

13-14 November 2021

Proceeding Book

INTERNATIONAL CONGRESS OF ENERGY ECONOMY AND SECURITY

PROCEEDINGS BOOK
13-14 November 2021 / ISTANBUL – TURKEY

Editors:
Seyfettin ERDOĞAN
Ayfer GEDİKLİ
Muhamad SHAHBAZ

Assistant Editors:
Hande Çalışkan Terzioğlu | Cihan Yavuz Taş

ULUSLARARASI ENERJİ EKONOMİ VE GÜVENLİK KONGRESİ

TAM METİN BİLDİRİLER KİTABI
13-14 Kasım 2021 / ISTANBUL – TÜRKİYE

Editörler:
Seyfettin ERDOĞAN
Ayfer GEDİKLİ
Muhamad SHAHBAZ

Yardımcı Editörler:
Hande Çalışkan Terzioğlu | Cihan Yavuz Taş

AKUSITECH Marifet Stratejik Uluslararası Teknoloji Sağlık Turizmi Eğitim Danışmanlığı Ltd. Şti.
Yayım Yılı: Aralık, 2021
Dili: Türkçe ve İngilizce
ISBN: (Güncellenecek)

Bildirilerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.

E N S C O N ' 2 1

BİLİM KURULU / SCIENTIFIC BOARD

Prof. Dr. Seyfettin Erdoğan İstanbul Medeniyet University

Prof. Dr. Muhammad Shahbaz – Beijing Institute of Technology, Beijing, China

Prof. Dr. Ayfer Gedikli – Düzce University (Dean)

Prof. Dr. Erdal Tanas Karagöl Yıldırım Beyazıd University

Prof. Dr. Anil Kumar Bera University of Illinois at Urbana Champaign

Prof. Dr. Nicholas Apergis University of Piraeus, Greece

Prof. Dr. Paresh Kumar Narayan, Deakin University, Avustralia

Prof. Dr. Oktay F. Tanrısever Middle East Technical University

Prof. Dr. George Filis, Bournemouth University, UK

Prof. Dr. Tariqullah Khan – Hamad Bin Khalifah University Doha Qatar

Prof. Dr. Nigar Demircan Çakar – Düzce University Rector

Prof. Dr. Ramazan Sarı Middle East Technical University

Prof. Dr. Murat Yülek Ostim University Rector

Prof. Dr. Rui Alexandre Castanho WSB University Poland & University of Madeira Portugal

Prof. Dr. Lean Hooi Hooi Universiti Sains, Malaysia

Prof. Dr. Luís Loures Polytechnic Institute of Portalegre (IPP), Portalegre. – Research Centre for Tourism, Sustainability and Well-being (CinTurs), University of Algarve, Portugal

Prof. Dr. Halil Altıntaş, Erciyes University

Prof. Dr. Ali Çelikkaya, Eskisehir Osmangazi University

Prof. Dr. Muhsin Kar, Yıldırım Beyazıt University

Prof. Dr. Mehmet Yüce, Uludağ University

Prof. Dr. Kerem Alkin, Medipol University

Prof. Dr. Fırat Purtaş, Gazi University

Prof. Dr. Jean-Pierre Allegret Paris Ouest Nanterre, France

Prof. Dr. Bülent Güloğlu İstanbul Technical University

Prof. Dr. Bülent Aybar Southern New Hampshirw University-ABD

Prof. Dr. Bogna Kazmierska Jozwiak University of Lodz-Poland

Prof. Dr. Burcu Özcan Fırat University

Prof. Dr. Olexandr Pidchosa Taras Shevchenko University, Ukrain

Prof. Dr. Ali Kutan Southern Illinois University

Prof. Dr. Aysun Fıçıcı Southern New Hampshirw University, USA

Prof. Dr. Konstantin Tsvetkov University of Agribusiness and Rural Development, Bulgaria

Prof. Dr. Mohd Iqbal Abdulwahab International Islamic University of Malaysia

Prof. Dr. Andrzej Bistyga Katowice School of Economics, Poland

Prof. Dr. Ileana Tache Transilvania University of Brasov

Prof. Dr. David Weir Northumbria University, Cambridge Scholars

Prof. Dr. Ahmet Şatır, Condordia University

Prof. Dr. Selahattin Dibooglu University of Sharjah, UAE

Prof. Dr. Shawkat Hammoudeh Drexel University, USA

Prof. Dr. Uğur Soytaş, Middle East Technical University

Prof. Dr. Volodymyr Saienko,Wyższa Szkola Zarządzania i Administracji w Opolu, Poland

Prof. Dr. Obiyathulla Ismath Bacha INCEIF, Malaysia

Prof. Dr. Idris Demir Batman University (Rector)

Prof. Dr. Özlem Durgun İstanbul University

Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım Namık Kemal University

Prof. Dr. Meriç Subaşı Ertekin Anadolu University

Prof. Dr. Bülend Aydın Ertekin Anadolu University

Prof. Dr. Daniel Balsalobre Lorente Universidad de Castilla-La Mancha, Spain

Assoc. Prof. Dr. Oana Madalina Driha University of Alicante, Spain

Assoc. Prof. Dr. Tomasz Kasprowicz, WSB University, Poland

Assoc. Prof. Dr. Francesco Pastore, Seconda Università di Napoli

Assoc. Prof. Dr. Min (Anna) Du Edinburgh Napier University, UK

Assoc. Prof. Dr. Arif Sarı Girne American University

Assoc. Prof. Dr. Murat Akkaya Girne American University

Assoc. Prof. Dr. Hasan Murat Ertuğrul Treasury

Assoc. Prof. Dr. Emrah İsmail Çevik Namık Kemal University

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Ali Nasir University of Huddersfield, UK

