

Yayın Geliş Tarihi (Submitted): 27/05/2025

Yayın Kabul Tarihi (Accepted): 18/12/2025

Makele Türü (Paper Type): Araştırma Makalesi – Research Paper

Please Cite As/Atıf için:

Uysal, M. and Doğan, O. (2025), Finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin analizi: Türkiye üzerine bir uygulama, *Nicel Bilimler Dergisi*, 7(2), 134-160. doi: 10.51541/nicel.11707115

FINANSAL GELİŞME VE ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN ANALİZİ: TÜRKİYE ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Mustafa UYSAL¹ ve Özgür DOĞAN²

ÖZ

Bu çalışmada Türkiye için 1985-2021 dönemi kapsamında finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ters-U şeklindeki ilişkiyi ifade eden Finansal Kuznets Eğrisi'nin varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla yenilenebilir enerji tüketimi bağımlı değişken, finansal gelişme açıklayıcı değişken, gayri safi yurtiçi hasıla ve yabancı doğrudan yatırım ise kontrol değişkenleri olarak kullanılmıştır. Finansal gelişme değişkeni olarak finansal piyasalar gelişim endeksi kullanılmış ve her bir değişkene ilişkin yıllık veriler kullanılmıştır. Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin araştırılmasında, durağanlık ilişkisi geleneksel ADF birim kök testi ve Sollis 2009 doğrusal olmayan birim kök testi ile, uzun dönem ilişkisi ise Hepsag 2021 doğrusal olmayan yumuşak geçişli asimetrik ESTAR eşbütünleşme testi ile analiz edilmiştir. Uzun dönem katsayıları OLS, FMOLS ve CCR testleri ile ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye'de finansal gelişme değişkeni ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ters-U şeklinde bir ilişkiye yani finansal kuznets eğrisi'nin varlığına ulaşılmıştır. Ayrıca ekonomik büyüme ve yabancı doğrudan yatırım ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında sırasıyla istatistiksel olarak anlamlı pozitif ve negatif

¹ Sorumlu Yazar, Doç. Dr., Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6377-2644>

² Dr. Öğr. Üyesi, Hopa İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1573-4042>

ilişkiler elde edilmiştir. Çalışma bulguları, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimine yönelik politikalar oluşturmaya yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Finansal Kuznets Eğrisi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Finansal Gelişme, Türkiye

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL DEVELOPMENT AND ENERGY CONSUMPTION: AN APPLICATION FOR TURKEY

ABSTRACT

The present study examines the presence of the Financial Kuznets Curve (FKC), which indicates an inverted U-shaped relationship between financial development (FD) and renewable energy consumption (REC), for Turkey for the period between 1985 and 2021. For this purpose, REC was used as the dependent variable, FD as the explanatory variable, and gross domestic product (GDP) and foreign direct investment (FDI) as control variables. The financial market development index was used as the proxy for FD, and annual data for all variables were analyzed. The stationarity of the variables was examined using the traditional ADF unit root test and the nonlinear unit root test introduced by Sollis (2009) to address the nonlinear relationship between FD and REC. Long-run relationships were analyzed using the nonlinear smooth transition asymmetric ESTAR cointegration test introduced by Hepsag (2021). Long-run coefficients were estimated using the OLS, FMOLS, and CCR methods. The results revealed the presence of an inverted U-shaped relationship, confirming the FKC hypothesis between FD and REC in Turkey. Furthermore, statistically significant positive and negative relationships were found between economic growth and REC and between FDI and REC, respectively. The results suggest that FD can be useful in developing policies aiming to promote REC.

Keywords: Financial Kuznets Curve, Renewable Energy Consumption, Financial Development, Turkey

1. GİRİŞ

Son birkaç on yılda sunduğu farklı kullanım alanlarıyla enerji, insanların yaşam kalitesini ve standartlarını arttıran, ülkelerin ekonomik büyümelerine katkı sunan, ekonomik büyümeyle birlikte artan refahı ve çevreyi korumak amacıyla küresel olarak belirlenen düzenleme ve politikaları dikkate alarak önemli bir rol üstlenmektedir (Chiu ve Lee, 2020; Saygın ve İskenderoğlu, 2022a). Ekonomik büyümede yaşanan artışlar, mal ve hizmet üretiminin artmasına, dolayısıyla daha fazla enerji gereksinimine neden olmaktadır (Mukhtarov vd., 2020). Artan enerji ihtiyacı, enerji yoksulluğu yaşayan hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için önemli zorluklar sunmaktadır. Bununla birlikte gelişmekte olan ülkeler, enerji kaynaklarının sağlanması ve adil erişimle ilgili sorunlar nedeniyle daha belirgin olumsuz etkiler yaşamaktadır (Ashena ve Shahpari 2024). Bu nedenle sürdürülebilir enerji uygulamalarının ve iklim değişikliğinin önemi konusundaki farkındalık artmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesinde dünya çapında artış görülmektedir (Kor ve Qamruzzaman, 2023). Yenilenebilir enerji, enerji tüketimini azaltmak ve enerji çeşitliliğini sağlamak için kullanılabilecek önemli araçlardan biridir (Baloch vd., 2019). Dolayısıyla çoğu ülke enerji politikalarını düzenlemekte ve yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik eden mekanizmalar geliştirmektedir (Saygın ve İskenderoğlu, 2022a).

Geleneksel enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, büyük ölçüde başlangıç yatırımları, işletme maliyetleri ve gelişmiş altyapı için gereken finansal kaynaklara bağlı olduğundan günümüz dünyasının önemli bir meselesi olmaktadır (Majeed ve Hussain, 2022). Bu amaçla, enerji tüketimini etkileyen faktörlerin anlaşılması ve finansal gelişimin (FD) enerji tüketimi (EC) üzerindeki etkisinin anlaşılması araştırmacılar için en önemli konulardan biridir (Mukhtarov vd., 2020).

FD, hisse senedi piyasası ile bankacılık sektörü faaliyetlerindeki artışı ve ülkeye gelen doğrudan yabancı sermaye yatırımları gibi finansal faaliyetleri hem teşvik ederek, hem de bunlara izin vererek bir ülkenin finansal sisteminin verimliliğini artırabilir. Bu durum ise ekonomik faaliyetleri ve EC'yi etkileyebilir (Sadorsky, 2011). FD, çeşitli yollar aracılığıyla enerji tüketim düzeyini doğrudan etkileyebilir (Danish ve Ulucak, 2021). FD'nin enerji talebini etkileyebileceği doğrudan yollardan biri, borçlanma maliyetlerinde sağladığı düşüş ile tüketicilerin otomobil, konut, buzdolapları, klimalar ve çamaşır makineleri gibi büyük harcamalar yapmalarını kolaylaştırmaktır. Bu ürünlerin kullanımının artması ülkenin genel enerji tüketimini etkileyebilir. Bir diğer yol ise işletmeler ile ilgilidir. İşletmelerin, mevcut

yatırımlarını genişletmek veya yeni yatırım girişiminde bulunmak amacıyla kullanabilecekleri finansal sermayeye erişimlerini kolay, daha risksiz ve daha düşük maliyetli hale getirir. Dolayısıyla ülkeler arasındaki yatırım ve sermaye akışında artış, fon talep edenler ile fon arz edenler arasında şeffaflığın artması ve dayanıklı tüketim mallarına ve son teknolojiye erişime olanak sağlayan FD, bu yönüyle tüketimi ve sabit yatırımları artırarak enerji talebini etkileyebilir (Sadorsky, 2010).

Çalışmada araştırılan Türkiye'de, 2022 yılı itibarıyla toplam nihai tüketimin %37'si petrol ürünleri, %26'sı ise doğalgazdan karşılanmaktadır. Net enerji ithalatının, toplam enerji arzının %71.7 sini oluşturması ve enerji ithalatındaki trendin 2000-2023 yılları arasında %141 artış yönünde değişim göstermesi, yenilenemez enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisini yönlendirmeye devam ettiğini göstermektedir. İlgili veriler Türkiye ekonomisinin özellikle petrol ve doğal gaz olmak üzere fosil yakıtlarda ithalata bağımlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bunların yanında enerji tüketiminin %29.6'sı industry, %26.7'si transport, %22.1'i residential ve %4.4'ü non-energy use tarafından gerçekleşmekte, modern yenilenebilirlerin payı ise 2000-2021 döneminde %30'luk düşüşle 2021 yılında %12.2 olarak gerçekleşmiştir. 2022 yılı EC ise coal %9,5, oil products %36,7, natural gas %26.3, heat %0.8, electricity %21.5 ve geri kalanı ise wind, solar etc., ve biofuels and waste'ten karşılanmıştır. Türkiye'de son yirmi yılda yaşanan hızlı ekonomik büyüme ve nüfus artışı, hem EC'de güçlü bir büyümeye, hem de ithalat bağımlılığında da bir artışa yol açmıştır. Sonuç olarak, Türkiye enerji talep artışını rasyonelleştirme, enerji fiyatlarını düşürme ve ithalata bağımlılığı azaltmak amacıyla enerji karışımını yeniden yapılandırmayı hedeflemiştir. Bu durum Türkiye'nin EC'de çeşitliliğe gitmesini zorunlu kılmıştır. Türkiye, özellikle son on yılda, enerji karışımında önemli bir kaynak çeşitlendirmesine gitmiş ve yenilenebilir elektrik üretimi son on yılda üç katına çıkararak, ilk nükleer enerji santrali projesini devreye sokmuştur (International Energy Agency (IEA), 2024).

