

Küresel İklim Değişikliğinin Ardahan İlinde Tahıl ve Yem Bitkileri Verimliliği Üzerine Etkilerinin ARDL Modeli ile Analizi

Özlem EŞTÜRK^{1*}, Nilcan MERT²

¹Ardahan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Ardahan, ²Ardahan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Ardahan

¹<https://orcid.org/https://orcid.org/0000-0003-4324-0912>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4065-4768>

✉: ozlemesturk@ardahan.edu.tr

ÖZET

Atmosferde sera gazı yoğunluğunun artmasıyla birlikte küresel ısınma ve buna bağlı olarak iklimde değişiklikler gözlenmeye başlamıştır. Küresel ısınma, insan faaliyetleri ile birlikte sera etkisi yapan gazların atmosferdeki oranlarının artmasından kaynaklanmaktadır. Artan dünya nüfusu, sanayinin gelişmesi, sıcak hava dalgası, aşırı hava olayları ve bunlara bağlı olarak gerçekleşen sel ve kuraklık gibi doğal afetlerdeki artışlar tarımsal üretim arzında istikrarsızlığa neden olmaktadır. Tarımsal teknolojilerin gelişmesine rağmen tarım sektörünün en önemli girdi bileşenlerinin doğal koşullara bağlı olması, sektörün istikrarını olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, 1990-2020 zaman periyodunda, Ardahan ilinde küresel iklim değişiminin tarım sektörü üzerine etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Ardahan ilinde hayvancılık sektörü için üretilen tahıl ve yem bitkilerinin verimlilikleri, ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişki Sınır testi ve Toda ve Yamamoto nedensellik testi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgular verimlilik ile iklim verilerinin uzun dönemde birlikte hareket etmediğini göstermiştir. Kısa dönemde ise ot ve yem bitkileri üzerinde yağışların etkili olduğu, sıcaklığın ise etkili olmadığı gözlenirken, tahıl verimliliği üzerinde söz konusu iklimsel değişimlerin etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 19.10.2021

Kabul Tarihi : 03.2022

Anahtar Kelimeler

Küresel Isınma

Tahıl

Yem Bitkisi

Sınır testi

Nedensellik

Analyzing the Effects of Global Climate Change on Grain and Forage Crops Productivity in Ardahan Province with ARDL Model

ABSTRACT

Global warming and changes in the climate have been observed as a result of increased greenhouse gas density in the atmosphere. Global warming is due to the increased greenhouse gas proportion in the atmosphere along with human activities. Increased world population, industrial development, heat waves, extreme weather events and increased natural disasters such as floods and droughts resulting from these factors cause instability in agricultural production supply. Despite the development in the agricultural technologies, the most important input components of the agricultural sector are dependent on natural conditions and affects the stability of the agricultural sector negatively. In this study, it was aimed to reveal the effects of global climate change on the agricultural sector in the province of Ardahan in the 1990-2020 time period. Boundary test and the Toda and Yamamoto causality test were used to investigate the long and short term relationships between the grain yield and forage crops, produced in Ardahan province for the livestock sector and productivity, average temperature and total precipitation. Results showed that productivity and climate data did not move together in the long time period. In the short term, it was observed that precipitation was effective on grass and forage crops, while temperature was not effective. On the other hand, the climatic changes had no effect on grain productivity.

Agricultural Economics

Research Article

Article History

Received : 19.10.2021

Accepted : 03.03.2022

Keywords

Global warming

Grain

Forage Plant

Limit test

Causality

Atıf Şekli:	Eştürk Ö, Mert N 2022. Küresel İklim Değişikliğinin Ardahan İlinde Tahıl ve Yem Bitkileri Verimliliği Üzerine Etkilerinin ARDL Modeli ile Analizi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Ek Sayı 2): 506-514. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1011936
To Cite :	Eştürk Ö, Mert N 2022. Analyzing the Effects of Global Climate Change on Grain and Forage Crops Productivity in Ardahan Province with ARDL Model. KSU J. Agric Nat 25 (Suppl 2): 506-514. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1011936

GİRİŞ

İklim değişikliği, günümüzde önemli çevresel felaketlerden biri olarak kabul edilmekte ve içinde bulunduğumuz süreçte etkileri giderek daha belirgin hale gelmektedir. Özellikle, insan faaliyetlerine bağlı olarak sera gazı emisyonlarının yoğunlaşarak artması küresel ısınmayı hızlandırmaktadır. Isınmayla birlikte yağış rejimindeki değişiklikler, nemlilik oranlarının değişimi, ani hava olayları, kuraklık vb. gibi yaşanan iklimsel hareketler ile küresel iklim değişimi meydana gelmektedir (Doğan, 2005). Sera gazı miktarının atmosferde artması sonucu meydana gelen ısınma, canlı yaşamını tehdit ederken yol açtığı ekonomik, sosyal ve çevresel problemler küresel ölçekte piyasa başarısızlığı yaşanmasına neden olmaktadır.

Yapılan çalışmalar gösteriyor ki sıcaklık artışının 2°C'nin üzerine çıkması birçok alanda olumsuzlukları artıracaktır. Bu tehditlerin yaşanmasının muhtemel olduğu sektörlerin başında tarım sektörü gelmektedir. Mevcut sıcaklık artışları, ani hava olaylarına bağlı kuraklık, sel veya yetersiz yağışlar tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Apata (2011) çalışmasında Nijerya'da tahıl üretiminin, olumsuz iklim koşulları altında nüfus artışına uyum sağlayamadığı takdirde gıda yetersizliği ve açlığa bağlı ölümlerin artabileceğini belirtmiştir. Dasgupta (2013) tarafından yapılan çalışmada, 1971-2002 yılları aralığında 66 ülkede iklim değişikliğinin mısır ve pirinç üretimini olumsuz etkilediği vurgulanmıştır.