Assoc. Prof. Dr. Buerhan Saiti Istanbul Sabahattin Zaim University

Assoc. Prof. Dr. Gadir Bayramlı Azerbaycan Devlet İktisat University

Assoc. Prof. Dr. Recep Ulucak Erciyes University

Assoc. Prof. Dr. Bilal Karabulut Gazi University

Dr. A. Kutalmış Yalçın Düzce University

Dr. Hassan Syed BPP University, UK

Dr. Fateh Belaïd, Lille Catholic University

Dr. Nurhodja Akbulaev Azerbaijan State University Of Economics

Dr. Ruslan Nagarev – Sabahattin Zaim University

Dr. Abdilahi Ali University of Salford, Salford Business School

KEYNOTE SPEAKERS

- **Prof. Dr. Russell Smyth – Monash University, Australia**
- **Prof. Dr. Henrik Lund- Aalborg University, Denmark**
- **Prof. Dr. Scott Cunningham - University of Strathclyde, UK**
- **Prof. Dr. Gary Campbell - Michigan Technological University, USA**
- **Prof. Dr. Berrin Tansel - Florida International University, USA**
- **Prof. Dr. Perry Sadorsky – Schulich School of Business, Canada**

CONTENT

BİLİM KURULU / SCIENTIFIC BOARD .....İ

CONTENT.....V

CORRELATION AMONG OIL PRICE, STOCK RETURNS AND COUNTRY RISKS: AN EMPIRICAL ANALYSIS BASED ON 31 COUNTRIES ..... - 2 -

Dr. Tianle Yang ..... - 2 -

Qingyuan Dong..... - 2 -

Dr. Min Du ..... - 2 -

Dr. Qunyang Du*..... - 2 -

ESTIMATING TIME-VARYING VOLATILITY SPILLOVERS BETWEEN REAL EXCHANGE RATE AND REAL COMMODITY PRICES FOR EMERGING MARKET ECONOMIES ...- 24 -

Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım .....- 24 -

Elif Nur Tarı .....- 24 -

THE ROLE OF ENVIRONMENTAL REGULATION OF THE HOME COUNTRY IN ENHANCING INNOVATION PERFORMANCE OF CHINESE EMNES .....- 36 -

Dr. Qunyang Du.....- 36 -

Zhongyuan Li.....- 36 -

Dr. Tianle Yang* .....- 36 -

Dr. Min Du .....- 36 -

Suquan Chen .....- 36 -

MULTI-SCALE CORRELATION ANALYSIS BETWEEN CRUDE OIL MARKET AND CHINESE STOCK MARKETS BASED ON PORTFOLIO CONSTRUCTION PERSPECTIVE ..- 57 -

Mr. Rui Zhong ..... - 57 -

Dr. Hao Wang ..... - 57 -

Dr. Muhammad Naeem ..... - 57 -

Dr. Hao Ji* ..... - 57 -

Dr. Yuchun Zhu* ..... - 57 -

IMPACTS OF ALTERNATIVE ENERGY PRODUCTION INNOVATION ON REDUCTION OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS: EVIDENCE FROM CHINA 90

Dr. Tianle Yang 90

Dr. Fangmin Li* 90

Dr. Min Du 90

Yinuo Li 90

THE NEXUS BETWEEN ENVIRONMENTAL INNOVATION AND CARBON EMISSION FROM POWER SECTOR FOR OECD COUNTRIES 123

Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım 123

Assoc. Prof. Dr. Ömer Esen 123

Assoc. Prof. Dr. Seda Yıldırım 123

THE IMPACT OF INCLUSIVE FINANCE ON CARBON DIOXIDE EMISSIONS: EVIDENCE FROM CHINA'S PROVINCIAL REGIONS 132

Dr. Tianle Yang 132

Fangxing Zhou 132

Dr. Min Du 132

Dr. Qunyang Du* 132

THE RESPONSE OF CARBON INTENSITIES OF TECHNOLOGICAL SHOCKS IN INDONESIA: DECOMPOSED ANALYSIS 153

Prof. Grahita Chandrarin 153

Associate Prof. Kazi Sohag 153

Dr. Diyah Sukanti Cahyaningsih 153

Dr. Eng Dani Yuniawan 153

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE TEKNOLOJİK İNOVASYONUN ÇEVRESEL BOZULMAYA ETKİSİ: RALS BİRİM KÖK VE RALS ENGLE-GRANGER EŞ-BÜTÜNLEŞME YAKLAŞIMI 166

Doç. Dr. Yasemin Dumrul 166

Doç. Dr. Zerrin Kılıçarslan 166

Dr. Öğr. Üyesi Selma Büyükkantarcı Tolgay 166

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE TEKNOLOJİK İNOVASYONUN ÇEVRESEL BOZULMAYA ETKİSİ: RALS BİRİM KÖK VE RALS ENGLE-GRANGER EŞ-BÜTÜNLEŞME YAKLAŞIMI

