

YENİ SANAYİLEŞMEKTE OLAN ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ  
DURAĞAN MI? RALS-LM TESTİNDEN KANITLAR

Gökhan Konat\* 

Gönderim Tarihi: 03.07.2021

Kabul Tarihi: 09.08.2021

Araştırma Makalesi/ Research Article

Doi: <https://doi.org/10.38009/ekimad.962042>

Öz

Artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte günümüz dünyasında hayatın vazgeçilmez parçası olan enerji, tüm ülkeler için öncelikli ve önemli bir konudur. Enerji, özellikle kaynakları yetersiz olan ülkeler için stratejik bir konudur çünkü gelişme yolundaki bu ülkeler büyük ölçüde enerji ithalatına bağımlı hale gelmekte ve ekonomileri kırılganlaşmaktadır. Bu durumdaki ülkeler daha çok yenilenebilir enerji kullanımına yönelmekte ve böylece bir taraftan enerji bağımlılığını azaltırken diğer taraftan da sürdürülebilir kalkınma yolunda adımlar atmaya çalışmaktadırlar. Çalışma kapsamında yeni sanayileşmekte olan ülkeler için yenilenebilir enerji tüketiminin durağan olup olmadığı araştırılmaktadır. Bu amaçla 1965-2019 yıllarını kapsayan yenilenebilir enerji tüketim verilerine kalıntılarla genişletilmiş en küçük kareler (RALS) tekniğine dayanan yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testleri uygulanmıştır. Analiz neticesinde kalıntılarının normal dağılmama ihtimalini göz önünde bulunduran RALS temelli testlerin daha güçlü sonuçlar verdiği bilgisi ışığında yeni sanayileşmekte olan ülkelerde kullanılan yapısal kırılma sayısı ve modeline göre yenilenebilir enerji durağanlık sonuçlarının farklılaştığı görülmektedir. Hem düzeyde hem de eğimde ve eğitimde iki yapısal kırılma altında sanayileşmekte olan 8 ülkenin yenilenebilir enerji tüketimi serisinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da ülke ekonomilerinin fosil yakıt tüketiminden ziyade daha az maliyetli ve çevre kirliliğine neden olmayan yenilenebilir enerji kullanımına ağırlık vermeye başladığını ve dışsal şokların geçici etkide bulunduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Birim Kök, RALS, RALS-LM

**Jel Sınıflandırması:** Q0, C4, C18

IS RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION STATIONARY IN NEWLY INDUSTRIALIZED COUNTRIES?  
EVIDENCE FROM RALS-LM TEST

Abstract

With the increasing population and developing technology, energy, which is an indispensable part of life in today's world, has a priority and important position for all countries. Energy is a strategic issue, especially for countries with insufficient resources, because these developing countries become heavily dependent on energy imports and their economies become fragile. Countries in this situation tend to use more renewable energy, thus reducing their energy dependency on the one hand, and trying to take steps towards sustainable development on the other hand. Within the scope of the study, it is investigated whether the renewable energy consumption is stable for the newly industrializing countries. For this purpose, unit root tests were applied to the renewable energy consumption data covering the years 1965-2019, taking into account the structural breaks based on the residual augmented least squares (RALS) technique. As a result of the analysis, in the light of the knowledge that RALS-based tests, which take into account the possibility of the non-normal distribution of residuals, give stronger results, it is seen that the renewable energy stationarity results differ according to the number and model of structural breaks used in newly industrialized countries. It has been concluded that the renewable energy consumption series of 8 countries industrialized for two structural breaks in both level and level and slope is stationary. This shows that the economies of the countries have started to focus on the use of renewable energy, which is less costly and does not cause environmental pollution, rather than fossil fuel consumption, and external shocks have a temporary effect.

**Keywords:** Renewable Energy Consumption, Unit Root, RALS, RALS-LM

**Jel Classification:** Q0, C4, C18

\* Arş. Gör. Dr., İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, [gokhan.konat@inonu.edu.tr](mailto:gokhan.konat@inonu.edu.tr)

## **1. Giriş**

İnsanlar; hayatlarını devam ettirebilmek ve rahat bir yaşam sürebilmek için ısınma, aydınlanma ve ulaşım başta olmak üzere hayatın hemen her anında enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Enerjiler; güneş, petrol, rüzgâr, kömür, hidrolik, jeotermal ve nükleer enerji olmak üzere doğal kaynaklardan elde edilen ve dönüşüme uğramamış olan enerji olarak da isimlendirilebilen birincil enerjiler ve elektrik, termik (ısı), mekanik, kimyasal, ışık ve elektromanyetik enerjilerinden türetilmiş olan veya dönüştürülmüş enerjilerde denilebilen ikincil enerjiler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Enerji, maddesinin alternatif olup olmamasına göre de ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, dalga enerjisi, biyogaz enerjisi, biokütle enerjisi gibi örnek verilebilen doğal çevreden sürekli veya tekrarlamalı elde edilen enerjiye yenilenebilir (alternatif) enerjidir. İkincisi ise nükleer enerji ve fosil yakıtlardan (kömür, petrol, doğalgaz vs.) oluşan insan müdahalesi ile yenilenemez enerjilerdir (Duran, 2020:5-9; Karhan, 2016:2-7).

Enerjinin hemen hemen her alanda kullanılması, teknolojinin gelişmesi ve nüfusun artmasıyla birlikte enerjiye ihtiyaç artmakta ve bu durum enerji kaynakları yetersiz olan ülkelerin enerjide dışa bağımlılığının artmasına neden olabilmekte ve ülke ekonomisini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle insanlar için bu kadar önemli olan enerji, ekonomik büyüme için de önemli bir girdi haline gelmiştir. Enerji alanında atılacak adımlar iktisadi kalkınmaya vereceği destek ekonomiler için son derece önemli olmaktadır (Tatar, 2020: 208). Ülkeler enerji kaynakları açısından büyük ölçüde ithalata bağımlıysa, olumsuz ekonomik sonuçlara maruz kalabilirler. Örneğin; 1973 ve 1979 petrol krizlerinde olduğu gibi enerji konusunda diğer ülkelere bağımlı kalındığında ve alternatif enerji kaynaklarına sahip olmadıklarında ülkeler ekonomik sorunlarla karşılaşabilmektedirler. Petrol krizinde açıkça ortaya çıkan bu sorunların giderilmesi için enerjinin sürdürülebilir üretimi ile dışa bağımlılığın azaltılması ve istikrarlı, güvenilir, çevreye duyarlı ve büyük çoğunluğunun kendi sınırları içinde üretilmesi konusu önem kazanmaktadır. Bu nedenle çevre kirliliğini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini artırmak amacıyla 1997 yılında Kyoto Protokol imzalanmıştır. Bu protokol; ülkelerin (Avrupa Birliğine bağlı üye ülkelerin tamamı başta olmak üzere toplam 191 ülke), yenilenemez enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kullanılması gerektiğinin altını çizmekte ve küresel ısınmaya neden olan en büyük etkenlerden birinin yenilenemez enerji kaynaklarının kullanılması olduğunu söylemektedir. Bu nedenle yenilenemez enerji kaynakları yerine azaltılmış ve temiz enerji kaynakları kullanılmalıdır. Yenilenebilir enerjinin yurt içinde üretilmesi, tükenmez olması ve çevre dostu olması gibi olumlu özellikleri vardır. Bu noktada enerji tüketiminin yenilenebilir veya yenilenemez enerji kaynaklarından sağlanması ülke ekonomisi ile ilgili olabilmekte ve bu iki değişken arasındaki ilişki üzerine birçok çalışmalar yapılmaktadır (Gökcü, 2021:1-3).

