

Türkiye Ekonomisinde Tarımsal Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Saklı Eşbütünleşme Analizi

Agricultural Energy Consumption-Economic Growth Relationship in Turkish Economy: A Hidden Cointegration Analysis


Murat ÇETİN¹, Servet KAPÇAK^{2*}, Aycan CAN³


Öz

Enerji ekonomistlerine göre ekonomik büyüme ve kalkınmanın temelinde enerji faktörü yatmaktadır. Bu yaklaşımda enerji tüm mal ve hizmetlerin üretimi sürecinde olmazsa olmaz bir üretim faktörü olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kalkınmanın başlangıcında tarımsal faaliyetlerin ön planda olduğu, tarımdan sanayiye sanayi sektöründen de hizmet sektörüne doğru bir yapısal dönüşümün gerçekleştiği bilinmektedir. Bununla birlikte gerek son yıllarda dünya ekonomisinde yaşanan gelişmeler gerekse tarım sektörünün ülkede kilit fonksiyonlar görmesi nedeniyle pek çok ülke bu sektörün gelişimine özel bir önem atfetmektedir. Tarım sektörünün gelişim göstermesi bu sektör tarafından kullanılan enerji miktarının da artırılması ihtiyacını gündeme getirmektedir. Enerji maliyetlerinin günden güne artış göstermesi tarım sektörünü zora sokmakla birlikte artan enerji tüketiminin ülkenin ekonomik büyümesini nasıl etkileyeceği bir araştırma konusu olarak ortaya çıkmaktadır. Enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisini araştıran literatür bu konuyu sektörel bazda nadiren ele almaktadır. Bu bağlamda; tarım sektöründeki enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkileyip etkilemeyeceği önem arz etmektedir. Bu çalışma tarımsal enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisini Türkiye ekonomisi için 1990-2018 döneminde araştırmayı amaçlar. Değişkenlerin durağanlık analizi için kullanılan ADF ve PP birim kök testi sonuçları değişkenlerin birinci farkında durağan hale geldiğini ortaya koymaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi yeni nesil testlerden biri olan Hatemi J-Irandoust saklı eşbütünleşme testi kullanılarak araştırılmaktadır. Değişkenlerin katsayıları ve nedensellik ilişkisi sırasıyla FMOLS tekniği ve saklı hata düzeltme modeli ile incelenmektedir. Bulgular tarımsal enerji tüketimi + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında bir eşbütünleşmenin varlığını göstermektedir. Bulgular aynı zamanda tarımsal enerji tüketimi + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında pozitif bir ilişkinin varlığını işaret etmektedir. Son olarak ekonomik büyüme + bileşeninden tarımsal enerji tüketimi + bileşenine doğru işleyen tek yönlü bir nedensellik söz konusudur. Bu sonuçlar, Türkiye'nin ekonomik büyümesinde tarımsal enerji tüketiminin etki sahibi olduğunu göstermektedir. Çalışma, Türkiye ekonomisinin büyümesi için tarım sektörü ile ilişkili bazı politika tavsiyeleri sunabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Tarımsal enerji tüketimi, Ekonomik büyüme, Saklı eşbütünleşme, Saklı hata düzeltme modeli

¹Murat Çetin, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: mcetin@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7886-4162.

²*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Servet Kapçak, Bağımsız Araştırmacı, Türkiye. E-mail: servet.kapcak@hotmail.com  OrcID: 0000-0003-0397-9704.

³Aycan Can, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat ABD Doktora, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: aycancan1903@gmail.com  OrcID: 0000-0002-4703-4510.

Atıf/Citation: Çetin, M., Kapçak, S., Can, A. Türkiye ekonomisinde tarımsal enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi: bir saklı eşbütünleşme analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 605-619.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2023.

Abstract

According to energy economists, the energy factor underlies economic growth and development. In this approach, energy is accepted as an indispensable production factor in the production of all goods and services. In addition, it is known that agricultural activities are at the forefront at the beginning of development, and a structural transformation has taken place from agriculture to industry and from the industrial sector to the service sector. However, due to the developments in the world economy in recent years and the fact that the agricultural sector plays a key role in the country, many countries attach special importance to the development of this sector. The development of the agricultural sector brings the need to increase the amount of energy used by this sector. The increase in energy costs day by day puts the agriculture sector in a difficult situation, and how the increasing energy consumption will affect the economic growth of the country emerges as a research topic. The literature investigating the relationship between energy consumption and economic growth rarely addresses this issue on a sectoral basis. In this context; It is important whether energy consumption in the agricultural sector can affect economic growth. This study aims to investigate the relationship between agricultural energy consumption and economic growth for the Turkish economy in the period of 1990-2018. The results of the ADF and PP unit root tests used for the stationarity analysis of the variables reveal that the variables become stationary at the first difference. The long-term relationship between the variables is investigated using the Hatemi J-Irandoust hidden cointegration test, which is one of the new generation tests. The coefficients of the variables and the causality relationship are examined with the FMOLS technique and the hidden error correction model, respectively. The findings show the existence of a cointegration between the + component of agricultural energy consumption and the + component of economic growth. The findings also indicate the existence of a positive relationship between the + component of agricultural energy consumption and the + component of economic growth. Finally, there is a unidirectional causality running from the + component of economic growth to + component of agricultural energy consumption. These results show that agricultural energy consumption has an impact on Turkey's economic growth. The study can offer some policy recommendations related to the agricultural sector for the growth of the Turkish economy.

Keywords: Agricultural energy consumption, Economic growth, Hidden cointegration, Hidden error correction model

1. Giriş

Enerji, ilkel çağlardan beri tüm canlıların kullandığı önemli bir faktör olmuştur. Üretim ve tüketim faaliyetlerinde temel girdi olarak kabul edilmektedir. Modern ekonominin başlangıcı kabul edilen Adam Smith'den günümüze kadar klasik iktisatçılar başta olmak üzere ana akım iktisatçıların büyük bir kısmı, büyüme ve kalkınmanın temel girdisi olarak fiziksel sermaye, emek ve doğal kaynaklar üzerinde durmuşlardır. Ancak 19. yüzyılda küreselleşmenin de etkisiyle sanayileşmiş ülkeler enerjinin iktisadi büyümenin temel girdilerinden biri olduğunu fark etmişlerdir. Sanayi devrimiyle enerji ihtiyacı artış göstermiştir. Ayrıca Birinci Dünya Savaşı'yla devam etmesi ve diğer taraftan 1973 ve 1979 yıllarında meydana gelen enerji darboğazı, enerjinin ekonomideki yerinin fark edilmesinde etkili olmuştur (Bayraç, 2010). Enerjinin ekonomideki yerinin fark edilmesiyle birlikte ekonomi için birinci güç olarak kabul görmektedir. Enerji sadece ekonomik büyümeyle değil aynı zamanda emek, fiziki sermaye, sürdürülebilir teknoloji ve kaynaklarla önemli ilişki içerisinde (Rahman ve Bashir, 2015). Enerji, ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde, insan refahının artışında hayati bir öneme sahiptir ve sürdürülebilir bir üretimin gerçekleşmesinde itici güç olarak piyasada yerini almıştır (Faridi ve Murtaza, 2013).

Tarım sektörü, diğer sektörler kadar ülkenin gelişiminde ve insan ihtiyaçlarını karşılamada çok önemli bir paya sahiptir. Nüfusun gıda ihtiyacını karşılaması ve endüstriyel üretime girdi temin etmesi bakımından stratejik bir öneme sahip olduğu için ekonomi politikalarında önemli bir konum üstlenmektedir. Tarım toplumu döneminde geçimlik ihtiyaçların karşılanması amacıyla gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler sanayi devrimi sonrasında artan kentleşme eğilimine bağlı olarak aynı zamanda ticari bir sektör haline gelerek gelişimini devam ettirmiştir. Böylece uluslararası ve ulusal olarak meydana gelen ticaretin yaygınlaşması ve teknolojik ilerlemeler sonucunda ortaya çıkan makineleşme süreci, küresel bazda üretim sürecini etkilemiş ve hızlandırmıştır. Bu hızlı gelişimden dolayı tarım sektörü önemli derecede payını almıştır (Akyol, 2020). Ancak dünya nüfusunun sürekli artış göstermesi tarıma elverişli alanların çeşitli nedenlerle azalması, özellikle gelişmekte olan ve geri kalmış ülkelerde yetersiz beslenme ve açlık sorununa neden olmaktadır (Kuca ve Yağdı, 2021).