Literatürde, Kuznets Eğrisi'nin bir varyantı ve Çevresel Kuznets Eğrisi'nin bir karşıtı olduğu ifade edilen Finansal Çevresel Kuznets (FKC) hipotezi (Khatatbeh ve Moosa, 2023), çoğunlukla FD ile ekonomik büyüme ve gelir eşitsizliği arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin araştırılmasında ele alınmıştır. Bu çalışmalardan Moosa (2018); Öndes ve Kızılgöl (2023), Shahbaz vd. (2015); Çetin vd. (2021); Wang vd. (2023); Nikoloski (2013); Su vd. (2019); Khatatbeh vd. (2022); Amin vd. (2023); Baiardi ve Morana (2016) FD'nin başlangıçta gelir eşitsizliğini arttırıcı ancak belirli bir eşik seviyesi sonrasında ise azaltıcı etki gösterdiğini ortaya

koymuştur. Bununla birlikte Khatatbeh ve Moosa (2023) ele aldıkları örneklemedeki ülkelerin yarısından fazlasında FKC hipotezinin geçerli olduğu, yani ters-U şeklinde bir ilişkiye ulaşırken, geri kalanında ise U şeklinde bir ilişki elde etmişlerdir. Ayrıca yapılan diğer çalışmalarda Özdemir (2019); Sayar vd. (2020); Dumrul vd. (2021) FD ile gelir eşitsizliği arasında U şeklinde bir ilişkinin varlığına ulaşılmış ve dolayısıyla finansal Kuznets hipotezinin varlığı doğrulanmamıştır. Enerji ekonomisi literatüründe FD ile EC arasındaki ilişki çoğunlukla doğrusal olarak Ziaei (2015); Le (2016); Rafindadi (2016); Ahmed vd. (2016); Elike vd. (2019); Chiu ve Lee (2020); Mukhtarov vd. (2020); Anton ve Nuciu (2020); Shahbaz vd. (2021); Danish ve Ulucak (2021); Saygın ve İskenderoğlu (2022b); Thebuho vd. (2022); Bakhsh vd. (2023); Yu vd. (2023) incelenmiştir.

Güncel literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde; kullanılan yöntemler, ele alınan değişkenler, örneklem büyüklüğü ve değerlendirilen ülke ve bölge gruplarının farklılığı, ulaşılan sonuçlarda farklılaşmaya yol açabilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda yaygın olarak toplam enerji tüketiminin kullanıldığı gözlenmekle birlikte, yenilenebilir enerji tüketimi'nin (REC) bireysel olarak ele alındığı çalışmalara son yıllarda rastlanmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'nin değerlendirildiği çalışmalar ise oldukça sınırlı sayıda kalmıştır. Bu çalışmada Türkiye'de FD ile REC arasındaki doğrusal olmayan ilişki Finansal Çevresel Kuznets (FKC) eğrisi hipotezi bağlamında test edilmiştir. Türkiye üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde FD ile REC arasında FKC'nin varlığını araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışma ile literatürdeki bir boşluğu doldurmak, güncel literatüre katkıda bulunmak ve politika yapıcılara ve uygulayıcılara önemli bilgiler sağlamak amaçlanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde yapılmış çalışmalara yer verilmiş, üçüncü bölümünde veri, model ve metodolojiden bahsedilmiş ve izleyen bölümde ampirik sonuçlar sunulmuştur. Sonuç bölümünde ise çalışmada elde edilen sonuçlara ait değerlendirmeler ve politik çıkarımlar yer almaktadır.

2. LİTERATÜR

Bu bölümde, FD ve EC arasındaki ilişkiye dair yapılmış çalışmalar sunulmuştur. Tutarlılık için, literatür incelemesi iki alt bölüme ayrılmıştır. İlk alt bölümde FD-EC arasındaki

doğrusal ilişkiyi ele alan çalışmalar incelenirken, ikinci alt bölüm FD ve EC arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi ele alan çalışmalar incelenmiştir.

2.1. Finansal Gelişme İle Enerji Tüketimi Arasındaki Doğrusal İlişkiyi Ele Alan Çalışmalar

FD ve EC alanındaki ilişki, araştırmacılar tarafından, farklı ülke grupları için incelenmiştir. Sadorsky (2010) tarafından yapılan çalışmada, 1990-2006 yılları arasında 22 gelişen ülke araştırılmıştır. Ampirik sonuçlar, FD ile EC arasında, FD hisse senedi piyasası değişkenleri kullanılarak ölçüldüğünde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Diğer bir çalışmada Sadorsky (2011) 9 Orta ve Doğu Avrupa sınır ekonomisinden oluşan bir örnekleme farklı FD ölçümleri kullanılmıştır. Çalışmada FD bankacılık sektörü değişkenleri kullanılarak ölçüldüğünde, FD ile EC arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, hisse senedi piyasası değişkeninden yalnızca hisse senedi işlem hacminin EC üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Ziaei (2015), hisse senedi getiri oranındaki şokların, özellikle Doğu Asya ve Okyanusya ülkelerinde uzun vadede EC'yi etkilediğini belirtmiştir.

Enerji kullanımının genişlemesinin Asya'daki FD'nin arkasındaki itici güç olabileceğini ifade eden araştırmada Furuoka (2015), 1980-2012 döneminde Asya bölgesi, Elike vd. (2019) Kongo Cumhuriyeti, Nijerya, Senegal ve Zambiya için, EC'den FD ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisine ulaşmıştır. Bunun yanında 1971-2014 dönemini kapsayan çalışmada Elike vd. (2019) sözkonusu ilişkinin tersinin geçerli olmadığını ifade etmişlerdir. Nijerya için yapılan çalışmada Rafindadi (2016), FD'nin EC'yi artırdığını ve FD ile EC arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermiştir. Benzer nedensellik ilişkisine Shahbaz vd. (2016) 1972-2011 döneminde Pakistan için ulaşmıştır.

Yue vd. (2019), 2006-2015 döneminde geçiş ülkelerinde hisse senedi piyasalarının gelişiminin Çin ve Polonya'da EC'nin azalmasına yol açtığını tespit etmişlerdir. Chiu ve Lee (2020), 79 ülke için yaptıkları çalışmada; bankacılık piyasası gelişiminin EC üzerinde hisse senedi piyasası gelişiminden daha büyük etkileri olduğunu, istikrarlı ülke risk ortamlarında FD'nin EC'yi azaltmaya yardımcı olabileceğini göstermiştir. Çin'de FD'nin EC üzerinde kısa vadede arttırıcı uzun vade de ise azaltıcı etkisi olduğu Ahmed vd. (2016), Sahra Altı Afrika

(SSA) ülkelerinde ise FD'nin artmasının EC'yi artırdığı, azalmanın ise EC'yi azaltabileceği Thebuho vd. (2022), Mukhtarov vd. (2020) FD'nin EC üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu, ortaya konmuştur. FD'nin REC üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 1990-2015 yılları arasında 28 Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkenin araştırıldığı çalışmada Anton ve Nucu (2020), FD'nin üç farklı boyutunun (bankacılık sektörü, tahvil piyasası ve sermaye piyasası) REC üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve sermaye piyasası gelişiminin yeni AB ülkelerinde REC'i etkilemediği tespit edilmiştir.

Nkalu vd. (2020) 1975-2017 yılları arasındaki dönemde SSA uzun vadede FD ile EC arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki, kısa vadede ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki elde etmişlerdir. Ayrıca FD'den EC'ye tek yönlü bir nedensellik olduğu rapor edilmiştir. Danish ve Ulucak (2021), 1980-2017 dönemi için Pakistan'da FD'nin EC'yi, Shahbaz vd. (2021) ise, 1994-2015 arası dönemde 34 üst-orta gelirli gelişen ülkede FD'nin REC'i artırdığını ifade etmişlerdir. Tersine Bin Amin vd. (2022), 1990-2018 döneminde Güney Asya'da seçilen ülkelerde FD'deki artışın REC'i uzun vadede azalttığını ve FD'den REC'e tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir. Güney Afrika için yapılan çalışmada Lefatsa vd. (2021), 1980-2018 döneminde FD ile EC arasında kısa ve uzun vadede olumlu bir ilişkinin ve FD'den EC'ye doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu saptamıştır.

