

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ'NİN ETKİLERİ: TARIM SEKTÖRÜ ÜZERİNE EKONOMETRİK BİR UYGULAMA

Aykut BAŞOĞLU¹
Osman Murat TELATAR²

ÖZET

Bu çalışmada, iklim değişikliğinin Türkiye'de tarım sektörü üzerinde meydana getirdiği etkiler incelenmektedir. Bu amaçla, 1973-2011 dönemi yıllık verilerinden oluşan model regresyon analizi yardımıyla tahmin edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, yağış değişkenindeki değişimler tarım sektörünün Gayrisafi Yurtiçi Hasıla içindeki payını pozitif yönde etkilerken, sıcaklık değişkenindeki değişimler negatif yönde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Tarım Sektörü, Regresyon Analizi

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE: AN ECONOMETRIC ANALYSIS ON AGRICULTURE

ABSTRACT

This study investigates the impact of climate change on agriculture in Turkey. For this purpose, the model was estimated by using time series analysis over the period of 1973–2011. The results show that precipitation has a positive impact on agricultural GDP, while temperature has a negative impact.

Keywords: Global Warming, Climate Change, Agriculture, Regression Analysis

¹ Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, SBE İktisat Bölümü, basoglu@ktu.edu.tr

² Dr, Karadeniz Teknik Üniversitesi, SBE, omtelatar@ktu.edu.tr

GİRİŞ

Sanayi devrimi ve özellikle ikinci dünya savaşı sonrası dönemde, üretimde ve tüketimde görülen artışlar artan enerji ihtiyacını gündeme getirmiştir. Bu enerji ihtiyacının fosil yakıt kullanılarak karşılanması, üretim sürecinde hammaddelerin bilinçsizce doğadan çekilmesi, tüketim sonucu açığa çıkan atıkların kontrolsüz olarak doğaya bırakılması, artan dünya nüfusu, hızlı şehirleşme, ormansızlaşma ve tarımda kimyasal ilaç kullanma gibi faktörlerin ortaya çıkardığı baskılar sonucu bir takım çevre sorunları görülmeye başlanmıştır. Ancak 1970'ler öncesi dönemde çevrenin serbest mal olduğu ve teknolojik ilerlemenin çevresel sorunları önleyeceği görüşü, çevre meselelerinin göz ardı edilmesine neden olmuştur.

Buna karşın çevrenin artık kıt ve ekonomik bir mal olduğu görüşünün hakim olmaya başladığı günümüzde ise dikkatler giderek artan çevre sorunlarına yönelmiştir. Bu bağlamda farklı disiplinlerden birçok bilim adamını bünyesinde barındıran "Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin" (IPCC) çalışmaları sonucu atmosferdeki küresel sıcaklığın son yüzyılda yaklaşık 0,72°C arttığını ve bu artışın önlem alınmazsa devam edeceğinin ortaya konulması, uluslararası ilgiyi küresel ısınma ve iklim değişikliği probleminde çekmiştir. Nitekim küresel ısınma ve iklim değişikliği olgusu tüm dünyayı ve insanlığı ilgilendiren en önemli çevre sorunu olarak son 50 yılda ulusal ve uluslararası politika gündemini oluşturmaktadır. Bu anlamda 1972 yılında "*Büyümenin Sınırları Raporu'nun*" yayınlanması ve Stockholm Çevre Konferansı'nın yapılması ile başlayan bir dizi uluslararası konferanslar ve anlaşmalar yapılmıştır.

İklim değişikliği, insanoğlunun doğrudan varoluşu ile alakalı olması sebebiyle ülkelerin karşı karşıya kaldığı en önemli krizlerden biri olarak kabul edilmektedir. Çünkü iklim değişikliği özellikle doğal afetler, sağlık, su kaynakları ve beslenme yoluyla bütün canlıları ve bu canlıların, kendilerini saran cansız çevreyle karşılıklı ilişkileri sonucu oluşan ekosistemi doğrudan etkilemektedir. İklim değişikliğinin dünyanın bazı bölgelerindeki ilk etkilerinin olumlu olacağını öngörülmesine karşın, ilerleyen süreçte küresel anlamda sosyal, siyasal ve ekonomik yapılar üzerindeki net etkisinin olumsuz olacağı kabul edilmektedir. Şüphesiz iklim değişikliği ekonomideki sektörler ve karar birimleri üzerindeki etkilerini farklı şekil ve derecelerde hissettirecektir. Bu bağlamda doğrudan doğaya, iklim koşullarına ve hava olaylarına bağlı olarak sürdürülen bir faaliyet olması nedeniyle tarım sektörü, iklim değişikliğinden en çok etkilenecek sektör olarak kabul edilmektedir. Ayrıca tarımsal faaliyetlerin yaşamsal kaynak sağlama fonksiyonu bu sektörün iklim değişikliği karşındaki önemini daha da arttırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin Türkiye'de tarım sektörü üzerinde meydana getirdiği etkileri ortaya koymaktır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde ilk olarak iklim değişikliği ve küresel ısınma sorununa yer verilerek iklim değişikliğinin olası ekonomik etkilerine değinilmiştir. Daha sonra veri seti ve ekonometrik yöntem tanıtılmış, son olarak ise ampirik analizden elde edilen bulgular irdelenerek genel bir değerlendirme yapılmıştır.

I. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KÜRESEL ISINMA

İklim değişikliği, nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda ve deđiŐkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekteŐen değişiklikler olarak ifade edilebilir. Nitekim BirleŐmiŐ Milletler İklim Değişikliği Çerçeve SözleŐmesi (BMİDÇS)'e göre iklim değişikliği, karŐılaŐtırılabilir bir zaman diliminde gözlenen iklimin doğal deđiŐkenliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı bir Şekilde atmosferin bileŐimini deđiŐtiren antropojenik (insan kaynaklı) faaliyetler nedeniyle iklimde meydana gelen değişimler olarak tanımlamaktadır (United Nations, 1992: 3). BMİDÇS'nin bu tanımlamasından hareketle iklimin doğal olarak deđiŐebileceĐi gibi insan faaliyetleri sonucu da deđiŐebilmektedir.

