

Yenilenebilir Enerji ve İstihdam: Dalgacık Dönüşümlü Kesirli Frekanslı Fourier Nedensellik Analizi

Renewable Energy and Employment: Wavelet Transform Fractional Frequency Fourier Causality Analysis

DOI: 10.38155/ksbd.1630764

Araştırma Makalesi /
Research Article

Makale Geliş Tarihi /
Article Arrival Date
31/01/2025

Makale Kabul Tarihi /
Article Accepted Date
19/07/2025

Makale Yayın Tarihi /
Article Publication Date
20/12/2025

**KARADENİZ SOSYAL
BİLİMLER DERGİSİ**

Dr. Onur YAĞIŞ
Bağımsız Araştırmacı
onuryagis@hotmail.com
ORCID: 0000-0003-3457-657X

Etik Kurul Beyanı: Bu çalışma, insanlardan veri ve örnek toplamayı gerektiren, anket, inceleme, alan çalışması ve deney içeren araştırmalar kapsamına girmediğinden etik kurul onay belgesi gerektirmemektedir.

*Yağış, O. (2025). Yenilenebilir enerji ve istihdam: Dalgacık dönüşümlü kesirli frekanslı Fourier nedensellik analizi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*. 17 (33), 701-718.

Öz

Dünyadaki tüm ülkelerde ve Türkiye’de enerji gereksinimi artmaya devam etmektedir. Enerji gereksiniminin karşılanmasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımların gerçekleştirilmesi fosil kaynaklı enerji kullanımını azaltabilmektedir. Ayrıca bu enerji kaynağının kullanımı enerji arz güvenliğinin sağlanmasına, yeni iş sahalarının ortaya çıkmasına ve sürdürülebilir iktisadi kalkınmaya katkılar sunabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye için 1990-2020 dönemi kullanılarak yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisinin Dalgacık Dönüşümlü Kesirli Frekanslı Fourier nedensellik tekniğiyle araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, dalgacık dönüşümlü kısa dönemde, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru %10 anlamlılık düzeyinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Orta dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminden ve ekonomik büyümeden istihdama doğru %1 anlamlılık düzeyinde nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Uzun dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminden istihdama doğru %5 anlamlılık düzeyinde nedensellik sonucu elde edilmiştir. Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru %1 anlamlılık seviyesinde çift yönlü nedensellik sonucu bulunmuştur

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, İstihdam, Dalgacık Dönüşümlü, Fourier Nedensellik Analizi

Abstract

The energy requirement continues to increase in all countries of the world and in Türkiye. The use of renewable energy sources is also increasing in meeting the energy requirement. Investments in renewable energy sources can reduce the use of fossil fuel energy. In addition, the use of this energy source can contribute to the security of energy supply, the emergence of new business areas and sustainable economic development. This study aims to investigate the relationship between renewable energy and employment using the Wavelet Transform Fractional Frequency Fourier Causality technique for Türkiye using the 1990-2020 period. As a result of the research, it was concluded that there was a 10% significant causality relationship from economic growth to renewable energy consumption in the short term with wavelet transform. In the medium term, a 1% significant causality relationship was found from renewable energy consumption and economic growth to employment. In the long term, a 5% significant causality result was obtained from renewable energy consumption to employment. A bidirectional causality result was found from economic growth to renewable energy consumption and from renewable energy consumption to economic growth at a 1% significant level.

Keywords: Renewable Energy, Employment, Wavelet Transform, Fourier Causality Analysis

Giriş

Enerji insan gereksinimlerinin karşılanması için ihtiyaç duyulan en önemli unsurlardan birisidir. 1990'lı yılların başına kadar enerji gereksinimi fosil kaynaklı enerji kaynaklarından karşılanmıştır. Enerji üretim ve tüketim faaliyetlerine doğrudan katılması nedeniyle iktisadi büyümenin ana belirleyici etmenlerinden biri haline gelmiştir. Ülkeler iktisadi faaliyetlerin sürdürülebilir olması için teknolojik alanlara yatırım yapmakta ve iktisadi açıdan verimliliğin artırılması için enerjinin en önemli bileşen olduğu kabul edilmektedir (Özsoy ve Özpolat, 2020). Enerjinin bu derece kullanımının çevre üzerinde doğaya ve canlılara zarar vermesi gibi olumsuz etkileri de olmuştur. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bu etkilerin üstesinden gelmek için yeşil enerji politikalarına yönelmiştir. Çevresel problemlere neden olan sera gazı emisyonlarından dolayı yenilenemeyen enerji tüketimine karşı yenilenebilir enerji tercih edilmeye başlanmıştır. Toplam enerji tüketiminde yeşil enerjinin payı artmış ve bu durum, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli faktörlerden birisi olmuştur. Yenilenebilir enerji sektörüne yapılan teknolojik yatırımlarla birlikte ölçek ekonomisi artış göstermekte ve emek verimliliği ön plana çıkmaya başlamaktadır. Bu bağlamda enerji yatırımlarının yeni iş olanakları yaratması, dolayısıyla istihdam düzeyinde önemli katkılar sağlayabileceği beklenilmektedir (Wei, Patadia ve Kammen, 2010; Meyer ve Sommer, 2014). Yenilebilir enerjiye yapılan yatırımların istihdama etki etmesi dört farklı aşama ile gerçekleşmektedir (Karaca ve Eşgünoğlu, 2017). İlk olarak yatırımların gerçekleştirilebilmesi için araç ve gereçlerin üretilmesi gerekmektedir. İkinci aşamada üretimi gerçekleştirilen malzemelerin işlenebilmesi için santral kurulumunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu ilk iki aşamada oldukça fazla istihdam ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Üçüncü aşama kurulumu gerçekleştirilen santrallerin kullanılması ve dördüncü aşama bakım ve onarım aşamasıdır (Wei, Patadia ve Kammen, 2010; Meyer ve Sommer, 2014; Kronsell, Rosqvist ve Hiselius, 2016; Karaca ve Eşgünoğlu, 2017).

Yenilebilir enerji ve istihdam ilişkisi doğrudan ve dolaylı istihdam olmak üzere açıklanabilmektedir. Doğrudan istihdam, üretim safhasındaki bakım ve onarım gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin oluşumu ve kullanımı esnasında yapılan tüm işleri ifade etmektedir. Dolaylı istihdam, bu sektöre hizmet aktarımı gerçekleştiren sektörler karşılaşılan istihdam çeşididir (Zaman, Wang, Zaman ve Rasool, 2021; Li, Geng, Shinwari, Yangjie ve Rjoub, 2021).

