



## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TARIM SEKTÖRÜ VE EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Pınar HAYALOĞLU\*

0000-0001- 7181-8801

### ÖZ

*İklim değişikliği son yılların en önemli global sorunlarından olup etkisini giderek arttırmaktadır. İklimde meydana gelen doğal olmayan değişimler çevresel, sosyal ve ekonomik boyutta çeşitli sorunlara yol açarak sürdürülebilirliği önemli ölçüde etkilemektedir. İklim değişikliğinden en fazla etkilenen sektörlerin başında tarım sektörü gelmektedir. Nitekim iklim değişikliğinin sebep olduğu değişen sıcaklık ve yağış miktarı gerek ürün miktarını gerekse ürün kalitesini etkileyerek tarım sektörü üzerinde olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Bu yolla iklim değişikliği ülkelerde ekonomik büyüme üzerinde de etkili olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisini Küresel İklim Değişikliği Risk Endeksi'ne göre iklim değişikliğinden en fazla etkilenen 10 ülke için analiz etmektir. Panel veri analiz tekniğinin kullanıldığı çalışmada 1990-2016 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, söz konusu ülkelerde iklim değişikliğinin ekonomik büyüme ve tarımsal katma değeri negatif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.*

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Tarımsal Katma Değer, Ekonomik Büyüme

**Jel Kodları:** Q54, O13, O44

## THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURE SECTOR AND ECONOMIC GROWTH

### ABSTRACT

*Climate change, which is one of the most important global problems of recent years, is increasing its influence. Non-natural changes in the climate leading to various problems in the environmental, social and economic dimensions that affect sustainability considerably. The agricultural sector is at the forefront of the sectors most affected by climate change. Thus, change in temperature and precipitation caused by climate change affect the agriculture sector by affecting both the quantity of product and the quality of the product. In this way, climate change also influences economic growth in countries. The aim of this study is to analyze the impact of climate change on agriculture sector and economic growth for the 10 countries most affected by climate change according to the Global Climate Change Risk Index. Panel data analysis technique was used in the study for the period 1990-2016. The results obtained show that climate change has a negative effect on economic growth and agricultural value added in certain countries.*

**Keywords:** Climate Change, Agricultural Value Added, Economic Growth

**Jel Codes:** Q54, O13, O44

\* Doç.Dr., Gümüşhane Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, pinarhayaloglu@gumushane.edu.tr

## **GİRİŞ**

Büyük ölçüde fosil yakıtların yakılmasının bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliği dünyanın ısısını arttırarak çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu çerçevede başta su kaynakları, orman ve bitki örtüsü, biyoçeşitlilik, tarım ve insan sağlığı gibi pek çok alan üzerinde etkili olmaktadır. Diğer yandan yağış rejiminin değişmesi, sıcaklık artışları, kuraklık, çölleşme ve doğal afetler gibi iklim değişikliğinin son yıllarda artan olumsuz etkileri; tarımda verimlilik ve büyüme oranlarını etkileyerek ekonomi üzerinde önemli bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. İklim değişikliği senaryoları daha yüksek sıcaklıkları, yağış değişikliklerini ve daha yüksek atmosferik Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yoğunluğunu içermektedir (Mahato, 2014: 1). Sanayi Devrimi sonrası artan enerji ihtiyacının fosil yakıtlarla karşılanması atmosferdeki sera gazı salınımını arttırmıştır. Ölçümler atmosferdeki CO<sub>2</sub>, metan ve azot oksit yoğunluğunun 1750'den beri insan faaliyetlerinin sonucu olarak belirgin bir şekilde artmış olduğunu göstermektedir. CO<sub>2</sub> en önemli antropojenik sera gazıdır. Sanayi Devrimi öncesi 280 ppm (parts per million: milyonda bir birim) olan küresel atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğu, 2005'de 379 ppm'e kadar yükselmiş olup bu rakam 180 ila 300 ppm arasındaki doğal aralığı aşmaktadır (IPCC, 2007: 2). Devam eden yıllarda sürekli olarak artış göstermiş olan atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğu 2017 yılında 406 ppm'e ulaşmıştır (NOAA: National Oceanic & Atmospheric Administration, 2018).

