



Alınış tarihi (Received): 27.10.2023

Kabul tarihi (Accepted): 15.12.2023

İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Tarımsal Geliri Üzerindeki Etkisinin Bir ARDL Modeli ile Araştırılması

Abdüssamed DURMUŞ^{1,*}, Gülistan ERDAL¹

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Taşlıçiftlik Kampüsü, Tokat,

*Sorumlu yazar: durmusabdussamed@gmail.com

ÖZET: Bu çalışmada, iklim değişikliğinin Türkiye'deki tarımsal gelir üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Türkiye'de 1990-2021 dönemine ait yıllık zaman serisi analizleri yapılmıştır. Bağımlı değişken olarak tarımsal gayri safi yurtiçi hasıla değerlerini dikkate alan tarımsal gelir kullanılmıştır. Tarımsal gelire etki ettiği düşünülen ve iklim değişikliğini temsil eden değişkenler ise sera gazı emisyonları, ortalama sıcaklık, ortalama yağış olarak belirlenmiştir. Çalışmada serilere yapılan durağanlık testinde farklı düzeylerde durağanlık tespit edilmiştir. Bu nedenle iklim değişikliğinin tarımsal gelir üzerindeki etkisi ARDL modeli ile açıklanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, uzun dönemde sera gazı emisyonları, ortalama sıcaklık, değişkenleri %1 ortalama yağış ise %5 düzeyinde anlamlıdır. Uzun dönem katsayılarına bakıldığında sera gazı emisyonları tarımsal geliri negatif yönde etkilerken ortalama sıcaklık ve ortalama yağışın pozitif bir etki oluşturduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada hata düzeltme katsayısı negatif ve %1 düzeyinde anlamlıdır.

Anahtar Kelimeler- ARDL, İklim değişikliği, Tarımsal gelir, Sera gazı

Investigation of the Impact of Climate Change on Turkey's Agricultural Income with an ARDL Model

ABSTRACT: This study aims to determine the impact of climate change on agricultural income in Turkey. In the study, annual time series analyses for the period 1990-2021 in Turkey were conducted. Agricultural income, which takes into account agricultural gross domestic product values, is used as the dependent variable. The variables that are thought to affect agricultural income and represent climate change are greenhouse gas emissions, average temperature and average precipitation. In the stationarity test performed on the series in the study, stationarity was found at different levels. Therefore, the effect of climate change on agricultural income is explained by ARDL model. According to the results of the analysis, in the long run, greenhouse gas emissions, average temperature and average precipitation are significant at 1% and 5% levels, respectively. The long-run coefficients indicate that greenhouse gas emissions have a negative effect on agricultural income, while average temperature and average precipitation have a positive effect. The error correction coefficient is negative and significant at 1% level.

Keywords- ARDL, Climate Change, Agricultural income, Greenhouse gases

1. Giriş

İklim değişikliğinin pek çok tanımı olmakla beraber, genel bir yaklaşımla; nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler biçiminde tanımlanmaktadır (Türkeş, 1997). Bir başka tanımlamada ise, İklim değişikliği, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik şeklinde ifade edilmektedir. (Arıkan, 2006).

Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) tarafından sunulan verilere göre, 2022'de yıllık ortalama karbondioksit seviyeleri bir kez daha rekor seviyelere ulaşarak 417.1 parça (ppm) olarak kaydedildi. Bu, sanayi öncesi dönemlerden %50 daha fazla ve 2021 seviyelerinden 2.4 ppm daha yüksektir, şimdiye kadar kaydedilen en yüksek miktar olarak kayıtlara geçmiştir.1880'lü yıllardan bu yana sıcaklığın on yılda ortalama 0.08 ila 0.09 derece oranında arttığı ve 1981'den bu yana iki katından fazla bir hızda artış gösterdiği ifade edilmiştir (NOAA, 2023).