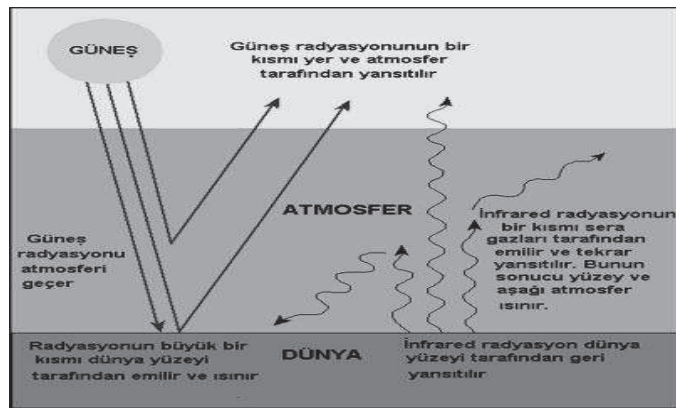
Antarktika'daki buz sondajlarından yapılan ölçümlerde elde edilen veriler, uzun dönemli buzul çağlarının, daha kısa ve daha sıcak dönemlerle kesintiye uğradığını göstermektedir. Buzullararası olarak tanımlanan bu sıcak dönemler, yaklaşık 100.000 yılda bir görülmekte ve dünyanın yörüngesi ve ekseninin eğimine bağlı olarak yaklaşık 10.000 yıl boyunca sürmektedir (National Geographic, 2007). Günümüzden 3 milyar yıl kadar önce dünya yüzeyi sıcaklığın 70°C olduğu tahmin edilmektedir. Dünya uzun süre sıcak bir küre olarak kaldıktan sonra, (2,3 milyar yıl önce) yavaş yavaş soğuma eğilimine girmiştir. Ardından milattan önce (MÖ) 760 ile 700 ve 620 ile 590 yılları arasında dünya neredeyse bir kartopuna dönüşerek buzul çağlarını yaşamıŐtır (Uzmen, 2007: 27–28).

Yukarıda bahsedilen dünyanın ısınma ve soğuma evreleri zaman içinde dünya ikliminin deđiŐtiĐini göstermektedir. Buradan hareketle iklimde uzun yıllar boyunca görülen deđiŐimlerin doğal süreçleri içerdiği söylenebilir. GeçmiŐte yaşanan bu süreçler, “iklim deđiŐkenliĐi” olarak adlandırılmaktadır. İklim değişikliği ise, iklim deđiŐkenliğine ek olarak doğrudan ya da dolaylı olarak insan faaliyetlerinden kaynaklanan etkileri kapsamaktadır. İklim değişikliği içsel süreçler ve dışsal zorlamalar nedeniyle gerçekteŐebilir. İklim sisteminin içinde gerçekteŐen içsel süreçler okyanus ve hava dolaŐımlarında meydana gelen deđiŐimlerdir. Bunlardan en bileneni ise El-Nino Güney Salınımı'dır. Dışsal zorlamalar ise, gelen güneş ışınımında görülen değişimler ve volkanik aktiviteler gibi doğal olarak gelişen süreçler olabileceği gibi atmosferin kompozisyonunu deđiŐtiren insan faaliyetleri de olabilir (IPCC, 2007a: 667). Nitekim sanayi devrimi öncesi çağlarda görülen iklim deđiŐikliklerinin dışsal belirleyicileri, güneş ışınımında görülen değişimler ile volkanik faaliyetlerdir (Crowley, 2000: 270).

Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, yanlış arazi kullanımı, tarımsal faaliyetler ve endüstriyel süreçler gibi faaliyetler Őeklinde sıralanabilecek olan insan aktiviteleri ise atmosferin bileŐimini deđiŐikliĐe uğratarak iklim değişikliğine neden olmaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra ve ikinci dünya savaŐını takip eden dönemde görülen kitlesel üretim ve ülkelerin ekonomik büyüme istekleri, artan enerji ihtiyacını gündeme getirmiştir. Bu artan enerji ihtiyacı ise fosil yakıt tüketimiyle karŐılanmaya çalıŐılmıŐtır. Fosil yakıt tüketimi diğer insan faaliyetleri ile birlikte atmosferin bileşiminde doğal olarak bulunan ve sera etkisi yaratarak dünyanın yaşanılabilir bir yer olmasını sağlayan

gazların atmosferik konsantrasyonlarının artmasına neden olmuştur. Atmosferdeki sera gazları gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşın salınan uzun dalgalı (infrared-kızılötesi) yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle, dünyanın beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç “sera etkisi” (*Greenhouse Effect*) olarak (Şekil 1) adlandırılmaktadır (Türkeş, 2001: 189).

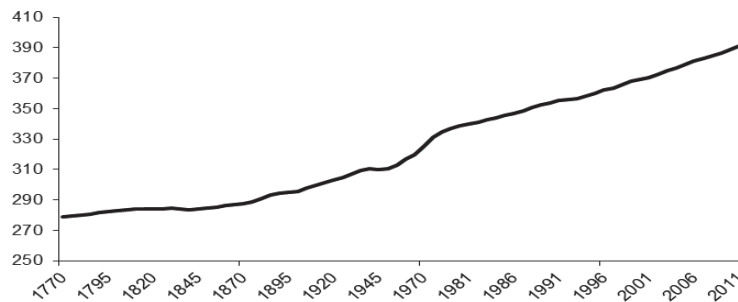
Şekil 1: Atmosferin Sera Etkisi



Kaynak: <http://web.boun.edu.tr/meteoroloji/iklimdegisimi.php>

Sera etkisi yaratan en önemli gaz gerek atmosferik ömrü (5–200 yıl arası değişken) gerekse de atmosferin bileşiminde önemli bir paya sahip olması nedeniyle CO₂ gazıdır. Daha çok fosil yakıt kullanımına bağlı olarak açığa çıkan CO₂'nin atmosferdeki yoğunluğu sanayi devrimi öncesi hemen hemen aynı düzeyde kalırken, özellikle ikinci dünya savaşından sonra dünyada görülen hızlı büyüme trendi nedeniyle giderek artmaktadır (Grafik 1).

Grafik 1: 1770-2011 Dönemi CO₂ Yoğunluğu



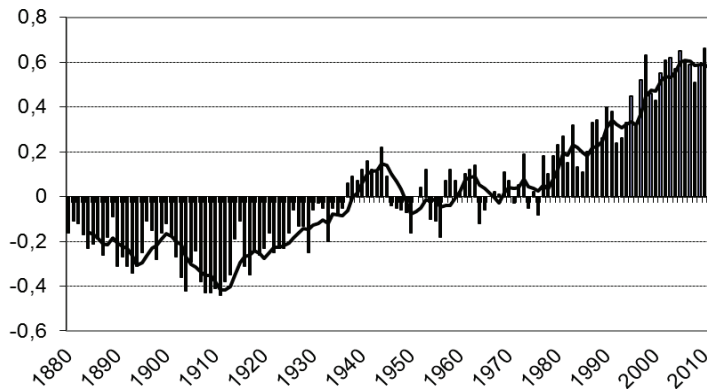
Kaynak: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/atmosphericconcentration-of-co2-ppm-1>

Sanayi devrimi öncesi 18. ve 19. yüzyıllarda atmosferdeki CO₂ yaklaşık olarak 280 ppm (parts per million-milyonda bir parçacık) seviyesinde sabit iken, Mauna Loa (Hawaii) ölçümlerine göre 2005 yılında 379 ppm seviyesine yükselmiştir (Ollila, 2012: 794). 2005–2011 yılları arasında CO₂ yoğunluğu 11,7 ppm artarak 390,5 ppm seviyesine ulaşmıştır. 2011 yılında ise Sanayi Devrimi öncesi seviyesinin % 142 üzerine çıkmış ve yaklaşık olarak 398 ppm olmuştur (Grafik 1)

Sera gazları olarak bilinen ve dünyanın enerji alışverişini dengeleyerek ortalama yüzey sıcaklığının 14,5°C ile 15°C civarında olmasını sağlayan gazlarının atmosferdeki yoğunluğunun giderek artması, ışınımsal zorlamaya neden olup sera etkisini kuvvetlendirmektedir. Bu husus “*kuvvetlenen sera etkisi*” (*enhanced greenhouse effect*) olarak adlandırılmaktadır (Williams, 2003).