Sera gazlarının yüksek miktardaki emisyonundan kaynaklanan sıcaklık artışı gibi çeşitli faktörlerle ilişkili olan iklim değişikliği ve küresel ısınma, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önemli bir tehdittir. İklim değişikliklerine bağlı olarak düzenli aralıklarla oluşan seller, sıcak hava dalgası ve fırtınalar; tarımsal üretim ve hayvancılık sektörü üzerinde olumsuz etki yaratarak tarım sektörüne zarar vermektedir. Bu etkilerin görüldüğü ülkeler sel ve fırtına nedeniyle büyük kayıplar yaşamaktadırlar. Çevre ekosistemini değiştiren son on yıldaki dünya sıcaklık artışına rağmen teknolojilerini geliştiremeyen az gelişmiş ülkelerdeki çiftçiler geleneksel yetiştirme yöntemlerini kullanmaktadırlar. Dolayısıyla bu ülkelerde çıktının arttırılması için ileri tarım metotlarının uygulanamaması bu kayıplara karşı ülkeleri savunmasız bırakmaktadır. Bunun bir sonucu olarak tarımsal üretim azalmakta ve buna bağlı olarak da tarımın Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki payı azalmaktadır. Bu ise ülkelerin GSYH'sını düşürmektedir (Khalid vd., 2016: 40).

Dünyanın iklimini şekillendirmede önemli bir rol oynayan sera etkisinin tarım için önemli olabileceği üç yol vardır: İlk olarak, artan atmosferik CO<sub>2</sub> yoğunluğu, bitki ve yabani otların büyümesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olabilmektedir. İkincisi, CO<sub>2</sub> kaynaklı iklim

değişiklikleri, bitki ve hayvan verimliliğini etkileyebilecek sıcaklık, yağış ve güneş seviyesini değiştirebilir. Son olarak, deniz seviyesindeki yükselmeler su altında kalarak tarım alanlarının kaybına ve kıyı bölgelerinde yeraltı sularının tuzluluğuna neden olabilmektedir (Mahato, 2014: 1). Bu etkiler göz önünde bulundurulduğunda iklim değişikliğinin gıda üretimini de olumsuz etkilemesi muhtemeldir. Bu faaliyetlerin gerek insan neslinin devamı gerekse ekonominin sürdürülebilirliği açısından önemi düşünüldüğünde iklim değişikliğine karşı önlem alma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Kısaca tarım sektörü, iklimsel değişikliklerden en fazla etkilenen sektör durumundadır. Bununla birlikte iklimsel etkilerin tarım üzerindeki etkileri dünya genelinde farklılık göstermektedir. İklim değişikliğinin tarımı nasıl etkileyeceğini belirlemek karmaşık olup çeşitli etkilerin ortaya çıkması muhtemeldir. Örneğin sıcaklık ve yağışlardaki değişimler ile iklim değişikliğine eşlik etmesi beklenen CO<sub>2</sub> düzeyindeki artışın, özellikle tropikal bölgelerde, küresel tarım üzerinde önemli etkiler yaratması beklenmektedir. Bunun yanında; iklimdeki değişiklikler, hava olayları ve zararlılar ve hastalık şekillerindeki değişikliklere bağlı olarak ürün verimliliğinin değişmesi beklenmektedir. Ayrıca temel bitkilerin ekimi için uygun tarımsal araziler de iklim değişikliğine bağlı olarak coğrafi değişimlere uğrayabilecektir (Aydınalp ve Cresser, 2008: 674). Bu nedenle gerek tarımın gerekse ekonominin sürdürülebilirliği bu alanda doğru ve etkin politikaların uygulanmasına bağlıdır.