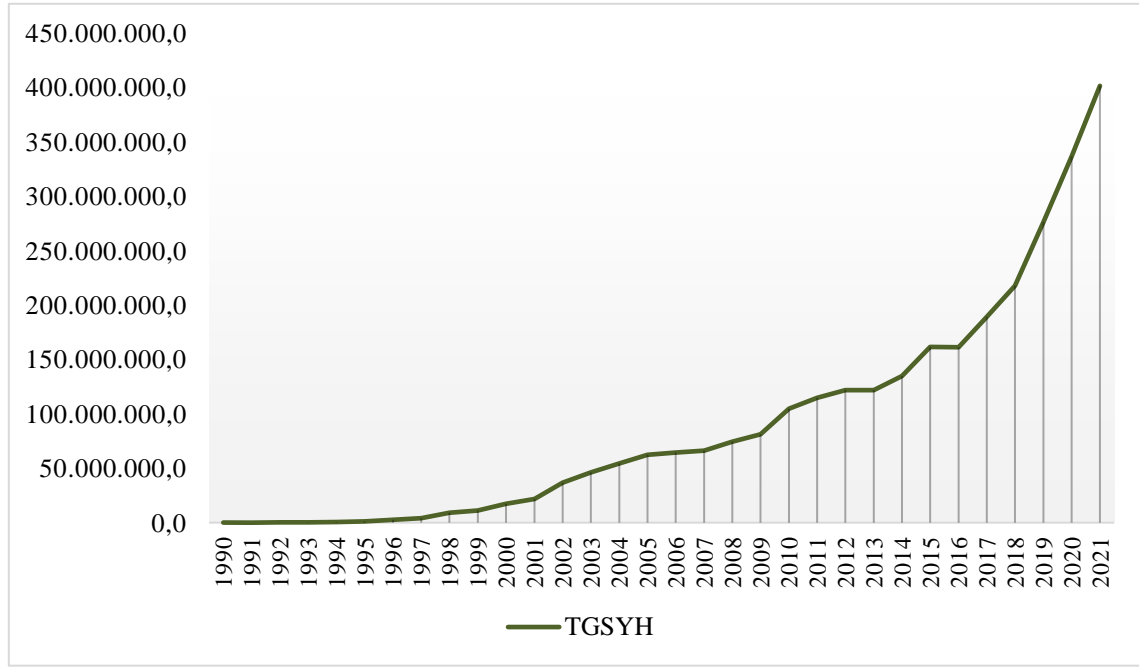
Bunun bir sonucu olarak, aşırı sıcaklıklar Alpler'deki buzulların erimesine ve Orta ve Doğu Asya'da, özellikle Yangtze Nehri havzasında, yıkıcı kuraklıklara ve ekonomik kayıplara yol açtığı belirtilmiştir. Ayrıca, Kuzey Kutbu, son 123 yıl içinde beşinci en sıcak yılını yaşamış ve 2022 yılı Arktik bölgedeki sıcaklık değişimlerinin küresel ortalama dan daha yüksek olduğu dokuzuncu yıl olarak kaydedilmiştir (NOAA, 2023).

Tüm bu veriler, iklim değişikliği ve küresel ısınma konusunda ciddi bir endişe olduğunu ve acil eyleme ihtiyaç olduğunu göstermektedir. İklim değişikliği, karbondioksit emisyonlarını azaltma, sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelme ve doğal kaynakları koruma gibi çeşitli önlemleri gerektirir. Aksi takdirde, gezegendeki sıcaklık artışı ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri artarak devam edecektir.

Bu bilgiler doğrultusunda İklim değişikliği gibi bir durumdan sektörler arasında en fazla etkilenen sektörün tarım sektörü olduğunu söyleyebiliriz. Zira üstü açık fabrika olarak tanımladığımız tarım, doğa koşullarından, sıcaklıktan ve yağış miktarından fazlaca etkilenmektedir. Özellikle verim kaybı, kalite düşüklüğü şeklinde kendini gösteren tarımsal üretim sonuçları doğrudan üreticinin gelirini ve dolaylı olarak da ülke ekonomisini etkilemektedir. Türkiye'de istihdam edilen bireylerin yaklaşık %15,8'ini tarım alanında faaliyet gösterdiği, Gayri Safi Yurtiçi Hasılası'nın %5,5'inin tarım sektörü tarafından sağlandığı ve Türkiye'nin tarım ihracatının toplam ihracatın %13,5'ini oluşturduğu düşünüldüğünde durumun önemi daha da ortaya çıkmaktadır (TÜİK, 2023d;TİM, 2023).

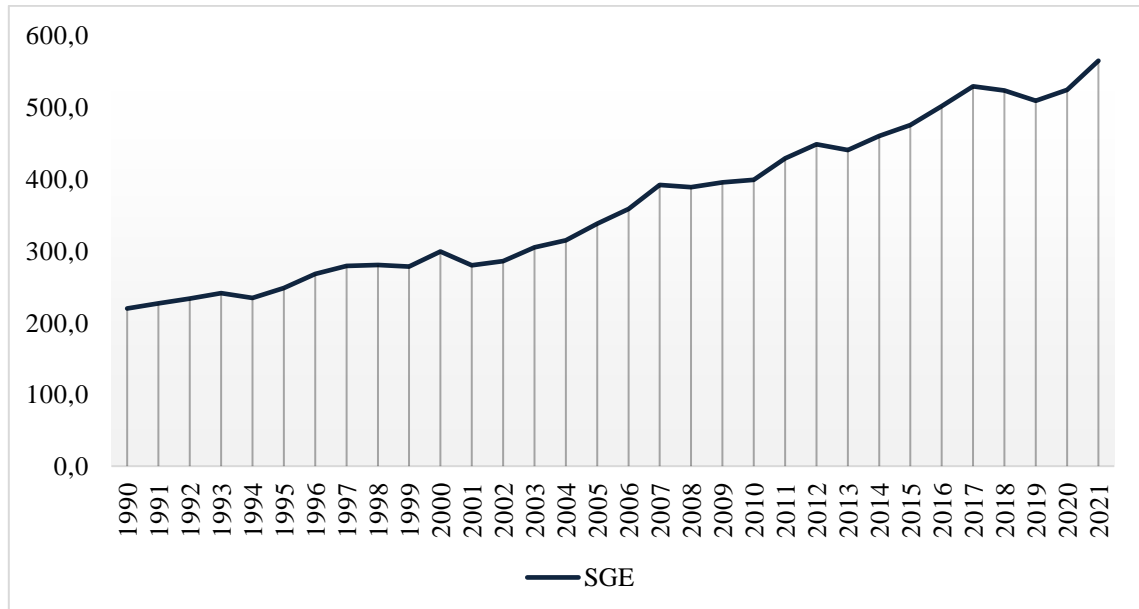
Türkiye'deki iklim değişikliğinin tarım sektörüne olan etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bayraç ve Doğan (2016), 1980-2013 yılları arasındaki veri setini kullanarak tarımsal GSYH ile tarımsal verim, karbondioksit emisyonu, yağış ve sıcaklık miktarı arasındaki ilişkiyi ARDL modeli kullanarak tahmin etmişlerdir. Çalışma sonucunda, tarım veriminin ve yağış miktarlarının tarımsal GSYH üzerinde pozitif bir etki, karbondioksit emisyonunun ise anlamlı ve negatif bir etkisi olduğu bulunmuştur (Bayraç ve Doğan, 2016). Kılıç (2022), 1985-2018 yılları arasında Türkiye'de ki iklim değişikliğinin; nem, yağış, kar örtülü gün sayısı, sıcaklık gibi temel göstergeler bazında incelemiştir. Çalışmada yağış miktarındaki ve nem oranlarındaki değişikliklerin tarımsal GSYH'yi pozitif yönde etkilediği; fakat sıcaklık ve örtülü gün sayısındaki değişikliklerin ise tarımsal GSYH'yi negatif yönde etkilediğini tespit edilmiştir (Kılıç 2022). Hayaloğlu (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise, 1990-2016 yılları arasındaki panel verilerini kullanarak iklim değişikliğinin etkilerini en fazla hisseden 10 ülke üzerinde analiz etmiştir. Araştırma sonuçları, bu ülkelerde iklim değişikliğinin ekonomik büyüme ve tarımsal katma değeri üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğunu göstermektedir (Hayaloğlu, 2018).