Güneşten salınan kısa dalga boylu ışınımın 342–343 W/m²’lik kısmı atmosfere ulaşmaktadır. Bu ışınımın bir kısmı atmosferden uzaya geri yansıtılırken, 235–240 W/m²’lik kısmı yeryüzüne ulaşmaktadır (Khandekar ve diğerleri, 2005: 1560). Yeryüzüne ulaşan bu ışınım ısıya dönüşerek uzun dalga boylu ışınım olarak uzaya geri yansıtılır. Böylece dünyanın enerji dengesi sağlanmış olur. Ancak atmosferde bulunan sera gazları yoğunluklarının giderek artması nedeniyle kuvvetlenen sera etkisi enerji dengesini yeryüzünden salınan uzun dalga boylu ışınım lehine bozmaktadır. Bu nedendir ki yeryüzünden salınan ışınım sera gazları tarafından atmosferde tutularak uzaya kaçması engellenmekte ve tekrar yeryüzüne salınmaktadır (Şekil 1). Böylece yeryüzü ısısına ek bir katkı olmaktadır. Bu durum “*küresel ısınma*” olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlamda küresel ısınma, dünyanın ortalama yüzey sıcaklığında görülen artışlar olarak tanımlanabilir.

Grafik 2: 1880-2010 Dönemi Küresel Kara ve Okyanus sıcaklık Anomalisi (C⁰)



Kaynak: http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/service/global/global-land-ocean-mntp-anom/201201_201212.png

Küresel ortalama yüzey sıcaklığı 20.yy'ın başlarından itibaren belirgin bir şekilde artmaktadır (Grafik 2). Bu süreçte aletsel ölçümler her geçmiş 30 yıllık dönemin kendinden önceki 30 yıllık dönemden daha sıcak geçmiş olduğunu ve 2000'li yılların en sıcak dönem olarak kayıtlara geçtiğini göstermektedir. Küresel kara ve deniz suyu sıcaklığı verileri, 1901–2012 döneminde sıcaklıklarda yaklaşık 0,89°C, 1951–2012 döneminde ise yaklaşık 0,72°C artış yaşandığını ve bu artış eğiliminin doğrusal olduğunu göstermektedir. IPCC 2013 AR5 raporuna göre 20 yy. boyunca yaşanan ısınma sürecinin geçmiş 5 bin yıllık dönemde Kuzey Yarımküre'nin orta ve yüksek enlemlerinde kayıt edilen soğuma eğilimini tersine çevirdiği hususunda görüş birliği vardır (IPCC, 2013: 5–6).

Sıcaklıklarda görülen değişimlere paralel olarak buzullarda ve deniz suyu seviyesinde de değişimler göze çarpmaktadır. Kuzey kutup deniz buzullarının hacminde 1979–2012 döneminde 10 yıllık periyotlarda yıllık % 3,5–4,1 bir azalma yaşanmıştır. Bunun yanı sıra IPCC'nin 2007 yılında yayınladığı *Dördüncü Değerlendirme Raporu (AR4)*'ten günümüze buzullarda yapılan uzunluk, alan, hacim ve kütle ölçümlerine göre birkaç bölge dışında dünya genelinde buzullarda görülen azalış devam etmektedir. Son 10 yıllık dönemde Alaska'da, Grönland çevresinde, Kanada buzullarında, Asya ve Güney And dağlarındaki buzul tabakalarında önemli azalmalar gözlenmektedir. Dünya genelinde görülen buzul kayıplarının yaklaşık %80'ni bu bölgelerde gerçekleştirmiştir. Dünya ölçeğinde buzullarda görülen azalmalar şu şekilde özetlenebilir (Tablo 1): 1971–2009 döneminde görülen kütle kaybı yaklaşık olarak 226 gigaton (Gt)/yıl, 1993–2009 döneminde 275 Gt/yıl ve 2005–2009 döneminde ise 301 Gt/yıl olarak gerçekleşmiştir. Buzullarda görülen bu azalmaların deniz suyu seviyesinde neden olduğu yükselme ise sırasıyla 0,62 milimetre (mm)/yıl, 0,76 mm/yıl ve 0,83 mm/yıl olarak gerçekleşmiştir (IPCC, 2013: 8–9).

Tablo 1: Buzullarda Görülen Kayıplar ve Deniz Suyu Seviyesi (1971–2009)

Dönem	Buzul Kütle Kaybı (Gt/yıl)	Deniz Suyu Seviyesindeki Yükselmesi (mm/yıl)
1971–2009	226	0,62
1993–2009	275	0,76
2005–2009	301	0,83

Kaynak: IPCC, 2013: 8-9'dan yararlanılarak çizilmiştir.

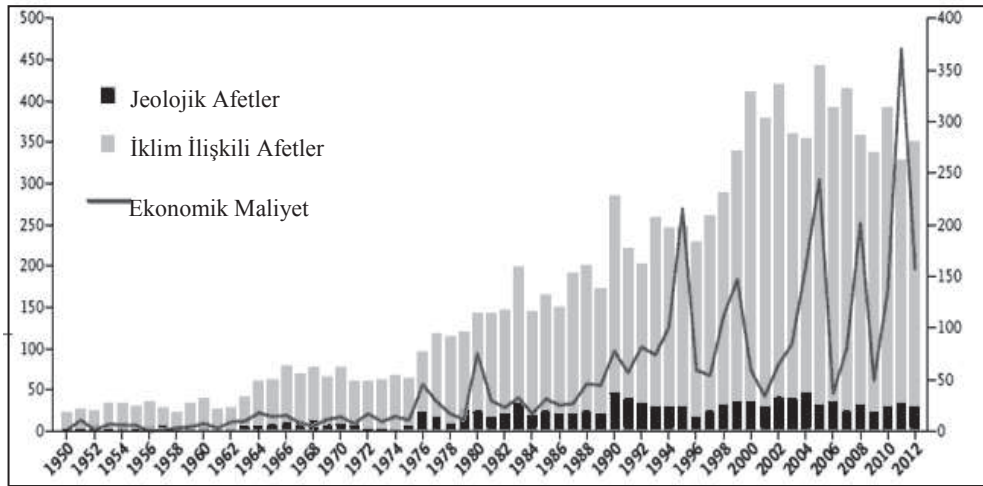
A. İklim Değişikliğinin Olası Ekonomik Etkileri

İklim değişikliği nedeniyle sel ve fırtına gibi doğal afetlerin sıklığında ve şiddetinde görülen ve görülebilecek artışlar sermayenin beklenen yaşam süresinden önce kullanım dışı kalmasına neden olabilecektir. Ayrıca etkileri uzun yıllar devam edecek olan küresel

ısınma, daha sık sermaye yatırımı ayarlamalarını gündeme getirebilecektir (Fankhauser ve Tol, 2005: 4). Böyle bir etki, özellikle milli gelirlerinin önemli bir kısmını sabit sermaye yatırımlarına ayıran gelişmiş ülkelerde sermaye zararlarına neden olup fiziksel sermayenin yıpranmasına yol açabilecektir. Benzer bir şekilde iklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesinin yükselmesi, özellikle kıyı şeridinde altyapı tesislerinin zarar görme risklerini arttırarak sermayenin yıpranmasını hızlandıracaktır (Stern, 2007: 131–133).