Diğer sektörlerde olduğu gibi tarımsal üretimin artmasında da enerji kullanımı en az makineleşme kadar önemli bir paya sahiptir (Moghaddasi ve Pour, 2016). Teknolojinin hızla ilerlemesi ve kullanımının yaygınlaşması tarım sektöründe de olumlu sonuçlar vermektedir (Yegül ve ark., 2019). Enerji kullanımı ile birlikte üretim standartları yükselirken; verimlilik düzeyi, tarımsal nüfus ve sulanabilir alanların arttığı, sürdürülebilir tarımsal faaliyetlerin de hız kazandığı görülmektedir. Tarımsal üretimde enerji kullanımının belirtilen olumlu etkileri yanında; kimyasal gübre ve zirai ilaç yapımı ile makineleşmeden ötürü artan enerji tüketimi, çevre ve insan sağlığını tehdit etmeye başlamıştır (Fadavi ve ark., 2011). Geleneksel üretim süreçlerinden modern tarıma geçilmesi ticari enerji kullanımını hızlı şekilde artırmıştır. Bu kontrolsüz artış beraberinde tarımsal üretimde kullanılan enerjinin etkinliğinin azalmasını getirmiştir (Alipour ve ark., 2012). Modern tarım uygulamaları başlaması ile mal ve hizmet hacmindeki artışlar enerjiye olan ihtiyacı artırmış ve enerjinin uluslararası düzeyde en önemli faktörlerden biri olmasına ortam hazırlamıştır (Moghaddasi ve Pour, 2016).

Tarımda enerjinin etkin ve verimli kullanımı parasal kaynakların daha fazla tasarruf edilmesinin yanında, fosil yakıt rezervlerinin korunmasına ve çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlayacağı gibi, sürdürülebilir tarımın da temel şartları ve unsurlarından birini oluşturmaktadır (Mohammedi ve ark., 2008). Diğer yandan tarımsal enerji kullanımında etkinliğin artırılmasında girdi miktarının azaltılarak gelirden göreceli olarak artış sağlamak veya çıktı düzeyini arttırmak üreticiler ve ülkeler açısından öneme sahiptir (Shrestha, 2002). Ayrıca tarımsal üretimde enerji maliyetleri de üretkenlik açısından olumlu ya da olumsuz etkilere sahiptir. Ucuz enerjiye kolay ulaşabilen ülkeler üretim ve girdi maliyetlerini bu anlamda düşürürken enerjiyi daha pahalı elde eden ülkeler ise yüksek üretim maliyetleri dolayısıyla zamanla piyasada rekabet gücünü kaybederek ülke ekonomisine büyük maliyetler getirmektedirler (Akyol, 2020). Bu sebeple yenilenemeyen enerji kaynakları yerine ekonomide rüzgar, su ve güneş enerjisi kaynaklarından istifade edilmelidir (Çetin ve ark., 2020).

Çalışmada Türkiye ekonomisi analiz edilmiştir (Tablo 1.) Türkiye ekonomisinde 1990-2018 dönemine ilişkin tarımsal enerji tüketimi ve ülkenin ekonomik büyümesini temsilen kişi başına gelir rakamlarını sergiler. 1990 yılında tarımsal enerji kullanımı 82 terajoule iken 1995'te 111 terajoule, 2000'de 122 terajoule, 2010'da 206 terajoule, 2018'de 183 terajoule olarak gerçekleşmiştir. 1990-2018 döneminde bazı yıllarda dalgalanma görülmeyle birlikte genelde bir artış trendi kendisini hissettirmektedir. Ekonomik büyüme ölçütü olarak ele alınan kişi başına reel GSYİH değeri 1990'da 5354 ABD doları iken, 1995'te 5782 ABD doları, 2000'de 6543 ABD

doları, 2010'da 8491 ABD doları ve 2018'de ise 12006 ABD doları olarak hesaplanmıştır. Kişi başına reel GSYİH değerlerinin de söz konusu dönemde bir artış eğilimi sergilediği görülmektedir. Türkiye ekonomisine ilişkin bu iki göstergenin 1990-2018 döneminde genelde bir artış trendi yaşaması her iki serinin birbirini etkileyebileceği sorusunu gündeme getirmekte ve iki değişken arasında bir ampirik araştırmanın yapılabileceğini ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Tarım sektörü enerji tüketimi ve kişi başına GSYİH verileri

Table 1. Agricultural energy consumption and per capita GDP data

Yıllar	Tarımsal enerji tüketimi (Terajoule)	Kişi başına reel GSYİH (2015 US dolar)
1990	82	5354
1995	111	5782
2000	122	6543
2001	122	6075
2002	133	6373
2003	122	6644
2004	135	7194
2005	138	7738
2006	147	8173
2007	162	8483
2008	210	8451
2009	197	7942
2010	206	8491
2011	223	9299
2012	185	9586
2013	177	10225
2014	184	10549
2015	156	11006
2016	152	11187
2017	172	11835
2018	183	12006

Kaynak: International Energy Agency (<https://www.iea.org/data-and-statistics>); World Bank World Development Indicators (<https://databank.worldbank.org>).

Yukarıdaki değerlendirmeler ışığında; çalışmanın temel amacı, tarımsal enerji tüketiminin ekonomik büyümeye nasıl bir etkiye bulunacağını Türkiye için 1980-2018 dönemi verilerini kullanarak araştırmaktır. Mevcut literatürde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini analiz eden pek çok çalışma olmakla birlikte tarımsal enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu yönüyle söz konusu literatüre önemli bir katkı sunabilecektir. Diğer taraftan enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi üzerine yoğunlaşan ampirik çalışmaların bir diğer özelliği genelde simetrik ilişkileri araştırmasıdır. Oysaki çalışmamızda tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki asimetrik ilişkiler yani her iki serinin + ve - bileşenleri arasındaki uzun dönem ve nedensel ilişkiler analiz edilmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda değişkenler arasında bir uzun dönem ilişkisinin olup olmadığı Hatemi-J ve Irandoust, (2012) saklı eşbütünleşme testi ile araştırılmaktadır. Ayrıca değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Granger ve Yoon, (2002) saklı hata düzeltme modeli ile analiz edilmektedir. Ampirik sonuçlar değişkenler arasındaki asimetrik ilişkileri içerdiğinden çalışma gelecekteki çalışmalara ve politika yapıcılarına önemli önerilerde bulunabilecektir.

Çalışmanın bundan sonraki kısımları şu şekilde dizayn edilmiştir: İkinci kısımda ampirik literatüre yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü kısmında Türkiye ekonomisinde tarımsal enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için ampirik model kurulmuş ve veri seti ele alınmıştır. Dördüncü kısım metodoloji üzerinde durur. Beşinci kısımda elde edilen ampirik sonuçlar tablolaştırılmakta ve yorumlanmaktadır. Çalışmanın son bölümü olan sonuç kısmında ise genel bir değerlendirme yapılarak elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara göre uygun politika önerileri sunulmaktadır.

2. Ampirik Literatür

Ampirik çalışmalar incelendiğinde bir grup literatürün enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi üzerinde durduğu bazı çalışmaların da tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkini araştırdıkları görülmektedir.

Kraft ve Kraft (1978), enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi üzerinde duran ilk çalışmalardandır. Amerika Birleşik Devletleri ekonomisi için 1947-1974 dönemine ait zaman serisi verileri kullanılmaktadır. Bu çalışma söz konusu ilişkiyi Granger nedensellik testi ile analiz etmiş ve sonuç olarak ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek taraflı bir nedenselliğe işaret etmiştir. Dvoskin (1982), İsrail ekonomisini dikkate alarak yaptığı çalışmada İsrail tarımının büyük bir bölümün enerjiye bağlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Tarımın bu kadar gelişmiş olduğu ve İsrail tarımın %50 sinin kullandığı enerjiyi sadece su taşımak ve çiftliklere su sağlamak olduğu bunların tümünü elektrik enerjisiyle sağladığını tespit etmiştir. İsrail hükümeti yaşanan enerji kriziyle baş edebilmek için çeşitli enerji politikalarını geliştirme yoluna gitmiştir. Bundan dolayı çeşitli alternatif enerji olan ya da diğer ismi yenilenebilir enerji türlerinden faydalanmaya gitmiştir.