Yenilenebilir enerji ve işgücü ilişkisi, yeşil işgücü kavramıyla ifade edilebilmektedir. Bu kavram yenilenebilir enerji idaresi ve bu alana yapılan yatırımlarla birlikte ortaya çıkmıştır

(Global Insight, 2008). Yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırımlar küresel rekabetin artmasına, yeni iş alanlarının oluşturulmasına, verimliliğin artarak kısa ve uzun sürede getirilerin artmasına katkıda bulunmaktadır (Global Insight, 2008). Birleşmiş Milletler (BM) Çevre Programları, yeşil işgücünü Ar-ge, idare ve hizmetler sektöründeki faaliyetlerin çevresel kaliteyi artırması olarak ifade etmektedir (VanWynsberghe, 2016). Yeşil işgücüyle birlikte iklim değişikliği probleminin çözüme kavuşturularak istihdam kaynaklı çevresel problemlerin azaltılması hedeflenmektedir (VanWynsberghe, 2016).

Yeşil işgücünün endüstri ve tedarik sektöründe, üretim ya da hizmet sektöründe değer zinciri oluşturması, ortaya çıkan enerji arzıyla diğer sektörlerdeki ekonomik faaliyetlerin artmasına katkı sağlaması, bu enerji türü üretimindeki istihdamın az zararlı iş faaliyetlerinin oluşmasına katkı sağlaması, işçi-işveren arasında iletişimi artırması yeşil enerjinin istihdam yaratmadaki katkıları olarak ifade edilmektedir. Yenilebilir enerji alanına yapılan yatırımlar sanayilerdeki işgücünün artmasına olumlu katkı sunmakta, fosil kaynaklı enerjinin ithalatında gerçekleştirilen tasarruflar yenilenebilir enerji alanına aktarılmaktadır. Çevresel tahribatı azaltan bir anlayışın hakim olduğu ekonomik yapıya geçiş, kaynakların verimli kullanımı, üretim ve talepte meydana gelen yapısal değişimler işgücü piyasasında farklılıklar oluşturmaktadır. Yeşil enerji sektörlerine yapılan istihdam, üretimdeki çevresel baskıyı ortadan kaldırarak özellikle işgücünün daha yoğun olduğu diğer sektörlerde istihdamın yapısında farklılıklar meydana getirilebilmektedir (Apergis ve Salim, 2015; ILO, 2023; OECD, 2024).

Türkiye’de 2005 yılında çıkarılan yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi için kullanılması yasasıyla birlikte güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar ve yerli üretime yönelik teşvikler artış göstermiştir (Afşar ve Doğan, 2021). Türkiye’de 10. Kalkınma Planıyla (2014-2018) birlikte ilk defa yerli enerji kaynaklarına yönelik eylem planı hazırlanmıştır. Dışa bağımlılığın azaltılması, arz güvenliği, cari dengenin sağlanması, istikrarlı büyüme için milli kaynakların enerji üretiminde kullanımının zorunlu olduğu vurgulanmıştır. Bu sektörün gelişmesiyle birlikte istihdam olanakları artmıştır (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024). 2017-2018 döneminde, yenilenebilir enerji sektörüne teşvikleri artırmak için, tarife garanti oranlarında azalışa gidilmiştir. Bu düşüşle birlikte sektöre olan yatırımlar ciddi derecede artmıştır. 2017 yılında güneş enerjisi sektöründe 34 bin ve diğer yenilenebilir enerji sektörlerine yapılan istihdamla birlikte bu sayı yılsonunda 84 bin kişi olmuştur. 2018 yılında yaşanan döviz problemi söz konusu sektörün olumsuz etkilenmesine yol açarak işgücünün 62 bin kişiye gerilemesine neden olmuştur. 2019 yılında hidroelektrik sektöründe gelişim gösteren Türkiye dünyada 8.sırada yer almıştır. Bu sektöre

Türkiye 40 bin kişilik istihdam sağlamıştır. 2020 yılında bu sektöre olan istihdam artmıştır. Türkiye sektöre ilave 4 bin kişilik istihdam sağlamıştır. Yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırımların ardından toplam istihdam sayısı 240 bin kişi olarak gerçekleşmiştir. 2022 yılında hidroelektrik sektöründe dünyada 2,49 milyon kişi istihdam edilmiştir. Türkiye ise bu istihdamdan %1,6'lık paya sahip olmuştur (IRENA, 2019; IRENA, 2021; IRENA, 2023). Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektöründe gelişim gösterdiği bir diğer alan güneş sektörüdür. Buradaki hedefler ithalatı sınırlamak için gümrük tarifeleri, vergi teşvikleri ve anti-damping uygulamalarını gerçekleştirmek olmuştur. Bir diğer hedef ise ülke içerisinde üretilen yenilenebilir enerji ekipmanlarının payını artırmaktır. Türkiye'de 2023 yılı itibariyle yenilenebilir enerji sektöründe 60 şirket yer almaktadır. 2023 yılında güneş enerjisi sektöründe 26 bin ve rüzgar enerjisi sektöründe 13 bin kişi çalışmaya devam etmektedir (IRENA, 2019; IRENA, 2021; IRENA, 2023).

Bu çalışmanın amacı yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla çalışmada, 1990-2020 zaman aralığı ele yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisi Türkiye için araştırılmıştır. Çalışmada ilk olarak serilerin durağanlığı dalgacık dönüşüm ile dönemler itibariyle (kısa, orta ve uzun) kıyaslamalı biçimde incelenmiştir. Bu inceleme için Bozoklu, Yılcı ve Görüş, (2020)'nin literatüre kazandırdığı Kesirli Frekanslı Fourier ADF birim kök testi kullanılmıştır. Ardından Pata ve Yılcı (2020)'nin geliştirdiği kesirli frekanslı Fourier Toda-Yamamoto nedensellik yöntemi kullanılmıştır. Literatür incelendiğinde, Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ile istihdam ilişkisini inceleyen araştırmalar oldukça az sayıda bulunmaktadır. Bu durum çalışmaya yönelik temel motivasyonu oluşturmuştur. Ayrıca araştırmadaki kullanılan analiz tekniklerinin güncel olması literatürdeki diğer araştırmalardan farklı bir nitelik kazanmasını sağlamıştır. Bu özelliklerle literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir. Bu açıdan dalgacık dönüşüm yöntemi sayesinde, üç farklı zaman dönemini ele alması ve sonuçlardan yola çıkarak politika önerileri sunulması hedeflenmektedir. Çalışmada öncelikle giriş bölümüne yer verilmiştir. Literatür incelemesinin yapıldığı bölümün ardından yöntem ve bulgular ile devam edilmiştir. Son bölüm olarak sonuç kısmı ile çalışma tamamlanmıştır.

