

Finansal Gelişme ve İnovasyon, Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimini Artırıyor mu?*

Does Financial Development and Innovation Increase Renewable Energy Production in Turkey?

Emrah Doğan** - Başak Özarslan Doğan***

Abstract: Energy is one of the most important inputs to increase economic growth in today's economies. When energy consumption increases, the output increases and accordingly an increase in economic growth is observed. As it is known, Turkey has adopted an export-based growth model. Increasing production based on export-led growth model brought higher energy demand. This has led to an increase in energy imports and thus high foreign energy dependence. With the increase in industrialization and population in recent years, renewable energy sources have gained importance as an alternative source of energy to meet the increasing energy demand. In this context, countries have turned their attention from fossil energy sources to renewable energy sources in order to reduce foreign dependence in energy as well as to increase environmental quality. The aim of the study is to investigate the impact of financial development and innovation on renewable energy production in Turkey for the period 1968-2015. In this context, real GDP and CO₂ emissions, which are assumed to have an impact on renewable energy production, are included in the model, as well as the variables of renewable energy production, innovation and financial development. The relationship between the variables was investigated using the ARDL Bounds Test approach. According to the estimation results of the study, it was found that financial development, innovation and GDP have a positive and statistically significant effect on renewable energy production. On the other hand, the study found that the effect of CO₂ emission on renewable energy production is statistically significant and negative.

Structured Abstract: The use of energy, which has become a necessity and accepted as an economic input at the turning points of human history, such as population growth, increase in mass production, and technological progress, is a frequently discussed topic by researchers, as is the question of the source from which it is obtained today. Many countries in the world, especially developed countries, are turning to alternative sources of energy

* Bu çalışma İstanbul Gelişim Üniversitesinde 17-19 Nisan 2019 tarihleri arasında düzenlenen 3rd. International Conference on Economics, Finance and Management 2019’da sunulan “Türkiye’de Finansal Gelişim, İnovasyon ve Temiz Enerji Üretimi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı” başlıklı bildirinin yeniden gözden geçirilmiş ve düzenlenmiş halidir.

** Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bil. Fak., Uluslararası Ticaret ve Finansman (İngilizce) Bölümü

Asst. Prof. Dr., İstanbul Gelişim University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Department of International Trade and Finance (English)

ORCID 0000-0001-9870-5719

emdogan@gelisim.edu.tr

*** Doktora Öğrencisi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı

PhD Candidate, Anadolu University, Institute of Social Sciences, Department of Economics

ORCID 0000-0002-5126-7077

bozarslan@anadolu.edu.tr

Cite as/ Atıf: Doğan, E., & Doğan, B. Ö. (2021). Finansal gelişme ve inovasyon, Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimini artırıyor mu?. *Turkish Studies - Economy*, 16(2), 783-797. <https://dx.doi.org/10.47644/TurkishStudies.47359>

Received/Geliş: 04 November/Kasım 2020

Checked by plagiarism software

Accepted/Kabul: 20 June/Haziran 2021

Published/Yayın: 25 June/Haziran 2021

CC BY-NC 4.0

production to meet today's needs, especially without sacrificing the rights of future generations. Other reasons for this orientation include the fact that fossil energy resources cause irreparable damage to the earth during the extraction, production, and use phases, cause climate change, and lead to political crises between countries due to their inhomogeneous distribution across the globe. In energy production, countries have preferred renewable energy sources in recent years to ensure sustainability, reduce dependence on foreign countries for energy by using fully domestic resources, and ensure energy security. In this case, the need for acceleration of renewable energy oriented energy transformation increases. Progress in clean energy resources requires significant investment and innovation. In this context, the return on investment in renewable energy, especially in the period up to the 1990s, was subject to uncertainty. In addition, the investments to be made in this area had a cost disadvantage compared to fossil fuels. In the early 1990s, as scientific knowledge about clean energy increased with discussions about climate change, awareness increased among both investors and the public. With the effect of this awareness, measures were introduced to reduce external dependence in energy and increase environmental quality. Compared to this increase, the use of renewable energy in Turkey is not yet at the desired level. The main reasons are insufficient investment incentives in this field, insufficient support and long-term financing problems for investments. From this point of view, the expansion of financing resources for renewable energy needs is of great importance for increasing the use of renewable energy. The most important determinant for the expansion of financing resources is the strong infrastructure of the financial system. This is because a financial system with strong infrastructure triggers growth in the economy and increases energy use. Especially when considering developing countries, development in the financial system increases the alternative financial resources that can be used for energy investment. This in turn contributes to renewable energy production by encouraging the use of new technologies. On the other hand, a developed financial system provides easier access to the resources needed for renewable energy production, which increases investment in this area and provides the basis for producing the needed energy. Another important factor in increasing the use of renewable energy is technology. Technological development is addressed as patent applications, R&D investment and developments in innovation. In this framework, technological development leads to increase in productivity through the increase in R&D investment and number of patent applications and innovation. This increase in efficiency helps to make this sector more attractive by reducing the cost of investment in renewable energy with high initial installation costs, thus contributing to the increase in renewable energy production. In this study, the effects of innovation and financial development on the production of renewable energy, which is called clean energy, were investigated using the ARDL Bound Test method, with the 1968-2015 dataset. According to the results of the ARDL cointegration test, it was found that there is a cointegrated relationship between the variables. According to the analysis results based on ARDL Bound test approach, it was found that innovation, one of the factors believed to affect energy production, has a statistically significant and positive effect on renewable energy. Since renewable energy production is known to require a high level of technology, it is unlikely that renewable energy production will increase in countries where innovation is low. Therefore, as indicated in the results of the study, innovation increases are one of the driving forces in renewable energy production in Turkey when competition and productivity increases provided by innovations are taken into account. Another finding of the study is related to financial development. According to the estimation results obtained, financial development affects renewable energy production in a statistically significant and positive way. In other words, financial development is a factor that contributes positively to renewable energy generation. As Turkey has a more developed financial system, access to capital becomes easier and cheaper, and financial resources are expanded. This will facilitate investment in renewable energy generation with alternative financing methods and increase renewable energy generation. The GDP variable, another factor hypothesised to affect renewable energy production, has a statistically significant and positive effect on renewable energy production, similar to innovation and financial development. This result can be evaluated in the sense that higher income accelerates the increase in renewable energy production, taking into account the higher cost of renewable energy production compared to fossil fuels. In other words, increases in income in the Turkish economy facilitate access to technologies required for renewable energy production and use, while increasing the possibility of developing them. On the other hand, it was found that there is a statistical and negative relationship between CO₂ emission and renewable energy production. This result means that the increase of investment in renewable energy supports the diffusion of green technologies, so that the widespread use of these technologies reduces environmental problems.