Doç. Dr. Yasemin Dumrul
Kayseri Üniversitesi / Develi Hüseyin Şahin MYO, Büro Hizmetleri ve Sekreterlik Bölümü.
ydumrul@kayseri.edu.tr

Doç. Dr. Zerrin Kılıçarslan
Kayseri Üniversitesi / Teknik Bilimler MYO, Pazarlama ve Dış Ticaret Bölümü.
zerrink@kayseri.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Selma Büyükkantarcı Tolgay
Kayseri Üniversitesi / Teknik Bilimler MYO, Pazarlama ve Dış Ticaret Bölümü.
sbtolgay@kayseri.edu.tr

ÖZET: Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde enerji kaynaklarına erişimin sağlanması ve dünya çapında yenilenebilir enerjinin payının artırılması önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve sürdürülebilirliği için çevre dostu inovatif teknolojilere gereksinim duyulmaktadır. Yenilenebilir enerji fosil yakıtların çevre ile iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına, sera gazı emisyonlarını azaltarak hava kalitesinin artırılmasına, insan sağlığının iyileştirilmesine, istihdam yaratılmasına ve enerji arz güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunur. İnovasyon faktörü, araştırma ve yenilik faaliyetlerini ve kaynak verimliliğini artırmaya, yenilenemeyen enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaya yönelik ileri teknoloji kullanımını amaçlayan yeşil yatırımlara ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasına odaklanarak ekonomik kalkınmanın sürdürülmesine ve ekolojik ayak izinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınma açısından hem yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem de inovatif faaliyetlerin artması ekolojik ayak izinin azalmasına katkıda bulunacaktır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji ile teknolojik inovasyonun ABD'deki ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin RALS birim kök ve RALS Engle-Granger eş-bütünleşme testleri yapılarak incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerjinin ve teknolojik inovasyonun ekolojik ayak izini azalttığı bulgusuna da ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Teknolojik İnovasyon, Çevresel Bozulma, RALS-EG Yaklaşımı
Jel Sınıflandırması: Q55, Q43,Q20,C32

ABSTRACT: Ensuring access to energy resources and increasing the share of renewable energy worldwide are important in achieving sustainable development goals. Environmentally friendly innovative technologies are needed for the use and sustainability of renewable energy sources. Renewable energy contributes to reducing the negative effects of fossil fuels on the environment and climate change, increasing air quality by reducing greenhouse gas emissions, improving human health, creating employment, and ensuring energy supply security. The innovation factor can help sustain economic development and reduce the ecological footprint by focusing on increasing research and innovation activities and resource efficiency, green investments that aim to use advanced technology to ensure more efficient use of non-renewable energy resources, and the widespread use of renewable energy. In this context, both the use of renewable energy sources and the increase in innovative activities will contribute to the reduction of the ecological footprint in terms of sustainable development. In this study, it is aimed to examine the effect of renewable energy and technological innovation on the ecological footprint in the USA by performing RALS unit root and RALS Engle-Granger cointegration tests. In the study, it was concluded that there is a long-term relationship between the variables. It has also been found that renewable energy and technological innovation reduce the ecological footprint.
Keywords: Renewable Energy, Technological Innovation, Environmental Degradation, RALS-EG Approach
Jel Classification: Q55, Q43, Q20, C32

GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra sera gazlarında meydana gelen artışla birlikte doğal denge bozulmaya başlamıştır. Eğer önlem alınmazsa okyanus seviyelerinin yükselmesi, buzulların daha fazla erimesi, aşırı sıcaklık, kuraklaşma, bitki ve hayvan çeşitliliğinin azalması gibi sonuçlara yol açacak iklim değişmeleri ile karşı karşıya kalınacaktır (Tekin, 2020: 274-275). 2015 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, sürdürülebilir bir geleceği güvence altına almak için 2030 yılında tamamlanacak bir yol haritası olarak "2030 Gündemi" adıyla Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını (SKA) kabul etmiştir. Enerji ve çevre politikalarının yeniden düzenlenmesi ve ekolojik ayak izi yoluyla çevresel bozulma üzerinde kontrol sahibi olunması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olacaktır.

Dünya çapında sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde, enerji kaynaklarına erişimin ve enerjinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve toplam enerji kaynakları içerisinde yenilenebilir enerjinin payının artırılması önemlidir. Yenilenebilir enerjinin kullanımı ve sürdürülebilir gelişimi için çevre dostu inovatif teknolojilere ve bu teknolojileri ortaya çıkartacak Ar-Ge faaliyetlerine ihtiyaç vardır. Fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerjilerin keşfedilmesi ve kullanımı karbon yoğun yenilemeyen enerji kaynaklarına olan bağımlılığın ve ekolojik ayak izinin azalmasını da sağlayacaktır. Teknolojik inovasyon, endüstriyel dönüşüm ve yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi yoluyla sürdürülebilir kalkınma, ekonomik ve sosyal kalkınmanın sağlanmasına yardımcı olacaktır.

