



Yükselen Piyasa Ekonomilerinde CO2 Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi¹

Arzu Tural Dikmen² 

Serap Bedir Kara³ 

Yükselen Piyasa Ekonomilerinde CO2 Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi	The Relationship between CO2 Emission, Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Market Economies
Öz Bu çalışmada 19 yükselen piyasa ekonomisi için 1990-2019 periyodunda CO2 emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alan Konya (2006) panel nedensellik testi ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, yükselen piyasa ekonomilerinde çoğunlukla tarafsızlık hipotezi geçerlidir. Dolayısıyla, daha düşük CO2 emisyonuna neden olan çevre dostu politikalar büyümeyi olumsuz etkilemeden alternatif bir yol olarak yaygınlaştırılabilir. Bu amaçla vergi ve teşviklerle yenilenebilir enerji yatırımlarının artması desteklenirken geleneksel enerji bağımlılığını azaltmaya yönelik küresel ölçekte kısıtlamaların daha katı ve kapsayıcı bir şekilde uygulanması önerilmektedir.	Abstract In this study, the causal relationship between CO2 emissions, renewable energy consumption, and economic growth for 19 emerging market economies during the period of 1990-2019 was examined using the Konya (2006) panel causality test, considering cross-sectional dependence and heterogeneity. According to the findings, the neutrality hypothesis is mostly valid in emerging market economies. Therefore, environmentally friendly policies that lead to lower CO2 emissions can be promoted as an alternative path without negatively affecting economic growth. In this regard, it is recommended to increase renewable energy investments through taxes and incentives while implementing more stringent and comprehensive global restrictions to reduce traditional energy dependence.
Anahtar Kelimeler: CO2 Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, Konya Nedensellik Testi	Keywords: CO2 Emissions, Renewable Energy Consumption, Economic Growth, Konya Causality Test
JEL Kodları: C23, Q43, Q56	JEL Codes: C23, Q43, Q56

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazarların Makaleye Olan Katkıları

Yazar 1'in makaleye katkısı %50, Yazar 2'nin makaleye katkısı %50'dir.

Çıkar Beyanı

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

¹ Bu çalışma EFİ2023- Uluslararası Ekonomi Finans ve İşletme Kongresi'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

² Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, atural@atauni.edu.tr

³ Prof. Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, serap.bedir@erzurum.edu.tr

1. Giriş

Enerji, endüstriyel gelişme ve ekonomik büyümenin önemli bir belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle enerji tüketimi yüksek olan bir ülkenin refah seviyesinin de yüksek olacağına inanılmaktadır (Bedir ve Yılmaz, 2016:98). Ancak gelişmiş ülkelerin ulaştıkları refah düzeyinin sürdürülebilmesi ve gelişmekte olan ülkelerin de gelişmiş ülkelerin düzeyine ulaşabilmeleri için ihtiyaç duyulan enerjinin sağlanabilmesi kaynakların giderek artan oranda tüketimine neden olmaktadır. Özellikle Sanayi Devrimi sonrası yaşanan makineleşme süreci enerji ihtiyacında hızlı bir artışa neden olmuştur. Artan enerji ihtiyacı çoğunlukla fosil yakıt veya geleneksel olarak adlandırılan kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Ancak bu enerji kaynaklarının artan kullanımı küresel ısınma, asit yağmurları ve nükleer radyasyon gibi insan hayatını birinci derecede etkileyen bir takım olumsuz etkiler ortaya çıkarmaktadır (Akova, 2003:54). Diğer yandan yenilenemeyen enerji kaynakları, başta karbondioksit (CO₂) emisyonu olmak üzere diğer sera gazı seviyelerini artırmaktadır. Artan CO₂ emisyonları ise zamanla enerji maliyetlerini artırmakta, iklim değişikliği sorunları yaratmakta ve büyük ölçekli çevresel kaygılara neden olmaktadır (Fu vd., 2021:2). Ayrıca nüfus artışına bağlı olarak küresel enerji tüketimi hızla artarken fosil yakıt arzı sınırlı kalmaktadır. Sınırlı olan fosil yakıt enerji kaynaklarının dünyada belirli bölgelerde yoğunlaşması ise bir yandan ülkelerin ithal bağımlılığını artırırken diğer yandan da enerji güvenliği gibi bazı önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır.

Artan fosil yakıt tüketiminin neden olduğu ekonomik, çevresel ve siyasi sorunlar dünya genelinde alternatif yeni enerji kaynağı arayışını gündeme getirmiştir. Son yıllarda, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik dünya çapındaki ilgi ve fosil yakıt kullanımının sınırlandırılmasına ilişkin jeopolitik tartışmalar, yenilenebilir enerjinin kapsayıcı ve çevre dostu ekonomik büyüme için uygulanabilir bir seçenek olarak kullanılması konuya olan ilgiyi artırmıştır (Ahmed ve Shimada, 2019:2). Ayrıca yenilenebilir enerjinin geleneksel fosil yakıt bazlı enerjiye oranla daha düşük maliyetli oluşu (Vaona, 2016:354; Fu vd.,2021:2) ve gelişen teknoloji ile ortaya çıkan yeni iş alanları ve fırsatlar da konunun diğer önemli boyutlarındandır.

Ekonomilerin her geçen gün artan enerji tüketimi ve alternatif enerji kaynakları ekseninde yenilenebilir enerji tartışmaları uzun yıllar güncelliğini koruyacaktır. Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, CO₂ emisyonlarını azaltarak çevre üzerinde olumlu etkiler ortaya çıkarmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)'nın 2022 raporuna göre: 2021 yılında enerji kullanımı ve endüstriyel süreçten kaynaklanan CO₂ emisyonları, enerji kaynaklı sera gazı salınımlarının %89'unu oluşturmuştur. Ancak son yıllarda yenilenebilir enerji kullanımındaki artış ile emisyon artışı sınırlı düzeyde kalmıştır. Eğer yenilenebilir enerji kullanımındaki bu eğilim olmasaydı enerjiyle ilgili emisyonlardaki artış neredeyse üç kat daha fazla olurdu (IEA, 2022). Dolayısıyla, yenilenebilir enerji tüketiminin gelecekte enerji ihtiyaçlarını karşılamadaki önemi, ekonomik büyüme ile olan bağlantısı ve ekonomik büyüme için daha fazla enerji kullanımı ile ortaya çıkan CO₂ kaynaklı çevresel etkinin tartışılması ve analiz edilmesi hem bilim insanları hem de politika yapıcılar için oldukça önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynakları temiz enerjiye geçişte kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisinin CO₂ salınımına neden olan geleneksel yakıt ve yenilenebilir enerji ayırımı dikkate alınarak yapılması önemli ipuçları verecektir. Yükselen piyasa ekonomileri hızlı büyüyen ekonomi ve liberalleşme taraftarı olan hükümet politikaları ile serbest piyasanın benimsenmesi, yüksek nüfus oranı, büyük pazar özelliği ve kendi bölgesinde güç sahibi olması gibi temel kritere sahip olan ülkelere olmaktadır

(Hoskisson vd., 2000:249; Garten, 1997:13-15; Taş ve İspiroğlu, 2017:229). Yükselen piyasa ekonomileri ve gelişmişlik düzeyine göre bazı ülke gruplarının ekonomik büyüme göstergeleri ve CO2 salınımları ile ilgili veriler Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre yükselen piyasa ekonomilerinin tamamına yakını yüksek gelirli ülkelerin ve dünya ortalamasının üzerinde bir büyüme oranına sahiptirler. Ayrıca bu ülkelerin büyük bir kısmı hem dünya hem de gelişmiş ülkelere göre daha az CO2 emisyonuna sahiptir.