Keywords: Macro Economics, Renewable Energy, Innovation, Financial Development, ARDL, Turkey

Öz: Enerji, günümüz ekonomilerinde ekonomik büyümeyi artırmak için kullanılan en önemli girdilerden biridir. Enerji kullanımı arttıkça üretim miktarı artmakta ve buna bağlı olarak ekonomik büyümede artış gözlenmektedir. Bilindiği üzere Türkiye ihracata dayalı bir büyüme modelini benimsemiştir. İhracata dayalı büyüme modeline dayalı olarak artan üretim, daha fazla enerji ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Bu, enerji ithalatında bir artışa ve dolayısıyla enerjide yüksek bir dışa bağımlılığa yol açmıştır. Bunun yanı sıra son yıllarda sanayileşmenin ve nüfusun da artmasıyla beraber, artan enerji talebinin karşılanmasında alternatif enerji kaynağı olarak yenilenebilir enerji kaynakları daha önemli bir hale gelmiştir. Bu kapsamda hem enerjide dışa bağımlılığı azaltmak hem de çevre kalitesini artırmak amacıyla ülkeler dikkatlerini fosil enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmişlerdir. Çalışmanın amacı, 1968-2015 dönemi için Türkiye’deki finansal gelişim ve inovasyonun yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu bağlamda çalışmada yenilenebilir enerji üretimi, inovasyon ve finansal gelişme değişkenlerinin yanı sıra yenilenebilir enerji üretimi üzerinde etkisi olduğu düşünülen reel GSYH ve CO₂ emisyonları da modele dahil edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki ARDL Sınır Testi yaklaşımı ile incelenmiştir. Çalışmanın tahmin sonuçlarına göre, finansal gelişim, inovasyon ve GSYH’nin yenilenebilir enerji üretimi üzerinde pozitif ve istatistiki olarak anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan çalışmada CO₂ emisyonlarının yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisi istatistiki olarak anlamlı ve negatif olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Makro İktisat, Yenilenebilir Enerji, İnovasyon, Finansal Gelişim, ARDL, Türkiye

Giriş

Nüfus artışı, kitlesel üretimdeki artış ve teknolojik ilerlemeler gibi insanlık tarihinin dönüm noktalarında bir ihtiyaç olarak önemi artan ve iktisadi bir girdi olarak kabul edilen enerjinin, günümüzde kullanılması kadar hangi kaynaktan elde edildiği de araştırmacılar tarafından sıklıkla tartışılan bir konu olmaktadır. Özellikle gelecek nesillerin hakkından feragat etmeden bugünkü ihtiyaçları karşılamak için başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok dünya ülkesi enerji üretiminde alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Bunun yanı sıra, fosil kökenli enerji kaynaklarının çıkarım, üretim ve kullanım aşamasında yeryüzüne telafisi olmayan zararlar vermesi, iklim değişikliğine sebep olması ve yeryüzüne homojen dağılmamalarından dolayı ülkeler arasında siyasi krizlere sebep olmaları bu yönelmenin diğer nedenlerini oluşturmaktadır.

Enerji üretiminde ülkeler sürdürülebilirliği sağlamak, tamamen yerli olan kaynakları kullanarak enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve enerji arz güvenliklerini sağlamak için son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etmektedirler. Bu durumda yenilenebilir enerji yönlü enerji dönüşümünün ivmelenmesi ihtiyacını artırmaktadır. Temiz enerji kaynakları konusunda ilerlemek, önemli yatırım ve yenilikler gerektirmektedir. Bu bağlamda özellikle 1990’lı yıllara kadarki süreçte yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların getirisi belirsizlikler içermekteydi. Buna ek olarak söz konusu alana yapılacak yatırımlar fosil kökenli enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında maliyet dezavantajına sahipti. 1990’lı yılların başlarında iklim değişikliği tartışmaları ile beraber temiz enerji konusunda yapılan bilimsel kanıtlar arttıkça gerek yatırımcı açısından gerekse kamusal farkındalıkta artışlar yaşanmıştır. Bu farkındalığın etkisiyle enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasına ve çevresel kalitenin artırılmasına yönelik politikalar izlenmeye başlanmıştır.

Türkiye’de ise yenilenebilir enerji kullanımının artışı 2005 yılından sonra hız kazanmıştır. Öyle ki 2010 yılında Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanım kapasitesi yaklaşık 17 bin MW iken, 2019 yılında bu oran yaklaşık 44 bin MW’a yükselmiştir (IRENA, 2020). Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı bu artışa göre halen daha istenilen seviyede değildir. Bunun sebeplerinin başında ise bu alanda yapılacak yatırım teşviklerinin yetersiz olması, yeterince desteklenememesi ve yatırımların uzun vadeli finansman sorunları gelmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji ihtiyacına yönelik finansman kaynaklarının genişlemesi yenilenebilir enerji kullanımının artışında büyük önem arz etmektedir. Finansman kaynaklarının artışının temel belirleyicisi konumundaki faktör ise finansal sistemin altyapısının güçlü olmasıdır. Çünkü altyapısı güçlü bir finansal sistem, ekonomide büyümeyi tetikleyerek enerji kullanımını da artırmaktadır. Özellikle gelişmekte olan

ülkeler açısından değerlendirildiğinde finansal sistemdeki gelişme, enerji yatırımlarında kullanılabilir alternatif finansal kaynakları artırmaktadır. Bu da yeni teknoloji kullanımını teşvik ederek yenilenebilir enerji üretimine katkı sağlamaktadır. Diğer yandan gelişmiş bir finansal sistem yenilenebilir enerjinin üretilmesinde gerekli olan fonlara daha kolay ulaşım imkanı vermekte ve bu da söz konusu alana olan yatırımları artırarak, ihtiyaç duyulan enerjinin üretilmesine zemin hazırlamaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasında önemli olan bir diğer faktör ise teknolojidir. Teknolojik gelişme, patent başvuruları, Ar-Ge yatırımları ve inovasyondaki gelişmeler olarak ele alınmaktadır. Bu çerçevede, teknolojinin gelişmesi Ar-Ge yatırımları ve patent başvuru sayılarının artışıyla beraber inovasyonun da sağlanmasıyla beraber verimlilik artışı yaratmaktadır. Söz konusu verimlilik artışı ise ilk kurulum maliyetleri yüksek olan yenilenebilir enerji yatırımlarının, maliyet kaleminde azalış yaratarak bu alanın daha cazip hale gelmesine yardımcı olmakta ve bu sayede yenilenebilir enerji üretiminin artışına katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı da finansal gelişme düzeyi, inovasyon ile yenilenebilir enerji kaynakları üretimi arasında bir ilişki olup olmadığını ampirik olarak belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada, 1968- 2015 yılları veri setiyle, inovasyon ve finansal gelişmenin temiz enerji olarak nitelendirilen yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkileri, ARDL Sınır Testi metodolojisi ile araştırılmıştır. Bu bağlamda, söz konusu etkiler tespit edilerek çalışmanın politika yapıcı ve karar alıcılar ile literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada ilk olarak yenilenebilir enerji, finansal gelişme ve inovasyon ilişkisi teorik boyutta incelenecektir. İkinci olarak, yapılan çalışmaya ilişkin literatür taramasına yer verilecek ve son olarak ise yenilenebilir enerji, finansal gelişme ve inovasyon ilişkisi ampirik olarak incelenek ve çalışma sonuç ve politika önermeleri ile son bulacaktır.