Literatürde son zamanlarda sürdürülebilirlik kavramı ile yenilenebilir enerji, teknolojik inovasyon ve çevresel bozulma konularında çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada çevresel bozulma göstergesi olarak ekolojik ayak izi verisi kullanılmış ve

yenilenebilir enerji ile teknolojik inovasyonun ABD'deki ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin RALS birim kök ve RALS Engle-Granger eş-bütünleşme testleri yapılarak incelenmesi amaçlanmıştır. Kişi başına düşen ekolojik ayak izi sıralamasında ilk on ülke arasında yer alan ABD'nin ekolojik açığı -1,416.05 kişi başına düşen ekolojik ayak izi 8,22 hektar ve biyokapasitesi 3,76 hektardır. Dolayısıyla ABD'de ekolojik ayak izi üzerinde yenilenebilir enerjinin ve teknolojik inovasyonun etkisinin test edilmesi çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli rol oynayacaktır. Girişten sonraki ilk bölümde konuyla ilgili teorik çerçeve ortaya konmuştur. İkinci bölümde bu alanda yapılan önceki çalışmalar gözden geçirilerek literatür özetlenmiştir. Üçüncü bölümde veri kaynakları ve metodolojiye yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise ampirik bulgular sunulmuştur. Son olarak, sonuç ve politika önerilerine yer verilmiştir.

1.TEORİK ÇERÇEVE

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2018) raporuna göre hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde karbon yoğun enerji kaynaklarının kullanımı ekolojik ayak izinin yükselmesinde etkili olmaktadır. Çevresel bozulma göstergesi olarak bilinen ekolojik ayak izi terimi, ne kadar doğaya sahip olduğumuzu ve doğayı ne kadar kullandığımızı hesaplayan bir ölçüttür (Ullah vd., 2021).

Sürdürülebilirliği sağlamanın ve çevresel bozulmanın önüne geçebilmenin yollarından biri, enerji kullanımın yenilenemeyen enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirilmesidir. Diğeri ise enerjinin çevresel kalite üzerindeki olumsuz etkisini minimize edebilmek için üretim aşamasında yenilenemeyen enerji kaynaklarının marjinal tüketiminin azaltılmasıdır (Sharma vd., 2021: 2). Bu bağlamda hem yenilenebilir enerjilerin kullanımı hem de sera gazı salınımına neden olan faaliyetlerin durdurulması, minimuma indirilmesi veya karbonsuz olanlarla değiştirilmesine neden olabilecek enerji verimliliği sağlayacak teknolojilerin üretim ve kullanımının yaygınlaştırılması önem arz etmektedir (Tekin, 2020). Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma açısından hem yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem de inovatif faaliyetlerin artması ekolojik ayak izinin azalmasına katkıda bulunacaktır.

Ülkeler sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirmek için temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı, ithalata bağımlılık, fiyat dalgalanmaları, yüksek maliyetler ve ekolojik dengesizlik gibi olumsuzluklara yol açabilmektedir (Sharma vd., 2021). Yenilenebilir enerji fosil yakıtların çevre ile iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına, sera gazı emisyonlarını azaltarak hava kalitesinin artırılmasına, insan sağlığının iyileştirilmesine, istihdam yaratılmasına ve enerji arz güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunur. Ayrıca, yerli yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı enerji ithalatından kaynaklanan maliyetleri de azaltır (Pata, 2021:

198). Sürekli artan enerji talebi nedeniyle yenilenebilir enerjinin geleceğin en önemli enerji kaynağı olduğu ve aynı zamanda çevre dostu bir enerji kaynağı olduğu bilinen bir gerçektir (Chien vd., 2021: 308).

Sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın sağlanmasında ve ekolojik ayak izinin azaltılmasında etkili olan diğer bir faktör de inovasyondur. İnovasyon faktörü, araştırma ve yenilik faaliyetlerini ve kaynak verimliliğini artırmaya, yenilenemeyen enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaya yönelik ileri teknoloji kullanımını amaçlayan yeşil yatırımlara ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasına odaklanarak ekonomik kalkınmanın sürdürülmesine ve ekolojik ayak izinin azaltılmasına yardımcı olabilir (Ghita vd., 2018: 21).

Her türlü inovasyon faaliyeti sürdürülebilir kalkınma için önemli olmakla birlikte, doğrudan enerji sektörüne yönelik inovatif faaliyetler çevresel sorunları önemli ölçüde iyileştirebilir ve daha temiz enerjinin yayılmasını teşvik edebilir. Enerji sektörüne yönelik inovatif faaliyetler yoluyla daha az karbon yoğun teknolojinin uygulanması, geleneksel fosil yakıtlardan, özellikle petrol, doğal gaz ve kömürden birincil enerji üretimini azaltarak atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu önemli ölçüde azaltabilir (Altıntaş ve Kassouri, 2020).

2.LİTERATÜR TARAMASI

Ekonomik kalkınma amacıyla birçok ülke enerji talebinin önemli bir bölümünü fosil yakıtlardan yana kullanmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı ise karbon salınımı meydana getirmesi sebebiyle çevre kirliliğine yol açmaktadır. Son zamanlarda politika yapıcılar enerji tüketimine bağlı olarak çevreye verilen tahribatın farkına vararak, çevresel bozulmanın ortadan kaldırılmasına yönelik politikalar oluşturmaya başlamışlardır. Bu bağlamda son zamanlarda ekolojik sürdürülebilirlik kavramı ile yenilenebilir enerji, teknolojik inovasyon ve çevresel bozulma konularında çalışmalar yoğunlaşmıştır. Tablo 1'de teknolojik inovasyon ve çevresel bozulma alanındaki uygulamalı literatüre yer verilmiştir.