Literatür İncelemesi

Bu bölümde araştırmada ele alınan yenilenebilir enerji ve istihdam konusuna dair yapılan ulusal ve uluslararası literatür çalışmaları yer almaktadır. Literatüre incelendiğinde araştırma konusu ve Türkiye'ye yönelik olarak oldukça sınırlı çalışma bulunmaktadır. Ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde ele alınan zaman aralığı, ülke, teknik ve değişkenlerin farklı olduğu

Yenilenebilir Enerji ve İstihdam: Dalgacık Dönüşümlü Kesirli Frekanslı Fourier Nedensellik Analizi

görülmektedir. Çalışmalarda çeşitli değişkenler ve farklı zaman aralıkları bulunmasına rağmen yenilenebilir enerji ve istihdam arasında ilişki bulunduğu söylenebilmektedir. Aşağıdaki tablo 1’de literatür özeti yer almaktadır.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar	Ülke-Dönem	Yöntem	Değişkenler	Sonuç
Akarca ve Long (1979)	ABD- 1973-1978 aylık verileri	Granger Nedensellik	Yenilenebilir enerji tüketimi ve istihdam	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında nedensellik ilişkisini bulunmuştur.
Yu ve Jin (1992)	ABD 1974-1990	Granger Nedensellik	Enerji Tüketimi, Gelir VE İstihdam	Enerji kullanımı ve istihdam arasında ilişki bulunmuştur.
Glasure ve Lee (1995)	ABD 1974-1984 aylık verileri	VECM eşbütünleşme ve nedensellik	Enerji kullanımı ve istihdam	Enerji kullanımı ve istihdam ilişkisinin olduğunu ileri sürmüştür.
Chang (2001)	Tayvan 1982-1997	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	Enerji kullanımı ve istihdam	Enerji kullanımı ve istihdam ilişkisinin bulunduğu sonuçları üzerinde durulmuştur.
Sarı, Ewing ve Soytaş, (2008)	ABD 2001:M1-2005:M6	ARDL	Sanayi üretimi, enerji tüketimi ve istihdam	Enerji ve istihdam ilişkisinin Varlığı Kabul Edilmiştir.
Tiwari (2011)	Hindistan 1997-2016	Granger Nedensellik	Yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO ₂ emisyonu	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında çift yönlü ilişki sonucuna ulaşmıştır.
Pao ve Fu (2013)	Brezilya 1980-2010	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik	Reel GDP, Reel GSYİH, enerji tüketimi ve işgücü	Yenilenebilir enerji ve iş gücü arasında ilişki bulmuştur.
Apergis ve Salim (2015)	83 Ülke 1990-2013	Doğrusal olmayan panel veri	Yenilenebilir enerji ve istihdam	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında ilişkinin varlığına vurgu yapmıştır
Karaca, Eşgünoğlu ve Ulutaş, (2017)	Türkiye 2015	Copras	Yenilenebilir enerji ve işsizlik	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir.
Zhao ve Luo (2017)	Çin 1980-2013	ARDL	Yenilenebilir enerji tüketimi, gelir ve istihdam	Yenilenebilir enerji ve işsizlik ilişkisini kanıtlanmıştır.
Chen(2018),	Çin 1987-2007	Girdi Çıktı	Enerji tüketimi, çevre kirliliği, yenilenebilir enerji ve istihdam	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında ilişkinin sonucu bulunmuştur.
Afolayan (2019)	Nijerya 1980-2015	Eşbütünleşme	Elektrik tüketimi,	Yenilenebilir enerji ve işsizlik ilişkisi bulunmuştur.

			istihdam, Hükümet harcamaları ve beşerî sermaye	
Khobai, Kolisi, Moyo, Anyikwa ve Dingela, (2020)	Güney Afrika 1990-2014	ARDL	Yenilenebilir enerji tüketimi, çevre kalitesi ve ekonomik büyüme	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında pozitif ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.
Özsoy ve Özpolat(2020)	BRICS- MIST Ülkeleri 1991-2014	Bootsrapt Granger Nedensellik	Yenilenebilir enerji, istihdam, yenilenemeyen enerji	Ülke bazlı nedensellik sonuçlarına ulaşılmıştır.
Çelik (2021)	ABD 1973-2019	Granger Nedensellik	Krediler, Hükümet harcamaları, istihdam ve yenilenebilir enerji tüketimi	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında ilişkinin bulunmadığını ileri sürmüştür.
Afşar Ve Doğan (2021)	E-7 2000-2019	Panel ARDL	Yenilenebilir enerji ve istihdam	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında pozitif ilişki bulgusu elde edilmiştir.
Polat (2022)	Türkiye 1990-2019	Birim Kök Testi, Johansen Eşbütünleşme Ve Granger Nedensellik	Eğitim harcamaları, cinsiyete göre işverenlerin istihdam içerisindeki payı, yenilenebilir enerji tüketimi ve CO ₂ emisyonu	Kadın işverenlerin istihdam içerisindeki payı ve yenilenebilir enerji tüketimi ile CO ₂ emisyonu arasında ilişkinin bulunduğunu tespit etmiştir.
Minh Ve Van (2022)	Vietnam 1995-2019	ARDL	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ile yenilenebilir enerji kullanımı	Yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Osei, Kunawotor ve Kulu, (2023)	50 Avrupa Ve 40 Asya Ülkeleri 2000-2018	Sistem GMM	Yenilenebilir enerji ve istihdam	Yenilenebilir enerji ve istihdam arasında pozitif ilişki bulgusu elde edilmiştir.
Ulloa-De ve diğerleri, (2024)	Ekvator 2010-2022 Çeyreklik Verileri	EKK	Yenilenebilir enerji, kırsal işsizlik oranı, kırsal üretim ve kırsal nüfusun hareketliliği	Yenilenebilir enerjinin işsizliği azaltıcı etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Literatür taramasında yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisine yönelik olarak çeşitli ülkelere dair birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda yenilenebilir enerji ve

istihdam arasında ilişki görülmektedir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı kullanılan söz konusu veriler ile kısa, orta ve uzun dönem olarak farklı ölçeklerinde incelenmesidir. Bu noktada, söz konusu politika çıkarımları, dönemleri (kısa, orta ve uzun) dikkate alınarak güncel teknikler ve güncel verilerle birlikte yapılmıştır. Ayrıca araştırmadaki kullanılan analiz tekniklerinin güncel olması ve Türkiye özelinde konu üzerine az sayıda çalışma olması literatürdeki diğer araştırmalardan farklı bir nitelik kazanmasını sağlamıştır. Bu özelliklerle literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Yöntem ve Bulgular

