

EĞİTİM
yayınevi

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜZERİNE GÜNCEL FİNANSAL YAKLAŞIMLAR

—
Editör:

Doç. Dr. Tayfun YILMAZ

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜZERİNE GÜNCEL FİNANSAL YAKLAŞIMLAR

Editör:

Doç. Dr. Tayfun YILMAZ

EĞİTİM
yayınevi

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜZERİNE GÜNCEL FİNANSAL YAKLAŞIMLAR

Editör: Doç. Dr. Tayfun Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 47830

E-ISBN: 978-625-6489-90-5

1. Baskı, Temmuz 2023

Kütüphane Kimlik Kartı

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜZERİNE GÜNCEL FİNANSAL YAKLAŞIMLAR

Editör: Doç. Dr. Tayfun Yılmaz

186 s., 160x240 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-6489-90-5

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM
YAYINEVİ

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Eğitim Publishing Group, Inc. P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
+90 537 512 43 00
bilgi@kitapmatik.com.tr

 **kitapmatik**
İnternetteki kitaplarınız

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	V
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL FİNANS	7
Murat KAYA	
YEŞİL TAHVİL PİYASASI İLE ENERJİ VE GELENEKSEL TAHVİL PİYASASI ARASINDAKİ İLİŞKİ: FREKANSTA NEDENSELLİK ANALİZİ.....	49
Arife ÖZDEMİR HÖL	
SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ: AMPİRİK BİR İNCELEME	69
Reyhan CAFRI, Yunus AÇCI, Ferhat Şirin SÖKMEN	
YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ.....	83
Namıka BOYACIOĞLU	
YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN KARBON EMİSYONU VE PETROL FİYATLARINA ETKİSİ: BOOTSTRAP NEDENSELLİK UYGULAMASI.....	97
Nazlıgül GÜLCAN	
ENERJİ ÜRETİMİ VE TÜKETİMİNİN DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: G20 ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ.....	109
Süleyman EMİR, Çağatay MİRGEN	
YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN ENERJİ ÜRETİMİ İLE BİST ELEKTRİK ENDEKSİ ARASINDA EŞBÜTÜNLEŞME İLİŞKİSİ.....	125
Çağatay MİRGEN, Yusuf TEPELİ	
YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İLE PİYASA GÜVENİ VE FİNANSAL GELİŞMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ: E7 VE G7 ÜLKELERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR UYGULAMA	137
Serdar YAMAN, Mert Baran TUNÇEL	
YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE FİNANSAL GELİŞME ARASINDAKİ İLİŞKİ: BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	167
Hande UZUNOĞLU ÜNLÜ, Faruk TEMEL	

ÖN SÖZ

Enerji tarih boyunca üretim sürecinin vazgeçilmez bir bileşeni olarak karşımıza çıkmış, enerji arzının güvenliği ve devamlılığı ekonomik sistemlerin varlıklarını sürdürebilmeleri için hayati bir öneme sahip olmuştur. Üretim süreçlerinde kullanılan enerji, tarih boyunca teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişim göstermiştir. En eski çağlarda enerji kaynağı olarak, beden ve hayvan gücünden faydalanılırken ilerleyen dönemlerde rüzgâr ve sudan da faydalanılmaya başlanmıştır. Sanayi devrimi ile birlikte özellikle üretim süreçlerinde makinelerin kullanılmaya başlamasıyla, petrol ve kömür, sanayi için en önemli enerji kaynakları haline gelmiştir.

Petrol ve kömür gibi (yenilenemeyen) geleneksel enerji kaynaklarının yer altından çıkarılabilmesi için doğanın tahrip edilmesi, bu enerji kaynaklarının kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan çevre kirliliği, teknolojinin gelişmesi ve artan nüfus nedeniyle enerjiye olan talebin dolayısıyla enerji tüketiminin artması fosil yakıtlara bağımlılığın ülkeler tarafından sorgulanmasına sebep olmuştur. Buna karşın yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik ve çevre dostu bir şekilde doğada kendiliğinden bol miktarda bulunmaları, devamlı olarak kendilerini yenileyebilmeleri, enerji ithalatını azaltmaları sayesinde ülke ekonomilerine katkı sunmaları; yenilenebilir enerjinin hem üreticiler hem de tüketiciler açısından önemini artırmıştır. Bu sayede son yıllarda yenilenebilir enerji akademisyenlerin de dikkatini çeken bir konu haline gelmiştir.

Elinizdeki kitap yenilenebilir enerjiyle alakalı önemli kavramlar olan sürdürülebilirlik ve yeşil finans, yeşil tahvil piyasaları; yenilenebilir enerji finansal gelişme, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ilişkileri ile ilgili geniş teorik bilgi, güncel yöntemlerle yapılmış ampirik çalışmalar ve literatür taraması sunmaktadır. Bu sayede başta akademisyenler, piyasa profesyonelleri ve siyasi otorite olmak üzere konuyla ilgili birçok tarafın çalışmadan fayda sağlayacağı ve çok kıymetli sonuçlar çıkaracağı düşünülmektedir.

Farklı üniversitelerden kitaba katkı sağlayan değerli akademisyenlere ve kitabın yayın aşamasında göstermiş oldukları özverili çalışmalarından dolayı tüm yayınevi çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Doç. Dr. Tayfun YILMAZ
BURDUR
AĞUSTOS 2023

HAKEM LİSTESİ

Prof. Dr. Osman TUĞAY

Prof. Dr. Şakir SAKARYA

Prof. Dr. İsmail ÇELİK

Prof. Dr. Sinan ESEN

Doç. Dr. Feyyaz ZEREN

Doç. Dr. Turan KOCABIYIK

Doç. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM

Doç. Dr. Yusuf ŞAHİN

Doç. Dr. Muhammet Burak KILIÇ

Doç. Dr. Hilmi Tunahan AKKUŞ

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve YEŞİL FİNANS

Murat KAYA¹

1. GİRİŞ

Üretim, bir ekonomik sistemin en önemli dinamikleri arasında yer almaktadır. Ekonomik sistemin varlığını sürdürebilmesi, üretimin devamlılığına bağlıdır. Üretim için olmazsa olmazlardan birisi ise şüphesiz enerjidir. Tarihsel süreç içerisinde üretim için kullanılan enerji kaynakları farklı nedenler ile değişkenlik göstermiştir. Henüz makineleşme ve sanayileşmenin olmadığı dönemlerde, en önemli enerji kaynağı olarak beden gücü kullanılmıştır. Sanayi devrimi ile birlikte üretim süreçlerinde makinelerin kullanılmaya başlaması, bu makinelerin çalışabilmesi için farklı enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu süreçte petrol ve kömürden sağlanan enerji, sanayinin en önemli enerji kaynakları haline gelmiştir. Sanayi devrimi ile birlikte artan üretim kapasiteleri ve rekabet, küreselleşmenin ilk adımlarını oluşturmuş ve bu adımlar kısa süre içerisinde işletmeleri vazgeçilmez bir karlılık hedefine götürmüştür. Sürekli artan kar hedeflerine bağlı olarak artan üretim kapasiteleri, petrol ve kömür gibi geleneksel enerji kaynaklarına olan talebi arttırmış ve bu enerji kaynaklarının kontrolsüzce kullanılmasına zemin oluşturmuştur. Bu nedenle gerek bu enerji kaynaklarının yer altından çıkarılabilmesi için doğanın tahrip edilmesi, gerekse bu enerji kaynaklarının kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan çevre kirliliği, insanoğlunun daha çok kazandıkça artan zafer sarhoşluğundan dolayı yeterince dikkat çekmemiştir. Ne de olsa iktisat bilimi açısından insan ihtiyaçları sınırsızdır ve bu nedenle daha oluşturulacak çok sayıda ihtiyaç, sırada gerçekleştirileceği günü beklemektedir. Fakat sınırsız ihtiyaçların karşılanması için gerekli olan kaynaklar ise sınırlıdır. Bu sınırlı kaynakların içerisinde enerji kaynakları da bulunmaktadır. Özellikle petrol bazlı enerji kaynaklarının sosyal ve ekonomik hayatın içerisinde sürekli kullanılması ve tüketilmesi, petrolün ve

¹ Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-5988-0773, mkaya@mehmetakif.edu.tr

petrolün yer aldığı coğrafyaların önemini şüphesiz arttırmıştır. Bu doğrultuda küresel ekonomik aktörler, petrol kaynaklarına sahip ülkelere petrol karşılığı “demokrasi” götürmüşler ve petrolü siyasete alet etmişlerdir. Böylelikle petrol uğruna savaşlar yaşanmıştır.

Zamanla petrol için katlanılan bu olumsuzlukların farkına varan insanoğlu 2000’li yılların başlangıcında yeni bir paradigma oluşturmuştur. Kızılderili Şef Seattle’ın “*Son ırmak kurduğunda, son ağaç yok olduğunda, son balık tutulduğunda; beyaz adam paranın yenmeyen bir şey olduğunu anlayacak!*” sözünü geç de olsa anlamış ve artık enerji kaynaklarının dönüşümüne başlamıştır. Çevreyi tahrip eden geleneksel enerji kaynaklarının yerini, yavaş yavaş yenilenebilir enerji kaynakları almaya başlamış ve güneş, rüzgâr, su gibi doğal kaynaklardan enerji üretimi ön plana çıkmıştır. Bu dönüşüm şüphesiz bu enerji kaynaklarına bağlı ekonomik ve finansal sistemi de etkilemiştir. Artan bu çevresel duyarlılık bir taraftan çevreyi ve doğayı simgeleyen yeşil rengi yenilenebilir enerjinin simgesi haline getirirken, diğer taraftan finansal sistemde de yeşil rengi ve simgesi popüleritesini arttırmaya başlamıştır. Daha önceki dönemlerde finansal sistemde Müslüman ülkelerdeki sermayeyi temsil eden yeşil kelimesi artık yeni bir anlam daha kazanmıştır. Günümüzde finansal sistemde gerçekleştirilen işlemlerin, kullanılan finansal araçların sosyal sisteme, çevreye, iklim değişikliklerine olan duyarlılıkları yeşil kelimesi ile simgeleştirilmektedir. 21. yüzyıl artık yeşil finansın, yeşil tahvillerin, yeşil bankacılığın, yeşil sigortacılığın ve önüne yeşil kelimesi eklenmiş daha birçok finansal işlem ve varlığın yüzyılı olmaya başlamıştır. Yeşile boyanan bu yeni finansal sistemin misyonunu gerçekleştirebilmesi için iyi anlaşılması ve samimi bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Aksi takdirde önündeki yeşil boya kazındığı zaman, altındaki en büyük yeşil olan “doların yeşili” tekrar görünmeye başlanacaktır.

Bu bölümde yukarıda bahsedilen yeni finansal sistemdeki yeşille simgeleştirilmiş güncel finansal işlem ve varlıklar kısaca açıklanmaya çalışılacaktır. Öncelikle sosyal ve çevreci yaklaşımlar açısından önem taşıyan sürdürülebilirlik kavramına ilişkin bilgiler sunulacak olup ardından finansın yeşil hali hakkında bilgilere yer verilecektir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE ULUSLARARASI DÜZENLEMELER

Gerek insanlığın gerekse ekonomik birimlerin en önemli var olma amaçlarından birisi sürdürülebilir olmaktır. Sahip olunan değer ve varlıkların nesiller boyunca aktarılması bu açıdan önem taşımaktadır. Daha önce de değinildiği üzere, ekonomik sistemde yer alan kaynakların sınırlılığı, sürdürülebilirliğin sağlanması noktasında tehdit oluşturmaktadır. Belki de işgücünün, zamanın, sermayenin, doğal kaynakların sınırlı olmadığı bir sistemde sürdürülebilirliğin sağlanması daha kolay olabileceken, bu kaynakların

sınırlı olması sürdürülebilirliğin önünde engel oluşturmaktadır. Bununla birlikte teknolojinin ilerlemesi, yaşam paradigmaları ve insan ihtiyaçlarındaki değişim, sosyal ve çevreci yaklaşımlardaki duyarlılık artışının ortaya çıkardığı farkındalık, sürdürülebilirlik konusundaki hassasiyeti arttırmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı birçok bakış açısıyla tanımlanabilecek ölçekte geniş bir yelpazeye sahiptir. Literatürde ekoloji, ekonomi vb. alanlarda yapılmış sürdürülebilirlik tanımlamaları mevcuttur. Örneğin sürdürülebilirlik sosyal yönden; şu anki insanlığın, ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyacı olacak kaynakları tüketmeden karşılaması olarak ifade edilebilirken, ekonomik açıdan ele alındığında ise; üretimde yenilenebilir kaynakların kullanılmasını ve üretim sürecinde çevresel etkiler yönünden sorumluluk sahibi olunmasını ifade etmektedir (Yavuz, 2010: 65). Sürdürülebilirlik ile ilgili kavramların çoğu, Brundtland Komisyonu olarak bilinen Birleşmiş Milletler'in Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılında yayınlamış olduğu rapora dayanmaktadır. Raporda Komisyon sürdürülebilirliği; tümü İngilizce olarak aynı harflerle başlayan ve 3 E (Environment, Economy, Equity) olarak sembolize edilen, çevre, ekonomi ve eşitliğe sahip olmak olarak tanımlamıştır. Rapor bu üç kavramın sürdürülebilirlik açısından temel oluşturduğunu öne sürmektedir. Rapora göre sürdürülebilirlik, ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanması, çevrenin korunması ve eşitliğin teşvik edilmesi ile sağlanabilecektir. Raporda dikkat çekilen bir diğer husus ise bu üç değişkenin aynı anda ve eşit olarak gerçekleştirilmesinin zorunluluğudur. Rapora göre sürdürülebilirlik açısından esas olan, bir alanda başarımın sağlanabilmesi için diğer bir alanda fedakârlığın gerçekleştirilmemesidir. Sürdürülebilirliğin sağlanması, ekonomik büyüme, çevrenin korunması ve eşitliğin aynı anda, aynı zamanda ve birlikte gerçekleştirilmesine bağlıdır (Portney, 2015: 6-7).

Sürdürülebilirlik, insanların ve ekonomik birimlerin çevreye yönelik taleplerinin, çevrenin gelecek nesiller için var olma kapasitesini azaltmadan karşılanabildiği ekonomik bir durumu ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik felsefesinin temel bakış açısı, dünyanın yeni nesillere şu ankinden daha iyi koşullarda bırakılması, ihtiyaç olandan fazlasının alınmaması, çevreye zarar verilmemesi, eğer zarar verilirse telafi edilmesi yaklaşımlarına dayanmaktadır (Hawken, 1993: 139).

Günümüzde sürdürülebilirliğin sosyal etkisi iklim değişikliği ve küresel ısınma ile kendisini göstermektedir. Bu sosyal etkiler, dolaylı olarak sosyal sistemin bir paydaşı olan işletmeler ve bu işletmelerin faaliyetleri üzerinde ekonomik etkilere neden olmaktadır. Özellikle sanayi devrimi ile başlayan endüstrileşme ile birlikte fosil yakıt kullanımındaki artış, ormansızlaşma ve sanayinin ortaya çıkardığı sera gazı emisyonlarındaki yükseliş, küresel ısınmanın tetikleyicileri arasında yer almaktadır. Küresel ısınmaya neden olan

sera gazı emisyonlarının temelinde ise fosil yakıt kullanımı, katı atık yönetimi, sanayi, ulaştırma ve tarımsal faaliyetler yatmaktadır (Türkeş, 2006: 101).