Yenilenebilir Enerji, Finansal Gelişme ve İnovasyon İlişkisi

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri enerjinin ortaya çıkması, geliştirilmesi ve çeşitli kaynaklardan elde edilmesine olanak tanıyan kavram insan ihtiyaçlarıdır. İktisadi olarak sıkça kullanılan ‘insan ihtiyaçlarının sonsuzluğu’ kavramı, bu ihtiyaçları karşılamada kullanılacak kaynakları da sürekli olarak geliştirme fikrinin temelini oluşturan yenilik yaratma yani inovasyon sürecini de tetiklemektedir. İlk defa Joseph Schumpeter tarafından ortaya atılan inovasyon kavramı ilerlemenin ve ekonomik kalkınmanın temel dinamiği olarak tanımlanmaktadır (Oğuztürk & Özarslan, 2018). Bu kapsamda yenilenebilir enerji üretimi üzerinde etkisi olduğu düşünülen faktörlerden biri inovasyondur.

İnovasyon süreci çeşitli şekillerde ortaya çıkmaktadır fakat ele alınan konu hakkında Ar-Ge çalışmaları yapmak en temel inovasyon şeklidir (Tüylüoğlu & Saraç, 2012). GSYH içerisinde Ar-Ge harcamalarına ayrılan pay gelişmiş ülkelerde daha fazla olmasına karşın, gelişmekte olan ülkelerde son yıllarda Ar-Ge harcamalarını artırıcı politikalar izlenmektedir. Özellikle enerji alanında yapılan Ar-Ge harcamaları Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için enerjide dışa bağımlılığı azaltması bakımından hayati önem taşımaktadır. İnovasyon kavramının yenilenebilir enerji alanında son yıllarda yoğunlaşmasının sebeplerinden biri de artık fosil ve nükleer enerji kaynaklarında bilinmeyen alanların, toplam enerji üretimi konusunda çok az bir miktarı temsil etmesinden kaynaklanmaktadır (Bayramoğlu, 2018: 40). Yani teknolojik ilerlemelerle söz konusu kaynakların kullanımını artırmak neredeyse imkansız bir hale gelmiştir. Bu sebeple inovasyon veya teknolojik yeniliğin, temiz enerji alanında kendine daha çok yer bulacağı düşünülmektedir.

Diğer yandan çevre bilincinin geliştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmalar akademik çevrelerde önceleri çok önemsenmemiştir. Sanayi Devrimi ile başlayan ve giderek artan kitlesel üretimler ve endüstrileşmenin sonucu olarak dünya çapında birçok ekolojik sorun son yıllarda artış göstermektedir. Küresel ısınma kavramının gündemi yoğun şekilde işgal etmesiyle beraber söz konusu çevresel bozulmaları azaltıcı politikalar gerek firma bazında gerekse ülkeler bazında uygulanmaya başlanmıştır. Çevresel tahribatları önlemeye yönelik politikalar sayesinde firmalar için

temiz enerjiyi kullanmaya ve üretmeye yönelik yeni rekabet alanları ortaya çıkmıştır. İlk başlarda maliyet açısından dezavantaja sahip olan bu alanlar sonraki yıllarda teknolojik gelişmelerin etkisiyle beraber firmalar için avantaj oluşturmaktadır (Russo & Fouts, 1997). Bu avantajı en iyi şekilde kullanmak isteyen ülke ve firmalar inovasyon tabanlı Ar-Ge harcamalarını temiz enerji kullanımından yana artırıcı politikalarından izlemektedirler.

Çalışmada yenilenebilir enerji üzerinde etkisinin olduğu düşünülen bir diğer önemli faktör ise finansal gelişmedir. Finansal gelişme; ekonomide finansal araçların kullanılabilirliğinin artması ve yaygınlaşması olarak ifade edilmektedir. Finansal gelişme, yenilenebilir enerji üretimini birkaç yoldan etkilemektedir. Buna göre ilk olarak gelişmiş bir finansal piyasa, yurt içi yatırımların genişlemesine neden olarak doğrudan yabancı sermaye akışının hızlandırılmasına olanak tanımaktadır. Bu ise yeni teknolojileri ve kullanım bilgisinin aktarımını sağlamaktadır. Tüm bu faktörler, ülkenin rekabet gücünü artırmak için gerekli olan koşullara zemin hazırlamaktadır. Dolayısıyla finansal gelişme ülkenin endüstriyel açıdan büyümesine katkıda bulunmaktadır. Böylelikle ülkede yeni altyapı oluşması için talep yaratarak enerjiye olan talebi artırmaktadır (İslam vd., 2013; Mert & Çağlar, 2016). Bu noktada artan enerji talebinin karşılanmasında ise fosil yakıtlara alternatif olan yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilmesi büyük önem taşımaktadır.

Finansal sistemin gelişmiş olmasının yenilenebilir enerjiyi etkilediği ikinci bir yol ise finansal gelişmenin yatırım maliyetlerinde azalmaya neden olarak bu alandaki yatırımları teşvik etmesidir. Bu ise yenilenebilir enerji üretiminin artmasına katkıda bulunmaktadır. Öyle ki gelişmiş bir finansal sistem, bir yandan firmaların likidite riskini azaltarak uzun vadede verimli enerji teknolojilerinin geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan fonların toplanmasına destek olmaktadır. Böylelikle toplanan fonların düşük üretim verimliliğine sahip olan geleneksel enerjiden, yenilenebilir enerjiye doğru dağıtımını gerçekleştirilmiş olmaktadır. Bunun yanısıra finansal gelişme, finansal hizmetlerin hem niceliğinde hem de niteliğinde artış sağlayarak işletmelerin kredilere daha kolay ulaşmasına imkan tanımaktadır. Bu sayede artan kredi imkanları ise işletmelere yeşil ürünlerin dikkate alındığı üretim yöntemleri için yatırım yapma fırsatı sunacak ve yenilenebilir enerjinin üretimine destek olacaktır (Tamazian vd., 2009; Tamazian & Rao, 2010; Yuxiang & Chen, 2011; Koçak, 2017: 539). Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından finansal gelişme, yeni teknoloji kullanımını teşvik ederek temiz enerji üretimi için destek sağlamaktadır. Dünyanın birçok bölgesinde temiz enerjiye yapılan başlangıç maliyeti yüksek düzeylerde seyretmektedir. Bu sebepten finansal gelişme, finansal hizmet ve teknoloji kanalıyla yenilenebilir enerjinin gelişimi için oldukça büyük bir öneme sahiptir (Brunnschweiler, 2009).