Öte yandan iklim değişikliğine bağlı olarak artan doğal afetler sonucunda ülke ekonomileri ciddi parasal kayıplarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu bağlamda atmosferdeki sera gazları yoğunluğunun artması ve buna paralel olarak sıcaklıkların hızlı bir artış eğilimine girmesi doğal afetlerin ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır. 1950’li yıllar ile 2012 yılı arasında görülen doğal afetler ve bunların neden olduğu ekonomik maliyetler Grafik 3’de gösterilmektedir.

Grafik 3: 1950-2012 Dönemi Doğal Afet Çeşitleri ve Sayıları



Not: Grafiğin sol tarafı afet sayısını, sağ tarafı ise 2012 fiyatları ile milyar ABD \$ olarak ekonomik maliyeti göstermektedir.

Kaynak: Leaning ve Guha-Spair, 2013: 1838

2012 yılında meydana gelen doğal afetler ve bu afetlerin insanlar ve ekonomi üzerindeki etkileri ise Tablo 2’de özetlenmiştir. Buna göre 2012 yılında doğal afetlere en fazla maruz kalan bölge Asya kıtası olmuştur. Bu doğal afetlerden nüfus bakımından en çok etkilenen bölgeler ise Asya ve Afrika kıtaları olmuştur. Doğal afetlerden etkilenen nüfusun %3,4’lük gibi nispeten az bir kısmı Amerika kıtasında yaşamasına karşın, küresel ekonomik zararın en büyük kısmı bu kıtada gerçekleşmiştir.

Tablo 2: Doğal Afetler ve Etkileri (2012)

	Afrika	Amerika	Asya	Avrupa	Avustralya	Küresel
İklim Kaynaklı Doğal Afetler	57	73	122	62	11	325
Etkilenen İnsan Sayısı (Milyon)	37,82	4,16	78,81	0,55	0,26	121,6
Maliyet (Milyar \$)	0,93	102,7	25,83	8,4	0,85	138,71

Kaynak: Guha-Sapir ve diğerleri, 2013: 27

Yetersiz sermaye birikimi ve altyapı tesislerine sahip gelişmekte olan ülkelerde doğal afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıplar, nicel olarak gelişmiş ülkelere göre daha küçük boyutlardadır. Yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı bu kayıpların ülke milli gelirlerine oranı, gelişmekte olan ülkelere göre daha büyüktür. Nitekim 1985–1999 döneminde doğal afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıplar gelişmiş ülke Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH)'lerinin %2,5'i iken, gelişmekte olan ülke GSMH'lerinin %13,4'ü kadar olmuştur (OECD, 2005: 223).

Bunun yanı sıra iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalan ülkeler kaynaklarını bu zararları bertaraf etmek ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için kullandıkça alternatif maliyetler ortaya çıkacaktır. İklim değişikliği nedeniyle harcanan kaynakların alternatif maliyetleri ise vazgeçilen araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ve üretken sermaye yatırımları olarak sıralanabilir (Bernauer ve diğerleri, 2012: 10). Bu alternatif maliyetler ise ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebilecektir. Bununla birlikte iklim değişikliği ekonomideki birçok sektörde de farklı yönlerde etkileyebilecektir. İklim değişikliğinden, iklim ile doğrudan ilişkili olan tarım ve turizm sektörünün diğer sektörlerle nazaran daha çok etkilenmesi beklenmektedir.

İklim ve hava koşulları turizm faaliyetlerinin birincil kaynağını teşkil etmektedir (World Tourism Organization, 2008: 62). Bu bakımdan iklim değişikliğinin bu sektör üzerinde büyük ölçüde etkisi görülecektir. İklim değişikliğinin neden olduğu yoğun sıcak hava dalgaları, kuraklık, su kıtlığı ve salgın hastalıklar gibi nedenlerden dolayı özellikle yaz turizmi alçak enlemlerden orta ve yüksek enlemlere kayabilecektir. Ayrıca aşırı sıcaklar yaz turizminin aynı bölgede yaz aylarından ilkbahar ve sonbahar aylarına kaymasına neden olabilecektir (IPCC, 2007b: 58). Özellikle kış turizmi iklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle potansiyel olarak en çok etkilenecek turizm türü olarak görülmektedir (Özdemir, 2008: 146). Bu bakımdan kış turizminde kar örtüsünün erimesi nedeniyle önemli düşüşler yaşanabilecektir (IPCC, 2007b: 53).

Milli gelirleri içinde turizm gelirlerinin önemli bir yer tuttuğu küçük ada ülkelerinde, iklim değişikliği etkisini daha da şiddetli gösterebilecektir. İklim değişikliğine bağlı olarak deniz suyu seviyesinde ve sıcaklığında görülecek artışlar bu ülkelerde kıyı erozyonunun artmasına ve mercan yapılarının bozulmasına yol açarak (IPCC, 2007b: 58) turizm gelirlerini azaltabilecektir.

İklim değişikliğinin ekonomik etkileri, sadece turizm sektörü ile ilgili olmayacaktır. Sigorta şirketleri, bankalar ve fon yönetim şirketleri gibi finansal hizmet sunan kurumları da dolaylı olarak etkileyebilecektir. Örneğin, bir sigorta şirketinin, müşterilerinin iklim değişikliğinden kaynaklanan doğal afete maruz kalması nedeniyle yüksek tutarda tazminat ödemek zorunda olması, sigorta şirketini finansal açıdan zor durumda bırakabilecek, hatta iflasına neden olabilecektir. Fakat iklim değişikliği, finansal hizmet sektörü açısından yeni riskler doğurduğu gibi yeni fırsatlar da sunmaktadır. Örneğin, iklim değişikliğine bağlı olarak afetlerin sayısında ve şiddetinde bir artış olduğu için, sigorta şirketinin müşterileri ve sigorta primleri artabilecektir (Alper ve Anbar, 2008: 224).

