORUNLARI ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), s. 67-91.
- Benjamin K. Sovacool, M. H. (2014). Global energy justice. *Cambridge University Press*.
- Benjamin K.Sovacool, I. M. (2016). Energy access, poverty, and development: the governance of small-scale renewable energy in developing Asia. *Routledge*.
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 37(2), 149-163.
- Bocquet Appel, J. P. (2011). *The agricultural demographic transition during and after the agriculture inventions*. (54 b., Cilt 4). Current Anthropology.
- Boserup, E. (2014). *The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure*. Routledge.
- Bozoğlu, M., Başer, U., Eroğlu, N. A., & Topuz, B. K. (2019). İklim Değişikliğinin Türk Tarımına Etkileri. 3(97).
- Burak Ozdogan, A. G. (2017). Digital agriculture practices in the context of agriculture 4.0. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 4(2), s. 186-193.
- Burke M, S. M. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, s. 235-239.

- Bushra Praven, P. S. (2020). Climate change and its impacts on Indian agriculture: An econometric analysis. *Journal of Public Affairs*, 20(1).
- Canan Fisun Abay, E. O. (2005). Türkiye’de tarım politikalarında değişim. *VI. Türkiye Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi Sonuç Bildirgesi*.
- Carolyn Opio, P. J. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains—A global life cycle assessment. *Food and agriculture organization of the United Nations*.
- Celina Bellard, C. B. (2012). *Impacts of climate change on the future of biodiversity* (Cilt 15).
- CEMA. (2017). 2020 tarihinde Digital Farming: What does it Really Mean.: [http://cemaagri.org/sites/default/files/CEMA\\_Digital%20Farming%20-](http://cemaagri.org/sites/default/files/CEMA_Digital%20Farming%20-) adresinden alındı
- Change, I. P. (2019). "Land: An IPCC Special Report on Climate Change. *Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*.
- Christopher B Field, V. R. (2014). Climate change 2014—Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects. *Cambridge University Press*.
- Clark, G. (2018). *Too much revolution: Agriculture in the industrial revolution, 1700–1860*. In *The british industrial revolution*. Too much revolution: Agriculture in the industrial revolution, 1700–1860. In *The british industrial revolution*.
- Clifford H. Koger, D. R. (2003). Detecting late-season weed infestations in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, s. 696-704.
- Clive WJ Granger, P. N. (1974). *Spurious regressions in econometrics* (2 b., Cilt 2). *Journal of econometrics*.
- Cynthia Rosenzweig, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(9).
- Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim Durumu ve Etkin Su Kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*(1), s. 87-95.
- Danielle Abraham, T. N. (2019). How Israel became a world leader in agriculture and water. *The Tony Blair Institute for Global Change*.
- Dasgupta, R. (2013). Ingassing, storage, and outgassing of terrestrial carbon through geologic time. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 75(1), 183-229.
- David Christian Rose, J. C. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
- Deepak K. Ray, P. C. (2019). Climate change has likely already affected global food production. *PloS one*, 14(5).
- Dellal, I., & Ünüvar, F. (2019). İklim değişikliğinin Türkiye'nin gıda arzına etkisi. *J. Environ Prot. Ecol*, 20(2), s. 692-700.
- Dell, M., B. F. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), s. 66-95.
- Deran, A. (2005). Meyve Bahçelerinde Maliyetlerin Muhasebe Kuramı Çerçevesinde . *GÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi*.
- Deressa, A. (2005). Exploring the link between exchange market pressure and monetary Policy in Ethiopia. *Ethiopian Journal of Economics*, 14(2), 33-53.
- Diamond, J. (1987). The Worst Mistake in the History of the human race.
- Dickey, D., Fuller, A. (1979) Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*. 427-431
- Doğan, Z., S. A. (2015). Türkiye’de tarım sektörünün iktisadi gelişimi ve sorunları: tarihsel bir bakış. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), s. 29-41.
- Easton, M. G. (2014). Oxford Big Ideas. Geography 10: Australian Curriculum. *Oxford University Press*.