Türkiye'nin 1990-2021 yılları arasında gerçekleşen tarımsal GSYH'si Şekil 1'de verilmiştir. Türkiye'nin tarımsal GSYH'si 1990 yılından itibaren büyük bir oranla 2021 yılına kadar arttığı gözlemlenmektedir.



Şekil 1. Türkiye'nin tarımsal GSYH'si (Bin TL, TÜİK, 2023bve c)
Figure 1. Turkey's agricultural GDP (thousand TL)

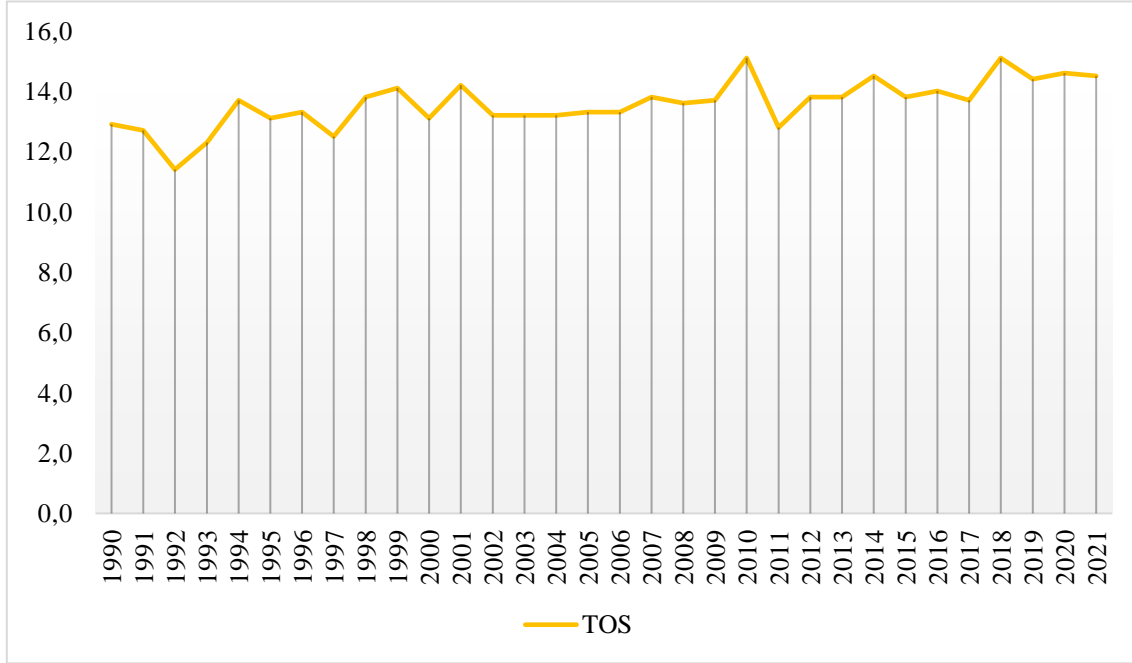
Türkiye'nin 1990-2021 yılları arasında gerçekleşen sera gazı emisyonları Şekil 2'de verilmiştir. Türkiye'deki sera gazı emisyonu 1990'dan 2021'e yılına kadar istikrarlı bir oranda emisyon miktarının arttığı gözlemlenmektedir.