Karkacier ve ark. (2006), Türkiye’de enerji tüketimi ve tarımsal üretkenlik arasındaki ilişkiyi 1971- 2003 yılları arası dönemleri arasını ele alan bir çalışma yapmışlardır. Regresyon modeli sonuçları; enerji tüketimi ile tarımsal üretkenlik arasında yakın ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Söz konusu çalışmada ayrıca birim tarımsal alana uygulanacak yakıt faktörlerin tarımda enerji kullanımını artırıcı etki oluşturacağını tespit etmişlerdir. Fuglie ve ark. (2007), tarımsal üretimde verimliliği analiz etmişlerdir. ABD ekonomisini baz alarak 1948-2014 yıllarına ait veriler kullanmışlardır. ABD de üretkenliğin tarımsal kalkınmanın itici gücü olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca 1980 yılları sonrası periyotta sermaye, emek, kimyasallar, toprak ve enerji gibi tarımsal üretimin temel faktörlerinde azalma meydana gelmiş de üretkenlikte artış yaşandığını dile getirmiştir. Bu dönemde üretimde meydana gelen artışta tarımsal ürün fiyatlarındaki artış sınırlandırmıştır.

Adom (2011), Gana üzerine yaptığı çalışmasında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiştir. 1971-2008 dönemine ait veriler ile değişkenlerin nedensellik bağlamında yönünü belirlemek için Granger nedensellik testi tercih edilmiştir. Yapılan ampirik analiz sonucuna göre; ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek taraflı bir nedensellik söz konusudur. Bu sonuç dikkate alınırsa, Gana ekonomisi üzerinde büyüme odaklı enerji hipotezi ya da koruma hipotezinin varlığı bulunmuştur. Sebri ve Abid (2012), tarım ekonomisinde enerjinin rolüne değinmişlerdir. Tunus ekonomisini dikkate alarak enerji tüketimi, tarım sektörü ve ekonomik büyüme gibi değişkenleri kullanarak aralarındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada 1980-2007 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Kullanılan Granger nedensellik testine göre enerjinin bileşenleri arasında (petrol ve elektrik tüketimi) direk bir ilişkinin varlığı bulunmuştur. Ayrıca, ticari açıklık ve enerji tüketimi tarımsal katma değer nedenidir. Böylece enerjiden büyümeye ve ticaretten büyümeye doğru Tunus tarım sektöründe bir nedensellik söz konusudur.

Jebli ve Youssef (2015), Tunus ekonomisini dikkate almışlardır. Metodolojik olarak Vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testi, diğer taraftan da modelde kişi başı düzen karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ticari açıklık ve tarımsal katma değer değişkenleri kullanılmıştır. 1980-2014 dönemine ait yıllık verileri kapsayan çalışma kısa dönemde kişi başına düşen karbondioksit emisyonu ve tarımsal katma değer arasında, ticaret ile tarımsal katma değer arasında tek taraflı, uzun dönemde ise yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketimi ve tarımsal katma değer arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Moghaddasi ve Paur (2016), 1974-2012 dönemine ait yıllık verileri kullanarak Solow artığı çerçevesinde tarımsal üretim ile enerji tüketimi arasındaki ilişki incelemiştir. Cobb-Dauglas üretim fonksiyonu tahmininden elde edilen sonuçlar; emek, sermaye ve enerji değişkenlerinde meydana gelen %1’lik bir değişim tarımsal katma değerinde sırasıyla %4.07, %0.09 ve %0.49 bir değişime yol açmaktadır. Bu durum emek, sermaye ve enerjinin tarımsal katma değer dolayısıyla tarımsal üretimin önemli belirleyicileri olduğunu kanıtlamaktadır.

Shahbaz ve ark. (2016), 1972-2011 döneminde Pakistan ekonomisini inceleyerek ekonomik büyüme, tarım ve modern sektör büyümesi, finansal gelişme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Çalışmada ARDL sınır testi ve Granger nedensellik tekniğinden istifade edilmiştir. Nedensellik testi sonucuna göre genel ekonomik büyüme enerji talebinin nedenidir. Diğer taraftan modern sektördeki büyüme ile enerji tüketimi, finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında iki yönlü nedenselliğe rastlanmıştır. Ayrıca, enerji tüketimi tarımsal

büyümenin nedenidir. Mirza ve Kanwal (2017), 1971-2009 dönemine ait yıllık veriler ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi bu değişkenleri modelleyerek Pakistan ekonomisi analiz etmişlerdir. İlk olarak bu değişkenler arasındaki eşbütünlük varlığını tespit etmek için Johansen-Julius eşbütünlük testi kullanılmıştır. Uzun vadeli ilişkinin varlığı için ARDL yaklaşımına başvurulmuştur. Yapılan eşbütünlük ve nedensellik testi sonucuna göre; değişkenler arasında eşbütünlüğün varlığı tespit edilmiş, değişkenler arasında çift taraflı bir nedensellik ilişkisinin olduğu açıklanmıştır.

Chandio ve ark. (2019), 1984-2016 dönemini kapsayacak şekilde Pakistan ekonomisini araştırmışlardır. Bu çalışmada ARDL yaklaşımı kullanılmış, Pakistan tarım ekonomisi üzerinde değişkenlerin uzun dönem ve kısa dönem ilişkilerine bakılmıştır. Çalışmanın bulguları gösteriyor ki; uzun ve kısa dönemde tarımsal ekonomik büyüme, gaz ve elektrik tüketimi tarafından pozitif olarak etkilenmektedir. Uzun dönemde gaz ve elektrik tüketimi elastikiyet katsayıları sırasıyla 0.906 ve 0.421, kısa dönemde ise 0.590 ve 0.276 olarak tahmin edilmiştir. Tuna ve Tuna (2019), Asya'nın 5 ülkesi için söz konusu ilişkiyi 1980-2015 dönemine ait yıllık veriler kullanarak test etmişlerdir. Modele dahil edilen değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak için Hacker ve Hatemi-J yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen ampirik sonuçlara göre; genel olarak ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellik olmadığı belirlenmiştir.

Kahouli (2019), 1990-2015 dönemini kapsayan analizlerinde 34 OECD üyesi üzerinde durmuşlar, panel GMM tahmin tekniği yardımıyla iki değişken arasında çift yönlü nedenselliğin varlığına rastlamışlardır. Altiner (2019), 1971-2014 dönemi verileriyle Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye (MINT)'yi incelemiştir. Bir panel veri analizi niteliğinde olan bu çalışma enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bir nedenselliğe ulaşamamıştır. Raeeni ve ark. (2019), tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz eden çalışmalara bakıldığında, İran tarım sektörü üzerinde durmuştur. İran tarımı uzun yıllardır enerji faktörünü yoğun şekilde kullanmaktadır. Bundan dolayı büyüme ve ihracat bakımından önemli sonuçlar doğurabileceği belirtilmektedir. Bu çalışmada 1967-2015 dönemi dikkate alınarak, nedensellik ve eşbütünlük analiz teknikleri kullanılmıştır. Çalışma enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik ortaya koymuştur. Diğer taraftan modele dâhil edilen ihracat unsuru ile enerji tüketimi arasında herhangi bir nedenselliğin varlığı tespit edilememiştir. Başka bir bulguya göre tarım alanında kullanılan enerji miktarının %1 oranında artması uzun dönemde tarımsal büyümeyi %1.29 oranında artırmaktadır.

Liu ve ark. (2019), düşük karbonlu tarımın gelişimi, sürdürülebilir tarımsal kalkınmada etkili bir yol olduğunu öne sürmüşlerdir. 2007- 2017 dönemine ait yıllık veriler kullanıldığı çalışmada Çin ekonomisi baz alınmıştır. Çin tarımında kullanılan düşük karbonlu tarımsal enerji tüketimi nüfus faktörünü etkilediği gibi yaşam standartlarını da etkilemektedir. Bu faktörlerin katkı oranlarını hesaplamak için LMDI indeks yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; hem teknolojik faktörler hem de düşük karbonlu teknolojik faktörler tarımsal karbon emisyonunu düşürebilmekte ve düşük karbonlu teknolojik faktörlerin tarımsal karbon emisyonunu düşürmede tarımsal teknolojik faktörlerden daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir taraftan toplam nüfus karbon emisyonunu pozitif etkilemektedir ancak bu etki güçlü değildir.