İklim değişimindeki olaylar, büyük ölçekte doğal koşullara bağlı olan tarım sektörünü ve özellikle ekonomisi tarım sektörüne dayalı ülkeleri çok daha kırılgan hale getirmektedir. İklim olayları tarımsal üretim üzerinde verimlilik kayıplarına yol açarak ekonomiler üzerinde bir tehdit olarak görülmektedir. Ancak ülkeler, iklim değişiminden farklı düzeylerde etkilenmektedirler. Sıcaklık artışı tarımsal üretimi olumsuz etkilerken yağışlardaki değişimler, bazı bölgelerde tarımsal üretimi olumlu etkilemiştir. Nepal'de iklimde meydana gelen değişikliğin tarımsal katma değer üzerindeki etkisi 1975-2010 yılları baz alınarak değerlendirilmiş ve çalışmada, yağışların tarımsal GSYH üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür (Acharya & Bhatta, 2013). Sekiz Asya ülkesinde yapılan bir başka çalışmada, yağıştaki değişimlerin, tarım sektörünün GSYİH içindeki payı artırdığı, buna karşılık sıcaklık değişimlerinin negatif olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Akram, 2013). Güney Afrika'da 1961-2011 yılları arasında

sıcaklıktaki genel artışın tarımsal üretimi olumsuz etkilediği, yağışların ise olumlu etkilediği gözlenmiştir (Belloumi, 2014).

Sıcaklık ve yağışta meydana gelen mevsimsel farklılıklar da tarımsal üretimi farklı boyutlarda etkilemektedir. Kış sıcaklıklarındaki artış tarımsal üretimi olumlu etkilerken yaz sıcaklık artışı olumsuz etkilemektedir. Deressa ve ark. (2005) tarafından Güney Afrika'nın 11 bölgesinde 1977-1998 yılları aralığında yapılan çalışmada, sıcaklıkların şeker kamışı üretimi üzerindeki etkisi incelenmiş ve sıcaklık değişimlerinin kış aylarında şeker kamışı üretimini negatif, yaz aylarında ise pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Van Passel ve ark. (2017), 15 Avrupa Birliği ülkesinde yaptıkları çalışmada 2007 yılı için sıcaklık değişimlerinin tarımsal gelir düzeyini yaz ve kış mevsimlerinde negatif, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise pozitif etkilediği görülmüştür. Yağıştaki değişikliklerin yaz ve kış mevsiminde tarımsal geliri pozitif, ilkbahar ve sonbahar aylarında ise negatif yönde etkilediği gözlenmiştir. 1981-2012 yıllarında Pakistan'ın Pencap şehrinde iklim değişikliğinin buğday, pamuk ve pirinç üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada ise sıcaklık değişimlerinin ekim ve hasat döneminde buğday verimini olumlu düzeyde, çiçeklenme döneminde ise olumsuz düzeyde etkilediği ortaya konulmuştur. Bunun yanında yağış, minimum sıcaklık düzeyi ve nem miktarının ekim döneminde pirinç üretimini olumlu, hasat döneminde ise olumsuz etkilediği görülmüştür (Afzal ve ark., 2016).

İklim değişikliğine ilişkin yapılan tahmin çalışmaları gösteriyor ki bugüne kıyasla gelecekte toprak, su, doğal kaynaklar ve tarım sektörü olumsuz etkilenebilir. İklim değişikliğine bağlı olarak kuraklık yaşanan bölgelerin daha kuraklaşacağı, yağışlı bölgelerde ise ani yağış miktarının artacağı, tüm bölgelerde yağış rejimlerinin değişeceği ve mevsimsel temelli ani hava olaylarının miktarının ve şiddetinin artacağı yönünde çeşitli tahminler yapılmaktadır. Son 10 yılda iklim değişikliği küresel ölçekte tarımsal üretimi %1-5 aralığında azaltmıştır (Thornton ve ark., 2015). Bu azalışın devam edeceği yönünde çeşitli varsayımlar yapılmaktadır. Cline (2007)'in yaptığı çalışmada, bu verim azalışının devam edeceği ve dünyada 2080 yılında tarımsal üretimin, karbon gübreleme yapılırsa %3.2 oranında, karbon gübresi olmaksızın ise %15.9 oranında azalacağı beklenmektedir.

Türkiye ise iklim değişikliğinin oluşturabileceği

olumsuzluklardan en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye’de yağışların azalacağı, sıcaklık düzeylerinin artacağı bunlara bağlı olarak gerçekleşecek doğal afetlerin (sel, kuraklık gibi) sıklığının ve şiddetinin artacağı tahmin edilmektedir (Türkeş, 2012). Kuraklık artışına bağlı olarak verimlilik kayıplarının yaşanacağı, su problemi olmayan bölgelerde sıcaklığa bağlı bitkilerin strese gireceği, yeterli sulama olsa da verim kaybının yaşanabileceği öngörülmektedir. Bu bağlamda, Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini görmek için 1972-2011 yılları arasında yapılan çalışmada, yağış rejiminde meydana gelen değişikliklerin tarımın GSYİH içindeki payını pozitif etkilerken, sıcaklıkta meydana gelen değişimlerin tarımın GSYİH içindeki payını negatif olarak etkilediği görülmüştür (Başoğlu & Telatar, 2013). Yapılan bir başka çalışmada ise 1980-2013 yılları aralığında kısa dönem için yağış ve tarımsal verimlilik artışının tarımın GSYİH içindeki payını pozitif etkilerken, CO₂ ve sıcaklıktaki artışların tarımın GSYİH içindeki payını negatif olarak etkilediği gözlenmiştir. Uzun döneme ilişkin bulgularda ise CO₂ seviyesinin tarımsal verimlilik düzeyinden daha yüksek oranda arttığı ve tarımsal verimliliği olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Bayraç & Doğan, 2016).