- Ege, H. (2011). Tarım Sektörünün Ekonomideki Yeri ve Önemi. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tegebakış*.
- (2021). *Elektrik Piyasası 2020 yılı Piyasa Gelişim Raporu*. Ankara: Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu.
- Emin Işıklı, C. A. (1992). Destekleme uygulamalarının tarımsal yapıya etkisi. *Tarım Haftası*.
- Enders, W. (1996). RATS Handbook for Econometric Time Series. *John Wiley & Sons, Inc*.
- Enders, W. (2008). Applied econometric time series. *John Wiley & Sons*.

- Erdoğan, M. (2020). Türkiye'de Tarım Politikaları ve Arayışlar. *İNSAMER (İHH İnsani ve Sosyal Araştırmalar Merkezi)*.
- Fatih Saygılı, A. K. (2019). TÜRK TARIMININ GLOBAL ENTEGRASYONU VE TARIM 4.0. *İzmir Ticaret Borsası Dergisi*.
- Franco da Silveira, F. H. (2021). An overview of agriculture 4.0 development: Systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Computers and electronics in agriculture*.
- Franz Xaver Perrez. (2020). The role of the United Nations Environment Assembly in emerging issues of international environmental law. *Sustainability*, 12(14).
- Gaurvendra Singh, R. S. (2019). A bibliometric analysis on Agriculture 4.0. *NOLEGEIN-Journal of Operations Research & Management* 2.2, 2(2), s. 6-13.
- Girma Megersa, J. A. (2015). Irrigation system in Israel: A review. *International Journal of water resources and environmental engineering*, 7(3).
- Giulia Vilone, L. L. (2021). Notions of explainability and evaluation approaches for explainable artificial intelligence. *Information Fusion*, s. 89-106.
- Gujerati, D. N. (1999). *Temel ekonometr*. (Ü. Ş. Şenesen, Çev.) İstanbul: Literatür Yayınları.
- Gurdeep Singh Malhi, M. K. (2021). Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: A Review. *Sustainability*, 13(3).
- Gürler, A. Z. (2008). Tarım Ekonomisi. *Nobel Yayın ve Dağıtım*.
- Hans Joachim Schellnhuber, S. R. (2016). Why the right climate target was agreed in Paris. *Nature Climate Change*, 6(7), s. 649-653.
- Hans Poertner, D. R.-D. (2019). The ocean and cryosphere in a changing climate. *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*.
- Hahn, U., A. J. (2016). Public reception of climate science: Coherence, reliability, and independence. *Topics in cognitive science*, s. 180-195.
- Ho, S. P.-S. (1968). Agricultural transformation under colonialism: the case of Taiwan. *The Journal of Economic History*, 28(3).
- Hsien-Tang Tsai, J. T.-P.-J. (2014). Consumers' acceptance model for Taiwan agriculture and food traceability system. *The Anthropologist*, 17(3).
- Hudson, B. D. (1994). Soil organic matter and available water capacity. *Journal of soil and water conservation*, 49(2), s. 189-194.
- İlker Ünal, M. T. (2013). Tarımsal Üretim Uygulamalarında Bulut Hesaplama (Cloud Computing) Teknolojisi. *Akademik Bilişim Konferansı-AB*, s. 23-25.
- Jain, R. (2007). Institutional and individual investor preferences for dividends and share repurchases. *Journal of Economics and Business*, 59(5), 406-429.
- Johan Rockström, A. P. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, s. 472-475.
- Johan Swinen, R. K. (2019). Value chain innovations for technology transfer in developing and emerging economies: Conceptual issues, typology, and policy implications. *Food Policy*, s. 298-309.
- John R Porter, A. C. (2014). Food security and food production systems. *Cambridge University Press*, s. 485-533.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.
- Jui-Hsiung Chuang, J.-H. W.-C. (2020). Farmers' Knowledge, Attitude, and Adoption of Smart Agriculture Technology in Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19).
- K. Venkataramana, P. M. (2012). A design of framework for AGRI-CLOUD. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 5, s. 1-6.