Akyol (2020), tarımsal üretimde kullanılan enerji tüketimi ve tarımsal katma değer değişkenleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Modele dâhil edilen ülkeler AB'ye üye ve geçiş ekonomileri olan 10 ülkedir. Çalışmada 2019-2017 periyoduna ait yıllık veriler kullanılmış ve panel veri teknikleri ile ilişkiler test edilmiştir. Elde edilen ampirik bulgulara göre; tarımsal enerji tüketimi tarımsal katma değer üzerinde pozitif bir etkiye sahip olup, tarımsal enerji tüketiminin tarımsal büyümeyi artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Fan ve Hao (2020), çalışmalarında Çin ekonomisi ele alınmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, 2000-2015 yıllarına ait verileri ve ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımları değişkenlerini kullanarak analiz etmişlerdir. Yapılan nedensellik analizi sonucuna göre yenilenebilir enerji tüketimden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkinin olduğu dolayısıyla enerji öncülüğünde ekonomik büyüme hipotezinin varlığı ispatlanmıştır. 8 MENA ülkesi için bir panel veri çalışması gerçekleştiren Erdoğan ve ark. (2020), 1990-2014 döneminde enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olduğu kanısına varmışlardır.

Yanıktepe ve ark. (2021), 1970-2015 döneminde Johansen eşbütünlük tekniği ve Granger nedensellik testini uygulayarak bir zaman serisi analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışma enerji tüketimi ile büyüme arasında pozitif bir ilişkinin varlığına dair kanıtlar sunmuştur. Bu bulgu BRICS ve ASEAN ülkeleri için bir panel veri analizi yapan Rahman (2021)'in bulgularıyla uyumaktadır. Sonuçlar aynı zamanda ilgili değişkenler arasında çift yönlü bir

nedenselliğe işaret etmiştir. Alpdoğan (2021), ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ele aldığı çalışmada, 1970-2012 dönemine ait yıllık veriler kullanmıştır. Türkiye örneği araştırılarak elde edildiği bulgulara göre ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında uzun dönemde bir ilişki söz konusudur.

Rokicki ve ark. (2021), Avrupa ülkelerinde tarımsal alanda kullanılan enerji tüketimini ve değişimini araştırmışlardır. Avrupa ülkelerindeki tarımda enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve enerji değişimi arasındaki korelasyonu açıklamak için grafiksel yöntemler ve 2005-2018 dönemine ait verileri kullanarak tespitlerde bulunmuşlardır. Ancak Avrupa ülkeleri kullandıkları enerji açısından farklılık göstermektedir. Kullandıkları enerjinin temelinde sıvı yakıtlar, doğal gaz, elektrik ve yenilenebilir enerji vardır. Elde edilen birinci hipotezde tarımda büyük ölçüde yenilenebilir enerji kullanılmaktadır. İkinci hipoteze göre; tarımda kullanılan yenilenebilir enerji tüketimi artışı ekonomi parametreleriyle yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerjinin kullanılmasının temelinde doğal çevreyle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Chandio ve ark. (2021), Çin ekonomisini inceledikleri araştırmalarında yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve tarımsal katma değer arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. ARDL sınır testi, Granger nedensellik testi ve uzun dönem değişkenlerin uzun dönem ilişkilerini tespit etmek için FMOLS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi çevresel kaliteyi ve ekonomik büyümeyi artırmakta, karbondioksit salınımını azaltmaktadır. Diğer taraftan yenilenemeyen enerji tüketimi ekonomik büyümeyi, tarımsal çıktıyı ve karbondioksit salınımını artırdığı sonucu tespit edilmiştir.

Ampirik çalışmalar bazı çıkarımları beraberinde getirmektedir. İlk olarak; gerek panel veri gerek se zaman serisi çalışmalarında değişkenler arasında asimetrik ilişkiler ele alınmamıştır. İkinci olarak; zaman serisi analizi kullanılarak Türkiye ekonomisini analiz eden çalışmaların çok az olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda simetrik ilişkilerin simetrik testler ile araştırıldığı görülmektedir. Bu nedenle bu açıardan bakıldığında çalışmamız diğer çalışmalardan ayırmakta ve literatüre önemli katkılar sunabileceği düşünülmektedir. Elde edilen bulgulara göre de farklı tavsiyelerde bulunmak mümkün olabilecektir.

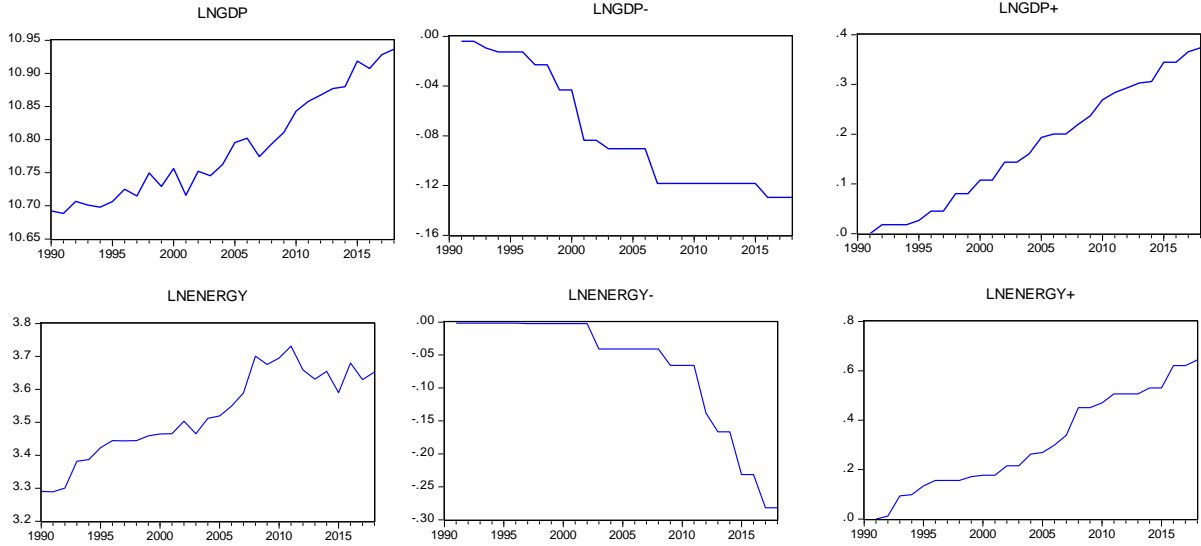
3. Model ve Veri Seti

Türkiye ekonomisi açısından tarımsal enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi asimetrik olarak test edebilmek için aşağıdaki gibi bir doğrusal regresyon denklemi dikkate alınmıştır:

$$LNGDP_t = \beta_0 + \beta_1 LNENERGY_t + u_t \quad (\text{Eş. 1})$$

$$LNENERGY_t = \beta_0 + \beta_1 LNGDP_t + u_t \quad (\text{Eş. 2})$$

Yukarıdaki modelde β_0 sabit terimi, u_t ise hata terimini göstermektedir. GDP ekonomik büyümenin ölçütü olarak kişi başına reel geliri (2010 sabit \$ fiyatlarıyla), ENERGY tarımsal enerji tüketimini temsilen tarım sektöründe kullanılan toplam enerji tüketimini ifade etmektedir. Kişi başına reel gelir Dünya Bankası (WDI, 2022) veri sitesinden, tarımsal enerji tüketimi verileri ise Uluslararası Enerji Ajansından (IEA, 2022) elde edilmiştir. Bu çalışmada 1990-2018 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Yıl aralığının 1990- 2018 olarak seçilmesi tarımsal enerji tüketimi verisinin 2018 yılında son bulmasından kaynaklanmaktadır. Tüm değişkenler logaritmaları alındıktan sonra analizlere dâhil edilmişlerdir. Bunun temel nedeni değişkenlerin katsayılarının elastikiyet olarak tahmin edilebilmesi ve yorumlanabilmesidir. Tarımsal enerji tüketimi ve ancak analiz konusu olan Türkiye, değişkenleri olan tarımsal enerji tüketimi (ENERGY) ve ekonomik büyüme (GDP) değişkenlerinin pozitif ve negatif bileşenlerinin (LNENERGY+, LNENERGY- ve LNGDP+,LNGDP-) zaman içindeki değişim grafikleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 1. Lnenergy +, lnenergy -, lngdp + ve lngdp- bileşenleri