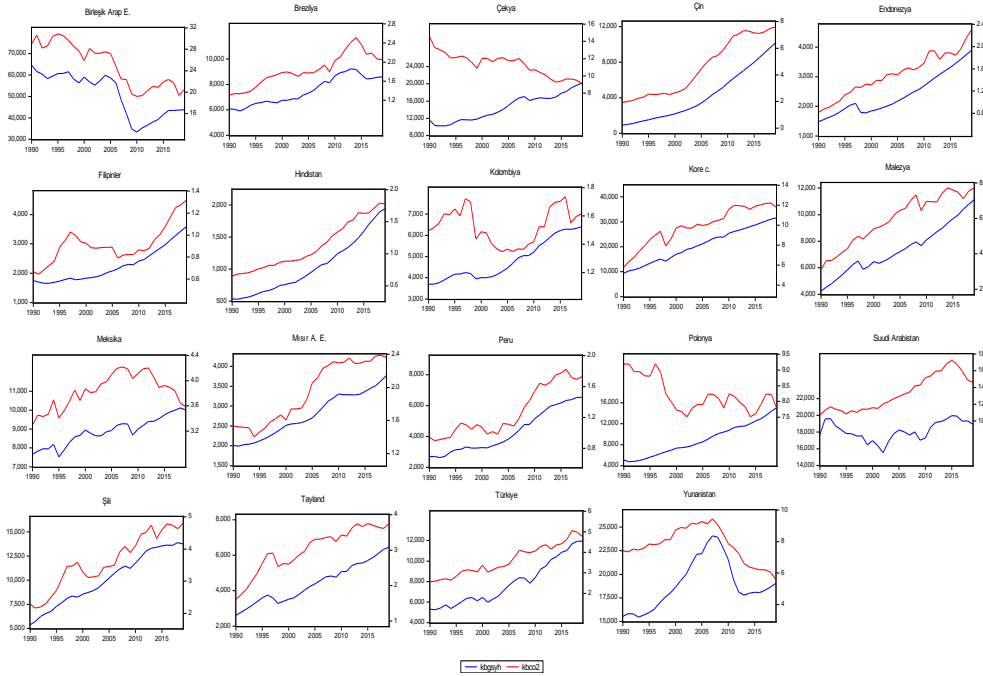
Tablo 1: Ekonomik Göstergeler (1990-2019 Dönemi Ortalama)

Ülke/Ülke Grubu	Büyüme Oranı	Kişi Başına Gelir	CO2 Emisyonu	Kişi Başına CO2 Emisyonu	Yen. Enerji Tüketimi
Birleşik Arap E.	4,72	50.965	124.185	25,11	0,13
Brezilya	2,20	7.495	342.845	1,83	45,60
Çekya	1,65	14.529	117.162	11,30	8,98
Çin	9,34	4.239	6.024.094	4,55	21,45
Endonezya	4,94	2.408	351.237	1,50	40,49
Filipinler	4,59	2.246	80.229	0,92	34,94
Hindistan	6,23	1.038	1.329.424	1,12	44,21
Kolombiya	3,49	4.814	63.495	1,53	30,89
Kore C.	5,18	20.664	480.242	9,92	1,35
Malezya	5,80	7.378	157.564	5,94	5,34
Meksika	2,55	8.871	402.039	3,83	10,95
Mısır A. C.	4,42	2.778	159.271	1,94	7,04
Peru	4,25	4.302	36.081	1,28	33,87
Polonya	3,45	8.953	314.251	8,22	7,89
Suudi Arabistan	3,54	18.164	347.064	13,31	0,01
Şili	4,56	10.091	59.398	3,61	30,70
Tayland	4,39	4.406	198.761	3,02	23,27
Türkiye	4,62	7.853	255.158	3,63	17,01
Yunanistan	0,92	18.923	84.069	7,78	10,53
Panel Ortalaması	4,25	10.532	575.083	5,81	19,72
Yüksek Gelirli Ülkeler	2,21	34.946	12.451.322	10,99	8,69
Dünya	3,00	8.572	27.993.578	4,26	17,25

Kaynak: Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri

Yükselen piyasa ekonomilerinde 1990-2019 döneminde kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) ve karbondioksit emisyonlarının gelişimi Grafik 1’de gösterilmiştir. GSYH ve CO2 emisyonlarının eğilimine odaklanıldığında, Çekya ve Polonya haricindeki ülkelerde değişkenler arasında aynı yönlü eğilim görülmektedir. Bu eğilim, GSYH ve CO2 emisyonu arasında olası alternatiflere (büyüme, koruma veya geri bildirim hipotezlerine) bir işaret olabilir. Diğer yandan, Polonya ve Çekya’nın verileri incelendiğinde diğer ülkelerle ayrıştığı en belirgin nokta her iki ülkede de yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYH büyüme oranı artarken kişi başına CO2 emisyonlarındaki azalmadır. Çalışma, bireysel olarak GSYH değeri, büyüme oranı, yenilenebilir enerji tüketimi ve CO2 salınımları açısından var olan farklılığın panelde yer alan ülkeler birlikte dikkate alındığında ekonometrik olarak da geçerli olup olmadığını test etmeyi amaçlamaktadır.

Grafik 1: Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Kişi Başına GSYH ve CO2 Emisyonu (1990-2019)



Yenilenebilir enerji tüketiminin yükselen piyasa ekonomilerinde daha yaygın olmakla beraber kendi içinde var olan heterojen yapı ekonomik büyüme, çevre, geleneksel ve yenilenebilir enerji ekseninde ilişkinin farklı bakış açılarıyla araştırılmasını gerektirir. Konu ile ilgili çok geniş bir literatür olmakla beraber yükselen piyasa ekonomileri özelinde yapılan çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu nedenle değişkenler arasındaki ilişki, mevcut büyüme oranları ve potansiyeli göz önüne alındığında enerji ihtiyacındaki olası artışlar nedeniyle yükselen piyasa ekonomileri özelinde geleneksel ve yenilenebilir enerji ayırımı yapılarak heterojenliği dikkate alan Konya (2006) panel nedensellik testi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda varsa farklılıkların ortaya konularak alternatif ekonomi politikaları oluşturulurken dikkate alınabilecek bulgular elde edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın geri kalan bölümü şu şekilde planlanmıştır: İkinci bölümde hipotezler eşliğinde ampirik literatür özetlenmiş, üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veri ve model tanıtılmış; dördüncü bölümde metodoloji ve beşinci bölümde ampirik bulgulardan bahsedilmiştir. Çalışma sonuç ve politika önerileri ile tamamlanmıştır.

2. Hipotezler ve Literatür

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve çevrenin giderek önem kazanmasıyla hem politika yapıcılar hem de araştırmacılar tarafından uzun yıllardır dikkate değer bir ilgi görmektedir. Bununla birlikte ekonomik büyüme için daha fazla enerji kullanımı ile ortaya çıkan CO2 kaynaklı çevresel etki, değişkenler arasındaki ilişkiyi hem teorik hem de ampirik açıdan daha da karmaşık hale getirmektedir. Konuyla ilgili literatür çok fazla olmakla beraber çalışmanın amacına uygun temel bulguları vurgulamak amacıyla çalışmalar üç ana gruba ayrılarak incelenebilir.

Birinci grup enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi büyüme, koruma, geri besleme ve tarafsızlık hipotezleri ile sınanan nedensellik çalışmalarını içermektedir. Büyüme hipotezi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade eder. Bu teoriye göre ekonomi enerjiye bağımlıdır ve enerji tüketimi ekonomik büyüme sürecinde doğrudan ve/veya sermaye ve emeğin tamamlayıcısı olarak önemli bir rol oynamaktadır (Öztürk, 2010:341, Antonakakis vd., 2017:810; Destek ve Aslan 2017:758; Ivanovski, 2021:2). Dolayısıyla çevreyi korumaya yönelik enerji tasarrufu politikalarının hasılda azalmaya neden olarak ekonomik büyüme sürecini aşındırması beklenmektedir (Özcan ve Öztürk,2019:31).

Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunda koruma hipotezi geçerlidir ve ekonomik büyüme enerji tüketiminde artışa neden olur. Bu durumda ekonomilerin büyüme için enerjiye bağımlılığı yoktur ve enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyüme üzerinde çok az ya da hiç etkisinin olmayacağı ifade edilebilir (Chang ve Carballo, 2011:4216; Bedir ve Yılmaz, 2016:100; Destek ve Aslan, 2017:758). Diğer bir ifadeyle, ekonomik büyüme sürecini olumsuz etkilemeden CO2 emisyonlarını ve küresel ısınmayı azaltmak için enerji tasarrufu politikaları uygulanabilir (Antonakakis vd., 2017:810).

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunda geri besleme hipotezi geçerlidir ve ekonomik büyüme-enerji tüketimi arasında karşılıklı bir etkileşim vardır (Akinlo, 2008:2398). Enerji tasarrufu politikaları ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkiye ve ekonomik büyümedeki olumsuz etki de enerji tüketiminin azalmasına neden olabilir (Doğan, 2016:1127; Destek ve Aslan, 2017:758; Qudrat-Ullah ve Nevo, 2021:3878).