1990-2020 dönemi kullanılarak Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ve istihdam ilişkisi incelenmiştir. 1990-2020 dönemi, Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının hızla arttığı ve enerji politikalarının dönüştüğü bir süreçtir. Bu dönemde, yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımlar teşvik edilmiş, çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda enerji verimliliği artmış ve yenilenebilir enerji sektöründe istihdam yaratılmıştır. Ayrıca, teknolojik gelişmeler, uluslararası anlaşmalar ve ekonomik büyüme, enerji üretiminde temiz kaynakların kullanımını artırmış ve sektördeki iş gücü talebini etkileyen önemli faktörler olmuştur. Bu nedenle, 1990-2020 dönemi, yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisini incelemek için kritik bir zaman dilimidir. Türkiye için yapılacak araştırmada kullanılacak olan veriler aşağıdaki Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Kullanılan Değişkenler

Değişken	Simge	Kaynak
İstihdam Oranı %	E	Dünya Bankası (World Bank)
Yenilenebilir Enerji Tüketimi, %	Y	Dünya Bankası (World Bank)
GSYH Büyümesi %	G	Dünya Bankası (World Bank)

Tablo 3’de verilen verilere göre, E, G, Y değişkenlerinin düşük standart sapması, verilerin ortalama etrafında dar bir alanda toplandığını göstermektedir. Çarpıklık ve basıklık açısından normal dağılıma yakın bir yapı sergileyen E, G, Y değişkeni, simetrik ve ne çok sivri ne de çok düz bir dağılıma sahiptir. Ayrıca Jarque-Bera istatistiklerine göre serilerin normal dağılıma sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler

	E	G	Y
Ortalama	46.093	8.951	16.841
Medyan	45.898	8.942	15.340
Maksimum	52.326	9.407	24.370
Minimum	41.166	8.567	11.400
StandartHata	3.369	0.284	4.417
Çarpıklık	0.139	0.547	0.493
Basıklık	2.013	1.907	1.750
Jarque-Bera	1.359	2.607	3.273
Prob	0.506	0.271	0.194
Gözlem	31	31	31

Dalgacık dönüşümü ile söz konusu verilerin dönemler itibarıyla (kısa, orta ve uzun) durağanlığı ve nedenselliği kıyaslamalı biçimde irdelenmiştir. Çeşitli zaman dilimlerinin dikkate alınması daha kapsamlı bir inceleme yapılmasına olanak sağlayacaktır. Farklı zaman ölçekleri arasındaki değişkenleri veya değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmaya izin verdiği için bu yöntem tercih edilmiştir. Analizde ilk olarak dalgacık dönüşüm ile dönemler itibarıyla (kısa, orta ve uzun) serilerin durağanlıkları Kesirli Frekanslı FADF Birim Kök Testi ile araştırılmıştır. Birim kök testinin ardından Pata ve Yılancı (2020), tarafından geliştirilen Kesirli Frekanslı Fourier Toda- Yamamoto Nedensellik testiyle analize devam edilmiştir.

Dalgacık dönüşümü, zamanın belirli bir kısmında başlayan ve son bulan dalgasal hareketliliği belirten fonksiyonları ifade etmektedir (Percival ve Walden, 2000). Dalgacık dönüşümünün sürekli ve ayık olmak üzere iki farklı dönüşüm formu bulunmaktadır. Ayık dalgacık dönüşümünde, dalgacık dönüşümünde birbirinden ayrı ölçek ve kaydırma seti kullanılmaktadır. Sürekli dalgacık dönüşümünde, dalgacık dönüşümünde sürekli ölçek ve kaydırma uygulanmaktadır (Araghi, Baygi, Adamowski, Malard, Nalley ve Hasheminia, 2015). Sürekli dalgacık dönüşümünde gereksiz bilgi ve hesaplamada etkisizlik bulunması nedenlerinden dolayı bu çalışmada ayık dalgacık dönüşümü tekniğinde yararlanılmıştır. Gösterimi aşağıda belirtilmiştir:

$$e(t) = \sum_k a_{j,k} b_{j,k}(t) + \sum_k c_{j,k} d_{j,k}(t) + \sum_k c_{j-1,k} d_{j-1,k}(t) + \dots + \sum_k c_{1,k} d_{j,k}(t) \quad (1)$$

Yukarıdaki denklem 1’de bulunan, b, d ölçekleme ve dalgacık fonksiyonunu ifade etmektedir. $A_{j,k}$, $c_{j,k}$ detay ve yumuşatma katsayılarını göstermektedir. Dalgacık uzunluğu olarak 8 ve Daubechies Least Asymmetric yöntemiyle yapılmıştır. Bu çalışmada Walden (2001) tarafından önerildiği gibi, MODWT (maksimum örtüşük ayık dalgacık dönüşümü)

kullanılmıştır. Walden (2001), bu teknikte bulunan dalgacık ve ölçekleme katsayılarını aşağıdaki denklemde belirtmiştir.

$$W_{j,t} = \sum_{l=0}^{L-1} \tilde{d}_{j,l} Z_{t-1} \text{ mod } N \quad (2)$$

$$V_{j,t} = \sum_{l=0}^{L-1} \tilde{b}_{j,l} Z_{t-1} \text{ mod } N \quad (3)$$

Araştırmada ele alınan dönemlerin gösterimi şu şekilde gösterilmektedir (Ha, Tan ve Goh, 2018). Kısa dönem ($d1+d2$), orta dönem ($d3$), uzun dönem ($d4+d5$) biçimindedir. Dalgacık uzunluğu ve en büyük ölçek için Gençay, Gradojevic, Selçuk ve Whitcher, (2010), Ursavaş ve Yılcı (2022) çalışmalarından yararlanılmıştır. En büyük ölçek gösterimi denklem (4)'de yer almaktadır. T örneklem boyutuna karşılık gelmektedir (Tatar, 2023).