Saygin ve Iskenderoglu (2022a), 1990-2015 döneminde 20 gelişen ülke için yaptıkları çalışmada, hem bankacılık hem de hisse senedi piyasa değişkenleri kullanarak ölçtükleri FD'nin, REC'i etkilemediğini, sadece hisse senedi piyasa değeri kullanılarak ölçtüklerinde ise REC'i artırdığını belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada Saygin ve Iskenderoglu (2022b), 23 gelişmiş ülke için FD ile REC arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 1990-2015 yıllarını kapsayan çalışmada bankacılık piyasası değişkenleri kullanılarak ölçülen FD ile REC arasında güçlü bir ilişkinin varlığına ulaşılmıştır. Ancak hisse senedi piyasası temelli ölçülen FD ile REC arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamsız ve negatif bulunmuştur. İyi gelişmiş bir finansal sektörün yenilenebilir enerji projelerinin finansmanını ve uygulanmasını kolaylaştırdığını belirten çalışmada Kor ve Qamruzzaman (2023), Bangladeş de finansal sektör gelişiminin REC'i artırmak için hayati öneme sahip olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde Bakhsh vd. (2023) Hindistan'da FD'nin üç boyutundaki negatif ve pozitif değişimlerin uzun vadeli asimetrik etkisinin, REC üzerinde anlamlı olduğunu vurgulamıştır. Alshagri vd. (2024) 2008-2020 yılları kapsamında 34 gelişmiş ekonomi ve 64 gelişen pazar ve gelişmekte olan ekonomiden oluşan örneklem için, FD'nin gelişmiş ekonomilerde REC üzerinde olumlu bir

etkisinin olduğu, gelişmekte olan ve gelişen ekonomilerde ise bu etkinin olumsuz olduğu görülmüştür. Kılıç vd. (2024) Türkiye için FD ile REC arasında pozitif bir ilişki olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

2.2. Finansal Gelişme İle Enerji Tüketimi Arasında Doğrusal Olmayan İlişkiyi Ele Alan Çalışmalar

FD ile EC arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi ele alan çalışmalar daha sınırlı sayıda kalmıştır. AB'ye üye ülkeler için 1990-2011 yılları arasını kapsayan çalışmada Çoban ve Topçu (2013), eski üyelerde FD'nin, bankacılık piyasasından mı yoksa hisse senedi piyasalarından mı kaynaklandığına bakılmaksızın EC'de bir artışa yol açtığı bulgusuna ulaşmışlardır. Buna karşılık, yeni üyeler için bankacılık piyasası temelli ölçülen FD ile EC arasında ters U şeklinde bir ilişkinin, hisse senedi piyasası temelli ölçülen FD ile EC arasında ise anlamlı ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

1971-2011 yılları arasında Suudi Arabistan için yapılan diğer bir çalışmada Mahalik vd. (2017), FD ile enerji talebi arasında doğrusal olmayan ve ters U şeklinde ilişki elde etmiştir. Ayrıca FD'den enerji talebine doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.

FD ile sektörel EC arasındaki bağı araştıran Topçu ve Altay (2017) 1989-2011 döneminde Türkiye'de, FD'nin sanayi sektöründeki EC üzerinde ters U, konut hizmetleri ve tarım sektörlerinde ise U şeklinde bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Gaies vd. (2019) 1996-2014 yılları arasında MENA ülkelerinde, bankacılık piyasası göstergelerini dikkate alarak ölçülen FD ile enerji talebi arasında doğrusal olmayan ve ters U şeklinde bir ilişkiye ulaşmıştır. FD'nin 45 Afrika ülkesinde 1973-2017 döneminde EC üzerindeki eşik etkilerini inceleyen araştırmada Sare (2019), genel olarak FD'nin Afrika'da enerji tüketimini teşvik ettiği, ancak etkinin eşik değerin altında daha arttığı, eşik değerin üzerinde ise azalıp ve nihayetinde EC'yi engellediği gözlenmiştir. OECD ülkelerinde yapılan çalışmada Baloch vd. (2019), FD ile EC arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. FD ile REC arasındaki ilişkiyi FD'nin doğrusal olmayan etkilerini dikkate alarak ampirik olarak araştıran çalışmalarda, Raza vd. (2020), yüksek REC'e sahip ülkelerde tüm FD göstergelerinin REC'i artırdığını ancak REC'i farklı şekillerde etkilediğini, Majeed ve Hussain (2022) 1970-2020 döneminde 173 ülke düzeyinde FD'nin bankacılık piyasası göstergeleri kullanılarak ölçüldüğünde, FD ile REC arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

FD'nin EC üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda, Wang ve Gong (2020), 1997-2017 döneminde Çin için FD ile EC arasında önemli bir eşik etkisinin olduğu ve finansal verimlilik ve EC arasında ters U şeklinde ilişkiye, Wang and Dong (2021) 2005-2018 yılları arasında G20 ülkeleri için FD'nin EC üzerinde önemli doğrusal olmayan etkilerine ulaşmışlardır. Bir diğer ters U şeklindeki ilişki Arjantin için Abdelhamid vd. (2023) tarafından elde edilmiş ve EC ile FD arasında iki yönlü bir nedensellik gözlenmiştir. FD ile EC arasındaki ters U şeklindeki ilişkiyi temsil eden FKC'nin varlığının test edildiği çalışmalardan Majeed ve Hussain (2024), FD ile REC arasında U şeklinde bir ilişkiyi ortaya koymakta ve FKC'nin geçerli olmadığını ifade etmektedir. Bununla birlikte Doytch vd. (2023) 85 ülke için yaptıkları çalışmada hisse senedi piyasası göstergeleri dikkate alındığında, FKC'nin geçerli, bankacılık piyasası göstergeleri dikkate alındığında ise FKC'nin mevcut olmadığını tespit etmişlerdir.

3. VERİ VE MODEL

3.1. Veri

Bu çalışmada Türkiye için FD ve REC arasındaki doğrusal olmayan ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla FD'nin REC üzerindeki etkisini gözlemlemek için yenilenebilir kaynaklardan kişi başına enerji tüketimi olarak ifade edilen REC bağımlı değişken (Yu vd. 2023), ekonomik büyümeyi temsilen gayri safi yurt içi hasıla (GDP) ve yabancı doğrudan yatırım (FDI) kontrol değişkenleri olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan FD değişkeni finansal piyasalar endeksini ifade etmektedir. Finansal piyasalar gelişimi indeksi temel bileşenler analizi yoluyla elde edilip 0 ile 1 arasında değer almakta, zaman ve ülkeler genelinde en yüksek ve en düşük değeri ifade etmektedirler (Svirydzenka, 2016). Çalışmada 1985-2021 dönemine ilişkin 37 yıllık veri analiz edilmiştir. Verilerin elde edildikleri kaynaklar ve ölçü birimleri Tablo 1'de sunulmuştur. Ayrıca Tablo 2'de, kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 1. Değişkenlerin Derlendiği Kaynaklar ve Ölçüm Birimleri

Sembol	Değişken İsmi	Ölçü Birimi ve Tanımlama	Kaynak
REC	Yenilenebilir enerji tüketimi	İkame yöntemi kullanılarak kişi başına kilovat-saat birincil enerji tüketimi/Yenilenebilir enerji kaynaklarından kişi başına enerji tüketimi	Our World in Data (2024)
FD	Finansal piyasalar gelişimi	Index/ finansal piyasaları derinlik, erişim ve etkinlik açısından ele alan oniki değişkenden oluşmaktadır.	International Monetary Fund (2024)
GDP	Gayri safi yurt içi hasıla	Per capita (constant 2015 US\$)/ tüm yerleşik üreticilerin katma değeri artı çıktı değerlemesine dahil edilmeyen ürün vergilerinin (sübvansiyonlar hariç) toplamıdır.	World Development Indicator (2024)
FDI	Yabancı doğrudan yatırım	Net inflows as a share of GDP/bir ekonomide yerleşik bir kişinin başka bir ekonomide yerleşik bir işletmenin yönetiminde kontrol veya önemli derecede etkiye sahip olmasıyla ilişkili sınır ötesi yatırımdır.	World Development Indicator (2024)

Ham veri seti kullanılarak hazırlanan Tablo 2'ye göre, GDP en yüksek, FD ise en düşük ortalama değere sahiptir. Ayrıca GDP maksimum değer olarak da REC ve diğer değişkenlerden daha yüksek değere sahiptir. REC ve GDP'nin maksimum ve minimum değerleri arasındaki farkın yüksek olması ülkedeki ekonomik dönüşüm ve politika yapıcılarının yenilenebilir enerji kullanımına verdikleri önem bakımından ayrışmayı ortaya koymaktadır. Ele alınan değişkenlerden FD haricindeki tüm değişkenlerin pozitif çarpıklık değerine sahip olduğu ve serilerin sağa çarpık, FD'nin ise sola çarpık olduğu görülmektedir. Basıklık değerleri tüm serilerde pozitif, FDI, REC değerleri sırasıyla 3.900 ve 3.691> olduğu için leptokurtiktir. FD'nin basıklık değeri 2.940 3'e oldukça yakın olduğundan yaklaşık normal bir dağılım gösterdiğinden mezokurtiktir. Jarque-Berra test istatistiği ve olasılık sonuçlarına göre GDP haricinde incelenen tüm seriler normal dağılıma sahip değildir. Daha istikrarlı bir veri varyansına ulaşmak amacıyla değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanabilir (Sarkodie ve Ozturk, 2020). Dolayısıyla değişen varyanslığın önüne geçmek amacıyla REC ve GDP değişkenlerine logaritmik dönüşüm uygulanmıştır.

