



İklim Değişikliği Ekonomik Büyüme ve Gıda Fiyatları Döngüsü: Türkiye Örneği

Melahat BATU AĞIRKAYA*

Iğdır Üniversitesi

ÖZ

İklim değişikliği dünya ülkelerini ilgilendiren önemli bir sorun olduğu gibi tarımsal üretim ve ekonomi üzerindeki etkileriyle de insanların refahını, sağlığını ve gelecek beklentilerini etkilemektedir. Bu doğrultuda 1990-2019 dönemini kapsayan çalışmada Türkiye’de iklim değişikliği ve ekonomik büyüme (Reel GSYH) ile gıda fiyatları endeksi arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri incelenmiştir. Gıda fiyatları endeksi, iklim değişikliğini temsilen karbondioksit emisyonu, sıcaklık ve tarım alanı serileri ile büyüme arasındaki ilişkiler ARDL modeli ile tahmin edilmiştir. ARDL sınır testi sonuçlarına göre uzun dönemde ekonomik büyümenin gıda fiyatları endeksi üzerindeki etkisi iklim değişikliğinin gıda fiyatları endeksi üzerindeki etkisinden daha düşüktür. Uzun dönemde karbondioksit miktarındaki değişimin gıda fiyatları üzerindeki etkisi anlamsız olmakla olası sıcaklık ve tarım alanlarındaki artış gıda fiyatlarının da artmasına neden olacaktır. Kısa dönemde ise geçmiş üç dönemde sıcaklıkta meydana gelecek artış cari dönem gıda fiyatlarının düşmesine neden olurken; bir dönem önceki tarım alanlarındaki azalma gıda fiyatlarının yükselmesine neden olacaktır. Gıda fiyatlarının iklim değişikliğinden daha fazla etkilendiği görülmektedir.

Anahtar kelimeler

İklim Değişikliği, Ekonomik Büyüme, Türkiye, ARDL Modeli, Gıda Fiyatları

* Öğr. Gör. Doç. Dr., Iğdır Üniversitesi, Bankacılık Finansa ve Sigortacılık Bölümü, melahat.batu.agirkaya@igdir.edu.tr, ORCID:0000-0002-8703-5622.

Climate Change, Economic Growth and the Food Price Cycle: The Case of Türkiye

ABSTRACT

Climate change is a severe, worldwide problem that affects people's welfare, health, and future expectations with its effects on agricultural production and the economy. In this direction, the current study covering the period 1990-2019 examined the long- and short-term relationships between Climate change, Economic growth (Real GDP), and Food price index in Türkiye. In the study, correlations between Climate change indicators-carbon dioxide emission, temperature, agricultural area series-Food price index, and Economic growth were estimated with the ARDL model. According to the ARDL boundary test results, the effect of Economic growth on the Food price index is lower than the effect of Climate change on the Food price index in the long run. In the long run, the effect of changing carbon dioxide amount on food prices is insignificant. A probable rising temperature and expanding agricultural areas will raise food prices. In the short term, the temperature rising in the past three periods will cause current period food prices to fall, while the decrease in agricultural areas in the previous period will cause food prices to rise. The study observed that Food prices have been more affected by Climate changes.

Keywords

Climate Change, Economic Growth, Türkiye, ARDL Model, Food Prices

Extended Abstract

One of the critical problems of the globalizing world is climate change. This problem, stemming from different reasons, has imposed various costs on countries whose economic activities depend on the race of production and consumption for human welfare. These destructive costs have started efforts to limit economic activities. The climatic conditions have undeniable importance for the agricultural sector in meeting the soil-dependent food needs of people. Although technological developments are consequential, the climate and annual weather in the background are the key factors of production. Climate-related risks and unpredictabilities in the agricultural sector cause temperature ups and downs, yield losses, plant diseases, etc. Relatedly, the issues like increased storage costs experienced in food supply can boost prices and lead to irreversible unfavorable effects on social welfare like the risk of hunger. Climate change has different effects on agricultural production in Türkiye.

Undoubtedly, the most critical negative impact of climate change in Türkiye and other countries is the unfavorable changes in the food amount and prices. In this context, the current study has investigated the effect of climate change and real GDP on food price fluctuations, reviewed previous studies on the subject in the literature, presented the conceptual framework, the method, and the data set of the research. Afterward, econometric analyzes applied in the study have been explained, and the literature and the study findings have been compared and evaluated. In the study, the ARDL bounds test was employed to determine the short and long-term cointegration relationship between the short- and long-term effects of climate change indicators carbon dioxide emission, temperature, and agricultural areas on food price fluctuations and Real GDP indicators as an indicator of growth.

The ARDL limit test has occurred in three stages. In the first stage, unit root tests were applied to determine the stationarity degrees of the series and avoid spurious regression. According to the findings obtained from unit root tests, climate change indicators (carbon dioxide emissions, agricultural areas, and temperature), real GDP, and food prices index are stationary at level or stationary at first difference. In the second stage, the F-statistics value was obtained to determine the cointegration relationship between the series. According to the F-statistics, there is a cointegration relationship between food prices, Real GDP, and climate change in the long run. In the last stage, long- and short-term estimation parameters were developed.

According to the findings obtained from the short-term estimation parameters, the current period's carbon dioxide emissions did not affect the current period's food prices. However, the increase in carbon dioxide amount during the past three periods would cause an increase in food prices. In other words, food price fluctuations are mostly be affected by the past three-period of carbon dioxide emissions. While the expansion in agricultural areas in the current period has a positive effect on food prices in the current period, a shrinkage of 1% in those in the previous period will cause food prices to increase by 4.87%.

The findings have shown that the current period's food prices are mostly affected by the food prices of the previous period. At the same time, it has been found that the current period food prices are not affected by the Real GDP realized in the prior period. On the other hand, while the increase in the current period temperature causes the food prices to rise, the decreasing temperatures of the previous three periods also cause the current food prices to increase. However, the effect of temperature changes on food prices in the past three periods is in a declining trend. A decrease of 1% in temperatures of one period ago, two periods ago, and three periods ago will raise current food prices by 5.23%, 3.43%, and 1.75%, respectively. ARDL bounds testing also provides an error correction model.

According to the findings obtained from the error correction model, fluctuations in food prices converge towards equilibrium depending on external factors. In accordance with the ARDL limit test's long-term parameter findings, the effect of carbon dioxide emissions on food prices could not be determined in the long term. However, an increase of 1% in agricultural areas and temperatures, in the long run, will cause an increase in food prices by 17.59% and 23.75%, respectively. A rise of 1% in real GDP will lead to food prices increasing by 2.50% in the long run.

For developing countries, agricultural activities highly depend on climate change. Increases or decreases in climate-related agricultural activities can impact food prices and cause various effects on the economy. It is thought that the current study, which investigates whether climate change or growth affects food price fluctuations in Türkiye, will contribute to the literature. Many studies in the literature have investigated various agricultural topics on different effects, countries, and periods. The literature review has shown that climate change affects all countries developed or underdeveloped. However, the impact of climatic parameters is mostly felt in underdeveloped countries, whose economy is dependent on agriculture. These countries suffer from economic problems, income inequality, poverty, and social problems.

According to the study findings, food prices in Türkiye are more affected by climate change than Real GDP in the long run. In other words, climate change still plays a

decisive role in the food price fluctuations in Turkey. Based on the findings, in order to reduce the climate-related environmental damage, the following precautions can be applied: Ending unnecessary or untimely fertilizer and pesticide use in agriculture causing environmental poisoning, preventing the agricultural poisons' ability to reach rivers, sea, and lakes, applying policies and practices to increase renewable energy use and reduce the fossil fuel use causing the greenhouse effect in the atmosphere, developing and utilizing the necessary technologies for zero waste. Since climate affects nature's sustainability and all living things' vitalities, more studies in this direction can render the world more stable climatically.

Giriş

Küreselleşen dünyanın önemli sorunlarından biri iklim değişikliğidir. Temelinde farklı kaynaklarla beslenen bu sorun, ekonomik faaliyetleri insan refahına yönelik üretim ve tüketim yarışı içinde olan ülkelere, çeşitli maliyetler yüklemektedir. Bu yıkıcı maliyetler ise ekonomik aktivitelerin sınırlandırılması yönünde çalışmaları başlatmıştır. İnsanların toprağa bağlı gıda ihtiyaçlarının karşılanmasında tarım sektörünün yadsınamaz önemi, iklim koşullarını daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Her ne kadar teknolojik gelişmeler önemli olsa da, arka planda yer alan iklim ve yıllık hava durumu, üretimin kilit faktörlerini oluşturmaktadır. İklimin tarım sektörüne ilişkin risk ve bilinmezlikleri kendi içinde sıcaklıklarda artış ve azalışlara, tahıl ürünleri hasadında farklılıklarla verim kayıplarına, bitki hastalıklarına ve artan karbondioksit vb. gibi zararlara neden olmaktadır. Ayrıca gıda arz ve talebinde yaşanan sıkıntılar fiyatlara yansiyarak açlık riskine, depolanma maliyetlerine ve sosyal refah üzerinde geri döndürülemez olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Öte yandan teknolojik açıdan kendini yenilemeyen az gelişmiş ülkelerde tarımsal üretimde azalma ve dolayısıyla da tarımın Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki payının düşmesine neden olmaktadır. Uzun vadede ise sermaye stokunda, kişi başına tüketim ve tasarruf davranışlarında farklılıklara neden olabilmektedir. İlaveten düşük getiri oranıyla karşı karşıya kalan işletmelerde yatırımların azalmasına ve üretimde kapasitenin düşmesi nedeniyle de kırsal kesimdeki ücretler üzerinde olumsuzluklara neden olabilmektedir.

Türkiye ılıman ve subtropikal kuşak arasında yer alan iklim yapısıyla iklim değişikliğinden değişik boyutlarda etkilenmesi muhtemel riskli ülkelerden birisidir (Öztürk, 2002: 48). İklim değişikliğinin Türkiye tarımsal üretimi üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Bu bağlamda dünyada olduğu gibi Türkiye’de de tarımsal verimlilik için iklim değişkenliğinde termal parametrelerin önemli olduğunun belirlenmesi önemlidir. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli [Dolaşım Modelleri (GCM)] sonuçlarına göre Türkiye’de sıcaklık ve yağış miktarlarında mevsimsel farklılıkların toprağın nemini azaltacağı öngörülmektedir (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1991). İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin yarattığı sonuçların en önemlisi elbette yaşamsal kaynak olan gıdanın miktarı ve fiyatlarında yaratacağı farklılıklardır. Bu bakımdan sürdürülebilir bir yaşam için iklimi değişikliğinin gıda miktarı ve fiyatları üzerindeki etkilerini görmek önemli bir konudur.

Bu çalışmada 1990-2019 dönemine ilişkin veriler kullanılarak Türkiye’de iklim değişikliği ve büyümenin gıda fiyatları üzerinde kısa ve uzun dönemli etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. IPCC 1990 değerlendirme raporu ile ilk kez iklim değişikliğine dikkat çekilmesi çalışmanın zaman aralığının seçilmesinde etken olmuştur. Ayrıca Türkiye özelinde seçilen değişkenler ve bu değişkenlerin kısa ve uzun dönem etkilerini esas alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda çalışmanın alan yazınına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada giriş bölümünden sonra araştırmanın kavramsal çerçevesine yer verilmiştir. Literatürde daha önce yapılmış konu ile ilgili çalışmaların ardından araştırmanın yöntem ve veri seti açıklanmıştır. Çalışmanın elde edilen bulgular sonrasında ekonometrik analizlerden elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Araştırmanın sınırlılıkları belirtilerek, bulgular mevcut literatür ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Son olarak sonuç ve önerilerle çalışma tamamlanmıştır.