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı durumda tarafsızlık hipotezi geçerli olur ve bu durumda enerji tüketimi büyümeye bağımlı değildir (Manegaki, 2011:262). Diğer bir ifadeyle tarafsızlık hipotezi, enerji tüketimini sürdürülebilir ekonomik büyümenin mikro yönü olarak görmekte ve bu nedenle ekonomik büyümede önemli bir değişikliğe neden olmayacağını belirtmektedir (Qudrat- Ullah ve Nevo, 2021:3878). Yani enerji tüketimini artırmayı veya azaltmayı amaçlayan hükümet politikalarının ekonomik büyüme üzerinde etkisinin olmadığı vurgulanmaktadır (Ahmed ve Shimada, 2019:2).

İkinci çalışma grubu ekonomik faaliyetler ile emisyonlar arasındaki ilişkiyi 1950'lerde geliştirilen Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin geçerliliğini araştıran çalışmaları içermektedir. Ters U şeklinde bir eğri ile temsil edilen EKC, kişi başına düşen gelir belli bir düzeye gelene kadar çevre kirliliğinin artacağını, ancak belli bir düzeye ulaştıktan sonra çevre kirliliğindeki artış eğiliminin tersine döneceğini varsaymaktadır. EKC hipotezinin geçerliliğini araştıran çalışmalarda da bulgular kesin değildir ve ülkeye veya bölgeye özgü farklılıklar göstermektedir. Enerji tüketimi, emisyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran son

grup ilk iki grubun birleşiminden oluşmaktadır. Konuya ilişkin çalışmalardan oluşan literatür Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Literatür Taraması

Yazar(lar)	Dönem	Ülke/Bölge	Yöntem	Sonuç/Desteklenen Hipotez
Soytaş ve Sarı (2003)	1950-1992	10 Gelişmekte olan ülke ve G7 ülkeleri	Panel eşbütünleşme, VECM, Granger nedensellik	Büyüme ve koruma hipotezi
Lee (2005)	1975-2001	18 gelişmekte olan ülke	Panel eşbütünleşme, FMOLS	Büyüme hipotezi
Jobert ve Karanfil (2007)	1960-2003	Türkiye	Eşbütünleşme, Granger nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Soytaş vd. (2007)	1960-2004	ABD	Genelleştirilmiş VAR, Granger nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Apergis ve Payne (2009)	1980-2004	6 Orta Amerika Ülkesi	Panel eşbütünleşme, Panel ECM	Büyüme hipotezi
Halicioğlu (2009)	1960-2005	Türkiye	ARDL, VEC, Granger nedensellik	Koruma ve geri besleme hipotezi
Payne (2009)	1949-2006	ABD	Toda-Yamamoto nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Sadorsky (2009)	1994-2003	18 gelişen piyasa ekonomisi	Panel eşbütünleşme, FMOLS, DOLS, OLS	Koruma hipotezi
Soytaş ve Sarı (2009)	1960-2000	Türkiye	Toda-Yamamoto nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Zhang ve Cheng (2009)	1960-2007	Çin	VAR, ECM, Toda-Yamamoto nedensellik	Koruma hipotezi
Acaravcı ve Öztürk (2010)	1990-2006	15 Geçiş ülkesi	Pedroni panel eşbütünleşme, panel nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Apergis ve Payne (2010)	1992-2004	11 Bağımsız Devletler Topluluğu	Panel eşbütünleşme, FMOLS, panel nedensellik	Geri besleme hipotezi
Bowden ve Payne (2010)	1949-2006	ABD	Toda-Yamamoto nedensellik	Büyüme, geri besleme ve tarafsızlık hipotezi
Kim vd. (2010)	1992:01-2006:10	Kore	STAR, asimetric Granger nedensellik	Geri besleme hipotezi
Öztürk ve Acaravcı (2010)	1968-2005	Türkiye	ARDL, VECM, Granger nedensellik	Tarafsızlık hipotezi
Apergis ve Payne (2011a)	1990-2006	88 ülke	Panel eşbütünleşme, VECM	Büyüme ve geri besleme hipotezi
Apergis ve Payne (2011b)	1990-2007	16 gelişen piyasa ekonomisi	Pedroni eşbütünleşme, panel FMOLS, PVEC	Geri besleme hipotezi
Menagaki (2011)	1997-2007	27 Avrupa ülkesi	Random etki modeli	Tarafsızlık hipotezi
Salim ve Rafiq (2012)	1980-2006	6 gelişmekte olan ülke	Panel eşbütünleşme, FMOLS, DOLS, Granger nedensellik	Büyüme ve koruma hipotezi
Tuçcu vd. (2012)	1980-2009	G-7 Ülkeleri	ARDL, Hatemi-J asimetric nedensellik	Koruma, geri besleme ve tarafsızlık hipotezi

Al- Mulali vd. (2013)	1980-2009	108 ülke	FMOLS	Büyüme, koruma, geri besleme ve tarafsızlık hipotezi
Poa ve Fu (2013)	1980-2010	Brezilya	Johansen eşbütünleşme, VECM, Granger nedensellik	Büyüme ve geri besleme hipotezi
Öcal ve Aslan (2013)	1990-2010	Türkiye	ARDL, Toda-Yamamoto nedensellik	Koruma hipotezi
Doğan vd. (2014)	1990-2011	16 Yüksek gelirlili ülke	ARDL, Hatemi-J nedensellik	Büyüme hipotezi
Yıldırım vd. (2014)	1960-2011 1971-2010	Next-11	AR Modeli, Toda-Yamamoto nedensellik	Büyüme ve tarafsızlık hipotezi
Al-Mulali vd. (2015)	1990-2013	23 Avrupa ülkesi	Pedroni eşbütünleşme, VECM, Granger nedensellik	Koruma hipotezi
Shahbaz vd. (2015)	1972:1-2011:4	Pakistan	ARDL, VECM, Granger nedensellik	Geri besleme hipotezi
Alper ve Oğuz (2016)	1990-2009	AB Ülkeleri	Asimetrik ARDL, Hatemi-J nedensellik	Büyüme, koruma ve geri besleme hipotezi
Antonakakis vd. (2017)	1971-2011	106 ülke	Panel VAR, panel nedensellik	Geri besleme ve tarafsızlık hipotezi
Destek ve Aslan (2017)	1980-2012	17 gelişen piyasa ekonomisi ülke	Konya panel nedensellik	Büyüme, koruma, geri besleme ve tarafsızlık hipotezi
Khoshnevis Yazdi ve Shakouri (2017)	1979-2014	İran	ARDL, VECM, Granger nedensellik	Büyüme hipotezi
Ito (2017)	2002-2011	42 gelişmekte olan ülke	GMM, PMG	Büyüme hipotezi
Appiah vd. (2019)	1971-2013	Gelişen piyasa ekonomileri	FGLS, PCSE, PMG	Büyüme ve geri besleme hipotezi
Bekun vd. (2019)	1996-2014	AB Ülkeleri	ARDL, Kao eşbütünleşme, PMG	Geri besleme hipotezi
Lee (2019)	1961-2012	AB Ülkeleri	VECM, Granger nedensellik	Koruma hipotezi
Özcan ve Öztürk (2019)	1990-2016	17 gelişen piyasa ekonomisi	Konya panel nedensellik	Tarafsızlık (Polonya hariç tüm ülkeler)
Fu vd. (2021)	-	BRICS Ülkeleri	Panel veri analizi, FMOLS ve DOLS modeli,	Geri besleme hipotezi
Liu (2021)	1965-2016	Çin	ARDL, VECM, Granger nedensellik	Geri besleme hipotezi
Qudrat-Ullah ve Nevo (2021)	2008-2014	37 Afrika ülkesi	Sistem GMM, Granger nedensellik	Büyüme hipotezi
Xie vd. (2023)	1990-2020	Next-11	Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik	Büyüme hipotezi

Not: FMOLS, DOLS, OLS, ARDL, VAR, STAR, GMM, ECM, VECM, FGLS, PCSE ve PMG sırasıyla: Tamamen modifiye edilmiş en küçük kareler, dinamik en küçük kareler, sıradan en küçük kareler, otoregresif dağıtılmış gecikme modeli, vektör otoregresif model, yavaş geçişli otoregresif modeller, genelleştirilmiş momentler yöntemi, hata düzeltme modeli, vektör hata düzeltme modeli, uygulanabilir genelleştirilmiş en küçük kareler, panel düzeltilmiş standart hata ve havuzlanmış ortalama grup tahmincisidir.