Meteoroloji araştırma kuruluşlarının yaptıkları hesaplamalar işletme faaliyetlerinin önemli bir kısmının hava koşullarına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır (Choksi, 2012: 139). Bu nedenle iklim değişikliğinin işletmeler üzerinde meydana getireceği zararları gidermek için yeni finansal araçlar ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda ilk olarak 1997 yılında Amerika’da kullanılmaya başlanılan iklim (hava) türevleri (Balı, 2012: 6) yeni ürünler olarak finansal piyasalara girmiştir. Çeşitli iklim türevleri olmakla beraber başlıca iklim türevleri, hava opsiyonları, hava swapları, forward ve future sözleşmeleri olarak sıralanabilir (Özdemir, 2008: 149).

İklim değişikliğinin içinde önemli ekonomik etkilere yol açacağı bir diğer sektör ise tarım sektörüdür. Tarım büyük ölçüde iklime ve hava olaylarına bağlı olarak yapılan bir faaliyet olduğu için (Bazzaz ve Sombroek, 1996), iklim değişikliğinin tarıma etkisi diğer sektörlerden daha fazladır. Ayrıca, tarım, doğal kaynakları kullanan bir faaliyet olması nedeniyle toprak ve su kaynakları üzerinde etkilidir ve doğal kaynaklardaki değişiklikler tarımsal üretimi etkilemektedir. Tüm bu özellikler ve diğer sektörlerden farklı yapısı nedeniyle tarım, iklim değişikliğinin getireceği etkilerden daha fazla etkilenmekte ve etki genişliği daha fazla olmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı [ÇŞB], 2012: 5–17).

Beklenen tarımsal üretim bir yandan yüksek sıcaklıkların, diğer yandan da bu sıcaklıkların neden olduğu zararlı otlar ve haşerelerin etkisiyle azalmaktadır. Bununla birlikte yağış rejiminde görülecek değişiklikler de tarımsal üretimin azalmasına neden olurken, kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışlarda görülecek artışlar ürün miktarında artışlara yol açmaktadır. Ayrıca orta ve yüksek enlemlerde bazı ürünlerde üretim miktarının artma olasılığı bulunmaktadır. Bu ve benzeri olumlu etkilere rağmen, iklim değişikliğinin tarım üzerindeki genel etkisinin (sıcaklıklardaki artış nedeniyle) negatif olması beklenmektedir (Nelson ve diğerler, 2009: 7).

IPCC'nin 4. Değerlendirme raporuna göre gelecek yüzyılda tarım alanlarında kayıpların ve ürün verimlerinde azalmaların olacağı tahmin edilmektedir. İklim değişikliği projeksiyonlarına göre, Türkiye'de 21. yüzyılda sıcaklıklarda artış olacağı, bölgelere göre bu artışın 1,3 ile 7,3°C arasında gerçekleşeceği, Türkiye'nin iç ve doğu kesimlerinde daha büyük artışlar yaşanacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye, yıllık ortalama 653 mm yağış miktarı ile yarı-kurak bir bölgedir. Hatta bazı alt bölgelerde yıllık yağış miktarı 200 mm seviyesindedir. Türkiye'nin, iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek olan Akdeniz havzasında bulunması ve tarım sektörünün ekonomik ve sosyal açıdan ülke içinde önemli bir yer tutması, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerinde etkileri yapacağı olası etkileri daha da önemli hale getirmektedir. İklim değişikliği ile ortaya çıkabilecek tarımsal üretimdeki değişiklikler, geçimini tarımdan sağlayan kesimin ekonomik ve sosyal yapısında olduğu kadar, ülke ekonomisinde de önemli yansımalara neden olabilecektir (ÇŞB, 2012: 5).

II. LİTERATÜR

Son yıllarda küresel ısınma sorununa yönelik ilginin artmasıyla birlikte, iklim değişikliği ve tarım sektörü ilişkisi üzerine yapılan çalışma sayısında da artışlar meydana gelmiştir. İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisi, ele alınan ülke, bölge ve mevsim koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir. Literatürde bu konu ile ilgili yapılmış olan başlıca çalışmalar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerindeki Etkilerine Yönelik Literatür Özeti

Yazar	Dönem	Ülke	Yöntem	Bulgular
Akram (2012)	1972-2009	8 Asya Ülkesi	Panel Veri Regresyon Analizi (görünürde ilişkisiz regresyon-SUR-yöntemi)	Yağış miktarındaki artış tarım sektörünün GSYİH içindeki payını pozitif, sıcaklık artışı ise negatif yönde etkilemektedir.
Barnwal ve Kotani (2013)	1971-2004	Hindistan (Andhra Pradesh eyaleti)	Zaman Serisi Kantil Regresyon Analizi	<ul style="list-style-type: none"> Yağış ve sıcaklık, hektar başına pirinç ürünün getirisini pozitif yönde etkilemektedir (yaz mevsiminde ekimi yapılan üretimde) Yağış ve sıcaklık, hektar başına pirinç ürünün getirisi üzerinde herhangi bir değişiklik

				meydana getirmemektedir (sonbahar mevsiminde ekimi yapılan üretimde)
Brown ve diğerleri (2010)	1961-2003	133 Ülke	Panel Veri Regresyon Analizi	Yağış miktarındaki artış tarım sektörünün GSYİH içindeki payını pozitif, sıcaklık artışı ise negatif yönde etkilemektedir.
Dasgupta (2013)	1971-2002	66 Ülke	Panel Veri Kantil Regresyon Analizi	İklim değişikliği, (yağış ve sıcaklık) mısır ve pirinç üretim miktarını olumsuz yönde etkilemektedir.
Dell ve diğerleri (2012)	1950-2003	125 Ülke	Panel Veri Regresyon Analizi	Sıcaklık artışı tarımsal üretim üzerinde negatif bir etkiye sahiptir.
Deressa ve diğerleri (2005)	1977-1998	Güney Afrika (11 bölge)	Panel Veri Regresyon Analizi	Sıcaklık şeker kamışı üretimini kış mevsiminde negatif, yaz mevsiminde ise pozitif yönde etkilemektedir.
Jain (2007)	1988-2004 (dönemi ortalaması)	Zambia	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Sıcaklık artışı, net tarımsal geliri olumsuz yönde, yağış artışı ise olumlu yönde etkilemektedir.
Liu ve diğerleri (2004)	1985-1991 (dönemi ortalaması)	Çin (1275 ilçe)	Yatay Kesit Regresyon Analizi	<ul style="list-style-type: none"> İklim değişikliği, tarımsal geliri pozitif yönde etkilemektedir. (<u>sonbahar mevsiminde</u>) İklim değişikliği, tarımsal geliri negatif yönde etkilemektedir. (<u>ilkbahar mevsiminde</u>)
Van Passel ve diğerleri (2012)	2007	15 Avrupa Birliği Ülkesi	Yatay Kesit Regresyon Analizi	Sıcaklık tarımsal geliri yaz ve kış mevsiminde negatif, ilk bahar ve son bahar mevsimlerinde pozitif yönde etkilemektedir. Buna karşın yağışın tarımsal gelir üzerindeki etkisi tam tersi yöndedir.