İklim Değişikliğinin Kavramsal Çerçevesi ve Etkileri

İklim değişikliği, iklim sisteminin temel özelliklerinde uzun bir zaman diliminde gözlemlenen doğal olayları ([Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli] IPCC 2007) ve küresel atmosferin bileşimini değiştiren insani faaliyetler sonucunda ([Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi] UNEP 1992) meydana gelen değişimleri ifade etmektedir (IPCC, 2007: 30; UNEP, 1992: 5). Küresel ısınmanın önemli sonuçlarından biri olan iklim değişikliği dünya ülkelerini ilgilendiren önemli bir sorun niteliğindedir. Bu sorunun temellerine inildiğinde asıl nedenin ekonomik faaliyetler olduğu söylenebilir. Ekonomik faaliyetlerin temelinde insanların refah düzeyinin artırılması vardır. Toplumların refahının artması genellikle tüketim düzeyindeki artışla açıklanmaktadır (Erdem ve Ulucak, 2012: 80-81).

Gelişmişlik düzeyleri ne olursa olsun ülkelerin, büyüme ve kalkınma çabaları için üretim ve tüketim yarışı içinde olmaları çevre üzerinde yıkıcı maliyetlere neden olmaktadır (Meadows, Meadows & Behrens, W1990: 77-78). Tüketim ihtiyacının karşılanması bağlamında Neo-klasik iktisat öngörüsünde üretimin artırılması gerekliliği ekonomilerin birincil hedefi haline gelmiştir. Ekonomik büyüme için üretimdeki artış iklim değişikliği, küresel ısınma, kirlilik, biyolojik çeşitliliğin azalması ve orman tahribatı gibi maliyetlere neden olurken ortaya çıkan yıkıcı maliyetleri nedeniyle de ekonomik aktivitelerin daraltılması yönünde öngörülerini kuvvetlendirmektedir (Kılıç ve Akalın, 2016: 49-50).

Tarım insanların toprağa bağlı yiyecek ihtiyaçlarının karşılanmasının yanı sıra (Başoğlu, 2014: 179) sürdürülebilir gıda kaynaklarının sağlanmasında da hayati bir araçtır (Zortuk ve Karacan, 2016: 108). Tarımsal üretimin gerçekleşmesinin en önemli faktörlerinden biri iklim koşullarıdır. İklim tarım sektörünü yağış, sıcaklık ve su seviyesi üzerindeki artış ve azalışlar şeklinde etkilemektedir (Başoğlu, 2014: 179). Her ne kadar gelişmiş mahsul çeşitleri ve sulama sistemleri gibi teknolojik gelişmeler olsa da, arka plandaki iklim

ve yıllık hava durumu, tarımsal üretkenlikte kilit faktörlerdir. Sıcaklık, yağış ve toprak nemi değiştikçe bitki fizyolojisi etkilenmektedir (Waterlow et al., 1998: 281; Dyson, 1999: 988). Tarımsal ürünlerin büyümesi için toprak, su, güneş ışığı ve sıcaklığa ihtiyaç vardır. Bu nedenle bu bileşenlere etki eden iklimin tarım sektörüne ilişkin risk ve bilinmezlikleri yüksektir. Risk ve bilinmezlikler bağlamında sıcaklıklardaki artış ve azalışlar, bitkilerin daha erken ekimini ve daha geç hasadı şeklinde olumlu iken, yağış rejimindeki değişikliklerle mahsullerin büyüme hızlarında, özellikle tahıl ürünleri hasadında farklılıklara yaratmaktadır. Bunun yanı sıra verim kayıpları, bitki hastalıkları, artan karbondioksit miktarı nedeniyle tarım ürünlerinin miktarı, ürün kalitesinde ve üretim miktarında azalma vb. zararlara neden olmaktadır. Böylece gıda verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından tehdit ve açlıklara maruz kalmaktadır. İklim değişikliği ile sürdürülebilir tarımsal kalkınma arasında yakın bir ilişkinin var olduğunu söylemek mümkündür. Üretim, tüketim, tarımsal büyüme ve kalkınma gıda sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Batan ve Toprak, 2015: 96-97; Akalın, 2014: 354; Kulakoğlu, 2020: 66). İnsan yaşamının devamlığında birçok faktörün varlığının yanı sıra en önemli faktör gıdadır. Gıda; tüm canlıların beslenmesi, yaşamlarını sağlıklı ve kaliteli olarak sürdürebilmelerini sağlayan vitamin ve minerallerin bileşenleridir. Gıda arzında yaşanan sıkıntıları çok sayıda nedene bağlamak mümkündür. Bunlar, iklim değişikliğine bağlı sera gazı etkisinin yarattığı CO₂ yoğunluğu, seller, sıcaklık farklılıkları ve deniz seviyesinin yükselmesiyle yeraltı suların tuzluluğu (Mahato, 2014: 1) vb. şeklinde sıralanabilir. İklim değişikliğinin yağış, sıcaklık (Yu et al., 2010: 51) ve nem üzerinde yarattığı etkiler gıda üretimini (Akin, 2021: 14) ve ürünlerindeki verimliliği düşürerek küresel gıda arz miktarı üzerinde strese (McMicmael ve Githeko, 2007: 473) neden olmaktadır. Ayrıca gelecekte de gıda arzını azaltması beklentisine yol açmaktadır (Bindi ve Olesen, 2002: 256). Şöyle ki; iklim değişikliğine bağlı, dünyanın baskın gıda ürünü tahıl taneleri veriminin artış ve azalışına bağlı olarak gerçekleşen eşitsizlik, zamanla belirgin hale gelecektir. Gıda üretim seviyelerindeki farklılıklar, fiyatlara yansarak yoksul kesimlerde açlık riski gibi küresel düzeyde de bölgesel farklılıkları barındırabilecektir (McMicmael ve Githeko, 2007: 477).

Gıda üretiminde kısa süreler içinde meydana gelen artışlar gıda fiyatlarında düşümelere, fazla ürünün depolanması ile ortaya çıkan çürümelere ve dolayısıyla da çiftçilerin gelirlerinde azalmaya neden olabilir (Sharma ve Kumar, 2013). Bununla birlikte arzın kısıtlı olduğu dönemlerde ise gıda talebinde artışlara bağlı fiyatın yükselmesine neden olabilir (Brown, 2014: 2). Gıda fiyatları yüksek olduğunda veya hızla değiştiğinde ise en çok yetersiz gelire sahip yoksullar üzerinde çeşitli zararlara yol açabilir. Ayrıca gıda fiyatlarındaki istikrarsızlığa bağlı olarak sağlık, yetersiz beslenme ve tasarruf vb. etkileriyle sosyal refah üzerinde büyük ve geri döndürülemez etkilere neden olabilir (Grosh et al., 2008: 444). İklim değişikliği ya da hava şoklarının yüksek nüfuslu ve yarı-geçimlik üretime sahip ve küçük alan boyutunda yaygın üretim

yapan ekonomilerde gıda miktarı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Dolayısıyla gıda üretimindeki düşüş ve gıda fiyatlarındaki artışlar yetersiz beslenen insan sayısını artırarak çeşitli sağlık sorunlarına ve sağlık sorunundan kaynaklı maliyetlere neden olacaktır. İklim değişikliğinin etkileri gelişmiş ülkelere nazaran gelişmekte olan ülkelerde daha yoğun bir şekilde hissedilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler CO₂ emisyonlarını azaltmak zorunda kaldıklarında ya da verimli teknoloji olmadan iklim değişikliğine uyum sağlamaya zorlandıklarında, mevcut tüketimlerini geçim seviyesinin altına indirmekten başka seçenekleri kalmayacaktır (Parikh, 1997: 407). Bu endişenin temelinde ise, birçok gelişmekte olan ülkenin gelir ve refahı için tarıma ve iklime duyarlı diğer doğal kaynaklara daha fazla bağımlı olması yatmaktadır. Bununla birlikte gelişmekte olan ülkelerin artan iklim riskini yönetmek için yeterli mali ve teknik kapasiteye sahip olmaması gerçeği de bulunmaktadır (Skoufias at al., 2012: 1). Teknolojik gelişimlerle kendini yenilemeyen, eski metotlara bağlı kalan ve uyum sağlayamayan az gelişmiş ülkelerin tarımsal üretimleri azalmakta, dolayısıyla da tarımın Gayri safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) içindeki payını düşürmektedir (Khalid at al., 2016: 40). İklim değişikliği, insan refahı için en büyük tehditlerden biri olarak kabul edilmiştir. Yüksek sıcaklıklar büyüme oranlarını ve tarımsal üretime bağlı çıktı seviyelerini azaltabileceği gibi ölüm oranı, fiziksel ve bilişsel performans, suç ve sosyal huzursuzluk üzerindeki etkileri dâhil olmak üzere ekonomi üzerinde çok çeşitli etkilere olan mekanizmalara da sahiptir. Bunun yanında yoksulluğa ve yoksul ülkelerde siyasi istikrarsızlığa bağlı büyüme oranlarında düşmelere neden olabilir (Dell at al., 2012: 68). Bütün bunlara ilaveten bu ülkelerin biyofiziksel etkilere daha fazla maruz kalması iklim değişikliğinin yarattığı /yaratacağı potansiyel tehditleri daha fazla artıracığından, yoksulluğu azaltma yönündeki beklentilerini de yok edecektir (Elshennawy, Robinson & Willenbockel, 2016: 681). Uzun vadede ise sermaye stokunda ve verimliliğinde azalmaya, daha düşük bir GSYH'ye ve çoğu durumda daha düşük kişi başına tüketime ve tasarruf davranışları üzerinde farklı beklentilere neden olabilir. İlaveten düşük bir getiri oranıyla karşı karşıya kalan işletmeler de daha az yatırım yapmayı ve daha fazla tüketmeyi tercih edebilirler (Fankhauser ve Richard 2005: 2). Tarımsal üretim için gerekli olan temel girdi hammaddesinin yetersizliği gıda üretimde kapasitenin düşmesine, tam kapasite ile çalışan işletmelerde işçi maliyetlerini düşürmek için iş gücü sayısının sınırlanması ile işsizlik gibi sonuçlara neden olabilmektedir. Diğer bir boyutuyla iklim değişikliği, tarımsal gelire sahip kişi ya da kişilerde tahıl arazisindeki fiziksel üretkenliğinin azalması ile gıda fiyatlarında şoklara ve genellikle yoksulların tek gelir kaynağı olan kırsal kesimdeki ücretler üzerinde yansımaları neden olacaktır. Dolayısıyla da söz konusu bu değişiklikler sırayla, ekonomide diğer fiyatları da etkileyecektir (Jacoby, Rabassa & Skoufias, E2015: 1135). Etkileri sayılmayacak kadar fazla olan iklim değişikliğine bağlı kuraklık kendi içinde farklı sorunlara neden olmaktadır. Kuraklık nedeniyle küresel temel girdi olarak tahıla bağlı olan ekmek ve yine hayvansal besin yetersizliği et, yumurta ve süt ürünlerinde azalma ve dolayısıyla tüketici fiyatları üzerinde yaratacağı baskı ile gıda fiyat artışlarına neden olmakta/ olacaktır (Quiggin, 2007: 3).