Çalışmada iklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi Germanwatch tarafından yayımlanan Küresel İklim Değişikliği Risk Endeksi (Global Climate Risk Index) 2017 raporuna göre iklim değişikliğinden en fazla etkilenen 10 ülke<sup>†</sup> için analiz edilmiştir. Çalışmada panel veri analiz yöntemi kullanılmış olup 1990-2016 dönemi yıllık verilerinden faydalanılmıştır. Elde edilecek bulguların ele alınan ülkelerde tarım sektöründe meydana gelebilecek üretim kayıplarının önüne geçilmesi, iklim değişikliğine karşı uyum stratejilerinin geliştirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması noktasında yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın devam eden bölümleri şu şekilde organize edilmiştir: ikinci bölümde iklim değişikliğinin tarım ve ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ele alan literatür sunulmuş, üçüncü bölümde ampirik analiz ve bulgular ele alınmıştır. Bu bölümü sonuç ve değerlendirme takip etmiştir.

## **LİTERATÜR**

<sup>†</sup>Rapora göre; Honduras, Myanmar, Haiti, Nikaragua, Filipinler, Bangladeş, Pakistan, Vietnam, Guatemala ve Tayland 1996-2015 yılları arasında iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkelerdir.

İklim değişikliği, tarımsal verimliliği ve bu yolla ekonomik büyümeyi etkileyen önemli bir faktördür. Sera gazı salınımının artmasına bağlı olarak iklim değişikliğinin hız kazanması, tarım sektörü üzerindeki olumsuz etkilerini gözle görülür bir hale getirmiş ve bu durum ülke ekonomilerinde sürdürülebilirliğe ilişkin endişeleri arttırmıştır. Bu doğrultuda iklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, araştırmacıların gündemi haline gelmiştir. Bu alanda yapılan ampirik çalışmalar incelendiğinde iklim değişikliği göstergesi olarak çeşitli hava kirliliği göstergeleri, yağış miktarı ve sıcaklık gibi farklı değişkenlerin kullanıldığı dikkati çekmektedir. Bunun yanında söz konusu çalışmalar hem panel veri hem de zaman serisi analizi yöntemlerini içermektedir.

İklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkilerini ele alan çalışmalardan Dell vd. (2008), iklim değişikliklerinin dünyadaki ekonomik faaliyetler üzerindeki etkisini incelemek için son 50 yılda sıcaklık ve yağıştaki yıllık değişimi kullanmışlardır. Bulgular yüksek sıcaklıkların fakir ülkelerde ekonomik büyümeyi önemli ölçüde azalttığını, ancak zengin ülkelerde fazla etkisi olmadığını göstermektedir. Buna göre, 1950-2003 arası dönemde fakir ülkelerde, bir yıl içinde sıcaklıktaki 1°C'lik bir yükselmenin, o yıldaki ekonomik büyümeyi 1.1 puan azalttığı tespit edilmiştir. Brown vd. (2010), iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkisini 1961-2003 döneminde 133 ülke için araştırmışlardır. Sonuçlara göre, aşırı yağışların (sel ve kuraklık) ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz etkisi söz konusuysen sıcaklığın büyüme üzerinde önemli bir etkisi tespit edilememiştir. Abidoye ve Odusola (2015), 1961-2009 döneminde 34 Afrika ülkesinde ekonomik büyüme ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Analiz sonuçları iklim değişikliğinin ekonomik büyümeye olumsuz bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar, sıcaklıktaki 1°C'lik artışın GSYH artışını 0,67 puan düşürdüğünü ortaya koymaktadır.

İklim değişikliğinin tarıma ve tarımsal katma değere etkilerini ele alan çalışmalardan Apata (2010)'nın çalışmasında, Nijerya'da küresel ısınmanın tarıma etkileri ve iklim değişikliğine uyumun belirleyicileri araştırılmış olup 1971-1980, 1981-1990 ve 1991-2000 olmak üzere üç farklı döneme ait veriler kullanılmıştır. Çalışmada, Nijerya'da hızlı iklim değişikliğinin tahıl üretimi ve insan nüfusu üzerindeki etkilerini araştırmak için çok terimli seçim ve stokastik simülasyon modeli kullanılarak çiftlik düzeyindeki iklim uyum ölçümlerinin belirleyicileri analiz edilmiştir. Analizler neticesinde elde edilen bulgulara göre, tahıl üretimi olumsuz iklim koşullarında nüfus artışına ayak uydurmazsa açlıkla ilişkili ölümler artabilecektir. Bununla birlikte, iklim değişikliğine uyumun çiftlik verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Masud vd. (2012)'nin çalışmalarında iklim değişikliğinin Malezya'da pirinç

üretimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar; sıcaklığın, yağışın, çiftlik büyüklüğünün, eğitim bilgilerinin, arazi alanının ve işgücü girdilerinin değerinin Malezya’da hektar başına pirinç üretimini etkilediğini ortaya koymaktadır.