Tablo 1: Teknolojk inovasyon ve çevresel bozulma ile ilgili yapılan çalışmalar

Yazar	Ülke	Dönem	Yöntem	Sonuç
Hang ve Yuan-Sheng (2011)	Çin	1980-2006	Regresyon Analizi	Yeni teknolojinin ilk aşamada çevresel bozulmaya etkisi pozitif iken, sonraki aşamalarda, teknolojinin gelişmesiyle etki negatif olmuştur.
Fei vd. (2014)	Norveç, Yeni Zelanda	1971-2010	ARDL Granger nedensellik testi	Norveç'te çevresel bozulma ile teknolojik inovasyon arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi varken Yeni Zelanda'da ilişki tespit edilememiştir.
Ali vd. (2016)	Malezya	1985-2012	ARDL	Teknolojik inovasyonun çevre kirliliğine etkisi yok denilecek kadar azdır.
Ahmed vd. (2016)	24 Avrupa Ülkesi	1980-2010	ARDL	Teknolojik inovasyonun çevre kirliliğini azalttığı tespit edilmiştir.
Irandoust (2016)	Danimarka, Finlandiya, İsveç ve Norveç	1975-2012	VAR analizi Granger nedensellik testi	İncelenen ülkelerde teknolojik inovasyondan yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Yii ve Geetha (2017)	Malezya	1971-2013	VECM'ye dayalı Granger nedensellik testi	Teknolojik inovasyon ve çevresel bozulma arasında bir ilişki bulunmamaktadır.
Samargandi (2017)	Suudi Arabistan	1970-2014	ARDL	Teknolojik gelişmenin çevresel bozulma üzerinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır.
Fan ve Hossain (2018)	Çin, Hindistan	1974-2016	Toda-Yamamoto nedensellik testi	Çin'de teknolojik inovasyon ile çevresel bozulma arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilirken, Hindistan'da teknolojik yenilikten teknolojik bozulmaya doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Ibrahiem (2020)	Mısır	1971-2014	Toda-Yamamoto nedensellik testi	Teknolojik inovasyon ve alternatif enerji kaynaklarının çevreyi iyileştirdiği, ancak finansal gelişme ve ekonomik büyümeyi bozduğu bulunmuştur.
Danish vd. (2020)	BRICS ülkeleri	1992-2016	Westerlund panel eş-bütünleşme testi Panel nedensellik testi	Doğal kaynak rantı, yenilenebilir enerji ve kentleşme ekolojik ayak izini azaltır.
Khattak vd. (2020)	BRICS ülkeleri	1980-2016	Panel eş-bütünleşme testi	Teknolojik inovasyon faaliyetlerinin Brezilya dışındaki BRICS ülkeleri için çevre kirliliğini azaltmada başarısızdır.

Tablo 1'in devamı

Ali vd. (2020)	33 Avrupa Ülkesi	1996-2017	Westerlund panel eş-bütünleşme testi Panel nedensellik testi	Teknolojik inovasyonun çevresel bozulma üzerinde negatif etkisi vardır.
Wang vd (2020)	N-11 ülkeleri	1990-2017	Westerlund panel eş-bütünleşme testi	Teknolojik inovasyon ve yenilenebilir enerji tüketimi ile çevre kirliliği arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır.
Destek ve Manga (2021)	Yükselen büyük piyasa (BEM) ülkeleri	1995-2016	Westerlund panel eş-bütünleşme testi	Teknolojik yenilik karbon emisyonlarını azaltmada etkili iken, ekolojik ayak izi üzerinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır
Chien vd. (2021)	Pakistan	1980-2018	Kantil ARDL Granger nedensellik testi	Teknolojik inovasyon ve yenilenebilir enerji çevresel bozulma ile negatif ilişkilidir.
Khan vd. (2021)	69 ülke	2000-2014	Panel GMM	Teknolojik inovasyon, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırım yenilenebilir enerji üzerinde negatif etkilidir.
Shao vd (2021)	N-11 ülkeleri	1980-2018	Kesitsel artırılmış otoregresif dağıtılmış gecikmeler (CS-ARDL) modeli	Yeşil teknolojik inovasyonu ve yenilenebilir enerji çevre kirliliğini uzun dönemde negatif etkiler.
Shan vd. (2021)	Türkiye	1990-2018	Bootstrap ARDL Granger nedensellik testi	Yeşil teknoloji inovasyonu ve yenilenebilir enerji, çevre kirliliğini azaltır.
Danish ve Ulucak (2021)	ABD, Çin	1980-2016	Dinamik ARDL	Teknolojik inovasyon ABD'de çevre kirliliğini azaltırken, Çin'de istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Her iki ülkede de yenilenebilir enerji çevre kirliliğini azaltmaktadır.
Haldar ve Sethi (2022)	16 gelişmekte olan ülke	2000- 2018	Westerlund panel eş-bütünleşme testi Bootstrap panel kantil regresyon testi	Artan internet kullanımı, yenilenebilir enerji tüketimi ve uluslararası ticaret çevre kirliliğini azaltırken, yenilenemeyen enerji tüketimindeki artış ise emisyonu önemli ölçüde artırmıştır.
Suki vd. (2022a)	Malezya	1971-2017	Bootstrap ARDL	Teknolojik inovasyon hem CO2 emisyonunu hem de ekolojik ayak izini azaltır.
Suki vd. (2022b)	Malezya	1971-2017	Bootstrap ARDL Granger nedensellik testi	Yeşil inovasyon hem kısa hem de uzun dönemde büyüme ile pozitif ve çevresel bozulma ile negatif ilişkilidir.