Küresel ısınmaya neden olan fosil yakıt kullanımı ve ormansızlaşma gibi unsurların etkilediği bir diğer husus da şüphesiz iklim değişikliği ve hava kirliliğidir. Enerji talebi günümüzde hala yüksek oranda kömür, doğalgaz, petrol gibi fosil yakıtlardan sağlanmakta olup bunun temel nedeni fosil yakıtların enerji içeriğinin yüksek olmasıdır. Fakat fosil yakıtların çevre ve hava kirliliği üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kömür, petrol gibi fosil yakıtların kullanımı sonucu ortaya çıkan karbon vb. gazlar, sera gazı emisyonuna neden olmakta ve bu gazların atmosfere karışması, hava kirliliği üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Enerji talebine bağlı olarak sera gazı emisyonları, ülkeden ülkeye farklılık göstermekte olup bu durum enerji talebi, nüfus yapısı, endüstri faaliyetlerinin hızı, refah seviyesi gibi faktörlere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Ülkeler arasındaki sera gazı emisyonlarındaki fark, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ölçeğinde enerji ve karbon emisyon yoğunluklarının farklı olmasından dolayı meydana gelmektedir (Demir, 2006: 245). Emisyona bağlı olarak ortaya çıkan bu olumsuzluklar her ne kadar ülkeler bazında farklılaşsa da, olumsuzlukların çevre kirliliği, hava kirliliği ve küresel ısınmaya olan olumsuz etkileri nedeniyle dünyayı bir bütün olarak etkilemesi kaçınılmazdır. Dolayısı ile iklim değişiklikleri, küresel ısınma, hava ve çevre kirliliği ile mücadele için uluslararası ölçekte düzenlemelerin yapılması zorunlu hale gelmiştir.

Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması uluslararası ölçekte yapılan düzenlemelerin en önemlilerindedir. Bu düzenlemeler ile oluşturulan küresel iklim politikaları, fosil yakıt tüketiminin azaltılmasına bağlı olarak karbon salınımının düşürülmesi ve küresel ısınmanın engellenmesini amaçlamaktadır (Kaya, 2020: 166).

Kyoto Protokolü, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında imzalanan, ülkelerin sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla %5,2 azaltmalarını hedefleyen bir anlaşmadır. Anlaşma 1997 yılında imzalanmış olup Japonya'nın Kyoto şehrinde görüşülmesi nedeniyle bu şekilde isimlendirilmiştir. Protokol 2005 yılında yürürlüğe girmiş olup temel amacı, sera gazlarının emisyon değerlerinin azaltılmasıdır. Kyoto Protokolü'nün küresel ısınma ve iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla uygulanmasını önerdiği politikalar aşağıda kısaca özetlenmiştir (Özmen, 2009: 45-46). Türkiye protokole 2009 yılında taraf olmuştur.

- ❖ Enerjide verimlilik artırıcı uygulamaların geliştirilmesi,
- ❖ Yenilenebilir enerji uygulamalarının geliştirilmesi,
- ❖ Sürdürülebilir tarım uygulamalarının desteklenmesi,

- ❖ Metan emisyonlarının geri kazanımının sağlanması,
- ❖ Sera etkisi ortaya çıkaran zararlı gazların emisyonlarının azaltılması,
- ❖ Sera gazı yayılımını engelleyen orman ve bitki örtüsünün korunması.

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında imzalanan bir diğer anlaşma ise Paris Anlaşması'dır. Anlaşma 2016 yılında yürürlüğe girmiş olup Anlaşma 2020 yılından sonraki dönemlerde iklim değişikliği ile mücadelenin ana hatlarını belirlemiştir (Kaya, 2017: 99). Hem ulusal hem de uluslararası ölçekte, çevresel ve ekonomik etkileri olması beklenen Paris Anlaşması'nın temel hususları aşağıda özetlenmiştir (Karakaya, 2016: 2-3).

- ❖ Anlaşmadaki tarafların emisyon azaltımına ilişkin yükümlülük üstlenmeleri konusunda fikir birliğine ulaşılmıştır. Bu noktada gelişmiş ülkelerden mutlak azaltım yapmaları talep edilirken, gelişmekte olan ülkelerden ise kapasiteleri ölçüğünde azaltım yapmaları talep edilmiştir.
- ❖ Yerküre ısınmasının ortalama 1,5 derece seviyelerinde tutulmasına karar verilmiştir.
- ❖ Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere, gerek iklim finansmanı gerekse kapasite ve teknoloji artırımını hususlarında destek sağlamalarına karar verilmiştir.
- ❖ Ülkelerin emisyon azaltımına ilişkin gerçekleştirdikleri işlem ve belirlemiş oldukları hedeflerin şeffaf, hesaplanabilir ve kontrol edilebilir olmasına karar verilmiştir.
- ❖ Ülkelerden ortalama 5 yılda bir, daha fazla emisyon azaltımı yükümlülüğüne girmeleri talep edilmiştir.

Kyoto Protokolü'nün (1997) imzalanmasından bugüne kadar, iklim değişikliğine giderek daha fazla önem verilmektedir. Fakat yine de Dünya Bankası verilerinden, milyarlarca ton petrolün insanların günlük yaşamlarını ve üretimlerini sürdürmek için tüketildiği anlaşılmaktadır. Son dönemlerde, her yıl 3 milyar tondan fazla Nitrik Oksit (NO) ve 30 milyar tondan fazla karbondioksit (CO₂) salınımı gerçekleşmekte ve bu durum iklimi olumsuz yönde etkilemektedir. Ortaya çıkan bu acı gerçek, çok geç olmadan enerji verimliliğini arttırmak ve sera gazı emisyonunu azaltmak için daha fazla çaba gösterilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Petrol ve kömür gibi enerji kaynaklarının yenilenemez olması nedeni ile sürdürülebilir ve yeşil bir kalkınmayı desteklemek için enerji verimliliğinin iyileştirilmesi gerekmektedir (Wang vd., 2017: 112).

Sürdürülebilirliğin ekonomik açıdan değerlendirilmesi durumunda iki önemli kavram ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki sürdürülebilir kalkınma diğeri ise yeşil finanstır.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Sürdürülebilir kelimesi, sürekli ve kalıcı anlamlarını içermektedir. Bu noktadan hareketle sürdürülebilir kalkınma, kalkınmanın sürekliliği ve kalıcılığını ifade etmektedir. Ekonomik kalkınma dar anlamıyla ele alındığında, kişi başı gayri safi milli hasıla üzerinden değerlendirilebileceği gibi daha geniş açıdan eğitim, sağlık, özgürlük gibi yaşam kalitesi unsurları üzerinden de değerlendirilebilir. Bu yönüyle sürdürülebilir kalkınma, bugünün gerek ekonomik gerek sosyal ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden mahrum bırakılmadan karşılanmasını ifade etmektedir. Bu açıdan bakıldığında sürdürülebilir kalkınmanın odak noktası nesiller arası eşitlik olmuştur (Pearce vd., 1994: 458).

Sürdürülebilir kalkınmanın 5 temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar (Gladwin vd., 1995: 888-889):

- ❖ **Kapsamlılık:** Sürdürülebilir kalkınma bütünseldir. Sürdürülebilirlik, hem bugün hem de gelecekte, hem çevreyi hem de insan sistemlerini kapsamaktadır.
- ❖ **Bağlantılılık:** Sürdürülebilirlik için dünyada yaşanan zorlukların birbiri ile bağlantılı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.
- ❖ **Eşitlik:** Sürdürülebilir kalkınma için kaynakların ve mülkiyet haklarının, hem mevcut nesiller hem de gelecek nesiller arasında adil bir şekilde dağıtılması gerekmektedir.
- ❖ **İhtiyatlılık:** Sürdürülebilir kalkınma, yaşamı destekleyen ekosistemleri ve birbiriyle ilişkili sosyo-ekonomik yapıları esnek tutmayı ve geri dönüşü olmayan eylemlerden kaçınmayı gerektirir.
- ❖ **Güvenlik:** Sürdürülebilir kalkınma, şimdiki ve gelecek nesiller için güvenli, sağlıklı, yüksek yaşam kalitesi sağlamayı amaçlamaktadır.

Birleşmiş Milletler, sürdürülebilir ekonomiye geçiş rehberlik etmesi için 2030 yılına kadar ulaşılmaması hedeflenen sürdürülebilir kalkınma amaçları belirlemiştir. 169 amaçtan oluşturulan 17 üst amaç; ekonomi, toplum ve çevre başlıklarında sınıflandırılabilir (Schoenmaker ve Schramade, 2019: 12-14).

Tablo 1. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları

EKONOMİK AMAÇLAR	
Amaç 8	İstikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemek.
Amaç 9	Dayanıklı altyapılar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek.
Amaç 10	Ülkeler içinde ve arasında eşitsizlikleri azaltmak.
Amaç 12	Sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak.

TOPLUMSAL AMAÇLAR	
Amaç 1	Yoksulluğun tüm biçimlerini her yerde sona erdirmek.
Amaç 2	Açlığı bitirmek, gıda güvenliğine ve iyi beslenmeye ulaşmak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek.
Amaç 3	Sağlıklı ve kaliteli yaşamı her yaşta güvence altına almak.
Amaç 4	Kapsayıcı ve hakkaniyete dayanan nitelikli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenim fırsatlarını teşvik etmek.
Amaç 5	Toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınlar ile kız çocuklarını güçlendirmek.
Amaç 7	Herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak.
Amaç 11	Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak.
Amaç 16	Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumlar tesis etmek, herkes için adalete erişimi sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak.
ÇEVRESEL AMAÇLAR	
Amaç 6	Herkes için erişilebilir su ve atık su hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak.
Amaç 13	İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek.
Amaç 14	Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak.
Amaç 15	Karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek; sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak; çölleşme ile mücadele etmek; arazi bozunumunu durdurmak ve tersine çevirmek; biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek.
GENEL AMAÇ	
Amaç 17	Uygulama araçlarını güçlendirmek ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak.

Kaynak: Schoenmaker ve Schramade, 2019: 12-14; Birleşmiş Milletler Türkiye, <https://turkiye.un.org/tr/sdgs>

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (Sustainable Development Goals (SDG)) ve Paris İklim Anlaşması son yıllarda, sürdürülebilirliğin çevresini oluşturmak için kilit girişimler olarak ortaya çıkmış ve aynı zamanda finans endüstrisindeki son gelişmelere daha geniş ölçüde yön vermiştir (Migliorelli, 2021: 10).

Sürdürülebilir kalkınmanın en temel iki bileşeni ekonomi ve çevredir. Bu bağlamda kalkınma için ekonomik gelişme ve dolayısı ile üretim son derece önemlidir. Fakat üretim sürecinde kullanılan fosil yakıtlar, sürdürülebilirliğin çevre boyutu üzerinde olumsuz etkiye neden olmaktadır. Bu nedenle günümüzde üretim için yeni bir enerji paradigması ortaya çıkmış ve bu paradigma çevreye daha az zararı olan enerji kaynaklarının üretim sürecinde kullanılmasını savunmaktadır. Bu yaklaşım sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji ilişkisini önemli hale getirmiştir.

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma çok tartışılan konular arasında yer almaktadır. Yenilenebilir enerjiyi savunan görüşler olmakla birlikte, fosil yakıt kullanımını destekleyen görüşler de bulunmaktadır. Mevcut ve çoğunluk görüşü, sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerjinin bir gereklilik olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik ve çevre dostu bir şekilde doğada kendiliğinden bol miktarda mevcut bulunduğu yönündedir. Buna karşılık fosil yakıtların tükenmekten çok uzak olduğunu, hâlihazırda geliştirilmiş temiz teknolojilerle kullanılabileceğini, yenilenebilir enerjiye ilişkin teknik sorunların henüz çözülmediğini, genellikle çevreye ve topluma eskisinden daha fazla zarar verdiğini şiddetle savunan muhalif düşüncelerde bulunmaktadır (Ray, 2019: 1517).

Dünyadaki geleneksel enerji kaynaklarının miktarı artmazken, bu kaynakları kullanan dünya nüfusu artış göstermektedir. Nüfus artışı ile birlikte, insanların sosyal ve ekonomik kalkınmasını, refahını ve sağlığını karşılamak için enerjiye ve bununla ilgili hizmetlere olan talep de artmaktadır (Owusu ve Asumadu Sarkodie, 2016: 14). Geleneksel enerji kaynakları olan ve fosil yakıt olarak isimlendirilen petrol ve kömüre dayalı enerji kaynakları, bu talebin karşılanması noktasında yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizlik hem kaynakların miktarı hem de sürdürülebilirlik noktasındaki eksiklikleri açısından değerlendirilebilir. Fosil yakıt kaynakları yerkürede sınırlı olup bu yakıtlara ulaşmak oldukça maliyetlidir. Ayrıca bu enerji kaynakları çevre kirliliğine neden olmaları yönüyle de günümüzde eleştirilere maruz kalmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma açısından ekonomilerin çevreye duyarlı enerji kaynakları kullanmaları son derece önemlidir. Bu nedenle günümüzde fosil yakıtların olumsuzluklarına karşı yenilenebilir enerji kaynakları gündeme gelmiştir.

Günümüzde en önemli yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidrolik enerji, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, okyanus dalgaları ve gelgitlerden sağlanan enerjiler yer almaktadır (Panwar vd. 2011: 1514). Yenilenebilir enerji kaynakları doğal şekilde kendi kendine meydana gelen enerji kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Bu kaynaklar devamlı olarak yenilenen ve doğada hazır olarak bulunan enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları, yerli olmaları nedeni ile başka ülkelerden satın alınmalarına gerek olmadığı için ülke ekonomilerine katkı sunan kaynaklar olup fosil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında çevreye daha az olumsuz etkileri bulunmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar tükenmemeleri ve süreklilik göstermeleri nedeniyle fosil kaynaklardan ayrışırken aynı zamanda karbon salınımı ve enerji ithalatını azaltmaları bakımından tercih sebebi olmaktadırlar (Akdağ ve Gözen, 2019: 138-139; ETKB, 2019).

Sürdürülebilir kalkınmanın temel hedeflerinden birisi sosyal açıdan yaşam standartlarının yükseltilmesidir. Bunun için ekonomik veya üretime yönelik

adımların atılması gerekmekte olup bu noktada enerji ihtiyacı karşımıza çıkmaktadır. Enerji ihtiyacı, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomi, çevre ve sosyal boyutlarının tamamını yakından ilgilendirdiği için enerji arzına ilişkin güvenliğin sağlanması, sürdürülebilir kalkınma noktasında önem taşımaktadır. Enerjinin uluslararası ölçekte sürekli gündemde olmasının iki temel nedeni bulunmaktadır. İlki, enerji kaynaklarının sınırlılığına ilişkin olarak ortaya çıkan yetersizlikleri iken diğeri ise özellikle fosil yakıtlardan elde edilen kaynakların çevreye vermiş oldukları zararlarıdır. Fosil yakıtlardan elde edilen geleneksel enerji kaynaklarına karşılık yenilenebilir enerji kaynakları, doğada devamlı var olma potansiyelleri sayesinde sınırlı olmamaları ve çevreye daha az zarar verme özellikleri açısından, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine daha uygun kaynaklardır. Bu nedenle sürdürülebilirliğin sağlanması için, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması, enerji verimliliğinin sağlanması ve çevre kirliliğinin azaltılması gerekmektedir (Seydioğulları, 2013: 24-25). Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde, gelecek nesillere karşı olan sorumluluğun gereği olarak iklim değişiklikleri nedeni ile ortaya çıkabilecek ölümlerin veya ekonomik kayıpların azaltılması mümkün olabilecektir (Yıldırım ve Nuri, 2018: 132). Bunun için sürdürülebilirlik açısından ülkelerin enerji politika ve stratejilerinin, enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve fosil yakıtların değiştirilmesine odaklanması gerekmektedir (Vivek vd. 2021: 8204).