Başoğlu ve Telatar (2013)’ın çalışmalarında, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkilerini 1973-2011 dönemi yıllık verileri ile Türkiye için incelenmektedir. Analiz sonuçları, yağış miktarındaki değişmelerin tarım sektörünün GSYH içindeki payını pozitif yönde etkilerken sıcaklıktaki değişmelerin negatif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Acharya ve Bhatta (2013), Nepal’de iklim değişikliğinin tarımsal katma değere olan etkisini 1975-2010 arasında değişen 36 yıl için araştırmışlardır. Analiz sonuçları, yağışların tarımsal GSYH üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir.

Belloumi (2014), 1961’den 2011’e kadar olan dönemde panel veri analiz tekniğini kullanarak, 11 Doğu ve Güney Afrika ülkesinde iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisini incelemiştir. Sonuçlar, Güney Afrika ülkelerinde yağışların tarımsal üretimi olumlu yönde etkilediğini gösterirken yıllık ortalama sıcaklıktaki genel artışın olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Chen vd. (2014), Çin’deki mısır ve soya fasulyesi verimi ve iklim değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, mısır ve soya fasulyesi verimleri ve hava değişkenleri arasında doğrusal olmayan ve asimetrik bir ilişki söz konusudur. Bunun yanında iklim değişikliğinin, geçtiğimiz on yılda Çin’in mısır ve soya fasulyesi sektörlerinde yarattığı net ekonomik kaybın yaklaşık 200 milyon dolar olduğunu tespit etmişlerdir. Iqbal ve Siddique (2014), Bangladeş’te iklim değişikliğinin tarımsal üretkenlik üzerindeki etkisini 1975-2008 döneminde 23 bölge için incelemektedir. Sonuçlar, iklimsel değişkenlerin ortalama ve standart sapmalarındaki uzun vadeli değişikliklerin pirinç üretimi üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu ve dolayısıyla iklim değişikliğinin tarım üzerindeki toplam etkisinin belirsiz olduğunu ortaya koymaktadır.

Afzal vd. (2016), 1981-2012 yılları arasında Pakistan’ın Pencab şehrinde iklim değişikliğinin üç büyük tarım ürünü üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın bulguları; sıcaklığın ekim ve hasat aşamasında buğday ekinlerinin üretimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu, çiçeklenme aşamasında ise buğday üretimini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte sonuçlar; yağış, minimum sıcaklık ve nem oranının ekim sırasında pirinç ürünü üretimini olumlu yönde, hasat sırasında olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Son olarak pamuk ürününün üç aşamasında yağışların üretim üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ilk ve ikinci aşamada sıcaklıktaki artış, pamuk mahsulünün üretimi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir, ancak üçüncü aşamada bunun olumlu etkisi

vardır. Khalid vd. (2016) ise çalışmalarında iklim değişikliğinin hem tarım sektörü hem de genel ekonomi üzerindeki etkisini 1990-2014 döneminde 10 ülke için araştırmışlardır. Bu doğrultuda iklim değişikliği göstergesi olarak kullanılan CO<sub>2</sub> emisyonunun tarımsal katma değer ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ayrı ayrı modellenmiştir. Analiz sonuçları, ele alınan dönemde iklim değişikliğinin söz konusu ülkelerin GSYH'sını olumsuz yönde etkilediğini, tarımsal katma değer üzerinde ise etkisi bulunmadığını ortaya koymaktadır. Etwire vd. (2017), Gana'da iklim değişikliğinin ürün seçimi ve üretimden elde edilen gelir üzerindeki etkisini incelemek için Yapısal Ricardian Modeli kullanmışlardır. Analiz sonucunda hem ürün seçiminin hem de gelirin, hane halkının ve arazisinin bir dizi özelliği ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda tarım dışı gelir, toprak kalitesi ve arazi kullanım biçiminin ürün seçimi ve üretimden elde edilen gelir üzerinde önemli etkiler yarattığını ve reisi kadın olan hanelerin oldukça dezavantajlı olduğunu gösteren bulgular elde edilmiştir.