Literatür

İnsanoğlunun yaşamsal koşullarının devamlılığını etkileyen önemli faktörlerden birisi tarımsal üretimdir. Çağımızda yaşanan küresel ısınmanın yol açtığı iklim değişikliği tarımsal üretimi çeşitli şekillerde etkilemektedir. Dolayısıyla da ekonominin önemli girdi kaynağı, tarımsal hammadde üretiminin yetersizliği ya da fazlalığı gıda fiyatlarında dalgalanmalara neden olmaktadır. Bu öneminden dolayı iklim değişikliği ve ekonomik büyümenin enflasyon, gelir vb yansımaları sonucunda yaşamsal kaynak olan gıda fiyatları üzerindeki etkisi ulusal ve uluslararası arenada araştırma konusu haline gelmiştir. Adams vd. (1990), farklı iklimleri ve karbondioksit seviyelerini ergonomik-ekonomik simülasyon teknikleri ile incelemişlerdir. İklimsel değişikliğin tarımsal ürünler üzerinde oldukça olumsuz etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Kaiser vd (1993), Easterling vd (1993), Aggarwal ve Sinha (1993), Reilly vd. (1994), Rosenzweig ve Parry (1994) ve Lal vd. (1996) ergonomik-ekonomik simülasyon yaklaşımına dayalı yapılan diğer çalışmalar arasında yer almaktadır. Literatürde ilk zamanlarda tarım ve iklimsel değişkenlik arasındaki ilişki için arazi değerini baz alan Ricardian (Mendelsohn vd, 1994) yaklaşımına dayalı çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Sanghi vd. (1998) Brezilya ve Hindistan'da tarımın iklime duyarlılığını panel verilerle analiz etmişlerdir. Artan kalkınmanın iklim değişikliğine neden olduğunu öne sürmüşlerdir. McCallum (1982), Nordhaus vd. (1994), Kumar vd. (1998), Darwin (1999), Mendelsohn vd. (2010) ve Passel vd. (2016) Ricardian yaklaşımı temelinde geniş bir literatür bilgisi sağlamaktadır. Ayrıca mahsul çeşitleri ve koruma önlemleri gibi değişkenleri dikkate alan (Tubiello vd. 2000; Chen ve McCarl 2001; Alexandrov vd. 2002; Ghaffari vd. 2002; Trnka vd. 2004; Patil vd. 2010) çalışmaları ile su ve arazi planlaması (Olesen vd. 2011; Shahabfar ve Eitzinger (2011) diğer çalışmalar arasında yer almaktadır. Kumara ve Parikh (2001), Hindistan'ın 1970-1980 döneminde çiftlik düzeyinde net gelir ve iklim değişkenleri arasında ilişkiyi zaman serileri ve yatay kesit verileri kullanılarak incelemişlerdir. Hindistan tarımının iklim değişikliğinden kaynaklı kayıplarının daha fazla olacağını tespit etmişlerdir. Alam (2013), Hindistan'da 1971-2011 dönemi için iklim değişikliği, tarımsal verimlilik ve ekonomik büyüme ilişkisini ARDL modeli ile incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre tarımsal verimliliğinin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini (CO₂)'in ise olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Eboli vd. (2011), dinamik genel denge modeli ile iklim değişikliğinin dışsal şoklar, içsel sermaye stoku ve dış borç stoku gibi makroekonomik etkilerini incelemişlerdir. İklim değişikliğinin makroekonomik etkilerinin yanı sıra bölgesel ve endüstriyel düzeyde önemli dağılımsal etkilere sahip olduğu ve dünyada gelir eşitliğini bozduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar (Dell vd. 2008) çalışması ile benzerdir. Dell vd. (2008), 50 yıllık bir süre için iklim değişikliğinin ekonomik faaliyet üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında artan sıcaklığın yoksul ülkelerde ekonomik büyümeyi önemli ölçüde azalttığını, ancak gelişmiş ülkeler için önemli bir etkisinin olmadığı bulgusuna ulaşılmışlardır. Bu çıkarım, Milliner

ve Dietz'in (2011) teorik çalışma sonucuna ait çıkarımı ile tutarlıdır. Dell vd., (2009, 2012), Amerika kıtasındaki 12 ülke için sıcaklık ve gelir arasındaki negatif kesitsel ilişkiyi teorik ve panel modellemelerle incelemişlerdir. İklim değişikliğine bağlı daha yüksek sıcaklıkların ekonomik büyüme oranlarını ve çıktı seviyelerini azaltabileceği iddia edilmiştir. Gallup vd. (1999); Nordhaus, (2006) çalışma sonucuna ait çıkarımlarda bu yöndedir. İklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisine ilişkin; Kane vd. (1992), Apat, (2010), Jones ve Olken (2010), Lanzafame (2014) ve Abidoye ve Odusola (2015) çalışmaları ile yine ekonomi üzerinde çeşitli etkilerine ilişkin Pindyck, (2007), Masud vd. (2012) ve Abidoye ve Odusola, (2015) çalışmaları da bulunmaktadır. Tarımsal ürünlerin fiyat dalgalanmalarını inceleyen ampirik çalışmaların daha çok 1800'lerin ilk yıllarında yapıldığı görülmektedir. Quiggın (2007), Avustralya ekonomisi için küresel ısınmanın kuraklık üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmasında gıda fiyatlarında meydana gelen artışın kuraklıktan kaynaklandığını tespit etmiştir. Gilbert (2010), sermaye varlık fiyatlandırma modeli (CAPM) ile iklim faktörlerinin tahıl ürünleri üzerindeki etkisini incelemiştir. İklim faktörlerinin özellikle tahıl üreten bölgelerde gıda üretimi üzerindeki etkisinin giderek arttığını savunmuştur. Tol (2013), 1960-2000 yılları için iklim değişikliğinin etkisini incelediği çalışmasında, sıcaklık-taki artışın su kaynaklarını azaltarak su kıtlığına neden olduğunu ve deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak biyo-çeşitlilik gibi sorunlara yol açtığını tespit etmiştir. Ayrıca, araştırmacı gıda kıtlığının fiyatlarda artışa ve sağlık üzerindeki olumsuz etkilerine dikkat çekmiştir. Xie ve Wang (2014), Çin'in Jiangxi eyaleti 1990-1995 ve 1995-2005 dönemi için tarım arazilerinin terk edilmesinin dinamik mekanizmalarını, tarım arazisi rant teorisi temelinde arazi kullanım verileri ile incelemişlerdir. İklim ve tarım arazilerin tarımsal verim üzerinde etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Tarım arazilerinin terk edilmesinde tarımsal fiyatlar ile tarımsal ürünlerdeki verimi kayıplarının doğrudan bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Jayatilleke ve Cai (2014), Bangladeş, Hindistan, Nepal, Pakistan ve Sri Lanka ülkelerinin iklim değişikliği nedeniyle mahsul verimliliğindeki değişikliklerin gıda fiyatları ve gıda güvenliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Genel denge modelinin kullanıldığı çalışmada iklim değişikliğinin tarımsal verimlilik, gıda üretimi ve fiyatları üzerindeki olumsuz etkisinin gıda güvenliğinde sorunlara neden olacağı yönde bulgulara ulaşmışlardır. Bayraç ve Doğan (2016), Türkiye'de 1980-2013 dönemi için iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerini ARDL modeli ile incelemişlerdir. Çalışma sonucunda iklim değişikliğinin tarım sektörünü negatif yönlü etkilediğini tespit etmişlerdir. Xie ve Wang (2017), Çin'deki tarımsal ürünlerde meydana gelen fiyat dalgalanmalarının nedenlerini incelemişlerdir. Fiyat dalgalanmalarında enflasyon, ekonomik istikrarsızlık, iklim değişiklikleri ve arazi kullanım oranlarının önemli bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Hayaloğlu (2018), seçili 10 ülke 1990-2016 dönemi için iklim değişikliği, tarım sektörü ve ekonomik büyüme arasındaki

ilişkiyi Panel veri analizi ile incelemiştir. Elde edilen bulgular iklim değişikliğinin ekonomik büyümeyi ve tarımsal katma değeri negatif yönlü etkilediğini göstermiştir. Geng vd. (2019) Çin 1981-2016 dönemi için iklim değişikliğinin buğday verimi üzerindeki etkilerini zaman serisi ile incelemişlerdir. Buğday verimini iklimsel faktörlerden yağış miktarı olumlu etkilerken sıcaklık artışının verim kaybına yol açtığı tespit etmişlerdir.

Xiao vd. (2019), 1981-2010 ve 2031-2060 dönemleri için iklim değişikliğinin tarım ürünleri üretimi ile atmosferik sera gazı konsantrasyonlarını üzerindeki etkisini iki farklı gelecek senaryosu ile incelemişlerdir. İklim değişikliğinin ortalama günlük sıcaklık, radyasyon eğilimleri ve gelecek dönem yağış eğilimlerini artırdığı tespit etmişler. Ayrıca ürünlerin bitkisel büyüme döngüsünde yarattığı farklılık nedeniyle büyüme dönemini kısalttığını tespit edilmiştir. Sandhani vd. (2020) Hindistan 1980-2019 dönemi için iklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini zaman serisi ve panel veri analizi ile incelemişlerdir. İklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıkların ekonomik büyümeyi negatif yönlü etkilediği bulgusuna ulaşmışlardır. Talib vd. (2021) 32 Sahra Altı Afrika ülkesinde 1961-2019 dönemi için sıcaklık ve yağışın tarımsal büyüme üzerindeki uzun vadeli etkilerini Panel veri analizi ile incelemişlerdir. Yükselen sıcaklıkların tarımsal büyüme ile uzun vadeli olumsuz bir ilişki geliştirdiğini ve tarımsal faaliyetlere zarar vererek uyarlanabilir iklimi zorunlu kıldığını tespit etmişlerdir. Deniz ve Hiç (2022), iklimsel değişikliğin yarattığı tarımsal riskler ve gıda sektörü ilişkisi teorik olarak incelenmiştir. Çalışma ile tarımsal ürün çeşitlendirilmesine gidilmesi ve bu anlamda gerekli maddi-manevi desteğin olması gerekliliğini vurgulamışlardır.

Veri Seti, Ampirik Model ve Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde 1990-2019 yılları arasında Türkiye için gıda fiyatları üzerinde büyüme ve iklim değişikliğinin uzun ve kısa dönemli etkisini belirleyebilmek amacıyla uygulanan model sunulmuştur. Bununla birlikte bu bölümde çalışmada kullanılan veri kaynakları, araştırma teknikleri yer almaktadır.

Veri Seti ve Kaynağı

Çalışmada iklim değişikliği ve büyümenin Türkiye gıda fiyatları ile uzun ve kısa dönem ilişkisi ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada yararlanılan tüm veriler ikincil verilerdir. Çalışmanın verileri 1990-2019 yılları arasında Türkiye için yıllık zaman serilerine dayanmaktadır. Gıda fiyatları endeksi, iklim değişikliğini temsilen kişi başına düşen karbondioksit emisyonu, sıcaklık ve tarım alanı serileri kullanılmaktadır. Büyümenin temsilcisi olarak ise reel GSYH serisi kullanılmıştır.