Tablo 2 incelendiğinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda kullanılan veri, dönem, ekonometrik model ve ülke/ülke grupları gibi farklılıklar nedeniyle nedensellik ilişkisinin yönü ile ilgili ortak bir sonuç bulunmadığı görülmektedir. Diğer taraftan, değerlendirilen literatür dikkate alındığında çalışmaya konu olan yükselen piyasa ekonomileri özelinde yapılan araştırma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Soytaş ve Sari (2003), eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme tekniklerini kullanarak, 1950-1992 döneminde 10 gelişmekte olan ülkede ve G7 ülkelerinde GSYH ile enerji tüketimi arasındaki nedensel ilişkiyi incelemişlerdir. Türkiye, Fransa ve Batı Almanya için büyüme hipotezini ve İtalya için koruma hipotezinin geçerli olduğunu bulmuşlardır. Lee (2005), gelişmekte olan 18 ülke için enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiyi 1975-2001 dönemi verileri ile incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, artan enerji tüketimi büyümeyi artırmakta ve ilişki büyüme hipotezini desteklemektedir. Sadorsky (2009), panel eşbütünleşme testlerini kullanarak kişi başına düşen reel gelirdeki artışların, 18 gelişmekte olan ülke için kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermiş ve koruma hipotezinin geçerli olduğuna dair kanıtlar elde etmiştir. Apergis ve Payne (2011b) ise 1990-2007 döneminde 16 gelişmekte olan ülkede yenilenebilir- yenilenemez elektrik tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki rolünü Pedroni panel eşbütünleşme ve panel hata düzeltme tahmincisi kullanarak incelemişler ve değişkenler arasında uzun dönemli çift yönlü nedensellik ilişkisi (geri besleme) bulmuşlardır. Salim ve Rafiq (2012)'de 1980-2006 döneminde 6 gelişmekte olan ekonomi için ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında kısa dönemde karşılıklı ilişki (geri besleme) bulmuşlardır. Destek ve Aslan (2017), çalışmasında ise 17 gelişmekte olan ekonomide yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini bootstrap panel nedensellik analizi kullanarak araştırmışlardır. Sonuçlara göre hem yenilenebilir hem de yenilenemez enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişki ülkelere göre farklılık göstermektedir. Ito (2017), 42 gelişmekte olan ülke için 2002-2011 döneminde GMM yöntemiyle ile ekonomik büyüme, CO2 emisyonu ve yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında büyüme hipotezini destekleyen sonuçlar elde etmişlerdir. Appiah vd. (2019), 1971-2013 dönemi için FGLS ve PCSE tahmincilerini kullanarak yenilenemez enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru kısa dönemde tek yönlü (büyüme), uzun vadeli sonuçlarda ise ekonomik gelişme ile emisyonlar arasında çift yönlü (geri besleme) ilişkisi olduğunu bulmuşlardır. Özcan ve Öztürk (2019), 1990-2016 dönemini kapsayan 17 gelişmekte olan ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişler ve Polonya hariç tüm ülkeler için tarafsızlık hipotezini geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Mevcut literatür göz önüne alındığında hem yükselen piyasa ekonomilerinde ekonomik büyüme-yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ayırımını hem de heterojenliği dikkate alan Konya (2006) nedensellik testi ile inceleyen en güncel çalışma olması çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

3. Veri ve Model

Çalışmada Morgan Stanley Capital International (MSCI) sınıflamasına göre kategorize edilen ve 1990-2019 periyodunda verisi olan 19 yükselen piyasa ekonomisinde⁴ CO2 emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veri ve modellere ilişkin bilgiler Tablo 3'te verilmiştir. CO2 emisyonu verisinin doğal logaritması alınmıştır.

Tablo 3: Veri ve Model

Değişken	Simge	Açıklama	Kaynak
CO2 emisyonu	$\ln CO_2$	Kişi başına CO2 emisyonu (metrik ton)	Dünya Bankası
Yenilenebilir Enerji	$yenentük$	Yenilenebilir Enerji Tüketimi (Toplam nihai enerji tüketiminin %)	Kalkınma Göstergeleri (WDI)
Ekonomik Büyüme	$kbybo$	Kişi başına gelir büyüme oranı (%)	
Modeller			
Model I		$kbybo=f(\ln CO_2)$	$\ln CO_2=f(kbybo)$
Model II		$kbybo=f(yenentük)$	$yenentük=f(kbybo)$
Model III		$yenentük=f(\ln CO_2)$	$\ln CO_2=f(yenentük)$

Çalışmada kullanılan verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

İstatistik	$\ln CO_2$	$yenentük$	$kbybo$
Ortalama	1,312	19,718	2,708
Medyan	1,268	14,745	3,079
Maksimum	3,430	58,653	13,636
Minimum	-0,439	0,000	-17,145
Standart Sapma.	0,950	15,810	3,939
Çarpıklık	0,196	0,479	-1,047
Basıklık	2,086	2,092	6,095
Jarque-Bera	23,46 (0,00)	41,320 (0,00)	331,62 (0,00)
Gözlem Sayısı	570	570	570

4. Metodoloji

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığın ve heterojenliğin dikkate alınıp alınmaması kullanılacak test ve elde edilecek sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle seriler arasında nedensellik ilişkisinin hangi yöntemle tespit edileceğinin belirlenmesi için öncelikle yatay kesit bağımlılık ve heterojenliğin olup olmadığının tespiti gerekmektedir.

Paneli oluşturan yatay kesit birimlerinden birine gelen bir şokun, diğer birimleri farklı düzeyde etkilemesi ve ekonomilerin birbirine olan yüksek düzeyde bağımlılığı nedeniyle serilerde yatay kesit bağımlılığın olup olmadığının araştırılması oldukça önemlidir. Yatay kesit bağımlılığın olup olmadığı, zaman boyutu kesit boyutundan büyük ($T > N$) olduğu durumlarda Breusch-Pagan (1980) Lagrange Multiplier (LM) testiyle incelenebilir. Breusch-Pagan (1980) istatistiği şu şekildedir:

⁴ Birleşik Arap Emirlikleri, Brezilya, Çekya, Çin, Endonezya, Filipinler, Hindistan, Kolombiya, Kore Cumhuriyeti, Malezya, Meksika, Mısır Arap Emirliği, Peru, Polonya, Suudi Arabistan, Şili, Tayland, Türkiye ve Yunanistan.

$$CD_{LM} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \sim X_{N(N-1)/2}^2$$

Burada ρ_{ij} her bir denklemin en küçük kareler yöntemi ile tahmininden elde edilen kalıntılar arasındaki basit korelasyon katsayısıdır. Ancak CD_{LM} testi, grup ortalaması sıfır ve bireysel ortalamaya sıfırdan farklı olduğunda sapmalı olmaktadır. Pesaran vd. (2008) bu sapmayı test istatistiğine varyans ve ortalamayı ekleyerek düzeltmişlerdir. Söz konusu eklemeyen sonra elde edilen test istatistiği şöyledir (Pesaran vd.,2008:109):

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{v_{Tij}}} \sim N(0,1)$$

Burada μ_{Tij} ortalamayı ve v_{Tij} varyansı temsil etmektedir. Yatay kesit bağımlılığı test etmek amacıyla kullanılan testlerde hipotezler " $H_0: Cov(u_{it}, u_{jt}) = 0$ (Yatay kesit bağımlılık yoktur)" ve " $H_a: Cov(u_{it}, u_{jt}) \neq 0$ (Yatay kesit bağımlılık vardır)" şeklindedir.

Uzun dönem eğim katsayılarının homojen olup olmadığının belirlenmesi için homojenliğin ya da heterojenliğin tespiti gereklidir. Bu amaçla $N > T$ veya $T > N$ durumlarında kullanılabilen Pesaran ve Yamagata (2008) $\tilde{\Delta}$ ve $\tilde{\Delta}_{adj}$ homojenlik test istatistikleri sırasıyla şöyledir (Pesaran ve Yamagata, 2008:57):

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - k}{\sqrt{2k}} \right)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \tilde{S} - E(\tilde{Z}_{iT})}{\sqrt{Var(\tilde{Z}_{iT})}} \right)$$

Delta testlerinde hipotezler " $H_0: \beta_i = \beta$ (tüm β_i 'ler için)" ve " $H_a: \beta_i \neq \beta$ (en az bir β için)" şeklindedir. H_0 hipotezinin kabul edilmesi homojenliğin ve H_a hipotezinin kabul edilmesi ise heterojenliğin olduğu anlamına gelmektedir (Pesaran ve Yamagata, 2008:52).