#### VERİ SETİ VE TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

İklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1990-2016 dönemi yıllık verileri kullanılarak panel veri analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bu etkileri araştırmak üzere Khalid vd. (2016)'den yararlanılarak iki farklı model oluşturulmuştur (Model 1, Model 2).

$$LGDP_{it} = \alpha_i + \beta_1 CO2_{it} + \beta_2 SE_{it} + \beta_3 LAGL_{it} + \beta_4 LRPOP_{it} + \beta_5 LGFC_{it} + u_{it} \quad \text{(Model 1)}$$

$$LAVA_{it} = \alpha_i + \beta_1 CO2_{it} + \beta_2 SE_{it} + \beta_3 LAGL_{it} + \beta_4 LRPOP_{it} + \beta_5 LGFC_{it} + u_{it} \quad \text{(Model 2)}$$

Model 1 ve 2'de kullanılan değişkenler ve elde edildikleri kaynaklar Tablo 1'de özetlenmiştir. Modellerde;  $t$  zamanı,  $u$  hata terimini ve  $L$  ilgili değişkenin logaritmasının alındığını ifade etmektedir. İklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkisinin araştırıldığı Model 1'de, büyümenin ölçüsü olarak reel GSYH değişkeni kullanılmıştır. Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization, FAO) verilerinden elde edilen değişkenin 2010 yılı sabit fiyatlarıyla ABD doları cinsinden değeri kullanılmıştır. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin araştırıldığı Model 2'de bağımlı değişken olarak kullanılan tarımsal katma değer değişkeni, 2000 yılı sabit fiyatlarıyla ABD doları cinsinden çalışan başına tarımsal katma değeri ifade etmektedir. Tarımsal verimin bir ölçüsü olan değişken tarım sektöründe üretim ile ara girdilerin değeri arasındaki farkın ölçümü olup Dünya Bankası'nın World Development Indicators (WDI) veri tabanından elde edilmiştir.

Her iki modelde iklim değişikliği göstergesi olarak CO<sub>2</sub> emisyonu kullanılmıştır. CO<sub>2</sub> emisyonları, fosil yakıtlar ve çimento üretiminden kaynaklanan emisyonlardır. Bu emisyonlar

atmosfere daha fazla sera gazı salınımına yol açarak küresel ısınma ve iklim değişikliğine yol açmaktadır.

**Tablo1: Modelde Kullanılan Değişkenler**

Değişkenin Adı	Değişkenin Tanımlanması	Elde Edildiği Kaynak
<b>GDP</b>	GSYH (2010 ABD \$)	FAOSTAT
<b>AVA</b>	Tarımsal Katma Değer, İşçi Başına (2010 ABD \$)	Dünya Bankası, WDI
<b>CO2</b>	CO <sub>2</sub> emisyonları (GSYH SAGP doları başına kg)	Dünya Bankası, WDI
<b>SE</b>	Okullaşma, Yükseköğretim (brüt%)	Dünya Bankası, WDI
<b>AGL</b>	Tarım arazisi (km kare)	Dünya Bankası, WDI
<b>RPOP</b>	Kırsal Nüfus (Toplam)	Dünya Bankası, WDI
<b>GFC</b>	Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumları (2010 ABD \$)	FAOSTAT

Modellerin her ikisinde kontrol değişkenleri olarak; yükseköğretim okullaşma oranı, ekilebilir kara alanını gösteren tarımsal arazi, toplam nüfustan kentsel nüfus çıkarılmasıyla hesaplanan kırsal nüfus ve kamu ve özel sektör yatırımlarını gösteren gayri safi sabit sermaye oluşumu değişkenleri kullanılmıştır.