Kaynak: Tablo yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

3. VERİ VE METODOLOJİ

Bu çalışmada ABD'de çevresel bozulma üzerinde yenilenebilir enerji tüketimi ve teknolojik inovasyonun etkisini test etmek için 1980-2016 dönemi verileri kullanılmıştır. Çalışmada çevresel bozulma göstergesi olarak ekolojik ayak izi, teknolojik inovasyon göstergesi olarak da patent sayısı kullanılmıştır. Ayrıca çevresel bozulma üzerinde hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin etkisini görebilmek amacıyla her iki enerji tüketimi verisi de analize dâhil edilmiştir. Analize dâhil edilen tüm değişkenlerin logaritmik dönüşümleri yapılmıştır**.** Ekolojik ayak izi (LEF) verisi Küresel Ayak izi Ağı (Global Footprint Network), patent sayısı (LPT), Dünya Bankası Dünya Kalkınma Göstergeleri (WB-WDI), yenilenebilir (LREN) ve yenilemeyen enerji tüketimi (LNREN) verileri ise Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'dan temin edilmiştir.

Bu çalışmada değişkenlerin durağanlık özelliklerinin belirlenmesinde RALS-ADF birim kök testi, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığının ortaya konulmasında ise RALS Engle-Granger (RALS-EG) eş-bütünleşme testinden yararlanılacaktır. Bu testler modelin kalıntılarının normal dağılmadığı durumda geleneksel ADF ve Engle-Granger testlerine göre daha güçlü kanıtlar sunmaktadır.

4. EKONOMETRİK ANALİZ VE SONUÇLARI

Çalışmada ilk olarak modelin kalıntılarının normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla Jarque-Bera testi yapılmıştır. Tablo 2'de Jarque-Bera test sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 2: Jarque-Bera test sonuçları

Değişkenler	Jarque-Bera Test İstatistiği	Olasılık Değeri
LEF	5.708563	0.057597
LPT	2.870189	0.238093
LREN	3.769308	0.151882
LNREN	1.460048	0.481897

Tablo 2'de yer alan Jarque-Bera test sonuçlarına göre teknolojik inovasyon, yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketimi normal dağılıma sahip iken ekolojik ayak izi verisi %10 anlam düzeyinde normal dağılıma sahip değildir.

4.1. RALS-ADF Birim Kök Testi ve Sonuçları

Bu çalışmada ekolojik ayak izi, teknolojik inovasyon, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkenlerinin durağan olup olmadıklarının belirlenmesinde Im ve Schmidt (2008) tarafından geliştirilen RALS (Residual Augmented Least Squares-Kalıntılarla Genişletilmiş En Küçük Kareler) tekniğinin ADF testine uyarlanmış hali olan ve Im vd.(2014) tarafından geliştirilen RALS-ADF birim kök testi kullanılmıştır.

Tablo 3: Birim kök testi sonuçları

Değişkenler	ADF	RALS-ADF	rho	k
LEF	-0.637523	-0.540408	0.9	0
LPT	-0.285772	-0.603842	0.7	0
LREN	-1.306965	- 0.143963	0.6	3
LNREN	-1.460512	-2.651151	0.7	0
Δ LEF	-6.228877	-5.604653	0.9	0
ΔLPT	-5.232982	-5.669676	0.6	0
ΔLREN	-5.546370	-7.936513	0.6	1
ΔLNREN	-5.414320	-5.690470	0.9	0

Değişkenler için hesaplanan test istatistikleri Im vd. (2014)'te yer alan asimptotik kritik değerler ile karşılaştırıldığında serilerin birim kök içerdiği görülmektedir. Başka bir ifadeyle temel hipotez reddedilememekte ve değişkenler birinci farkı alındığında durağan hale gelmektedir.

4.2. RALS-EG Eş-bütünleşme Testi ve Sonuçları

Birim kök testi sonrasında eş-bütünleşme testinin uygulanması araştırmacıların değişkenler arasındaki ilişkileri incelemesine olanak tanıdığından önem arz etmektedir. Eş-bütünleşme ilişkisinin varlığı, uzun dönemde modelin değişkenleri arasında bir denge olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada değişkenler arasında bir eş-bütünleşme ilişkisinin var olup olmadığı Lee vd. (2015) tarafından geliştirilen ve Im ve Schmidt (2008) tarafından önerilen RALS tekniğinin Engle-Granger testine uyarlanmış hali olan RALS-EG yaklaşımı kullanılarak test edilmiştir. Analiz sonuçlarına Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4: Eş-bütünleşme testi sonuçları

Test	t istatistiği	rho	k
EG	-3.190074	-	0
RALS-EG	-4.480988	0.8	0
RALS-EG kritik değerler	%1	%5	%10
	-4.23082	-3.61044	-3.29201

Hesaplanan RALS-EG test istatistiği, kritik değerlerden büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilmektedir. Buna göre ele alınan dönemde ABD'de ekolojik ayak izi, yenilenebilir enerji tüketimi, teknolojik inovasyon ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkenleri arasında uzun dönemli ilişki bulunmaktadır.