$$J = \log_2(T) \quad (4)$$

Fourier birim kök testinde uygun frekans değerinin bulunmasında Enders ve Lee (2012) tarafınca yapılan incelemede yalnızca tamsayı değerleri kullanılmaktadır. Bu araştırmada ise uygun frekans değerinin belirlenmesinde kesirli frekanslı Fourier ADF birim kök testi kullanılmıştır. Bu test ile uygun frekans değerlerinin belirlenmesinde kesirli sayılar da dikkate alınarak durağanlık testlerinin yapılmasına imkân tanınmaktadır. Araştırmada kullanılan değişkenlerin durağanlıklarını incelemek için aşağıdaki modeller dikkate alınmaktadır.

$$\Delta E_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_3 E_{t-1} + \sum_{i=1}^p \varphi_i \Delta E_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_3 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \varphi_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\Delta G_t = x_0 + x_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + x_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + x_3 G_{t-1} + \sum_{i=1}^p \varphi_i \Delta G_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Yukarıdaki modelde E istihdamı, Y yenilenebilir enerji tüketimini, G ekonomik büyümeyi, Δ birinci fark almayı, t trendi, k uygun frekans değerini, T örneklemin büyüklüğünü, gecikme uzunluğu p ve hata terimleri ε_t temsil etmektedir. π ise 3.14 olarak alınmıştır. Akaike bilgi kriteri ile uygun gecikme uzunluğu belirlenmiştir (Bozoklu ve diğerleri., 2020).

Bu test uygulanırken ilk olarak En Küçük Kareler Toplamını (KKT) minimum hale getiren frekans değeri elde edilmektedir. Bu frekans değeri kesirli şekilde oluşmaktadır ($k=0.1, 0.2, \dots, 4.9, 5$). Uygun frekans değeri (k^*) ile gösterilmektedir. Ardından F testi devreye sokularak ilk model için $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$, ikinci model için $\beta_0 = \beta_1 = 0$, üçüncü model için $x_0 = x_1 = 0$ temel hipotezleri test edilmektedir. Eğer temel hipotez reddedilemezse

trigonometrik terimlerin bir anlam ifade etmediği ortaya çıkmakta ve bu koşulda ADF birim kök testi uygulanmaktadır.

Eğer trigonometrik terimler anlamlı çıkarsa son sayfaya geçilerek, $\alpha_3 = 0$, $\beta_3 = 0$, $x_3 = 0$ ve $y_3 = 0$ temel hipotezleri sınanmaktadır. Temel hipotez reddedilmezse serinin durağan olmadığı sonucuna varılmaktadır. Uygun kritik değerler Bozoklu vd. (2020) tarafından belirlenmiştir. Modelde kullanılan standart ADF ve Kesirli frekanslı Fourier ADF durağanlık test sonuçları Tablo 4’de yer almaktadır.

Son adım olarak değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi incelemek için Nazlıoğlu, Görmüş, ve Soytaş (2016) Fourier Toda Yamamoto nedensellik analizi uygulanmıştır. Granger (1969) tarafından literatüre kazandırılan nedensellik yönteminde serilerin seviye değerlerinin birim köklü olması durumunda fark alma işlemi yapılmaktadır. Fakat uzun dönemde serilerin farkının alınması sonuçların doğruluğunu etkilemektedir. Bu problemlerin üstesinden gelmek için Toda–Yamamoto (1995) Granger nedensellik metotları ortaya çıkarılmıştır. Bu iki testte farklı durağanlık seviyelerinde uygulanabilmektedir. Ayrıca bu testler geleneksel nedensellik metotları olarak da ifade edilir. Nazlıoğlu ve diğerleri (2016) ise Toda–Yamamoto nedensellik metoduna Fourier fonksiyonları ilave ederek yapısal değişiklikleri içerisinde barındıran yöntem geliştirmişlerdir. Aşağıda yer alan denklem (8)’de Nazlıoğlu ve diğerleri (2016) tarafından geliştirilmiştir. Bu modelde tek bir frekans bileşeni kullanılarak ve $\alpha(t)$ 'yi şu şekilde tanımlamaktadır:

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (8)$$

Nazlıoğlu ve diğerleri (2016) Denklem 8’de gösterilen Fourier denklemini, denklem 9’da gösterilen VAR modeline ilave ederek Denklem 10’da gösterilen modeli elde etmiştir

$$y_t = \alpha(t) + \vartheta_1 y_{t-1} + \dots + \vartheta_{p+d} y_{t-(p+d)} + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$y_t = \alpha_0 + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \vartheta_1 y_{t-1} + \dots + \vartheta_{p+d} y_{t-(p+d)} + \varepsilon_t \quad (10)$$

Bu nedensellik testinin boş hipotezi nedenselliğin bulunmadığı, alternatif hipotezi ise bulunduğu şeklindedir. Pata ve Yılcı (2020) yılında Nazlıoğlu ve diğerleri (2016) tarafından geliştirilen bu teste kesirli frekanslı değerlerin dikkate alınmasını sağlamıştır. Pata ve Yılcı (2020) bu testin uygulanması için aşağıdaki modelleri kullanmıştır (Pata ve Yılcı, 2020):

$$E_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i G_{t-1} + \varepsilon_t \quad (11)$$

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \beta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i G_{t-i} + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$G_t = X_0 + X_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + X_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i E_{t-i} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \varphi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Yukarıda belirtilen (11), (12) ve (13) numaralı denklemlerde dmax maksimum entegrasyon seviyesini ifade etmektedir. Akaike bilgi kriteri ile gecikme uzunlukları belirlenmiştir. EKK toplamını minimum eden frekans değerinin (k) belirlenmesinin ardından model tahmini yapılmaktadır. Bu nedensellik testinin boş hipotezi nedenselliğin bulunmadığı, alternatif hipotezi ise bulunduğu şeklindedir. Gereksinim duyulan kritik değerlere bootstrap simülasyonu sayesinde ulaşılmaktadır (Pata ve Yıılancı, 2020).