Sürdürülebilirlik açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması beraberinde yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilebilmesi için yeni finansal yaklaşımları ortaya çıkarmaktadır. Mevcut finans modelleri ağırlıklı olarak yatırım projelerinin finansal risk ve karlılıkları üzerine odaklanırken, yeni finansal yaklaşımlar geleneksel yaklaşımların aksine sadece finansal temelli olmayıp aynı zamanda yatırım projelerinin sosyal ve çevresel boyutlarını da dikkate almaktadırlar. Sürdürülebilir kalkınmanın uygulanabilirliği için finansal sistemin ve finansal karar vericilerin de bu yapının bir paydaşı olması gerekmektedir. Özellikle finansman süreçlerinde karar vericilerin sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımlar sergilemeleri, hedeflenen başarıya ulaşmayı kolaylaştırabilecektir. Bu noktada karşımıza sürdürülebilirliğin finansal sistemdeki karşılığını ifade eden yeşil finans kavramı çıkmaktadır.

5. YEŞİL FİNANS

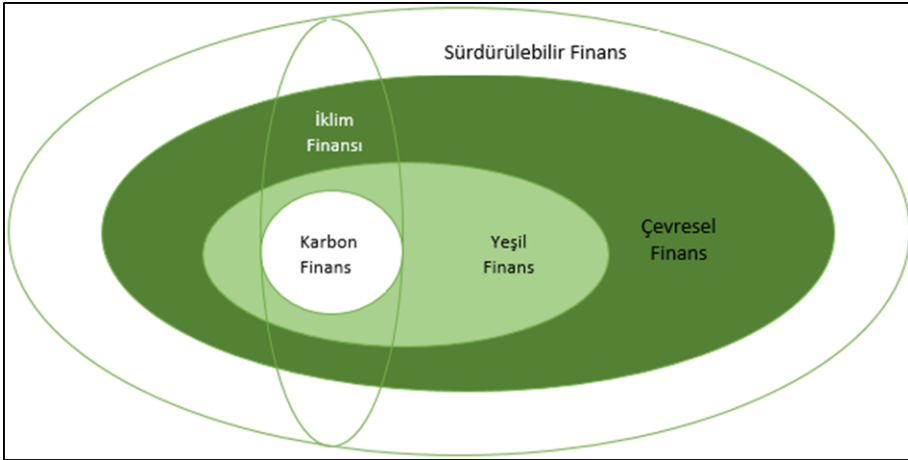
Yeşil finans kavramı, sürdürülebilir finans yaklaşımlarının çevrecilik boyutuna odaklanan kategorisidir. Yeşil finans, endüstrinin ve rekabetin ortaya çıkardığı çevre tahribatlarına geç de olsa bir tepki olarak uygulamaya giren finansal yaklaşımı ifade etmektedir. Finans literatüründe son dönemlerde artan popülaritesine bağlı olarak yeşil finansa ilişkin farklı tanımlar yapılmıştır. Yeşil finans, sürdürülebilir kalkınma projeleri ve girişimlerine, çevresel ürünlere ve daha sürdürülebilir bir ekonominin gelişimini teşvik eden politikalara

yönelen finansal yatırımları ifade eden geniş bir kavramdır. Yeşil finans, iklim finansmanını içermesine rağmen sadece bununla sınırlı değildir. Aynı zamanda, endüstriyel kirliliğin kontrol edilmesi, su kaynaklarının ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi daha geniş çevresel hedefleri de kapsamaktadır (Höhne vd., 2012: 7).

Yeşil finans, finans ve iş dünyasını çevre dostu davranışlarla birleştiren bir olgudur. Bireysel ve ticari tüketiciler, üreticiler, yatırımcılar ve finansal borç verenler dâhil olmak üzere birçok katılımcının paydaş olduğu bir finansal mekanizmadır. Geleneksel finansal faaliyetlerin aksine, yeşil finans ekolojik çevre yararına olan ve çevrenin korunmasına ilişkin projelere daha çok önem vermektedir (Wang ve Zhi, 2016: 311). Yeşil finansın iki ana hedefi bulunmaktadır. Bunlar; çevrenin artan tehditlerini kontrol etmek ve risk beklentilerini azaltmaktır. Yeşil finansı teşvik etmek ve yaygınlaştırmak, sürdürülemez kalkınma eğilimlerini destekleyen geleneksel ticari yatırımların yerine, yeşil girişimlerin tercih edilmesine yardımcı olacaktır (Tran, 2022: 281).

5.1. Yeşil Finans Perspektifinden Finansal Yaklaşımlar

Sürdürülebilirlik yaklaşımı çevre, sosyal eşitlik, iklim, şeffaflık, hesap verebilirlik vb. kavramları kapsayan üst bir başlık olarak değerlendirildiğinde, yeşil finansa ilişkin alt tanımlamalar ve işleyişler belirlemek mümkün olmaktadır. Bu noktada öne çıkan tanımlamalar sürdürülebilir finans, çevresel finans, sorumlu finans, karbon finans, iklim finansı, kalkınma finansı ve mikrofinans olarak literatürde yer almaktadır. Bu finansal yaklaşımlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır.



Şekil 1. Yeşil Finans ve İlişkili Diğer Finansal Yaklaşımlar

Kaynak: Noh, 2018: 4.

Sürdürülebilir Finans: Sanayi devrimi ve buna bağlı olarak artan fosil yakıtlara dayalı üretim süreçlerinin gelişmesi, ekonomik açıdan büyümeyi ve nüfus artışını getirmekle birlikte, sosyal ve çevresel zorlukları da ortaya çıkarmıştır. Rekabetçi bir ekonomideki seri üretim, öncelikle gelişmiş ekonomilerde, ardından gelişmekte olan ekonomilerde uzun çalışma saatleri, eksik ödeme ve çocuk işçiler gibi sosyal sorunlara neden olmuştur. Ayrıca küresel ekonomilerde kitlesel üretim ve tüketim, doğal kaynakların kirlenmesine ve tüketilmesine yol açmıştır. Bu çevresel zorlukların üstesinden gelmek için düşük karbonlu, döngüsel bir ekonomiye geçiş ihtiyacı konusunda geniş bir mutabakat oluşmuştur. Yaşanan bu çevresel ve sosyal zorluklar, sürdürülebilir finansı gelişen bir kavram ve yeni bir finans paradigması olarak karşımıza çıkarmaktadır. Sürdürülebilir finans, finansal karar verme süreçlerinde çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim faktörlerini dikkate alan finans yaklaşımıdır (Schoenmaker, 2017: 8-9). Ayrıca sürdürülebilir finansın alt kategorileri olarak değerlendirilebilecek olan çevre finansı, kalkınma finansı, karbon finans gibi yaklaşımlar da kirlilik, duman, gürültü, sosyal dışlanma ve eşitsizlik gibi çevresel ve sosyal sorunlarla yakından ilgilidir (Ziolo vd., 2019: 10).

Finansal sistem, sürdürülebilirlik açısından ekonomik, sosyal ve çevresel hedeflere ulaşma noktasında bazı fonksiyonlar üstlenmektedir. Bu fonksiyonlar şu şekilde sınıflandırılabilir (Levine, 2005; Schoenmaker ve Schramade, 2019: 18):

- ❖ Olası yatırımlar hakkında önceden bilgi üretmek ve sermaye tahsis etmek.
- ❖ Fon sağlanmasından sonra yatırımların ve kurumsal yönetim uygulamalarının izlenmesi.
- ❖ Alım satımı, çeşitlendirmeyi ve risk yönetimini kolaylaştırmak.
- ❖ Tasarrufları birleştirmek ve harekete geçirmek.
- ❖ Mal ve hizmet alışverişini kolaylaştırmak.

Yukarıda ifade edilen özellikle ilk 3 fonksiyon, finansal sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma noktasında önem taşımaktadır. Finansın sermaye tahsisine ilişkin fonksiyonu sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde, özellikle bankaların ve yatırım fonlarının, kredilendirme ve yatırım kararı verme süreçlerinde hangi projelere onay vereceklerini sürdürülebilirlik kriterlerine göre belirlemeleri, düşük karbonlu ve çevreci bir ekonomiye geçişi hızlandırabilecektir. Yatırımların izlenmesi, yatırımcıların yatırım yaptıkları şirketleri etkileme gücünü ortaya koymaktadır. Yatırımcıların sahip oldukları bu güç, şirketlerin çevre ve toplumsal çıkarlara olan uyumları üzerinde olumlu bir etki gösterebilecektir. Ayrıca risk yönetimi uygulamaları sayesinde, çevresel ve toplumsal risk faktörleri hakkında farklı senaryolar geliştirmek ve analiz etmek,

finansal sistemin sürdürülebilirlik üzerindeki bir diğer olumlu fonksiyonunu oluşturmaktadır (Schoenmaker ve Schramade, 2019: 18-19).

Sürdürülebilir finansın sağlanabilmesi için iki önemli husus bulunmaktadır. Bu hususlardan ilki sürdürülebilirlik boyutlarının tanımlanmasıdır. Bu boyutlar temel olarak çevre ve ekosistemlerin korunması, biyo çeşitliliğin sağlanması, iklim değişikliği ile mücadele, yoksulluk ve açlığın ortadan kaldırılması olup bu boyutlar daha da geliştirilebilir. İkinci husus ise, her ekonomik sektör veya faaliyetin, ilgili sürdürülebilirlik boyutlarından en az birine ulaşılmasına veya bu boyutlardaki iyileşmeye katkısının değerlendirilmesidir. Bu iki husus uygulandığında, gerçek endüstri ve politika bağlamına uyan, sürdürülebilir finans tanımı ve sistemi oluşturmak mümkün olacaktır. Bu kapsamda, sürdürülebilir finans, ilgili sürdürülebilirlik boyutlarından en az birinin elde edilmesine veya iyileştirilmesine katkıda bulunan sektörleri veya faaliyetleri destekleyen finans olarak tanımlanabilecektir (Migliorelli, 2021: 2).

Çevresel Finans: Çevresel finans kavramı literatürde uluslararası net bir tanıma sahip olmayıp yeşil finans, sürdürülebilir finans gibi kavramlarla benzer anlamlarda tanımlanmıştır. Kavram başlangıçta çevre ekonomisi paradigmasının finansman ve yatırıma uygulanmasına, çevreyi korumak için finansal türevlerin kullanılmasına atıfta bulunmuştur. Çevresel finansal araçların gelişmesi, çevresel konuların etkisinin derinleşmesi ve çevresel düzenlemelerin artmasıyla, kavramın kapsamı da giderek genişlemiştir. Günümüzde çevresel finans kavramı, enerji politikaları, uluslararası ilişkiler, sermaye piyasaları gibi farklı araştırma alanları ile etkileşim halinde olması nedeniyle disiplinler arası çalışmayı gerektirmektedir (Tao vd., 2022: 3). Çevresel finans, çevresel ve sosyal risklerden acil olanlarının üstesinden gelinmesine yardımcı olmak için ekonomi, finans, kurumsal strateji ve farklı bilimsel disiplinleri birleştiren bir yaklaşımdır (Linnenluecke vd., 2016: 126).

Çevresel finans kavramı, sanayi devriminin çevreyi yıkıcı etkilerine karşı modern çevre hareketleri tarafından gösterilen tepkilerin, finans alanındaki yansımaları olarak da değerlendirilebilir. Çevresel finans, çevresel kaliteyi sağlamak ve çevresel riskleri transfer etmek için tasarlanmış olan piyasa araçlarının tamamını kapsamaktadır (Labatt ve White, 2002: 1).

Sorumlu Finans: Sorumlu finans, yatırımların ekonomik boyutu olduğu kadar sosyal sorumluluk boyutlarının da olduğunu savunan bir yaklaşımı ifade etmektedir. Bu yaklaşıma göre yatırımcılar, çevreye veya insanlara zarar vermekten kaçınan, çevresel ve sosyal hedeflere ulaşmak için daha iyi sistemlere sahip olan, belirli etik davranışlar sergileyen firmalara yatırım yaparak, sürdürülebilir ve sorumlu bir şekilde faaliyet göstermeye çalışan firmalara daha fazla ve daha düşük maliyetle fon sağlanmasına imkân tanımaktadırlar (Scholtens vd. 2008: 138). Sorumlu finans, şirketler üzerinde

denetim mekanizmaları oluşturarak etik yatırım ilkeleri ve kurumsal sosyal sorumlulukların yerine getirilmesini sağlamaktadır (Asutay, 2008: 2).

Karbon Finans: Kyoto Protokolü'ne göre ülkeler, kendilerine verilen karbon emisyonu izinlerini, emisyon izin ihtiyacı olan ülkelere satma hakkına sahiptirler. Bu bağlamda oluşturulan karbon piyasası, iklim değişikliklerine neden olan sera gazları için çıkarılan ve emisyon kaynakları için belirlenmiş emisyon izinlerinin alım ve satımına izin veren piyasadır (Çelikkol ve Özkan, 2011: 207). Küresel ölçekte karbon emisyon taleplerinde meydana gelen artış, karbon piyasalarının büyümesine neden olurken karbon finans, daha az maliyetle emisyon azaltımını destekleme noktasında öne çıkmaktadır (Horasan, 2021: 55-56). Karbon finans, çevre finansının özel bir araştırma alanı olarak değerlendirilebilecek olup karbon salınımının yüksek olarak belirlendiği ortamlarda yaşamının maliyetini inceleyen, iklimde meydana gelen değişikliklerin finansal açıdan etkilerini araştıran alanı ifade etmektedir (Demireli ve Hepkorucu, 2010: 40).

İklim Finansı: İklim finansı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi tarafından; kamu, özel ve alternatif finansman kaynaklarından elde edilen ulusal veya uluslar ötesi fonların, iklim değişikliğini azaltıcı eylemlerin desteklenmesi amacıyla kullanılması olarak tanımlanmıştır. İklim finansı, dünya ekonomisini daha düşük karbonlu bir yapıya kavuşturmak, sera gazı emisyon seviyelerini azaltmak ve ülkelerin iklim değişikliğine karşı dirençlerini artırmak için hükümetlerin, şirketlerin ve hane halklarının üstlenmek zorunda oldukları yatırımlarla yakından ilgilidir (Hong vd., 2020: 1011-1012). Bu açıdan değerlendirildiğinde, düşük karbonlu küresel ekonomiye geçişin maliyetlerini karşılamak, gelecekte iklim değişikliğinden ortaya çıkabilecek yeni gelişmelere uyum sağlamak veya bunlara karşı dayanıklılık oluşturmak için mali kaynakların temin edilmesi, iklim finansının temelini oluşturmaktadır (Falconer ve Stadelmann, 2014: 4). İklim finansı, düşük karbon ekonomisine ulaşmak ve iklim destekli kalkınmayı gerçekleştirmek için, iklim değişikliğini azaltıcı faaliyetleri destekleyen finansal yaklaşımı ifade etmektedir. İklim finansı, karbon finansına dâhil olmayan uyum projelerini de desteklemesi bakımından karbon finansından ayrılmaktadır (Noh, 2018: 4).