Granger (1969) nedensellik, bir değişkenin (X) geçmiş değerleri bilgisinin diğer bir değişkenin (Y) gelecek değerlerinin şekillenmesini etkilemesi olarak ifade edilmektedir. Panel veri analizinde değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin varlığını ve yönünü test etmek amacıyla kullanılacak testler yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği dikkate alıp almamalarına göre farklılık göstermektedir. Granger nedensellik ilişkisini araştıran Konya (2006) nedensellik testi, denklem kümesinin görünürde ilişkisiz regresyon tahminine (SUR) ve ülkelere özgü bootstrap kritik değerleriyle sınıyan Wald istatistiğine dayalı bir yaklaşım sunar. Testin en önemli avantajı test sürecinde paneli oluşturan birimler arasında homojenliğin olduğu varsayılmadığından her bir kesit için ayrı ayrı Granger test sonucunun elde edilebilmesi ve ilişkinin yönünün tespitine olanak sağlamasıdır. Ayrıca Konya nedensellik test sürecinde birim kök veya koentegrasyon testi gibi ön testler gerekli değildir. Dolayısıyla bu yöntem, birim kök ya da eşbütünleşme özelliklerine bakılmaksızın panelde yer alan her bir ülkeye özgü farklılıkların tespitine imkân sağlar. Buna göre iki değişkenli model için kullanılan panel nedensellik eşitlikleri şöyle yazılabilir (Konya, 2006:981):

$$y_{1,t} = \alpha_{1,1} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \gamma_{1,1,l} x_{1,t-l} + \varepsilon_{1,1,t}$$

$$y_{2,t} = \alpha_{1,2} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,2,l} y_{2,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \gamma_{1,2,l} x_{2,t-l} + \varepsilon_{1,2,t}$$

·
·
·

$$y_{N,t} = \alpha_{1,N} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \gamma_{1,N,l} x_{N,t-l} + \varepsilon_{1,N,t}$$

ve

$$x_{1,t} = \alpha_{2,1} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \gamma_{2,1,l} x_{1,t-l} + \varepsilon_{2,1,t}$$

$$x_{2,t} = \alpha_{2,2} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,2,l} y_{2,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \gamma_{2,2,l} x_{2,t-l} + \varepsilon_{2,2,t}$$

·
·
·

$$x_{N,t} = \alpha_{2,N} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \gamma_{2,N,l} x_{N,t-l} + \varepsilon_{2,N,t}$$

Denklemlerde N , ($j=1, 2, \dots, N$)'e kesit sayısını; t , ($t=1, 2, \dots, T$)'ye zaman boyutunu ve l ise gecikme uzunluğunu göstermektedir. Granger nedensellik testine göre j ülkesi için alternatif olası nedensel ilişkiler şöyle özetlenebilir: Denklem sisteminde eğer tüm $\beta = 0$ ve tüm $\gamma \neq 0$ ise X 'ten Y 'ye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu; tüm $\gamma = 0$ ve tüm $\beta \neq 0$ ise Y 'den X 'e doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu; tüm $\gamma \neq 0$ ve tüm $\beta \neq 0$ ise X ve Y arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu ve tüm $\gamma = 0$ ve $\beta = 0$ ise X ve Y arasında nedenselliğin olmadığı şeklindedir.

5. Ampirik Bulgular

Yatay kesit bağımlılığın olup olmadığının tespiti için Breusch Pagan (1980) ve Pesaran vd. (2008) testleri yapılmış ve test sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Breusch Pagan CD_{LM} ve Pesaran vd. LM_{adj} test istatistiklerine göre $p < 0,05$ olduğundan tüm seriler için H_0 hipotezi reddedilmiş ve yatay kesit bağımlılığın olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 5: Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

Değişken	CD_{LM}	Olasılık Değeri	LM_{adj}	Olasılık Değeri
$\ln CO_2$	17,75	0,00	147,80	0,00
$yenentük$	11,24	0,00	102,25	0,00
$kbybo$	10,90	0,00	17,10	0,00

Not: Sabit ve trendli model için tahmin yapılmış ve gecikme sayısı 3 olarak alınmıştır.

Nedensellik ilişkisinin incelenmesinde kullanılan modeller için Δ ve Δ_{adj} homojenlik test sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Δ ve Δ_{adj} test sonuçlarına göre tüm modeller için $p < 0,05$

olduğundan homojenliği varsayan H_0 hipotezi reddedilmiş ve heterojenlik hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 6: Homojenlik Test Sonuçları

Modeller	$\tilde{\Delta}$		Δ_{adj}		
	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	
Model I	$kbybo=f(\ln CO_2)$	3,881	0,00	4,084	0,00
	$\ln CO_2=f(kbybo)$	3,748	0,00	3,944	0,00
Model II	$kbybo=f(yenentük)$	5,105	0,00	5,372	0,00
	$yenentük=f(kbybo)$	5,171	0,00	5,336	0,00
Model III	$yenentük=f(\ln CO_2)$	38,050	0,00	40,037	0,00
	$\ln CO_2=f(yenentük)$	27,480	0,00	28,915	0,00

Yatay kesit bağımlılık ve heterojenliğin varlığı nedeniyle değişkenler arasında nedensellik ilişkisi Konya (2006) Panel Bootstrap Granger Nedensellik yöntemi ile araştırılmıştır. *Model I* için Konya (2006) Granger nedensellik test sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Panelde yer alan tüm ülkelerde değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelendiğinde Birleşik Arap E., Çekya ve Yunanistan’da CO2 emisyonundan ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğundan büyüme hipotezinin; Brezilya, Çin, Kolombiya, Kore C., Malezya, Şili ve Tayland’da ise ekonomik büyümeden CO2 emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik tespit edildiğinden koruma hipotezinin geçerli olduğu görülmüştür. Ayrıca Endonezya, Filipinler, Hindistan, Meksika, Mısır A. E., Peru, Polonya, S. Arabistan ve Türkiye’de ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığından tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 7: Model I için Panel Nedensellik Test Sonuçları

Ülkeler	<i>lnCO2, kbybo’nun Granger nedeni değildir.</i>				<i>kbybo, lnCO2’nin Granger nedeni değildir.</i>			
	Wald İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri			Wald İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri		
		%10	%5	%1		%10	%5	%1
Bir. Arap Em.	40,415***	13,408	20,325	38,002	1,140	13,262	18,943	36,894
Brezilya	1,851	10,254	15,072	29,523	17,715**	9,963	14,560	28,076
Çekya	17,203*	13,461	20,137	38,515	0,396	13,464	20,027	37,807
Çin	3,606	11,574	16,848	32,344	25,674**	12,117	18,059	33,145
Endonezya	0,344	13,110	19,394	36,096	4,458	12,880	18,877	36,119
Filipinler	7,608	24,286	35,357	61,292	7,761	25,467	36,879	64,093
Hindistan	2,828	9,618	14,018	25,916	5,856	9,725	14,344	26,815
Kolombiya	7,053	25,757	36,207	63,320	61,033**	24,958	35,783	71,010
Kore C.	0,372	13,087	19,547	37,349	59,016***	12,697	18,986	35,051
Malezya	0,218	14,296	21,444	40,067	35,216**	14,521	20,874	36,954
Meksika	3,920	11,955	17,608	33,937	2,368	12,264	18,226	36,791
Mısır A. E.	5,842	13,761	20,652	40,003	0,897	13,061	19,922	38,384
Peru	10,025	11,457	17,015	31,016	9,770	11,306	16,420	30,813
Polonya	5,215	22,294	32,352	59,170	2,354	21,954	32,669	58,189
S. Arabistan	2,721	9,502	13,861	26,821	0,611	9,357	13,839	26,283
Şili	11,497	12,264	18,212	36,973	38,714***	12,597	18,548	33,421
Tayland	10,787	12,713	19,338	36,328	24,064**	13,336	19,200	37,225
Türkiye	1,338	8,399	12,294	22,697	0,938	7,953	11,576	20,842
Yunanistan	46,707**	18,809	28,090	53,792	0,385	18,863	28,065	52,192

Not: Kritik değerler, 10.000 bootstrap tekrarlama ile elde edilmiştir. *, ** ve *** simgeleri sırasıyla %10, 5% ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin incelendiği *Model II* için Konya nedensellik test sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Panelde yer alan tüm ülkelerde değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre: Brezilya, Çin, Filipinler, Malezya ve Şili’de yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik tespit edildiğinden büyüme hipotezinin olduğu; Peru ve Yunanistan’da ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğundan koruma hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan Birleşik Arap E., Çekya, Endonezya, Hindistan, Kolombiya, Kore C., Meksika, Mısır A. E., Polonya, S. Arabistan, Tayland ve Türkiye’de değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunmadığı için tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu görülmüştür.