Bu bağlamda bu çalışmada 1965-2019 yıllarını kapsayan veriler ile yeni sanayileşmekte olan ülkeler olarak adlandırılan 10 NIC (Malezya, Çin, Güney Afrika, Brezilya, Endonezya, Meksika, Tayland, Hindistan, Filipinler, Türkiye) ülkelerinin enerji durağanlığı geleneksel LM, yapısal kırılmalı LM ve kalıntılarla genişletilmiş en küçük kareler (RALS) temelli RALS-LM testleri ile sınanmaktadır. Devam eden bölümde literatür taramasına yer verilmekte ve ardından veri seti ve yöntem tanıtılmaktadır. Daha sonra ise yapılan analiz sonucunda elde edilen ampirik bulgular doğrultusunda ilgili tablolar raporlanmakta ve yorumlanmaktadır. Çalışma sonuç ve değerlendirmeler bölümü ile tamamlanmıştır.

## **2. Literatür Taraması**

Literatürde enerji tüketiminin ekonomi üzerindeki etkilerini inceleyen farklı ülkeler ve farklı dönemleri kapsayan birçok çalışma bulunmaktadır. Ayrıca enerji durağanlığının sınanması da çokça incelenmiştir. Bu çalışmalardan Narayan ve Smyth'in (2007) yaptığı çalışma enerji tüketiminin

durağanlık sınaması alanındaki çalışmaların başında gelmektedir. Literatürdeki bazı diğer çalışmalar şöyledir:

Narayan ve Smyth (2007), 1979-2000 dönemlerine ait veriler ile 182 ülke için enerji tüketiminin durağanlık sınamasını Augmented Dickey–Fuller (ADF) birim kök testi kullanarak incelemiştir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre ADF tek değişkenli testi ile ülkelerin yalnızca %31'i için kişi başına enerji tüketiminde bir birim kök bulmuşlar, bununla birlikte, ADF testinin panel versiyonunu uyguladıklarında, çeşitli paneller için kişi başına enerji tüketiminde birim kök olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Chen ve Lee (2007), 1971-2002 dönemlerine ait veriler ile 104 ülke için kişi başına düşen enerji tüketiminin durağanlık sınaması Carrion-i-Silvestre vd. (2005) tarafından geliştirilen çoklu yapısal kırılmalı panel birim kök testiyle incelenmiştir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre modele getirilen yapısal kırılmalar ve kesitsel korelasyonlarla, tüm bölgesel bazlı kişi başına enerji tüketimi panellerinin durağan olduğu sonucuna varmışlardır. Hsu vd. (2008), 1971-2003 dönemine ait veriler ile 84 ülkeden oluşan beş bölge arasındaki enerji tüketimi durağanlığı hipotezinin bu bölgelerde desteklenip desteklenmediğini Dickey-Fuller (Panel SURADF) testini uygulayarak incelemiştir. Analizden elde edilen bulgular doğrultusunda enerji tüketiminin durağanlığının bu beş bölge arasındaki farklılıklardan etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Mishra vd. (2009), 1980-2005 dönemine ait veriler ile 13 Pasifik Adası ülkeleri için kişi başına enerji tüketiminin durağanlığını sınamada bilinmeyen tarihlerde ülkeler arasında farklılık gösterebilen ve ülkeler arasındaki tüm kesitsel korelasyon biçimlerini açıklayabilen birden fazla yapısal kırılmaya izin veren Carrion-i-Silvestre ve arkadaşları (2005) tarafından geliştirilen panel durağanlık testini kullanarak incelemiştir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre ülkelerin yaklaşık %60'ında kişi başına enerji tüketiminin sabit olduğu ve panelin tamamı için kişi başına enerji tüketiminin sabit olduğu şeklinde sonuca ulaşmışlardır. Aslan ve Kum (2011) çalışmada, 1970-2006 dönemlerine ait veriler ile doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testleri kullanılarak Türkiye için enerji tüketiminin durağanlığını incelemiştir. Yaptıkları analizden elde ettikleri bulgulara göre 7 Türk sektöründe 4 durumda durağanlığın reddedildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, enerji tüketiminin durağan bir davranış izlediği konut, sanayi ve tarım için en fazla iki yapısal kırılmayı hesaba katan LM (Lagrange çarpanı) testleri dikkate alındığında, sıfır birim kök reddedildiği, diğer taraftan, ulaşım, enerji dışı kullanımlar ve diğer, nihai enerji tüketimi ile dönüşüm ve enerji sektörünün enerji tüketiminin durağan olmadığı sonucuna varmışlardır. Aslan (2011) bu çalışmada, 1960-2008 dönemine ait veriler ile doğrusal olmayan birim kök testi kullanarak 50 ABD eyaleti için doğal gaz tüketiminin durağanlığını incelemiştir. Eyaletlerin yaklaşık %60'ından fazlasında doğal gaz tüketiminin durağan olmayan bir davranış sergilediği, 27 ABD eyaleti için doğal gaz tüketiminin durağan olmadığı, geri kalan 23 eyalet için doğal gaz tüketiminin durağan olduğu sonucuna varmıştır. Hasanov ve Telatar (2011), 1980-2006 yıllarına ait veriler ile 178 ülke için kişi başına toplam birincil enerji tüketiminin stokastik davranışını doğrusal olmayan birim kök testi kullanarak incelemiştir. Analizden elde ettikleri bulgular doğrultusunda karma sonuçlar bulmuşlar ve enerji politikalarının her zaman aynı etkiye sahip olmayacağına ve bu nedenle hükümetlerin enerji politikalarını çok dikkatli tasarımları gerektiğine vurgu yapmışlardır. Kula vd. (2012) bu çalışmada, 23 yüksek gelirli OECD ülkesinde içsel olarak belirlenmiş kırılma noktalarının dâhil edildiği kişi başına elektrik tüketiminin durağan özelliklerini 1960-2005 dönemine ait yıllık verileri kullanarak incelemiştir. Yaptıkları analizden elde ettikleri bulgulara göre 21 ülke serisinin, 2 ülke serisi hariç %5 anlamlılık düzeyinde birim kök sıfır hipotezini reddedildiği sonucuna ulaşmışlardır. Agnolucci ve Venn (2011), 1970-2004 ve 1978-2004 dönemlerine ait veriler ile bir dizi İngiliz endüstriyel alt sektörü için panel birim kök testini kullanarak analiz yapmışlardır. Birleşik Krallıktaki endüstriyel enerji yoğunluklarının sektörler arasında deterministik veya stokastik bir fark olup olmadığını incelemek istemişlerdir. Analizden elde ettikleri bulgular neticesinde serideki yapısal kırılmalara izin verdikten sonra, İngiliz sanayi alt sektörlerinin enerji yoğunluklarındaki uzun vadeli farklılıkların belirleyici olduğu sonucuna varmışlardır. Lean ve Smyth (2013), 1980-2008 dönemine ait veriler ile 115 ülke için yenilenebilir elektrikle ilgili zaman