4.3.Uzun Dönem Katsayıların Belirlenmesi

Bu çalışmada son olarak RALS-EG eş-bütünleşme testi sonrasında uzun dönem katsayı tahmininde Phillips ve Hansen tarafından geliştirilmiş olan FMOLS (Fully Modified Ordinary Least Squares-1990) ve Park tarafından geliştirilen CCR (Canonical Cointegrating Regression-1992) yöntemleri kullanılmıştır. Analiz Sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Uzun dönem katsayıları

Bağımlı Değişken: LEF				
	FMOLS		CCR	
Bağımsız Değişken	Katsayı	Olasılık Değeri	Katsayı	Olasılık Değeri
LPT	-0.1163	0.0000	-0.1176	0.0000
LREN	-0.0549	0.0024	-0.0556	0.0018
LNREN	1.0806	0.0000	1.0906	0.0000
C	3.1131	0.0000	3.1325	0.0000

Tablo 5'ten de görüleceği üzere FMOLS ve CCR yöntemleri kullanılarak elde edilen uzun dönem katsayıları birbirine oldukça yakındır. Başka bir ifadeyle her iki testin sonucu birbirini desteklemektedir. Elde edilen sonuçlara göre ekolojik ayak izi üzerinde yenilenebilir enerji tüketimi ve teknolojik inovasyon negatif, yenilenemeyen enerji tüketimi ise pozitif bir etkiye sahiptir. Buna göre ABD'nin yenilenebilir enerji tüketimindeki ve teknolojik inovasyondaki %1'lik artış, ekolojik ayak izini sırasıyla %0,05 ve %0.11 azaltırken, yenilenemeyen enerji tüketimindeki artış ekolojik ayak izini yaklaşık olarak %1.09 artırmaktadır. Bununla birlikte elde edilen uzun dönem katsayıları %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmek ve karbon yoğun yenilemeyen enerji kaynaklarının doğa, insan ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilmek için ülkeler, bir taraftan daha az karbon yoğun olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmayı tercih ederler. Diğer taraftan yenilenebilir enerjinin kullanımını artırmak ve sürdürülebilir gelişimini sağlamak için çevre dostu inovatif teknolojilere ve bu teknolojileri ortaya çıkartacak Ar-Ge faaliyetlerine yönelirler.

Yenilenebilir enerji ile teknolojik inovasyonun ABD'deki ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin test edildiği bu çalışmada, analize dahil edilen değişkenler (çevresel bozulma, yenilenebilir

enerji, inovasyon ve yenilenemeyen enerji tüketimi) arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte elde edilen bulgular, yenilenebilir enerjinin ve teknolojik inovasyonun ekolojik ayak izini azalttığını göstermektedir.

Sera gazı salınımına neden olan faaliyetlerin azaltılmasını veya bu faaliyetlerin daha az karbon yoğun olanlarla değiştirilmesini sağlayacak enerji verimliliği yüksek teknolojilerin teşvik edilmesi, enerji sektörüne ilişkin inovatif faaliyetlerin arttırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik olarak yeşil enerji politikalarının oluşturulması çevresel tahribatla mücadelede kilit rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

Ahmed, A., Uddin, G. S., & Sohag, K. (2016). Biomass energy, technological progress and the environmental Kuznets curve: Evidence from selected European countries. *Biomass and Bioenergy*, *90*, 202-208.

Ali, M., Raza, S. A., & Khamis, B. (2020). Environmental degradation, economic growth, and energy innovation: Evidence from European countries. *Environmental Science & Pollution Research, 27*(22), 28306–28315

Ali, W., Abdullah, A., & Azam, M. (2016). The dynamic linkage between technological innovation and carbon dioxide emissions in Malaysia: An autoregressive distributed lagged bound approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *6*(3), 389-400.

Altıntaş, H., & Kassouri, Y. (2020). The impact of energy technology innovations on cleaner energy supply and carbon footprints in Europe: A linear versus nonlinear approach. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124140.

Chien, F., Ajaz, T., Andlib, Z., Chau, K. Y., Ahmad, P., & Sharif, A. (2021). The role of technology innovation, renewable energy and globalization in reducing environmental degradation in Pakistan: A step towards sustainable environment. *Renewable Energy*.177, 308-317.

Danish, & Ulucak R. (2021). Renewable energy, technological innovation and the environment: A novel dynamic auto-regressive distributive lag simulation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 150, 111433, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111433.

Danish, Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101996.

Destek, M. A., & Manga, M. (2021). Technological innovation, financialization, and ecological footprint: evidence from BEM economies. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(17), 21991-22001.

Fan, H., & Hossain, M. I. (2018). Technological innovation, trade openness, CO2 emission and economic growth: comparative analysis between China and India. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *8*(6), 240-257.

Fei Q., Rasiah R., Shen L.J. (2014) The clean energy-growth nexus with CO2 emissions and technological innovation in Norway and New Zealand. *Energy & Environment* 25(8),1323-1344.