Kalkınma Finansı: Kalkınma finansı, ekonomik kalkınmanın finansal yönleriyle ilgili olup kamu finansmanını ifade etmektedir. Bu yönüyle çevre odaklı yeşil finans kavramından daha geniş bir içeriğe sahiptir. Hükümetlerden, resmi devlet yardım kuruluşlarından ve hükümetler arası kuruluşlardan sağlanan, asıl amacı gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınmasını ve refahını teşvik etmek olan krediler veya hibeler kalkınma finansının bileşenlerini oluşturmaktadır (Ziolo vd., 2019: 9; Tierney vd, 2011: 1891-1896).

Mikrofinans: Mikrofinans, ulusal düzeyde tanımlanmış yoksulluk sınırının hemen üzerinde olan düşük gelirli bireyler ile bu yoksulluk sınırının altında kalan yoksul bireylere, sosyal değer yaratmak amacıyla kredi, tasarruf ve sigorta gibi finansal hizmetlerin sağlanmasını içeren faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Teorik olarak mikrofinans, kendi hesabına çalışan veya kendi hesabına iş arayan yoksullara, daha küçük işletme sermayesi kredileri sağlanması anlamına gelmektedir. Mikrofinans uygulamaları, yoksulluğun azaltılmasına yönelik yönetimsel yaklaşımın bir uzantısı olarak düşünülmektedir. Mikrofinans, yoksulların yoksulluk sorunuyla başa çıkmalarına, refahlarını ve mali güvenilirliklerini artırmalarına yardımcı olan etkili bir araçtır (Ravi ve Vıkkraman, 2012: 46).

5.2. Yeşil Finans Yaklaşımları ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi

Sürdürülebilir kalkınma, ülkelerin kalkınma süreçlerini sadece ekonomik olarak değil çevresel ve sosyal olarak da gerçekleştirmeleri gerekliliğini savunan bir yaklaşımdır. Sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi, ekonomik paydaşların bu kalkınma hedeflerine uygun şekilde faaliyetlerini sürdürmeleri ile mümkün olacaktır. Bu açıdan finansal faaliyetlerin sürdürülebilir kalkınmaya etkisi oldukça önemlidir. Ekonomik ve finansal faaliyetlerin çevre ve sosyal duyarlılık çerçevesinde sunulması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı hızlandıracaktır. Bu noktada yeşil finans yaklaşımları ile sürdürülebilir kalkınma ilişkisi önem kazanmaktadır. Yeşil finans ile ilgili yaklaşımların uygulanması, bütüncül bir sonuç ortaya çıkararak kalkınmanın sürdürülebilirlik boyutunu olumlu etkileyecektir.

Aşağıdaki tabloda yeşil finans yaklaşımlarının sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisi farklı kriterler üzerinden ele alınmıştır.

Tablo 2. Negatif Dışsallıklara Yönelik Finansal Yaklaşımlar

Finans Yaklaşımı	İlgili Sürdürülebilir Kalkınma Başlığı	İlgili Risk Faktörü	Üstesinden Gelinmesi Gereken Negatif Dışsallıklar
Yeşil Finans	Çevre	İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Sanayileşme, Sera Gazı Emisyonları, Emisyonlar, Atıklar, Kaynakların Tükenmesi	Hava Kirliliği, Su Kirliliği, Toprak Kirliliği, Duman
Karbon Finans	Çevre	Sanayileşme, Karbon Bazlı Emisyonlar	Hava Kirliliği, Duman

Çevresel Finans	Çevre	İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Sanayileşme, Sera Gazı Emisyonları, Emisyonlar, Atıklar, Kaynakların Tükenmesi	Hava Kirliliği, Su Kirliliği, Toprak Kirliliği, Duman
Kalkınma Finansı	Çevre, Sosyal, Ekonomi	Dışlanma, Gelir Eşitsizlikleri, Yoksulluk, Açlık, İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Sanayileşme, Sera Gazı Emisyonları, Emisyonlar, Atıklar, Kaynakların Tükenmesi	Hava Kirliliği, Su Kirliliği, Toprak Kirliliği, Duman, Sosyal Dışlanma, Gürültü
Sorumlu Finans	Çevre, Sosyal, Ekonomi	Dışlanma, Gelir Eşitsizlikleri, Yoksulluk, Açlık, İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Sanayileşme, Sera Gazı Emisyonları, Emisyonlar, Atıklar, Kaynakların Tükenmesi	Hava Kirliliği, Su Kirliliği, Toprak Kirliliği, Duman, Sosyal Dışlanma, Gürültü
Mikrofinans	Sosyal, Ekonomi	Dışlanma, Gelir Eşitsizlikleri, Yoksulluk, Açlık	Sosyal Dışlanma

Kaynak: Ziolo vd., 2019: 11

Yeşil finans, sürdürülebilir kalkınmanın çevre başlığına odaklanan ve bu sayede çevre ve doğa dostu proje ve yatırımların desteklenmesine dayalı finansal faaliyetleri kapsamaktadır. Bu yönüyle yeşil finans, iklim değişikliği, küresel ısınma vb. risk faktörlerinin neden olduğu çevresel kirliliklerin azaltılmasına katkı sağlayarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir.

Karbon finansın odak noktası sanayileşmenin getirdiği karbon gazı salınımlarını azaltıcı projelere destek sağlayarak hava kirliliğini en düşük seviyelere düşürmektir. Bu yönüyle karbon finans sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutuna destek olmaktadır.

Çevresel finans, yeşil finans uygulamalarında olduğu gibi çevre odaklı projelerin finansmanına imkân sağlayarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir.

Kalkınma finansı ve sorumlu finans, sürdürülebilir kalkınmanın çevre ve ekonomi boyutuna ek olarak yoksulluk, açlık, gelir eşitsizliği gibi sosyal

boyutlarına da odaklanan ve sürdürülebilir kalkınmayı bütüncül şekilde destekleyen niteliğe sahip yaklaşımlardır.

Mikrofinans, çevreden ziyade yoksulluk, açlık, gelir eşitsizliği gibi sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ve ekonomik boyutlarına odaklanan ve bu risk faktörlerini azaltıcı projelere kaynak sunarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir.

5.3. Yeşil Finans Uygulamaları

Finansal açıdan sürdürülebilirliğin, finansal kurumların karar verme süreçlerinde çevresel ve sosyal değişkenleri dikkate almalarını veya gerçekleştirilen finansal işlemlerde çevre ve topluma karşı duyarlılığın ön plana çıkması gerekliliğini ifade ettiği, daha önceki başlıklarda açıklanmıştır. Finansal sistemde işlemlerin gerçekleştiği temel sektörler bankacılık, sigortacılık vb. sektörlerden oluşmaktadır. Son yıllarda sürdürülebilirlik yaklaşımları bu temel sektörlerde de karşılık bularak uygulamaya geçirilmiştir. Sürdürülebilirliğin simgesi haline gelen “yeşil” kelimesi, finans sektöründe de yerini alarak yeşil bankacılık, yeşil sigortacılık vb. kavramların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Geleneksel anlamda işleyen finansal faaliyetlerin sürdürülebilirlik uygulamalarına dair güncel bilgileri aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

5.3.1. Yeşil Bankacılık

Bankacılık sektörü finansal sistem içerisinde organize olmuş en önemli sektörlerden birisidir. Gerek ulusal gerekse uluslararası ölçekte faaliyet sürdürmeleri, sektörün uluslararası ekonomik sistemi bütüncül olarak etkilemesine imkân sağlamaktadır. Fakat bu etki sadece finansal değildir. Bankacılık sektörünün özellikle kredilendirme faaliyetleri göz önünde bulundurulduğunda, birçok farklı sektördeki işletmelere finansman imkânı sunduğu bilinmektedir. Bu sektörler arasında çevreye, iklime, doğaya zarar verici faaliyetlerde bulunanlar olduğu kadar çevre ve doğa dostu faaliyet gösterenler de bulunmaktadır. Bu yönüyle bankacılık sektörü, kredilendirme süreçlerinde dikkate aldıkları kriterleri sürdürülebilirlik açısından belirleyerek ya da belirlemeyerek, dünyanın daha yaşanabilir veya yaşanamaz bir yer olmasına etki edebilmektedir. Son yıllarda artan sürdürülebilirlik uygulamaları, bankacılık sektöründeki yerini de alarak yeşil bankacılık kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Bankacılık sektörü kendi gerçekleştirdikleri faaliyetleri itibarıyla çevre dostu bir sektör olarak değerlendirilebilir. Birçok sektöre oranla, emisyon ve kirlilik bakımından çevreye daha düşük ölçekte olumsuz etkileri bulunmaktadır. Fakat bankacılık sektörünün çevreye asıl etkisi müşterileri aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle çevreye duyarlı yatırımları teşvik etmek ve kredilendirmek, bankacılık sektörünün sürdürülebilirlik açısından

temel sorumluluklarından birisi olmalıdır. Bu noktada, kredilendirme süreçlerinde çevre dostu yatırımların finansmanına öncelik verilerek, endüstrilerin yeşil hale gelmesi desteklenebilir. Bahsedilen bu çevre dostu projelere yönelik gerçekleştirilen bankacılık faaliyetleri “yeşil bankacılık” olarak tanımlanmaktadır (Biswas, 2011: 33). Küresel ekonomilerin, imalat sektörünün getirdiği çevre sorunları ve bunların günlük yaşantılarda ortaya çıkan sonuçlarıyla karşı karşıya kalması, ayrıca küresel iklim değişikliği tehdidinin artması nedeniyle yeşil bankacılık kavramı, yeşil finans alanında önemli bir yer taşımaktadır (Chen vd., 2022: 1). Yeşil bankacılık ilk olarak 2009 yılında Florida Eyaletinde tanıtılmıştır (Sharma ve Choubey, 2022: 294).

Yirmi birinci yüzyılın en önemli temaları yeşil güvenlik ve sürdürülebilir ekolojik dengedir. Bu temalar, bankacılık dâhil tüm fonksiyonel alanların dikkate alması gereken hayati bir konu haline gelmiştir. Bu yönüyle yeşil bankacılık, çevresel ve sosyal sorumluluğu içermekte olup aynı zamanda etik bankacılık veya sürdürülebilir bankacılık olarak da adlandırılabilmektedir (Ullah, 2013: 74).

Yeşil bankacılığın temel amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Islam ve Das, 2013: 41):

- ❖ İsrافی önleyerek çevreye ve topluma öncelik vermek,
- ❖ Yenilikçi finansman sağlayarak çevre dostu girişimlere odaklanmak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak,
- ❖ Kurumsal kaynakları sorumlulukla kullanmak,
- ❖ Dünyayı uzun süre yaşanabilir kılmak,
- ❖ Banka içi ve dışı kâğıt işlerini mümkün olduğunca en aza indirmek,
- ❖ Maliyet ve zaman verimliliği elde etmek.

Yeşil bankacılık, çevre dostu uygulamaları teşvik etmek ve bankacılık faaliyetlerinden kaynaklanan karbon ayak izini azaltmak olarak da ifade edilebilir. Yeşil bankacılık bu nedenle iki yönlü bir yaklaşımı içermektedir. İlk yaklaşım, tüm bankaların iç operasyonlarının yeşil dönüşümüne odaklanmaktadır. Bu durum, tüm bankaların bankacılık faaliyetlerinden kaynaklanan karbon ayak izlerini en aza indirmek için yenilenebilir enerji, otomasyon ve diğer önlemleri kullanmanın uygun yollarını benimsemeleri gerektiği anlamına gelmektedir. İkinci yaklaşım ise, bankaların çevreye duyarlı finansmanı benimsemeleridir. Bankaların finansman kararlarını vermeden önce, projenin çevresel risklerini ölçmek ve özellikle “yeşil” projelerin büyümesini desteklemek ve teşvik etmek, bu yaklaşıma örnek olarak gösterilebilir. Genel olarak yeşil bankacılık; yeşil ipotekler, yeşil krediler, yeşil kredi kartları, yeşil tasarruf hesapları, yeşil çek hesapları, yeşil para piyasası hesapları, mobil bankacılık, çevrimiçi bankacılık vb. uygulamaları içermektedir (Islam ve Das, 2013: 40).

Yeşil bankacılıkta bireysel ve kurumsal olarak sunulan ürün ve hizmetler aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Noh, 2018: 11; Kanberoğlu ve Aksoy, 2022: 4-5; Ak Bingül ve Türk, 2019: 87).

Bireysel Bankacılık Ürünleri:

- ❖ **Yeşil Konut Kredileri:** Enerji tasarruflu yeni ev satın alan veya evini enerji verimliliği açısından iyileştiren, enerji verimli cihazlara veya yeşil enerjiye yatırım yapan müşterilere, piyasadakinden daha düşük faiz oranları ile sunulan kredilerdir.
- ❖ **Yeşil Ev Sermayesi Kredileri:** Müşterileri yenilenebilir enerji teknolojilerini kullanmaya teşvik etmek için, daha düşük oranla kullanılan kredilerdir.
- ❖ **Yeşil Ticari Yapı Kredisi:** Geleneksel binalara göre daha az enerji tüketen, daha az atık içeren ve daha az kirliliğe sahip yeşil ticari binalara ilişkin kredilerdir.
- ❖ **Yeşil Taşıt Kredileri:** Müşterileri yakıt verimliliği yüksek olan taşıtları almaya teşvik etmek amacıyla daha düşük oranla kullanılan kredilerdir.

Kurumsal ve Yatırım Bankacılığı Ürünleri:

- ❖ **Yeşil Kredi Kartları:** Kredi kartından elde edilen gelirlerin belirli bölümünün kâr amacı gütmeyen çevre dostu kuruluşlara aktarılmasına imkân sağlayan kartlardır.
- ❖ **Yeşil Proje Finansmanı:** Yeşil yakıt ve yenilenebilir enerji projeleri için kullanılan finansman yöntemidir.
- ❖ **Yeşil Girişim Sermayesi ve Özel Sermaye:** Bankalar, temiz teknoloji sağlayıcıları, karbon kredisi geliştiricileri ve çevresel ürün ve hizmetleri tanıtan firmalara, halka arz süreçlerinde aracılık hizmeti sunabilmektedirler. Bankalar ayrıca uzmanlaşmış özel sermaye birimleri aracılığıyla, çevre projeleri için bir sermaye tabanı oluşturabilirler.
- ❖ **Karbon Varlıkları:** Bankaların, sera gazı emisyon azaltımını sağlamak isteyen müşterilerinin karbon sertifikalarına ulaşmalarını sağlamak amacıyla sunduğu ürünlerdir.