serisi verilerine panel birimi kök ve durağanlık testleri uygulayarak yenilenebilir elektrik üretimini teşvik eden politikaların etkili olup olmayacağını incelemişlerdir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre yenilenebilir portföy standartları gibi yenilenebilir elektrik üretimini teşvik edecek, yenilenebilir enerjide yıllık artışlara neden olan ve bu nedenle yenilenebilir elektrik üretiminin uzun vadeli büyüme yolunda kalıcı pozitif şokları temsil eden politikaların daha fazla olacağı anlamına gelen sonuca ulaşmışlardır. Meng vd. (2013), 1960-2010 dönemine ait veriler ile 25 OECD ülkesi arasında kişi başına enerji kullanımının yakınsamasını yeni geliştirilen LM ve RALS-LM birim kök testleri endojen olarak belirlenen iki yapısal kırılma ile kullanarak analiz etmişlerdir. Analizden elde ettikleri bulgular doğrultusunda OECD ülkeleri arasında kişi başına enerji kullanımı yakınsaması olduğu yönünde sonuca varmışlardır. Yılcı ve Tunalı (2014), 1960-2011 dönemine ait veriler ile 109 ülkenin kişi başına enerji tüketiminin durağanlık özelliklerini yeniden incelemek için yapısal kırılmaların bir Fourier Lagrange Çarpanı birim kök testini kullanmışlardır. Analizden elde ettikleri bulgular doğrultusunda 25 ülkede enerji tüketimi durağan olup, enerji talebi yönetimi politikalarının uzun vadede enerji tüketimi üzerinde etkili olmayacağı sonucuna varmışlardır. Mishra ve Smyth (2014), 1971-2011 dönemlerine ait veriler ile ASEAN ülkeleri arasında kişi başına enerji tüketimindeki yakınsamayı Panel KPSS durağanlık testini ve panel Lagrange çarpanı (LM) birim kök testini kullanarak incelemişlerdir. Analizlerden elde ettikleri bulgular doğrultusunda ASEAN ülkelerinde enerji yakınsaması yani enerji entegrasyon hedeflerinin gerçekleştirilebilir olduğu sonucuna varmışlar ve özellikle sonuçlar, enerji tüketimi düşük ülkelerin daha yüksek enerji tüketimi olan ülkeleri yakaladığını göstermiştir. Tiwari ve Albulescu (2016), yenilenebilir-toplam elektrik tüketimi oranının durağanlık özelliklerini 1980-2011 dönemine ait veriler ile 90 ülke için Becker ve arkadaşlarının (2006) esnek Fourier durağanlık testini ve son zamanlardaki gelişmiş Fourier ADF birim kök testini kullanarak incelemişlerdir. Analizlerden elde ettikleri bulgular doğrultusunda ilk test Afrika, Amerika, Asya-Pasifik ve Avrupa gibi farklı coğrafi bölgelerden 65 ülke için yenilenebilir-toplam elektrik tüketimi oranının durağanlığını belgelerken, Fourier ADF testi, Birleşik Krallık hariç tüm durumlarda birim kök sıfır hipotezinin reddedildiği sonucuna varmışlardır. Bozkurt ve Okumuş (2016), 1965-2014 dönemine ait veriler ile BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkeleri için toplam petrol tüketiminin durağanlığını doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testleri kullanarak incelemişlerdir. Yaptıkları analizden her iki birim kök testinden elde ettikleri bulgular doğrultusunda Brezilya, Çin ve Türkiye'de petrol tüketiminin durağan olduğu ve petrol tüketiminde meydana gelen şokların etkisinin geçici olduğu, Güney Afrika, Hindistan ve Rusya ülkelerinde ise, serilerin birim kök içerdiği, petrol tüketiminde meydana gelen şokların kalıcı olduğu sonucuna varmışlardır. Özcan ve Öztürk (2016), 1971-2013 dönemine ait veriler ile 32 OECD ülkesi için kişi başına enerji tüketimini panel testleri kullanarak serinin zaman serisi özelliklerini incelemişlerdir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre kişi başına enerji tüketiminin 16 OECD ülkesi için durağan olduğu, geri kalan 16 OECD ülkesinde durağan olmadığı sonucuna varmışlardır. Demir ve Gozgor (2018) çalışmasında, 1971-2016 dönemine ait veriler ile 54 ülkede yenilenebilir enerji tüketiminde bir birim kök olup olmadığını analiz etmek üzere iki endojen (bilinmeyen) kırılmalı Narayan-Popp birim kök testini kullanmışlardır. Yaptıkları analizden elde ettikleri bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketim serilerinin 54 ülkenin 45'inde bir seviye ve zaman eğilimi etrafında durağan olduğunu, diğer ifadeyle, yenilenebilir enerji tüketiminin yalnızca dokuz ülkede (Brezilya, Çin, Kolombiya, Hindistan, İsrail, Japonya, Hollanda, İspanya ve Türkiye) birim kök içerdiği sonucuna varmışlardır. Kızılkaya ve Konat (2019), 1950-2017 dönemine ait veriler ile Türkiye'nin elektrik tüketiminin durağanlığını sınamak için ADF ve KPSS geleneksel birim kök/durağanlık testleri ve Fourier KPSS durağanlık testini kullanarak incelemişlerdir. Analizden elde ettikleri bulgulara göre elektrik tüketimi serisinin durağan olmadığı, yani elektrik tüketimindeki şokların kalıcı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yasar (2020) çalışmasında, 1990-2015 dönemine ait veriler ile 11 Bağımsız Devletler Topluluğu ülkesinde yenilenebilir enerji tüketim serilerinin stokastik özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, geleneksel durağanlık analizi ile birlikte, veri üretme sürecinde doğrusal olmayan

ayarlamalara izin veren son zamanlarda geliştirilmiş birim kök tekniklerini kullanmıştır. Yaptığı testler sonucu elde ettiği bulgulara göre regresyon sürecinde doğrusal olmamanın dikkate alınmasının, durağanlığın sıfır hipotezinin daha sık reddedilmemesine neden olduğu sonucuna varmıştır. Lee vd. (2021) bu çalışmada, 1960-2017 döneminde ABD ekonomisinde ve 50 eyalette ve Columbia Bölgesi'nde yenilenebilir enerji tüketiminin stokastik özelliklerini incelemek için yumuşak kırılmalı kantil birim kök testinin bir uzantısını uygulayarak incelemişlerdir. Yaptıkları analizden elde edilen ampirik bulgular doğrultusunda birim kök hipotezinin Amerika Birleşik Devletleri'nin yenilenebilir enerji tüketim serileri ve 51 eyalet/bölgeden 32'si için reddedildiği sonucuna varmışlardır. Fendoğlu (2021a), 1990-2015 dönemini kapsayan yıllık verileri ile BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketiminin durağanlığını Bozoklu vd. (2020) tarafından literatüre kazandırılan Kesirli Frekanslı Fourier birim kök testini kullanarak sınamak istemiştir. Analizden elde ettiği bulgulara göre bu ülkeler arasında Çin'in yenilenebilir enerji tüketiminin durağan olduğu diğer ülkelerin birim kök içerdiği sonucuna ulaşmıştır. Fendoğlu (2021b), 1960-2020 dönemine ait veriler ile ABD için yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin durağanlığını Christopoulos ve Leon-Ledesma (2010) tarafından literatüre kazandırılan Fourier temelli birim kök testlerini kullanarak sınamak istemiştir. Analizden elde ettiği bulgulara göre doğrusal olmama durumunu dikkate alan test için petrol tüketiminin %10 düzeyinde durağan olduğu sonucuna varmıştır. Tütüncü ve Beşer (2021), 1960-2015 yılları arasında Türkiye için enerji kullanımının durağanlığını sınadıkları çalışmalarında geleneksel ve Fourier temelli testleri kullanmışlar ve şokların etkisinin kalıcı olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