İklim göstergelerine ilişkin tahminlere göre, gelecek yüzyıl için yıllık ortalama sıcaklıkların 1.5 °C artması beklenirken yağışların ise 1.5 mm gün⁻¹ azalması öngörülmektedir (Pachauri ve ark., 2014). Öngörülen ısınma oranları 20.yüzyılın ısınma oranlarından daha fazla olacaktır. Kuzey Amerika’nın kuzey bölgelerinde ve Orta Asya’nın kuzeyinde küresel ortalama %40 daha fazla ısınma beklenmektedir. Yaz aylarında Güney ve Güneydoğu Asya, kış aylarında ise Güney Amerika için küresel ortalama sıcaklık artışlarından daha düşük olacağı öngörülmektedir (Türkeş, 2008). Dünyanın farklı bölgelerinin küresel ısınmadan farklı düzeylerde etkileneceği tahmin edilmektedir.

Diğer taraftan kurak ve yarı kurak alanlarda daha fazla kuraklaşma beklenirken, yağışlarda mevsimlik ve enlemsel kaymaların olabileceği diğer taraftan yüksek enlemlerde sürekli, orta enlemlerde ise kış aylarında artışların olacağı beklenmektedir. Avustralya, Orta Amerika ve Güney Afrika bölgelerinde kış yağışlarında bir azalma olacağı, özellikle Doğu Akdeniz havzası ve Orta Doğu için yağışlarda ve su kaynaklarında önemli düzeyde azalmaların olacağı tahmin edilmektedir (Türkeş, 2008). Türkiye’nin, Doğu Akdeniz havzası içerisinde yer alması iklim değişimine ve kuraklığa karşı hassas bir bölge olduğunu göstermektedir.

Yapılan bir başka çalışmada, Türkiye’nin 2030 yılında kuru ve sıcak iklimin etkisine gireceği tahmin edilmektedir (Özçatalbaşı (2014). Bu değişimlerin,

kuraklığı, sel ve heyelan riskini artıracakları özellikle su stresi oluşturabileceği öngörülmektedir (Şen, 2013). Gelecekte Türkiye’nin tarımsal üretimde %15 ile %25 arasında verimlilik kaybı yaşayacağı beklenmektedir (Cline, 2007). 2050 yılına kadar ise buğday, arpa, mısır, ayçiçeği ve pamuk gibi tarımsal ürünlerin üretiminde %3.8 ile %10.1 arasında düşüş yaşanacağı ve her yıl yaklaşık olarak 0.1 milyon dolar düzeyinde refah kaybının gerçekleşebileceği tahmin edilmektedir (Dellal ve ark., 2011). Diğer taraftan su kaynaklarının azalması ve doğal kaynakların dengesinin bozulacağı yönünde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Kuraklığa uyum sağlayamayan birçok bitki türü ve canlıların yok olması da söz konusu olabilecektir.

İklimde meydana gelecek dalgalanmalar sonucu, tarım sektöründe verim ve kalite kayıpları yaşanırken, insan yaşamı da sosyal ve ekonomik yönden etkilenmektedir. İklimle bağlı değişimler tarım ekonomisini doğrudan etkilerken diğer yandan gelir kaybı, gıda enflasyonu, tarım sanayine ilişkin kayıplar, ekonomik kalkınmanın duraklaması, arazi fiyat artışları, işsizlik, çiftçilerin sektörden kopması, tarıma dayalı ihracatın azalması gibi olumsuzluklara yol açabilmektedir (Koç ve ark., 2016; Özçatalbaşı, 2014; TAGEM, 2001). Tüm bu nedenler, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisinin incelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bitkisel üretimlerin genel olarak, dünyada ve Türkiye’de açık tarım alanlarında yapılması nedeniyle bitkisel üretimde temel değişken iklim olmaktadır. Diğer taraftan bitkisel üretimde verimlilik düzeyi, ekim alanı, sulama potansiyeli gibi faktörlerde doğrudan iklim değişikliğinden etkilenen alanlardır (Soylu & Sade, 2012). Dolayısıyla iklim değişikliği tarım sektörünü çok boyutlu etkilemektedir.

Bitkisel üretim içinde önemli bir alan olarak yer alan yem bitkileri, hayvancılık sektörünün en önemli girdisidir. Hayvancılık sektörü açısından stratejik düzeyde ürün olan yem bitkileri, düşük maliyetli girdi olması nedeniyle talebi yüksektir. Hayvan beslemesi için birçok alternatif varken (endüstri atıkları, küspe, posa ve bazı tahıl taneleri gibi) genel olarak besleme yöntemlerinde bunların miktarı, yem bitkilerine göre daha düşük düzeyde kalmaktadır. Yem bitkileri üretimi, yüksek verimlilik ve düşük maliyet avantajı sağladığından hayvancılığın geliştiği ülkelerde, yem bitkileri, çayır ve mera tarımı önemsenmektedir (Açıkgöz ve ark., 2005).

Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi’nde özellikle Ardahan ilinde hayvansal üretim için ihtiyaç duyulan yem üç kaynaktan elde edilmektedir. Bunlar doğal çayır ve meralar, yem bitkileri ve tahıllardır. Ancak yemin elde edildiği kaynaklara bakıldığında, ağırlığın meralar ve maliyeti yüksek kesif yemlerden oluştuğu anlaşılmaktadır (Sayar ve ark., 2010). Kaba yemler ise hayvansal çayır mera alanları ve yem bitkilerinden karşılanmaktadır. Bitkisel üretim içerisinde önemli

bir paya sahip olan yem bitkileri bitkisel ve hayvansal üretimin sigortası konumundadır ve sürdürülebilir güvenli yem üretiminin önemli bir kaynağıdır (Açıkgöz, 2001).

Ardahan ilinde halkın önemli bir kısmının, geçimini hayvancılıktan sağlaması nedeniyle büyükbaş hayvan beslenmesi hayvancılığın gelişmesi açısından önem taşımaktadır. Ardahan 4 milyon 934 bin dekar arazi varlığına sahip ve bu alanın 2 milyon 458 bin 230 dekarı mera alanıdır. Çayır ve mera alanları yaklaşık %59 ile Türkiye ortalamasının (%18) üç katı kadardır. Bu durum mera hayvancılığının yapılmasını olanaklı kılmaktadır. Ancak son yıllarda sıcaklık artışları ve bölgede yağışların azalması kaynaklı mevcut meralarda otlatma için elverişli dönemin çok kısa olması, beslenme kaynağı ağırlıklı olarak kaba yem ihtiyacını doğurmaktadır. Kaba yem temininde, yem bitkileri ve tahıl önemli yer tutmaktadır. Hayvancılığın geleceği açısından mevcut meralardan en yüksek faydayı sağlayacak şekilde kullanmak ve yem bitkilerinin verimliliğini sürdürülebilir kılmak büyükbaş hayvancılık açısından önem taşımaktadır.

Bu kapsamda çalışmada, bölgede büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında önemli yer tutan yem bitkileri üretimi ve tahıl üretiminin iklim değişikliğinden etkilenip etkilenmediğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ilerleyen kısmı, araştırmaya konu serilerin ve yöntemin tanıtıldığı materyal ve metod, analiz sonuçlarının yorumlandığı bulgular ve tartışma, son olarak ve sonuç ve önerilerden oluşmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmada Ardahan ili genelinde iklim değişikliğinin tahıl ürünleri ile ot ve yem verimlilikleri üzerindeki etkisi 1995-2020 dönemi itibariyle araştırılmıştır. Çalışmanın konusuna ilişkin yapılacak ekonometrik analizlerde kullanılan veri setine ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Değişkenlerin tanımı

Table 1. Definition of variables

Değişken Variable	Tanım Definition	Kaynak Source
LTV	Tahıl Verimliliği	TÜİK
LOYV	Ot ve Yem Verimliliği	TÜİK
LOS	Ortalama Sıcaklık	MGM
LTY	Toplam Yağış	MGM

L, serilere logaritmik dönüşüm uygulandığını göstermektedir.

Bağımlı değişken olarak tahıl (LTV), ot ve yem verimliliği (LOYV) verilerinden, iklim değişikliğine

yönelik açıklayıcı değişken olarak ise ortalama sıcaklık (LOS) ve toplam yağış (LTY) verilerinden yararlanılmıştır.

Çalışmada yer alan serilerin durağan olup olmadıkları geleneksel birim kök testlerinden Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testlerinin yanında yapısal kırılmayı dikkate alan Zivot ve Andrews (ZA) birim kök testi ile araştırılmıştır. Dickey & Fuller (1979), hata terimlerinin istatistiksel olarak bağımsız ve homojen olduklarını; Phillips-Perron (1988) ise hata terimlerinin zayıf bağımlı ve heterojen olduklarını varsaymaktadır. ADF modellerinde seride yüksek korelasyonun önüne geçmek amacıyla AR(p) sürecinden yararlanmakta ve modele p gecikmeli fark terimlerini ilave etmektedir. PP testinde test istatistiği modifiye edilerek asimptotik dağılımının serisel korelasyondan etkilenmemesi sağlanmaktadır.

Çalışmada geleneksel birim kök testlerine ek olarak yapısal kırılmaları dikkate alan Zivot ve Andrews'ın (ZA) tek kırılmalı birim kök testinden yararlanılmıştır. ADF tipi test stratejisine dayanan ZA testinde kırılma zamanı içsel olarak kabul edilmekte ve önceden bilinmemekle birlikte, en düşük t-istatistiğine denk gelen gözlem kırılma dönemi olarak alınmaktadır.

Değişkenler arasında uzun dönemli olarak gerçekleşecek ilişkiyi test etmek amacıyla Pesaran ve ark. (2001)'in sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. Diğer eşbütünlük testlerine kıyasla bazı üstünlükleri olan sınır testi, serilerin I (1) veya I (0) olup olmadıklarını yani bütünlük derecelerine bakılmadan seriler arasında uzun dönemli ilişkilerin test edilmesi amacıyla kullanılan oldukça esnek bir yöntemdir.

İki aşamadan oluşan sınır testinin ilk aşamasında değişkenler arasında uzun dönem ilişkinin olup olmadığı sınanmakta; değişkenlerin eşbütünlük olmaları durumunda ikinci aşamada ise kısa dönem ve uzun dönem katsayıları elde edilmektedir. Seriler arasında uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek amacıyla (1) numaralı denklemler tahmin edilmiştir.