Ghita, S. I., Saseanu, A. S., Gogonea, R. M., & Huidumac-Petrescu, C.E. (2018). Perspectives of ecological footprint in European context under the impact of information society and sustainable development. *Sustainability*, 10(9), 1-25.

Haldar, A., & Sethi, N. (2022). Environmental effects of information and communication technology-exploring the roles of renewable energy, innovation, trade and financial development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403212101025X.

Hang, G., & Yuan-Sheng, J. (2011). The relationship between CO2 emissions, economic scale, technology, income and population in China. *Procedia Environmental Sciences*, *11*, 1183-1188.

Ibrahiem, D. M. (2020). Do technological innovations and financial development improve environmental quality in Egypt?. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(10), 10869-10881.

IEA (2018). Global energy and CO_2 emissions status report, *International EnergyAgency*, https://webstore.iea.org/download/direct/2461?fileName=Global_Energy_and_CO2_Status_Report_2018.pdf

Im K.S., Lee J., Tieslau M.A. (2014). More powerful unit root tests with nonnormal errors. In: Sickles RC, Horrace WC (eds) Festschrift in honor of Peter Schmidt. Springer, New York, 315-342.

Im, K. S., Schmidt, P. (2008). More efficient estimation under non-normality when higher moments do not depend on the regressors, using residual augmented leasts quares. Journal of Econometrics, 144(1), 219-233.

Irandoust, M. (2016). The renewable energy-growth nexus with carbon emissions and technological innovation: Evidence from the Nordic countries. *Ecological Indicators*, *69*, 118-125.

Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in Belt & Road Initiative countries. *Renewable Energy*, 171, 479-491.

Khattak, S. I., Ahmad, M., Khan, Z. U., & Khan, A. (2020). Exploring the impact of innovation, renewable energy consumption, and income on CO2 emissions: New evidence from the BRICS economies. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(12), 13866-13881.ftekin

Lee, H., Lee J., Im, K. (2015). More powerful cointegration tests with non normal errors. Stud Nonlinear Dyn Econ., 19(4), 397-413.

Li, S. & Shao, Q. (2021). Exploring the determinants of renewable energy innovation considering the institutional factors: A negative binomial analysis. *Technology in Society*, 67, https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101680.

Pata, U. K. (2021). Linking renewable energy, globalization, agriculture, CO2 emissions and ecological footprint in BRIC countries: A sustainability perspective. *Renewable Energy*, 173, 197-208.

Samargandi, N. (2017). Sector value addition, technology and CO2 emissions in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *78*, 868-877.

Shan, S., Genç, S. Y., Kamran, H. W., & Dinca, G. (2021). Role of green technology innovation and renewable energy in carbon neutrality: A sustainable investigation from Turkey. *Journal of Environmental Management*, 294, https://doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113004

Shao, X., Zhong, Y., Liu, W., & Li, R. Y. M. (2021). Modeling the effect of green technology innovation and renewable energy on carbon neutrality in N-11 countries? Evidence from advance panel estimations. *Journal of Environmental Management*, 296, https://doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113189.

Sharif, A.,Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I. & Sinha, A. (2020).Revisiting the role of renewable and non-renewable energy consumption on Turkey's ecological footprint: Evidence from Quantile ARDL approach. *Sustainable Cities and Society*, 57, https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102138.

Sharma, R.,Sinha, A. & Kautish, P. (2021).Does renewable energy consumption reduce ecological footprint? Evidence from eight developing countries of Asia. *Journal of Cleaner Production*, 285, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124867.

Suki, N. M., Suki, N. M., Afshan, S., Sharif, A., & Meo, M. S. (2022b). The paradigms of technological innovation and renewables as a panacea for sustainable development: A pathway of going green. *Renewable Energy*, 181, 1431-1439.

Suki, N. M., Suki, N. M., Sharif, A., Afshan, S., & Jermsittiparsert, K. (2022a). The role of technology innovation and renewable energy in reducing environmental degradation in Malaysia: A step towards sustainable environment. *Renewable Energy*. 182, 245-253.

Tekin, Z. (2020).İklim Değişikliği ile Mücadelede Yeşil İnovasyon Yönetimi.G.Ofluoğlu (Ed.) in *Sosyal Bilimlerde Güncel Konular ve Multi-Disipliner Yaklaşımlar* (ss.273-281).Iksad Publishing House.

Ullah, A.,Ahmed, M., Raza, S. A. & Ali, S. (2021). A threshold approach to sustainable development: Nonlinear relationship between renewable energy consumption, natural resource rent, and ecological footprint. *Journal of Environmental Management*, 295, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113073.

Wang, R., Mirza, N., Vasbieva, D. G., Abbas, Q., & Xiong, D. (2020). The nexus of carbon emissions, financial development, renewable energy consumption, and technological

innovation: what should be thepriorities in light of COP 21 Agreements?.*Journal of Environmental Management*, 271, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111027.

Yii, K. J., & Geetha, C. (2017). The nexus between technology innovation and CO2 emissions in Malaysia: evidence from granger causality test. *Energy Procedia, 105*, 3118-3124.

Zafar, M. W., Shahbaz, M., Sinha, Sengupta, A. T.& Qin, Q. (2020) How renewable energy consumption contribute to environmental quality? The role of education in OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 268, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122149.