Tablo 8: Model II için Panel Nedensellik Test Sonuçları

Ülkeler	<i>yenentük, kbybo’nun Granger nedeni değildir.</i>				<i>kbybo, yenentük’ün Granger nedeni değildir.</i>			
	Wald İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri			Wald İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri		
		%10	%5	%1		%10	%5	%1
Bir. Arap Em.	0,421	23,061	35,008	67,940	0,928	3,899	5,695	10,514
Brezilya	18,727*	18,521	27,534	52,628	0,855	13,594	20,149	39,240
Çekya	0,480	13,265	19,895	37,508	12,815	13,606	19,984	39,078
Çin	17,591*	14,697	21,542	39,914	7,702	12,880	19,194	38,410
Endonezya	1,738	15,300	21,446	37,045	0,237	11,778	18,488	39,498
Filipinler	55,624**	21,465	32,289	59,770	0,365	16,084	23,681	45,720
Hindistan	3,363	10,428	15,467	29,622	16,962	20,512	30,250	59,261
Kolombiya	0,804	21,482	32,203	58,778	3,769	14,191	22,236	48,382
Kore C.	10,884	16,485	24,193	45,957	0,961	15,053	23,225	50,254
Malezya	90,035***	20,470	28,270	50,276	2,047	17,025	26,143	59,177
Meksika	4,471	9,710	14,179	27,020	1,195	16,467	26,083	52,132
Mısır A. E.	0,375	15,470	23,079	45,891	0,848	15,736	23,639	46,532
Peru	9,592	16,801	24,509	47,448	23,460*	16,461	24,831	46,901
Polonya	2,437	14,035	21,162	39,646	0,828	13,989	21,527	42,779
S. Arabistan	0,765	14,029	21,722	45,455	1,883	16,451	24,949	51,081
Şili	37,742**	16,816	24,594	48,802	4,442	15,376	23,011	43,211
Tayland	4,894	20,144	29,344	58,634	0,114	16,179	23,774	46,761
Türkiye	0,573	9,739	14,370	26,883	0,658	17,061	25,561	50,141
Yunanistan	0,241	15,849	23,464	41,930	43,717**	14,568	22,021	43,652

Not: Kritik değerler, 10.000 bootstrap tekrarlama ile elde edilmiştir. *, ** ve *** simgeleri sırasıyla %10, 5% ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

CO2 emisyonu ve enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin araştırıldığı *Model III’e* ilişkin Konya nedensellik test sonuçları ise Tablo 9’de verilmiştir. Panelde yer alan tüm ülkelerde değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bulgulara göre: Kore C., Mısır C. ve Şili’de CO2 emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi; Çekya ve Yunanistan’da yenilenebilir enerji tüketiminden CO2 emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir. Değişkenler arasında Çin’de karşılıklı nedensellik ilişkisi tespit edilirken Birleşik A. E., Brezilya, Endonezya, Filipinler, Hindistan, S. Arabistan, Tayland ve Türkiye için nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.

Tablo 9: Model III için Panel Nedensellik Test Sonuçları

Ülkeler	<i>InCO₂, yenentük'ün Granger nedeni değildir.</i>				<i>yenentük, InCO₂'nin Granger nedeni değildir.</i>			
	Wald İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri			Wald İstatistiği	Bootstrap Kritik Değerleri		
		%10	%5	%1		%10	%5	%1
Bir. Arap Em.	0,102	2,406	3,459	6,410	0,334	18,356	28,583	58,597
Brezilya	0,733	12,524	17,946	35,244	0,508	19,857	29,827	57,494
Çekya	2,009	25,158	35,761	63,144	46,657**	20,663	31,546	60,106
Çin	24,854*	21,748	30,764	57,383	26,883*	21,216	30,581	56,438
Endonezya	0,328	30,819	41,809	67,950	4,746	25,095	35,399	62,171
Filipinler	6,328	17,493	25,452	47,492	6,953	24,175	33,759	60,070
Hindistan	0,655	30,440	42,751	77,579	5,503	47,619	64,960	108,169
Kolombiya	0,595	15,722	22,615	41,515	15,691	16,174	23,956	46,661
Kore C.	41,768**	25,562	36,101	68,840	1,121	18,794	27,772	51,637
Malezya	1,711	22,759	32,767	62,566	0,423	20,761	30,502	58,440
Meksika	0,999	22,605	33,729	62,506	0,903	15,856	23,021	45,324
Mısır A. E.	47,742**	30,680	42,617	75,505	0,109	28,392	40,406	73,935
Peru	3,072	20,606	29,902	55,584	0,105	23,736	34,474	66,685
Polonya	1,501	21,720	31,873	58,760	0,344	27,660	39,799	72,989
S. Arabistan	0,649	11,687	16,902	31,758	0,344	16,786	24,276	50,350
Şili	19,583*	15,310	23,095	43,637	0,879	21,723	32,013	62,201
Tayland	10,265	14,606	21,900	45,306	0,234	20,846	30,846	66,834
Türkiye	0,273	19,668	28,213	54,051	0,398	33,447	47,084	81,990
Yunanistan	0,906	11,725	17,953	35,890	19,748*	16,815	24,746	46,484

Not: Kritik değerler, 10.000 bootstrap tekrarlama ile elde edilmiştir. *, ** ve *** simgeleri sırasıyla %10, 5% ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme arasında elde edilen bulgulara göre koruma (7 ülke için) ve tarafsızlık hipotezlerinin (9 ülke için) geçerli olduğu diğer bir ifadeyle, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tamamlayıcılık veya karşılıklı ilişki bulunmadığı ifade edilebilir. Bu nedenle her iki sonuç birlikte değerlendirildiğinde, enerji tasarruf politikalarının ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkisinin olmayacağı ya da çok düşük düzeyde olacağı sonucu çıkarılabilir. Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisi değerlendirildiğinde, büyüme (5 ülke için) ve tarafsızlık (12 ülke için) hipotezlerinin geçerli olduğu bulguları elde edilmiştir. Yenilenemeyen enerji yerine yenilenebilir enerji tüketimi ikame edildiğinde tamamlayıcılık ilişkisinin daha belirgin olmaya başladığı ancak yine panelin büyük kısmında değişkenler arasında karşılıklı bir etkileşimin olmadığı görülmektedir.

Yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonları arasındaki ilişki incelendiğinde ise panelin genelinde (13 ülke) değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Yükselen piyasa ekonomilerinde toplam enerji tüketimi içerisinde CO₂ emisyonu yayan enerji kaynakları ağırlıktadır. Özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji tüketimine artan ilgi ve destek beraberinde gelişmiş ülkeler gibi yükselen piyasa ekonomilerinde de bu alana olan ilgiyi ve kullanım oranlarını artırmıştır. Ancak beklenen etkilerin ortaya çıkması ve daha net tespitlerin yapılabilmesi için daha uzun zaman periyoduna ve veriye ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular yükselen piyasa ekonomileri için enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile ilgili yapılan çalışmaların bulguları ile karşılaştırıldığında sonuçlar, Özcan ve Öztürk (2013) ve Destek ve Aslan (2017)'nin bulgularıyla paralellik göstermektedir. Ancak elde edilen bulgular Soytaş ve Sarı (2003), Lee (2005), Sadorsky (2009), Apergis ve Payne (2011b), Salim ve Rafiq (2012) ve Appiah vd. (2019)'nin bulgularıyla farklılık göstermektedir. Ampirik bulgular diğer ülke grupları için elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında sonuçların Soytaş vd. (2007), Payne (2009), Acaravcı ve Öztürk (2010), Bowden ve Payne (2010), Menagaki (2011), Tuğcu vd. (2012), Al-Mulali vd. (2013), Yıldırım vd. (2014) ve Antonakakis vd. (2017)'in bulgularıyla paralellik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, yükselen piyasa ekonomilerinde CO2 emisyonu ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki için elde edilen bulgular, Salim ve Rafiq (2012)'in bulgularıyla benzerken Ito (2017)'nin bulgularıyla farklılık göstermektedir.