(1) numaralı modellerde β , δ , λ ve γ regresyon katsayılarını göstermektedir. Modellerin optimal gecikme uzunlukları belirlenerek tahmin edilen ve sonra değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki asimptotik dağılımı standart t ve F dağılımlarına uyan test istatistikleri aracılığıyla araştırılır. F_{III} istatistiği sabitli model için düzey değişkenlerin gecikmeli değerlerinin bir bütün olarak sifıra eşit olup olmadığı ($H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$) test edilirken, t_{III} istatistiği ise (1) numaralı modellerdeki bağımlı değişken gecikme katsayısının ($LOYV_{t-1}$ ve LTV_{t-1}) sifıra eşit olup olmadığı ($H_0: \beta_1 = 0$) test edilmektedir.

$$\text{Model1: } \Delta LOYV_t = \beta_0 + \beta_1 LOYV_{t-1} + \beta_2 LTY_{t-1} + \beta_3 LOS_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta LOYV_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \lambda_i \Delta LTY_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \gamma_i \Delta LOS_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\text{Model2: } \Delta LTV_t = \beta_0 + \beta_1 LTV_{t-1} + \beta_2 LTY_{t-1} + \beta_3 LOS_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta LTV_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \lambda_i \Delta LTY_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \gamma_i \Delta LOS_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Karar aşamasında hesaplanan test istatistikleri Pesaran ve ark. (2001) tarafından belirlenmiş alt ve üst sınır değerleri karşılaştırılır. Ancak hesaplanan F_{III} ve t_{III} istatistikleri tablo alt sınır değeri altında kaldığında seriler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olmadığını ileri süren sıfır hipotezi reddedilememektedir. Eğer hesaplanan test istatistikleri üst sınır değerlerini aşıyorsa seriler arasında uzun dönemli ilişkinin olduğu sonucuna varılmaktadır. Test istatistiklerinin alt ve üst kritik sınırlar arasında olması durumunda ise uzun dönem ilişkinin varlığı hakkında bir karar verilememektedir. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikme uzunluklarının bilgi kriterleri aracılığı ile tespit edilmesinin ardında en uygun ARDL modeli belirlenir ve daha sonra tahmin sonucunda uzun dönem katsayıları elde edilir. ARDL(p,q,r) modeli (2) numaralı modellerde gösterilmiştir.

$$LOYV_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i LOYV_{t-i} + \sum_{i=0}^q \lambda_i LTY_{t-i} + \sum_{i=0}^r \gamma_i LOS_{t-i} + u_t$$

$$LTV_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i LTV_{t-i} + \sum_{i=0}^q \lambda_i LTY_{t-i} + \sum_{i=0}^r \gamma_i LOS_{t-i} + u_t \quad (2)$$

(2) numaralı denklemlerde β , δ , γ ve λ regresyon katsayılarını; p, q ve r bağımlı değişken ve açıklayıcı değişkenlere ait en uygun gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. Sınır testi sonuçlarına göre seriler arasında bir uzun dönem ilişkinin tespit edilmesi durumunda ARDL(p,q,r) modelinden yararlanılarak uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edilir.

Çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin tespitinde Toda-Yamamoto nedensellik analizinden yararlanılmıştır. Toda & Yamamoto (1995), bir ekonometrik model kurulurken ilgili

değişkenlerin birim kök içermeleri durumunda da bu değişkenlerin seviye değerleri kullanılarak VAR analizine tabi tutulabileceğini ifade etmişlerdir. VAR sisteminde çalışmaya konu değişkenlere ilişkin aşağıdaki denklemler kurularak Toda-Yamamoto testi uygulanmıştır.

$$LOYV_t = \alpha + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \theta_i LOYV_{t-i} + \sum_{i=0}^{k+d_{max}} \omega_i LTY_{t-i} + e_{1t} \quad (4)$$

$$LOYV_t = \alpha + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \varphi_i LOYV_{t-i} + \sum_{i=0}^{k+d_{max}} \eta_i LOS_{t-i} + e_{2t} \quad (5)$$

$$LTV_t = \alpha + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \nu_i LTV_{t-i} + \sum_{i=0}^{k+d_{max}} \pi_i LTY_{t-i} + e_{3t} \quad (6)$$

$$LTV_t = \alpha + \sum_{i=1}^{k+d_{max}} \rho_i LTV_{t-i} + \sum_{i=0}^{k+d_{max}} \xi_i LOS_{t-i} + e_{4t} \quad (7)$$

(4)-(7) numaralı denklemlerde e_{it} hata terimlerinin beyaz gürültü süreci sergilediği ve otokorelasyonun olmadığı varsayılmaktadır. Toda-Yamamoto testinde ilk aşama olarak serilerin maksimum bütünleşme dereceleri birim kök testleri ile tespit edilerek d_{max} düzeyleri belirlenir. Daha sonra VAR sisteminde tüm istikrar koşullarının sağlandığı uygun gecikme uzunluğu k belirlenir. $(k+d_{max})$ gecikme dışsal değişken gecikmesi olarak modele eklenerek VAR modeli elde edilir. Son aşamada ise elde edilen VAR modelinden Granger nedensellik sonuçları yorumlanır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İklim değişikliği ile tahıl ürünleri ve ot ve yem verimlilikleri arasında uzun dönemli ilişkinin var olup olmadığına bakılmadan önce çalışmaya konu serilerin birim kök özellikleri ADF, PP ve tek kırılmalı ZA birim kök testleri aracılığıyla incelenmiştir. Çizelge 2’de sunulan ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına göre tahıl verimliliği ile ot ve yem verimliliği değişkenleri birinci farkında (I(1)), yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış değişkenleri ise seviyede (I(0)) durağan olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Birim kök analizi