Figure 1. Lnenergy+, lnenergy-,lngdp+,lngdp- componets

4. Metodoloji

Türkiye ekonomisinde tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin asimetrik olarak araştırıldığı bu çalışmada çok yönlü bir ekonometrik metodoloji kullanılmıştır. Birinci aşamada değişkenlerin birim kök (durağanlık) analizleri Arttırılmış Dickey-Fuller (ADF) (1981) ve Phillips-Perron (PP) (1988) testi ile yapılmıştır. Uzun dönemde aralarında anlamlı bir ilişkinin (eşbütünleşmenin) olup olmadığını tespit edebilmek için Johansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Johansen eşbütünleşme testinde değişkenler arasında herhangi bir eşbütünleşmenin olmaması gerekmektedir. Çünkü analizin bir sonraki adım olan Hatemi-J ve Irandoust (2012) saklı eşbütünleşme testine geçilebilmesi için bu bir önkoşuldur. Daha sonra eşbütünleşme tespit edilmeyen değişkenler arasında bir saklı eşbütünleşmenin olup olmadığını belirleyebilmek için her bir değişken + ve - bileşenlerine ayrıştırılmaktadır. Elde edilen + ve - bileşenler Hatemi-J ve Irandaoust (2012) saklı eşbütünleşme testine tabi tutularak hangi bileşenler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilirse, bu bileşenlerin uzun dönem katsayısı tahmin edilecektir. Bunun için de Phillips ve Hansen (1990) tarafından ortaya atılan FMOLS tahmincisi uygulanmıştır. Son ve üçüncü aşamada ise saklı eşbütünleşme tespit edilen değişkenlerin + ya da - bileşenleri arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı Granger ve Yoon (2002) tarafından geliştirilen saklı hata düzeltme modeli yardımıyla araştırılmıştır. Böylece asimetrik bir nedenselliği varlığı tespit edilecektir.

4.1. Birim kök analizi

Zaman serisi çalışmalarında durağan olmayan değişkenler ile yapılan analizler sahte sonuçlar verebilmektedir. Bundan dolayı regresyon sonuçları değişkenler arasındaki ilişkiyi gerçek manada göstermeyecektir. Ayrıca modelde kullanılan değişkenlerin istatistiksel analizlere tabi tutmadan öncelikle tüm değişkenlerin durağanlık durumu tespit edilmelidir. Birim kök testleri ile durağanlık analizi gerçekleştirilmektedir (Wojciech ve Derek, 1999). Bu amaçla Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi uygulanmıştır. Bu test aşağıdaki modeli dikkate almaktadır.

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \gamma Y_{t-1} + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (\text{Eş. 3})$$

Denklemden yer alan Y bağımlı değişkeni, Δ fark işlemcisini, t trend terimini, ε hata terimini temsil etmektedir.

Bu çalışmada ADF testinin yanı sıra Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen PP testi kullanılmaktadır. PP testinde test istatistiğinin hesaplanması için bazı non-parametrik düzeltmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle otokoralesyon, test istatistiğinin asimtotik dağılımını etkilememektedir. ADF'den daha güçlü bir test olup ADF birim kök testi ile aynı asiptotik dağılıma sahiptir (Phillips ve Perron, 1988).

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 t + \sum_{k=1}^m \beta_k \Delta X_{t-k} + u_t \quad (\text{Eş. 4})$$

PP ve ADF testi gibi elde edilen test istatistiği değerleri Mackinnon kritik değerleriyle karşılaştırılıp birim kök (durağlık) olup olmadığına karar verilmektedir.

4.2. Saklı eşbütünleşme analizi

Çalışmalarda kullanılan geleneksel eşbütünleşme testlerinde (Engle-Granger, Johansen, ARDL eşbütünleşme yaklaşımları gibi) eşbütünleşmenin araştırılmasında pozitif ve negatif şokların (bileşenlerin) etkisini aynı oranda kabul etmektedir. Granger ve Yoon (2002) bu varsayımı kabul etmeyerek serilerin normal düzeylerinde değil de + ve - şokları ya da bileşenleri arasında bir eşbütünleşmenin olabileceğini vurgulamışlar ve çalışmalarında Engle ve Granger, (1987) tarafından geliştirilen eşbütünleşme yaklaşımını uygulamışlardır. Bu yaklaşım daha sonraları Hatemi J ve Ironoust (2012) tarafından daha da geliştirilerek Johansen temelli bir saklı eşbütünleşme yaklaşımına dönüştürülmüştür. Bu test aşağıdaki denklemleri baz alır:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i \quad (\text{Eş. 5})$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i \quad (\text{Eş. 6})$$

Burada yer alan $t = 1, 2, \dots, T$ dönemleri, ε_t, η_t , standart hataları, X_t ve Y_t serileri ise başlangıç değerlerini göstermektedir. X_t ve Y_t değişkenlerinin pozitif ve negatif bileşenleri arasında eşbütünleşme ilişkisine bakılmaktadır. Aşağıdaki denklemler yardımıyla pozitif ve negatif bileşenler arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisi tanımlanabilir:

$$\varepsilon_i^+ = \max(\varepsilon_i, 0) \quad \varepsilon_i^- = \min(\varepsilon_i, 0) \quad (\text{Eş. 7})$$

$$\eta_i^+ = \max(\eta_i, 0) \quad \eta_i^- = \min(\eta_i, 0) \quad (\text{Eş. 8})$$

Bunu takiben 9 ve 10 no'ludenklemlerdeki hata terimleri $\varepsilon = \varepsilon^+ + \varepsilon^-$ ve $\eta = \eta^+ + \eta^-$ şeklinde gösterilebilir. Bu seriler 5 ve 6 no'lu denklemlerde yazıldığında aşağıdaki denklemler oluşur:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i^- \quad (\text{Eş. 9})$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \eta_t = Y_0 + \sum_{i=1}^t \eta_i^+ + \sum_{i=1}^t \eta_i^- \quad (\text{Eş. 10})$$

4.3. Saklı hata düzeltme modeli (nedensellik analizi)

Değişkenlerin - ve + bileşenleri arasında bir saklı eşbütünleşmenin varlığı bir sonraki aşamada Granger ve Yoon (2002) tarafından ortaya konulan saklı hata düzeltme modeli kurulabilir ve bu model sayesinde nedensellik ilişkileri tahmin edilebilir. X^t ve Y^t aralarında saklı eşbütünleşmenin olduğu iki seri ise bu seriler arasında saklı hata düzeltme modelleri nihai aşamada aşağıdaki gibi kurgulanabilir:

$$\Delta X_t^+ = \gamma_0 + \gamma_1 (X_{t-1}^+ - Y_{t-1}^+) + \text{lags}(\Delta X_{t-1}^+ - \Delta Y_{t-1}^+) + \zeta_t \quad (\text{Eş. 11})$$

$$\Delta Y_t^+ = \delta_0 + \delta_1 (X_{t-1}^+ - Y_{t-1}^+) + \text{lags}(\Delta X_{t-1}^+ - \Delta Y_{t-1}^+) + \zeta_t \quad (\text{Eş. 12})$$

Modeldeki hata düzeltme katsayılarının negatif ve istatistiki olarak anlamlı olması durumu kısa dönemde meydana gelen dengesizliklerin uzun dönemde giderileceği anlamına gelmektedir. Aynı zamanda bu durum serilerin + ya da - bileşenleri arasında uzun dönemde bir asimetric nedenselliğin olduğuna kanıttır (Gündüz, 2020).

4.4. FMOLS tahmincisi

Bu çalışmada serilerin uzun dönem katsayılarının tahmininde Phillips ve Hansen (1990) tarafından literatüre kazandırılan tamamen modifiye edilmiş EKK(FMOLS) tahmin tekniğinden yararlanılmıştır. Geleneksel EKK tahmin tekniğine göre daha güçlü ve sağlıklı sonuçlar veren FMOLS tekniği küçük örneklem büyüklüklerinde iyi bir performans sergilemektedir. FMOLS tahmincisi aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\hat{\theta} = \begin{bmatrix} \beta \\ \hat{\gamma}_1 \end{bmatrix} = (\sum_{t=2}^T Z_t Z_t')^{-1} (\sum_{t=2}^T Z_t y_t^+ - T[\hat{\lambda}_{12}^+]) \quad (\text{Eş. 13})$$

Burada $Z_t = (X_t', D_t')$ şeklinde ifade edilir. Bu tahmin tekniğinde uzun dönem kovaryans matrisleri (Ω ve Λ) kalıntılar ($u_t = (u_{1t}, u_{2t})'$) kullanılarak analiz edilir.