Literatür Taraması

Enerji konusu iktisat literatüründe oldukça geniş yer tutan konuların başında gelmektedir. Buna karşın yapılan çalışmalar genellikle fosil kaynakları da içinde barındıran enerji üretiminin veya tüketiminin ekonomik büyümeye etkisini ölçmeye yöneliktir. Diğer taraftan yenilenebilir enerji üretiminin hangi kanallar vasıtası ile ölçüleceğini ifade eden çalışmalar oldukça sınırlı düzeyde kalmaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmanın iktisat literatüründeki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Aşağıda yenilenebilir enerji, finansal gelişme ve inovasyon ilişkisinin ortaya konduğu seçilmiş literatür yer almaktadır.

Brunnschweiler (2009), 119 ülke için yaptığı çalışmada, finans sektörünün yenilenebilir enerji üzerindeki rolünü 1980-2006 dönemi için panel veri yöntemi ile incelemiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda finansal sistemin gelişmesi, özellikle ticari bankacılık, üretilen yenilenebilir enerji miktarı üzerinde önemli bir olumlu etkiye sahip olduğu ve özellikle rüzgar, güneş, jeotermal ve biyokütle gibi hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerjiler açısından bu etkinin büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gan ve Smith (2011) OECD ülkeleri için teknoloji ve inovasyonu temsil eden Ar-Ge harcamalarının yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisini panel regresyon analizi ile 1994-2013

dönemi için analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda Ar-Ge harcamalarının, yenilenebilir enerji üretimi üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.

Popp vd. (2011) 26 OECD ülkesi için panel regresyon analizi yardımıyla 1991-2004 döneminde teknolojik yenilik ve inovasyonu temsil eden patent sayılarının, yenilenebilir enerji üzerindeki üretimi üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışmada, teknoloji ve inovasyonun yenilenebilir enerji üretimi üzerinde teşvik edici bir etkisinin varlığına dair sonuçlar elde edilmiştir.

Lebe ve Akbaş (2015) yaptıkları çalışmada, finansal gelişme, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşmenin enerji tüketimi üzerindeki etkisini 1960-2012 dönemi yıllık verileriyle incelemişlerdir. Çalışmada DOLS, FMOLS modelleri kullanılmış ve ayrıca SVAR modeline dayalı etki tepki analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda ekonomik büyüme, sanayileşme ve finansal gelişmenin Türkiye’de enerji tüketimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu ortaya çıkarken kentleşmenin etkisinin ise sınırlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mert ve Çağlar (2016) Türkiye için yaptıkları çalışmada, 1970-2011 yıllarını ele alan dönemde finansal gelişmenin yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisini Hatemi-J yöntemiyle incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda yapılan çalışma sonucunda, yenilenebilir enerji kaynaklarından finansal gelişmeye doğru bir nedensellik bulunamazken, finansal gelişmedeki negatif şoklardan yenilenebilir enerji kaynaklarındaki negatif şoklara doğru bir nedenselliğin varlığı bulunmuştur.

Saibu ve Omoji (2016), Nijerya için 1981-2011 dönemi verileriyle yaptıkları çalışmada yenilenebilir enerji kullanımı, GSYH, ticari açıklık, finansal gelişme ve fosil yakıt kullanımı arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme modeli yardımıyla analiz etmişlerdir. Elde edilen analiz bulgularına göre söz konusu değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Geng ve Ji (2016), teknolojik yenilik ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ABD, Fransa, Almanya, İtalya, Kanada ve Japonya için 1980-2010 dönemi verileri yardımıyla panel eşbütünleşme yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda, uzun vadede teknolojik yenilik ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Al Mamun vd. (2018) yaptıkları çalışmada, finansal piyasaların gelişmesi, inovasyon ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki ilişkiyi OECD üyesi ülkeler için 1980-2015 dönemi için CCEP Modeli yardımıyla analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda gelişmiş finansal piyasaların, daha yüksek inovasyon kültürüne sahip ülkelerde daha temiz enerjiyi teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Eren vd. (2019) finansal gelişme ve yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi DOLS ve Granger Nedensellik testi yardımıyla 1971-2015 dönemi verileriyle Hindistan için araştırmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda, DOLS yöntemine göre inansal gelişme, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif etkiye sahipken, nedensellik testinde ise finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Ji ve Zhang (2019) yaptıkları çalışmada, 1992-2013 dönemi için VAR modeli yardımıyla finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Çin için analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda, finansal gelişmenin ele alınan dönem içinde yenilenebilir enerji tüketimini artırıcı etkisinin olduğu bulunmuştur.

Anton ve Nucu (2020) yaptıkları çalışmada, finansal gelişmenin üç farklı boyutu (bankacılık sektörü, tahvil piyasası ve sermaye piyasası) ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi AB-28 ülkeleri için 1990-2015 dönemi verileri ile panel sabit etkiler yöntemi aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucu, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketiminin payı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Model, Veri Seti ve Yöntem

Finansal gelişme ve inovasyonun yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkilerinin 1968-2015 yılları veri setiyle ölçüldüğü çalışma (1) numaralı denklem esas alınarak oluşturulmuştur.

$$CE=B_0+B_1INV+B_2FD+B_3CO_2+B_4GDP+ B_5KUKLA+ \varepsilon \quad (1)$$

Değişkenlere ait açıklama ise Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1: Değişkenler ve Açıklamaları

| Değişkenler | Açıklaması | Alındığı Kaynak | Beklenen İşaret |
|------------------|--|-------------------------------------|-----------------|
| Clean Energy- CE | Yenilenebilir enerji üretimi (hidrolik hariç) (kWh) | WDI | |
| İnnovation- INV | Toplam patent sayısı | WDI | + |
| FD | M2/GDP (%) - Finansal gelişmeyi temsilen kullanılmıştır | WDI | + |
| CO ₂ | CO ₂ emisyonu yoğunluğu/GDP (%) | WDI | - |
| GDP | Reel GSYH (2010 Sabit Fiyatlarıyla US\$) | WDI | + |
| Kukla | Çalışmada, incelenen dönemde yapısal kırılmaların tahmin sonucunu etkilememesi için, yapısal kırılma tarihlerini içeren dışsal kukla değişken kullanılmıştır | Yazarlar tarafından oluşturulmuştur | - |

Johansen ve Jesulius (1990: 170)’nın belirttiği üzere, zaman serileri yaygın olarak durağan bir süreç izlememe eğilimine sahiptirler. Bu nedenle durağanlık sürecinden uzak olan zaman serileri ise başta sahte regresyon sorunu olmak üzere modelin istikrarını ve güvenilirliğini etkileyici sorunlar yaratmaktadır (Granger & Newbold, 1974). Bu sorunların aşılması için serilerin durağan hale getirilebilmesi amacıyla fark alma işlemi yapılmakta ve bu sayede durağan olmayan seriler durağan hale getirilmektedir (Tarı & Yıldırım, 2009: 100).