Şekil 2. Türkiye'nin sera gazı emisyonları (Milyon Ton, TÜİK, 2023a)
Figure 2. Turkey's greenhouse gas emissions (Million Tons)

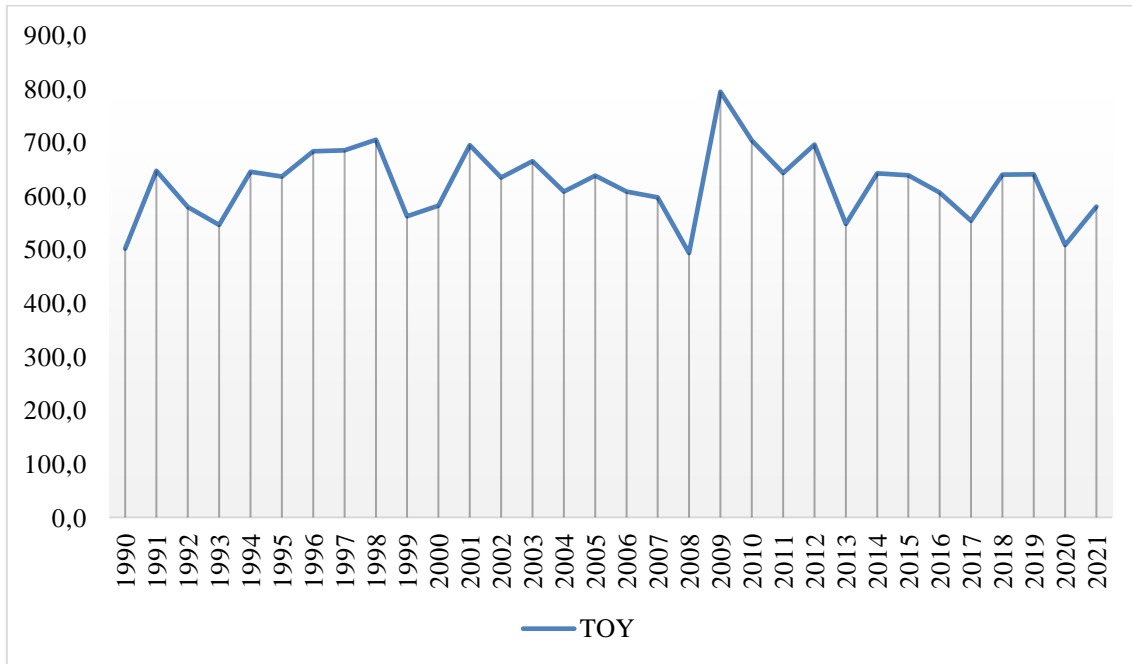
Türkiye'nin 1990-2021 yılları arasında gerçekleşen ortalama sıcaklık miktarı Şekil 3'de ortalama yağış miktarı ise Şekil 4'de verilmiştir. Türkiye'nin ortalama sıcaklığı 1990 yılından 2021 yılına kadar ortalama sıcaklık 1.6 °C artmıştır. Türkiye'nin ortalama yağış

miktarı ise 1990 yılından 2021 yılına kadar afaki bir artış ve azalma olmasa da düzenli olarak artmış ve azalmıştır bu yıllar arasında hiçbir zaman ortalama yağış miktarı 490 mm altına düşmemiştir.



Şekil 3. Türkiye'nin ortalama sıcaklık miktarı (°C, MGM, 2023)

Figure 3. Average temperature in Turkey (°C)



Şekil 4. Türkiye'nin ortalama yağış miktarı (mm, MGM, 2023)

Figure 4. Average precipitation in Turkey (mm)

Bu çalışmada, Türkiye'de 1990-2021 döneminde iklim değişikliğinin tarımsal gelir üzerindeki etkisi sera gazı emisyonları, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış faktörleri açısından ARDL modeli kullanarak tahminler yapılmıştır. Bu seçimler, özellikle sera gazı emisyonlarındaki artışın doğa olaylarını olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklanmaktadır. İklim değişikliğinin en çok etkileyeceği doğa olayları arasında sıcaklık ve yağış ön plandadır; bu da tarım sektöründeki en kritik iki faktör olarak öne çıkmaktadır. Sıcaklık ve yağış miktarındaki dengesizlikler, doğrudan tarım sektörünü etkilemektedir ve bu nedenle çalışmada bu değişkenlerin kullanılması uygun görülmüştür. Bu çalışmayı diğerlerinden ayıran önemli özellikler, zaman periyodu ve seçilen faktörlerin niteliğidir. Ayrıca, sera gazları, sıcaklık ve yağış gibi çeşitli faktörlerin bir araya getirilmesi, çalışmanın kapsamlılığını ve derinliğini artırmaktadır. Araştırmanın sonuçları, iklim değişikliğinin tarımsal gelir üzerindeki etkilerine dair politika yapıcılara ve tarım sektöründeki diğer paydaşlara önemli ve güncel bilgiler sunmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 1990-2021 dönemine ait yıllık veri setlerini kullanarak tarımsal geliri temsil ettiği düşünülen tarımsal GSYH değerleri ile sera gazı emisyonları, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, meteoroloji genel müdürlüğünden (MGM) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanan veriler kullanılmıştır. Çalışmanın temel hedefi, iklim değişikliğinin tarımsal geliri nasıl etkilediğini belirlemek ve bu etkileşimde rol oynayan değişkenleri anlamaktır.