Bankaların sunduğu yeşil ürün ve hizmetlerin yanı sıra sürdürülebilirliğe ilişkin olarak operasyonel işlemlerinde alacakları önlemler ve gerçekleştirecekleri uygulamalar bulunmaktadır. Geleneksel bankacılık işlemlerinin hemen hemen tümünde düzenlenen evrak ve belgeler aşırı kâğıt tüketimine sebep olmaktadır. Bu nedenle günümüzde bankaların teknolojik imkân ve altyapılardan faydalanarak dijital ortamlarda belge üretmeleri, yeşil bankacılığın ilk uygulamaları arasında yer almaktadır. Bu durum, gerek bankaların maliyetlerini düşürme gerekse çevre duyarlılığı açısından önemli bir başlangıç olarak değerlendirilse dahi, daha da yaygınlaştırılması

gerekmektedir. Ayrıca bankaların, çevre konusunda farkındalık oluşturan sivil toplum kuruluşlarının düzenleyecekleri seminer ve toplantılara sponsorluk yaparak, gerek sürdürülebilirliğe gerekse kendi imajlarına olumlu katkıda bulunmaları mümkün olacaktır. Bunların yanı sıra bankaların kredilendirme sürecinde çevresel standartlar belirlemeleri, müşterilerinin sahip oldukları işletmeleri çevre dostu haline getirmelerini destekleyebilecektir (Meena, 2013: 1182).

Teoride yeşil bankacılık faaliyetlerinin ülkelerin çevre ve sosyo-ekonomik yapılarına olumlu etkilerinden bahsedilse de uygulamada bazı yapısal ve kurumsal engeller bulunmaktadır. Makroekonomik koşullar, tasarruf oranlarının düşüklüğü, bankacılık sektörünün fonlama yapısı, farkındalığın gelişmemiş olması, düzenleyici ve denetleyici mekanizmaların yetersizliği ve veri eksikliği gibi sorunlar sürdürülebilir finans uygulamalarının hayata geçirilmesini zorlaştırmaktadır (BDDK, 2021: 27). Ayrıca yeşil bankacılığın yeni olması, yeşil finans ürünlerin etkin şekilde kullanımını kısıtlamaktadır. Bu nedenle kamu otoritesinin çevre dostu projeleri desteklemesi, bu projeleri uygulayan işletmelere vergi avantajı vb. imkânlar sağlaması ve bankacılık sektörünün yeşil finans ürünlerini daha fazla tanıtarak müşterilerini bu uygulamalara yönlendirmesi, yeşil bankacılığın gelecek dönemlerde daha etkin bir şekilde uygulanmasına olanak sağlayacaktır (Sakinç ve Örencik, 2020: 146).

Yeşil bankacılık, çevre politikaları, finansal operasyonlar ve sosyo-ekonomik büyümenin kesişen alanlarında önemli bir role sahiptir (Khairunnessa vd., 2021: 1). Bu yönüyle yeşil bankacılık, çevre dostu yatırımlara ve şirketlere sunacağı finansal hizmet ve imkânlar ile ekonomilerin gelişmesine ve sosyal kalkınmaya destek olacaktır.

5.3.2. Yeşil Sigortacılık

Finansal sistemde bankacılık sektöründen sonra en çok işlem kapasitesine sahip sektörlerden birisi de sigortacılık sektörüdür. Sigortacılık sektörü ekonomik birimlerin üstlenmiş oldukları risklere güvence vermesi bakımından işletmelerin faaliyetlerinin devamlılığına önemli katkılar sunmaktadır. Bu yönüyle sigortacılık sektörü ülke ekonomilerinin en önemli güvence mekanizmaları arasında yer almaktadır. Günümüzde popülaritesi ve farkındalığı giderek artan sürdürülebilirlik uygulamaları, sigortacılık sektöründe de uygulama alanı bulmuştur. Sigortacılık sektörü, ülkelerin sadece ekonomik sistemlerine güvence vermekle yetinmeyip ekolojik çevresine karşı da sorumluluk üstlenmektedir.

Yeşil sigorta, çevresel risklerin yönetilmesi için kullanılan bir sigorta türüdür. Genel anlamda çevre sigortasına ilişkin düzenlenen bu poliçeler, su, toprak ve havanın poliçe sahibi tarafından kirletilmesinden kaynaklanan yükümlülükleri içermektedir. Ekolojik sigorta olarak da tanımlanan yeşil sigortanın çevreye ve ekonomik yapıya iki önemli katkısı bulunmaktadır. Birincisi, yeşil sigortanın

uygulanmadığı ekonomik sistemlerde birçok şirket kazara meydana gelen bir çevre kirliliği durumunda tazminat ödemeyecek ve çevreyi eski haline getirmeyecektir. Yeşil sigorta bu olumsuzlukların önlenmesini sağlayacaktır. İkincisi ise yeşil sigorta sayesinde çevresel maliyetlerin içselleştirilmesi ve aşırı çevresel risk içeren yatırım faaliyetlerinin durdurulması sağlanacaktır (Orçun, 2019:105-106; RGFTF, 2015: 10).

Yeşil sigorta, uluslararası uygulamalarda genellikle çevresel risk yönetimi ile ilgili çeşitli sigorta planlarına atıfta bulunmakta olup iklim değişikliği, kirlilik ve çevresel yıkım dâhil olmak üzere çevre ile ilgili bazı sorunlarla başa çıkmak için sürdürülebilir kalkınmanın bir aracı olarak kullanılmaktadır. İyi bir çevresel risk yönetimine dayanan yeşil sigorta, çevresel riskleri ve yükümlülükleri kapsayan ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen finansal bir koruma olarak tanımlanabilir. Sigorta, iyi risk yönetiminin (risk tanımlama, değerlendirme, önleme ve azaltma) yerine geçemez. Bu nedenle iyi bir çevresel risk yönetimi, yeşil sigortanın temelini oluşturmaktadır. İyi bir çevresel risk yönetimi olmadan, yeşil sigortanın uygulanabilir, karşılanabilir ve sürdürülebilir olması zor olacaktır. Çevresel risklerin ve fırsatların tümü birlikte değerlendirilerek, her biri farklı bir amaca sahip üç yeşil sigorta kategorisi önerilmiştir (Bacanı, 2015: 237-238):

- ❖ **Çevresel Sorumluluk Koruması:** Çevreye verilen zarardan kaynaklanan yükümlülüklerden finansal koruma sağlayan yeşil sigorta kategorisidir. Çevresel zararın nedeni kirlilik veya kirlilik dışı olaylar olabilir.
- ❖ **Çevresel Risk Koruması:** İklim değişikliği riskleri ile doğal afetler dâhil olmak üzere, çevresel risklere karşı finansal koruma sağlayan yeşil sigorta kategorisidir. Örnekler arasında kasırgalar, seller, kuraklıklar, depremler ve volkanik patlamalardan kaynaklanan kayıplara karşı evlerin, araçların ve işyerlerinin sigortalanması yer almaktadır.
- ❖ **Çevresel Sürdürülebilirlik:** Düşük emisyonlar (sera gazları ve hava kirleticileri ile ilgili emisyonlar) ve doğal kaynakları verimli kullanan çözümler yoluyla finansal koruma sağlayan ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen yeşil sigorta kategorisidir. Örnekler arasında yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji ve yüksek verimli binalar, enerji tasarrufu, karbon tutma ve depolama teknolojisine ilişkin sigortalar ile elektrikli araçlar ve kullandığın kadar öde sigortası yer almaktadır.

Yukarıda tanımlanan kategoriler özelinde yeşil sigorta kapsamında farklı finansal ürünler kullanılmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca özetlenmiştir (UNEP, 2007: 36-38).

- ❖ **Taşıt Sigortası:** Bu sigorta türünde sigorta primleri aracın ne kadar kullanıldığına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Prim hesaplanmasında aracın kullanıldığı kilometre veya dakika dikkate alınmaktadır (Landini,

2014: 198). Amaç, araçların daha kısa süreli kullanımını teşvik ederek emisyon salınımının azaltılması yoluyla çevreye katkı sağlanmasıdır. Bu sigorta türünde sürdüğün kadar öde (pay as you drive) prensibi geçerlidir.

- ❖ **Bina/Konut Sigortası:** Çevre dostu ve daha verimli malzemelerin kullanıldığı konut projelerinin yapım aşamasında veya onarım aşamasında meydana gelebilecek hasarlara bağlı olarak ortaya çıkabilecek zararın teminat altına alındığı sigorta türüdür (Orçun, 2019: 106).
- ❖ **İş Sigortası:** İşletmelerin faaliyetlerini sürdürürken çevreye ve iklime verdikleri veya verebilecekleri zararları için yaptırılan sigorta türüdür (Kuloğlu ve Öncel, 2015: 11).
- ❖ **Karbon Sigortası:** Karbon kredisi fiyat oynaklığını yönetebilmek amacıyla, emisyon azaltımı alım anlaşmaları sözleşmelerine dayanan sigortadır (Kuloğlu ve Öncel, 2015: 11). Karbon sigortası kapsamında sigorta şirketleri müşterilerine, karbon ayak izinin azaltılması ve takibine yönelik hizmetler sunmaktadır (Hayta ve Gürbüzer, 2020: 615).

Yeşil sigorta ürünlerinde prim tutarları, çevre duyarlılığı açısından değişmektedir. Ayrıca yeşil sigorta ürünleri, ağırlıklı olarak yenilenebilir enerjiyi destekleyen teknolojilere ve karbon salınımını azaltmaya yönelik olarak oluşturulmaktadır. Yeşil sigorta ürünleri arasında, bisikletler, elektrikli ve hibrit araçlar için düzenlenen doğal kaskolar, enerji verimliliğini öncelikleyen konutlara yönelik oluşturulan konut sigortaları bulunmaktadır. Ayrıca sigorta şirketleri sürdürülebilirlik uygulamalarını yatırımlarına yansıtmakta olup yeşil tahvil ve yeşil bonolara olan yatırımlarını arttırmaktadırlar (Şimşek ve Tunali, 2022: 31).

5.3.3. Yeşil Menkul Kıymetleştirme

Menkulleştirme veya menkul kıymetleştirme işlemi, bireysel krediler veya diğer borçlanma araçlarından ortaya çıkan alacakların bir varlık havuzunda birleştirilmesi ve bu havuzdaki varlıkların kredi notlarının yükseltilerek menkul kıymetlere dönüştürülmesini ifade etmektedir (Kendall, 2000: 1). Yeşil finans uygulamaları kapsamında geleneksel menkul kıymetleştirme işlemi, yeşil menkul kıymetleştirme olarak karşılık bulmaktadır. Yeşil menkul kıymetleştirme, kredilerdeki teminatların yeşil varlıklara dayalı olmasını veya nakit akışlarının yeşil varlık havuzu veya yeşil projelerden sağlanmasını ifade etmektedir (Yolcu, 2022:77).

Climate Bonds Index tarafından yapılan bir tanıma göre, temel nakit akışları düşük karbonlu varlıklarla ilgili olduğunda veya elde edilen gelir düşük karbonlu varlıklara yatırım yapmak için tahsis edildiğinde bir menkul kıymet yeşildir. Bir menkul kıymetleştirmenin yeşil olarak adlandırılıp adlandırılmayacağı değerlendirilirken iki boyut söz konusudur. Birincisi,

menkul kıymetlerin nakit akışlarının düşük karbonlu varlıklardan sağlanması, ikincisi ise menkul kıymetlerin düşük karbonlu varlıkların finansmanı için kullanılmasıdır. Yeşil menkul kıymetleştirme pazarı, son beş yılda, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde ve aynı zamanda Fransa ve Hollanda'da önemli ölçüde genişlemiştir (Petit ve Schlosser, 2020: 1-2).

5.3.4. Yeşil Risk Sermayesi

Risk sermayesi, sermaye sahibi kişi veya şirketlerin gelişme potansiyeli yüksek, yenilikçi yatırım projeleri üreten ve aynı zamanda fon ihtiyacı bulunan kişi veya şirketlere finansal kaynak sağlanması esasına dayanan finansal bir işlemdir. Yenilikçi start-up şirketlerini finanse etmek için ana mekanizmalardan birisi olan risk sermayesi yatırımları, giderek ekolojik iyileştirmeler ve sosyal fayda sağlayan girişimlere yönelmektedir. Yeşil risk sermayesini, sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmanın yanı sıra finansal getiri potansiyeli sunan, ekoyenilikçi girişimler için yüksek riskli bir finansman yöntemi olarak tanımlamak mümkündür. Yeşil risk sermayesi yatırımları uzun vadeli projeler olup yeşil risk sermayesi yatırımlarında projelerin seçilmesi kolay değildir. Bunun temel nedeni fonlanacak projelerin çoğunun fikir veya tasarım aşamasında olması nedeni ile çevresel etkilerinin henüz gözlemlenebilir veya ölçümlenebilir olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle yeni geliştirilecek bir projenin yeşil olup olmadığı eko-inovasyon kavramı kapsamında değerlendirilebilir. Eko-inovasyon; işletmelerin, politikacıların, derneklerin ve sendikaların, yeni geliştirilen fikirler, davranışlar, ürünler ve süreçlerin çevresel yüklerin azaltılmasına veya ekolojik olarak belirlenmiş sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunmalarına ilişkin değerlendirmelerini ifade etmektedir (Randjelovic vd., 2003: 240-243; Rennings, 2000: 322). Yüksek riskli ve yüksek getirili yönetim tarzıyla risk sermayesi, yeşil inovasyon projeleri için ideal bir risk ortağıdır. Yeşil risk sermayesi, çevrenin ve kaynakların korunmasına elverişli olup gelecek vaat eden işletmelere öz sermaye ile finansal destek sunmaktadır. Finansal desteğin sunulmasının ardından risk sermayedarları, girişimcilere entegre hizmetler sunarak yatırım yapılan işletmelerin faaliyetlerine katılmakta ve böylece özkaynak transferi yoluyla işletmelere ortak olduktan sonra yüksek getiri elde edebilmektedirler (Wei vd., 2015: 32-33).

5.4. Yeşil Finansal Varlıklar

Finansal piyasalarda yatırım amaçlı olarak işlem gören farklı finansal varlıklar bulunmaktadır. Bu finansal varlıklara örnek olarak hisse senetleri, tahviller, bonolar, yatırım fonları gösterilebilir. Genellikle sermaye piyasası araçları olarak işlem gören bu varlıklar, sürdürülebilir finans paradigması ile yeni bir nitelik kazanmıştır. Sürdürülebilirliği simgeleyen “yeşil” kelimesi bu varlıklar için de kullanılmaya başlamıştır. Bu “yeşil” varlıklar ihraç eden kuruluşlar ve

yatırımcılar açısından geleneksel olanlarına benzer amaçlarla işlem görseler de sürdürülebilir finans çerçevesinde değişikliklere uğramışlardır. Bu varlıklar içerisinde öne çıkan finansal araçlara ilişkin özet bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

5.4.1. Yeşil Tahvil

Tahviller, sermaye piyasalarından kaynak sağlamak amacıyla ihraç edilen geleneksel yatırım araçlarının en önemlilerindedir. Tahviller gerek şirketler gerekse ülkeler tarafından ihraç edilen uzun vadeli borçlanma araçlarıdır. Ulusal ve uluslararası piyasalarda uzun zamandır işlem gören tahviller, günümüzde yenilenebilir enerjinin finansmanı ve sürdürülebilirlik açısından güncellenerek “yeşil tahvil” olarak da piyasalarda işlem görmektedirler.