- Kahraman, H. (2017). *Endüstri 4.0'la Birlikte Gelen Akıllı Tarım*. Endüstri 4.0: <https://www.endustri40.com/endustri-4-0-la-birlikte-gelen-akilli-tarim> adresinden alındı
- Karakayalı, H. (2003). Türkiye ekonomisinin yapısal değişim. *Güleç Matbaacılık*.
- Karaman, K. (2018). TARIM-GIDA POLİTİKALARI BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE GIDA GÜVENCESİ. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 65, s. 115-133.
- Karl Gunnar Persson, P. S. (2015). *An economic history of Europe*. Cambridge University Press.

- Keane, M., & Neal, T. (2020). Climate change and US agriculture: Accounting for multidimensional slope heterogeneity in panel data. *Quantitative Economics*, 11(4), 1391-1429.
- Konstantinos G.Arvanitis, E. G. (2020). Agriculture 4.0: The role of innovative smart technologies towards sustainable farm management. *The Open Agriculture Journal*, 14(1).
- Korthals Altes, T. L. (2024). Reterritorialisation of agricultural activities in land-use and food planning: comparing the Netherlands and France. *European Planning Studies*.
- Kumar, A. (2014). Climate Change and Sugarcane Productivity in India: An Econometric Analysis. *Journal of Social and Development Sciences*, 5(2).
- Laurens Klerkx, B. v. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic*.
- Laurens Klerkx, E. J. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen journal of life sciences*.
- Malhi, Y., Jucker, T., Asner, G. P., Dalponte, M., Brodrick, P. G., Philipson, C. D., Vaughn, N. R., ... & Coomes, D. A. (2018). Estimating aboveground carbon density and its uncertainty in Borneo's structurally complex tropical forests using airborne laser scanning. *Biogeosciences*, 15(12), 3811-3830.
- Marco Springmann, M. C.-D. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, s. 519-525.
- Mario Herrero, P. G. (2011). Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right. *Animal Feed Science and Technology*, s. 779-782.
- Mario Herrero, P. H. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Mark A. Delucchi, M. Z. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies. *Energy policy*, 39(3), s. 1170-1190.
- Mark Z. Jacobson. (2009). Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. *Energy & Environmental Science*, 2(2), s. 148-173.
- Mano, R., & Nhemachena, C. (2007). Assessment of the economic impacts of climate change on agriculture in Zimbabwe: A Ricardian approach. *World Bank Policy Research Working Paper*, (4292).
- McIver, H. (2004). Organic hip: popular picks at health food stores. 66(2), s. 58.
- Michael J. Roberts, W. S. (2013). Agronomic Weather Measures in Econometric Models of Crop Yield with Implications for Climate Change. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2).
- Michael Keane, T. N. (2020). Comparing deep neural network and econometric approaches to predicting the impact of climate change on agricultural yield. *The Econometrics Journal*, 23(3).
- Mohammad Hashem Pesaran, Y. S. (tarih yok). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), s. 289-326.
- Mohd Javaid, A. H. (2022). Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *International Journal of Intelligent Networks*, s. 150-164.
- Mokyr, J. (1988). Is there still life in the pessimist case? consumption during the industrial revolution, 1790—1850. 48(1), s. 69-92.
- Mosen Farhangi, M. E. (2020). High-tech urban agriculture in Amsterdam: An actor network analysis. *Sustainability*, 12(10).
- Mustafa Teke, H. S. (2016). Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan ve Yerden Veri Toplanması İşlenmesi ve Analizi. *TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü*.
- Müge Davran, B. Ö. (2017). Türkiye'de kırsal gençliğin göz önünde bulundurulması ve tasarlanmasının geleceği. *Gençlik Araştırmaları Dergisi*, 5(13), s. 169-199.
- Myles Allen, O. P. (2018). Global warming of 1.5 C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change., *Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*.
- Myles Allen, W. S.-D. (2018). Special report: Global warming of 1.5 C. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*.
- Naci H Bayraç, E. D. (2016). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11(1).

- Necmettin Çepel, C. E. (2002). Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği. *TEMA Yayın*.
- Oded Galor, D. N. (2000). Population, technology, and growth: From Malthusian stagnation to the demographic transition and beyond. *90(4)*, s. 806-828.