Tablo 1. Analizde kullanılan değişkenler

Değişken	Kısaltma	Birim	Kaynak
Gıda Fiyatları Endeksi	FPI	Gıda Ürünleri Tüketici Fiyat Endeksi (1985=100)	TCMB veri bankası (EVDS)
Reel GSYH	RGDP	RGDP Zincirleme PPP'lerde harcama yönlü reel GSYH (mil. 2017US\$ olarak)	Penn World Table
Kişi başı düşen karbon-dioksit	CO2	Kişi başına metrik ton	Worldbank
Sıcaklık	T	C°	Dünya bankası iklim değişikliği portalı
Tarım alanı	AF	km ²	Worldbank

Ampirik Model

İklim değişikliğinin gıda fiyatları üzerindeki etkilerine ilişkin Robert vd.,(2000), Hope (2006),Tol (2009) ve Alam (2013) çalışmalarında sıcaklık ve CO₂ değişkeninin ve Gilbert (2010) çalışmasında gıda fiyatları endeks değişkenini kullanana çalışmalar arasındadır. Modelde kullanılan değişkenler; Gıda Fiyatları Endeksi (FPI), Reel GSYH (RGSYH), CO₂ emisyonu (CO₂), Tarım alanı (AF) ve Sıcaklık (T) şeklinde sembolize edilmektedir. İklim değişikliği ve büyümenin Türkiye gıda fiyatları üzerindeki etkileri Pesaran vd (2001) tarafından geliştirilen Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL) Sınır Testi modeli aracılığı ile tahmin edilecektir. Bu amaçla Reel GSYH, CO₂ emisyonu, tarım alanı ve sıcaklık değişkenleri arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere kurulan ekonometrik model denklem 1 ve 2'de gösterilmektedir.

$$FPI = f(RGDP, CO_2, T, AF) \quad (1)$$

1. denklemi ekonometrik formda yazacak olursak:

$$\ln FPI = a + \beta_1 \ln RGDP_t + \beta_2 \ln CO_2_t + \beta_3 \ln T_t + \beta_4 \ln AF_t + \mu_t \quad (2)$$

$$\mu_t = \text{stokastik terim}, t = 1990, 1991, 1992, \dots, 2019$$

Değişkenler doğal logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Değişken isimlerinin başında yer alan \ln ifadesi ilgili değişkenin doğal logaritmasının alındığını gösterir.

Yöntem: Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (ARDL) Modeli

Uzun dönemli ilişkileri ve seriler arasındaki etkileşimleri ampirik olarak test etmek amacıyla Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen model kullanılmıştır. Gecikmesi dağıtılmış Otoregresif (ARDL) olarak tanımlanan bu model ARDL sınır testi olarak da adlandırılmaktadır. ARDL sınır testinin tercih edilmesinin nedenleri; 1) Johansen (1991) ve Johansen ve Juliselius (1990)'ın geliştirdiği eş bütünleşme testlerinde aynı seviyede durağan olan değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi test edilebilmekteyken, ARDL sınır testi,

modelde yer alan değişkenlerinin farklı gecikme değerleri ile birlikte uzun dönemli ilişkinin OLS tarafından tahmin edilmesine olanak sağlamıştır. 2) ARDL sınır testi yaklaşımında, modelde yer alan serilerin $I(0)$, $I(1)$ ya da karşılıklı olarak entegre olup olmadığına dikkat etmeksizin uygulanabilir. 3) Pesaran ve Shin (1999), ARDL sınır testinde, diğer eş bütünleşme testlerinden farklı olarak daha küçük örneklem boyutu için daha iyi performans sağlanmaktadır (Pesaran ve Shin, 1997: 192). Buradan hareketle; F-testi seriler arasında uzun dönemli ilişkinin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Pesaran vd. (2001) her anlamlılık düzeyinde iki farklı kritik değer hesaplar. Bu kritik değerlerden birisi tüm serilerin $I(0)$ olduğunu kabul ederken, diğer kritik değer ise tüm serilerin $I(1)$ olduğunu kabul eder. Belirlenen F-istatistik değerinin üst sınır kritik değerden fazla olması durumunda, H_0 (değişkenler eşbütünleşik değildir) hipotezi reddedilir. Belirlenen F-istatistik değerinin alt ve üst kritik değerinin arasında yer alması durumunda herhangi bir sonuç elde edilemeyecek olup testin sonuçsuz kaldığı kararı verilir. F-istatistik değerinin alt kritik değerinin altında belirlenmesi durumunda ise H_0 hipotezi kabul edilerek Serilerin eşbütünleşik olmadığı sonucuna ulaşılır. ARDL sınır testinde belirlenecek diğer bir adım ise optimum gecikme uzunluğunun tespit edilmesidir. Modelde gecikme seviyelerini belirlemek amacıyla çoğunlukla optimum gecikmelere yönelik seçim kriterine başvurulur. Bu kriterler, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwartz Bilgi Kriteri (SIC) ile tespit edilmesinin akabinde serilerin uzun dönem katsayıları tahmin edilecektir. Tanısal testler uygulanarak, tahmin yapılan modelin kararlı olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla kararlılık testlerine başvurulur. Tanısal testler arasında çalışmada oto korelasyon, normallik ve değişen varyans testlerine başvurulmuştur.

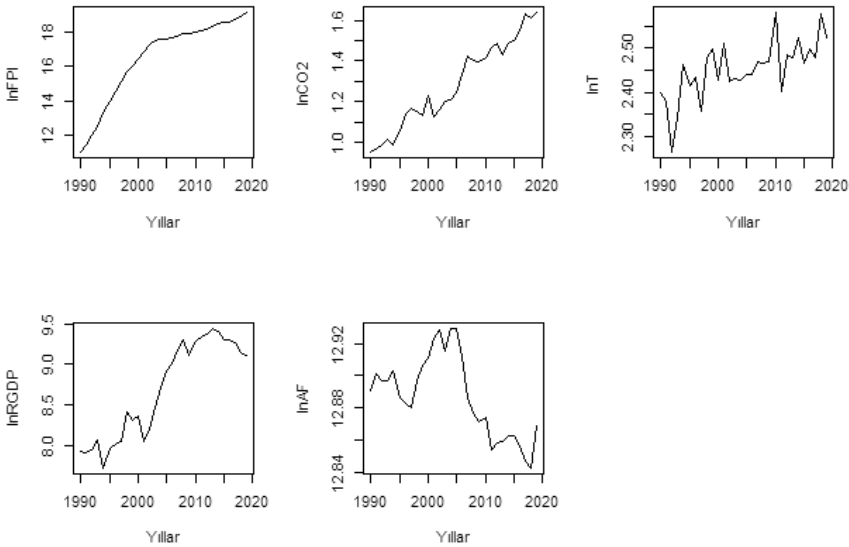
Ampirik Sonuçlar

ARDL sınır testi ile kurulan model 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada modelde yer alan değişkenlerde sahte regresyona rastlamamak ve serilerin entegrasyon derecelerini belirleyebilmek amacıyla bu çalışmada ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Serilerin düzeyde veya birinci farklarında durağan olduğunun tespit edilmesinden sonra ikinci aşamada F-istatistik testi ile gıda fiyatları ile iklim değişikliği ve büyüme arasında uzun dönemli ilişkinin tespiti yapılmıştır. Son aşamada ise uzun ve kısa dönem katsayı tahmin sonuçları elde edilmiştir. Uzun dönem tahmin parametreleri büyüme ve iklim değişikliğinin gıda fiyatları üzerinde etkisinin karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır. Hata düzeltme modeli, gıda fiyatlarının zorlayıcı değişkenler (dışsal değişkenler) ile bağlantılı olarak uzun dönemde dengeye yakınsayabilmesi hakkında öngörde bulunmaktadır. Kısa dönem tahmin parametreleri ise gıda fiyatlarının iklim değişikliği göstergelerinden ve reel GSYH'dan en fazla kaç dönem gecikmeli olarak ve ne yönde etkilendiğini göstermektedir.

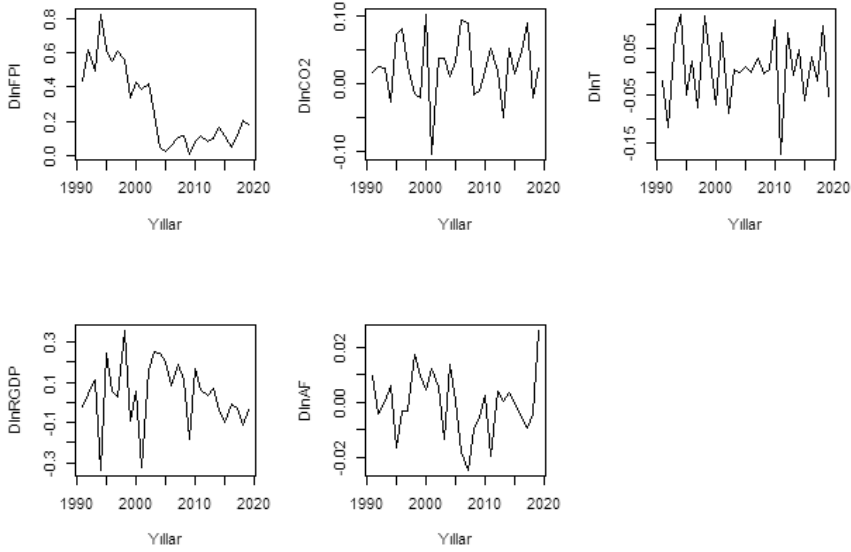
Birim kök test sonuçları

ARDL sınır testinde sahte regresyon sorunundan kaçınmak amacıyla modeldeki değişkenlerin ikinci farkında durağan $I(2)$ olmamasına dikkat edilmiştir. Dolayısıyla serilerin entegrasyon dereceleri incelenmiştir. Nitekim Pesaran vd., (2001) tarafından belirlenen alt ve üst kritik değerler serilerin $I(0)$ ya da $I(1)$ olması koşuluna dayanarak hesaplanmıştır. Hiçbir değişkenin $I(2)$ olmadığından emin olmak ve entegrasyon derecelerini belirleyebilmek adına Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerine başvurulmuştur. Ancak serilerde bulunan olası yapısal kırılmaların birim kök testlerini etkilediği ve bu gibi durumlarda ADF ve PP birim kök testlerinin gücünü yitireceği açık olduğundan Zivot ve Andrews (1992) tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı birim kök testlerine de başvurulmuştur. Serilerin düzey ve ilk farkları için zaman yolu grafikleri görsel (1) ve (2)'de yer almaktadır.

Şekil 1. Serilerin düzey değerlerinin zaman yolu grafikleri



Zivot ve Andrews yaklaşımı üç tip yapısal kırılma olabileceğinden bahsetmektedir. Bunlar A (sabit katsayıda kırılma), B (trendde kırılma) ve C (hem sabit hem de trendde kırılma) tipi kırılmalar olarak ifade edilir. Şekil (1) incelendiğinde $lnFPI$, $lnRGDP$ ve $lnAF$ serilerinde yapısal kırılma olabileceği görülmektedir. Çalışmada $lnFPI$ ve $lnRGDP$ serileri B tipi kırılmaya uygun modellenerek, $lnAF$ serisi ise C tipi kırılmaya uygun olarak modellenmiştir.