Dünya Bankası yeşil tahvili, özellikle iklimle ilgili veya çevresel projeleri desteklemek için sermaye toplamak amacıyla ihraç edilen borçlanma menkul kıymeti olarak tanımlamıştır (WorldBank, 2015: 23). Yirminci yüzyılın sonlarında, sosyal ve çevresel sorunlara yönelik ilgi artmış ve Çevresel, Sosyal ve Yönetişim politikaları (ESG - Environmental, Social, Governance), işletmelerin uzun vadeli politikalarına dâhil edilmiştir. Bu gelişme, piyasalarda yeşil tahvillerin ihraç edilmesine imkân sağlamıştır. Yeşil tahviller, çevre dostu projelerin finansmanında kullanılan araçlardan birisi olup tahvilin adı asıl amacını göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşmak için yeşil tahvillerin teşviki ve başarısı son derece önemlidir. Ayrıca yeşil tahvillerden elde edilen gelir, işletmelerin çevre dostu projeler için sermaye arttırmasına ve gelecek için sürdürülebilir kalkınmaya yardımcı olmaktadır (Bhutta vd., 2022: 1-2).

Finans, işletmeler açısından son derece önemli olup sürdürülebilirlik uygulamaları ve çevresel hedeflerle bağlantılı olması gerekmektedir. Uzun vadeli finansman aracı olarak kullanılan yeşil tahviller, finansal sürdürülebilirlik çerçevesinde yalnızca çevreye duyarlı projeler veya ticari faaliyetler ile değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma ve iklimle ilgili projeler aracılığıyla da ortaya çıkmıştır. Geleneksel tahvillerin aksine yeşil tahviller, yeşil projeleri, varlıkları veya ticari faaliyetleri finanse etme taahhüdünü içermektedir (Barua ve Chiesa, 2019: 1131-1132). Genel anlamda yeşil tahviller çevreci projeleri finanse etmek amacıyla ihraç edilmiş olan borçlanma araçlarıdır. Tahvil ve yeşil tahvilin en önemli farkı, yeşil tahvilin bu özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yeşil tahvil gelirlerinin çevre projelerini finanse etmek için kullanılması dışında, yeşil tahviller ile geleneksel tahviller arasında önemli farklar yoktur. Ancak yeşil tahvillerin çevre projelerini finanse etmek için ihraç edilmeleri, şeffaflık açısından daha fazla incelenmelerini gerektirmektedir. Çünkü yeşil tahvil yatırımcıları, elde edilen gelirlerin yeşil projeler için nasıl kullanılacağı konusunda giderek daha fazla bilgi talep etmektedirler. Bu nedenle, geleneksel

tahviller ile yeşil tahvillerin raporlama, denetim ve hasılat işlemleri değişiklik göstermektedir (S&P Global, 2019: 1).

Geleneksel tahviller ile yeşil tahvillerin farklı kriterler üzerinden karşılaştırması aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 3. Geleneksel ve Yeşil Tahvilin Karşılaştırması

Kriterler	Geleneksel Tahvil	Yeşil Tahvil
Yatırım Fikrini Etkileyen Değişkenler	Vade, Faiz Oranı, Likidite	Yeşil projenin çevre ve doğaya katkısı, ESG uyumu
Piyasa Aktörleri	İhraççı, Yatırımcı, Borsalar, Aracı Kurumlar	İhraççı, Yüklenimciler, Aracı Kuruluşlar, Dış Değerlendiriciler, Endeks Yayınlayıcı Kuruluşlar, Borsalar, Yatırımcılar
Birincil Piyasalarda Fiyatların Oluşumu	Arz ve talep koşulları fiyatı belirler.	Stabil ve primli fiyatlar geçerli olup uluslar üstü kuruluşlar ve özel şirket ihraçlarında fiyatlar yüksektir.
İkincil Piyasa İşlemleri	Likidite piyasa koşullarına göre belirlenmektedir.	Likidite düşük olup genelde yatırımcılar tarafından vadeye kadar beklenmektedir.
Tahvil Satış Gelirinin Tahsis Alanı	Finansman ihtiyacının karşılanması.	Önceden yatırımcılara ilan edilen belirli yeşil projelerin finansmanı.

Kaynak: Turan, 2022: 327.

Yeşil tahvil piyasaları için gösterge niteliğinde endeksler oluşturulmaktadır. Yeşil tahvil endeksleri, belirtilen bir metodoloji aracılığıyla belirli tahvilleri yeşil olarak tanımlamakta ve yatırımcıların risklerini çeşitlendirmek için yeşil tahvil portföyüne yatırım yapmasına izin vermektedir. Bu kapsamda, yeşil tahvil endeksi sağlayıcıları aynı zamanda sertifikasyon kurumları olarak da etkin bir şekilde hareket etmektedirler. Öne çıkan küresel yeşil tahvil endekslerinin bazıları; Barclays MSCI Yeşil Tahvil Endeksi, Standard & Poor's Yeşil Tahvil Endeksi ve Solactive Yeşil Tahvil Endeksi'dir. Her bir endeksin bileşenlerini seçmek için kendi metodolojisi bulunmaktadır (Ehlers ve Packer, 2017: 93-94). Belirtilen endeksler dışında uluslararası olarak listelenen farklı yeşil tahvil endeksleri de mevcuttur.

Yeşil tahvil uygulamalarının daha net anlaşılması ve sürdürülebilirlik açısından öneminin vurgulanması için yeşil tahvil ilkelerinin açıklanmasında yarar bulunmaktadır. Yeşil tahvilin 4 temel ilkesi olup bu ilkeler aşağıda kısaca açıklanmıştır (International Capital Market Association, 2016: 2-5).

I. Gelirlerin Kullanımı:

Yeşil tahvilin en önemli unsuru, elde edilen gelirlerin yeşil projelerin finansmanı için kullanılmasıdır. Yeşil proje tanımı coğrafi olarak farklılık gösterebilse de öne çıkan proje alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- ❖ Yenilenebilir enerji projeleri (üretim, iletim, cihazlar ve ürünler dâhil),
- ❖ Enerji verimliliği projeleri (yeni ve yenilenmiş binalarda, enerji depolamada, merkezi ısıtmada, akıllı şebekelerde, cihazlarda ve ürünlerde olduğu gibi),
- ❖ Kirliliğin önlenmesi ve kontrolüne ilişkin projeler (atık su arıtma, sera gazı kontrolü, toprak ıslahı, geri dönüşüm ve atıktan enerji sağlanması, atık ve yeniden üretimden katma değerli ürünler üretilmesi ve ilgili çevresel izleme analizleri dâhil),
- ❖ Canlı doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimine ilişkin projeler (sürdürülebilir tarım, balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği, ormancılık ve biyolojik bitki koruma veya damla sulama gibi iklim dostu çiftlik girdileri dâhil),
- ❖ Karasal ve sucul biyolojik çeşitliliğin korunmasına ilişkin projeler (kıyı, deniz ve havza ortamlarının korunması dâhil),
- ❖ Temiz ulaşım projeleri (elektrikli, hibrit, demiryolu, motorsuz, çok modlu ulaşım, temiz enerji araçları için altyapı ve zararlı emisyonların azaltılması gibi),
- ❖ Sürdürülebilir su yönetim projeleri (temiz ve/veya içme suyu için sürdürülebilir altyapı, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri ve nehir eğitimi, diğer taşkın azaltma biçimleri dâhil),
- ❖ İklim değişikliğine uyum projeleri (iklim gözlemi ve erken uyarı sistemleri gibi bilgi destek sistemleri dâhil),
- ❖ Eko-verimli ürünler, üretim teknolojileri ve süreçlerine ilişkin projeler (çevre dostu, eko etiketli veya sertifikalı ürünlerin geliştirilmesi ve piyasaya sürülmesi, kaynakları verimli kullanan paketleme ve dağıtım projeleri gibi).

II. Proje Değerlendirme ve Seçim Süreci:

Yeşil tahvil yatırımcıları, yeşil tahvil yatırım süreçlerinde farklı değişkenleri göz önünde bulundurarak, hatta ihracının genel profilinin kalitesini ve çevresel sürdürülebilirliğe ilişkin performansını da dikkate alarak yatırım kararı verebilirler. Bu nedenle yeşil tahvil ihracı gerçekleştirecek kuruluşların aşağıda belirtilen hususlara ilişkin açıklayıcı bilgiler sunması gerekmektedir.

- ❖ Projelerin, yukarıda tanımlanan yeşil proje kategorilerine uygunluğuna ilişkin açıklayıcı bilgiler,

- ❖ Uygunluk kriterlerine ilişkin bilgiler,
- ❖ Çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ilişkin bilgiler.

III. Gelirlerin Yönetimi:

Yeşil tahvillerden sağlanan gelirler, ihraççı tarafından alt portföylerde takip edilerek uygun bir şekilde izlenmelidir. Ayrıca gelirlerin, ihraççının yeşil projeler için kredi verme veya yatırım faaliyetleri ile uyumu, yetkili otoriteler tarafından tasdik edilmelidir. Yeşil tahvillerde en önemli unsurlardan birisi şeffaflık olup elde edilen gelirlerin tahsisinin bağımsız dış incelemeden geçmesi, şeffaflığın artırılması açısından önemlidir.

IV. Raporlama:

Yeşil tahvil ihraç eden kuruluşların, projeye ilişkin nakit akışları ile ilgili güncel bilgileri hazır bulundurması ve raporlaması gerekmektedir. Bu bilgiler arasında, yeşil tahvil gelirlerinin tahsis edildiği projelerin bir listesi ayrıca projelere tahsis edilen miktarların ve bunların beklenen etkilerinin yer alması gerekmektedir. Raporlama, şeffaflığın sağlanabilmesi açısından son derece önemlidir.

Gelişmekte olan bir piyasa olması, henüz standartlarının tam olarak oluşturulmaması gibi nedenlerle yeşil tahvillerin kendi içindeki sınıflandırmalarını yapabilmek zor olsa da yeşil tahviller farklı kriterler açısından sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Bu sınıflandırmalar literatürde farklılaşabilmektedir. Yeşil tahvillerde ilk sınıflandırma, etiketli ve etiketsiz yeşil tahviller olarak karşımıza çıkmaktadır. Etiketli yeşil tahviller, yeşil tahvil olarak pazarlanan tahvilleri ifade ederken, etiketsiz yeşil tahviller ise çevre dostu projeler için kullanılan ancak yeşil tahvil olarak pazarlanamayan tahvilleri ifade etmektedir. (Ng ve Tao, 2016: 6; Kandır ve Yakar, 2017: 94). Yeşil tahviller ihraç eden kuruluş tarafından değerlendirildiğinde ise; kalkınma ajansları tarafından ihraç edilen uluslar üstü tahviller, belediyeler, bölgeler veya şehirler tarafından ihraç edilen belediye tahvilleri ve kurumlar tarafından bilanço içi kredilendirmeyi finanse etmek için ihraç edilen mali sektör tahvilleri bulunmaktadır (Shishlov vd., 2016: 8). Başka bir sınıflandırma da ise yeşil tahviller yükümlülük, gelir, proje, teminat vb. özellikleri kapsamında değerlendirilmiştir. Bu sınıflandırmaya ilişkin detaylı bilgi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4. Yeşil Tahvil Türleri

Tür	Gelirlerin Tahsis Edildiği Alan	Borç Başvurusu (Rücu)
Genel Yükümlülük Tahvilleri	Yeşil projeler için tahsis edilmiştir.	İhraççıya başvuru söz konusudur. İhraççının diğer tahvilleri ile aynı kredi notuna sahiptir.
Gelir Tahvilleri	Yeşil projeler veya yeşil projelerin yeniden finansmanı için tahsis edilmiştir.	İhraççılardan gelen nakit akışları teminat olarak kullanılmaktadır.
Proje Tahvilleri	Belirli temel yeşil proje(ler) için tahsis edilmiştir.	Rücu sadece projenin varlıklarına ve bilançoya yapılmaktadır.
Menkul Kıymetleştirme Tahvilleri	Yeşil projelerin yeniden finansman portföyleri için tahsis edilmiştir.	Başvuru, beraber gruplandırılmış bir proje grubuna yapılmaktadır.
Teminatlı Tahviller	Teminat varlık havuzuna dâhil olan uygun projeler için tahsis edilmiştir.	İhraççıya ve ihraççının tahvili geri ödeyememesi durumunda teminat varlık havuzuna yapılmaktadır.
Krediler	Uygun veya uygun varlıklar üzerinde güvence altına alınmış projelere tahsis edilmiştir.	Teminatsız kredilerde borçluya tam rücu söz konusu iken, teminatlı kredilerde ise teminata başvuru mümkündür. Ayrıca teminatlı krediler borçluya sınırlı başvuru da içerebilir.
Diğer Borçlanma Araçları	Uygun projeler için tahsis edilmiştir.	

Kaynak: Climate Bonds Initiative, Types of green bonds, <https://www.climatebonds.net/market/explaining-green-bonds>

Yeşil tahvillerin, çevreci projeler aracılığı ile iklim değişikliği ve doğa üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra ekonomik sistemdeki birimlere farklı yararları bulunmaktadır. Bu yararlar, ihraç eden şirketler, yatırımcılar ve politika yapıcılar açısından değerlendirilebilir. İhraççılar açısından yararları değerlendirildiğinde, yeşil tahviller sayesinde ihraççı kuruluşların sürdürülebilirlik politikalarını topluma ve yatırımcılara aktarabilmesi kolaylaşmakta ayrıca kredi kuruluşları ile finansal ilişkileri güçlenerek yatırımcı portföyü genişlemektedir. Olumlu etkiler yatırımcılar açısından değerlendirildiğinde ise yeşil tahvil sayesinde sürdürülebilirlik hassasiyeti olan yatırımcılara yeni bir finansal araç sunularak çevre ve iklim hassasiyetleri doğrultusunda yatırım yapma imkânı sağlanmaktadır. Yeşil tahviller ayrıca düşük emisyon projelerini destekleyerek politika yapıcılara katkı sunmaktadır.

Tablo 5. Yeşil Tahvillerin Ekonomik Birimlere Yararları

Ekonomik Birim	Sağladığı Yarar
İhraççılar	<ul style="list-style-type: none"> İhraççıların sürdürülebilirlik stratejisini iletmesine yardımcı olmak, Borç sağlayıcılarla ilişkilerin geliştirilmesi ve yatırımcı tabanının genişletilmesi, Finans ve sürdürülebilirlik departmanları arasında dahili sinerji yaratmak,
Yatırımcılar	<ul style="list-style-type: none"> Yatırımcıların daha bilinçli yatırım stratejileri geliştirmelerine yardımcı olmak, Uzun vadeli iklim stratejilerinin sorunsuz uygulanmasını kolaylaştırmak, Sorumlu yatırımcıların kısıtlı yatırım portföylerini genişletmelerine yardımcı olmak,
Politika Yapıcılar	<ul style="list-style-type: none"> Yeşil ihraççıları ve yatırımcıları daha iyi eşleştirerek düşük karbonlu ekonomiye geçişi dolaylı olarak desteklemek.

Kaynak: Shishlov vd., 2016: 4.