Table 2 Unit root analysis

Değişkenler <i>Variables</i>	ADF		PP	
	Sabitli <i>Constant</i>	Sabitli ve Trendli <i>Constant and Trend</i>	Sabitli <i>Constant</i>	Sabitli ve Trendli <i>Constant and Trend</i>
LTV	-2.3490	-2.6903	-2.1907	-2.6615
DLTV	-5.0221***	-4.9408***	-6.0684***	-6.6434***
LOYV	-1.3974	-1.7019	-1.6681	-1.5382
DLOYV	-4.5143***	-3.6796***	-4.4796***	-5.7897***
LOS	-1.6560	-4.1778**	-3.2538**	-4.1575**
DLOS	-4.7727***	-5.4024***	-15.4835***	20.1577***
LTY	-4.0899***	-3.9738**	-4.0745***	-3.9512**
DLTY	-8.7894***	-4.8617***	-11.6849***	-27.3968***

Yıldızlı değerler Akaike Bilgi Kriteri’ne göre belirlenmiş olup optimal gecikme uzunluklarıdır. *** ve ** sırasıyla serinin %1 ve %5 anlamlılık seviyesinde durağan olduğunu göstermektedir. D ise serilerin birinci farklarının alındığını ifade etmektedir.

Çizelge 3’te ZA birim kök testinin sabitli ve sabitli-trendli modellerine ilişkin bulgular raporlanmıştır. Yapısal kırılmalı birim kök testi sonuçlarına göre de tahıl verimliliği ile ot ve yem verimliliği değişkenleri

birinci farkında (I(1)), yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış değişkenleri ise seviyede (I(0)) durağan olarak tespit edilmiştir.

Kullanılan değişkenlerin durağanlık düzeylerinin

farklı olması (I(0 ve I(1)) çalışmada uzun dönemli ilişki tespitinde Pesaran ve ark. (2001)'in sınır testi

yaklaşımının kullanılmasını gerekli kılmıştır.

Çizelge 3. ZA birim kök analizi

Table 3. ZA unit root analysis

	Model A		Model C	
	t	TB	t	TB
LTV	-3.9683	2010	-3.6120	2010
DLTV	-6.2478***	2009	-6.4702***	2010
LOYV	-3.1066	2003	-3.9609	2012
DLOYV	-4.9667**	2003	-4.9809*	2003
LOS	-5.8614***	2010	-6.8255***	2010
DLOS	-7.1094***	2013	-5.3789**	2012
LTY	-6.3248***	2002	-6.2885***	2002
DLTY	-5.0849**	2006	-5.2226**	2009

Yıldızlı değerler optimal gecikme uzunluklarıdır. ***, ** ve * sırasıyla serinin %1, %5 ve %10 anlamlılık seviyesinde durağan olduğunu göstermektedir. D serilerin birinci farklarının alındığını ifade etmektedir.

Çizelge 4. Sınır testi F ve t istatistiği

Table 4. Bounds test F and t statistic

		İstatistik Statistic	Kritik Değer (0.05) Critical Value		Kritik Değer (0.01) Critical Value	
			I (0)		I (1)	
			I (0)	I (1)	I (1)	I (1)
Model1	F-İstatistiği	3.801	5.55	6.747	7.977	9.413
	t-istatistiği	-2.6936	-3.41	-3.95	-3.96	-4.53
Model2	F-İstatistiği	4.2083	5.55	6.747	7.977	9.413
	t-istatistiği	-3.0617	-3.41	-3.95	-3.96	-4.53

Gecikme uzunluklarının tespitinde AIC bilgi kriterinden yararlanılmıştır.

Çizelge 4'de Model 1 ve Model 2'ye ait sınır testi sonuçlarına ilişkin F ve t istatistik tahminleri raporlanmıştır. Buna göre her iki modele ait F ve t istatistikleri tablo kritik alt sınır değerinin altında yer alması dolayısı ile serilerin eş bütünleşik olmadığı tespit edilmiştir. Yani verimlilik ve iklim serileri uzun dönemde birlikte hareket etmemektedir.

Çizelge 5'te Toda-Yamamoto Nedensellik analizi sonuçları raporlanmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik

testinin ilk aşaması olarak serilerin düzey değerleri standart VAR modeli sistemine

ve Hannan-Quinn (HQ) bilgi kriterlerinden faydalanılarak optimum gecikme uzunluğu belirlenmeye çalışılmıştır. Tüm istikrar koşullarını sağlayan gecikme uzunluklarının belirlenmesinin ardından tüm modeller için dışsal değişken gecikmeleri $k+d_{max}=2$ olarak belirlenip VAR(1) modelleri tahmin edilmiştir.