Ampirik analizde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de sunulmuştur. Tablodan takip edilebileceği üzere, ele alınan ülke grubunda 1990-2016 dönemi arasında GDP değişkeni ortalama olarak 81963.71 ABD doları düzeyinde gerçekleşmiştir. AVA değişkeninin en düşük değeri 395.008 dolar iken en yüksek değerinin 6485.521 dolar olarak gerçekleştiği görülmektedir. CO2 değişkeninin en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla 0.051 kg ve 0.429 kg olup söz konusu dönemde ortalama olarak 0.234 kg düzeyinde gerçekleşmiştir.

**Tablo 2: Tanımlayıcı istatistikler**

Değişkenler	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
<b>GDP</b>	81963.71	89502.69	4691.673	410601.5
<b>AVA</b>	1648.302	855.483	395.008	6485.521
<b>CO2</b>	0.234	0.0842	0.051	0.429
<b>SE</b>	18.053	13.190	1.531	52.251
<b>AGL</b>	112333.4	98276.25	15750	369720
<b>RPOP</b>	39224948.86	35654354.44	1975424	117421345
<b>GFC</b>	19279.61	24074.22	362.735	110759.8

Kontrol değişkenlere ait değişkenler incelendiğinde, eğitim göstergesi olarak kullanılan SE değişkeninin 1990-2016 döneminde en düşük ve en yüksek değerlerinin sırasıyla %1.531 ve %52.251 düzeyinde gerçekleştiği görülmektedir. Ekilebilir kara alanını gösteren AGL değişkeninin ortalama değeri 112333.4 km karedir. Kırsal nüfusu gösteren RPOP değişkeninin en düşük ve yüksek değerleri 1975424 ve 117421345'dir. GFC değişkeninin ise en düşük değeri 362.735 dolar iken en yüksek değeri 110759.8 dolar olarak gerçekleşmiştir.

### AMPİRİK ANALİZ VE BULGULAR

Çalışmada panel veri analizi kapsamında öncelikle sabit etkiler (FE) ve rassal etkiler (RE) modellerinden hangisinin kullanılacağına seçimi için Hausman testi yapılmıştır. Bu doğrultuda Hausman test istatistiği sonucuna göre; Model 1 için en uygun yöntemin sabit etkiler modeli, Model 2 için en uygun yöntemin rassal etkiler modeli olduğu belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada ilgili modellerde etkin tahminciler elde etmek için varsayımdan sapmalar sınanmıştır. Bu kapsamda modellere heteroskedasite ve otokorelasyon testleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'de sunulmuştur. Buna göre, Model 1'e ait bulgulara bakıldığında, Değiştirilmiş Wald Testi sonucuna (Wald Chi2) göre varyansın birimlere göre değiştiği yani heteroskedasite sorununun olduğu tespit edilmiştir. Durbin Watson (DW) Testi ve Baltagi-Wu LBI testi ise modelde otokorelasyon sorunu olduğunu göstermektedir. Model 2'de heteroskedasitenin varlığının araştırıldığı Levene Brown ve Forysthe test sonucuna göre varyansın birimlere göre değiştiği yani heteroskedasite sorununun olduğuna karar verilmiştir. DW ve LBI istatistikleri ise modelde otokorelasyon sorunu olduğunu işaret etmektedir. Her iki modele ait elde edilen bulgulardan yola çıkarak, etkin ve tutarlı sonuçlar için kümelenmiş standart hatalar (Cluster) yöntemi ile tahmin yapılmıştır.

**Tablo 3: Analiz Sonuçları**

Değişkenler	Model 1 – FE	Model 2 - RE
	Bağımlı Değişken: LGDP	Bağımlı Değişken: LAVA
CO2	-0.918*** [0.176]	-1.104** [0.570]
SE	0.019*** [0.000]	0.104*** [0.003]
LAGL	-0.032 [0.127]	0.460** [0.224]
LRPOP	0.759*** [0.108]	-0.537*** [0.153]
LGFC	0.407*** [0.022]	0.199*** [0.065]
SABİT	-5.624* [2.745]	9.341*** [1.601]
R kare	0.97	0.69



<b>Hausman Test</b>	28.28 [0.000]	8.40 [0.135]
<b>Wald Chi2</b>	34.67 [0.000]	
<b>Levene, Brown ve Forsythe'nin Testleri</b>		W0=30.993 [0.000] W50=10.400 [0.000] W10=30.534 [0.000]
<b>Durbin-Watson</b>	0.654	0.518
<b>Baltagi-Wu LBI</b>	1.228	1.230