Çalışmada finansal gelişim, inovasyon ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkinin incelenmesinde Pesaran vd. (2001) tarafından ortaya koyulan Autoregressive Distributed Lag (ARDL) yöntemi kullanılmıştır. Bu modelin tercih edilmesinde modelin sağlamış olduğu birtakım avantajlara sahip olması etkili olmuştur. Bu avantajlardan ilki; ARDL modelinde kullanılacak değişkenlerin durağanlık derecelerinin I(0) veya I(1) derecesinde durağan olması şartı olmadan analizin yapılabilmesidir (Pesaran vd., 2001:29). Bununla birlikte, modelde elde edilen kısıtsız hata hata düzeltme modeli (UECM) uzun dönemde herhangi bir bilgi kaybı olmaksızın, kısa dönem dinamiklerle uzun dönem dinamikler arasındaki ilişkinin analizinde fayda sağlamaktadır (Shahbaz & Lean, 2012: 475). Diğer bir anlatımla modelde elde edilen kısıtsız hata düzeltme modeli Engle-Granger yöntemine kıyasla daha güvenilir sonuçlar ortaya koymaktadır (Narayan & Narayan, 2005: 429).

ARDL modelinin analizi ise üç aşamada yapılmaktadır. Model de ilk olarak değişkenler arasındaki eşbütünleşmenin olup olmadığı tespit edilmektedir. Sonrasında ise değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edildikten sonra, modelin uzun dönem katsayıları hesaplanmaktadır. Modelin analizinde son aşamada ise modeldeki kısa dönem dinamikleri tespit

etmek amacıyla hata düzeltme modeli kurulmaktadır (Narayan & Smyth, 2006: 337). Buna göre çalışmada elde edilen modelin ARDL formu aşağıdaki (2) numaralı denklemde ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned} \Delta \text{LNCE} = & \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_1 \Delta \text{LNCE}_{t-p} + \sum_{i=1}^m \beta_2 \Delta \text{LNINV}_{t-p} + \sum_{i=1}^v \beta_3 \Delta \text{AFD}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_4 \Delta \text{CO}_2 \text{ }_{t-p} + \sum_{i=1}^q \beta_5 \Delta \text{LGDP}_{t-p} \\ & + \beta_6 \Delta \text{LNCE}_{t-1} + \beta_7 \Delta \text{LINV}_{t-1} + \beta_8 \Delta \text{AFD}_{t-1} + \beta_9 \text{CO}_2 \text{ }_{t-1} + \beta_{10} \text{LGDP}_{t-1} + \beta_{11} \text{Kukla} + \beta_{12} \text{Trend} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

ARDL modelinin tahmininde yukarıda verilen eşitlik 2 yardımıyla öncelikle modele uygun gecikme uzunluğu tespit edilmektedir. Modele ilişkin uygun gecikme uzunluğu tespit edildikten sonra ise aşağıda yer verilen hipotezler yardımıyla eşbütünleşme ilişkisi sınanmaktadır. Modelde hipotezler sınanırken F istatistik değeri hesaplanmakta ve bu değer iki kritik sınır değerle karşılaştırılarak eşbütünleşme ilişkisinin varlığı belirlenmektedir. Modelde hesaplanan F istatistik değeri alt ve üst sınır değeri şeklinde ifade edilen iki kritik sınır değerinden, üst sınır değerinden büyük olması durumunda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır şeklinde yorumlanabilmektedir. F istatistik değeri alt sınır değerden küçük olması durumunda ise değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur şeklinde değerlendirilmektedir. Öte yandan hesaplanan F istatistik değeri alt ve üst sınır değerlerin arasında kalmakta ise eşbütünleşme ilişkisinin varlığı konusunda kesin bir değerlendirme yapılamamaktadır. Bu çerçevede kurulan hipotezler aşağıda ifade edilmektedir.

$$H_0: \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = 0$$

$$H_1: \beta_6 \neq \beta_7 \neq \beta_8 \neq \beta_9 \neq \beta_{10} \neq 0$$

2'nolu eşitliğe göre hesaplanan F istatistik değeri neticesinde bulunan eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespitinden sonra 3 ve 4'nolu eşitlikler yardımıyla modele ait uzun dönem katsayıları ve kısa döneme ait katsayıları gösteren ARDL hata düzeltme modeli analizi yapılır.

$$\text{LNCE} = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \text{LNCE}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \text{INV}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \text{FD}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \Delta \text{CO}_2 \text{ }_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{5i} \Delta \text{LGDP}_{t-p} + \beta_6 \text{Kukla} + \beta_7 \text{Trend} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{LNCE} = & \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \text{LNCE}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \text{INV}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} \Delta \text{FD}_{t-p} + \sum_{i=1}^p \beta_{4i} \Delta \text{CO}_2 \text{ }_{t-p} + \\ & \sum_{i=1}^p \beta_{5i} \Delta \text{LGDP}_{t-p} + \beta_6 \text{Kukla} + \beta_7 \text{Trend} + \\ & \beta_8 \text{ECM}_{t-1} \end{aligned} \quad (4)$$

Eşitlik 4'de yer alan hata düzeltme terimi ECM_{t-1} değişkeni ARDL modelinin uzun döneminde elde edilen kalıntıların bir önceki dönem değerini ifade etmektedir ve β_8 katsayısı, kısa dönemde yaratılan dengesizliğin uzun dönemde ne kadarının giderileceğini göstermektedir.

Ampirik Bulgular

Çalışmada öncelikle modelin tahmininde gerçekçi olmayan sonuçlar elde etmekten kaçınmak için model tahmininde kullanılan serilerin durağanlık dereceleri belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmada literatürde sıklıkla kullanılan durağanlık testlerinden Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) (1981) ve Phillips- Peron (PP) (1988) birim kök testleri yapılmış ve elde edilen test sonuçları Tablo 2' de gösterilmektedir.

Tablo 2: ADF ve PP Birim Kök Test İstatistiği Sonuçları

| Değişkenler | ADF | PP |
|-------------|-----------------|-----------------|
| LNCE | -1,19 (0,8900) | -1,19 (0,8900) |
| D(LNCE) | -9,01 (0,0000)* | -8,39 (0,0000)* |
| LNINV | -2,85 (0,1800) | -2,42 (0,3600) |

| | | |
|---------------------|-----------------|------------------|
| D(LNİNV) | -5,50 (0,0002)* | -5,50 (0,0000)* |
| FD | -1,00 (0,7400) | -0,58 (0,8600) |
| D(FD) | -9,02 (0,0000)* | -13,07 (0,0000)* |
| CO ₂ | -2,01 (0,5700) | -1,84 (0,6600) |
| D(CO ₂) | -8,11 (0,0000)* | -10,28 (0,0000)* |
| LNGDP | -2,58 (0,2800) | -2,76 (0,2100) |
| D(LNGDP) | -6,47 (0,0000)* | -6,47 (0,0000)* |

Not: * işareti %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. Testlerin deterministik spesifikasyonu sabit ve trendi içermektedir.