Çizelge 5. Toda-Yamamoto nedensellik testi

Table 5. Toda-Yamamoto causality test

Nedensellik Casuality	k	dmax	LM(1)	White	Jarque-Bera	χ^2	Karar Decision
LTY→LOYV	1	1	1.2794 (0.8649)	66.9235 (0.3440)	1.2883 (0.8634)	7.1963*** (0.0073)	Nedensellik var.
LOS→LOYV	1	1	0.6176 (0.9611)	71.4922 (0.2166)	4.8985 (0.2979)	0.3916 (0.5315)	Nedensellik yok.
LTY→LTV	1	1	2.5459 (0.6364)	70.1046 (0.1748)	1.2518 (0.8695)	0.5169 (0.4722)	Nedensellik yok.
LOS→LTV	1	1	4.4427 (0.3494)	58.7499 (0.5215)	5.3965 (0.2490)	0.4725 (0.4918)	Nedensellik yok

Parantez içindeki değerler olasılık (p-value) değerlerini göstermektedir. ***, %1 hata payı ile anlamlılığı ifade etmektedir.

Çizelge 5'teki Toda-Yamamoto nedensellik test sonuçlarına göre, yıllık toplam yağışlardan ot ve yem verimliliğine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Buna göre Ardahan ili genelinde toplam yağışlar kısa dönemde ot ve yem verimliliğini

etkilemektedir. Ancak yıllık ortalama sıcaklıklardan ot ve yem verimliliğine doğru kısa dönemde bir nedensellik ilişkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Diğer yandan yıllık toplam yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık değişkenlerinden tahıl verimliliğine doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığı da görülmektedir.

Yani, kısa dönemde çalışmaya konu iklimsel değişkenlerin tahıl verimliliği üzerinde etkisi olmadığı söylenebilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

İklim değişikliği küresel bir sorundur. Bu nedenle iklim değişikliğine bağlı yaşanacak tüm olaylar tüm dünyayı etkilemektedir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen iklimsel olaylar tarım sektörünü olumsuz etkilemekte ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Türkiye, içinde bulunduğu coğrafyada iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Çalışmaya konu Ardahan ilinde küresel ısınmaya bağlı olarak sıcaklık artışları ve ani hava olayları gözlenmeye başlanmıştır. İlin ekonomisi içinde önemli yer tutan hayvancılığın gelişmesinde, yem bitkileri ve tahıl üretimine ilişkin mevcut durum ve geleceğe ilişkin tahminler önem taşımaktadır. İlde, son yıllarda yaz yağışlarının azalması ve sıcaklık artışları ile kuraklık gözlenmekte ve meralarda otlatma dönemi kısa sürmektedir. Bu durum kaba yem ihtiyacını doğurmakla birlikte, yem bitkileri ve tahıl üretimine olan talebi artırmaktadır.

Çalışmada, iklim değişiminde meydana gelen sıcaklık artışları ve yağış değişimlerinin, yem bitkileri ve tahıl verimliliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, Ardahan ilinde toplam yıllık yağışlar, kısa dönem için ot ve yem verimliliği üzerinde etkili iken, ortalama sıcaklık değişimlerinin bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Diğer taraftan tahıl verimliliği üzerinde kısa dönemde yıllık toplam yağışların ve sıcaklık değişimlerinin bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İklim değişiminin olumsuz etkileri kısa dönemde yem verimliliğini etkilerken tahıl üretiminde henüz hissedilmemiştir.

Literatürde, sıcaklık ve yağış değişimlerinden her ülkenin veya ülkelerin farklı bölgelerinin tarımsal üretiminin farklı düzeylerde etkilendiği görülmüştür. Hatta sıcaklık ve yağış değişimleri mevsimler arasında tarımsal üretimi farklı düzeylerde etkilemektedir. Yağışlardaki değişimler tarımsal üretimi genel olarak olumlu yönde etkilerken sıcaklık değişimleri kimi ülkelerde tarımsal üretimi olumsuz etkilemiş ancak bu durum mevsimlere göre farklılık oluşturmuştur. Kış sıcaklıklarının artması, bazı ülkelerde bitkisel üretime olumlu yansımıştır.

Ardahan, yıllık ortalama sıcaklıklar bakımından Türkiye'nin en soğuk ili olması ve kış aylarının uzun geçmesinden dolayı bitkisel üretim çeşitliliği düşük bir ildir. Hava sıcaklıklarındaki artışların devam etmesi ile birlikte (yapılan tahmin çalışmaları artışların devam edeceğini göstermektedir) Ardahan ilinde bu durum tarım sektöründe yeni fırsatlar oluşturabilir. Sıcaklık artışları ile bitkilerin büyüme döneminin

uzaması, ürün çeşitliliğini artırabilir. Bu kapsamda iklim değişikliğinin oluşturacağı olumsuz etkileri minimum düzeye indirecek ya da olumluya dönüştürecek, iklim değişikliğine adaptasyonu sağlayacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla, iklim değişikliğinin oluşturacağı olumsuzlukların minimum düzeye indirilmesi için yerelde ve ulusal düzeyde alınabilecek önlemler ve uygulanabilecek politikalarla ilgili bazı öneriler geliştirilmiştir.

- İklim değişikliğinin kısa ve uzun dönemde olumsuz etkileri kaçınılmaz dolayısıyla, iklim değişikliğine uyum konusunda ülke genelinde seferberliğe gidilmeli,
- İklim değişikliğine adaptasyonu yüksek tür ve ırklar yetiştirilmeli,
- Üniversiteler bünyesinde iklim değişikliği araştırma merkezleri kurulmalı,
- Çiftçilere iklim değişikliğine uyum ve farkındalık konusunda destekler sağlanmalı,
- Kuraklığa dayanıklı ıslah çalışmaları yapılmalı,
- Sıcaklık artışı veya yağışa dayanıklı, iklim değişikliğine duyarlı tohum, gübre veya üretim yöntemleri geliştirilmeli,
- Tarım sigortaları daha yaygın olarak kullanılmalı ve kuraklığa, doğal afetlere, hastalıklara karşı devlet güvencesi sağlanmalı,
- Kuraklığa karşı etkin su yönetim sistemleri kurulmalı,
- Kuraklığa, ani iklim olaylarına ve doğal afetlere karşı eylem planları hazırlanmalı,
- Üreticilerin örgütsel ve kurumsal kapasiteleri artırılmalı,
- İklim değişikliğinin olası etkilerine yönelik çiftçiler ve aileleri eğitim programları ile desteklenmeli.