- Okan Gaytancıoğlu, H. I. (2003). Gelişmiş ülkelerde tarım piyasalarının organizasyonu. *İstanbul Ticaret Odası Yayın*.
- Olalı, H., & Duymaz, İ. (1987). Tarımın Türk ekonomisindeki yeri ve ekonomik gelişmeye katkısı. *İzmir Ticaret Borsası Dergisi*.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, s. 419-422.
- ÖZ, S. (2020). A book on MTS: Multilateral Trade System. *İstanbul: Hiperyayın*.
- Özkan, Ş. (2014). 2012-2013 yıllarında Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde gelişmekte olan Topraksız tarım ürünlerinin bugünkü durumu ve gelecekle ilgili tahminler. *Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Pareesh Kumar Narayan, S. N. (2005). "Estimating Income and Price Elasticities of imports for Fiji in a Cointegration Framework. *Economic Modelling*, *22(3)*, s. 423-438.
- Parviz Koochafkan, M. A. (2012). Green agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *10(1)*, s. 61-75.
- Pete Smith, M. B. (2014). Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In Climate change 2014: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*, s. 811-922.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, *16(3)*, 289-326.
- Peter Mell, T. G. (2009). The NIST definition of cloud computing, version 15. National Institute of Standards and Technology. *Information Technology Laboratory*.
- Plamen P Angelov, E. S. (2021). Explainable artificial intelligence: an analytical review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *11(5)*.
- Praveen, K. V., Kumar, S., Sharma, D. K., Singh, D. R., Biswas, H., & Sharma, V. (2019). Estimating loss of ecosystem services due to paddy straw burning in North-west India. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *17(2)*, 146-157.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, s. 447-465.
- Rabia Abbasi, P. M. (2022). The digitization of agricultural industry—a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*.
- Rajendra K Pachauri, M. R. (tarih yok). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC*, s. 151.
- Robert E Evenson, D. G. (2003). Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*, *300(5620)*, s. 758-762.
- Roberts, R. C. (2013). *Emotions in the moral life*. Cambridge University Press.
- Roberto Confalonieri, L. C. (2021). A historical perspective of explainable Artificial Intelligence. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *11(1)*.
- Sara Oleiro Araújo, S. (2021). Characterising the Agriculture 4.0 Landscape—Emerging Trends, Challenges and Opportunities. *Agronomy*, *11(4)*.
- Savcı Rothrock, Y. Y. (1999). *Thinning of the Arctic sea-ice cover* (Cilt 23). Geophysical Research Letters.
- Schwab, K. (2019). The Global Competitiveness Report. *World Economic Forum*.
- Silsüpür, S. (2011, Ocak). Tarım Sektörünün Türkiye Ekonomisine Katkısı. 05 10, 2011 tarihinde <http://www.ilgazetesi.com.tr/2011/06/25/tarim-sektorunun-turkiye-ekonomisine-katkisi>. adresinden alındı
- Simmon, E. D. (2017). NIST Cloud Computing Program Supporting the US Cloud Computing Strategy.
- Smith, B. D. (2011). *General patterns of niche construction and the management of 'wild' plant and animal resources by small-scale pre-industrial societies*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences,.
- Solomon M. Hsiang, M. B. (2013). Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science*.
- Sonka, S. (2014). Big data and the ag sector: More than lots of numbers. *International Food and Agribusiness Management Review*, *1*, s. 1-20.



- Stephen Thackeray, P. H. (2016). Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. *Nature*, s. 241-245.
- Stern, N. H. (2007). The economics of climate change: The Stern Review. *Cambridge University Press*.
- Sudduth, K. A. (1999). Engineering technologies for precision farming." International seminar on agricultural mechanization technology for precision farming. *Suwon: Rural Development Admin*, s. 5-27.
- Susanne Becken, J. E. (2007). Tourism and climate change: Risks and opportunities. *Multilingual Matters*, 1.
- Süleyman Türkseven, M. Z. (2016). Tarımda Dijital Dönüşüm; İnsansız Hava Araçları Kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 4, s. 267-271.