### 3. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada yeni sanayileşmekte olan ülkeler (NIC) olarak adlandırılan 10 ülke (Malezya, Çin, Güney Afrika, Brezilya, Endonezya, Meksika, Tayland, Hindistan, Filipinler, Türkiye) için 1965-2019 yılları arasında yenilenebilir enerjinin durağan olup olmadığı sınanmak istenmektedir. Durağanlığı araştırılan verilere BP - Statistical Review of World Energy kaynağından (<http://www.bp.com/statisticalreview>) erişilmiştir. Yenilenebilir enerji değişkeni olarak fosil olmayan enerji üretiminin tüm kaynaklarından elde edilen enerji olarak girdi eşdeğeri bazında derlenen veriler kullanılmıştır. Bu amaçla Schmidt ve Phillips (SP) (1992) ve yapısal kırılmaları dikkate alan Lee ve Strazicich (2003, 2004) geleneksel LM testleri ile Meng vd. (2014) ve Meng vd. (2016) tarafından önerilen kalıntılarla genişletilmiş en küçük kareler (RALS) tekniğine dayanan RALS-LM testleri kullanılmıştır. Çalışmada 10 NIC ülkesi için yenilenebilir enerji değişkenine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler Tablo 1'de sunulmaktadır:

**Tablo 1: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler**

	Malezya	Çin	Güney Afrika	Brezilya	Endonezya	Meksika	Tayland	Hindistan	Filipinler	Türkiye
<b>Ortalama</b>	1.655	48.609	3.561	6.408	3.237	4.697	2.156	11.917	0.844	2.559
<b>Medyan</b>	1.213	31.753	3.704	5.826	2.622	4.823	1.583	9.135	0.738	2.155
<b>Maksimum</b>	4.273	141.699	5.401	12.403	8.911	7.895	5.614	34.059	2.024	6.490
<b>Minimum</b>	0.104	5.391	1.275	0.969	0.297	1.050	0.110	2.218	0.196	0.328
<b>Std. Sapma</b>	1.437	42.498	1.361	3.604	2.601	2.229	1.848	9.357	0.467	1.810
<b>Çarpıklık</b>	0.543	0.922	-0.281	0.213	0.528	-0.121	0.526	0.906	0.726	0.654
<b>Basıklık</b>	1.811	2.397	1.734	1.868	1.963	1.774	1.828	2.651	2.825	2.314
<b>Jarque</b>	5.941	8.626	4.399	3.351	5.016	3.579	5.689	7.809	4.896	4.994
<b>- Bera</b>	(0.051)	(0.014)	(0.110)	(0.187)	(0.081)	(0.167)	(0.058)	(0.020)	(0.086)	(0.082)

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 1'de sunulan sonuçlara göre, ortalama olarak en fazla Çin yenilenebilir enerji tüketimine sahipken en az Filipinler yenilenebilir enerji tüketimine sahiptir. Yenilenebilir enerji tüketiminde Çin ile diğer ülkeler arasında ciddi oranda bir fark varken Çin'e en yakın tüketimin Hindistan'da olduğu görülmektedir. Jarque-Bera normallik testi bulgularına göre Güney Afrika, Brezilya ve

Meksika için yenilenebilir enerji değişkeninin normal dağılıma sahip olduğu ( $p > 0.10$  olduğu için) diğer 7 NIC ülkesinin normal dağılıma sahip olmadığı ( $p < 0.10$  olduğu için) görülmektedir. Ayrıca bütün ülkelerin normalin altında bir basıklığa sahip olduğu da Tablo 1'den çıkarılmaktadır.

### 3.1. Lee ve Strazicich (2003, 2004) Yapısal Kırılmalı LM Birim Kök Testi

Lee ve Strazicich (LS) (2003, 2004) tarafından geliştirilen test Schmidt ve Phillips (SP) (1992) Lagrange Çarpanları (LM) birim kök testine dayanmaktadır ve yapısal kırılmaları dikkate alan bir test prosedürü önermişlerdir. İlk defa Perron (1989) tarafından ortaya atılan serilerdeki yapısal kırılma kavramı hızlı bir atılım göstermiş ve bu tarihten sonra yapısal kırılmaları dikkate alan birçok test önerilmiştir (Perron 1989; Perron, 1990; Zivot ve Andrews, 1992; Lumsdiane ve Papell, 1997). Perron (1989) yapısal değişimin dışsal olarak modele dahil etmiş ve bunun üzerine eleştiri getiren Zivot ve Andrews (ZA) (1992) ve Lumsdiane ve Papell (LP) (1997) yapısal değişimin içsel olarak dahil edilmesine izin veren test prosedürünü önermişlerdir. ZA ve LP temel hipotezde yapısal kırılmaların olmadığını varsaymışlar ve bunun üzerine Lee ve Strazicich (2003, 2004) hem sıfır hipotezde hem de alternatif hipotezde içsel olarak yapısal kırılmalara izin veren aşağıdaki gibi bir test prosedürü geliştirmişlerdir:

$$y_t = \delta' Z_t + e_t, e_t = \beta e_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

burada  $\varepsilon_t \sim iid N(0, \sigma^2)$  ve  $Z_t$  dışsal değişkenleri içeren vektörü temsil etmektedir. LS testi düzeyde tek ve iki kırılmaya izin veren birim kök testini sırasıyla Model A ve Model AA olarak tanımlarken, hem düzeyde hem de eğimde tek ve iki kırılmaya izin veren birim kök testini Model C ve Model CC olarak tanımlamıştır.  $T_B$  kırılma tarihini belirtmek üzere Model A için  $t \geq T_B + 1$  iken  $D_t = 1$  diğer durumlarda 0 ve dışsal değişken  $Z_t = [1, t, D_t]'$ , Model AA için  $t \geq T_{Bj} + 1$  ve  $j = 1, 2$  için  $D_{jt} = 1$ , diğer durumlarda 0 ve dışsal değişken  $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}]'$  şeklinde, Model C için,  $t \geq T_B + 1$  iken  $DT_t = 1$  diğer durumlarda 0 ve dışsal değişken  $Z_t = [1, t, D_t, DT_t]'$  şeklinde ve Model CC için ise,  $t \geq T_{Bj} + 1$  ve  $j = 1, 2$  için  $DT_{jt} = t - T_{Bj}$ , diğer durumlarda 0 ve dışsal değişken  $Z_t = [1, t, D_{1t}, D_{2t}, DT_{1t}, DT_{2t}]'$  şeklinde ifade edilmiştir. Testin hipotezleri aşağıdaki gibi kurulmaktadır:

$$H_0: \text{Seri yapısal kırılma ile birlikte birim köklü } (\beta = 1)$$

$$H_1: \text{Seri yapısal kırılma ile birlikte durağan } (\beta < 1)$$

LM prosedürüne dayanan birim kök test istatistikleri aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + e_t \quad (2)$$

Burada  $\tilde{S}_t = y_t - \tilde{\psi}_x - Z_t \tilde{\delta}$ ,  $t = 2, \dots, T$ ;  $\tilde{\delta}$ ,  $\Delta y_t$ 'nin  $\Delta Z_t$  üzerine regres edilerek elde edilen katsayılarıdır.  $\tilde{\psi}_x$ ,  $y_1 - Z_1 \tilde{\delta}$  ile elde edilmektedir (Lee ve Strazicich, 2003: 1083-1085). Birim kök temel hipotezini test eden  $t$  istatistiği olan LM test istatistiği  $\tilde{\tau}$  ile elde edilmektedir ve bu test istatistiğinin minimum olduğu noktalar kırılma tarihi olarak belirlenmektedir.