5. Bulgular ve Tartışma

Ampirik bulgulara ilk olarak çalışmada kullanılan her bir değişkene ilişkin tanımlayıcı istatistiklerden başlanmış olup elde edilen sonuçlar *Tablo 2*'de sunulmuştur. 1980-2018 döneminde tarımsal enerji tüketimi ortalama değeri 3.52, ekonomik büyüme ise 10.78 olarak gerçekleşmiştir. Çarpıklık katsayısı için tarımsal enerji tüketimi -0.17 sıfırdan küçük olduğu için sola çarpıktır. Ancak ekonomik büyüme çarpıklık katsayısı pozitif yani 3 ten küçük olduğundan sağa çarpık olarak tespit edilmiş ve normal dağılıma göre diktir. Değişkenlerin standart hataları sırasıyla 0.13 ve 0.07; maksimum değerleri ise 3.73 ve 10.93 olarak ifade edilebilir.

Tablo 3'te ise modelde yer alan değişkenlerin korelasyon katsayıları yer almaktadır. Değişkenlerin korelasyon katsayısı (0.844), pozitif ancak 1'e yakındır. Bu sonuç iki değişken arasında pozitif ve güçlü bir korelasyonun olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Table 2. Descriptive statistics of variables

Değişkenler/İstatistikler	Ortalama	Medyan	Max.	Min.	St. Hata	Çarpıklık	Basıklık
LNENERGY	3.52	3.51	3.73	3.28	0.13	-0.17	1.98
LNGDP	10.78	10.76	10.93	10.28	0.07	0.50	1.92

Tablo 3. Değişkenlerin korelasyon matrisleri

Table 3. Correlation matrix of variables

Değişkenler	LNENERGY	LNGDP
LNGDP	1	-
LNENERGY	0.844	1

Tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme değişkenlerinin durağanlık analizinin ADF ve PP test sonuçları *Tablo 4*'de sunulmaktadır. Birim kök test sonuçlarına göre; değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadığı görülmektedir. Ancak serilerin birinci farkları alınarak yapılan durağanlık testi değişkenlerin birinci farkında durağan olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç değişkenlerin eşbütünlüşme analizi için Johansen testi ile Hatemi J-Irondoust saklı eşbütünlüşme testinin kullanımına ve saklı hata düzeltme modelinin kurulmasına imkân tanımaktadır.

Tablo 4: Birimkök test sonuçları

Table 4. Unit root test results

Değişkenler	ADF		PP	
	Sabitli	Sabitli-trendli	Sabitli	Sabitli-trendli
LNGDP	1.087	-1.506	1.562	-2.724
LNENERGY	-1.585	-3.012	-1.594	-2.123
Δ LNGDP	-9.123***	-9.483***	-9.047***	-15.587***
Δ LNENERGY	-7.073***	-7.738***	-6.914***	-7.738***

Not: ADF testinde optimal gecikme uzunluğu AIC kriteri kullanılarak otomatik olarak belirlenmiştir. PP testinde band genişliği için Newey-West(1994) metodu kullanılmıştır. ***, %1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Değişkenlerin birinci farkında durağanlık göstermesi seriler (+ ve - bileşenler) arasında eşbütünlüşmenin varlığını test edebilmek için Johansen eşbütünlüşme testinin kullanımına izin vermektedir. Johansen eşbütünlüşme testi için öncelikle model için gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekir. Yapılan VAR analizi sonucuna göre, *Tablo 5*'ten de görüleceği üzere, uygun gecikme uzunluğu olarak bulunmuş olup bu sonuç bir sonraki aşamada yani Johansen eşbütünlüşme analizinde kullanılmıştır.

Tablo 5: VAR gecikme uzunluğu belirleme

Table 5. Determination of VAR lag length

Gecikme uzunluğu	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
0	NA	2.39e-05	-4.965	-4.868	-4.937
1	84.929	8.12e-07	-8.350	-8.059	-8.266
2	10.792	6.66e-07*	-8.556*	-8.072*	-8.417*
3	0.370*	9.04e-07	-8.268	-7.590	-8.073

Not: *, optimal gecikme uzunluğunu ifade eder.

Modele dâhil edilen tarımsal enerji kullanımı ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında bir eşbütünlüğün varlığı Johansen eşbütünlük testi ile sınanmaktadır. Bu test sonucunda öncelikle seriler arasında bir eşbütünlüğün olmaması gerekiyor ki serilerin + ve - bileşenleri arasında bir saklı eşbütünlüğün varlığı araştırılabilsin. *Tablo 6*'da görülen sonuçlar serilerin normal değerleri arasında bir eşbütünlüğün yani bir uzun dönem ilişkisinin olmadığını göstermektedir. Bu nedenle serilerin + ve - bileşenleri arasında saklı eşbütünlüğün olup olmadığı Hatemi J-Irondoust testi yardımıyla incelenmektedir. Bunun ön şartı serilerin + ve - bileşenlerinin birinci farkında durağan olmasıdır. Bu amaçla gerçekleştirilen birim kök analizi sonuçları *Tablo 7*'de sunulmuştur. Bulgular serilerin + ve - bileşenlerinin düzeyde durağan olmadığını birinci farkları alındığında durağan hale geldiğini ortaya çıkarmaktadır. Bu durum serilerin birinci farkında durağan olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum aynı zamanda seriler arasında saklı bir eşbütünlük analizi yapılmasına izin vermektedir.

Tablo 6. Johanseneşbütünlük test sonuçları

Table 6. Johansen cointegration test results

	İz istatistiği	Max. öz değer istatistiği
R=1	12.428	8.182
R≤1	4.246	4.246

Tablo 7. Serilerin birim kök test sonuçları (+ ve - bileşenleri)

Table 7. Unit root test results of series (+ and -components)

Değişkenler	ADF		PP	
	Sabitli	Sabitli-trendli	Sabitli	Sabitli-trendli
LNGDP+	0.980	-3.875	0.252	-3.872
LNGDP-	-1.132	-1.356	-1.141	-1.376
LNENERGY+	-0.196	-2.162	-0.168	-2.192
LNENERGY-	2.564	-0.711	2.506	-0.359
ΔLNGDP+	-8.393***	-8.553***	-8.356***	-8.853***
ΔLNGDP-	-6.207***	-6.326***	-6.120***	-6.241***
ΔLENERGY+	-6.329***	-6.197***	-6.298***	-6.171***
ΔLENERGY-	-5.313***	-7.169***	-5.310***	-7.239***

Not: ***, %1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bileşenlerine ayrıştırılan değişkenlerin birim kök analizleri yapılmıştır. Daha sonra söz konusu bileşenlere Johansen eşbütünlük testi uygulanmış ve bu teknik Hatemi J-Irondoust (2012) saklı eşbütünlük testi olarak bilinmektedir. *Tablo 8*'den elde edilen bulgulara göre; tarımsal enerji tüketimi + serisi ile ekonomik büyüme + serisi arasında eşbütünlüğün varlığı tespit edilmiştir. Ancak tarımsal enerji tüketimi - serisi ile ekonomik büyüme - serisi arasında uzun dönemde bir ilişkinin varlığı tespit edilememiştir. Değişkenlerin - serilerinde eşbütünlüğün varlığı söz konusu olmadığı için bundan sonraki aşamada bu seriler için uzun dönem katsayıları ve nedensellik ilişkisi tahmin edilmemiştir.

Türkiye ekonomi dikkate alınarak yapılan analizde serilerin + bileşenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin (bir eşbütünlüğün) tespit edilmesinden sonra söz konusu serilerin uzun dönem katsayıları FMOLS tahmin tekniğiyle tahmin edilmiş ve *Tablo 9*'da gösterilmiştir. Modelde bağımsız değişken olarak tarımsal enerji tüketimi + serisi, bağımlı değişken olarak ise ekonomik büyüme + serisi alınmıştır. Bu durumda tarımsal enerji tüketimi +

serisi katsayısı 0.519 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç tarımsal enerji tüketimi + serisinde meydana gelen %1'lik bir artışın, ekonomik büyüme + serisinde 0.519 oranında bir artış sağladığı anlamına gelmektedir. Diğer taraftan ekonomi büyüme + serisi ile tarımsal enerji tüketimi + serisi arasında da pozitif bir ilişki söz konusudur. Bu ilişki katsayısı 1.332 olarak belirlenmiştir.