Tablo 2. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	REC	FD	GDP	FDI
Mean	1943.355	0.446	7749.340	1.091
Median	1759.157	0.518	6566.827	0.681
Maximum	4210.456	0.582	13449.93	3.623
Minimum	701.476	0.070	4469.496	0.132
Std. Dev.	850.330	0.148	2601.576	0.862
Skewness	1.078	-1.210	0.660	1.148
Kurtosis	3.691	2.940	2.148	3.900
Jarque-Bera	7.898	9.026	3.807	9.375
Probability	0.019	0.011	0.149	0.009

3.2. Model

Çalışmada, 1985-2021 döneminde Türkiye için FD'nin REC'in teşvik edilmesindeki rolü çevresel kuznets eğrisi bağlamında araştırılmıştır. REC'in FD'nin bir fonksiyonu olarak tanımlandığı modele FD'nin yanısıra farklı değişkenler eklenmiştir. Böylece daha güvenli sonuçların elde edilmesi planlanmaktadır. Bu amaçla literatürde REC'e etki edebilecek farklı ekonomik değişkenler ortaya konmuştur. Bunlardan Bakhsh vd. 2023; Yu vd. 2023; Alshagri vd. 2024 ekonomik büyümenin REC üzerinde önemli rolü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca literatür, FDI'nın teknoloji ve altyapının ilerlemesi, bilgi ve beceri transferi ve kurumsal yönetim davranışına yol açarak enerji kaynaklarının kullanımında farklılığa neden olabileceğini ortaya koymaktadır (Anton ve Nucu, 2020; Kor ve Qamruzzaman, 2023). Dolayısıyla yapılan çalışmalara dayanarak, aşağıda belirtilen fonksiyon, oluşturulabilir:

$$REC = f(FD, GDP, FDI) \quad (1)$$

Çalışmada, FD'ye ait bir adet açıklayıcı değişken ile iki adet GDP ve FDI şeklinde gösterilen kontrol değişkeninin bağımlı değişken olan REC ile ilişkisi araştırılmıştır. Bu ilişkide FD ile REC arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin varlığının araştırılması amacıyla Adom ve Amuakwa-Mensah 2016; Doytch vd. 2023 çalışmaları takip edilerek, REC'in FD ile ikinci dereceden ilişkisinin test edilmesine yönelik eşitlik 1'deki fonksiyon aşağıda eşitlik 2'deki ampirik model şeklinde yeniden ifade edilebilir:

$$\ln (REC)_t = \beta_0 + \beta_1 (FD)_t + \beta_2 [(FD)_t]^2 + \beta_3 \ln GDP_t + \beta_4 FDI_t + \epsilon_t \quad (2)$$

Eşitlik 2'de β_0 kesişim terimini ve $\beta_1, \dots, \beta_4$ ilgili değişkenlerin eğim katsayılarını, t zaman periyodunu temsil etmektedir. Benzer şekilde, ϵ_t hata terimini göstermektedir.

4. METODOLOJİ

4.1. Birim Kök Testi

Çalışmada öncelikle kullanılan değişkenlerin durağanlıkları analiz edilmiştir. Bu amaçla geleneksel Augmented Dickey-Fuller (ADF) testinin yanında doğrusal olmayan serilerin durağanlığını ölçen Sollis (2009) doğrusal olmayan birim kök testi uygulanmıştır. Sollis (2009) tarafından geliştirilen ve asimetrik ESTAR (AESTAR) modeli olarak adlandırılan genişletilmiş ESTAR modeli, aşağıdaki gibi hem üstel bir fonksiyon hem de lojistik bir fonksiyon kullanmaktadır:

$$\Delta y_t = [1 - \exp(-\alpha_1 y_{t-1}^2)] \{ [1 + \exp(-\alpha_2 y_{t-1})]^{-1} \mu_1 + (1 - [1 + \exp(-\alpha_2 y_{t-1})]^{-1}) \mu_2 \} y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$
$$\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$$

Burada α_1 ve α_2 sırasıyla birinci ve ikinci rejimler arasındaki, ikinci ve üçüncü rejimler arasındaki ortalama geri dönüş hızını belirleyen geçiş parametreleridir. Birim kök hipotezi ($\alpha_1 = 0$), küresel olarak durağan simetrik veya asimetrik ESTAR doğrusal olmayanlığın alternatif hipotezi ($\alpha_1 > 0$) test edilebilir. Bununla birlikte, Sollis (2009) μ_1 , μ_2 ve α_2 parametrelerinin sıfır hipotezi altında tanımlanamadığından birim kökün sıfır olduğunu doğrudan test etmenin mümkün olmadığını belirtmiştir. Bu sorunun çözümü için Sollis (2009) tarafından önerilen strateji, sıfırın altında AESTAR modeline birinci dereceden bir Taylor serisi yaklaşımı hesaplayan ve aşağıdaki gibi elde edilen yardımcı regresyonun oluşturulmasıdır:

$$\Delta y_t = \omega_1 y_{t-1}^3 + \omega_2 y_{t-1}^4 + \varepsilon_t \quad (4)$$

Burada, $\omega_1 = \omega_2 = 0$ boş hipotezi ortak F-testi kullanılarak test edilebilir. Doğrusal olmayan modellerde, yardımcı regresyon modellerinde kesişim ve kesişim/trend gibi deterministik bileşenlerin modellenmesinin uygun olmaması nedeniyle Sollis (2009) testinde Ftest istatistiği üç durumdan oluşmaktadır: (i) ham veri durumu (F_{AE}), (ii) demeaned veri durumu ($F_{AE, \mu}$) ve (iii) detrended veri durumu ($F_{AE, t}$) (Akkaya ve Hepsag, 2021).

4.2. Asimetrik Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Testi

Hepsag (2021) doğrusal olmayan eşbütünleşme testinde kısa dönemdeki pozitif ve negatif şokların uzun dönemde dengeye gelme sürecinde AESTAR süreç izleyeceği varsayılmaktadır. İki kısımdan oluşan testin ilk kısmında düzey değerli değişkenlere ait uzun dönem modeli en küçük kareler yöntemi uygulanarak tahmin edilmekte ve modele ait kalıntılar

elde edilmektedir. İkinci kısımda ise ilk kısımda elde edilen kalıntıların doğrusal olmayan asimetrik üstel yumuşak geçişli bir otoregresif süreç izlediği varsayılmakta ve aşağıdaki AESTAR hata düzeltme modeli (AESTAR-ECM) dikkate alınmaktadır (Hepsag, 2021):

$$\Delta y_t = [1 - \exp(-\alpha_1(u_{t-1}^2))] \{ [1 + \exp(-\alpha_2 u_{t-1})]^{-1} \mu_1 + (1 - [1 + \exp(-\alpha_2 u_{t-1})]^{-1}) \mu_2 \} u_{t-1} + \psi' \sum_{i=1}^p r_i' \Delta z_{t-i} + \eta_t + \sum_{i=1}^p \omega_i' \Delta z_{t-i} + \varepsilon_t \quad \alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0 \quad (5)$$

6 nolu eşitlikte $z_t = (y_t, x_t')'$ nx1 boyuta sahip birinci dereceden durağan değişkeni, y_t bağımlı değişkeni, $x_t' = (x_{1t}, \dots, x_{kt})$ kx1 boyutlu bağımsız değişken vektörünü, $u_t = y_t - \beta_x' x_t$ şeklinde ifade edilen u_t uzun dönem modeline ait hata terimini göstermektedir. Sıfır hipotezi ($H_0: \alpha_1 = 0$) eşbütünleşmenin olmadığını, alternatif hipotez ($H_1: \alpha_1 > 0$) ise doğrusal olmayan simetrik yada asimetrik ESTAR eşbütünleşmenin varlığını belirtmektedir. Sollis (2009) tarafından ifade edildiği gibi, α_2 , μ_1 , μ_2 parametrelerinin sıfır hipotezinde tanımlı olmaması nedeniyle eşbütünleşme varlığı test edilememektedir. Bundan dolayı AESTAR-ECM'ye birinci dereceden Taylor açılımı uygulanmakta ve eşbütünleşme ilişkisinin sınanması amacıyla birinci test regresyonu aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$\Delta y_t = \Phi_1 \hat{u}_{t-1}^3 + \Phi_2 \hat{u}_{t-1}^4 + \psi' \sum_{i=1}^p r_i' \Delta z_{t-i} + \eta_t + \sum_{i=1}^p \omega_i' \Delta z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