5.4.2. Yeşil Sukuk

Finansal piyasalar ve kuruluşlar, finansal sisteme farklı araçlar ihraç ederek daha fazla yatırımcıya ulaşma amacı taşımaktadırlar. Çünkü yatırımcıların davranış ve taleplerini etkileyen farklı demografik özellikler bulunmaktadır. Dini inanışlar da bu özellikler arasında yer almaktadır. Faiz geliri elde etmek istemeyen yatırımcıların, daha düşük getiriye sahip olmayı kabullenseler dahi, sürekli getiri elde edebilecekleri yatırım araçları sınırlıdır. Bu noktada son yıllarda piyasalara sunulan sukuk (Kira Sertifikası) faiz getirisi elde etmek istemeyen yatırımcılara sunulan yeni bir finansal araçtır. En basit ifade ile sukuk, faiz getirisi olmayan tahvil şeklinde ifade edilmektedir. Bu tanımdan hareketle sukuk, faiz getirisi sunmaması nedeni ile tahvilden farklılaşırken, getiri garantisi sunması ile tahvile benzemektedir. Sukuk, İslam dini hükümlerine uygun İslami bir finansal sertifikadır. Sertifikalar, yatırım yapılan varlıklarda veya bu varlıklardan elde edilen kazançlarda kısmi mülkiyet sağlamaktadır. Yatırımcılar sukuk satın alıp sukuk sahibi olduklarında, ihraççıdan mülkiyet kanıtı olarak bir sertifika alarak, yatırılan anapara tutarı üzerinden periyodik kar ödemeleri almaya hak kazanmaktadırlar (Abdullah ve Nayan, 2020: 15-16).

Yeşil sukuk ise geleneksel sukukun sürdürülebilirlik ilkelerine dönüştürülmüş halidir. Yeşil sukuklar, İslam dini hükümleri ile uyumlu tahvillerdir. Ayrıca yeşil sukuklardan elde edilen gelirlerin tamamı iklim değişikliğinin hafifletilmesinin yanı sıra biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunan yeşil projeleri finanse etmek için kullanılmaktadır. Bu yönüyle değerlendirildiğinde yeşil sukuk ihracında 2 temel kriter bulunmaktadır (Abubakar ve Handayani, 2020: 984):

1. Yeşil sukuk ihracının İslam dini hükümlerine ve sürdürülebilir finansal ilkelere uygun olması gerekmektedir.

2. Finanse edilen projelerin, sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun, yani çevresel, sosyal ve yönetim yönlerini bütünleştiren projeler olması gerekmektedir.

Yeşil tahvil piyasalarında meydana gelen büyüme yeşil sukuk piyasalarının oluşmasının önünü açmış ve ilk adımlar 2014 senesinde Malezya'nın sürdürülebilir ve sorumlu yatırım girişimleri ile başlamıştır. Yeşil sukuktan beklenen olumlu etkiler aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Saraç ve Karabulut, 2021: 34-35).

- ❖ Sukuk tahvil ile karşılaştırıldığında, sukuk borçlanmadan ziyade ortaklığa dayanan bir finansal araçtır. Bu durum, uluslararası ölçekte borçlanmadan daha çok katılımcı finans yaklaşımının gelişmesine katkı sağlamaktadır.
- ❖ Yeşil sukuk yatırımları, hem yeşil tahvil hem de yeşil sukuk yatırımcıları tarafından talep görmektedir. Bu durum toplam talebi artırarak ihracatların maliyetini düşürmektedir.
- ❖ Yeşil sukuk ihracı çevre ve sosyal yapıyı olumlu etkilemesi nedeniyle ihraççı ülke ve şirketlerin imajına olumlu katkı sağlamaktadır.
- ❖ Yeşil sukuk, diğer sukuk çeşitlerine göre yatırımcıların daha fazla güven duydukları bir finansal araçtır. Bunun temel nedeni yeşil sukuk yatırımlarında, yatırımlardan sağlanan gelirlerin aktarılacağı projelerin önceden ilan edilmiş olması ve fonların kullanımı ile çevreye olan etkilerinin bağımsız kuruluşlar tarafından denetlenerek raporlanmasıdır.

Yeşil sukuk piyasaları büyüme gösteren finansal piyasalar olmakla birlikte büyümesinin önünde bazı engeller bulunmaktadır. Bu engellerin başlıcaları; uygulamada standartlaşmasının olmaması, yeşil projelere ait teknolojilerin getirdiği riskler ve ikincil piyasalarının yeterince gelişmemiş olmasıdır. Bu engeller, uygulamaya ilişkin standartlar geliştirilerek ve kamu otoriteleri tarafından teşvik benzeri destekler sunularak en aza indirilebilir (Ela, 2019: 229-231).

5.4.3. Yeşil Yatırım Fonları

Yatırım fonları, yatırımcıların tasarruflarının ortak bir yatırım havuzunda toplandığı ve bu havuzdaki yatırım araçlarından oluşan portföyün inancılı mülkiyet ve riskin dağıtılması prensipleriyle profesyonel fon yöneticileri tarafından yönetildikleri mal varlıklarıdır. Yatırım fonları, yatırımcılara fon portföyünün içeriğine göre yatırım yapma imkânı sunmaktadır. Borsa yatırım fonları ise, yatırımcıların tek bir finansal varlık satın alarak bir endeksi takip etme fırsatı buldukları finansal araçlardır. Borsa yatırım fonlarında belirli bir endekste menkul kıymetlere, ilgili menkul kıymetlerin endekste payları oranında yatırım yapılmakta ve bu sayede yatırımcıların dolaylı olarak ilgili

endeks getirisinden de yararlanması sağlanmaktadır (SPK, 2022: 6). Bu fonlar diğer bir ifade ile, yatırımcılara yatırım yapmak istedikleri endekste tüm menkul kıymetleri almadan, ilgili endekse yatırım yapma imkânı sunmaktadır. Yatırımcılar doğrudan endekslere yatırım yapamayacakları için, endekslerin performansını elde etmeleri zordur. Bu nedenle borsa yatırım fonlarının satın alınmasıyla endekslerden getiri sağlanabilmektedir (Yan ve Garcia, 2017: 44).

Sürdürülebilirlik kavramını uluslararası literatürde temsil eden bir kısaltma bulunmaktadır. Bu kısaltma ESG olarak ifade edilmektedir. Kısaltmadaki harfler Çevre (Environment), Sosyal (Social) ve Yönetişim (Governance) kelimelerinin İngilizce karşılıklarının ilk harflerinden oluşmaktadır. Yeşil yatırım veya ESG yatırımları olarak ifade edilen sürdürülebilir yatırımlar, finansal olmayan çevre, sosyal ve yönetim gibi kavramların finansal kararlara dâhil edilmesini içermektedir (Winegarden, 2019: 6). Yeşil işletmecilik faaliyetleri gerçekleştiren şirketlerin varlıklarına yatırım yapan sürdürülebilir fonlar olarak da tanımlanabilecek yeşil fonlar, yatırımcıların çevresel, toplumsal ve yönetsel değer yargılarına uygun şekilde yatırım yapmalarına imkân sağlamaktadır. Bu kapsamda fonların; yatırım yapılan şirketlerin iklim değişikliklerine ve düşük emisyon salınımına olan hassasiyetleri çevreci taraflarını, çalışanlarına, tedarikçilerine ve topluma karşı adil ve duyarlı olunması sosyal taraflarını, denetim ve şeffaflığa önem vermeleri ise yönetsel taraflarını ifade etmektedir. Dolayısı ile yeşil fonlar sayesinde yatırımcılar sürdürülebilirlik ilkelerine duyarlı şirketlere yatırım yapma imkânı elde etmektedirler. Bu şirketlere yatırım yapan fonlar, uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sunmaktadır (Özman, 2022: 3).

Sürdürülebilir yatırımlar, yatırım fonları ile iki şekilde gerçekleştirilmektedir. En yaygın olanı, sürdürülebilir bir fonun yüzlerce veya binlerce hisse senedine yatırım yaptığı ve yatırımcıların portföy riskinin önemli ölçüde çeşitlendirilmesinin sağlandığı modeldir. Diğer model ise pazarın belirli nişlerine veya sektörlerine yapılan yatırımlarla ilgilidir. Bu model genellikle daha düşük miktarda varlığa yatırım yapılmasını gerektirdiği için çeşitlendirmenin risk azaltıcı etkisi azalmaktadır (Romptis, 2022: 115).

Yeşil fonların gelişimi incelendiğinde, uluslararası piyasalarda endeks fonlarına ilişkin oluşturulan ilk endeks, 2016 yılında Lüksemburg Borsası'nda başlatılan Lüksemburg Yeşil Endeksi'dir (Turguttopbaş, 2020: 274). Sürdürülebilir finans politikaları geliştikçe yeşil yatırım fonlarının işlem hacimleri de artmıştır. Stratejilerinde çevre, sosyal ve yönetim hedefleri bulunan borsa yatırım fonlarına tahsis edilen varlıkların değeri, 2006'da 5 milyar dolar iken 2021'de 391 milyar dolara yükselmiştir. Şubat 2022 itibarıyla tahsis edilen varlıkların toplam değeri 378 milyar dolara ulaşmıştır. Borsa yatırım fonları da dâhil olmak üzere sürdürülebilir fonlara yapılan

yatırım, ağırlıklı olarak Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki gelişmiş piyasalardan gerçekleşmiştir (Statica, 2022). 2021 yılında Avrupa'daki borsa yatırım fonlarına toplam 160 milyar euroluk yatırım yapılmış olup yeşil fonların toplam yatırım fonları içindeki payı %51 olarak gerçekleşmiştir. 2022 yılında yeşil fonların performansı düşmüş olsa bile Avrupa'daki yatırım fonları içerisindeki payları artarak %65'e ulaşmıştır. 2023 yılı Şubat ayı itibarıyla Avrupa'da yeşil yatırım fonları, toplam varlıkların %18,8' ini temsil eden 249 milyar euroluk değere sahiptir (Boyde, 2023).

6. DÜNYA'DA YEŞİL FİNANS UYGULAMALARININ GELİŞİMİ VE GÜNCEL DURUMU

Dünya'da sürdürülebilir finans uygulamalarının temelinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması gibi uluslararası ölçekli düzenlemeler yer almaktadır. Bu düzenlemeler çerçevesinde gerek sermaye piyasalarında gerekse sektörel ölçekte yeşil finans uygulamaları hayata geçirilmeye başlanmıştır.

Sermaye piyasalarının yeşil finansa ilişkin en önemli uygulamalarından birisi yeşil tahvil ihracı olmuştur. Uluslararası piyasalarda yeşil tahvil ihracına ilişkin önemli gelişmelere dair bilgiler aşağıda kısaca sıralanmıştır (Şimşek ve Tunalı, 2022: 25-27).

- ❖ 2008 yılında Dünya Bankası tarafından ilk yeşil tahvil etiketli tahvillerin kurumsal yatırımcılara ihracı gerçekleştirilmiştir.
- ❖ 2009 yılında Climate Bonds Initiative (İklim Tahvilleri Girişimi) başlatılmıştır. Girişimin amacı daha az karbon emisyonunun olduğu bir ekonomik modele geçişi hızlandırmaya yönelik proje ve yatırımların desteklenmesidir.
- ❖ 2010 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi imzalanmıştır.
- ❖ 2012 yılında Türkiye'nin de üyesi olduğu Sürdürülebilir Bankacılık Ağı oluşturulmuştur.
- ❖ 2013 yılında Dünya Bankası Yeşil Tahvil Sempozyumu düzenlenmiştir. Ayrıca bu yıl içerisinde ilk kurumsal yeşil tahvil ihracı ve ilk belediye yeşil tahvil ihracı gerçekleştirilmiştir.
- ❖ 2015 yılında, Paris Anlaşması imzalanmış ve Birleşmiş Milletler tarafından Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri yayınlanmıştır.
- ❖ 2016 yılında Polonya Devleti ilk yeşil devlet tahvilini ihraç etmiştir.
- ❖ 2017 yılında Malezya tarafından yeşil sukuk piyasaya sunulmuş ayrıca gelişmekte olan piyasalarda ilk kez yeşil devlet tahvili ihraç edilmiştir.
- ❖ 2018 yılında yeşil kredi piyasasına dair yeşil kredi ilkeleri belirlenmiştir.

❖ 2021 yılında Avrupa Birliği yeşil tahvil standartları yayımlanmıştır.

Dünyanın ilk yeşil tahvili 2007 yılında Avrupa Yatırım Bankası (EIB) tarafından ihraç edilmiş ve “İklim Farkındalık Tahvili” (CAB) olarak adlandırılmıştır (Chen ve Zhoa, 2021: 54). Yeşil tahvil piyasası süreç içerisinde giderek artan bir ihraç trendi göstermiştir. Dünyada yeşil tahvil piyasası son 5 yılda yaklaşık %54 büyümüştür. 2021 yılı sonu itibarıyla yeşil tahvil piyasasında toplam ihraççı sayısı 2045, tahvil sayısı 9886 olup 80 farklı ülkede 47 farklı para birimi cinsinden ihraç gerçekleştirilmiştir. 2021 yılı sonunda yeşil tahvil piyasasının büyüklüğü 1,6 trilyon dolara ulaşmıştır. Küresel tahvil piyasasının toplam büyüklüğünün 130 trilyon dolar olduğu dikkate alındığında yeşil tahviller piyasanın yaklaşık %1,23’ünü oluşturmaktadır (SHURA, 2022: 4).

2022 yılı üçüncü çeyreği itibarıyla yeşil tahvil piyasasının toplam piyasa büyüklüğü 2 trilyon dolara ulaşmış olup ihraç edildiği tarihten itibaren artış oranı yaklaşık %57 olarak gerçekleşmiştir (Climate Bonds Initiative, 2022a). 2022 yılı üçüncü çeyrek verileri bir önceki yılın aynı dönemi ile karşılaştırıldığında, ihraçlarda yaklaşık %22’lik bir azalmanın olduğu görülmektedir. 2022 yılı üçüncü çeyreğinde 19 farklı para birimi kullanılarak yeşil tahvil ihracı gerçekleştirilmiş olup bu para birimleri arasında öne çıkanlar; yaklaşık %52’lik paya sahip olan euro ile %20’lik paya sahip dolar ve %14’lük paya sahip yuandır. Bu dönemde ihraçlar ülke bazında değerlendirildiğinde; Almanya toplam ihraçların yaklaşık %18’ini gerçekleştirirken Almanya’yı yaklaşık %11’lik hacimle ABD ve Çin takip etmektedir. 2022 yılı üçüncü çeyrek verileri Orta Doğu ve Afrika ülkeleri açısından değerlendirildiğinde ise, bu coğrafyada üçüncü çeyrekte 18,4 milyar dolar seviyesinde yeşil tahvil ihracı gerçekleştirilmiştir. Bu ihraçlar, 15 farklı ülke tarafından, 11 farklı para birimi cinsinden, yaklaşık 60 farklı finansal araç ile gerçekleştirilmiştir. Bu çeyrekte Türkiye’nin ihraç ettiği yeşil tahvillerin değeri yaklaşık 6,4 milyar dolar seviyesindedir (Climate Bonds Initiative, 2022b: 1-7).