Tablo 8. Hatemi J- Irandoust saklı eşbütünleşme analiz sonuçları (+ ve - bileşenleri)

Table 8. Hatemi-j Irandoust hidden cointegration analysis results (+ and -components)

	İz istatistiği	Max. öz değer istatistiği
LNENERGY+LNGDP+		
R=1	26.873**	19.663**
R≤1	7.210	7.210
LNENERGY- LNGDP-		
R=1	8.284	7.857
R≤1	0.426	0.426

Not: ** % 5 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Tablo 9. Uzun dönem katsayı tahminleri (tahmin yöntemi: FMOLS)

Table 9. Long-run coefficient estimates (estimation method: FMOLS)

	LNENERGY+	LNGDP +
Katsayılar	0.519***	1.332***

Not: ***, %1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Ampirik analizde tarımsal enerji tüketimi + serisi ile ekonomik büyüme + serisi arasında uzun dönem ilişkisinin varlığı tespit edildiğinden dolayı nedensellik analizi olan saklı hata düzeltme modelinde de bu seriler dikkate alınmış, çıkan sonuçlar *Tablo 10*'da sunulmuştur. Bağımlı değişken tarımsal enerji tüketimi+ serisi, bağımsız değişken ise ekonomik büyüme + serisi alındığında hata düzeltme katsayısı olan ECT'nin -0.331 yani negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum ekonomik büyüme + serisinden tarımsal enerji tüketimi + serisine doğru uzun dönemli bir asimetrik nedenselliğin varlığını ortaya koymaktadır.

Tablo 10. Saklı hata düzeltme modeli tahmin sonuçları (bağımlı değişken: lnenergy+)

Table 10. Hidden error correction model prediction results (dependent variable: lnenergy+)

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
Sabit	0.023***	0.005	4.547	0.000
ECT _{t-1}	-0.331**	0.134	-2.560	0.016

Not: ***ve** sırasıyla %1 ve % 5 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

Bağımlı değişkeni ekonomik büyüme + serisi, bağımsız değişkeni tarımsal enerji tüketimi + serisi seçildiğinde kurulan saklı hata düzeltme modeli tahmin sonuçları *Tablo 11*'de sunulmuştur. Elde edilen ampirik bulgular neticesinde saklı hata düzeltme katsayısı ECT hesaplanmadığından dolayı söz konusu modele dahil edilen bileşenler arasında bir asimetrik nedenselliğin varlığı tespit edilememiştir. Böyle bir durumda tarımsal enerji tüketimi + serisinden ekonomik büyüme + serisine doğru bir nedenselliğin varlığına hükmedilememiştir.

Tablo 11. Saklı hata düzeltme modeli tahmin sonuçları (bağımlı değişken: lngdp+)

Table 11. Hidden error correction model prediction results (dependent variable: lngdp+)

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
Sabit	0.020	0.003	6.056	0.000
GDP _{t-1}	-0.493	0.177	-2.772	0.010

6. Sonuç

Enerji tüketimi diğer tüm sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de uzun zamandır bir artış eğilimi sergilemektedir. Enerji tüketimindeki bu artış pek çok ekonomik faaliyeti de olumlu yönde etkilemektedir. Tarımsal enerji tüketimi tarım sektörünün gelişiminde önemli bir unsur olduğu gibi ülke ekonomisinin de büyümesinde önemli bir rol oynayabilecektir. Bu nedenle bu çalışmada tarımsal enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi Türkiye örneğinde 1990-2018 periyodunda araştırılmıştır. Türkiye ekonomisi üzerine

yapılan ekonometrik uygulamada değişkenlerin durağanlık analizi ADF ve PP birim kök testleriyle, değişkenler arasındaki eşbütünlüğün belirlenmesinde ise Johansen testinden istifade edilmiştir. Johansen testi sonuçları seriler arasında bir eşbütünlük tespit edememiştir. Bu nedenle seriler arasında saklı bir eşbütünlüğün var olabileceği düşüncesiyle her bir değişken + ve - bileşenlerine ayrıştırılarak bu + ve - bileşenler arasında bir eşbütünlüğün olup olmadığı Hatemi-j ve Iranoust saklı eşbütünlük testi ile araştırılmıştır.

Bulgular değişkenlerin + bileşenleri arasında bir eşbütünlüğün olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç bizi değişkenlerin + bileşenlerine ilişkin uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesine götürmüştür. Bu amaçla kullanılan FMOLS tahmin tekniği tarımsal enerji tüketimi + bileşeni katsayısının (0.519) pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bulunduğu uzun dönemde tarımsal enerji tüketimi + bileşeni ile ekonomik büyüme + bileşeni arasında pozitif bir ilişkinin olduğuna hükmedilmiştir. Bu sonuç, tarımsal enerji tüketimi + serisinde meydana gelen %1'lik bir artışın ekonomik büyüme + serisini uzun dönemde 0.519 oranında artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer taraftan ekonomik büyüme + bileşeninin pozitif ve istatistiki olarak anlamlı olması ekonomik büyüme + bileşeni ile tarımsal enerji tüketimi + bileşeni arasında pozitif bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Saklı hata düzeltme modeli sonuçlarına göre ise ekonomik büyüme + serisinden tarımsal enerji tüketimi + serisine doğru uzun dönemli nedensellik tespit edilmiştir.

Literatürde pek çok çalışma enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi desteklediği sonucuna ulaştığı gibi tarımsal enerji tüketiminin de ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği yönünde bulgular sunmaktadır. Çalışmamızda tarımsal enerji tüketimi + bileşeninin ekonomik büyüme + bileşenini pozitif etkilediği bulgusu aslında tarımsal enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkinin varlığına bir kanıt olarak değerlendirilebilir. Bu durum aslında enerji-büyüme konusundaki dört temel hipotezden biri olan "koruma hipotezi" ni destekleyen bir kanıt olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada gerçekleştirilen eşbütünlük analizleri sonucunda literatüre paralel olarak tarımsal enerji ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Literatürde tarımsal enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Genel anlamda bu çalışmanın sonuçları ampirik literatürü destekler nitelikte olup ve Kraft ve Kraft (1978), Karkacier ve ark. (2006), Adom (2011), Mirza ve Kanwal (2017), Yanıktepe ve ark. (2021) ve Rahman (2021) gibi iktisatçıların daha önce yaptıkları çalışmalarının nedensellik bulgularıyla eşleşmektedir. Ancak Altiner (2019), Tuna ve Tuna (2019) gibi yazarlar ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik tespit etmemişlerdir.

Tarım sektörü ülke ekonomilerine ve insan yaşamına sağladığı katkılar ile önemli bir yere sahip olduğu gibi sürdürülebilir bir gelişme için de çok önemli olduğu bilinmektedir. Özellikle sanayi sektörüne hammadde ve sermaye sağlaması, nüfusun gıda ihtiyacını karşılaması, ihracat yolu ile ülkeye döviz girdisi sağlaması ve stratejik öneme sahip olması gibi özellikleri tarım sektörünü vazgeçilmez kılmaktadır. Modern tarım teknolojinin gelişmesi ile birlikte tarımsal üretim süreçlerinde meydana gelen değişim ve gelişmeler ve makine kullanımının yaygınlaşması birlikte tarımda enerji kullanımını gündeme getirmiştir. Tarımsal enerjinin kullanımı verimliliği ve üretimi artırmıştır. Ancak enerji tüketimi tarım sektöründe önemli bir maliyet yaratmaktadır. Maliyetleri düşürmek söz konusu olduğunda fosil yakıtlardan ziyade güneş, su ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından istifade etmek zorunluluk arz etmektedir. Bu nedenle hükümetlerin fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına olan dönüşümü kolaylaştıracak şekilde teşvik ve önlemler alması gerekmektedir. Bu çerçevede pek çok gelişmiş ülkenin tarım sektörünü gelişimi için yenilenebilir enerji kaynaklarına dönük yatırımları ve projeleri desteklediği görülmektedir. Bu şekilde tarım sektörü artan enerji ihtiyacını daha düşük maliyetle ve çevreye duyarlı olacak şekilde karşılamış olacaktır. Türkiye geleneksel enerji kaynakları açısından dışarıya bağımlı olduğundan ve ülkenin coğrafik konum itibarıyla yenilenebilir enerji kaynakları açısından çeşitlilik gösterdiğinden orta ve uzun vadede tarım sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak oldukça önemli bir gerçek olacaktır.