6. Sonuç ve Öneriler

Sanayi Devriminden günümüze teknoloji, ekonomi ve sosyal hayatta yaşanan hızlı değişimle birlikte üretim hacminin genişlemesi, toplumsal talep ve beklentilerin çeşitlenerek artması enerji talebini giderek artırmıştır. Bununla birlikte ekonomik büyüme için daha fazla enerji kullanımı ile ortaya çıkan CO2 kaynaklı çevresel etki; enerji, çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünü hem bilim insanları hem de politika yapımcılar için önemli kılmaktadır.

Bu çalışmada 1990-2019 periyodunda MSCI endeksine göre sınıflandırılan ve verisi olan 19 yükselen piyasa ekonomisinde CO2 emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ülkeye özgü farklılıkları ve bağımlılıkları dikkate alan nedensellik testi ile araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yükselen piyasa ekonomilerinde çoğunlukla tarafsızlık hipotezi geçerlidir. Tarafsızlık hipotezinin önemi, enerji tasarruf politikalarının ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkisinin olmayacağı ya da çok düşük düzeyde olacağını ima etmesidir. Dolayısıyla daha düşük CO2 emisyonuna neden olan çevre dostu politikalar bu ülkelerde büyümeyi olumsuz etkilemeyecektir. Elde edilen bulgular, uzun vadede yenilenebilir enerji tüketiminde yaşanacak artışların sürdürülebilir büyüme üzerinde pozitif etkisinin olacağı ve bu olumlu etkinin zamanla daha da belirginleşeceği yönündedir. Yenilenemeyen enerji yerine yenilenebilir enerji tüketimi ikame edildiğinde ilişkinin daha belirgin olmaya başlaması ve büyüme hipotezini destekleyen ülke sayısındaki artış bahsedilen beklenti için önemli bir kanıttır.

Dünya genelinde olduğu gibi yükselen piyasa ekonomilerinde de enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hala CO2 salınımını artıran geleneksel kaynaklardan karşılanmaktadır. Yükselen piyasa ekonomileri özelinde son yıllarda daha güvenli, daha ekonomik ve daha az CO2 salınımına neden olan alternatif yenilenebilir enerji alanlarına olan ilgi artmaktadır. Bununla birlikte kullanım oranları açısından heterojen bir yapı vardır ve bu yapı analiz sonucunda elde edilen bulgularda da görülmektedir. Dolayısıyla, daha düşük CO2 emisyonuna neden olan çevre dostu politikalar büyümeyi olumsuz etkilemeden alternatif bir yol olarak yaygınlaştırılabilir. Bu amaçla bir yandan vergi ve teşviklerle yenilenebilir enerji yatırımlarının artması desteklenirken diğer yandan geleneksel enerji bağımlılığını azaltmaya yönelik küresel ölçekte bazı kısıtlamaların daha katı ve kapsayıcı bir şekilde uygulanması önerilmektedir. Böylelikle ekonomilerin enerji ve finansal bağımlılığı azalarak sürdürülebilir ve güvenli büyüme ortamı sağlanmış olacaktır. Ancak yenilenebilir enerji tüketiminin yaygınlığının artmasıyla ve daha uzun vadeli kullanımından sonra daha net çıkarımlar yapılabileceği unutulmamalıdır.

Kaynakça

- Acaravcı, A., & Öztürk, İ. (2010), "Electricity Consumption-Growth Nexus: Evidence from Panel Data for Transition Countries", *Energy Economics*, 32(3), 604-608.
- Ahmed, M. M., & Shimada, K. (2019), "The Effect of Renewable Energy Consumption On Sustainable Economic Development: Evidence from Emerging and Developing Economies", *Energies*, 12(15), 2954.
- Akinlo, A. E. (2008), Energy consumption and economic growth: evidence from 11 Sub-Saharan African countries. *Energy Economics*, 30(5), 2391-2400
- Akova, İ. (2003), "Dünya Enerji Sorunu Ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı", *Coğrafya Dergisi*, 11, 47-73.
- Al-Mulali U, Fereidouni HG, Lee JY, Sab CNBC, (2013) Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. *Renew Sustain Energy Rev* 2013; 22:209-22. <https://>
- Al-Mulali, U., Ozturk, I., & Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79, 621-644.
- Alper, A., & Oguz, O. (2016). The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953-959.
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2017), "Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth: An Ethical Dilemma", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 808-824.
- Apergis, N., & Payne, J. (2009), "Energy Consumption and Economic Growth: Evidence Form the Commonwealth of Independent States", *Energy Economics*, 31, 641-647.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010), The emissions, energy consumption, and growth nexus: evidence from the commonwealth of independent states, *Energy Policy* 38 (1) (2010) 650e655.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011a), "A Dynamic Panel Study of Economic Development and the Electricity Consumption-Growth Nexus", *Energy Economics*, 33(5), 770-781.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011b). Renewable and non-renewable electricity consumption-growth nexus: evidence from emerging market economies. *Applied energy*, 88(12), 5226-5230.
- Appiah, K., Du, J., Yeboah, M., & Appiah, R. (2019), Causal correlation between energy use and carbon emissions in selected emerging economies—panel model approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 7896-7912.
- Bedir, S., & Yilmaz, V. M. (2016), "CO2 Emissions and Human Development in OECD Countries: Granger Causality Analysis with a Panel Data Approach", *Eurasian Economic Review*, 6, 97-110.
- Bekun, F. V., Alola, A. A., & Sarkodie, S. A. (2019), Toward a sustainable environment: Nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. *Science of the total Environment*, 657, 1023-1029.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980), "The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics", *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Bowden, N., & Payne, J. E. (2010). Sectoral analysis of the causal relationship between renewable and non-renewable energy consumption and real output in the US. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5(4), 400-408.
- Chang, C. C. & Carballo, C. F. S. (2011), Energy conservation and sustainable economic growth: The case of Latin America and the Caribbean. *Energy Policy*, 39(7), 4215-4221.
- Destek, M. A., & Aslan, A. (2017), "Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Economies: Evidence from Bootstrap Panel Causality", *Renewable Energy*, 111, 757-763.

Doğan, E. (2016), "Analyzing the Linkage Between Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth by Considering Structural Break in Time-Series Data", *Renewable energy*, 99, 1126-1136.

Doğan, I., Tülüce, N. S., Asker, E. & Gürbüz, S. (2014), "The Dynamic Effects of Renewable Energy on Economic Growth", 2014 5th International Renewable Energy Congress (IREC) (pp. 1-5), " IEEE. doi: 10.1109/IREC.2014.6826908.

Dünya Bankası (2023), "Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri", <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2023), "

Fu, Q., Álvarez-Otero, S., Sial, M. S., Comite, U., Zheng, P., Samad, S., & Oláh, J. (2021), "Impact of Renewable Energy on Economic Growth and CO2 Emissions—Evidence from BRICS Countries", *Processes*, 9(8), 1281. <https://doi.org/10.3390/pr9081281>.

Garten, Jeffrey E. (1997), "The Big Ten: the Big Emerging Markets and How They Will Change Our Lives", *BasicBooks*, 13-14.

Granger, C. W. J. (1969). Investigation Causal Relationships by Econometric Models and Cross-Spectral Methods, 37, 424-438.

Halicioğlu, F. (2009), "An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey", *Energy policy*, 37(3), 1156-1164.

Hoskisson, R. E., Eden, L., Lau, C. M., & Wright, M. (2000), "Strategy in Emerging Economies", *Academy of management journal*, 43(3), 249-267.

IEA, "Global Energy Review: CO2 Emissions in 2022", International Energy Agency. www.iea.org. (Erişim Tarihi: 01.08.2023).

Ito, K. (2017). CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1-6.

Ivanovski, K., Hailemariam, A., & Smyth, R. (2021), "The Effect of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Non-Parametric Evidence", *Journal of Cleaner Production*, 286, 1-15.

Jobert, T. & Karanfil, F. (2007), "Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey", *Energy Policy*, 35 (11), 5447–5456.

Khoshnevis Yazdi, S. & Khanalizadeh, B. (2017), "Renewable Energy, Nonrenewable Energy Consumption, and Economic Growth", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, And Policy*, 12(12), 1038–1045.