Elde edilen durağanlık testi sonuçlarına göre, değişkenlerin düzeyde durağan olmadığı (I(0)) ve birinci farkları alındıktan sonra durağanlaştığı (I(1)) Tablo 2’de görülmektedir.

Çalışmada ele alınan değişkenlere ilişkin yapılan Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) (1981) ve Phillips- Peron (PP) (1988) birim kök testleri geleneksel birim kök testlerinden olduğundan kriz, şok gibi yapısal kırılmalar durumunda testlerin gücü düşebilmektedir. Bu nedenle çalışmada ele alınan dönemde yapısal kırılmalardan kaynaklı olarak birim kök olabileceği varsayımı ile Clemente vd. (1998) tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı birim kök testi ile de araştırılmıştır ve elde edilen test sonuçlarına Tablo 3’de yer verilmiştir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre çalışmada ele alınan tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmadığı (I(0)) ve birinci farkları alındıktan sonra durağan hale geldikleri gözlenmektedir. Elde edilen birim kök testi sonuçları, geleneksel birim kök testleri ile yapısal kırılmalı birim kök testlerinin sonuçlarının tutarlı olduğu yönünde değerlendirilebilir.

Tablo 3: Clemente-Montanes-Reyes (CMR) Birim Kök Test İstatistiği Sonuçları

| Değişkenler | du1 | Kırılma Dönemi | (rho - 1) |
|---------------------|--------|----------------|-----------|
| LNCE | 3,48 | 2005 | -2,372 |
| D(LNCE) | 3,30 | 1984 | -9,237 |
| LNINV | 2,278 | 1996 | -2,415 |
| D(LNİNV) | 1,828 | 2002 | -7,366 |
| FD | 2,359 | 1992 | -1,998 |
| D(FD) | 2,311 | 1979 | -6,192 |
| CO ₂ | 1,006 | 1983 | -2,719 |
| D(CO ₂) | -2,211 | 1991 | -7,763 |
| LNGDP | 1,648 | 2001 | -1,011 |
| D(LNGDP) | 1,264 | 2000 | -5,411 |

Not: CMR Testi kritik değeri %5 anlamlılık düzeyinde -4,270’dir.

Değişkenlerin durağanlık düzeyleri tespit edildikten sonra değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilmesi gerekmektedir. Çünkü ancak modelde yer alan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı halinde uzun dönemli ve kısa dönemli ilişkilerin araştırılması uygun olmaktadır. Bu bağlamda değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilerin varlığını araştırmak için ARDL sınır testi uygulanmıştır. Bunun için ise öncelikle 2 numaralı eşitlik tahmin edilerek F sınır testi değeri hesaplanmıştır. Kritik değerlere dayanan eşbütünleşmeye yönelik test sonuçları Tablo 4’de ifade edilmektedir.

Tablo 4: ARDL(1,0,0, 0,0) Modeline İlişkin Eşbütünleşme Test Sonuçları

| k | F istatistiği | Alt Sınır (%5) | Üst Sınır (%5) |
|---|---------------|----------------|----------------|
| 4 | 5,88 | 3,47 | 4,57 |

Tablo 4’de yer verilen test sonuçlarına göre F istatistik değeri Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanan kritik alt ve üst değerlerden büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi mevcuttur yorumu yapılabilir. Bu aşamayı takiben değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkileri belirlemek amacıyla ARDL modeli kurulabilmektedir. Finansal gelişim, inovasyon ve yenilenebilir enerji üretimi arasındaki ilişkinin tahmin edilmesi amacıyla oluşturulan modelde uygun gecikme uzunluğu belirlendikten sonra ARDL uzun dönem katsayıları Tablo 5’de ifade edilmektedir. Tablo 5’de inovasyon, finansal gelişim ve GSYH’nın yenilenebilir enerji üretimi üzerinde beklendiği gibi pozitif ve anlamlı bir etkisi varken, CO₂ emisyonunun istatistiki olarak anlamlı ve negatif bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Tablo 5: ARDL (1,0,0, 0,0) Modeline İlişkin Uzun Dönem Katsayıları

| Değişkenler | Katsayı | t istatistik | Prob. |
|-----------------|---------|--------------|----------|
| LOGINV | 0,88 | 2,147 | 0,038** |
| FD | 10,623 | 2,626 | 0,012** |
| CO ₂ | -15,342 | -2,748 | 0,009*** |
| LNGDP | 7,318 | 2,590 | 0,013** |

Not: * 0,10, **0,05 ve *** 0,01 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 5’e göre %1’lik inovasyon artışının yenilenebilir enerji üretimini 0,88 oranında artıracığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç inovasyonun yenilenebilir enerji için ne kadar önemli olduğu şeklinde değerlendirilebilir. Diğer yandan finansal gelişimdeki %1’lik artış yenilenebilir enerji kullanımını 10,623 oranında arttırmaktadır. Elde edilen bu sonuç yenilenebilir enerji üretimini artırmak için finansal gelişimin de en az inovasyon kadar önemli olduğuna işaret etmektedir. GSYH’daki %1’lik artışın ise yenilenebilir enerjiyi 7,318 oranında artıracığı görülmektedir. Öte yandan CO₂ emisyonunda %1’lik artış yenilenebilir enerji kullanımını -15,342 oranında azaltmaktadır.

Tablo 6: ARDL (1,0,0, 0,0) Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

| Değişkenler | Katsayı | t- istatistik | Prob. |
|-------------|---------|---------------|-------|
| SABİT | -73,88 | -5,706 | 0,000 |
| KUKLA | -1,159 | -4,457 | 0,000 |
| @TREND | -0,130 | -5,182 | 0,000 |
| ECM(-1) | -0,428 | -7,132 | 0,000 |

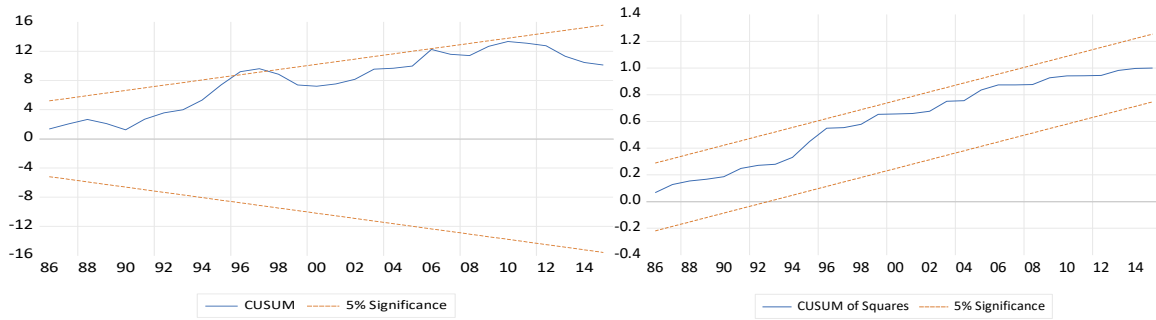
Hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması beklenmektedir. Tablo 6’da ifade edilen hata düzeltme katsayısı beklendiği gibi negatif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Buna göre elde edilen hata düzeltme katsayısı ise -0,42 olarak hesaplanmıştır. Yani t-1 dönemindeki sapmanın yüzde 42’si t döneminde düzeltilmektedir.