Ekonometrik Analizlerde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tanımları ve veri kaynakları Tablo 1'de verilmiştir. Tarımsal gayri safi yurtiçi hasıla (Bin TL) TGSYH, Sera gazı emisyonları (Milyon Ton) SGE, Türkiye'de ortalama sıcaklık(°C) TOS, Türkiye'de ortalama yağış (mm) TOY şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 1. Analizde kullanılan değişkenlerin tanımı

Table 1. Definition of variables used in the analysis

Değişkenler	Değişkenlerin Tanımı	Veri Kaynağı
TGSYH (Bin tl)	Tarımsal Gayri Safi Yurtiçi Hasıla	TÜİK
SGE (Milyon ton)	Sera Gazı Emisyonu	TÜİK
TOS (°C)	Türkiyede Ortalama Sıcaklık	MGM
TOY (mm)	Türkiyede Ortalama Yağış	MGM

Değişkenlerin birim kök sınaması için 1979 D. Dickey ve W. Fuller tarafından ilk test geliştirilmiştir (Dickey ve Fuller, 1979). Daha sonra bu test aynı kişiler tarafından geliştirilip genişletilerek 1981 yılında Augmented Dickey Fuller (ADF) testi ve 1988 yılında Phillips ve Perron tarafından geliştirilen Phillips-Perron (PP) testleri ile beraber serilerin nasıl bir çeşit trende sahip olduklarını belirlenmektedir (Dickey ve Fuller 1981, Phillips ve Perron 1988).

Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenirken, genellikle 1987 yılında Engle R. F. ve C. W. Granger tarafından geliştirilen Engle-Granger Eşbütünleşme Testi veya 1988 yılında S. Johansen tarafından geliştirilen Johansen Eşbütünleşme Testi tercih edilir (Engle ve Granger, 1987, Johansen, 1988). Ancak, bu testlerin uygulanabilmesi için temel bir önkoşul vardır; değişkenlerin aynı derecede durağan olmaları gerekmektedir. Eğer

değişkenlerden biri veya birkaçı farklı düzeylerde durağanlık gösteriyorsa, bu testlerin kullanılması uygun değildir. Bu gibi durumlarda, alternatif olarak 2001 yılında M. H. Peseran, Y. Shin ve R. J. Smith tarafından geliştirilen ARDL Sınır Testi kullanılabilir. ARDL Sınır Testi, değişkenler arasındaki kısa dönem ilişkileri ve uzun dönem eşbütünleşme ilişkisini tespit etmek için ideal bir seçenektir, çünkü değişkenler farklı durağanlık düzeylerinde bile kullanılabilir.

ARDL Sınır Testi, diğer eşbütünleşme testleri ile kıyaslandığında önemli bir avantaja sahiptir. Bu avantaj, testin hata düzeltme modelinde herhangi bir kısıt içermemesidir. Bu nedenle, ARDL Sınır Testi kullanıldığında elde edilen sonuçlar daha güvenilir ve doğru olma eğilimindedir. Bu test, değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek isteyen araştırmacılar için değerli bir araçtır (Peseran ve ark. 2001).

ARDL modeli, aynı anda modele dahil edilen seriler arasındaki hem kısa vadeli hem de uzun vadeli ilişkiler hakkında bilgi sağlama yeteneğine sahiptir (Belen ve Karamelikli, 2016; Akel ve Gazel, 2014). Kullanılan ARDL modeli, (1) numaralı denklemde verilmiştir.

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \sum_{i=1}^p \alpha_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{3i} X_{t-i} + \mu \quad (1)$$

Ayrıca kısa dönem katsayılarını tahmin etmek için yapılan hata düzeltme modeli ise (2) numaralı denklemde verilmiştir.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_1 EC_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_{3i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^p \alpha_{4i} \Delta X_{t-i} + \mu_t \quad (2)$$

Araştırmanın başlangıcında, tüm veri setlerinin logaritmaları alınmış ve ardından serilerin durağanlık durumunu incelemek için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri yapılmıştır. Daha sonra, tarımsal gayri safi yurt içi hasıla (TGSYH) verisi bağımlı değişken olarak seçilmiş ve diğer değişkenlerin tarımsal gelir üzerindeki etkilerini araştırmak için ARDL yöntemi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Serilerin durağanlıklarının test edildiği birim kök sınaması Tablo 2’de verilmiştir. ADF ve PP testleri, birim kök testi çerçevesinde kullanılmıştır. Bu testlerin sonuçları, serilerin farklı düzeylerde durağan olduğunu ve bu serilerin farklı düzeylerde eşbütünleştiğini ortaya koymaktadır. Bu sebeple, çalışmada farklı eşbütünleşme seviyelerine sahip serilere ARDL sınır testi uygulanarak kısa ve uzun vadeli ilişkilerin tahmin edilebileceği bir yöntem kullanılabilir hale gelmiştir.