Şekil 2. Serilerin ilk farkı alınmış değerlerinin zaman yolu grafikleri

Şekil (2) değerlendirildiğindeyse yalnızca $\Delta \ln FPI$ serisinde C tipi bir kırılma olabileceği gözlenmektedir. Dolayısıyla ilk farklar için yalnızca $\ln FPI$ değişkeni Zivot ve Andrews (1992) birim kök testi ile değerlendirilmiştir.

Tablo 2. ADF birim kök test sonuçları

	Sabit	Sabit ve Trend	İlk Farklar (Sabit)	Entegrasyon Mertebesi
$\ln CO_2$	-0.457	-3.428*		I(0)
$\ln FPI$	-3.826***	-3.43*		I(0)
$\ln RGDP$	-1.114	-1.337	-5.599***	I(1)
$\ln T$	-3.388**	-5.708***		I(0)
$\ln AF$	-1.072	-1.741	-3.945***	I(1)

Notlar: Tabloda test istatistikleri raporlanmıştır. Sırasıyla *, **, *** işaretleri test istatistiklerinin %10, %5 ve %1 hata payıyla istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve " H_0 seriler durağan değildir" sıfır hipotezini reddettiğini ifade etmektedir.

Tablo (2)'de yer alan ADF birim kök testlerine göre $\ln CO_2$, $\ln FPI$ ve $\ln T$ serisi düzeyde durağan iken $\ln RGDP$, $\ln AF$ serileri ilk farkları alındığında durağanlaşmaktadır.

Tablo 3. PP birim kök testi

	Sabit	Sabit ve Trend	İlk Farklar (Sabit)	Entegrasyon Mertebeesi
lnCO2	-0.047	-3.433*		I(0)
lnFPI	-5.871***	-2.174		I(0)
lnRGDP	-1.101	-1.47	-5.599***	I(1)
lnT	-3.291**	-5.754***		I(0)
lnAF	-1.223	-1.837	-3.94***	I(1)

Notlar: Tabloda test istatistikleri raporlanmıştır. Sırasıyla *, **, *** işaretleri test istatistiklerinin %10, %5 ve %1 hata payıyla istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve " H_0 seriler durağan değildir" sıfır hipotezini reddettiğini ifade etmektedir.

Tablo (3)'te yer alan PP Birim kök testine göre; lnCO2, lnFPI ve lnT serisi düzeyde durağan iken lnRGDP, lnAF serileri ilk farkları alındığında durağanlaşmaktadır.

Tablo 4. Zivot ve Andrews (1992) yapısal kırılmalı birim kök testi.

	A	B	C
lnFPI		-4.093	
lnRGDP		-2.801	
lnAF			-2.96
Δ lnFPI			-4.939*

Notlar: Tabloda test istatistikleri raporlanmıştır. Sırasıyla *, **, *** işaretleri test istatistiklerinin %10, %5 ve %1 hata payıyla istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve " H_0 seriler durağan değildir" sıfır hipotezini reddettiğini ifade etmektedir.

Tablo (4)'te yer alan yapısal kırılmalı test sonuçları incelendiğinde geleneksel ADF ve PP testlerinden farklı olarak *lnFPI* değişkeninin birinci mertebeden entegre olduğu yani ilk farkı alındığında durağanlaştığı görülmektedir. Bu durum zaman serilerindeki yapısal kırılmaları göz önünde bulundurmanın etkisini gözler önüne sermektedir.

Sınır testi sonuçları

ARDL sınır testi F-istatistik değeri %1, %2.5, %5, %10 anlamlılık düzeylerinde I(0) ve I(1) düzeylerinde kritik değerleri vermektedir. Hesaplanan F-istatistik değeri seriler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını göstermektedir. F-istatistiğinin üst kritik değerinin üzerinde olması halinde H_0 (Seriler arasında uzun dönemli ilişki yoktur.) hipotezinin reddedilmesine ve seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin bulunduğu karar verilir.

Tablo 5. ARDL Sınır Testi Kritik Değerleri

F-istatistiği Değeri: 58.86970 k=4		
Kritik Değerler	I(0) Alt Sınır Değeri	I(1) Üst Sınır Değeri
%10	2.45	3.52
%5	2.86	4.01
%2.5	3.25	4.49
%1	3.74	5.06

Kritik değerler Pesaran vd. (2001)'den elde edilmiştir. k terimi regresör sayısını gösterir.

ARDL sınır testi kritik değerlerine göre; büyüme (reel GSYH) ve iklim değişikliği göstergeleri (kişi başı düşen karbondioksit, sıcaklık ve tarım alanları) ile gıda fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4). Dolayısıyla Türkiye'nin gıda fiyatları ile reel GSYH ile iklim değişikliği arasında uzun dönemde anlamlı ve gerçek bir ilişki belirlenmiştir. ARDL sınır testi ile kurulan modelin kararlı olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla uygulanan tanısal testler (Breusch-Godfrey Serial Correlation LM testi, White test ile Breusch-Pagan-Godfrey, Jarque-Bera, Ramsey Reset,) Tablo 5'te raporlanmıştır.

Tablo 6. Tanısal Testlere İlişkin Sonuçlar

Tanısal Testler	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Breusch-Godfrey LM testi	1.343843	0.3411
White testi	0.652431	0.7810
Breusch-Pagan-Godfrey	0.435588	0.9263
Jarque-Bera	1.195870	0.549946
Ramsey Reset	1.384210	0.2839

Jarque-Bera normallik testi dışında diğer tüm tanısal testlerdeki istatistik değerleri F-istatistiğini göstermektedir.

Breusch-Godfrey LM testi modelde otokorelasyon sorunun olmadığını, White ve Breusch-Pagan-Godfrey testleri değişen varyans sorunun olmadığını, Jarque-Bera testi hataların normal dağılıma uygun olduğunu, Ramsey Reset testi modelin doğru kurulduğunu ve fonksiyonel biçim hatasının olmadığını göstermiştir. Modelin $R^2 = 0.999735$ ve $\bar{R}^2 = 999053$ olarak belirlenmiş olup; F istatistik değeri (1465.564) ise %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

ARDL sınır testi ile katsayı tahmin sonuçları

Değişkenler arasında uzun dönemli (eşbütünleşik) ilişki belirlendikten sonra serilerin uzun ve kısa dönem dinamik parametreleri elde edilmelidir. Uzun ve kısa dönem parametrelerin tahmin edilebilmesi için optimum gecikme uzunluğu belirlenmelidir. Optimum gecikme uzunluğunun belirlenebilmesi

için gecikme derecesi seçim kriterine başvurulmuş olup bu doğrultuda ARDL (1,4,3,2,4) modelinin tahmin edilmesine karar verilmiştir.

Tablo 7. ARDL sınır testi uzun dönem katsayı tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
lnCO2	-2.689967	3.152654	-0.853239	0.4218
lnAF	17.593297	4.311399	4.080647	0.0047
lnRGDP	2.508055	0.994853	2.521032	0.0398
lnT	23.758286	4.914458	4.834366	0.0019

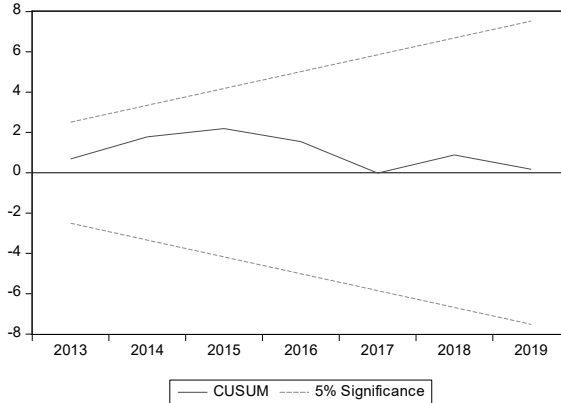
ARDL sınır testi uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre; karbondioksit salınımı (lnCO2) ile gıda fiyatları arasında uzun dönemde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($P=0.4218>0.05$). Buna karşılık tarım alanı ile gıda fiyatları arasında uzun dönemde %1 istatistik değerinde anlamlı ($P=0.0047<0.05$) ve pozitif yönde bir ilişki vardır. Aynı sonuç sıcaklık (lnT) içinde söylenebilir. Sıcaklık ile gıda fiyatları arasında uzun dönemde %1 istatistik değerinde anlamlı ($P=0.0019<0.05$) pozitif yönde bir ilişki vardır. Gıda fiyatları ile büyüme (lnRGDP) arasında %5 istatistik düzeyinde ($P=0.0398<0.05$) pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bu doğrultuda, tarım alanlarında ve sıcaklıkta meydana gelebilecek %1'lik bir artış gıda fiyatlarında sırasıyla %17.59 ve %23.75 düzeyinde artışa neden olacaktır. Buna karşılık reel GSYH'da meydana gelebilecek %1'lik bir artış gıda fiyatlarında %2.50 düzeyinde artışa neden olacaktır. Bu sonuçlar iklim değişikliğinin gıda fiyatları üzerinde uzun dönemde büyümeden daha fazla etkili olabileceğini göstermektedir (Tablo 7).

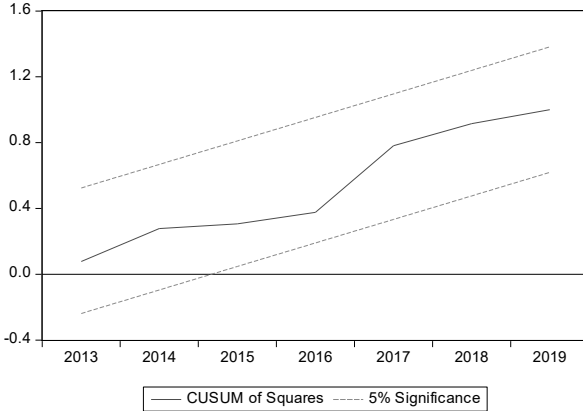
Tablo 8. ARDL kısa dönem katsayı tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
D(lnCO2)	-0.611589	0.322121	-1.898634	0.0994
D(lnCO2(-1))	1.326240	0.288848	4.591482	0.0025
D(lnCO2(-2))	0.869433	0.265419	3.275708	0.0136
D(lnCO2(-3))	1.089455	0.266424	4.089186	0.0046
D(lnAF)	2.797268	0.963207	2.904120	0.0229
D(lnAF(-1))	-4.891577	1.308904	-3.737154	0.0073
D(lnAF(-2))	2.270064	1.416019	1.603130	0.1529
D(lnRGDP)	0.522827	0.229426	2.278845	0.0567
D(lnRGDP (-1))	-0.324822	0.182090	-1.783847	0.1176
D(lnT)	0.437098	0.207501	2.106487	0.0732
D(lnT(-1))	-5.233465	0.396524	-13.198362	0.0000
D(lnT(-2))	-3.439066	0.311310	-11.047063	0.0000
D(lnT(-3))	-1.755886	0.212375	-8.267846	0.0001
C	-101.480090	4.732209	-21.444548	0.0000
ECT(-1)	-0.339586	0.015790	-21.506922	0.0000