### 3.2. Kalıntılarla Genişletilmiş En Küçük Kareler Yöntemine Dayanan LM (RALS-LM) Birim Kök Testi

İlk olarak Im (1996), seriler normal dağılıma sahip olmadığında en küçük kareler (EKK) tahmininin etkin olmayan sonuçlara neden olabileceğini vurgulamış ve kalıntılarla genişletilmiş en küçük kareler (RALS) tahmincilerini modele dâhil edilmesinin gerekliliğinden bahsetmiştir. Ardından Im ve Schmidt (2008), hataların normal dağılmadığı durumlarda etkinliğin sağlanabilmesi adına bağımsız değişkenlere bağlı olmayan daha yüksek dereceden moment varsayımı ile etkin tahminciler elde etmişlerdir. RALS prosedürlerinde  $\mu$  ortalama ve  $\sigma^2$  varyans ile tesadüfi bir  $y_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$  örnekleme için  $\mu_j = E(y - \mu)^j$ ,  $j = 2, 3, \dots$  ve  $\mu_j$ 'nin tüm  $j$  için sonlu olduğu varsayımı altında ikinci ve üçüncü moment bilgileri kullanılmaktadır. Normal dağılmayan hatalar hakkındaki

bilgileri kullanmanın birim kök testlerinin gücünü artırdığı ve bu sonucun faydalı olacağı belirtilmiştir (Im vd., 2014: 315-316). Dolayısıyla Meng vd. (2014) ve Meng vd. (2016), (2) nolu eşitliğe elde ettikleri RALS terimlerini ekleyerek RALS-LM testini literatüre kazandırmışlardır ve Schmidt ve Phillips (1992) ve Lee ve Strazicich (2003, 2004) birim kök testlerinin kalıntılara genişletilmiş hali olarak bilinmektedir. RALS prosedüründen elde edilen  $\hat{w}_t$  terimi aşağıdaki gibidir:

$$\hat{w}_t = h(\hat{e}_t) - \bar{K} - \hat{e}_t \hat{D}_2, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Burada  $\hat{e}_t$ , (2) nolu eşitlikten elde edilen EKK kalıntılarıdır.  $\bar{K} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h(\hat{e}_t)$  ve  $\hat{D}_2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h'(\hat{e}_t)$ 'dir. Normal olmayan hataların bilgisini yakalamak adına  $\hat{e}_t$ 'nin ikinci ve üçüncü momenti  $h(\hat{e}_t) = [\hat{e}_t^2, \hat{e}_t^3]'$  şeklinde ifade edilir.  $m_j = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{e}_t^j$ ,  $j = 2, 3$  için  $\hat{w}_t$  aşağıdaki gibidir:

$$\hat{w}_t = [\hat{e}_t^2 - m_2, \hat{e}_t^3 - m_3 - 3m_2 \hat{e}_t] \quad (4)$$

Elde edilen bu  $\hat{w}_t$  terimi (2) nolu eşitliğe eklenerek RALS-LM testi aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + \hat{w}_t' \gamma + u_t \quad (5)$$

Elde edilen bu (5) nolu eşitliğe 3.1. başlığı altında sunulan kukla değişkenlerin dahil edilmesi ile bir yapısal kırılmalı RALS-LM, iki yapısal kırılmalı RALS-LM ya da kukla değişkenlerin dahil edilmemesi halinde yapısal kırılmasız RALS-LM test prosedürüne ulaşılmaktadır. (5) nolu eşitlikte  $\phi = 0$  hipoteze karşı  $\phi < 0$  alternatif hipotezi sınanmaktadır. RALS-LM test istatistiği  $\tau_{RALS-LM}$  aşağıdaki gibi elde edilmektedir (Meng vd., 2014: 348; Meng vd., 2016: 33).

$$\tau_{RALS-LM} \rightarrow \rho \tau_{LM} + \sqrt{1 - \rho^2} Z \quad (6)$$

$\rho^2$  korelasyon katsayısına ve  $T$  gözlem sayısına bağlı olarak kırılmasız, tek ya da iki kırılmalı test sonuçlarını karşılaştırmak için kritik değerler Meng vd. (2014) ve Meng (2016) tarafından sunulmuştur.

#### 4. Ampirik Bulgular

Sanayileşmekte olan 10 NIC ülkesi için yenilenebilir enerji serisinin durağan bir yapı izleyip izlemediğinin araştırıldığı bu çalışmada LM birim kök testleri uygulanmıştır. Yapısal kırılmanın dikkate alınmadığı geleneksel LM testi ile yapısal kırılmalı geleneksel LM testleri analizde kullanılmıştır. Kullanılan bu geleneksel testler ile karşılaştırma yapmak adına kalıntıların normal dağılım sergilememe ihtimaline karşılık literatüre kazandırılan ve yeni nesil test türü olarak adlandırılacak kalıntılarla genişletilmiş en küçük kareler tekniğine dayanan RALS-LM testleri de yenilenebilir enerji serisinin durağanlığının sınamasında kullanılmıştır. Yapılan sınamalar neticesinde elde edilen bulgular aşağıdaki tablolarda raporlanmıştır:

**Tablo 2:** LM ve RALS-LM Birim Kök Test Sonuçları

	$\tau_{LM}$	$\tau_{RALS\text{LM}}$	$\hat{\rho}^2$	RALS – LM Kritik Değerler		
				%1	%5	%10
Malezya	-1.568 (8)	-2.124 (8)	0.883	-3.650	-3.045	-2.74
Çin	-1.927 (6)	-1.535 (6)	0.819	-3.599	-2.992	-2.684
Güney Afrika	-2.252 (0)	-2.524 (0)	0.795	-3.599	-2.992	-2.684
Brezilya	-0.626 (5)	-0.285 (5)	0.667	-3.543	-2.928	-2.619
Endonezya	-0.779 (1)	0.230 (10)	0.503	-3.401	-2.783	-2.459
Meksika	-1.868 (0)	-2.901 (6)*	0.867	-3.650	-3.045	-2.74
Tayland	-0.691 (1)	-3.039 (7)**	0.520	-3.401	-2.783	-2.459
Hindistan	-0.957 (3)	-1.258 (9)	0.922	-3.650	-3.045	-2.74
Filipinler	-2.227 (2)	-2.452 (2)	0.849	-3.599	-2.992	-2.684
Türkiye	-0.996 (5)	-1.151 (10)	0.819	-3.599	-2.992	-2.684