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla % 10, % 5 ve % 1 seviyelerindeki istatistiksel anlamlılık düzeyini göstermektedir. Parantez içindeki değerler standart hataları, köşeli parantez içindeki değerler ise anlamlılık düzeylerini göstermektedir

İklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkisinin araştırıldığı Model 1'e ait bulgular, iklim değişikliği göstergesi olarak kullanılan CO<sub>2</sub> ile LGDP arasında negatif ve %1 seviyesinde anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bir diğer deyişle CO<sub>2</sub> emisyonundaki artış ele alınan ülke grubunda ekonomik büyümeyi negatif etkilemektedir. Kontrol değişkenlerine ait bulgulara göre; SE, LRPOP, LGCF ile büyüme arasında pozitif ve istatistiksel olarak %1 seviyesinde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer kontrol değişkeni LAGL ile büyüme arasında ise herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisinin araştırıldığı Model 2'ye ait bulgular incelendiğinde, CO<sub>2</sub> emisyonu ile tarımsal katma değeri ifade eden LAVA değişkeni arasında negatif ve %5 seviyesinde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu bulgu ele alınan ülkelerde iklim değişikliğindeki bir artışın tarım sektörü tarafından yaratılan katma değeri olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Kontrol değişkenlerine ait bulgular ise SE, LAGL, LGCF ile tarımsal katma değer arasında pozitif bir ilişki olduğunu; LRPOP ile tarımsal katma değer arasında ise negatif bir ilişki olduğunu desteklemektedir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Küresel ölçekte karşılaşılan en büyük sorunlardan biri olan iklim değişikliği etkisini giderek arttırmaktadır. Bu doğrultuda araştırmacılar iklim değişikliğinin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutta yol açtığı yıkıcı etkilere dikkat çekerek bu konuda bütün ülkeleri tedbirler almaya yönlendirmektedir. Bu çalışmada, iklim değişikliğinin ekonomik boyuttaki etkileri bağlamında iklim değişikliğinin tarım sektörü ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisi Honduras, Myanmar, Haiti, Nikaragua, Filipinler, Bangladeş, Pakistan, Vietnam, Guatemala ve Tayland'dan oluşan ve iklim değişikliğinden en fazla etkilendiği belirlenen 10 ülke için analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, söz konusu ülkelerde iklim değişikliğinin ekonomik büyüme ve tarımsal katma değeri negatif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu ülkelerde iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik uygulanacak politikalar hem ekonomik büyüme hem de tarım sektörüne önemli katkılar sağlayabilecektir.

Dünyada artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacı her geçen gün artmakta ancak iklimdeki değişiklikler tarım ve gıda üretimini sınırlamaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık ve yağış değişimleri tarım sektöründe verimliliği düşürerek ürün miktarı ve kalitesini etkilemektedir. Bu durum tarımın GSYH'ya katkısının düşük olmasına yol açmakta, diğer yandan ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle ülkelerin iklim değişimine uyum ve olumsuz sonuçlarının azaltılmasına yönelik stratejiler geliştirmeleri gelecekte yaşanması muhtemel zorlukların önüne geçecektir.

İklim değişikliği ile mücadele ve uyum kapsamında modern tarım tekniklerinin geliştirilmesi tarım sektöründe üretim kayıplarının önlenmesi açısından önemlidir. Tarımsal sulama teknolojilerinin geliştirilmesi, organik tarım yöntemlerinin yaygınlaştırılması ve verimli tarım arazilerinin korunması gibi tedbirleri içeren tarımsal politikaların sürdürülebilirliğe katkı sağlayacağını söylemek mümkündür. Bunun yanında sera gazı emisyonlarının azaltılması için fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve üretim sürecinde daha temiz teknolojilere geçiş iklim değişikliğinin önlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Şunu unutmamak gerekir ki, ekosistem bir bütün olduğundan iklim değişikliğinin zararlı etkilerinin önlenmesi sadece bölgesel değil aynı zamanda uluslararası düzeyde alınacak önlemlerle mümkün olabilmektedir. Bu nedenle fosil yakıt kullanımının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik teşvik politikalarını tüm ülkelerin desteklemesi önemli bir adımdır.