ARDL modeli kullanılarak uzun dönemli ilişki belirlendikten sonra son olarak Hata düzeltme modeli ile kısa dönem dinamikler tahmin edilmiştir. Hata düzeltme teriminin (ECT(-1)) 0 ile -1 arasında olması sebebiyle dışsal değişkenlerle ilişkili olarak gıda fiyatlarının uzun dönemde aşırı dalgalanma olmaksızın kararlı bir şekilde dengeye gelebileceği söylenebilir (Alam ve Quazi, 2003: 97). Karbondioksit salınımının cari yılda gıda fiyatları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak %10 düzeyinde anlamlı ve negatif yöndedir. Buna karşılık, 1, 2 ve 3 dönem önceki karbondioksit emisyonunun ($\ln CO_2$) gıda fiyatları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Gıda fiyatları ise en fazla iki dönem önceki tarım alanlarından pozitif yönde etkilenmektedir. 1 ve 2 dönem önceki tarım alanları ($\ln AF$) cari dönemdeki gıda fiyatlarını pozitif yönde etkilemektedir. Cari dönemdeki reel GSYH'daki değişiklikler istatistiksel olarak %10 anlamlılık düzeyinde olmakla birlikte cari dönemdeki gıda fiyatlarını pozitif yönde etkilemektedir. Ancak geçmiş dönemlerdeki reel GSYH'nin, cari dönemdeki gıda fiyatları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Cari dönemdeki sıcaklığın gıda fiyatları üzerindeki negatif etkisi istatistiksel olarak %10 anlamlılık düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Ancak istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı olmakla birlikte gıda fiyatları gittikçe azalan oranda geçmiş 3 dönemde gerçekleşen sıcaklıklardan negatif düzeyde etkilenmektedir. Tahmin edilen ARDL sınır testi modelinin kısa dönem dinamikleri ile uzun dönem katsayılarının kararlılığını test etmek amacıyla kümülatif hata terimleri toplamı (CUSUM) ve kümülatif hata terimlerinin kareleri toplamı (CUSUMSQ) testleri uygulanmıştır (Şekil 1).

Şekil 3. Kararlılık testleri: CUSUM ve CUSUMS





CUSUM ve CUSUMSQ eğrilerinin %5 önemlilik düzeyinde kritik değerlerin arasında yer alması sebebiyle tüm katsayıların ve hata düzeltme modelinin kararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın Sınırlılıkları ve Tartışma

İklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlıklı olunması ve olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için iklimde gözlenen değişikliklerin gelecekte nasıl olacağını tahmin edilmesi bu yönde gerekli tedbirlerin nasıl olacağını belirlenmesi önem arz etmektedir. Çalışmada Türkiye'nin gelişmekte olan ülkeler sınıfı içerisinde yer aldığı göz önünde bulundurularak; gıda fiyatlarındaki dalgalanmalar üzerinde iklim değişikliği göstergelerinin (karbondioksit emisyonu, sıcaklık ve tarım alanları) kısa ve uzun dönem etkileri ile ekonomik büyüme kıyaslamalı olarak değerlendirdiği için sınırlılık oluşturmaktadır. Bu çalışmada 1990-2019 yılları arasındaki dönemin seçilmesinin nedeni, ilki 1990'da açıklanan Hükümetler arası İklim Değişikliği Panel değerlendirme raporu ile iklim değişikliğine dikkat çekilmesi etken olmuştur. Bu amaçla 1990-1919 kadar ki zaman aralığında küresel iklimde ortaya çıkacak olan pozitif ya da negatif etkilerin Türkiye'yi nasıl ve ne şekilde olabileceği öngörüsü bir diğer sınırlılığdır. Ayrıca iklim değişikliğinin yarattığı etkilerinin ölçülmesinde arazi değeri, mahsul çeşitleri, sıcaklık, yağış miktarı vb gibi çok sayıda farklı değişken kullanılmaktadır. Bu çalışmada Karbondioksit emisyonu, tarım alanları, sıcaklık, Reel GSYH ve gıda fiyatları endeksi değişken seçilmiştir. Bu yönüyle de çalışma sınırlıdır.

Çalışmada iklimdeki sıcaklık artışında CO₂ emisyonlarının büyük bir payı vardır. Şöyle ki; sıcaklık ve yağış değişimleri tarım sektörü üzerinde verimliliği düşürerek ürün miktarı ve kalitesini etkilemektedir. Böylece tarımın GSYH'ya katkısının azalmasına ve öte yandan ekonomik büyümenin olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir. Ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz etkilerine ilişkin araştırmanın sonuç bulguları; Dell vd. (2008), Dell vd. (2009), Dell vd. (2009, 2012), Alam (2013), Hayaloğlu (2018), Milliner ve Dietz'in (2011),

Sandhani vd. (2020) çalışma bulgularını desteklemektedir. Öte yandan iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerinde yarattığı olumsuzluk gıda arzında daralmaya ve gıda fiyatlarında artışlara neden olabilmektedir. Araştırmanın söz konusu bu bulguları; Quiggin (2007), Gilbert (2010), Tol (2013), Xie ve Wang (2014), Jayatilleke ve Cai (2014), Bayraç ve Doğan (2016) ve Geng vd. (2019) araştırma sonuçları ile örtüşmektedir. Çalışmada iklim değişikliğinin sıcaklık etkisine bağlı olarak tarım alanlarındaki kayıplar üretimde azalmaya dolayısıyla da gıda fiyatlarında artışa neden olduğuna ilişkin sonucu; Wang (2014) ve Xie ve Wang (2017) çalışma sonuçlarını desteklediği görülmektedir. Ancak söz konusu çalışmanın gıda fiyatlarındaki artışın GSYH üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı yönündeki sonucu ise Hayaloğlu (2018) iklim değişikliğinin ekonomik büyümeyi negatif etkilediği yöndeki bulguyu desteklemediği tespitler arasındadır. Türkiye’de gıda fiyatlarındaki dalgalanmalar üzerinde iklim değişikliği hala belirleyici rol oynamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Gelişmiş ve gelişmekte olan bütün ülkeler için tarımsal faaliyetler yüksek oranda iklim değişikliğine bağlıdır. İklimle bağlı tarımsal faaliyetlerde meydana gelen artış/azalışlar gıda fiyatlarına yansarak ekonomi üzerinde çeşitli etkilere neden olabilmektedir. Zira alan yazınında farklı ülke ve dönemler itibarıyla iklim değişikliği termal parametreleri ve atmosferde farklı kirlilik emisyonlarının tarım sektörü üzerinde olumsuz etkilerini farklı konu başlıklarında inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte ekonomik büyümenin gıda fiyatlarına olan etkisiyle birlikte dışsal şoklar, sermaye birikimi ve dış borç stoku üzerindeki etkileriyle gıda üzerindeki dolaylı etkilerini içeren çalışmaların da yapıldığı görülmektedir. Literatür incelendiğinde iklim değişikliği gelişmiş ülkeleri etkilese de özellikle iklimsel parametrelerin etkisinin en çok az gelişmiş ve ekonomisi tarıma bağlı ülkeler de hissedildiği tespitler arasındadır. Bu ülkelerde ortaya çıkan ekonomik sıkıntılarla birlikte gelir eşitsizliği, yoksulluk ve sosyal sorunların da ortaya çıktığına dair bulgulara rastlanmıştır. Gıda fiyatları ile Reel GSYH ve karbondioksit emisyonu, sıcaklık ve tarım alanları gibi iklim değişikliği göstergeleri arasındaki uzun ve kısa dönem eş bütünleşme ilişkisinin tespit edilmesi amacıyla ARDL sınır testi uygulanmıştır. ARDL sınır testi yardımıyla kurulan model zaman serisi methodu olup Türkiye için 1990-2019 dönemini kapsamaktadır. ARDL sınır testi üç aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada serilerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi ve sahte regresyondan kaçınmak amacıyla birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kök testleri sonucunda elde edilen bulgulara göre; iklim değişikliği göstergeleri (Karbondioksit emisyonu, tarım alanları ve sıcaklık), Reel GSYH ve gıda fiyatları endeksi değişkenlerinin farklı mertebelerde durağan oldukları tespit edilmiştir. İkinci aşamada seriler arasında eş bütünleşme ilişkisinin tespiti amacıyla F-istatistik değeri elde edilmiştir. F-istatistik değerine göre; uzun dönemde gıda fiyatları ile Reel GSYH ve iklim değişikliği arasında eş bütünleşme ilişkisi bulunmaktadır. Son aşamada ise;

uzun ve kısa dönem tahmin parametreleri tahmin edilmiştir. Kısa dönem tahmin parametrelerinden elde edilen bulgulara göre; cari dönem karbondioksit emisyonu cari dönem gıda fiyatlarını etkilememektedir. Ancak geçmiş 3 dönemde meydana gelecek karbondioksit miktarındaki artış gıda fiyatlarının da artmasına neden olacaktır. Diğer bir ifade ile gıda fiyatlarındaki dalgalanmalar karbondioksit emisyonundan en fazla geçmiş 3 dönemde etkilenmektedir. Cari dönemdeki tarım alanlarının artması cari dönem gıda fiyatlarında pozitif bir etkiye neden olurken bir dönem önce tarım alanlarındaki %1'lik bir azalış gıda fiyatları endeksinin %4.89 artmasına neden olacaktır. Elde edilen bulgular, cari dönem gıda fiyatlarının en fazla bir dönem önceki gıda fiyatlarından etkilendiğini göstermektedir. Aynı zamanda cari dönem gıda fiyatları bir önceki dönem gerçekleşen Reel GSYH'dan etkilenmediği bulgusuna ulaşılmıştır. Buna karşılık cari dönem sıcaklık miktarındaki artış gıda fiyatlarının da artmasına neden olurken; geçmiş 3 dönem önceki sıcaklıklardaki azalışlar cari dönem gıda fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Ancak geçmiş 3 dönemde gerçekleşen sıcaklık değişikliklerinin gıda fiyatları üzerindeki etkisi azalan orandadır. 1 dönem önceki, 2 dönem önceki ve 3 dönem önceki sıcaklıklardaki %1'lik bir azalış sırasıyla cari dönemdeki gıda fiyatlarının %5.23, %3.43 ve %1.75 artmasına neden olacaktır. ARDL sınır testi aynı zamanda bir hata düzeltme modeli de sunmaktadır. Hata düzeltme modelinden elde edilen bulgulara göre dış etkenlere bağlı olarak gıda fiyatlarındaki dalgalanmalar dengeye doğru yakınsamaktadır. ARDL sınır testi ile uzun dönem parametrelerinden elde edilen bulgulara göre; karbondioksit emisyonu uzun dönemde gıda fiyatları üzerinde etkisi tespit edilememiştir. Ancak tarım alanlarındaki ve sıcaklıklardaki uzun dönemde %1 düzeyindeki bir artış gıda fiyatı üzerinde sırasıyla %17.59 ve %23.75 oranında bir artışa neden olacaktır. Uzun dönemde Reel GSYH'daki %1'lik bir artış ise gıda fiyatlarının %2.50 oranında artmasına neden olacaktır. Elde edilen bulgular Türkiye'de gıda fiyatlarının uzun dönemde Reel GSYH'ya kıyasla iklim değişikliğinden nispeten daha yüksek oranda etkilendiğini göstermektedir. Diğer bir ifade ile Türkiye'de gıda fiyatlarındaki dalgalanmalar üzerinde iklim değişikliği hala belirleyici rol oynamaktadır.