7 nolu eşitlikte $\hat{u}_t$ uzun dönem modelinden elde edilen kalıntıları göstermektedir. Daha sonra bu kalıntıların dikkate alındığı ikinci test regresyonu aşağıdaki 8 nolu eşitlikteki gibidir:

$$\Delta \hat{u}_t = \Phi_1 \hat{u}_{t-1}^3 + \Phi_2 \hat{u}_{t-1}^4 + \sum_{i=1}^p \lambda_i \Delta \hat{u}_{t-i} + \zeta_t \quad (7)$$

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = 0$ ve $H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq 0$ 7 ve 8 nolu eşitlikler için kullanılan hipotezleri ifade etmektedir. Sıfır hipotezi eşbütünleşmenin olmadığını, alternatif hipotez ise doğrusal olmayan simetrik ya da asimetrik ESTAR eşbütünleşmenin varlığını ifade etmektedir. Ham, demeaned ve detrended veriler için F_{ANEC} ve F_{ANEG} test istatistikleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$F_{ANEC}, F_{ANEG} = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/2}{SSR_0/(T-3-p)} \quad (8)$$

9 nolu eşitlikte SSR_0 ve SSR_1 modellere ait kalıntı kareleri toplamını, T gözlem sayısını göstermektedir. Elde edilen test istatistik değerlerinin kritik değerlerden büyük olması durumunda sıfır hipotezi reddedilmektedir. Hepsag (2021) eşbütünleşme testinde değişkenler arasında eşbütünleşme olması halinde bu ilişkinin simetrik ESTAR mı yoksa asimetrik ESTAR mı olduğu F test istatistiğinin standart F dağılımına ait kritik değerler ile karşılaştırılması sonucu belirlenmektedir. $H_0: \alpha_2 = 0$ ve $H_1: \alpha_2 \neq 0$ hipotezleri dikkate alındığında F test değerinin

standart F dağılımına ait kritik değerlerden büyük olduğu durumda asimetrik ESTAR eşbütünleşme ilişkisi sözkonusudur. Bu testin uygulanabilmesi için test istatistiklerinde yer alan Φ_1 katsayısının negatif değere sahip olması gerekmekte ve F-testi, ham, demeaned ve detrended durumlar için sırasıyla F_{AS} , $F_{AS, \mu}$ ve $F_{AS, t}$ olarak adlandırılmaktadır (Hepsag, 2021).

Uzun dönem ilişkisi olan değişkenler arasındaki uzun dönem katsayıları OLS yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, elde edilen sonuçların geçerliliğinin artırılması amacıyla uzun dönem ilişkisi olan değişkenler arasındaki uzun dönem katsayıları FMOLS ve CCR yöntemleri kullanılarak da tahmin edilmiştir.

5. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmada öncelikle ele alınan değişkenlerin durağanlık seviyeleri incelenmiştir. Bu amaçla ADF ve Sollis (2009) birim kök testleri kullanılmıştır. ADF birim kök testi için uygun bileşen, Sollis (2009) birim kök testi için ise demeaned duruma ait sonuçlar Tablo 3’de gösterilmiştir. Tablo 3’de yer alan ADF birim kök testi ve Sollis (2009) birim kök testi sonuçlarına göre FD’nin dışında tüm değişkenler düzeyde birim kök içermektedir.

Tablo 3. ADF Ve Sollis (2009) Birim Kök Testleri Düzey Sonuçları

Değişkenler	ADF test istatistiği	Lag lenght	Sollis test istatistiği	Lag lenght
LREC	-3.1807*	0	3.1416*	1
LGDP	-2.0945*	0	3.6307*	0
FD	-3.5343	5	4.3043	0
FD ²	-1.8707*	2	2.6592*	0
FDI	-2.2426*	0	3.0240*	1

-4.2349, -3.5403, -3.2024 değerleri %1, %5 ve %10 düzeyinde ADF kritik değerlerini, 6.891, 4.886, 4.009 değerleri %1, %5 ve %10 düzeyinde Sollis kritik değerlerini, * %1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezinin reddedilemediğini göstermektedir.

Düzeyde birim kök içeren değişkenlerin birinci farklarına ADF birim kök testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 4’de sunulmuştur. Tablo 4’e göre FD dışında analiz edilen değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri görülmüştür.

Tablo 4. ADF Birim Kök Testi Birinci Fark Sonuçları

Değişkenler	ADF test istatistiği	Lag lenght
Δ REC	-7.0862*	0
Δ LGDP	-4.2554*	0
Δ FD ²	-7.0691*	0
Δ FDI	-5.5601*	0

-2.6326, -1.9506, -1.6110 değerleri %1, %5 ve %10 düzeyinde ADF kritik değerlerini,
* %1 anlamlılık düzeyinde sıfır hipotezinin reddedildiğini göstermektedir.

Tüm değişkenlerin durağan olduğunu tespit ettikten sonra, Hepsag'ın (2021) doğrusal olmayan eşbütünleşme testi demeaned(ortalaması alınmış) durum için uygulanır ve $F_{ANEC, \mu}$ ve $F_{ANEC, \mu}$ test istatistikleri elde edilir. Sonuçlar tablo 5'de sunulmuştur. Tablo 5'de elde edilen sonuçlar her iki test istatistiğine göre eşbütünleşmenin olmadığını belirten sıfır hipotezinin %5 seviyesinde reddedildiğini göstermektedir. Dolayısıyla ele alınan değişkenler eşbütünleşiktir. Eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinin ardından bu ilişkinin doğrusal olmayan simetrik ESTAR eşbütünleşme mi yoksa doğrusal olmayan asimetrik ESTAR eşbütünleşme mi olduğunu belirlemek için $F_{AS, \mu}$ testi kullanılır. Tablo 5'deki sonuçlara göre doğrusal olmayan simetrik ESTAR eşbütünleşmenin sıfır hipotezi %5 anlamlılık seviyesinde reddedilememektedir. Bundan dolayı değişkenler arasındaki ilişkide meydana gelen aynı büyüklükteki pozitif ya da negatif bir şokun uzun vadede dengeye ulaşma hızlarında bir farklılık olmadığı yani simetrik doğrusal olmayan ESTAR eşbütünleşmenin varlığı anlaşılmaktadır. Uzun dönem modelin sağlamlığını kontrol etmek için otokorelasyon, normallik, spesifikasyon hatası ve varyans yanlılığı tanısal testleri uygulanmış ve CUSUM ve CUSUM-2 grafikleri sunulmuştur. Diagnostik testlere ilişkin sonuçlar tablo 6'da, CUSUM ve CUSUM-2 grafikleri ise Şekil 1'de gösterilmiştir. Tablo 6'da ARCH ve Breusch-Godfrey LM testleri, uzun dönem modelde otoregresif koşullu değişen varyans ve otokorelasyona dair bir bulgunun olmadığını göstermektedir. Ramsey-Reset ve Jarque-Bera testleri, fonksiyonel formda bir yanlış tanımlama sorunu olmadığını ve artıkların uzun dönem modellerde normal dağılıma uyduğunu göstermektedir. REC ile GDP, FD, FD² ve FDI arasındaki uzun dönem katsayıları OLS, FMOLS ve CCR analizleri ile tahmin edilmiştir.

Tablo 5: Hepsag (2021) Eşbütünleşme Testi Sonuçları

$F_{ANEG, \mu}$	Lag lenght	$F_{ANEC, \mu}$	Lag lenght	$F_{AS, \mu}$
11.6446*	0	13.2326*	0	1.5392** (0.2243)

Hepsag eşbütünleşme testi $F_{ANEG, \mu}$ ve $F_{ANEC, \mu}$ test istatistiklerine ait kritik değerler %1, %5 ve %10 düzeyinde sırasıyla 8.486, 9.738, 12.270 ve 6.907, 8.125, 10.713 şeklindedir. * %5 seviyesinde eşbütünleşmenin olmadığı sıfır hipotezi reddedildiğini, ** %5 seviyesinde simetrik ESTAR eşbütünleşme testinin sıfır hipotezinin asimetrik ESTAR eşbütünleşme testine karşı reddedilemediğini göstermektedir. Olasılık değeri parantez içinde verilmiştir.