#### KAYNAKÇA

- Abidoye, Babatunde O. ve Odusola, Ayodele F. (2015), "Climate Change and Economic Growth in Africa: An Econometric Analysis", *Journal of African Economies*, 24(2), s. 277-301.
- Acharya, Shankar Prasad ve Bhatta, Guna Raj (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).
- Afzal, Muhammad; Ahmed, Tanvir ve Ahmed, Gulzar (2016), "Empirical Assessment of Climate Change on Major Agricultural Crops of Punjab, Pakistan", MPRA Paper No. 70958, <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/70958/> (03.08.2018).
- Apata, Temidayo Gabriel (2010), "Effects of Global Climate Change on Nigerian Agriculture: An Empirical Analysis", *CBN Journal of Applied Statistics*, 2(1), s.31-50.
- Aydinalp, Cumhur ve Cresser, Malcolm S. (2008), "The Effects of Global Climate Change on Agriculture", *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 3 (5), s.672-676.

- Başoğlu, Aykut ve Telatar, Osman Murat (2013), “İklim Değişikliği’nin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama”, *KTÜ-Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, s.7-25.
- Belloumi, Mounir (2014), “Investigating the Impact of Climate Change on Agricultural Production in Eastern and Southern African Countries”, AGRODEP Working Paper 0003, <http://www.hyalina.com/sites/default/files/AGRODEPWP0003.pdf> (03.03.2018).
- Brown, Casey; Meeks, Robyn; Ghile, Yonas ve Hunu, Kenneth (2010), “An Empirical Analysis of the Effects of Climate Variables on National Level Economic Growth”, World Bank’s World Development Report 2010: Policy Research Working Paper 5357, <http://documents.worldbank.org/curated/en/907171468314700762/pdf/WPS5357.pdf> (11.03.2018).
- Chen, Shuai; Chen, Xia Oguang ve Xu, Jinta (2014), “Impacts of Climate Change on Agriculture: Evidence from China”, Environment for Development, Discussion Paper Series, EfD DP 14-07.
- Dell, Melissa; Jones, Benjamin F. ve Olken, Benjamin A. (2008), “Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century”, NBER Working Papers Series, No. 14132.
- Dünya Bankası (2018), WDI Database, <http://databank.worldbank.org/data/source/world-development-indicators> (03.03.2018).
- Etwire, Prince M.; Fielding, David ve Kahui, Viktoria (2017), “The Impact of Climate Change on Crop Production in Ghana: A Structural Ricardian Analysis”, University of Otago Economics Discussion Papers No. 1706.
- FAO (2018), FAOSTAT Database, <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (03.03.2018).
- Germanwatch (2018), Global Climate Risk Index 2017, Briefing Paper, Authors: Sönke Kreft, David Eckstein and Inga Melchior Editing: Joanne Chapman-Rose, Daniela Baum <https://germanwatch.org/en/download/16411.pdf> (03.03.2018).
- IPCC, (2007), “Summary for Policymakers” A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change, <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf> (04.14.2018).
- Iqbal, Kazi ve Siddique, Abu (2014), “The Impact of Climate Change on Agricultural Productivity: Evidence from Panel Data of Bangladesh”, No 14-29, Economics

Discussion / Working Papers from The University of Western Australia, Department of Economics.

Khalid, Ali Awais; Mahmood, Faisal ve Rukh, Gul (2016), "Impact of Climate Changes on Economic and Agricultural Value Added Share in GDP", *Asian Management Research Journal*, 1(1), s.35-48.

Mahato, Anupama (2014), "Climate Change and its Impact on Agriculture", *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(4), s.1-6.

Masud, M. M.; Rahman, M. S.; Al-Amin, A. Q.; Kari, F. ve Filho, W. L. (2012), "Impact of Climate Change: An Empirical Investigation of Malaysian Rice Production", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(4), s.431-444.

NOAA (2018), Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, Mauna Loa CO2 Annual Mean Data, <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html> (03.03.2018).