Araştırma sonuçlarından yola çıkarak aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

Enerjinin yoğun kullanıldığı sektörlerde ortaya çıkan CO₂ salınımının ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkisi olsa da sıcaklık değişimlerine bağlı negatif etkileri daha fazla olabilir. İklim değişikliği Türkiye ekonomisi açısından ciddi riskler taşımaktadır. Bu bağlamda CO₂ salınımının azaltılması için enerji verimliliği noktasında yeni yöntemlerin kullanılması ve bunu teşvik edecek politikaların uygulanması GSYH'nın arttırılması yoluyla sürdürülebilir büyüme sağlanabilir. İklim değişikliğinin kontrolü noktasında dünya ile entegre olabilecek yeni politikalar geliştirilebilir. Ayrıca iklim değişimin yaratacağı zararların azaltılması yönünde tarımda gereksiz ya da zamansız kullanılan gübrenin iklim değişikliğine bağlı yağışlarla nehirlerle ve oradan da deniz ve

göllere karışmasının neden olacağı zehirlenmelerin önüne geçilebileceği söylenebilir. Yenilenebilir enerjinin payının artırılmasıyla sera gazlarını aşağıya indirmesi, fosil yakıtların dünyanın ısınmasına olan payını azaltılması gerekmektedir. Bu doğrultuda sıfır atık için gerekli teknolojilere yer verilmesi ve geliştirilmesi yönünde politika ve uygulamaların gerçekleştirilmesine çalışılabilir. Ayrıca ülkeler iklim değişimine uyum stratejiler geliştirerek gelecekte yaşanması olası olumsuz senaryoların önüne geçebilirler. İklim değişikliğine uyum kapsamında; gıda fiyatlarında oluşabilecek değişikliklere karşı modern tarım teknikleri ör. Topraksız tarım gibi uygulamaların yaygınlaştırılması ve bu kapsamda devletin teşvik edici kredilerle çiftçileri daha fazla desteklemesi öngörülebilir. İlaveten verimli tarım arazilerinin etkinliğinin artırılması ve çorak arazilerin tarıma kazandırılması gibi tarımsal politikalar genişletilebilir. Tarım politikalarının küresel gereksinimlere cevap verebilirliği noktasında revize edilmesi ile sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir. İklim doğanın sürdürülebilirliğini ve bütün canlıların yaşamsal değerlerini etkilediği için bu yöndeki çalışmalara daha fazla ağırlık verilmesi önerilebilir.

Kaynakça

- Abidoye, B., & Odusola, A. (2015). Climate Change and Economic Growth in Africa: An Econometric Analysis. *Journal of African Economies*, 24 (2), 277-301.
- Adams, R., Rosenzweig, C., Pearl, R., Ritchie, J., McCarl, B., Glycer, D., ... Allen, H. (1990). Global climate change and U.S. *Agriculture*(345), 219-223.
- Aggarwa, P., & Sinha, S. (1993). Effect of probable increase in carbon dioxide and temperature on wheat yields in India. *Journal of Agricultural Meteorology*, 48(5), 811-814. doi:https://doi.org/10.17218/husband.87012
- Akalın, M. (2014). İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri. *Hitit Üniversitesi*(2), 361-363. doi:https://doi.org/10.17218/husband.87012
- Akın, İ. (2021). Su, Toprak ve İklim Değişikliğinin Güvenli Gıdanın Sürdürülebilirliği Üzerine Etkileri ve Bazı Tespitler 1.1. *Rahva Teknik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13-23.
- Alexandrov, V., Eitzinger, J., Cajic, V., & Oberforster, M. (2002). Potential impact of climate change on selected agricultural crops in north-eastern Austria. *Global Change Biology*, 8, 372-389. doi:https://doi.org/10.1046/j.1354-1013.2002.00484.x
- Apata, T. (2010). Effects of Global Climate Change on Nigerian Agriculture: An Empirical Analysis. *CBN Journal of Applied Statistics*, 2(1), 31-50.
- Başoğlu, A. (2014). Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri. *Sosyal Bilimler Dergisi*(7), 175-196.
- Batan, M., & Toprak, Z. (2015). Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu Etkileri ve Bu Etkilerin İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 93-102.

- Bayraç, H., & Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri 11(1). *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 23- 48.
- Brown, M. (2014). *Food Security, Food Prices And Climate Variability*. New York: Routledge.
- Chattopadhyay, N., & Hulme, M. (1997). Evaporation and potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87, 55-73. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(97\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00006-3)Get rights and content
- Chen, C., & Mccarl, B. (2001). An investigation of the relationship between pesticide usage and climate change. *Climatic Change*, 50, 475-487.
- Cline, W. (2007). *Global warming and agriculture: Impact estimates by country*. Washington: Peterson Institute for International Economics.
- Darwin, R. (1999). The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *The American Economic Review*, 89(4), 1049-1052. <https://www.jstor.org/stable/117175> adresinden alındı
- Darwin, R. (1999). The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *The American Economic Review*, 89(4), 1049-1052.
- Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (2009). Temperature and income: reconciling new cross-sectional and panel estimates. *Am Econ Rev*(2), 198-204.
- Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (2008). *Climate change and economic growth: evidence from the last half century*. NBER.
- Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95.
- Deniz, F., & Hiç, Ö. (2022). İklim Değişikliği ve Tarımın Değişen Yüzü: Artan Riskler, Tarımdaki Daralmalar ve Orman Yangınları Sonrası Politika Önerileri. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 12-22. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2459339> adresinden alındı
- Durdu, Ö. (2010). Effects of climate change on water resources of the Büyük Menderes river basin, western Turkey. *Turk J Agric For*, 34, 319-332. doi:10.3906/tar-0909-402 adresinden alındı
- Dyson, T. (1999). Prospects for feeding the world. *British Medical Journal*, 319, 988-990.
- Easterling, W., Crosson, P., Rosen, N., McKenney, M., Katz, L., & Lemon, K. (1993). Agricultural Impacts of and Response to Climate Change in the Missouri-Iowa-Nebraska-Kansas (MINK) Region. *Climatic Change*, 24(2), 23-61.
- Eboli, F., Parrado, R., & Roson, R. (2010). Climate-change feedback on economic growth: Explorations with a dynamic general equilibrium model. *Environment and Development Economics*, 15(5), 515-533.
- Ellis, R., Summerfield, R., & Edmeades, G. (1992). 1992. Photoperiod, temperature and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. *Crop Science*(32), 1225-1232.
- Elshennawy, A., Robinson, S., & Willenbockel, D. (2016). Climate change and economic growth: An intertemporal general equilibrium analysis for

- Egypt. *Economic Modelling*, 52, 681-689. doi:<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.008>
- Erdem, E., & Ulucak, R. (2012). Çevre İktisat İlişkisi ve Türkiye'de Çevre Politikalarının Etkinliği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 6, 78-98.
- Fankhauser, S., & Richard, S. (2005). On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics*, 27, 1-17.
- Fujihara, Y., Simonovic, S., Topaloğlu, F., Tanaka, K., & Watanabe, T. (2008)). An inverse-modelling approach to assess the impacts of climate change in the Seyhan River basin, Turkey / Une approche de modélisation inverse pour évaluer les impacts du changement climatique dans le bassin versant de la Rivière Seyhan, Turquie. *Hydrological Sciences Journal*, 53 (6), 1121-1136 . doi:[doi:10.1623/hysj.53.6](https://doi.org/10.1623/hysj.53.6).
- Geng, X., Wang, F., Ren, W., & Hao, Z. (2019). Climate change impacts on winter wheat yield in northern China. *Advances in Meteorology*, 2019, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1155/2019/2767018>
- Ghaffari, A., Cook, H., & Lee, H. (2002). Climate Change and Winter Wheat Management: A Modeling Scenario for South East England. *Climatic Change*, 55, 509-533.
- Gilbert, C. (2010). How to Understand High Food Prices. *Journal of Agricultural Economics*, 61(2), 398-425. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2010.00248.x>
- Grosh, M., Ninno, C., Tesliuc, E., & Ouerghi, A. (2008). *For protection and promotion: The design and implementation of effective safety nets*. Washington: World Bank.
- Hall, A. (2000). *Crop Responses to Environment*. Washington: CRC Press.
- Hayaloglu, P. (2018). İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(25), 51-62.
- Hope, C. (2006). The Marginal Impact of CO2 from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern. *Integrated Assessment Journal*, 6(1), 19-56.
- Houghton, J., Jenkins, G., & Ephraums, J. (1991). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press,.
- Huang, Y., Gao, L., Jin, Z., & Chen, H. (1998). Simulating The Optimal Growing Season of Rice in The Yangtze River Valley and its Adjacent Area, China. *Agricultural and Forest Meteorol*, 91(3-4), 251-262. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(98\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(98)00075-6)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*.
- Jacoby, H., Rabassa, M., & Skoufias, E. (2015). Distributional Implications of Climate Change in Rural India: A General Equilibrium Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(4), 1135- 1156. doi:<https://doi.org/10.1093/ajae/aau084>

- Jayatilleke, S., & Cai, Y. (2014). The impact of climate change on food crop productivity, food prices and food security in South Asia. *Economic Analysis and Policy*, 44(4), 451-465. doi:https://doi.org/10.1016/j.eap.2014.09.005
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*(59), 1551-1580. doi:https://doi.org/10.2307/2938278
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52 (2), 169-210.
- Jones, B., & Olken, B. (2010). *Climate shocks and exports*. National Bureau of Economic Research.
- Jones, B., & Olken, B. (2008). *Dell, M., Climate change and economic growth: evidence from the last half century*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Kadioğlu, m., & Şaylan, L. (2001). Trends of growing degreedays in Turkey. *Water, Air & Soil Pollution*, 126(1), 83-96. doi:10.1023/A:1005299619084 adresinden alındı
- Kaiser, H., Riha, S., Wilks, D., Rossiter, D., & Sampath, R. (1993). A farm-level analysis of economic and agronomic impacts of gradual warming. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(2), 387-398. doi:DOI:10.2307/1242923
- Kalbarczyk, R., Kalbarczyk, E., Ziemiańska, M., & Raszka, B. (2018). Assessment of Air Thermal Conditions in the Lowland Part of South-Western Poland for Agriculture Development Purposes. *Atmosphere*(9), 2-17. doi:DOI:10.3390/atmos9060215
- Kane, S., Reilly, J., & obey, J. (1992). An empirical study of the economic effects of climate change on world agriculture. *Climatic Change*, 2(1), 17-35.
- Khalid, A., Faisal, M., & Rukh, G. (2016). Impact of Climate Changes on Economic and Agricultural Value Added Share in GDP. *Asian Management Research Journal*, 1(1), 35-48.
- Kılıç, R., & Akalın, G. (2016). Türkiye'de Çevre ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 49-60. doi:https://doi.org/10.18037/ausbd.389162
- Komuscu, A., Erkan, A., & Oz, S. (1998). Komuscu, A. U. L. I. U., Erkan, A., & Oz, S. Possible impacts of climate change on soil moisture availability in the southeast Anatolia Development Project Region (GAP): an analysis from an agricultural drought perspective. *Climatic Change*, 40(3), 519-545. doi:doi:10.1023/A:1005349408201
- Kristensen, K., Schelde, K., & Olesen, J. E. (2011). Winter wheat yield response to climate variability in Denmark. *Journal of Agricultural Science*, 149, 33-47.
- Kulakoğlu, Ö. (2020). *Türkiye'de Tarımda Kendine Yeterlilik Ve Gıda Güvencesi*. Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kumar, K., Kavi, S., & Parikh, J. (1998). *Climate change impacts on Indian agriculture: the Ricardian approach*. Washington: World Bank.