Aşağıdaki tablolarda uygulaması yapılan ekonometrik tekniklerin sonuçları yer almaktadır. Çalışmada ilk olarak dalgacık dönüşümlü kesirli frekanslı Fourier ADF (Bozoklu ve diğerleri, 2020) ve geleneksel ADF birim kök testleri ile değişkenlerin durağanlıkları analiz edilmiştir. Test sonuçları tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4. Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	F Test İstatistiği	FADF Test İstatistiği	k	ADF Test İstatistiği	Prob
		Orijinal Seri			
E	17,371	-3,924**	1,7	-	-
Y	12,352	-6,717***	0,5	-	-
G	3,099	-2,844	0,4	-2,490	0,33
Kısa Dönem (<8)					
E	6,932	-3,617***	4,6	-	-
Y	7,920	-4,564***	4,8	-	-
G	2,040	-2,655	0,1	-2,620	0,93
Orta Dönem (8-16)					
E	6,852	-3,488**	2,4	-	-
Y	5,541	-5,176	4,5	-5,702	0,00***
G	4,597	-4,145	4,5	-1,738	0,10
Uzun Dönem (>16)					
E	9,264	-4,404***	2,3	-	-
Y	1,139	-1,805	3,4	-1,989	0,28
G	2,040	-1,048	1,3	-1,684	0,91

Not: ***, ** % 1 ve %5 seviyesinde anlamlılığı belirtmektedir. Teste ait kritik değerler Bozoklu vd. (2020) çalışmasında yer almaktadır.

Yukarıdaki tablo 4'e bakıldığında orijinal seride ve kısa dönemde E ile Y değişkenleri, orta ve uzun dönemde ise sadece E değişkeninin F testi anlamlı çıkmıştır. Orijinal seride anlamlı çıkan E ile Y değişkenlerinin FADF birim kök testi kritik değerleri incelendiğinde %1 anlamlılık düzeylerinde seviyelerinde durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. G değişkeni ise F testi anlamsız olduğundan, ADF testine başvurulmuş ve seviyesinde durağan olmadığını sonucu görülmektedir. Kısa dönem incelendiğinde, anlamlı çıkan E ile Y değişkenlerinin FADF birim kök testi kritik değerleri incelendiğinde %1 anlamlılık düzeylerinde seviyelerinde durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. G değişkeni ise F testi anlamsız olduğundan, ADF testine başvurulmuş ve seviyesinde durağan olmadığını sonucu görülmektedir. Orta dönemde, anlamlı çıkan E değişkeninin FADF birim kök testi kritik değerleri incelendiğinde %5 anlamlılık düzeyinde seviyesinde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Y ve G değişkeni ise F testi anlamsız olduğundan, ADF testine başvurulmuş ve Y değişkeninin seviyesinde %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğuna, G değişkeninin seviyesinde durağan olmadığını sonucu görülmektedir. Uzun dönemde, anlamlı çıkan E değişkeninin FADF birim kök testi kritik değerleri incelendiğinde %1 anlamlılık düzeyinde seviyesinde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Y ve G değişkeni ise F testi anlamsız olduğundan, ADF testine başvurulmuş ve her iki değişkenin seviyesinde durağan olmadığını sonucu görülmektedir. Birim kök sonuçlarından yola çıkarak orijinal seri, kısa, orta ve uzun dönemde modelde kullanılan serilerin farklı düzeylerde durağan oldukları görülmektedir. Bu yüzden değişkenler arasındaki nedensellik ilişkinin varlığını sınamak amacıyla önce dalgacık dönüşümü daha sonra Kesirli Frekanslı Fourier Toda–Yamamoto Nedensellik metodu kullanılmıştır. Test sonuçları tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5. Nedensellik Sonuçları

H0	Walt Test İstatistiği	Bootstrap Olasılık Değeri	Optimal Gecikme Uzunluğu	k
		Orijinal Seri		
Y↔E	0,304	0,31	1	0,8
E↔Y	0,596	0,58	1	0,8
G↔E	0,227	0,27	3	1,3
E↔G	0,646	0,65	3	1,3
G↔Y	0,749	0,75	1	0,5
Y↔G	0,138	0,14	1	0,5
		Kısa Dönem		
Y↔E	0,094	0,10	1	0,8
E↔Y	0,427	0,42	1	0,8
G↔E	0,531	0,54	3	3,9
E↔G	0,345	0,37	3	3,9
G↔Y	0,058*	0,08	2	4,3

Yenilenebilir Enerji ve İstihdam: Dalgacık Dönüşümlü Kesirli Frekanslı Fourier Nedensellik Analizi

Y↔G	0,275	0,28	2	4,3
Orta Dönem				
Y↔E	0,007***	0,00	1	0,8
E↔Y	0,132	0,14	1	0,8
G↔E	9,756***	0,00	2	2,2
E↔G	0,607	0,62	2	2,2
G↔Y	0,650	0,65	2	3,7
Y↔G	0,952	0,94	2	3,7
Uzun Dönem				
Y↔E	0,014**	0,03	2	0,6
E↔Y	0,577	0,58	2	0,6
G↔E	0,684	0,69	2	0,7
E↔G	0,092	0,11	2	0,7
G↔Y	0,001***	0,00	2	3,9
Y↔G	9,959***	0,00	2	3,9

Not: ***, **, * % 1, %5 ve %10 seviyesinde boş hipotezin reddedildiğini belirtmektedir. Bootstrap 10.000 simülasyonu kullanılmıştır. “↔” “nedenselliğin bulunmadığını ifade etmektedir.

Tablo 5’de Türkiye için dalgacık dönüşümü sonrası kesirli frekanslı Fourier Toda–Yamamoto nedensellik sonucuna göre, orijinal seriye göre herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Dalgacık dönüşümü sonrasında kısa dönemde, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru %10 anlamlılık seviyesinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Orta dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminden ve ekonomik büyümeden istihdama doğru %1 anlamlılık düzeyinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uzun dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminden istihdama doğru %5 anlamlılık düzeyinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru %1 anlamlılık seviyesinde çift yönlü nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada Türkiye’de 1990-2020 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi ve istihdam ilişkisi incelenmiştir. Analizde ilk olarak İlk olarak dalgacık dönüşüm ile dönemler itibariyle (kısa, orta ve uzun) serilerin durağanlıkları kesirli frekanslı FADF birim kök testi ile araştırılmıştır. Birim kök testinin ardından kesirli frekanslı Fourier Toda-Yamamoto Nedensellik testiyle analize devam edilmiştir. Buna göre, orijinal seriye göre herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Dalgacık dönüşümü sonrasında kısa dönemde, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru %10 anlamlılık seviyesinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Orta dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminden ve ekonomik büyümeden istihdama doğru %1 anlamlılık düzeyinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uzun dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminden istihdama doğru %5 anlamlılık düzeyinde nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik büyümeden

yenilenebilir enerji tüketimine ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru %1 anlamlılık seviyesinde çift yönlü nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar literatürde, Akarca ve Long (1979), Yu ve Jin (1992), Glasure ve Lee (1995), Chang ve diğerleri (2001), Sarı ve diğerleri (2008), Tiwari (2011), Özdemir ve Yıldırım (2013), Pao ve Fu (2013), Apergis ve Salim (2015), Afşar ve Doğan (2021), Osei ve diğerleri (2023), Minh ve Van (2022), ve Ulloa-de Souza ve diğerleri (2024) ile benzer bulgulara sahipken Çelik (2021) ile farklı bulgulara sahiptir.