III. EKONOMETRİK YÖNTEM VE VERİ SETİ

Bu çalışmada, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki olası etkileri çok değişkenli regresyon analizi yardımıyla incelenmiştir. Bu amaçla oluşturulan modele yüzde değişim olarak dahil edilen değişkenler, 1973-2011 dönemini kapsayan yıllık verilerden oluşmaktadır. Akram (2012) çalışmasından hareketle oluşturulan regresyon modelindeki değişkenler ve temin edildikleri veri tabanları Tablo 4'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 4: Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişken	Açıklama	Kaynak*
TRM	Tarım sektörünün GSYİH içindeki payı	WDI
N	Yıllık nüfus artışı	WDI
YGS	Ortalama yağış miktarı	MGM
SCK	Ortalama yüzey sıcaklığı	MGM
OÖ	Orta öğrenimden diploma alan sayısı	TÜİK

*: 1) WDI: Dünya Bankası Veri Tabanı

2) MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2012 Yılı İklim Değerlendirme Dergisi

3) TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu 1923-2011 İstatistik Göstergeler

A. Veri Setine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Çalışmada kullanılan değişkenlere ait temel istatistikler aşağıda tablo halinde sunulmaktadır. Tablo 5'de serilerin ortalamaları, standart hataları, almış oldukları en yüksek ve en düşük değerler ile bu değerlerin elde edildiği yıllar gösterilmektedir.

Tablo 5: Değişkenlere Ait Temel İstatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Hata	Minimum	Maximum
TRM	39	0,0147	0,0460	-0,0788 (2001)	0,0875 (2002)
N	39	0,0179	0,004	0,0124 (2009)	0,0244 (1973)
YGS	39	0,0141	0,1571	-0,3530 (1989)	0,4040 (2009)
SCK	39	0,0039	0,0629	-0,1292 (2011)	0,1751 (1994)
OÖ	39	0,0679	0,1909	-0,5589 (2008)	0,7060 (2009)

Not: Değişkenlerin minimum ve maksimum değerlerini aldığı yıllar parantez içinde gösterilmektedir.

Tablo 5'de görüldüğü gibi en düşük standart hataya sahip değişken, yıllık nüfus artış değişkenidir. 1973 yılında %2,44'lük artış ile en yüksek değerine ulaşan nüfus değişkeni, en düşük değerine %1,24 ile 2009 yılında sahip olmuştur. Değişkenler arasında en yüksek

standart hataya ise yağış miktarındaki değişimi gösteren YGS değişkeni sahiptir. Bu değişkenin standart hatasının büyük olması, yağış miktarındaki değişimin yıldan yıla farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Benzer bir şekilde 6,29 gibi yüksek bir standart hataya sahip olan sıcaklık değişimi değişkeni, en yüksek değerini 1994 en düşük değerini ise 2011 yıllarında gerçekleştirmiştir. Tarım sektörünün GSYİH içindeki payının yıllık artışını gösteren TRM değişkeni ise, 2001 yılında en düşük değerini alırken bir sonraki yıl en yüksek değerine ulaşmıştır. TRM değişkenin standart hatasının 4,6081 gibi nispeten yüksek bir değer alması GSYİH içindeki payının yıldan yıla değişiklik gösterdiğinin bir göstergesidir. Büyük oranda iklim koşullarına bağlı olarak gerçekleşen tarımsal üretim tıpkı yağış ve sıcaklık değişkenleri gibi yüksek bir standart hataya sahiptir. Orta öğrenimden diploma alan kişi sayısındaki yüzde değişimi ifade eden OÖ değişkeni ise en düşük değerine 2008, en yüksek değerine ise 2009 yılında ulaşmıştır. Bu durum, 2005-2006 eğitim öğretim yılından itibaren yeni kayıt olan öğrenciler için ortaöğrenim süresinin dört yıla çıkarılmış olmasından kaynaklanmıştır.

B. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü, derecesini ya da gücünü belirlemede kullanılan yöntemlerden biridir. Bağımlı ve bağımsız değişken ayrımının olmadığı bu analizden elde edilen bulgular değişkenler arasındaki ilişkinin boyutuna dair önemli sayılabilecek ön bilgiler sunmaktadır (Gujarati, 1999: 21). Çalışmada kullanılan değişkenlerin Pearson korelasyon analizine göre oluşturdukları korelasyon matrisi Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Pearson Korelasyon Matrisi

Değişken	N	YAG	OÖ	SIC	TRM
N	1				
YGS	-0,23	1			
OÖ	0,008	0,292	1		
SCK	0,016	-0,159	0,026	1	
TRM	-0,86	0,389*	-0,062	-0,327*	1

Not: * tek ve çift yanlı t-testine göre %5’de anlamlıdır.

Korelasyon analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre, sadece tarım değişkeni ile sıcaklık ve yağış değişkenleri arasında ilişki bulunmaktadır. Buna göre tarım ve sıcaklık değişkenleri arasında negatif bir ilişkiye karşılık, tarım ve yağış değişkenleri arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Değişkenler arasındaki bu ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı olup, korelasyon katsayıları sırasıyla -0,327 ve 0,389’dur.

C. Durağanlık (Birim Kök) Analizi

Genel anlamda ortalaması ile varyansı zaman içinde değişmeyen ve iki dönem arasında ortak varyansı, bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil de, yalnızca iki

dönem arasındaki uzaklığa bağlı olan olasılıklı bir süreç için durağanlıktan söz edilebilmektedir (Gujarati, 1999: 713).

Klasik regresyon varsayımları hem modelde kullanılan değişkenlerin durağan olmasını, hem de hataların sıfır ortalama ve sonlu varyansa sahip olması gerektiğini ortaya koyar. Durağan-dışı değişkenlerin karşısında ise Granger ve Newbold (1974)'ün ifadesiyle sahte regresyonlar ortaya çıkabilir. Bu sahte regresyonda yüksek bir R^2 ve anlamlı bir t istatistikleri söz konusu olsa bile, parametre tahmin sonuçları ekonomik yorum bakımından anlamsızdır. Regresyon denkleminin tahmin sonuçları iyi bir görüntü vermesine rağmen, EKK dinamikleri tutarsız ve geleneksel istatistiksel çıkarımsal testler geçerli değildir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007, s.311). Sonuç olarak durağan olmayan serilerle yapılan analizler, sahte regresyon durumunun ortaya çıkmasına neden olabilirler.

Bu çalışmada değişkenlerin birim kök içerip içermediği Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) gibi klasik birim kök testleri kullanılarak araştırılmıştır.

Tablo 7: Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF			PP		
	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitsiz-Trendsiz	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitsiz-Trendsiz
TRM	-4,272 ^a	-13,046 ^a	-3,465 ^a	-18,348 ^a	-18,112 ^a	-9,291 ^a
N	0,372	-2,507	-3,663 ^a	-1,527	-0,929	-3,323 ^a
YGS	-4,182 ^b	-4,467 ^a	-2,310 ^b	-18,210 ^a	-14,972 ^a	9,330 ^a
SCK	-5,292 ^a	-5,399 ^a	-3,025 ^a	-27,764 ^a	-28,485 ^a	-12,260 ^a
OÖ	-8,768 ^a	-8,855 ^a	-7,454 ^a	-8,768 ^a	-8,899 ^a	-7,341 ^a

Not: a ve b sırasıyla %1 ve %5'de anlamlıdır.

ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre nüfus değişkeni hariç diğer tüm değişkenler seviyesinde $I(0)$ durağandır. Nüfus değişkeni ise sabitli-trendli ve sabitli modellerde birim kök $I(1)$ içerirken, sabitsiz-trendsiz modelde birim kök içermemektedir. Bu nedenle ADF ve PP testi sonuçlarına göre nüfus değişkeni sabitsiz-trendsiz modelde seviyesinde $I(0)$ durağandır. Serilerin durağanlık seviyelerinin tespit edilmesinden sonra değişkenler arasındaki olası ilişkilerin belirlenmesi için çok değişkenli regresyon analizi uygulanmıştır.

D. Regresyon Analizi

Doğrusal regresyon modeli tahmini, ekonometrik analizlerde sıkça kullanılan tahmin yöntemlerinin başında gelmektedir. Çok değişkenli regresyon analizi bir bağımlı değişken ile bir ya da birden çok bağımsız değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Çok değişkenli regresyon modelinin en önemli özelliklerinden bir tanesi bir dizi bağımlı değişkenin bağımsız değişken üzerinde meydana getirdikleri etkileri tanımlamaya imkan vermesidir (Greene, 2002: 7-9). Bu çalışmada iklim değişikliğinin

Türkiye’de tarım sektörü üzerindeki etkilerini tespit etmek için, Akram (2012) çalışmasından yararlanılarak aşağıdaki regresyon modeli oluşturulmuştur.

$$TRM_t = \alpha_0 + \alpha_1 N + \alpha_2 YGS + \alpha_3 SCK + \alpha_4 OÖ + \varepsilon_t \quad (1)$$

(1) no.’lu denklemin En Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle tahmini sonucu elde edilen katsayılar ve ilgili istatistikler Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8: Regresyon Analizi Sonuçları (Bağımlı Değişken: TRM)

Değişken	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değeri
C	3,2911	1,3627	0,1825
N	-0,5157	-0,3822	0,7048
YGS	0,0640	1,8216	0,0779
SCK	-0,1296	-1,8735	0,0701
OÖ	0,1022	0,0343	0,9728

$R^2=0.49$ $F=6,3401^a$ $LM^*=1,2087[0,2800]$ $White=1,5241[0,1920]$

Not: a: %1’de anlamlıdır. *: 1. dereceden otokorelasyon için Breusch-Godfrey LM test istatistiğini göstermektedir. C, sabit terimi ifade etmektedir.

Regresyon analizinin sonucuna göre modelin bütün olarak anlamlılığını ifade eden F istatistiği %1 seviyesinde anlamlıdır. Değişkenlerin bireysel anlamlılıklarını gösteren t-istatistiklerine göre ise sadece yağış ve sıcaklık değişimleri % 10 seviyesinde anlamlı iken, modeldeki diğer değişkenler istatistiksel olarak anlamlı değildirler. Yağış değişiminin katsayısı 0,0640 değerindedir ve beklenildiği gibi pozitif işaretlidir. Buna göre yıllık yağış değişimindeki 1 birimlik artış, tarım sektörünün GSYİH içindeki payında 0.06 birimlik bir artış meydana getirmektedir. t-istatistiği anlamlı çıkan bir diğer değişken olan sıcaklık değişiminin katsayısı ise -0,1296 değerindedir ve negatif işaretlidir. Buna göre yıllık sıcaklık değişimindeki 1 birimlik artış tarım sektörünün GSYİH içindeki payında % 0.12 birimlik bir azalmaya neden olmaktadır. Elde edilen bu sonuç literatürde daha önce yapılmış olan Brown ve diğerleri (2010), Akram (2012) ve Dell ve diğerleri (2012) çalışmalarının sonuçlarıyla örtüşmektedir.

DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Bireylerin sınırsız istekleri bunun yanında ülkelerin refah atışı ve büyüme istekleri çevrenin giderek daha fazla tahrip edilmesini beraberinde getirmiştir. Fakat ülke ekonomilerinde görülen hızlı büyüme ve insanların refahlarında görülen artışlar, çevrenin ikinci plana atılarak bu alanda çıkan sorunların göz ardı edilmesine neden olmuştur. Sanayi devrimi sonrası hızla artan fosil yakıt kullanımı atmosferdeki sera gazı konsantrasyonları daha önce görülmemiş bir biçimde arttırmıştır. Bu bağlamda doğal süreçlere ek olarak insan faaliyetleri nedeniyle artan sera gazları dünyanın küresel ısınma ve iklim değişikliği sarmalına girmesine neden olmuştur.

1970'lerden sonra iklim değişikliğinin giderek geri dönülemez noktaya geldiğinin ve bu sürecin dünya için ciddi bir problem olduğunun bilimsel kanıtlarla ortaya konulması, iklim değişikliğini ülkelerin karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan biri haline getirmiştir.

Küresel bir sorun olan iklim değişikliği insanlardan diğer canlılara, az gelişmiş ülkelerden gelişmiş ülkelere ve bu ülkelerin siyasal, sosyal ve ekonomik yapılarına kadar tesir etmektedir. İklim değişikliği başta sıcaklıklar ve yağış rejimi olmak üzere iklim elamanlarını doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda yıllık ortalama küresel sıcaklıklar her geçen yıl artmaktadır. Yağışlarda görülen değişimler bazı bölgelerde şiddetli kuraklıklara bazı bölgelerde ise aşırı yağışlar sebebiyle sel ve su baskınlarına neden olmaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu bu gelişmeler sel ve fırtına gibi doğal afetleri şiddetlendirmekte ve sağlık, beslenme ve suya ulaşım gibi sorunlara neden olarak insanlığı olumsuz etkilemektedir. Ayrıca şiddetlenen ve artan doğal afetler ülkelere ciddi maliyetler yüklemektedir. Bununla birlikte iklim değişikliği ekonomideki sektörleri de etkilemektedir. Bu değişimden bazı sektörler olumlu, bazıları ise olumsuz yönde etkilenmektedir. Olumsuz etkilenen sektörlerin başında ise doğa, iklim ve hava olayları ile sıkı sıkıya bağlı olan tarım sektörü gelmektedir.