Bu çalışmada kullanılan yöntem uygun olarak iki değişken arasındaki ilişki incelenmiştir. Aynı zamanda sonraki çalışmalara yol gösterebilir. Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmanın da kısıtları bulunmaktadır. Bu kısıtlar daha sonra yapılan çalışmalara ışık tutacaktır. Yazarlar farklı asimmetrik veya simetrik yöntemler kullanarak, değişkenlerin sayısını artırarak ya da araştırma bölgesini değiştirerek farklı ampirik sonuçlar elde edebilirler. Bu farklı sonuçlar doğrultusunda farklı öneri politikaları sunabilirler.

Kaynakça

- Adom, P. K. (2011). Electricity consumption-economic growth nexus: The Ghanaian case. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 1(1): 18-31.
- Akyol, M. (2020). Enerji tüketiminin tarımsal katma değer üzerindeki etkisi: AB'ye üye geçiş ekonomileri için panel veri analizi. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8: 59-64.
- Alipour, A., Veisi, H., Darjani F., Mirbagheri, M. and Behbahani A. G. (2012). Study and determination of energy consumption to produce conventional rice of The Guilan Province. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 58(3): 99-106.
- Alpdoğan, H. (2021). Yapısal kırılma altında Türkiye'nin enerji tüketimi ile büyüme ilişkisi. *Journal of Business and Trade*, 2(1): 28-36.
- Altiner, A. (2019). MINT Ülkelerinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: panel nedensellik analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2): 369-378.
- Bayraç, H. N. (2010). Küresel enerji politikaları ve Türkiye: petrol ve doğal gaz kaynakları açısından bir karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1): 115-142.
- Chandio, A. A., Jiang, Y. and Rehman, A. (2019). Energy consumption and agricultural economic growth in Pakistan: Is There a Nexus? *International Journal of Energy Sector Management*, 13(3): 597-609.
- Chandio, A., Akram, W., Ozturk, İ., Ahmad, M. and Ahmad, F. (2021). Towards long-term sustainable environment: does agriculture and renewable energy consumption matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28: 53141-53160.
- Çetin, M., Saygın, S. ve Demir, H. (2020). Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye Ekonomisi İçin Bir Eşbütünlük ve nedensellik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3): 329-343.
- Dickey, D. A. and Fuller, W. A. (1981). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unitroot. *Econometrica*, 74: 427-431.
- Dvoskin, D. (1982). Energy-dependent agriculture in Israel. *Energy in Agriculture*, 1: 131-139.
- Engle, R. F. and Granger, C. J. W. (1987). Cointegration and error correction representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55: 251-276.
- Erdoğan, S., Gedikli, A., Demir Yılmaz, A., Haider, A. and Zafar, M. W. (2020). Investigation of energy consumption-economic growth nexus: A note on MENA sample. *Energy Reports*, 5: 1281-1292.
- Fadavi, R., Keyhani, A. and Mohtasebi, S. S. (2011). An Analysis of energy use, input costs and relation between energy inputs and yield of apple orchard. *Research in Agricultural Engineering*, 57(3): 88-96.
- Fan, W. and Hao, Y. (2020). An empirical research on the relationship amongst renewable energy consumption, economic growth and foreign direct investment in China. *Renewable Energy*, 146: 598-608.
- Faridi, M. Z. and Murtaza, G. (2013). Disaggregate energy consumption, agricultural output and economic growth in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 52(4): 493-516.
- Fuglie, K., MacDonald, O., James M. and Ball, E. (2007). Productivity Growth in U.S. Agriculture, United States Department of Agriculture Economic Research Service. Economic Brief, No. 9.
- Granger, C. W. J. and Yoon, G. (2002). Hidden Cointegration. University of California, Department of Economics Working Paper: 1-49.
- Gündüz, M. (2020). Health care expenditure and carbon foot print in the USA: evidence from hidden cointegration approach, *The European Journal of Health Economics*, 21: 801-811.
- Hatemi-J, A., Irandoust, M. (2012). Asymmetric interaction between government spending and terms of trade volatility: new evidence from hidden cointegration. *Journal of Economic Studies*, 39(3): 368-378.
- International Energy Agency (IEA). (2022). <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=TURKEY&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCShareBySector>. (Erişim Tarihi: 27.08.2022).
- Jebli, M. B. and Youssef, S. B. (2015). Renewable energy consumption and agriculture: evidence for cointegration and granger causality for Tunisian economy. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 24(2): 149-158.
- Johansen. S. (1990). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamic and Statics*, 12: 231-254.
- Kahoulı, B. (2019). Does static and dynamic relationship between economic growth and energy consumption exist in OECD countries? *Energy Reports*, 5: 104-116.
- Karkacier, O., Goktolga G. and Cicek A. (2006). A regression analysis of the effect of energy use in agriculture. *Energy Policy*, 4(34): 3796-3800.
- Kraft, J. and Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2): 401-403.
- Kuca, D. and Yağdı, K. (2021). Bazı ayçiçeği ve mısır çeşitlerinde tohumla uygulanan ilaçların tohumluğun çimlenme değeri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 45-56.

- Liu X., Yu, Y. and Luan, S. (2019). Empirical study on the decomposition of carbon emission factors in agricultural energy consumption. *Earth and Environmental Science*, 252(4): 1-6.
- Mirza, F. M. and Kanval, A. (2017). Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Pakistan: dynamic causality analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72: 1233-1240.
- Moghaddasi, R. and Pour. A. A. (2016). Energy consumption and total factor productivity growth in Iranian agriculture. *Energy Reports*, 2: 218-220.
- Mohammedi, A., Tabatabaefar, A., Shahin S., Rafiee S. and Keyhani A. (2008). Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil Province. *Energy Conversion and Management*, 49(3): 566-570.
- Newey, W. and West, K. (1994). Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *Review of Economic Studies*, 61: 631-653.
- Phillips, P. C. B. and Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with processes. *Review of Economic Studies*, 57: 99-125.
- Phillips, P. C. B. and Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2): 335-346.
- Raeni, A. A. G., Hosseini, S. and Moghaddasi, R. (2019). How Energy Consumption is related to agricultural growth and export: an econometric analysis on Iranian data. *Energy Reports*, 5: 50-53.
- Rahman M. M. (2021). The dynamic nexus of energy consumption, international trade and economic growth in BRICS and ASEAN countries: a panel causality test. *Energy*, 229: 1-10.
- Rahman, H. and Bashir, F. (2015). Energy consumption and agriculture sector in middle income developing countries: A panel data analysis. *Journal of Social Sciences*, 35(1): 479-496.
- Rokicki, T., Perkowska, A., Klepacki, B., Bórawski, P., Bórawska, A. and Michalski, K. (2021). Changes in energy consumption in agriculture in the EU countries. *Energies*, 14: 1-21.
- Sebri, M. and Abid, M. (2012). Energy use for economic growth: a trivariate analysis from Tunisian agriculture sector. *Energy Policy*, 48: 711-716.
- Shahbaz, M., Islam, F. and Butt, M. S. (2016). Finance-Growth-Energy nexus and the role of agriculture and modern sectors: evidence from ARDL bounds test approach to cointegration in Pakistan. *Global Business Review*, 17(5):1037-1059.
- Shrestha, J. (2002). Taxonomic revision of cold water fishes of Nepal. *FAO Fisheries Technical Paper*, 273-288.
- Tuna, G. and Tuna, V. E. (2019). The Asymmetric causal relationship between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in the asean-5 Countries. *Resources Policy*, 62: 114-124.
- Wojszech, C. and Derek, W. D. F. (1999). *New Directions in Econometric, Practice*. Edward Elgar Publishing Limited, 2nd Edition, UK.
- World Bank World Development Indicators (2022). <https://data.worldbank.org/> (Erişim Tarihi: 20.07.2022)
- Yanıktepe, B., Kara, O. ve Parlak, T. K. (2021). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye. *OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(3): 452-465.
- Yegül, U., Eminođlu, M. B. ve Türker, U. (2019). Buğdayın verimi ve kalite parametrelerinin toprağın elektriksel iletkenliği ile ilişkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Dergisi*, 16(3): 271-272.