Kısa ve uzun dönemde bulunan ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik olması, ekonomik büyümedeki artış ve azalışların aynı şekilde yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde artış ve azalışlara yol açtığını göstermektedir. Ekonomik büyümenin sınırlı olması durumunda, yenilenebilir enerji tüketimindeki kullanım sınırlı olacaktır. Emek ve sermayenin tamamlayıcısı biçiminde büyümenin sağlanması, yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına destek olmaktadır. Bu enerji kaynağı, enerji arz ve kaynak eksiliğinde meydana gelen şokları sınırlandırıcı bir etmen olarak görmektedir.

Uzun dönem içerisinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü nedenselliğin bulunması, ekonomik büyümede meydana gelen yükselişlerin yenilenebilir enerji tüketimde de artışa yol açtığını göstermektedir. Bu durum Türkiye’de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin karşılıklı olarak birbirini etkilediğini göstermektedir.

Orta ve uzun dönemde bulunan yenilenebilir enerji tüketiminden istihdama nedensellik sonucu, Türkiye’de yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların arttığı böylece yeni istihdam alanlarının oluştuğu söylenebilir. Bu enerji çeşidine yönelik Ar-Ge desteği, vergi indirimi teknolojik gelişimleri ve ihracatı artırmaktadır. Bu durumda Türkiye’de istihdamın artmasına katkı sağlamaktadır.

Orta dönemde bulunan ekonomik büyümeden istihdama nedensellik sonucu Türkiye’de büyümenin istidam artışını sağlamada her zaman yeterli olmadığı söylenebilmektedir. İstihdam için büyümenin zorunlu olduğu fakat yeterli olmadığı söylenebilmektedir. Ekonomik büyüme genellikle istihdam artışına yol açar çünkü büyüyen ekonomi daha fazla iş yaratır. Ancak, bu ilişkinin her zaman doğrusal olmadığı ve büyümenin istihdam üzerindeki etkisinin zaman içinde değişebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu noktadan hareketle, kamu ve özel sektör teşvikleriyle yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, enerjide dışa bağımlılığın ortadan kaldırılması, yeni teknolojiyle beraber istihdam olanaklarının geliştirilmesi, nitelikli işgücünün yetiştirilmesi, yenilenebilir

enerji sektörünün kurumsal bir yapıya dönüştürülmesi ve bu sektöre devlet desteğinin artırılması, temiz büyüme üzerine politikaların geliştirilmesi önerilmektedir.

Yazar Katkıları: Bu çalışma tek yazarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Çıkar Beyanı: Yazar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması ile ilgili olarak herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Kaynaklar

- Afolayan, T.O. (2019). Reducing unemployment Malaise in Nigeria: the role of electricity consumption and human capital development. *International Journal Of Energy Economics And Policy*, 9(4), 63-73.
- Afşar, M., Doğan B. Ö. (2021). Yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam ilişkisi: E-7 ülkeleri üzerine bir analiz. *Sosyoekonomi*, 29(50), 547-564.
- Akarca, A., Long, T. (1979). Energy and employment: a time-series analysis of the causal relationship. *Resources And Energy*, 2(2-3), 151-162.
- Apergis, N., Salim, R. (2015). Renewable energy consumption and unemployment: evidence from a sample of 80 countries and nonlinear estimates. *Applied Economics*, 47(52), 5614-5633.
- Araghi, A., Baygi, M. M., Adamowski, J., Malard, J., Nalley, D., Hasheminia, S. M. (2015). Using wavelet transforms to estimate surface temperature trends and dominant periodicities in Iran based on gridded reanalysis data. *Atmospheric Research*, 155, 52-72.
- Bozoklu, Ş., Yılcı, V., Görüş, M. Ş. (2020). Persistence in per capita energy consumption: afractional integration approach with a fourier function. *Energy Economics*, 91, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104926>
- Chang, T., Fang, W., Wen, L-F. (2001). Energy consumption, employment, output, and temporal causality: evindence from taiwan based on cointegration and error-correction modelling techniques. *Applied Economics*, 33(8), 1045-1056.
- Chen, Y. (2018). Renewable energy investment and employment in China. *International Review Of Applied Economics*, 33(3), 314-334.
- Çelik, O. (2021). Assesstment of the relationship between renewable energy and employment of the United States of America: empirical evindence from spectral granger causality. *Environmental Science And Pollution Research*, 28, 13047-13054
- Enders, W., Lee, J. (2012). The flexible fourier form and dickey–fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>
- Tatar, E. H. (2023). Finansal gelişme şoklarının dalgacık dönüşümü (wavelet) ile farklı zaman ölçeklerinde analizi: MERCOSUR ülkeleri örneği. *Sosyoekonomi*, 31(58), 313-332.
- Gençay, R., Gradojevic, N., Selçuk, F., Whitcher, B. (2010). Asymmetry of information flow between volatilities across time scales. *Quantitative Finance*, 10(8), 895-915.
- Glasure, Y.U., Lee, A-R. (1995). Relationship between U.S. energy consumption and employment: further evindence. *Energy Sources*, 17(5), 509-516.