Bu çalışmada ilkim değişikliğinin Türkiye'de tarım sektörü üzerinde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. 1973-2011 dönemine ait yıllık verilerle gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda, tarım sektörünün sıcaklıklardaki değişiklikten olumsuz, buna karşın yağışlardaki değişiklikten olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ancak sıcaklık değişkeni katsayısı, yağış değişkeni katsayısından daha büyük olduğu için iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki genel etkisi olumsuz yönde gerçekleşmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda iklim değişikliği ile ilgili mücadele ve uyum stratejilerinin ortaya konulup hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda güvenilir iklim projeksiyonları yapılıp öngörülen iklim koşullarına uygun ürün çeşitlendirmesine gidilmesi alınabilecek tedbirlerden biridir. Ayrıca tarım sektöründe faaliyet gösteren bireylerin iklim değişikliği konusunda eğitilmesi, iklim değişikliğinden kaynaklanan olumsuzlukların azaltılmasında etkili olabilecektir.

KAYNAKÇA

- AKRAM, Naeem (2012), "Is Climate Change Hindering Economic Growth of Asian Economies?", *Asia-Pacific Development Journal*, 19 (2), 1-18.
- ALPER, Değer ve ANBAR, Adem (2008), "İklim Değişikliğinin Finansal Hizmet Sektörüne Etkileri", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (23), 223-253.
- BARNWAL, Prabhat ve KOTANI, Koji (2013), "Climatic Impacts Across Agricultural Crop Yield Distributions: An Application of Quantile Regression on Rice Crops in Andhra Pradesh, India", *Ecological Economics*, 87, 95-109.

- BAZZAZ, Fakhri A. ve SOMBROEK Wim G. (1996), **Global Climate Change and Agricultural Production**, Chichester: John Wiley & Sons Ltd, <http://www.fao.org/docrep/w5183e/w5183e0f.htm#13>. global climatic change and agricultural production: an assessment of current.
- BERNAUER, Thomas ve diğerleri (2012), "Climate Change, Economic Growth and Conflict", http://climsec.prio.no/papers/Climate_Conflict_BKKR_Trondheim_2010.pdf.
- BROWN, Casey ve diğerleri (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**.
- CHOKSI, Anjali (2012), "Emergence of Weather Derivatives-Feasibility in Indian Context", **ZENITH International Journal of Business Economics & Management Research**, 2 (5), 139–152.
- CROWLEY, Thomas J. (2000), "Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years", **Science**, (289), 270–277.
- ÇŞB (2012), **Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım ve Gıda Güvencesine Etkileri. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını**, Ankara.
- DASGUPTA, Shouro (2013), "Impact of Climate Change on Crop Yields with Implications for Food Security and Poverty Alleviation", http://www.climate-impacts-2013.org/files/cwi_dasgupta.pdf.
- DELL, Melisa ve diğerleri (2012), "Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century", **American Economic Journal: Macroeconomics**, 4 (3), 66-95.
- DERESSA, Tadesse T. ve Diğerleri (2005), "Measuring the Impact of Climate Change on South African Agriculture: The Case of Sugarcane Growing Regions", **Agrekon**, 44 (4), 524-542.
- DUFFY, Philip B. (2008), "Internal Climate Variability", **Encyclopedia of Global Warming and Climate Change** içinde, 1-3, (545-546), California: SAGE Publications.
- FANKHAUSER, Samuel ve TOL, Richard S.J. (2005), "On Climate Change and Economic Growth", **Resource and Energy Economics** 27, 1–17.
- GREENE, William H.(2002), **Econometric Analysis**, 5th Ed., New Jersey: Prentice Hall.
- GUHA-SAPIR, Debarati ve diğerleri (2013), "Annual Disaster Statistical Review 2012: The Numbers and Trends", Brussels: CRED.

- GUJARATI, Damodar N. (1999), **Temel Ekonometri**, (Çev. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen), İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- HOUGHTON, David D. (2002), **Introduction to Climate Change: Lecture Notes For Meteorologists**, Geneva: World Meteorological Organization-No. 926.
- IPCC (2007a), **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, New York: Cambridge University Pres.
- IPCC (2007b), **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge: Cambridge University Pres.
- IPCC (2013), **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report**, Stockholm.
- JAIN, Suman (2007), “An Empirical Economic Assessment of Impacts of Climate Change on Agriculture in Zambia”, **World Bank’s World Development Report 2010: Policy Research Working Paper 4291**.
- KHANDEKAR, Mandav L. ve diğerleri (2005), “The Global Warming Debate: A Review of the State of Science”, **Pure and Applied Geophysics**, 162, 1557-1586
- LEANING, Jennifer M.D. ve GUHA-SPAIR, Debarati (2013), “Natural Disasters, Armed Conflict, and Public Health”, **The New England Journal of Medicine**, 369, 1836–1842.
- LIU, Hui ve diğerleri (2004), “Study on the Impacts of Climate Change on China’s Agriculture”, **Climatic China**, 65, 125-148.
- NATIONAL GEOGRAPHIC (2007), “Değişen İklim”, **National Geographic**, Ekim 2007 Eki, Washington DC.
- NELSON, Gerald C. ve diğerleri (2009), **Climate Change Impact on Agriculture and Costs of Adaptation** (1–30), Washington DC: International Food Policy Research Institute.
- OECD (2005), **Catastrophic Risks and Insurance**, Paris: OECD Publishing.
- OLLILA, Antero V.E. (2012), “The Roles of Greenhouse Gases in Global Warming”, **Energy & Environment**, 23 (5), 781-799.

- ÖZDEMİR, Erkan (2008), “Küresel Isınmanın Etkilerine Karşı Bir Önlem: Hava Türevleri ve Pazarlama Stratejilerinde Yardımcı Olarak Kullanımı”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 10 (1), 141–162.
- SEVÜKTEKİN, Mustafa ve Nargeleçekenler, Mehmet (2007), **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı**”, Geliştirilmiş 2. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- STERN, Nicholas (2007), **The Economics of Climate Change: The Stern Review**, 1st. Ed., Cambridge: Cambridge University Pres.
- TÜRKEŞ, Murat (2001), “Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma”, **Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerler, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi 1**, 187-205.
- UNEP FI (2006), **Adaptation and Vulnerability to Climate Change: The Role of the Finance Sector: A Document of the UNEP Finance Initiative Climate Change Working Group**, Paris.
- UNITED NATIONS (1992), **United Nations Framework Convention On Climate Change**, New York.
- UZMEN, Reşat (2007), **Küresel Isınma ve İklim Değişikliği İnsanlığı Bekleyen Büyük Felaket mi?**, 1. Baskı, İstanbul: Bilge Kültür Sanat.
- VAN PASSEL, Steven ve diğerleri (2012), “A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on European Agriculture”, **Fondazione Eni Enrico Mattei Working Paper Series: 83**.
- WORLD TOURISM ORGANIZATION (2008), **Climate Change and Tourism Responding to Global Challenges**, Madrid: World Tourism Organization and the United Nations Environment Programme.
- WILLIAMS, Michael (2003), **Climate Change INFORMATION SHEETS**, United Nations Environment Programme.
- <http://web.boun.edu.tr/meteoroloji/iklimdegisimi.php>
- <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/atmospheric-concentration-of-co2-ppm-1>.
- <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/service/global/global-land-ocean-mntp-anom/201201-201212.png>.