Tablo 2. Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Philips ve Perron (PP) birim kök sınaması
Table 2. Augmented Dickey Fuller (ADF) and Philips and Perron (PP) unit root tests

		Değişkenler	ADF	PP	Değişkenler	ADF	PP
Düzey	Sabit	TGSYH	-6.651245***	-5.144804***	TGSYH	-1.120313	-1.690186
		SGE	-0.221486	0.182628	SGE	-5.519373***	-7.295803***
		TOS	-3.400523**	-3.285599**	TOS	-6.947543***	-22.42056***
		TOY	-5.929486***	-5.995892***	TOY	-6.856670***	-19.59905***
	Sabit+Trend	TGSYH	-2.433329	-2.085551	TGSYH	-1.471711	-3.512942*
		SGE	-2.863536	-2.789307	SGE	-5.409801***	-7.104852***
		TOS	-5.975197***	-6.061611***	TOS	-6.847584***	-21.74127***
		TOY	-5.915867***	-6.276053***	TOY	-6.885492***	-31.74290***

*, %10, **, %5 ve ***, %1 düzeylerinde anlamlılıklarını göstermektedir.

Modelde uygun gecikme sayısı, Schwarz Kriteri (SC) bilgi kriterine göre en fazla 4 gecikme olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Hannan-Quinn Kriteri (HQ) ve Akaike Bilgi Kriteri (AIC) de Tablo 7'da sunulmuştur.

Eşbütünleşme testine ait sonuçlara Tablo 3'te yer verilmiştir. Eşbütünleşme testi sonuçlarına göre hesaplanan F istatistiği değeri (11.45873) bulunmuştur. Hesaplanan F istatistiği, çizelgedeki kritik sınır değerleri ile karşılaştırıldığında %1 anlamlılık düzeyindedir. Üst sınır değerinden 6.36'dan büyük olduğu için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, uzun vadede kullanılan tarımsal gelir, sera gazı emisyonları, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış arasında anlamlı bir ilişkinin olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 3. Eşbütünleşme testi sonuçları (F Bound Test)

Table 3. Cointegration test results (F Bound Test)

Test istatistiği	Değeri	K
F- istatistiği Değeri	11.45873	3
Kritik Sınır Değerleri		
Önem Düzeyi	Alt sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
%10	3.47	4.45
%5	4.01	5.07
%2.5	4.52	5.62
%1	5.17	6.36

Tablo 4'de ARDL (3,4,4,1) modelinin uygun olup olmadığına bakmak için yapılmış olan test sınamaları verilmiştir. Çalışmada değişen varyans, ve otokorelasyon modelin istikrarlı olup olmadığına bakmak için Heteroskedasticity Test:ARCH Değişen Varyans Testi, Breusch-Godfrey LM Otokorelasyon ve Jarque-Bera normallik testleri yapılmıştır. Bulunan tanısal test sonuçlarına bakıldığında, Heteroskedasticity Test:ARCH Değişen Varyans Testi sonucunda değişen varyans sorunun bulunmadığı ve Breusch-Godfrey LM testi sonucunda otokorelasyon olmadığı, Jarque-Bera normallik testine göre serilerin normal dağıldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre modelin çalışma için uygun olduğu kanısına varılmıştır.

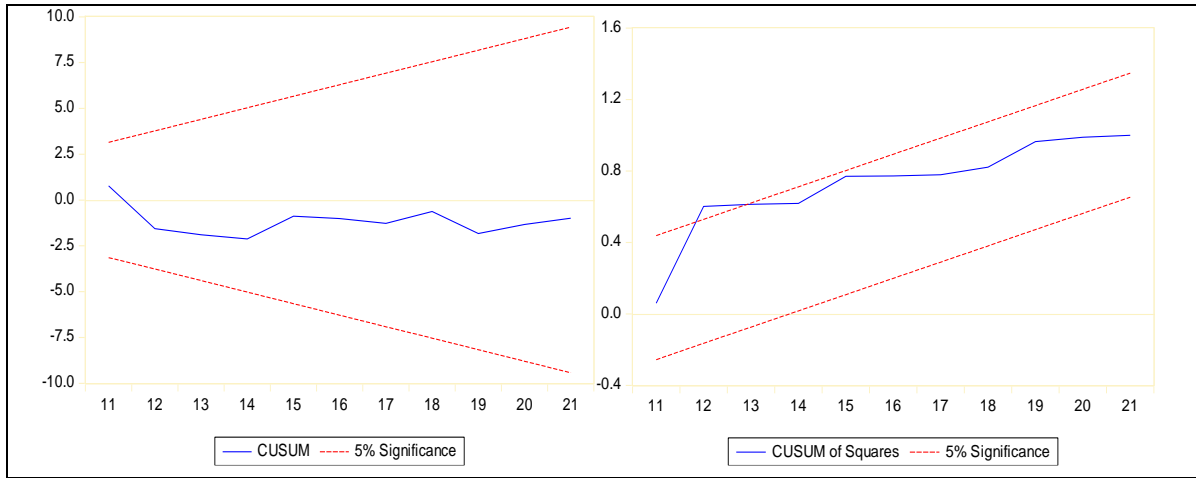
Tablo 4. Modelin geçerliliği için yapılmış olan tanısal test sonuçları