Not: Parantez içindeki değerler uygun gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. Ayrıca SP test istatistiği  $\tau_{LM}$  için kritik değerler %1, %5 ve %10 için sırasıyla -3.597, -3.031 ve -2.745'dir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 2'den elde edilen sonuçlara göre kırılmalar dikkate alınmadan gerçekleştirilen testler neticesinde SP testinden elde edilen  $\tau_{LM}$  test istatistiğine göre 10 NIC ülkesi için yenilenebilir enerji serisinin durağan yapı izlemediği görülürken RALS temelli testten elde edilen sonuçlara göre sadece Meksika'nın ve Tayland'ın durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 3:** Bir Kırılmalı LM ve RALS-LM Birim Kök Test Sonuçları

	$\tau_{LM(1)}$	$T_B$	LM Kritik Değerler			$\tau_{RALS\text{LM}(1)}$	$T_B$	$\hat{\rho}^2$	RALS\text{LM}(1)Krit. Değ.			
			%1	%5	%10				%1	%5	%10	
Model A	Malezya	-2.909(10)	2008	-4.084	-3.487	-3.185	-2.609(8)	1997	0.975	-3.711	-3.094	-2.794
	Çin	2.254(7)	2011	-4.084	-3.487	-3.185	-0.767(7)	2011	0.791	-3.605	-2.990	-2.683
	Güney Afri	-2.697(4)	2004	-4.084	-3.487	-3.185	-1.679(0)	2003	0.821	-3.605	-2.990	-2.683
	Brezilya	-2.584(3)	2003	-4.084	-3.487	-3.185	-2.979(1)*	2009	0.945	-3.653	-3.044	-2.742
	Endonezya	-1.109(5)	2014	-4.084	-3.487	-3.185	0.446(12)	2013	0.524	-3.398	-2.784	-2.461
	Meksika	-2.059(2)	2010	-4.084	-3.487	-3.185	-1.863(12)	1994	0.962	-3.711	-3.094	-2.794
	Tayland	-1.802(5)	1997	-4.084	-3.487	-3.185	-4.057(8) ***	1997	0.406	-3.309	-2.688	-2.358
	Hindistan	-1.218(4)	2000	-4.084	-3.487	-3.185	-1.638(12)	1998	0.901	-3.653	-3.044	-2.742
	Filipinler	-2.404(2)	1975	-4.084	-3.487	-3.185	-3.391(11)**	1990	0.603	-3.478	-2.862	-2.546
	Türkiye	-1.154(5)	2007	-4.084	-3.487	-3.185	-1.874(11)	2000	0.442	-3.309	-2.688	-2.358
Model C	Malezya	-2.534(0)	1989	-4.853	-4.289	-4.003	-2.569(0)	1989	0.801	-4.222	-3.613	-3.309
	Çin	-7.106(9)***	2002	-4.901	-4.339	-4.060	-5.752(8)***	2001	0.929	-4.324	-3.698	-3.405
	Güney Afri	-3.271(4)	2004	-4.893	-4.327	-4.046	-3.001(4)	1979	0.925	-4.324	-3.698	-3.405
	Brezilya	-6.278(3)***	2008	-4.836	-4.271	-3.983	-7.553(3)***	2008	0.819	-4.222	-3.613	-3.309
	Endonezya	-3.837(1)	1992	-4.905	-4.343	-4.065	-1.792(11)	2013	0.511	-3.878	-3.274	-2.958
	Meksika	-2.562(0)	2009	-4.794	-4.225	-3.933	-4.069(6)**	1987	0.805	-4.222	-3.613	-3.309
	Tayland	-3.546(4)	1988	-4.889	-4.322	-4.039	-2.316(4)	1986	0.625	-3.996	-3.404	-3.091
	Hindistan	-4.229(4)*	1994	-4.912	-4.349	-4.072	-1.893(2)	2002	0.635	-3.996	-3.404	-3.091
	Filipinler	-3.578(2)	2002	-4.893	-4.328	-4.047	-1.573(0)	2011	0.989	-4.421	-3.790	-3.487
	Türkiye	-3.309(5)	1995	-4.914	-4.350	-4.072	-2.889(11)	2001	0.996	-4.421	-3.790	-3.487

Not: Parantez içindeki değerler uygun gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Bir yapısal kırılma dikkate alınarak ve hem düzeyde (Model A) hem de düzeyde ve eğimde (Model C) yapısal kırılmaya izin veren test prosedürünün uygulandığı analiz neticesinde geleneksel bir kırılmalı LM testine göre Model A için durağanlık bulgusuna ulaşılmamışken Model C için sadece



Çin'in ve Brezilya'nın durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. RALS temelli bir kırılmalı LM test sonucuna göre ise Model A için Brezilya, Tayland ve Filipinler ve Model C için Çin, Brezilya ve Meksika için yenilenebilir enerji serisinin durağan olduğu sonucuna varılmaktadır.

**Tablo 4:** İki Kırılmalı LM ve RALS-LM Birim Kök Test Sonuçları

	$\tau_{LM(2)}$	$T_B$	<i>LM Kritik Değerler</i>			$\tau_{RALS(2)}$	$T_B$	$\hat{\rho}^2$	<i>RALS(2)Krit. Değ.</i>			
			%1	%5	%10				%1	%5	%10	
Model AA	<i>Malezya</i>	-3.469(10)*	1986 2008	-4.073	-3.563	-3.296	-2.748(7)	1997 2011	0.951	-3.965	-3.100	-2.794
	<i>Çin</i>	-2.605(7)	1979 2011	-4.073	-3.563	-3.296	-1.216(6)	2007 2011	0.813	-3.587	-2.991	-2.687
	<i>Güney Afri</i>	-3.339(0)*	1980 2014	-4.073	-3.563	-3.296	-2.325(4)	2003 2007	0.787	-3.587	-2.991	-2.687
	<i>Brezilya</i>	-2.867(3)	1980 2003	-4.073	-3.563	-3.296	-2.653(1)	2009 2012	0.955	-3.965	-3.100	-2.794
	<i>Endonezya</i>	-1.445(4)	2006 2014	-4.073	-3.563	-3.296	0.495(11)	2007 2013	0.461	-3.398	-2.791	-2.460
	<i>Meksika</i>	-2.183(2)	1993 2010	-4.073	-3.563	-3.296	-3.490(10)***	2004 2010	0.596	-3.467	-2.867	-2.546
	<i>Tayland</i>	-2.021(5)	1991 1997	-4.073	-3.563	-3.296	-3.033(6)*	1997 2002	0.946	-3.646	-3.044	-2.743
	<i>Hindistan</i>	-1.453(4)	1974 2000	-4.073	-3.563	-3.296	-0.384(7)	2006 2008	0.927	-3.646	-3.044	-2.743
	<i>Filipinler</i>	-2.558(2)	1975 1980	-4.073	-3.563	-3.296	-2.743(2)*	1983 1991	0.758	-3.587	-2.991	-2.687
	<i>Türkiye</i>	-1.249(4)	2003 2012	-4.073	-3.563	-3.296	-1.391(10)	2000 2004	0.725	-3.532	-2.933	-2.622
Model CC	<i>Malezya</i>	-5.558(10)	1990 1997	-6.821	-6.166	-5.832	-5.844(10)***	1990 1997	0.735	-4.606	-3.999	-3.686
	<i>Çin</i>	-8.572(9)***	1979 2002	-7.004	-6.185	-5.828	-7.965(1)***	1997 2006	0.953	-5.004	-4.377	-4.074
	<i>Güney Afri</i>	-4.964(9)	1979 1998	-6.932	-6.175	-5.825	-4.659(9)**	1979 1998	0.899	-4.883	-4.259	-3.952
	<i>Brezilya</i>	-8.184(4)***	1988 2008	-7.032	-6.375	-6.011	-9.677(4)***	1986 2008	0.647	-4.459	-3.848	-3.532
	<i>Endonezya</i>	-6.503(3)**	1986 2010	-6.691	-6.152	-5.798	1.506(11)	2000 2013	0.242	-3.639	-2.995	-2.651
	<i>Meksika</i>	-2.562(2)	1984 2008	-6.691	-6.152	-5.798	-4.461(11)**	1993 2011	0.958	-5.004	-4.377	-4.074
	<i>Tayland</i>	-6.888(3)***	1984 2013	-6.691	-6.152	-5.798	-2.322(7)	1986 1997	0.974	-5.004	-4.377	-4.074
	<i>Hindistan</i>	-5.519(0)	1983 2004	-6.691	-6.152	-5.798	-6.127(0)***	1983 2004	0.741	-4.606	-3.999	-3.686
	<i>Filipinler</i>	-5.154(3)	1990 2004	-6.978	-6.288	-5.998	-4.637(9)**	2006 2011	0.796	-4.752	-4.133	-3.824
	<i>Türkiye</i>	-2.307(5)	1986 2004	-7.032	-6.375	-6.011	-6.690(5)***	1986 2004	0.795	-4.752	-4.133	-3.824