- Sylvester, G. (2018). E-agriculture in Action: Blockchain for Agriculture: Opportunities and Challenges. *FAO*.
- Şahin, H. (2000). Türkiye Ekonomisi, Tarihsel Gelişimi-Bugünkü Durumu. *Ezgi Kitabevi*.
- Şule Ercan, R. Ö. (2019). Tarım 4.0 ve Türkiye'de uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi. *Tarım ekonomileri dergisi*, 25(2).
- Garnett, T., A. B. (2013). Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science*, s. 33-34.
- Tarnet. (2020). Akıllı Tarım: <https://www.tarnet.com.tr/blog/nedir/akillitarim/> adresinden alındı
- Tayfun Özkaya, F. I. (2001). Türkiye'de Tarımsal Destekleme Politikaları Dünü-Bugünü-Geleceği. *Türkiye Ziraat Odalar Birliği Yayını*.
- Thirsk, J. (1955). The content and sources of English agrarian history after 1500. *The Agricultural History Review*, 3(2), s. 66-79.
- Tim Wheeler, J. V. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, s. 508-513.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S. (2010, 04). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2).
- Tuna, Y. (1993). Tarımda Verimlilik Artışının Ekonomik Sonuçları: Türkiye İle İlgili Bir Değerlendirme. *Milli Produktivite Merkezi*.
- Tunç, B., & Demirbaş, N. (2022). Gıda Güvencesi Ekseninde Küresel Bir Sorun Olarak Tarımsal Kuraklık: Dünyada ve. *İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Dergisi*.
- Turan, G. G. (1980). Uluslararası para sistemi: dün ve bugün. *Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları*.
- Turan, V., Han, Ş. A., Rahman, M., İkbâl, M., Ramzani, M. A., & Fatıma, M. (2018). Biyokömür ve kitosan ile atık su ile sulanan, ağır metallerle kirlenmiş toprakta ağır metallerin immobilizasyonu ile uyumlu brinjalın üretkenliği ve kalitesinin desteklenmesi. *161*, s. 409-419.
- Türkeş, M. (2020). İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİM VE GIDA GÜVENLİĞİNE ETKİLERİ: BİLİMSEL BİR DEĞERLENDİRME. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), s. 125-149.
- Türkiye İstatistik Kurumu*. (2021).
- Ulrike Ripkke, J. R. (2016). Timescales of transformational climate change adaptation in sub-Saharan African agriculture. *Nature Climate Change*, 6(6), s. 605-609.
- Urban, M. C. (tarih yok). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, s. 571-573.
- Van Passel, S., & Meul, M. (2012). Multilevel and multi-user sustainability assessment of farming systems. *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 170-180.
- Wilfred J. Ethier. (1984). Higher dimensional issues in trade theory. *Handbook of international economics*, s. 131-184.
- Wilfried Thuiller, S. L. (2011). Consequences of climate change on the tree of life in Europe. s. 531-534.
- Will Steffen, K. R. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33).
- William John Ripple, C. W. (2020). World scientists' warning of a climate emergency. *BioScience*, 70(1), s. 8-100.
- (2021). *World Meteorological Organization*.
- Yaman, Z. H. (2009). Türkiye Tarım Ürünleri ve Türkiye Tarımının Avrupa Birliği Sürecinde Yapısal Dönüşümü: Ekonometrik Analiz. *Yüksek Lisans Tezi*.
- Yarkin Akyüz, E. A. (2016). Türkiye'de iklim değişikliği tarım etkileşiminin iki yönüyle incelenmesi. *Uluslararası Katılımlı 2. İklim Değişimi Ve Tarım Etkileşimi Çalıştayı*, s. 120-127.

- Ye Liu, X. M.-M. (2020). From industry 4.0 to agriculture 4.0: Current status, enabling technologies, and research challenges. *IEEE transactions on industrial informatics*, 17(6).
- Zeynel, D. (1983). Osmanlı toprak düzeni ve bu düzenin kökeni. *Uludağ Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), s. 1-27.
- Zhaoyu Zhai, J.-F. M. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture* .