Sonuç olarak; Ardahan ilinin ekonomisi ve sürdürülebilir gıda arzı için iklim değişimine uyum çabaları artırılmalı ve bu konuda kamu, özel sektör ve üniversite işbirliği içinde iklim değişimiyle mücadele yaklaşımı kapsamlı olarak uygulanmalıdır. İklim değişikliğine uyum çabaları, ülke geleceği ve sürdürülebilir gıda arzı açısından stratejik düzeyde önemlidir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Acharya, SP, Bhatta, GR 2013. Impact of Climate Change on Agricultural Growth in Nepal. *NRB Economic Review*, 25(2): 1-16.
- Açıkgöz, E 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi, Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. 584 s., Bursa.
- Açıkgöz, E, Hatipoğlu, R, Altınok, S, Sancak, C, Tan, A, Uraz, D 2005. Yem Bitkileri Üretimi ve Sorunları Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
- Afzal, M, Ahmed, T, Ahmed, G 2016. Empirical Assessment of Climate Change on Major Agricultural Crops of Punjab, Pakistan. *MPRA Paper No. 70958*, Posted 25 April 2016. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/70958/>
- Akram, N 2013. Is Climate Change Hindering Economic Growth of Asian Economies. *Asia-Pacific Development Journal*, 19(2): 1-18.
- Apata, TG 2011. Effects of Global Climate Change on Nigerian Agriculture: An Empirical Analysis. *CBN Journal of Applied Statistics*, 2(1): 31-50.
- Başoğlu, A, Telatar, OM 2013. İklim Değişikliğinin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik Bir Uygulama. *Sosyal Bilimler Dergisi*(6): 7-25.
- Bayraç, HN, Doğan, E 2016. Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1): 23-48.
- Belloumi, M 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/AGRODEPW0003.pdf>. Erişim Tarihi: 06.09.2021.
- Cline, WR 2007. Global warming and agriculture: Impact estimates by country. Center For Global Development And Peterson Institute For International Economics. Washington, DC
- Dasgupta, S 2013. Impact of Climate Change on Crop Yields with Implications for Food Security and Poverty Alleviation Impacts World 2013: International Conference on Climate Change Effects, May 27-30, Potsdam, Germany. https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_152514
- Dellal, İ, McCarl, BA, Butt, T 2011. The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(1): 376-385.
- Deressa, T, Hassan, R, Poonyth, D 2005. Measuring the Impact of Climate Change on South African Agriculture: The Case of Sugarcane Growing Regions. *Agrekon*, 44(4): 524-542.
- Dickey, DA, Fuller, WA 1979. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366): 427-431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- Doğan, S 2005. Türkiye’nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. *ÇÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2): 57-73.
- Koç, G, Uzmay, A, Çukur, F 2016. İklim Değişikliği ve Hayvancılık Sektörü İlişkisinin Dünya’da ve Türkiye’de Tarım Ekonomisi Açısından Değerlendirilmesi XII. Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta.
- Özçatalbaş, O 2014. Küresel İklim Değişikliğinin Tarım Yayımları ve Politikaları Üzerine Olası Etkileri Ulusal Aile Çiftçiliği Sempozyumu, 30-31 Ekim 2014, Ankara.
- Pachauri, RK, Allen, MR, Barros, VR, Broome, J, Cramer, W, Christ, R, . . . Dasgupta, P 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC
- Pesaran, MH, Shin, Y, Smith, R 2001. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3): 289-326.
- Phillips, PCB, Perron, P 1988. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2): 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335> %J Biometrika
- Sayar, M, Anlarsal, M, Basbağ, M 2010. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Yem Bitkileri Tarımının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2): 59-67. <https://dergipark.org.tr/en/pub/harranziraat/issue/18431/194165>
- Soylu, S, Sade, B 2012. İklim Değişikliğinin Tarımsal Ürünler Üzerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma Projesi. *Mevlana Kalkınma Ajansı, Proje No: TR51*.
- Şen, ÖL 2013. IPCC’nin Son Raporu Işığında Türkiye’de İklim Değişikliği, Olası Etkileri ve Çözüm Önerileri, İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler. IPCC 2013 Raporu.
- TAGEM 2001. İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerindeki Etkileri. A Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerindeki Etkileri Paneli, Ankara.
- Thornton, PK, Boone, RB, Ramírez Villegas, J 2015. Climate Change Impacts on Livestock. *CCAFS Working Paper no. 120*. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). *Labour World*.
- Toda, HY, Yamamoto, T 1995. Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1): 225-250. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8)
- Türkeş, M 2008. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. İklim Değişikliği ve

- Çevre, 1(1): 26-37 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/idec/issue/36965/450247>
- Türkeş, M 2012. Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 4(2): 1-32. https://doi.org/10.1501/Csaum_00000000063
- Van Passel, S, Massetti, E, Mendelsohn, R 2017. A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on European Agriculture. *Environmental and Resource Economics*, 67(4): 725-760. <https://doi.org/10.1007/s10640-016-0001-y>