Tablo 6’da uzun dönem katsayı tahminleri sunulmuştur. Analiz edilen üç yönteme göre FD ve FD^2 değişkenlerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı ve REC üzerinde sırasıyla pozitif ve negatif etkiye sahiptir. Dolayısıyla FD olarak ifade edilen finansal piyasalar gelişimi ile REC arasında FKC’yi destekler biçimde ters U şeklinde bir ilişki elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile finansal piyasalar gelişimi belirli bir eşik seviyesine kadar REC’i artırmakta bu eşik seviyeden sonra ise REC azalmaktadır. Bu durum finansal piyasalar gelişimi başlangıçta firmalara ve hane halklarına yeni bir girişimde bulunmak ya da var olan girişimi geliştirmek ve dayanıklı mallar edinmek amacıyla krediye erişimi kolaylaştırdığı ve daha fazla finansmanın yenilenebilir enerji projelerini daha verimli ve daha düşük maliyetle hızlandığı gerçeğine dayandırılabilir. Bu sonuç Bakhsh vd. 2023; Majeed ve Hussain 2024, araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte finansal piyasalar gelişiminin sonraki aşamasında yaşanan gelişmenin olumsuz etkisi, varlıkların yenilenebilir kaynaklardan daha ucuz fosil kaynaklara yönelmesini gösterebilir. Bu durum düşük maliyetli fon bulma olanağının artmasına rağmen yenilenebilir enerji tüketim ve yatırım maliyetlerinin daha hızlı artması, yatırımcıların enerji tüketimi konusunda hassas olmaması ve bu doğrultuda fosil yakıt tüketen firmalara yatırım yapmaları ve finansal derinliğin eksikliği şeklinde açıklanabilir. İkinci dereceden modele ilişkin elde edilen bu sonuç düşük finansal gelişmişlik rejiminde hisse senedi piyasası gelişimi ile REC arasında negatif ilişkinin varlığını ifade eden Raza vd. 2020; Wang ve Dong 2021, yükselen ve gelişmekte olan ekonomilerde FD’nin REC üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ifade eden Alshagri vd. 2024; Bin Amin vd. 2022 bulguları ile tutarlıdır. Ayrıca çalışmanın bulguları, hisse senedi piyasası değişkenleri ile ifade edilen FD’nin, gelişmekte olan ekonomilerde Saygin ve Iskenderoglu, 2022b ve gelişmiş ekonomilerde Saygin ve Iskenderoglu 2022a REC’i etkilemediği bulgularından ayrılmaktadır.

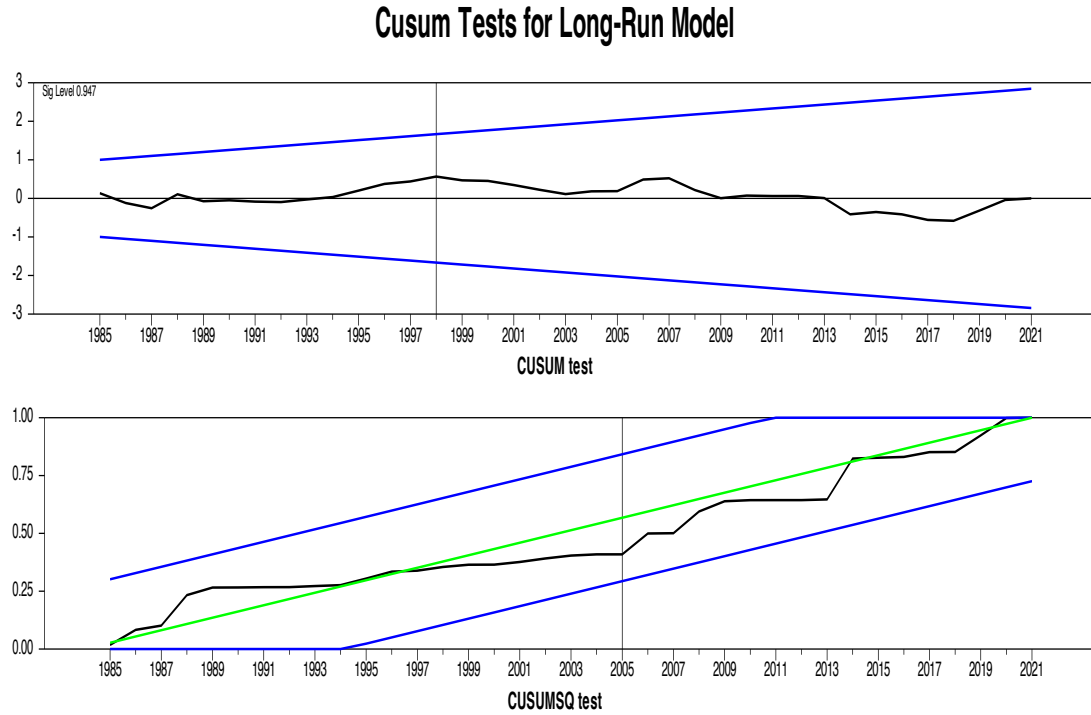
Tablo 6. OLS, FMOLS Ve CCR Modellerinin Uzun Dönem Sonuçları

Bağımlı değişken		OLS			
		LGDP	FD	FD ²	FDI
LREC	Coefficients	1.4195	5.6370	-7.7181	-0.1529
	t statistics	10.0834	4.2991	-4.0239	-3.9142
	Prob	0.0000*	0.0001*	0.0003*	0.0004*
Diagnostic test for long run model					
X ² BREUSCH-GODFREY LM (1)		1.1945**	(0.2744)		
X ² JAQUE-BERA		0.3693**	(0.8313)		
F _{RAMSEY-RESET}		0.2397**	(0.6277)		
X ² ARCH(1)		2.9372**	(0.9382)		
		FMOLS			
		LGDP	FD	FD ²	FDI
LREC	Coefficients	1.5273	6.1130	-8.5852	-0.1662
	t statistics	11.8679	3.5996	-3.6196	-4.7595
	Prob	0.0000*	0.0011*	0.0010*	0.0000*
LREC		CCR			
		LGDP	FD	FD ²	FDI
	Coefficients	1.5303	5.9209	-8.3462	-0.1674
	t statistics	11.4225	4.8832	-4.5455	-4.4188
	Prob	0.0000*	0.0000*	0.0001*	0.0001*

*%5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. ** Otokorelasyon, normallik, spesifikasyon hatası ve varyans yanlılığı etkisinin olmadığını ifade eden sıfır hipotezlerinin %5 düzeyinde reddedilmediğini gösterir. Tanısal testler için olasılık değerleri parantez içinde verilmiştir.

Tablo 6’da elde edilen sonuçlara göre, GDP katsayısı her üç yöntemde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla, ekonomik büyüme REC’i hızlandıran bir faktördür. Elde edilen bu sonuç artan ekonomik faaliyetlerin üretim aşamasında yüksek enerji talebine yol açtığını belirten Majeed ve Hussain 2022 ve ekonomik kalkınmanın REC üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi olduğunu gösteren Yu vd. 2023 çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte bu sonuç, gelişmekte olan ülkeler için kişi başına düşen gelir arttıkça, yetersiz gelir düzeyi nedeniyle REC’in azaldığı ve tüketim harcamalarının yenilenemeyen enerjiye yöneldiğini ifade eden Shahbaz vd. 2021 ve GDP katsayısının hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modellerde REC ile negatif ilişkili olduğunu gösteren Majeed ve Hussain 2024 çalışmaları ile farklılık göstermektedir. FDI’nın REC üzerindeki etkisi ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Elde edilen bu bulgu, FDI’nın kurumsal yatırım davranışına ve

teknolojik yenilikte artışa neden olmasından dolayı enerji kullanımını azalttığını belirten Anton ve Nucu, 2020 ve Çin için FDI'nın uzun vadede yenilenemeyen enerji tüketimini azalttığını tespit eden Salim vd. 2017 çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Çalışmanın sonuçları Bangladeş'e FDI girişlerinin yenilenebilir enerji teknolojilerinin ve altyapısının gelişmesini ve uygulanmasını teşvik etmede önemli bir rol oynadığını belirten Kor ve Qamruzzaman, 2023 çalışmasının bulgularından ise farklılaşmaktadır.



Şekil 1. CUSUM and CUSUM²

Şekil 1’de Modelin yapısının istikrarlı olup olmadığını göstermek amacıyla elde edilen CUSUM ve CUSUM² test sonuçlarına göre modelin istikrarlı olduğu görülmüştür.