- Kumar, A., & Sharma, P. (2013). *Impact of climate variation on agricultural productivity and food security in rural India*. Kiel: Institute for the World Economy.
- Lal, M., Singh, K., Rathor, L., Srinivasan, G., & Saseendran, S. (1996). *Vulnerability of rice and wheat yields in northwest India to future changes in climate*. New Delhi: Centre for Atmospheric Sciences, Indian Institute of Technology.
- Lanzafame, M. (2014). Temperature, rainfall and economic growth in Africa. *Empir Econ*(46), 1–18. doi:DOI 10.1007/s00181-012-0664-3
- Mahato, A. (2014). Change and its Impact on Agriculture. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(4), 1-6.
- Masud, M., Rahman, S., Al-Amin, A., & Kari, Q. (2012). Impact of Climate Change: An Empirical Investigation of Malaysian Rice Production. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(4), 431-444. doi:DOI 10.1007/s11027-012-9441-z
- McCallum, B. (1982). *Are Bond—Financed Deficits Inflationary? A Ricardian Analysis*. Massachusetts: NEBER.
- Mcmicmael, A., & Githeko, A. (2001). Human Health. J. Ed: McCarthy, O. Canziani, N. Leary, & D. Dokken içinde, *Climate Change 2001; Impact, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II*. (s. 451-486). Cambridge University Press.
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2005). *Limits to Growth The 30-Year Update*. London: Printed and bound in the UK by Bath Press.
- Mendelsohn, R., Dinar, A., & Sanghi, A. (2001). The effect of development on the climate sensitivity of agriculture. *Environment and Development Economics*, 6(1), 85-101.
- Meadows, D., Meadows, D., & Behrens, W. (1990). *Ekonomik Büyümenin Sınırları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları.
- Mendelsohn, R., Gonzalez, A., & Christen, P. (2010). A Ricardian analysis of Mexican farms. *Environment and Development Economics*, 15(2), 153-171. <https://www.jstor.org/stable/44379007> adresinden alındı
- Milliner, A., & Dietz, S. (2011). *Adaptation to climate change and economic growth in developing countries*. Centre for Climate Change Economics and Policy.
- Morison, J., & Lawlor, D. (1999). Interactions between increasing CO2 concentration and temperature on plant growth. *Plant, Cell and Environment*, 22, 659– 682.
- NBER. (2013). *Impact of Climate Change on Agricultural Growth in Nepal*, NBER Working Paper No. 15, <https://www.nrb.org.np/ecorev/pdf/files/nrbwp201315.pdf> (04.08.2018).
- Nordhaus, W. (2006). After Kyoto: Alternative Mechanisms to Control Global Warming. *The American Economic Review*, 96(2), 31-34. doi:10.1257/000282806777211964
- NRB. (2013). *Impact of Climate Change on Agricultural Growth in Nepal*, NRB Working Paper No. 15, <https://www.nrb.org.np/ecorev/pdf/files/nrbwp201315.pdf> (04.08.2018).

- Olesen, J., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy Jørgen. *European Journal of Agronomy*(16), 239–262. <https://www.researchgate.net/publication/228853689> 2-12 adresinden alındı
- Olesen, J., Trnka, M., Kersebaum, K., Skjelvag, A., Segun, B., . . . Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 34(2), 96-1. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>Get rights and content
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65.
- Parikh, J., Babu P., & Kumar, K. (1997). Climate Change, North-South Co-Operation and Collective Decision-Making Post-Rio. *Journal of International Development*, 9(3), 403-413. doi:DOI:10.1002/(SICI)1099-1328(199705)9:3<403::AID-JID448>3.0.CO;2-6
- Passel, S., Massetti, E., & Mendelsohn, R. (2016). A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on European Agriculture. *Environ Resource Econ*(67), 725–760. doi:DOI 10.1007/s10640-016-0001-y
- Patil, R., Laegdsmand, M., Olesen, J., & Porter, J. (2010). Growth and yield response of winter wheat to soil warming and rainfall patterns. *Journal of Agricultural Science*, 148, 553-566. doi:doi:10.1017/S0021859610000419
- Pesaran, M., Shin, Y., & Smith, R. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. doi:<https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Pesaran, H., & Shin, Y. (1997). An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to co-integration Analysis. *University of Cambridge Journal*, 107(440), 178-191. doi:DOI:10.1111/1468-0297.00151
- Pesaran, M., & Shin, Y. (1999). Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium. *An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis*. (s. 371-413). içinde Cambridge: Cambridge University Press. doi:doi:10.1017/S0021859610000419
- Pindyck, R. (2007). Uncertainty in environmental economics. *Review of environmental economics and policy*, 1(1), 45-65.
- Reilly, J., Hohmann, N., & Kane, S. (1994). Climate change and agricultural trade: Who benefits, who loses? *Global Environmental Change*, 4(1), 24–36. doi:[https://doi.org/10.1016/0959-3780\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0959-3780(94)90019-1)
- Robert, M., Morrison, O., Schlesinger, M., & Andronova, N. (2000). Country-specific Market Impacts of Climate Change. *Climatic Change*, 45((3-4)), 553-569.
- Rosenzweig, C., & Parry, M. (1994). Potential impact of climate change on world food supply. *Nature*(367), 133–138.
- Quiggin, J. (2007). Drought, Climate Change and Food Prices in Australia. *School of Economics and School of Political Science*, 1-11.
- Sandhani, M., Pattanayak, A., & Kumar, K. (2020). *Impact of Climate Change on Economic Growth: A Case Study of India*. Madras School of Economics.

- Sangh, A., & Mendelsohn, R. (2008). The impacts of global warming on farmers in Brazil and India. *Global Environmental Change*, 18, 655-665. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.06.008
- Saylan, L., & Bernhofer, C. (1993). Penman-Monteith Approach to Extrapolate Soybean Evapotranspiration. *Theoretical and Applied Climatology*, 46, 241-246.
- Selek, B., & Tuncok, I. (2014). Effects of climate change on surface water management of Seyhan basin, Turkey. *Environmental and Ecological Statistics*, 21, 391-409. doi: doi:10.1007/s10651-013-0260-5
- Shahabfar, A., & Eitzinger, J. (2011). Agricultural drought monitoring in semi-arid and arid areas using MODIS data ., *Journal of Agricultural Science*, 149(4), 403-414. doi:DOI: https://doi.org/10.1017/S0021859610001309
- Skoufias, E., Nssah, E., Katayama, R., Olivieri, S., Rabassa, M., & Vinha, K. (2012). *The Poverty and Welfare Impacts of Climate Change: Quantifying the Effects, Identifying the Adaptation Strategies*. The World Bank. http://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-0-8213-9611-7 adresinden alındı
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K., . . . Miller, H. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stewart, D., Dwyer, L., & Carrigan, L. (1998). 90. Phenological Temperature Response of Maize. *Agronomy Journal*, 90, 73-79. doi:https://doi.org/10.2134/agnonj1998.00021962009000010014x
- Sykes, M., & Prentice, I. (1995). Boreal Forest Futures: Modelling The Controls on Tree Species Range Limits And Transient Responses To Climate Change. *Water, Air, and Soil Pollut*(82), 415-428.
- Talib, M., Ahmed, M., Naseer, M., Slusarczyk, B., & Popp, J. (2021). The Long-Run Impacts of Temperature and Rainfall on Agricultural Growth in Sub-Saharan Africa. *Sustainability*, 13(2), 2-16. doi:DOI: https://doi.org/10.3390/su13020595
- Tol, R. (2013). The economic impact of climate change in the 20th and 21st centuries. *Climatic change*, 117(4), 795-808. doi:DOI 10.1007/s10584-012-0613-3
- Tol, R. (2009). The economic effects of climate change. *Journal of economic Perspectives*, 23(2), 29-51.
- Tollenaar, M., Daynard, T., & Hunter, R. (1979). Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. *Crop Science*, 19, 363-366. doi:https://doi.org/10.2135/cropsci1979.0011183X001900030022x
- Trnka, M., Dubrovsky, M., Semerádová, D., & Zalud, Z. (2004). Projections of uncertainties in climate change scenarios into expected winter wheat yields. *Theoretical and Applied Climatology*, 77, 229-249. doi:DOI 10.1007/s00704-004-0035-x
- Tubiello, F., Donatelli, M., Rosenzweig, C., & Stockle, C. (2000). Effects of climate change and elevated CO₂ on cropping systems: model predictions at two Italian locations. *European Journal of Agronomy*, 13(2-3), 179-189. doi:https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00073-3

- Thaler, S., Eitzinger, J., Trnka, M., & Dubrovsk, M. (2012). Impacts of climate change and alternative adaptation options on winter wheat yield and water productivity in a dry climate in Central Europe. *Journal of Agricultural Science*, 1-18. doi:doi:10.1017/S00218
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkeş, M., Sümer, U., & Kiliç, G. (1995). Variations and trends in annual mean air temperatures in Turkey with respect to climatic variability. *International of Journal Climatology*, 15(5), 557-569. doi:https://doi.org/10.1002/joc.3370150507
- UNEP. (1992). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi*. https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/webmenu/webmenu12421_1.pdf adresinden alındı
- Uzair, A., Wang, J., Jialin, J., Zhibek, Z., Shah, O., Zhanar, F., . . . Khan, A. (2021). Climate change impacts on agriculture sector: A case study of Pakistan . *Ciência Rural*, 51(8), 2-12. http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200110 adresinden alındı
- Waterlow, J., Armstrong, D., Fowden, L., & Riley, R. (1998). *Feeding a World Population of More than Eight Billion People*. Oxford: Oxford University Press.
- White, L. (1979). Relationship between meteorological measurements and flowering of index species to flowering of 53 plant species. *Agricultural Meteorology*, 20(3), 189-204. doi:https://doi.org/10.1016/0002-1571(79)90020-7
- WH, Y., Alam, M., Hassan, A., Khan, A., Ruane, A., Rosenzweig, C., . . . Thurlow, J. (2010). *Climate Change Risks and Food Security in Bangladesh*. London: Routledge.
- Xiao, D., Bai, H., & Liu, D. (2018). Impact of future climate change on wheat production: a simulated case for China's wheat system. *Sustainability* 1, 10(1277), 2-15. doi:doi:10.3390/su10041277
- Xie, H., Wang, P., & Yao, G. (2014). Exploring the Dynamic Mechanisms of Farmland Abandonment Based on a Spatially Explicit Economic Model for Environmental Sustainability: A Case Study in Jiangxi Province, China. *Sustainability*, 6(3), 1260-1282. doi:doi:10.3390/su6031260
- Xie, H., & Wang, B. (2017). An Empirical Analysis of the Impact of Agricultural Product Price Fluctuations on China's Grain Yield. *Sustainability*, 9(906), 2-14. doi:https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.008
- Zortuk, M., & Karacan, S. (2016). The Relationship Between Agricultural Development and Economic Growth in Transition Countries from an Empirical Perspective. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(Özel Sayı), 102-110.
- Yu, W., Alam, M., Hassan, A., Khan, A., Ruane, A., Rosenzweig, C., . . . Thurlow, J. (2010). *Climate Change Risks and Food Security in Bangladesh* (1st Edition b.). London: Routledge.