**Not:** Parantez içindeki değerler uygun gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

İki yapısal kırılma dikkate alınarak ve hem düzeyde (Model AA) hem de düzeyde ve eğimde (Model CC) yapısal kırılmalara izin veren test prosedürünün uygulandığı analiz neticesinde geleneksel iki kırılmalı LM testine göre Model AA için Malezya ve Güney Afrika, Model CC için de Çin, Brezilya, Endonezya ve Tayland için durağanlık bulgusuna ulaşılmıştır. RALS temelli iki kırılmalı LM test sonucuna göre ise Model AA için Meksika, Tayland ve Filipinler ve Model CC için Tayland ve Endonezya hariç diğer 8 NIC ülkesi için yenilenebilir enerji serisinin durağan olduğu görülmektedir.

## 5. Sonuç

Hükümetler ülkelerinin istihdamı ve refah seviyesini arttırmak için yatırım yapacakları kaynaklarını ve politikalarını belirlemede çok dikkatli davranmaktadırlar. Ülkelerde sanayi, teknoloji, siyasi ve

sosyal birçok alanın başında enerji gelmektedir. Bu nedenle hükümetler için enerji bir güç göstergisi olup enerjiyi stratejik bir plan olarak görmekteyiz. Bundan dolayı geçmişten bu yana ülkeler arasında en çok mücadelenin verildiği kaynak enerji olmuştur. Çünkü dünyada enerjiye olan talebin hızla artması, enerji kaynaklarının sınırlı oluşu, kolay elde edilemiyor olması özellikle petrol krizinden sonra ekonomide kilit bir role sahip olması nedenlerinden dolayı enerjinin önemi giderek artmaktadır. Bu anlamda hükümetler fosil yakıt tüketimine göre daha az maliyete sebep olan ve çevre kirliliğine neden olmayan yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimini arttırmayı istediklerinden dolayı daha çok bu enerji türüne yatırım yapmaktadırlar. Özellikle sanayileşme yarışında olan ülkeler ciddi anlamda enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebeple de sanayi üretiminin sürdürülebilirliği açısından enerji güvenliği konusuna büyük önem vermişler ve bu anlamda ciddi önlemler almışlardır. Ayrıca sanayilerdeki enerji maliyeti de önemli bir faktör olup bunun içinde enerji verimliliğini ve yenilenebilir enerji uygulamalarını arttırmışlardır.

Yeni sanayileşmekte olan 10 ülke (Malezya, Çin, Güney Afrika, Brezilya, Endonezya, Meksika, Tayland, Hindistan, Filipinler, Türkiye) için yenilenebilir enerji durağanlık sınavının araştırıldığı bu çalışmada geleneksel LM testine göre durağanlık bulgusuna ulaşılamamıştır. Yapısal kırılmaları dikkate alan geleneksel LM testlerine göre yenilenebilir enerji tüketimi durağanlık sınavına göre Model A için de yine hiçbir ülkenin durağan olmadığı, Model AA için Malezya ve Güney Afrika, Model C için Çin ve Brezilya, Model CC için Çin, Brezilya, Endonezya ve Tayland için durağanlık bulgusuna ulaşılmıştır. RALS-LM testlerine göre ise yapısal kırılmanın dikkate alınmadığı durumda Meksika ve Tayland, Model A için Brezilya, Tayland ve Filipinler, Model AA için Meksika, Tayland ve Filipinler, Model C için Çin, Brezilya ve Meksika, Model CC için Malezya, Çin, Güney Afrika, Brezilya, Meksika, Hindistan, Filipinler ve Türkiye için durağanlık bulgusuna ulaşılmaktadır.

Buradan hareketle, gelişen teknoloji, her geçen gün daha da tahrip edilen doğa ve artan nüfus düşünüldüğünde, özellikle sanayileşme telaşında bulunan ülkelerin yenilenebilir enerji yatırımlarının desteklenmesi ve kalıcı olumlu etkide bulunacak müdahalelerde bulunmaları gerekmektedir.

Geçmişte olduğu gibi gelecekte de enerji dünya üzerindeki önemini sürdürmeye devam edecektir. Bu bağlamda hızla artan enerji tüketim miktarı nedeniyle dünyadaki tüm ülkeler teknoloji üretimine önem vererek enerji verimliliklerini arttırmalıdır. Özellikle teknolojilerini yenilenebilir enerji kaynakları keşfi ve üretimi yönünde kullanmalı ve yatırımlarını da bu kaynaklar üzerine yaparak teşvik paketlerini ve politikalarını da yine bu kaynaklara uygun belirlemelidirler.

## **KAYNAKÇA**

- Agnolucci, P., & Venn, A. (2011). Industrial Energy Intensities in The UK: Is There a Deterministic or Stochastic Difference Among Sectors?. *Applied Economics*, 43(12), s. 1447-1462.
- Aslan, A., & Kum, H. (2011). The Stationary of Energy Consumption for Turkish Disaggregate Data by Employing Linear and Nonlinear Unit Root Tests. *Energy*, 36(7), s. 4256-4258.
- Aslan, A. (2011). Does Natural Gas Consumption Follow A Nonlinear Path Over Time? Evidence From 50 US States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), s. 4466-4469.
- Barros, C. P., Gil-Alana, L. A., & Payne, J. E. (2012). Evidence of Long Memory Behavior In US Renewable Energy Consumption. *Energy Policy*, 41, s. 822-826.
- Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A Stationarity Test In The Presence of an Unknown Number Of Smooth Breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), s. 381-409.

- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2016). Petrol Tüketimindeki Dalgalanmalar Geçici Mi Yoksa Kalıcı Mı? Brics-T Ülkeleri İçin Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testi Uygulamaları. *Çukurova Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), s. 27-37.
- Bozoklu, S., Yilanci, V., & Gorus, M. S. (2020). Persistence in per Capita Energy Consumption: A Fractional Integration Approach with A Fourier Function. *Energy Economics*, 91, 104926.
- Carrion-i-Silvestre, L., J., Del Barrio-Castro, T., & López-Bazo, E. (2005). Breaking the Panels: An Application to The GDP Per Capita. *The Econometrics Journal*, 8(2), s. 159-175.
- Chen, P. F., & Lee, C. C. (2007). Is Energy Consumption Per Capita Broken Stationary? New Evidence From Regional-Based Panels. *Energy Policy*, 35(6), s. 3526-3540.
- Christopoulos, D. K., & León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth Breaks And Non-Linear Mean Reversion: Post-Bretton Woods Real Exchange Rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), s. 1076-1093.
- Demir, E., & Gozgor, G. (2018). Are Shocks to Renewable Energy Consumption Permanent or Temporary? Evidence from 54 Developing and Developed Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(4), s. 3785-3792.
- Duran, M. S. (2020). BRICS-T ülkelerinde enerji tüketiminin belirleyicileri: Ekonometrik bir uygulama. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Fendoğlu, E., (2021a). Stationarity Test of Renewable Energy Consumption with Fractional Frequency Fourier Unit Root Test: Evidence from BRICS-T Countries. *Alphanumeric Journal*, 9(1), s. 99-110.
- Fendoğlu, E., (2021b). ABD için Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Tüketimi Durağanlık Sınaması: Fourier Testlerden Kanıtlar. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 9(1), s. 123-141.
- Gökcü, A., T., (2021). The Effect of Renewable Energy Resources on Economic Growth: A Case Study for Turkey. Hacettepe University Graduate School of Social Sciences, Master's Thesis.
- Hsu, Y. C., Lee, C. C., & Lee, C. C. (2008). Revisited: Are Shocks To Energy Consumption Permanent Or Temporary? New Evidence from A Panel SURADF Approach. *Energy Economics*, 30(5), s. 2314-2330.
- Hasanov, M., & Telatar, E. (2011). A Re-Examination of Stationarity of Energy Consumption: Evidence from New Unit Root Tests. *Energy Policy*, 39(12), s. 7726-7738.
- Im, K. S., & Schmidt, P. (2008). More Efficient Estimation Under Non-Normality When Higher Moments Do Not Depend On The Regressors, Using Residual Augmented Least Squares. *Journal of Econometrics*, 144(1), s. 219-233.
- Im, K. S., Lee, J., & Tieslau, M. A. (2014). More Powerful Unit Root Tests with Non-Normal Errors. In *Festschrift in Honor of Peter Schmidt* (Pp. 315-342). Springer New York.
- Karakurt, I. (2021). Modelling and Forecasting the Oil Consumptions of the BRICS-T Countries. *Energy*, 220, 119720.
- Karhan, G. (2016). Enerji Yoğunluğu ve Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişkinin Analizi: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Bir Araştırma. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.

- Kızılkaya, O., & Konat, G. (2019). Elektrik Tüketimindeki Dalgalanmalar Geçici mi Yoksa Kalıcı mı? Türkiye İçin Ampirik Bir Analiz. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, (31), s. 53-62.
- Kula, F., Aslan, A., & Ozturk, I. (2012). Is per Capita Electricity Consumption Stationary? Time Series Evidence from OECD Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), s. 501-503.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2013). Will Policies To Promote Renewable Electricity Generation Be Effective? Evidence from Panel Stationarity and Unit Root Tests for 115 Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, s. 371-379.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2003). Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), s. 1082-1089.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2004). Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break. Manuscript, *Department of Economics, Appalachian State University*, 1-16.
- Lee, C. C., Ranjbar, O., & Lee, C. C. (2021). Testing the Persistence of Shocks on Renewable Energy Consumption: Evidence from a Quantile Unit-Root Test with Smooth Breaks. *Energy*, 215, 119190.
- Lumsdaine, R. L., & Papell, D. H. (1997). Multiple trend Breaks and the Unit-Root Hypothesis. *The Review of Economics And Statistics*, 79(2), s. 212-218.
- Meng, M., Payne, J. E., & Lee, J. (2013). Convergence in Per Capita Energy Use among OECD Countries. *Energy Economics*, 36, s. 536-545.
- Meng, M., Im, K. S., Lee, J., & Tieslau, M. A. (2014). More Powerful LM Unit Root Tests with Non-Normal Errors. In *Festschrift in honor of peter schmidt* (pp. 343-357). Springer, New York, NY.
- Meng, M., Lee, J. and Payne, J. E. (2016). RALS-LM Unit Root Test with Trend Breaks and Non-Normal Errors: Application to the Prebisch-Singer Hypothesis. In B. Mizrach (ed.), *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 21(1), s. 31- 45.
- Mishra, V., Sharma, S., & Smyth, R. (2009). Are Fluctuations In Energy Consumption Per Capita Transitory? Evidence from a Panel of Pacific Island Countries. *Energy Policy*, 37(6), s. 2318-2326.
- Mishra, V., & Smyth, R. (2014). Convergence in Energy Consumption Per Capita among ASEAN Countries. *Energy Policy*, 73, s. 180-185.
- Narayan, P. K., & Smyth, R. (2007). Are Shocks to Energy Consumption Permanent or Temporary? Evidence from 182 Countries. *Energy Policy*, 35(1), s. 333-341.
- Ozcan, B., & Ozturk, I. (2016). A New Approach to Energy Consumption per Capita Stationarity: Evidence from OECD Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, s. 332-344.
- Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, s. 1361-1401.
- Schmidt, P., & Phillips, P. C. (1992). LM Tests for a Unit Root In The Presence of Deterministic Trends. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(3), s. 257-287.
- Tatar, H. E. (2020). Karadeniz Ekonomik İşbirliği Bölgesinde Altyapı Sistemlerinin Doğrudan Yabancı Yatırım Girişlerine Etkisi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 9(3), 207-218.

- Tiwari, A. K., & Albuiescu, C. T. (2016). Renewable-To-Total Electricity Consumption Ratio: Estimating The Permanent Or Transitory Fluctuations Based On Flexible Fourier Stationarity And Unit Root Tests. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, s. 1409-1427.
- Tütüncü, A., & Beşer, N. Ö. (2021). Türkiye’de Kişi Başına Enerji Kullanımı Durağan Mıdır?. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 16(62), s. 683-697.
- Yasar, N. (2020). Stationarity Properties of Renewable Energy Consumption in the Commonwealth of Independent States. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(1), 155.
- Yilanci, V., & Tunali, Ç. B. (2014). Are Fluctuations in Energy Consumption Transitory or Permanent? Evidence From A Fourier LM Unit Root Test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, s. 20-25.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (2002). Further Evidence on the Great Crash, The Oil-Price Shock, And The Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(1), s. 25-44.