6. SONUÇ VE POLİTİK ÇIKARIMLAR

Enerji ülkelerin sürdürülebilir ekonomik kalkınma hedefleri ve bireylerin yaşam standartlarında iyileşme sağlaması amacıyla büyük öneme sahiptir. Son yıllarda, fosil yakıtlara dayalı EC’den kaynaklanan çevresel zararları ve bu yakıtların yetersizliğinde yaşanan enerji kıtlığını gidermek için REC’in kullanılmasının önemi artmıştır. Bu nedenle araştırmacılar bu alanda çalışmalar yaparak çözüm önerileri sunmaktadırlar. Yapılan kimi çalışmalarda FD ve

EC bağlantısı ele alınmış, ancak FD'nin REC'i teşvik etmedeki rolü sınırlı sayıda kalmıştır. Söz konusu çalışmalar çoğunlukla FD ile REC arasındaki doğrusal ilişkiye odaklanmış, doğrusal olmayan ilişki ise daha az sayıda ele alınmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'de FD'nin REC üzerindeki doğrusal olmayan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 1985-2021 dönemine ait REC, FD, FD^2 , GDP, ve FDI değişkenlerine ilişkin yıllık veriler kullanılmıştır. FD değişkeni finansal piyasalar endeks değerini göstermektedir. Çalışmada durağanlık sınaması için ADF ve Solliis (2009) birim kök testleri, uzun dönem ilişkinin araştırılması için Hepsag (2021) asimetrik doğrusal olmayan eşbütünleşme testi ve uzun dönem katsayılarının tahmin edilmesinde OLS, FMOLS ve CCR analizleri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre finansal piyasalara dayalı hesaplanan FD ilk aşamada REC'i artırmakta, ancak belli bir eşik seviyesinden sonra ise REC'i azaltmaktadır. Buna göre FD başlangıçta pozitif sonrasında ise negatif değer almaktadır. Bu durum, Türkiye için FKC hipotezinin geçerli olduğunu desteklemektedir. GDP değerleri REC'in artmasına, FDI değerleri ise azalmasına neden olmaktadır.

Bulgular, Türkiye'de ilk aşamada FD'nin REC üzerindeki olumlu etkisini ortaya koymakta, dolayısıyla finansal piyasalarda yaşanacak gelişmenin yenilenebilir enerji sektörünün büyümesini kolaylaştırma ve bu enerjiye olan talebi artırmada önemli bir faktör olabileceğini göstermektedir. Bu da finansal piyasaları, çevreci politikaların uygulanması, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi ve çevreci endüstrilerin finansmanı yoluyla ekonomik büyümeyi gerçekleştirmede önemli bir faktör haline getirmektedir. Bu nedenle, politika yapıcılar yenilenebilir enerji politikalarını düzenlerken, finansal piyasaların rolünü dikkate alarak, borsaya kote firmalarda daha yeşil teknolojilerin kullanılmasını özendirmelidirler. Bu amaçla finansal piyasaların gelişimi desteklemeli, çevre dostu enerji projelerinin finansmanı için yeşil finansal ürünler oluşturulmalı, bu ürünlerin piyasaya girişleri kolaylaştırılarak yenilenebilir enerji sektörünün büyümesi desteklenmelidir. Buradan hareketle, finansal piyasanın, yenilenebilir enerji yatırımlarına uzun vadeli ve düşük riskle finansman sunma ve sürdürülebilirliği sağlamada önemli bir destek sunduğu söylenebilir. FD ile REC arasındaki negatif ilişki, yenilenebilir enerjiye yönelik politikalarda bir boşluğu göstermekte, finansal piyasalardan sağlanan finansmanın REC'den ziyade fosil kaynaklar temelli enerji tüketimine yöneldiğini belirtmektedir. Bu durumda olan firmalara, finansal piyasalardan kolay finansman sağlamada sınırlar getirilebileceği gibi üretim işletmelerinde, üretim aşamasında fosil kaynak tüketiminden REC'e geçişi artırmak amacıyla, yenilenemeyen enerji tüketimine karbon vergisi uygulanabilir. Ayrıca politika yapıcılar sürdürülebilirlik

hedefleriyle uyumlu yenilenebilir enerji projelerine yatırımı cazip hale getiren politikalar uygulayabilirler. Yerli ve yabancı sermaye için cazip hale gelen, güçlü ve etkin işleyen bir finansal sistem oluşturmak suretiyle, yenilenebilir enerji projeleri için finansal piyasaların daha fazla fon yaratmasına yardımcı olunabilir. Böylece etkin ve verimli işleyen bir finansal piyasa ile, fonlar yenilenebilir enerji yatırımında bulunan sektörlere verimli bir şekilde tahsis edilebilir. Bu bağlamda, Türkiye için istikrarlı ve sürdürülebilir çevreci bir kalkınma ortamı sağlayan projeler, kamu-özel sektör işbirliği ve gelişmiş finansal piyasalar aracılığıyla desteklenerek toplam enerji tüketiminde çevreye duyarlı enerji kaynaklarının payı artırılabilir.

Bunların yanı sıra kişi başına düşen gelirdeki artışın REC'i artırması GDP'nin yenilenebilir kaynaklara dayalı enerji tüketimine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla sağlanan GDP yenilenebilir enerji yatırımlarını ve bu yatırımlara dayalı üretim sürecini olumlu yönde desteklemektedir. Ayrıca FDI'nın REC üzerindeki negatif etkisi, uygun bir yatırım ortamının sağlanmasında bilgi aktarımı ve sermaye oluşumunun yetersizliği ile daha az teknolojik gelişmeye katkıda bulunmasını göstermektedir. Dolayısıyla yetkililer FDI'yı yenilenebilir enerji sektörüne yatırıma teşvik ederek, pozitif bir katkı sağlamak amacıyla; vergi teşvikleri, daha kolay yatırım aşamaları ve ilave düzenleyici standartlar sağlayabilirler.

Yenilenebilir enerjinin hem tüketiciler hem de politika yapımcılar tarafından öncül bir enerji kaynağı olarak benimsenmesi toplumsal bilincin oluşturulmasında faydalı olacaktır. Ayrıca hane halkları sürdürülebilir bir çevre ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önemi konusunda bilinçlendirilmeli, yenilenebilir temelli enerji sağlayan araçların kullanımı ile REC teşvik edilmelidir. Bu çerçevede eğitim programlarına yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili kısımlar dahil edilerek, çevrenin önemi ve korunması, çevreye zararlı olmayan teknoloji ve enerji kaynakları hakkında erken yaşlardan itibaren güçlü bir farkındalık oluşturulabilir.

Türkiye için yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketimi üzerinde etkili olabilecek farklı değişkenler kullanılarak, daha geniş bir zaman aralığını kapsayan değerlendirmeler yapılabilir. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan finansal piyasalar gelişimi verisine, finansal kurumlar gelişimi ve genel finansal gelişimi endeks verileri dahil edilerek daha kapsamlı bir değerlendirme yapılabilir. Türkiye için ele alınan bu çalışma, benzer yada farklı gelişmişlik seviyesine sahip ülke örnekleri için ayrı ayrı incelenerek karşılaştırmalar yapılabilir.

ETİK BEYAN

“Finansal gelişme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin analizi: Türkiye üzerine bir uygulama” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş, toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

KAYNAKÇA

- Abdelhamid, A., Ozatac, N. and Taspinar, N. (2023), Investigating the nexus between energy consumption and financial development via considering structural breaks: Empirical evidence from Argentina, *Sustainability*, 15, 8482.
- Adom, P. K. and Amuakwa-Mensah, F. (2016), What drives the energy saving role of FDI and industrialization in East Africa?, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 65, 925-942.
- Ahmed, K., Bhattacharya, M., Qazi A.Q. and Long, W. (2016), Energy consumption in China and underlying factors in a changing landscape: Empirical evidence since the reform period. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 224-234.
- Akkaya, S. and Hepsag, A. (2021), Does fuel tax decrease carbon dioxide emissions in Turkey? Evidence from an asymmetric nonlinear cointegration test and error correction model, *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 35094-35101.
- Alshagri, R., Alsabhan, T. H. and Binsuwadan, J (2024). Investigating the role of financial development in encouraging the transition to renewable energy: A fractional response model approach, *Sustainability*, 16, 8153.
- Amin, A., Tariq, A. and Ahmad, M. (2023), Non-linear dynamics in finance–inequality nexus: time series evidence from the Indian economy, *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 1026-4116.
- Anton, S. G. and Nucu A. E. A. (2020), The effect of financial development on renewable energy consumption: A panel data approach, *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- Ashena, M. and Shahpari, G. (2024), Energy poverty and developments in finance, economic complexity and economic conditions, *International Journal of Energy Sector Management*, 1750-6220.