Tablo 7: Modele İlişkin Tanısal ve Değerlendirme Test İstatistikleri

| | | | |
|--------------------------|---------------|------------|-------------|
| R ² | 0,95 | AIC | 1,016 |
| Log likelihood | -15,87 | SIC | 1,33 |
| Breusch-Godfrey LM Testi | 0,003(0,95) | ARCH Testi | 0,064(0,80) |
| F İstatistiği | 125,75 (0,00) | | |

Not: () prob değerlerini göstermektedir.

Tablo 7’de yer verilen tanısal ve değerlendirme test istatistikleri sonuçlarına göre ise otokorelasyonun varlığının araştırıldığı Breusch-Godfrey LM testi modelde otokorelasyon sorunu olmadığını, değişen varyansın varlığının araştırıldığı ARCH testi sonucu ise modelde değişen varyans sorununun olmadığını göstermektedir.

**Şekil 1:** CUSUM ve CUSUM of Square Testleri

Modelin kısa ve uzun dönem katsayılarının istikrarını ölçmek için Şekil 1’de ifade edilen CUSUM ve CUSUM of Squares testleri yapılmaktadır. Söz konusu testlere göre, hata terimlerine yönelik test istatistikleri sonucu elde edilen eğriler %5 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içerisinde kaldığından dolayı modelin istikrarlı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Sonuç

Enerji, bir ekonomide çıktıyı artırmak için kullanılan en önemli girdi olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji kullanımı arttıkça, üretim miktarında ve buna bağlı olarak da ekonomik büyümede artış gözlemlenecektir. Türkiye ihracata dayalı olarak benimsediği büyüme modelinde artan üretimin sonucu olarak enerji ihtiyacının artmasıyla beraber enerjide yüksek oranda dışa bağımlı hale gelmiştir. Son yıllarda enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve çevresel kalitenin artırılması amacıyla Türkiye’de fosil kökenli enerji kaynaklarına alternatif olarak yenilenebilir enerji kullanımını artırmaya yönelik politikalar izlenmeye başlanmıştır.

Bu bağlamda yapılan çalışmada 1968-2015 yılları veri setiyle, inovasyon ve finansal gelişimin temiz enerji olarak nitelendirilen yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkileri ARDL Sınır Testi metodolojisi yardımı ile araştırılmıştır. ARDL eşbütünleşme testi sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşik bir ilişki vardır bulgusuna ulaşılmıştır. ARDL sınır testi yaklaşımına dayalı olarak yapılan analiz sonuçlarına göre ise yenilenebilir enerji üretimini etkilediği düşünülen faktörlerden inovasyonun yenilenebilir enerji üzerinde istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönde bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bilindiği üzere yenilenebilir enerji üretimleri yüksek teknolojiye ihtiyaç duyduğundan inovasyonların düşük derecede olduğu ülkelerde yenilenebilir enerji üretiminin artması çok olası değildir. Dolayısıyla çalışmada elde edilen bulgularında işaret ettiği üzere, inovasyonun sağladığı rekabet ve verimlilik artışları göz önünde

bulundurulduğunda, Türkiye’de inovasyon artışları yenilenebilir enerji üretiminde itici güçlerden biridir. Elde edilen bu bulgu Mamun vd. (2018)’nin ulaştığı sonuçlarla uyumludur.

Çalışmada elde edilen diğer bir bulgu ise finansal gelişmeye ilişkindir. Elde edilen tahmin sonuçlarına göre finansal gelişme yenilenebilir enerji üretimini istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilemektedir. Yani, finansal gelişme yenilenebilir enerji üretimine pozitif katkı sağlayan bir faktördür. Söz konusu bu sonuç, Çetin ve Bakırtaş (2018) ile benzerdir. Dolayısıyla Türkiye’nin daha gelişmiş bir finansal sisteme sahip olması sermaye erişimini daha kolay ve daha düşük maliyetli hale getireceğinden finansal kaynakları genişletecektir. Bu, alternatif finansman yöntemleriyle yenilenebilir enerji üretimine yönelik yatırımların yapılmasını kolaylaştıracak ve yenilenebilir enerji üretimini artıracaktır. Yenilenebilir enerji üretimini etkilediği düşünülen faktörlerden bir diğeri olan GSYH değişkeni de inovasyon ve finansal gelişme ile benzer şekilde, yenilenebilir enerji üretimini istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilemektedir. Elde edilen bu sonuç yenilenebilir enerji üretiminin fosil yakıtlara kıyasla daha yüksek maliyetli olduğu göz önünde bulundurulduğunda, daha yüksek gelirin yenilenebilir enerji üretimi artışını hızlandıracağı şeklinde değerlendirilebilir. Diğer bir ifade ile Türkiye ekonomisinde görülecek gelir artışlarının, yenilenebilir enerji üretimi ve kullanımı için gerekli olan teknolojilere erişimi kolaylaştıracağını ve aynı zamanda bunları geliştirme olasılığını artıracaktır. Elde edilen bu bulgu Bamati ve Raoofi (2020) ile paraleldir. Öte yandan CO₂ emisyonu ile yenilenebilir enerji üretimi arasında istatistiki ve negatif bir ilişki olduğu yönünde bulguya ulaşılmıştır. Söz konusu bu sonuç, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların artması yeşil teknolojilerin yaygınlaşmasına destek olduğundan, bu teknolojilerin yaygınlaşması çevresel sorunları azaltmaktadır. Ancak ulaşılan sonucun Nguyen ve Kakinaka (2019) tarafından da desteklediği gibi karbon emisyonlarında görülen artış kaynaklı çevresel sorunların artması, beraberinde yenilenebilir enerji üretimini azaltıcı etkide bulunmaktadır.