Table 4. Diagnostic test results for the validity of the model

Heteroskedasticity Test:ARCH Değişen Varyans Testi		
Gecikme Uzunlukları (3,4,4,1)	F-Test İstatistiği 0.035877	Olasılık Değeri 0.8513
Normallik Testi		
Gecikme Uzunlukları (3,4,4,1)	Jarque-Bera 1.817504	Olasılık Değeri 0.403027
Breusch-Godfrey (LM) Otokorelasyon Testi		
Gecikme Uzunlukları (3,4,4,1)	LM-Test İstatistiği 1.685933	Olasılık Değeri 0.2389

İlgili test grafikleri Şekil 5'de sunulmuştur. Cusum testine göre değerlerin %5 kritik değer aralığında bulunduğu, Cusum Of Aquares testinde ise sadece 2012 yılına ilişkin küçük bir taşmanın olduğu görülmektedir. Bu nedenle sonuçları teyit edebilmek için Chow testine de bakılmıştır. Tablo 5'de sunulan test sonucuna göre söz konusu dönemde 2012 yılında

herhangi bir yapısal kırılmanın olmadığı söylenebilir. Dolayısıyla uzun dönem parametrelerinin istikrarlı olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 5. Cusum Test ve Cusum Of Aquares Test
Figure 5. Cusum Test and Cusum Of Aquares Test

Tablo 5. Chow Testi Sonuçları

Table 5. Chow Test Results

Kestirim Dönemi	F-istatistiği	Olasılık Değeri
2012-2021	1.099315	0.4125

Tablo 6. ARDL (3,4,4,1) uzun dönem katsayıları

Table 6. ARDL (3,4,4,1) long run coefficients

Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	P. Değeri
SGE	-9.861477	1.747176	-5.644238	0.0002
TOS	25.02169	3.371937	7.420568	0.0000
TOY	1.782824	0.770757	2.313081	0.0411
EC = TGSYH - (-9.8615*SGE + 25.0217*TOS + 1.7828*TOY)				

Test sonuçlarına bakıldığında, modelde bağımsız değişken olarak yer alan sera gazı emisyonları, ortalama sıcaklık, %1 ortalama yağış %5 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre sera gazı emisyonunun katsayısının negatif yönde olması uzun dönemde bu değişkenin miktarındaki değişiklik tarımsal GSYH üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Ortalama sıcaklık ve ortalama yağış ise uzun dönemde pozitif bir etki göstermektedir. Bu durum her ne kadar tezatmış gibi görünse de Türkiye için sera gazı emisyonlarının doğa olaylarını henüz hissedilir bir şekilde değişimine neden olmadığı fakat kritik bir dönemde olduğu söylenebilir. Zira, birleşmiş milletler tarafından yapılan hükümetler arası iklim değişikliği panelinde sunulan iklim değişikliği senaryosunda 2050 yılına kadar sıcaklıkların yükselmesi, bunun şiddetli buharlaşmalara sebep olması, buharlaşarak genişleyen havanın da yeryüzüne şiddetli yağışlar olarak dönmesi beklenmektedir (IPCC, 2023). İklim değişikliğine yönelik önlemlerin alınmadığı varsayımında yapılacak yeni çalışmalarda zaman periyodunun ilerlemesiyle birlikte sonuçların tüm değişkenler açısından negatife döneceği söylenebilir.

ARDL modeline dayalı hata düzeltme yöntemi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. hata düzeltme terimi katsayısı negatif ve %1 anlamlılık düzeyinde olduğu için, ele alınan

dönemdeki sapmaların düzeltildiğini göstermektedir. Bu hata terimi katsayısı, mevcut dönemde herhangi bir sorunun ortaya çıkması durumunda, bu sapmaların bir dönem sonra %35 oranında düzeltildiğini ifade etmektedir.

Tablo 7. ARDL (3,4,4,1) hata düzeltme modeli

Table 7. ARDL (3,4,4,1) error correction model

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	P.Değeri
C	-2.592551	0.362206	-7.157675	0.0000
@TREND	0.128181	0.017229	7.439802	0.0000
TGSYH (-1)	-0.431206	0.122078	-3.532233	0.0047
TGSYH (-2)	0.205423	0.118249	1.737209	0.1102
SGE	-0.635742	0.458787	-1.385702	0.1933
SGE (-1)	2.990939	0.687188	4.352430	0.0012
SGE (-2)	2.199591	0.531993	4.134626	0.0017
SGE (-3)	2.336545	0.548628	4.258885	0.0013
TOS	0.912820	0.381928	2.390029	0.0359
TOS (-1)	-5.184955	0.918672	-5.643964	0.0002
TOS (-2)	-2.744486	0.603142	-4.550317	0.0008
TOS (-3)	-1.108130	0.379048	-2.923458	0.0139
TOY	0.357708	0.099305	3.602105	0.0042
CointEq(-1)*	-0.353914	0.046337	-7.637760	0.0000
R ²				0.958536
Adjusted R ²				0.920033
Prob(F-statistic)				0.000000
Schwarz criterion				-1.635721
Akaike info criterion				-2.301823
Hannan-Quinn criterion				-2.098189

4. Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki muhtemel etkilerini araştırmak amacıyla tarımsal üretimi etkileyen iklim değişikliği faktörleri analiz edilmiştir. Bu kapsamda, 1990-2021 dönemine ait yıllık veri seti kullanılarak tarımsal GSYH, sera gazı emisyonu, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış miktarı arasındaki ilişki ARDL modeli ile tahmin edilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, uzun dönemde sera gazı emisyonlarının tarımsal geliri negatif etkileyeceği tespit edilmiştir. Buna karşın ortalama yağış ve ortalama sıcaklık değerlerinin tarımsal gelire etkisi uzun dönemde pozitif olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan ARDL yaklaşımına dayalı hata düzeltme modelinde; hata düzeltme terimi negatif ve anlamlı iken, uyum hızı oranı da %35 olarak bulunmuştur.

Bu bilgiler doğrultusunda uzun dönemde özellikle sera gazı emisyonları açısından tarımsal gelirin negatif bir tepki vermesi iklim değişikliğinin tarım sektörüne olan etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Zira özellikle verim kaybı, kalite düşüklüğü şeklinde kendini gösteren tarımsal üretim sonuçları doğrudan üreticinin gelirini ve dolaylı olarak da ülke ekonomisini etkilemektedir. Türkiye'de istihdam edilen bireylerin yaklaşık %15,8'ini tarım alanında faaliyet gösterdiği, Gayri Safi Yurtiçi Hasılası'nın %5,5'inin tarım sektörü tarafından sağlandığı ve Türkiye'nin tarım ihracatının toplam ihracatın %13,5'ini oluşturduğu dikkate alındığında durum daha da önem kazanmaktadır.

Sonuç itibariyle, Türkiye’de iklim değişikliğiyle mücadele önemlidir. Sürdürülebilir bir tarım ve ekonomi için; sera gazı emisyonlarını azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek, ormansızlaşmayı önlemek gibi adımlar bu süreci yavaşlatabilir. Bunlara ilave olarak, ekosistemlerin ve canlı organizmaların iklim değişikliğine uyum sağlamasına yardımcı olacak stratejiler de gereklidir. Uluslararası, iklim protokollerine uyuma yönelik iş birlikleri, yeni ve sürdürülebilir politikalar oluşturmak ve bunları hayata geçirmek büyük önem taşırken iklim değişikliği konusunda ülkelerin bireysel çabalarının yanında tüm dünya ülkelerinin bütüncül bir yaklaşım sergilemesi gerektiği de yadsınmaz.

5. Kaynaklar

- Akel, V., & Gazel, S. (2014). Döviz Kurları İle BIST Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Bir ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0 (44) , 23-41 . DOI: 10.18070/euiibfd.57171.
- Arıkan, Y. (2006). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye*. Ankara.
- Bayraç, H. N., & Doğan, E. (2016). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 11 (1), 23-48 Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/oguiibf/issue/56479/785160>.
- Belen, M., & Karamelikli, H. (2016). Türkiye’de Hisse Senedi Getirileri ile Döviz Kuru Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: ARDL Yaklaşımı. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* , 45 (1) , 34-42 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuisletme/issue/30530/330268>.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics For Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dickey, D., & Fuller, W. (1979). Distribution of The Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of The American Statistical Association*, 74, 427 – 431.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Cointegration And Error Correction: Representation, Estimation And Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Hayaloğlu, P. (2018). İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , 9 (25) , 51-62 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gumus/issue/42294/452409>.
- IPCC. (2023). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. <https://www.ipcc.ch/>.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economics Dynamic And Control*, 12(2-3), 231-254.
- Kılıç, C. (2022). Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 36 (1), 125-132 Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/atauniiibd/issue/68337/992490>.
- MGM. (2023). *Metoroloji Genel Müdürlüğü*. Türkiye Ortalama Sıcaklık,Türkiye Yağış 2022: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> adresinden alındı
- NOAA. (2023). *Highlights from State of the Climate report: 2022*. National Oceanic and Atmospheric Administration: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/highlights-state-climate-2022> adresinden alındı
- Peseran, 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.
- Phillips, P., & Perron, P. (1988). Testing For Unit Roots in Time Series Regression. *Journal of Biometrika*, 75(2), 335-346.
- TİM. (2023). *Türkiye İhracatçılar Meclisi*. Yıllık İhracat Rakamları: <https://tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari> adresinden alındı
- TÜİK. (2023a). *Türkiye istatistik kurumu*. Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021: <https://www.tuik.gov.tr> adresinden alındı
- TÜİK. (2023b). *Türkiye istatistik kurumu*. Gayrisafi yurt içi hasıla, iktisadi faaliyet kollarına (A21) göre cari fiyatlarla (değer, pay, değişim oranı), 1998-2021: <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden alındı
- TÜİK. (2023c). *Türkiye İstatistik Kurumu*. İktisadi Faaliyet Kollarına Göre Gayri Safi Milli Hasıla 1968-2006: <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden alındı
- TÜİK. (2023d). *Türkiye İstatistik Kurumu*, <https://www.tuik.gov.tr/>.
- Türkeş, M. (1997). Hava ve İklim Kavramları Üzerine. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 355, 36-37, Ankara.