- Baiardi, D. and Morana, C. (2016), The financial Kuznets curve: Evidence for the euro area. *Journal of Empirical Finance*, 39, 265-269.
- Bakhsh, S., Zhang, W., Kishwar, A. and Anas, M. (2023), Can digital financial inclusion facilitate renewable energy consumption? Evidence from nonlinear analysis, *Energy & Environment*, 1–31.
- Baloch, M. A., and Danish Meng, F. (2019), Modeling the non-linear relationship between financial development and energy consumption: Statistical experience from OECD countries, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 8838-8846.
- Bin Amin, S., Khan, F. and Rahman, Md A (2022), The relationship between financial development and renewable energy consumption in South Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 58022-58036.
- Cetin, M., Demir, H. and Saygin, S (2021), Financial development, technological innovation and income inequality: Time series evidence from Turkey, *Social Indicators Research*, 156 (1), 47–69.
- Chiu, Y-B. and Lee, C-C. (2020), Effects of financial development on energy consumption: The role of country risks, *Energy Economics*, 90, 104833.
- Coban, S. and Topcu, M. (2013), The nexus between financial development and energy consumption in the EU: A dynamic panel data analysis, *Energy Economics*, 39, 81-88.
- Danish and Ulucak, R. (2021), A revisit to the relationship between financial development and energy consumption: Is globalization paramount?, *Energy*, 227, 120337.
- Doytch, N., Elheddad, M. and Hammoudeh, S (2023), The financial Kuznets curve of energy consumption: Global evidence, *Energy Policy*, 177, 113498.
- Dumrul, C., Ilkay S. C. and Dumrul, Y. (2021), The financial Kuznets curve hypothesis: An empirical analysis of the Turkish economy with structural breaks co-integration tests, *Sosyoekonomi*, 29(50), 337-359.
- Elike, U., Anorou, E. and Nwala, K. (2019), Causal nexus between financial development and energy consumption: Evidence from Bootstrap Panel Granger Causality approach, *Journal of Applied Economics and Business Research*, 9(2), 01-14.

- Furuoka, F. (2015), Financial development and energy consumption: Evidence from a heterogeneous panel of Asian countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 430-444.
- Gaies, B., Kaabia, O., Ayadi, R., Guesmi, K. and Abid, I. (2019), Financial development and energy consumption: Is the MENA region different?, *Energy Policy*, 135, 111000.
- Hepsag, A. (2021), Testing for cointegration in nonlinear asymmetric smooth transition error correction models, *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 50(2), 400-412.
- International Energy Agency (2024), <https://www.iea.org/countries/turkiye>, Accessed on 25.09.2024.
- Khatatbeh, I. N. and Moosa, I. A. (2023), Financialization and income inequality: An investigation of the financial Kuznets curve hypothesis among developed and developing countries, *Heliyon*, 9(4), 14947.
- Khatatbeh, I. N., Al Samat, W., Abu-Alfoul, M. N. and Jaber, J. J. (2022), Is there any financial kuznets curve in Jordan? A structural time series analysis, *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2061103.
- Kılıç, C., Akcan, A. T, Topkaya, O. and Arık, M. (2024), Financial development, renewable energy consumption and industrial output relation: Testing Fourier ARDL for Turkey, *Studies in Business and Economics*, 19(1), 97-117.
- Kor, S. and Qamruzzaman, Md. (2023), Nexus between FDI, financial development, capital formation and renewable energy consumption; Evidence from Bangladesh, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(6), 129-145.
- Le, T-H (2016), Dynamics between energy, output, openness and financial development in sub-Saharan African countries, *Applied Economics*, 48(10), 914-933.
- Lefatsa, P. M., Sibanda, K. and Garidzirai, R. (2021), The relationship between financial development and energy consumption in South Africa, *Economies*, 9(4), 158.
- Mahalik, M. K., Babu, M. S., Loganathan, N. and Shahbaz, M. (2017). Does financial development intensify energy consumption in Saudi Arabia?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1022-1034.

- Majeed, M. T. and Hussain, Z. (2022), Heterogeneous effects of financial development on renewable energy consumption: Evidence from Global Dynamic Panel Threshold Approach, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 16(1), 70-98.
- Majeed, M. T. and Hussain, Z. (2024), Financial sector development and renewable energy consumption nexus: Evidence from global dynamic panel threshold analysis, *Natural Resources Forum*, 1-25.
- Moosa, I. A. (2018), Does financialization retard growth? Time series and cross-sectional evidence, *Applied Economics*, 50, 3405-3415.
- Mukhtarov, S., Humbatova, S., Seyfullayev, I. and Kalbiyev, Y. (2020), The effect of financial development on energy consumption in the case of Kazakhstan, *Journal of Applied Economics*, 23(1), 75-88.
- Nikoloski, Z. (2013), Financial sector development and inequality: Is there a Financial Kuznets Curve?, *Journal of International Development*, 25(7), 897-911.
- Nkalu, C. N., Ugwu, S. C., Asogwa, F. O., Kuma, M. P. and Onyeke, Q. O. (2020), Financial development and energy consumption in Sub-Saharan Africa: Evidence from Panel Vector Error Correction Model, *SAGE Open*, 10(3), 1-12.
- Ondes, H. and Kızılgöl O. (2024), Financial development and income inequality in newly industrialized countries: Does Financial Kuznets Curve exists? *Journal of the Knowledge Economy*, 15(4), 15618-15651.
- Ozdemir, O. (2019), Rethinking the financial Kuznets curve in the framework of income inequality: Empirical evidence on advanced and developing economies, *Economics and Business Letters*, 8(4), 176-190.
- Rafindadi, A.A. (2016), Does the need for economic growth influence energy consumption and CO2 emissions in Nigeria? Evidence from the innovation accounting test, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1209-1225.
- Raza, S.A., Shah, N., Qureshi, M.A., Qaiser. S., Ali, R. and Ahmed, F. (2020), Non-linear threshold effect of financial development on renewable energy consumption: Evidence from panel smooth transition regression approach, *Environmental Science and Pollution Research*, 27(25), 32034–32047.

- Sadorsky, P. (2010), The impact of financial development on energy consumption in emerging economies, *Energy Policy*, 38(5), 2528-2535.
- Sadorsky, P. (2011), Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies, *Energy Policy*, 39(2), 999-1006.
- Salim, R., Yao, Y., Chen, G. and Zhang, L. (2017), Can foreign direct investment harness energy consumption in China? A time series investigation, *Energy Economics*, 66, 43-53.
- Sare, Y.A. (2019), Effect of financial sector development on energy consumption in Africa: Is it threshold specific?, *International Journal of Green Energy*, 16(15), 1637-1645.
- Sarkodie, S.A. and Ozturk, I. (2020), Investigating the Environmental Kuznets Curve hypothesis in Kenya: A multivariate analysis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109481.
- Sayar, G., Erdas, M. L. and Destek, G. (2020), The effects of financial development, democracy and human capital on income distribution in developing countries: Does Financial Kuznets Curve Exists?, *Journal of Applied Economics and Business Research JAEBR*, 10(2), 76-95.
- Saygin, O. and Iskenderoglu, O. (2022a), Does the level of financial development affect renewable energy? Evidence from developed countries with system generalized method of moments (System-GMM) and cross sectionally augmented autoregressive distributed lag (CS-ARDL), *Sustainable Development*, 30, 1326–1342.
- Saygin, O. and Iskenderoglu, O. (2022b), The nexus between financial development and renewable energy consumption: A review for emerging countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 14522–14533.
- Shahbaz, M, Topçu, B. A., Sarıgül, S.S. and Vo, XV. (2021), The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries, *Renewable Energy*, 178, 1370-1380.
- 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.

- Shahbaz, M., Loganathan, N., Tiwari, A. K. and Jahromi R.S. (2015). Financial Development and Income Inequality: Is There Any Financial Kuznets Curve in Iran?, *Soc Indicators Research*, 124, 357–382.
- Sollis, R. (2009), A simple unit root test against asymmetric STAR nonlinearity with an application to real exchange rates in Nordic countries, *Economic Modelling*, 26, 118-125.
- Su, C-W., Song, Y., Ma, Y-T. and Tao, R. (2019), Is financial development narrowing the urban rural income gap? A cross-regional study of China, *Papers in Regional Science*, 98(4), 1779-1800.
- Svirydzienka, K. (2016), Introducing a new broad-based index of financial development, *SSRN Electronic Journal*.
- Thebuho, W., Opperman, P. and Steenkamp, L-A. (2022), The asymmetric effect of financial development on energy consumption in sub-Saharan Africa, *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2095770.
- Topcu, M. and Altay, B. (2017), New insight into the finance-energy nexus: Disaggregated evidence from Turkish sectors, *International Journal of Financial Studies*, 5(1), 1-16.
- Wang, L-M., Wu, X-L. and Chu, N-C. (2023), Financial development, technological innovation and urban-rural income gap: Time series evidence from China, *PLOS ONE*, 18(2), e0279246.
- Wang, Q. and Dong, Z. (2021), Does financial development promote renewable energy? Evidence of G20 economies, *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 64461–64474.
- Wang, Y. and Gong, X. (2020), Does financial development have a non-linear impact on energy consumption? Evidence from 30 provinces in China, *Energy Economics*, 90, 104845.
- Yu, M., Jin, H., Zhang, H. and Chong, A.Y.L. (2023), ICT, Financial development and renewable energy consumption, *Journal of Computer Information Systems*, 63(1), 190-203.
- Yue, S., Lu, R., Shen, Y. and Chen, H. (2019), How does financial development affect energy consumption? Evidence from 21 transitional countries, *Energy Policy*, 130, 253-262.

Ziaei, S. M. (2015), Effects of financial development indicators on energy consumption and CO2 emission of European, East Asian and Oceania countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 752–759.