- Global Insights (2008). *Current and potential green jobs in the U.S. economy. The United States conference of mayors.* <https://www.earthpolicy.org/pressreleases/uploads/GreenJobsReport.pdf> adresinden 1 Mart 2024 tarihinde alınmıştır.
- Granger, C. W. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal Of The Econometric Society*, 37(2), 424-438. <https://doi.org/doi.org/10.2307/1912791>
- Ha, J., Tan, P. P., Goh, K. L. (2018). Linear and nonlinear causal relationship between energy consumption and economic growth in China: new evidence based on wavelet analysis. *PloS one*, 13(5), e0197785.
- Ilo (2023). <https://www.ilo.org/global/lang-en/index.htm>, adresinden 1 Mart 2024 tarihinde alınmıştır.
- Irena (2019). *International renewable energy agency, renewable energy and job annual review2019*, https://www.irena.org/-/Media/Files/Irena/Agency/Publication/2019/Jun/Irena_Re_Jobs_2019-Report.Pdf, adresinden 1 Mart 2024 tarihinde alınmıştır.
- Irena (2021). *International renewable energy agency.renewable energy and job annual review2021*, https://www.irena.org/-/Media/Files/Irena/Agency/Publication/2021/Oct/Irena_Re_Jobs_2021.Pdf, adresinden 1 Mart 2024 tarihinde alınmıştır.
- Irena(2023). *International renewable energy agency. renewable energy and job annual review.* <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-Energy-And-Jobs-Annual-Review-2023> adresinden 1 Mart 2024 tarihinde alınmıştır.
- Karaca, C., Eşgünoğlu, M (2017). Yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam artırıcı etkisi: Türkiye örneği. *Iu Imcofe, International Multidisciplinary Congres Of Eurasia: Barcelona* (s. 587-596). Barcelona, İspanya.
- Karaca, C., Eşgünoğlu, M., Ulutaş, A. (2017). Türkiye’de optimal yenilenebilir enerji kaynağının copras yöntemiyle tespiti ve yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam artırıcı etkisi, *Maliye Dergisi*, 172, 111-132.
- Khobai, H., Kolisi, N., Moyo, C., Anyikwa, I., Dingela, S. (2020). Renewable energy consumption and unemployment in South Africa. *International Journal Of Energy Economics And Policy*, 10(2), 170-178.
- Kronsel, A., Rosqvist, L. S., Hiselius, L. W. (2016). Achieving climate objectives in transport policy by including women and challenging gender norms: the swedish case. *International Journal Of Sustainable Transportation*, 10(8), 703-711.
- Li, H.-S., Geng, Y.-C., Shinwari, R., Yangjie, W., Rjoub, H. (2021). Does renewable energy electricity and economic complexity index help to achieve carbon neutrality target of top exporting countries?. *Journal Of Environmental Management*, 299, 113386.
- Meyer, I., Sommer, M. W. (2014). Employment effects of renewable energy supply-a meta-analysis. *Policy Paper*, 12.
- Minh, T.B., Van, H. B. (2023). Evaluating the relationship between renewable energy consumption and economic growth in Vietnam, 1995–2019, *Energy Reports*, 9(1), 609-617, Issn 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/J.Egyr.2022.11.074>.

- Nazlıoğlu, S., Görmüş, N. A., Soytaş, U. (2016). Oil prices and real estate investment trusts (REITs): gradual-shift causality and volatility transmission analysis. *Energy economics*, 60, 168-175. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.eneco.2016.09.009>
- OECD(2024, 1 Mart).<https://www.Oecd.Org/>
- Osei, B., Kunawotor, M., Kulu, E. (2023). Renewable energy production and employment: comparative analysis of European and Asian countries. *International Journal Of Energy Sector Management* , 17(4), 761-778. <https://doi.org/10.1108/Ijesm-04-2022-0015>
- Özdemir B. K., Yıldırım S. (2013). Türkiye’de ekonomik büyüme ve istihdam arasındaki nedensellik ilişkisinin analizi: özçıkırmalı dalgacık yaklaşımı. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 38, 97-116.
- Özsoy, N.E., Özpolat, A. (2020). Yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisi: bootstrap granger nedensellik analizi, *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 4(2), 263-280.
- Pata, U. K., Yılancı, V. (2020). Financial development, globalization and ecological footprint in G7: further evidence from threshold cointegration and fractional frequency causality tests. *Environmental and Ecological Statistics*, 27, 803-825. <https://doi.org/10.1007/s10651-020-00467-z>
- Pao, T-H., Fu, C-H. (2013). The causal relationship between energy resources and economic growth in Brazil. *Energy Policy*, 61, 793-801.
- Percival, D., A. Walden (2000). *Wavelet Methods for Time Series Analysis*. Cambridge University Press.
- Polat, M. A. (2022). Türkiye’de co₂ emisyonunun belirleyicisi olarak cinsiyet, işverenlerin istihdam içerisindeki payı ve yenilenebilir enerjinin rolü üzerine bir uygulama. *Öneri Dergisi*, 17(58), 638-664.
- Sarı, R., Ewing, B., Soytaş, U. (2008). The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: an ardl approach. *Energy Economics*, 30(5), 2302-2313.
- Tiwari, A. K. (2011). A structural var analysis of renewable energy consumption, real gdp and co₂ emissions: evidence from India. *Economics Bulletin*, 31(2), 1793-1806.
- Toda, H. Y., Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, 66(1-2), 225-250. [https://doi.org/doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8)
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2024, 1 Mart).*Onuncu kalkınma planı*.[https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Onuncu Kalkınma Plani-2014-2018.pdf](https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Onuncu_Kalkinma_Plani-2014-2018.pdf)
- Ulloa-De Souza, Rc, González-Quíñonez, La, Reyna-Tenorio, Lj, Salgado-Ortiz, Pj., Chere-Quíñonez, B.F. (2024). Renewable energy development and employment in Ecuador's rural sector: economic impact analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14 (1), 464.
- Ursavaş, U., Yılancı V. (2022). Convergence analysis of ecological footprint at different time scales: evidence from southern common market countries. *Energy & Environment*, 34(2), 429-442.

- Vanwynsberghe, R. (2016). Green jobs for the disadvantaged: an analysis of government policies in British Columbia. *Journal Of Environmental Planning And Management*, 59(4), 730-745,
- Walden, A.T. (2001) *Wavelet analysis of discrete time series*. <<https://www.math.uni-bielefeld.de/~rehmann/ECM/cdrom/3ecm/pdfs/pant3/walden.pdf>>, adresinden 1 Mart 2024 tarihinde alınmıştır.
- Wei, M., Patadia, S., Kammen, D.M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: how many jobs can the clean energy industry generate in the US?. *Energy Policy*, 38, 919-931.
- World Bank (2024, 1 Mart). *World development indicators* <https://www.worldbank.org/source/world-development-indicators/>
- Yu, E.S.H., Jin, J.C. (1992). Cointegration tests of energy consumption, income, and employment. *Resources And Energy*, 14(3), 259-266.
- Zaman, Q. U., Wang, Z., Zaman, S., Rasool, S. F. (2021). Investigating the nexus between education expenditure, female employers, renewable energy consumption and CO₂ emission: evidence from China. *Journal Of Cleaner Production*, 312, 127824.
- Zhao, Xu., Luo, D. (2017). Driving force of rising renewable energy in China: environment, regulation and employment. *Renewable Energy And Sustainable Reviews*, 68(1), 48-56.