Bu çalışma da elde edilen bulgular; finansal gelişme, ekonomik büyüme ve inovasyon artışının, yenilenebilir enerji kullanımını artıracığı tezini desteklemektedir. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlarında desteklediği gibi daha gelişmiş bir finansal sistem, yüksek gelirle beraber yüksek derecede inovasyon kültürüne sahip olunması halinde temiz enerji olarak adlandırılan yenilenebilir enerji üretiminin artması mümkün gözükmektedir. Bunun için ise daha yüksek bir finansal gelişimle desteklenen, daha fazla enerji şirketinin yenilikçi düzeyde yenilenebilir enerji üretime yönelik yatırım yapmasına teşvik edilmesi gerekmektedir. Bunun gerçekleşmesi halinde yenilenebilir enerji üretimi artacak ve fosil yakıtların yarattığı çevresel tahribatlar önlenecektir. Son olarak, finansal gelişme, gelir ve inovasyon kültürünü tamamlayıcı olarak devletin yenilenebilir enerji üretimine yönelik geliştirdiği politikalar da önemli bir husustur. Başta fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımlara doğru teşvik artışları olmak üzere, çalışma sonuçlarında desteklediği üzere sera gazı emisyonlarının temiz enerji üretimi üzerindeki azaltıcı etkisini vergi ya da benzeri politikalarla önlemesi büyük öneme sahiptir.

Kaynakça

- Al Mamun, M., Sohag, K., Shahbaz, M., & Hammoudeh, S. (2018). Financial markets, innovations and cleaner energy production in OECD countries. *Energy Economics*, 72, 236-254. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.04.011>
- Bamati, N., & Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, 946-955. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.11.098>
- Bayramoğlu, T. (2018), Enerji ve İnovasyon, Enes Emre Başar ve Atakan Durmaz içinde, *Ekonomik ve Sosyal Eğilimler* (36-54), İmaj Yayınevi

- Brunnschwiler, C. N. (2009). Finance for renewable energy: An empirical analysis of developing and transition economies. *CER-ETH-Center of Economic Research at ETH Zurich, Working Paper*. (117).
- Clemente, Jesus, Antonio Montanes & Marcelo Reyes (1998), Testing for a Unit Root in Variables with a Double Change in the Mean”, *Economics Letters*, 59(italik(2): 175-182. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(98\)00052-4](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(98)00052-4)
- Çetin, M. A., ve Bakırtaş, İ. (2018). Finansal gelişmişliğin enerji tüketimi üzerindeki uzun dönemli etkileri: G-7 ülkeleri örneği. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(2), 37-54. <https://doi.org/10.26468/trakyasobed.502124>
- Granger, C. W., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of econometrics*, 2(2), 111-120. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
- Gregory, A.W., ve Hansen, B.E. (1996). Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts. *Journal of Econometrics*, 70, 99-126. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(69\)41685-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(69)41685-7)
- IRENA, International Renewable Energy Agency, 2018 <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=4&subTopic=16> (Erişim Tarihi: 12.03.2019)
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 52(2), 169-210. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>
- Koçak, E. (2014). Türkiye’de çevresel kuznets eğrisi hipotezinin geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3). 62-73.
- Lebe, F., & Akbaş, Y. E. (2015). Türkiye’de sanayileşme, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve kentleşmenin enerji tüketimi üzerindeki Etkisi: Çoklu yapısal kırılmalı bir araştırma. *Ege Academic Review*, 15(2).192-206.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2005). Estimating income and price elasticities of imports for Fiji in a cointegration framework. *Economic Modelling*, 22(3), 423-438. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2004.06.004>
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2006). What Determines Migration Flows from Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji–Us Migration 1972–2001. *Contemporary Economic Policy*, 24(2), 332-342. <https://doi.org/10.1093/cep/byj019>
- Nguyen, K. H., & Kakinaka, M. (2019). Renewable energy consumption, carbon emissions, and development stages: Some evidence from panel cointegration analysis. *Renewable Energy*, 132, 1049-1057. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.08.069>
- Oğuztürk, B. S., & Özaslan, A. (2018). Kalkınma ve İnovasyon İlişkisi: Türkiye, Almanya, İngiltere, Çin, Güney Kore, Japonya ve Singapur Üzerine Bir Araştırma. *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 23(1).
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Russo, M. V. ve Fouts, P.A. (1997). A Resource-Based Perspective on Corporate Environmental Performance and Profitability. *Academy of Management Journal*, 40(3), 534–559.
- Saibu, O. M., & Omoju, O. E. (2016). Macroeconomic Determinants of Renewable Electricity Technology Adoption in Nigeria. *Economic and Environmental Studies*, 16(1 (37)), 65-83.

- Tamazian, A., & Rao, B. B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy Economics*, 32(1), 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.04.004>
- Tarı, R. & Yıldırım, D. Ç. (2009). Döviz kuru belirsizliğinin ihracata etkisi: Türkiye için bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 95-105.
- Tüylüoğlu, Ş., & Saraç, Ş. (2012). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde inovasyonun belirleyicileri: Ampirik bir analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 7(1), 39-74.
- WEF, World Economic Forum, (2016). Global Competitiveness Report. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2016-2017-1>
(Erişim: 09.10.2018)
- Islam, F., Shahbaz, M., Ahmed, A.U., Alam, & Md, M. (2013). Financial Development and Energy Consumption Nexus in Malaysia: A Multivariate Time Series Analysis". *Economic Modelling*, 30, 435-441.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2016). "Yenilenebilir kaynaklı enerji ve finansal gelişme: Asimetrik nedensellik uygulaması". *IMUCO 2016*, 916.
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries. *Energy policy*, 37(1), 246-253.
- Tamazian, A., & Rao, B. B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy economics*, 32(1), 137-145.
- Yuxiang, K., & Chen, Z. (2011). Financial development and environmental performance: evidence from China. *Environment and Development Economics*, 16(1), 93-111.
- Koçak, E. (2017). Finansal gelişme çevresel kaliteyi etkiler mi? Yükselen piyasa ekonomileri için ampirik kanıtlar. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(3), 535-552.
- Ji, Q., & Zhang, D. (2019). How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China?. *Energy Policy*, 128, 114-124.
- Popp, D., Hascic, I., & Medhi, N. (2011). Technology and the diffusion of renewable energy. *Energy Economics*, 33(4), 648-662.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2016). Yenilenebilir kaynaklı enerji ve finansal gelişme: Asimetrik nedensellik uygulaması. *IMUCO 2016*, 916.
- Geng, J. B., & Ji, Q. (2016). Technological innovation and renewable energy development: evidence based on patent counts. *International Journal of Global Environmental Issues*, 15(3), 217-234.
- Eren, B. M., Taspınar, N., & Gokmenoglu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of the Total Environment*, 663, 189-197.
- Anton, S. G., & Nucu, A. E. A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330-338.

IRENA (2020), Renewable Energy Statistics 2020 The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Beyan ve Açıklamalar (Disclosure Statements)

1. Araştırmacıların katkı oranı beyanı / Contribution rate statement of researchers: Birinci Yazar/First author %60, İkinci Yazar/Second author %40

2. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir (No potential conflict of interest was reported by the authors).