Kim, S., Lee, K., & Nam, K. (2010), "The Relationship Between CO2 Emissions and Economic Growth: The Case of Korea with Nonlinear Evidence", *Energy Policy*, 38, 5938–5946.

Konya, L., (2006), "Export and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with a Panel Data Approach", *Economic Modelling*, 23, 978–992.

Lee, C. C. (2005), "Energy Consumption and GDP in Developing Countries: a Cointegrated Panel Analysis", *Energy economics*, 27(3), 415-427.

Lee, J. W. (2019), "Long-Run Dynamics of Renewable Energy Consumption on Carbon Emissions and Economic Growth in The European Union", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(1), 69-78.

Liu, X. (2021). The impact of renewable energy, trade, economic growth on CO2 emissions in China. *International Journal of Environmental Studies*, 78(4), 588-607.

Menegaki, A. N. (2011), Growth and renewable energy in Europe: a random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257–263.

Morgan Stanley Capital International. (2023), "MSCI Emerging Markets Index", <https://www.msci.com/emerging-markets> (Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2023), "

- Öcal, O., Aslan, A., (2013), Renewable energy consumption – economic growth nexus in Turkey. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 28, 494–499. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.036>.
- Özcan, B., & Öztürk, I. (2019), Renewable energy consumption-economic growth nexus in emerging countries: A bootstrap panel causality test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 30-37.
- Öztürk, I., & Acaravci, A. (2010), CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Ozturk, I. (2010), A literature survey on energy–growth nexus. *Energy Policy*, 38(1), 340–349.
- Pesaran, M. & Yamagata, T., (2008), “Testing Slope Homogeneity in Large Panels”, *Journal of Econometrics*, 142, 50–93.
- Pesaran, A. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008), “A Bias-Adjusted LM Tests of Error Cross-Section Independence”, *Econometrics Journal*, Sayı:2, 105-1127.
- Pao, H. T., & Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Quadrat-Ullah, H. & Nevo, C. M. (2021), “The Impact of Renewable Energy Consumption and Environmental Sustainability on Economic Growth in Africa”, *Energy Reports*, 7, 3877–3886.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy policy*, 37(10), 4021-4028.
- Salim, R. A., & Rafiq, S. (2012). Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy?. *Energy economics*, 34(4), 1051-1057.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M., & Zaman, K. (2015), “Does Renewable Energy Consumption Add in Economic Growth? An Application of Auto-Regressive Distributed Lag Model in Pakistan”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585.
- Soytas, U., & Sari, R. (2003), Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. *Energy economics*, 25(1), 33-37.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007), “Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States”, *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Soytas, U., & Sari, R. (2009), “Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member”, *Ecological Economics*, 68, 1667–1675.
- Taş, S. & İspiroğlu, F. (2017), “Yükselen Piyasa Ekonomileri Üzerine Bir Değerlendirme”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 225-242.
- Tuğcu, C.T., Özturk, I., & Aslan, A. (2012), “Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries”, *Energy Economics*, 34, 1942–1950.
- Xie, P., Zhu, Z., Hu G. & Huang, J. (2023), “Renewable Energy and Economic Growth Hypothesis: Evidence from N-11 Countries”, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(1), 1-21.
- Vaona, A. (2016), “The Effect of Renewable Energy Generation on Import Demand”, *Renewable Energy*, 86, 354–359.
- Yıldırım, E., Sukruoglu, D. & Aslan, A. (2014), “Energy Consumption and Economic Growth in the Next 11 Countries: The Bootstrapped Autoregressive Metric Causality Approach”, *Energy Economics*, 44, 14-21.
- Zhang, X. P., & Cheng, X. M. (2009), “Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China”, *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.

Extended Summary

The Relationship between CO2 Emission, Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Market Economies

Energy is seen as a key determinant of industrial development and economic growth. It is therefore assumed that a country with a high level of energy consumption will also have a high level of prosperity. However, in order for advanced countries to maintain their level of prosperity and for developing countries to catch up with the developed world, the increasing consumption of resources is becoming a challenge. In particular, the period following the industrial revolution has seen a rapid increase in energy demand, which has been met primarily by non-renewable energy sources such as coal, oil and natural gas, commonly referred to as fossil fuels. However, the escalating use of these energy sources has led to adverse effects on human life, such as global warming, acid rain and nuclear radiation.

The economic, environmental and political problems caused by the increasing consumption of fossil fuels have led to a global search for alternative new energy sources. In recent years, geopolitical discussions on limiting the use of fossil fuels and global interest in sustainable development goals have increased, making renewable energy a viable option for inclusive and environmentally friendly economic growth. In addition, the lower cost of renewable energy compared to traditional fossil fuel-based energy, together with new technologies creating new employment opportunities, adds another important dimension to the issue.

Almost all emerging economies are growing faster than both high-income countries and the global average. In addition, a significant proportion of these countries have lower CO2 emissions than both the global and developed country averages. The aim of this study is to econometrically test whether the existing differences between individual countries in terms of GDP value, growth rate, renewable energy consumption and CO2 emissions are valid when analysed together in a panel. Given the current literature, this study is unique in that it examines both the differentiation and heterogeneity of economic growth and renewable and non-renewable energy consumption using the Konya (2006) causality test.

The study examines the causal relationship between CO2 emissions, renewable energy consumption and economic growth in 19 emerging market economies categorised by Morgan Stanley Capital International (MSCI) for the period 1990-2019. Accounting for cross-sectional dependence and heterogeneity has a significant impact on the choice of tests and test results. Therefore, in cases where there is cross-sectional dependence and heterogeneity in the slope coefficients, it is crucial to use causality tests that take these characteristics into account. The presence of cross-sectional dependence can be tested using the Breusch-Pagan (1980) LM and Pesaran et al. (2008) LMadj tests when the time dimension is larger than the cross-sectional dimension ($T > N$). In this study, the Breusch-Pagan (1980) and Pesaran et al. (2008) cross-sectional dependence tests were performed for the "constant and trended" model. According to both test statistics, with $p < 0.05$, cross-sectional dependence was found for all series.

In order to determine whether the long-term slope coefficients are homogeneous or heterogeneous, it is necessary to detect homogeneity or heterogeneity. Pesaran and Yamagata's (2008) Δ and Δ_{adj} tests, applicable in cases of $N > T$ or $T < N$, were performed and heterogeneity in slope coefficients was found in all models. Due to the presence of cross-sectional dependence and heterogeneity, the causality between variables was tested using the Konya (2006) panel bootstrap Granger causality test. The results for CO2 emissions and economic growth suggest that the conservation hypothesis (for 7 countries) and the neutrality hypothesis (for 9 countries) are valid. In other words, there is no complementarity or mutual relationship between energy consumption and economic growth. Therefore, when these results are evaluated together, it can be concluded that energy saving policies have either no or a very small negative impact on economic growth.

When assessing the relationship between renewable energy and economic growth, the results support the validity of the growth hypothesis (for 5 countries) and the neutrality hypothesis (for 12 countries). It is observed that complementarity becomes more pronounced when renewable energy consumption is substituted for non-renewable energy consumption, but again there is no mutual interaction between variables in the majority of the panel.

When examining the relationship between renewable energy and CO2 emissions, it is generally observed that there is no causality between the variables in the panel (for 13 countries).

Energy sources that emit CO2 as a proportion of total energy consumption are prevalent in emerging markets. Particularly in recent years, the growing interest and support for renewable energy consumption has increased interest and usage rates in emerging markets, similar to those in developed countries. However, it is felt that more time and data are needed before the expected effects become apparent and clearer conclusions can be drawn.

Similar to the global trend, a significant proportion of energy demand in emerging markets is still met by traditional sources, which increase CO2 emissions. Particularly in recent years, interest in alternative renewable energy sources, which are safer, more economical and result in lower CO2 emissions, has increased in emerging markets. However, as the analysis shows, there is a heterogeneous structure in terms of penetration rates. Therefore, environmentally friendly policies that lead to lower CO2 emissions can be widely adopted as an alternative path without negatively affecting growth. In this regard, it is recommended to increase investments in renewable energy through taxes and incentives, while implementing stricter and more comprehensive global restrictions to reduce dependence on traditional energy sources. In this way, reducing energy and financial dependence will create a sustainable and secure growth environment. It should be noted, however, that as the penetration of renewable energy consumption increases and after longer periods of use, clearer deductions can be made.