2022 yılında yeşil sukuk piyasaları incelendiğinde; 2022 yılının ilk yarısında 2,4 milyar dolarlık kısmı yeşil sukuk olmak üzere toplam 4,4 milyar dolarlık yeşil sukuk ve sürdürülebilirlik sukuku ihracı gerçekleşmiştir. İhraç edilen bu sukuklar, sürdürülebilir tahvil ihraçlarının yalnızca %1’ini ve toplam sukuk ihracının %4’ünü oluşturmaktadır. Gerçekleştirilen ihraçlar ülke bazında değerlendirildiğinde; en önemli ihraççının Endonezya olduğu görülmektedir. En büyük yeşil sukuk ihraççısı, 2019’da dünyanın ilk perakende yeşil sukukunu ihraç eden Endonezya hükümeti olmuştur. Endonezya’yı takip eden ikinci grupta, Körfez Arap Ülkeleri İşbirliği Konseyi üyesi ülkeler gelmektedir. Endonezya ve Körfez ülkeleri toplam yeşil sukuk ihraçlarının yaklaşık %53’ünü gerçekleştirmektedir. Türkiye’nin 2022 yılı ilk çeyreğinde gerçekleştirdiği yeşil

sukuk ihracı yaklaşık 350 milyon dolar düzeyindedir (Globlethicalfinance, 2022: 6-16).

Bankacılık sektörü de yeşil finans uygulamalarının en yoğun karşılık bulduğu finansal alanlardandır. 2021 yılında yeşil krediler ve sürdürülebilirlikle bağlantılı krediler dâhil olmak üzere sürdürülebilir sendikasyon kredilerinin hacmi, 2020'ye göre %200'den fazla artarak 683 milyar dolara ulaşmıştır. 2022 yılında ivme biraz daha yavaşlamış olup sürdürülebilir borçlanma araçlarının hacmi %17 düşüş göstermiştir. Yine de sürdürülebilirliğe ilişkin borçlanma araçları, genel borçlanma araçlarına göre daha iyi performans sergilemiştir. Örneğin, 2021'in ilk yarısı ile 2022'nin ilk yarısı arasında sendikasyon kredisi hacmi genel olarak %16 azalırken, aynı dönemde sürdürülebilir sendikasyon kredileri sadece %2 azalmıştır. 2022 yılı üçüncü çeyrek itibarıyla sürdürülebilirlikle ilgili sendikasyon kredileri, küresel sendikasyon kredilerinin hacminin 5,8 trilyon dolar ile yaklaşık %13'ünü oluşturmaktadır. İhraçtaki en keskin artış 2020'den itibaren yaşanmıştır. Sürdürülebilirlikle bağlantılı kredi hacimleri 2020 ve 2021 yılları arasında 3 kat büyümüş olup yeşil krediler ise %71 büyümüştür. Güneş enerjisi projelerindeki güçlü ve sürekli büyüme, temiz enerji proje finansmanı hacminin 2021'de 164 milyar dolarlık rekor seviyelere ulaşmasını sağlamış olup bunun 77 milyar doları yalnızca güneş enerjisi projelerinden elde edilmiştir. Genel temiz enerji proje finansmanı için, 2017'den itibaren yıllık ortalama büyüme oranı %19 olarak gerçekleşmiştir. Bankacılık sektörünün 2022'nin ilk yarısında, temiz enerji proje finansman hacmi büyük ölçüde güneş ve rüzgâr projelerindeki düşüşler nedeniyle, yaklaşık %38 oranında azalmıştır (McKinsey & Company, 2022: 26-31).

7. TÜRKİYE'DE YEŞİL FİNANS UYGULAMALARININ GELİŞİMİ VE GÜNCEL DURUMU

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi'ne 2004 yılında taraf olmuş ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ilişkin niyetini ortaya koymuştur. Onuncu Kalkınma Planı ile birlikte Türkiye ekonomik kalkınma projeksiyonunu sürdürülebilirlik temelli bir yaklaşıma dayalı olarak geliştirmeye çalışmıştır. Bunun yanı sıra OECD tarafından 2019 yılında yayımlanan Çevresel Performans İncelemeleri Raporu doğrultusunda yeşil ekonomiye geçiş için bazı girişimlerde bulunulmuştur. Bu çerçevede, 2017 yılında Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı oluşturulmuş, 2018 yılından sonra üretilmiş motorlu araçlar için Avrupa Birliği emisyon sınırlarına uyum şartı getirilmiş, çevreye duyarlı tarımsal faaliyetlerin desteklenmesi sağlanmış, ormanlık alanların genişletilmesine ilişkin çalışmalar yürütülmüş, ulusal çevre mevzuatının Avrupa Birliği mevzuatına uyumuna ilişkin gelişmeler sağlanmış, Kalkınma planlarının sürdürülebilirlik temelinde oluşturulması ilkesi benimsenmiş, yenilenebilir enerji alanında teşvikler verilerek, yenilenebilir

enerji projelerinin finansmanı için Avrupa Yatırım Bankası tarafından sunulan kredilerden faydalanılmıştır (Zengin ve Aksoy, 2021: 372-373). Bu adımlar sürdürülebilir bir ekonomiye geçiş sürecinde genel çerçeveyi belirlemek açısından önemli düzenlemeler olarak değerlendirilebilir.

Yukarıda bahsedilen genel düzenlemeler doğrultusunda sermaye piyasalarında yeşil finansa ilişkin yeni finansal varlıklar ihraç edilmiş ve borsa endeksleri oluşturulmuştur. Ayrıca özellikle bankacılık gibi finansal sistemin lokomotifleri olan sektörlerde yeşil uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Türkiye’de ulusal piyasada ilk yeşil tahvil ihracı 2017 yılında YDA Group tarafından gerçekleştirilmiş ve özel sektör tahvilleri SPK tarafından 17 Kasım 2017’de onaylanmıştır. Türkiye’nin uluslararası piyasalardaki yeşil tahvil ihracına ilişkin ilk işlemi ise Türkiye Sınai Kalkınma Bankası tarafından 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. İrlanda Borsası’nda gerçekleştirilen 5 yıl vadeli, 300 milyon dolar tutarındaki ihraca 317 uluslararası kurumsal yatırımcıdan yaklaşık 4 milyar dolar tutarında talep gelmiştir. Bu ihraçtan sağlanan fonla, hidroelektrik alanında 5, rüzgâr alanında 2 olmak üzere toplam 7 yenilenebilir enerji projesi, 1 şehir hastanesi projesi, 5 elektrik dağıtım projesi, 4 liman projesi ile 2 enerji ve kaynak verimliliği projesi finanse edilmiştir (Menteşe, 2021: 108-109). Bu ihraç işlemine planlanın yaklaşık 14 katı tutarında talep gelmiş olup bu durum bir Türk finansal grubuna 2014 yılından itibaren gelen en yüksek talep olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca TSKB tarafından gerçekleştirilen bu ihraç, Global Capital ve International Financial Review tarafından yılın yeşil tahvil ihracı ödülüne layık görülmüştür (Turguttopbaş, 2020: 278).

Bu işlemlerin yanı sıra sermaye piyasalarında yeşil tahvile ilişkin farklı işlemler de gerçekleştirilmiş olup bu işlemlerin ilkleri; 2019 yılında Garanti BBVA’nın gerçekleştirdiği 5 yıl vadeli ve 50 milyon dolarlık yeşil tahvil ihracının Türkiye’de gerçekleştiren ilk işlem olması, 2021 yılında Galata Wind Enerji AŞ’nin Garanti BBVA Yatırım önderliğinde halka arz işleminin ilk yeşil halka arz olması ve 2021 yılında Arçelik’in 350 milyon euro tutarındaki yeşil tahvil ihracı gerçekleştirerek uluslararası piyasalarda yeşil tahvil ihraç eden ilk reel sektör işletmesi olmasıdır (Şimşek ve Tunalı, 2022: 37).

2022-2030 dönemine yönelik yapılan değerlendirmeler ve projeksiyonlar sonucunda Türkiye’nin toplam 16 milyar dolar, yıllık ortalama 1,8 milyar dolarlık yeşil tahvil potansiyeli bulunduğu saptanmıştır (SHURA, 2022: 10).

Yeşil finans açısından sukuk piyasası değerlendirildiğinde ise Türkiye’deki ilk sürdürülebilir sukuk ihracı 2020 yılında Zorlu Enerji adına Türkiye Sınai Kalkınma Bankası tarafından gerçekleştirilmiş ve ihracın değeri 450 milyon TL olmuştur. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında hazırlanan sukuklar için proje alanları; yenilenebilir enerji, sürdürülebilir enerji arzı, sürdürülebilir altyapı ve temiz ulaşım olarak belirlenmiştir (Şimşek ve Tunalı, 2022: 38).

Türkiye’de yeşil tahvil piyasalarının geliştirilmesi için bazı adımların atılması gerekmektedir. Bunlara örnek olarak, BIST ve SPK tarafından şirketlere yeşil tahvil konusunda bilgilendirme yapılması, yeşil tahvile ilişkin ulusal standartların belirlenmesi, tahvilin yeşil olup olmadığının tespiti için içsel ve dışsal değerlendirmelerin yapılmasına imkân sağlanması, BIST tarafından yeşil tahvil ihracına yönelik teşvik niteliğinde düzenlemeler yapılması, yeşil sukuka ilişkin düzenlemeler yapılması, BIST tarafından yeşil tahvil piyasaları ve yeşil tahvil endeksinin oluşturulması gösterilebilir (Kandır ve Yakar, 2017: 167-170).

Yeşil finansa ilişkin bir diğer gelişme ise BIST bünyesinde Sürdürülebilirlik Endeksi’nin oluşturulmasıdır. Borsa bu endeks ile sürdürülebilirlik açısından başarılı olan şirketleri bir endekste birleştirmeyi ve diğer şirketleri de bu kapsamda motive etmeyi amaçlamıştır. Bu endekste yer alabilmek için; çevre, biyo çeşitlilik ve iklim değişikliklerinden oluşan çevre başlığında toplanan kriterlerin yanı sıra insan hakları, sağlık ve güvenlik sistemlerinden oluşan sosyal kriterlerin ayrıca kurumsal yönetim kriterlerinin sağlanması gerekmektedir (Gündüz, 2021: 142). BIST bünyesinde BIST Sürdürülebilirlik Endeksi 2014 yılından itibaren hesaplanırken, 21 Kasım 2022 tarihinden itibaren BIST Sürdürülebilirlik 25 Endeksi hesaplanmaya başlamıştır. BIST Sürdürülebilirlik 25 Endeksinin oluşturulmasındaki temel amaç, sürdürülebilirlik açısından yüksek performanslı büyük ve likit şirketleri bir endeks çatısında toplamaktır (BIST, 2023).

Bankacılık sektörü açısından sürdürülebilir finans düzenlemeleri değerlendirildiğinde, ulusal ve uluslararası işbirlikleri öne çıkmaktadır. Ulusal düzenlemeler incelendiğinde, 2013 yılında Sürdürülebilir Bankacılık ve Finans Çalışma Grubu Türkiye faaliyete geçmiştir. Bu çalışma grubunun temel amacı, finans sektöründe sürdürülebilirlik ile ilgili farkındalık oluşturmak ve uluslararası ölçekte kabul gören düzenlemeler ile uyumlu kredi ve yatırım araçları geliştirmektir (Yılmaz Komşuoğlu, 2019: 155). Ayrıca Türkiye Bankalar Birliği tarafından 21 Kasım 2014’te Bankacılık Sektörü İçin Sürdürülebilirlik Kılavuzu yayımlanmıştır. Kılavuz finans ve bankacılık sektörü için rehberlik görevi üstlenen tavsiye niteliğindeki hususlardan oluşmaktadır. Kılavuzda bankacılık faaliyetlerinin çevresel ve sosyal etkilerinin iki boyutlu olarak incelenmesi öngörülmektedir. İlk boyut; kredi talebinde bulunan işletmelerin faaliyetlerinden ortaya çıkabilecek çevresel ve sosyal etkilerin bütün bankacılık faaliyetlerinde dikkate alınması ve işletme faaliyetlerinin çevre ve sosyal mevzuatlara uygun olarak gerçekleştirilip gerçekleştirmediğinin kontrol edilmesi gerekliliği olup ikinci boyut ise; talep edilen kredi ile gerçekleştirilecek projenin ortaya çıkarabileceği çevresel ve sosyal ölçekli etki ile risklerin tanımlanması ve yönetilmesi gerekliliğidir. Kılavuzda ayrıca bankacılık sektörünün kendi gerçekleştirdiği faaliyetlere

ilişkin ekolojik etkilerin incelenmesi, takip edilerek azaltıcı önlemlerin alınması ve raporlanması öngörülmektedir. Türkiye’de yeşil bankacılık uygulamalarına ilişkin uluslararası düzenlemelere uyum değerlendirildiğinde ise, Birleşmiş Milletler Çevre Programı Finans Girişimi (UNEP FI) tarafından sunulmuş 22 Eylül 2019’da Birleşmiş Milletler Genel Kurulunda kabul edilen Sorumlu Bankacılık Prensipleri, 130 banka tarafından kabul edilmiş olup bu bankalar arasında 6 Türk bankası da bulunmaktadır (Salihoğlu, 2019: 289).

Türkiye’de yeşil finans uygulamaları bankacılık sektörü tarafından destek görmüştür. Türk bankacılık sektörü 2016 yılından itibaren yaklaşık 2,7 milyar dolar seviyesinde yeşil tahvil ihracı gerçekleştirmiş olup bu tutarın yaklaşık 1,8 milyar dolarlık kısmı pandemi döneminde ihraç edilmiştir (Kanberoğlu ve Aksoy, 2022: 7). Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası, 2016 yılında Türkiye için ilk yeşil tahvil ihracını gerçekleştirmiş olup 2017 yılında gerçekleştirdiği Sermaye Benzeri Sürdürülebilir Tahvil ihracı ise dünyadaki ilk uygulaması olarak kabul edilmektedir. Banka ayrıca 2019 yılında 50 milyon dolarlık yeşil tahvil ihracı daha gerçekleştirmiştir. Sektördeki diğer bankaların ilk kez gerçekleştirdikleri yeşil tahvil ihraçları; Garanti BBVA tarafından 2017 yılında 150 milyon dolar, İş Bankası tarafından 2019 yılında 50 milyon dolar, Akbank tarafından 2020 yılında 50 milyon dolar, Yapı ve Kredi Bankası tarafından 2020 yılında 50 milyon dolar, QNB Finansbank tarafından 2021 yılında 50 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca Akbank tarafından 2021 yılında 500 milyon dolar değerinde Sermaye Benzeri Tahvil ihracı yapılmıştır. Ziraat Bankası tarafından 2021 yılında uluslararası piyasalarda 600 milyon dolar değerinde Sürdürülebilir Eurobond ihracı yapılmış olup bu ihraç aynı zamanda Türkiye’de sermayesinin tümü kamuya ait bir banka tarafından gerçekleştirilen ilk Sürdürülebilir Eurobond ihracı olma özelliği taşımaktadır (Yağcılar Göçmen ve Yılmaz, 2022: 150).

Bankacılık sektörü tahvil ihracı dışında müşterilerine sunmuş olduğu hizmetlerde de yeşil bankacılık uygulamalarını hayata geçirmiştir. Bu kapsamda özel ve kamu bankalarının uyguladıkları bazı yeşil bankacılık faaliyetlerine örnek olarak; yurtdışı kaynaklı fonların başta güneş ve rüzgâr enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji projelerine kullanılması, enerji verimliliği daha fazla olan yeşil binaların inşa edilmesine katkı sağlamak amacıyla yeşil konut kredilerinin daha avantajlı faiz oranları ile kullanılması ayrıca enerji verimliliği kredileri veya yeşil enerji paketi adları ile yatırım, konut veya taşıt finansmanına ilişkin yeşil kredilerin sunulması gösterilebilir (Kuloğlu ve Öncel, 2015: 12-13; Kanberoğlu ve Aksoy, 2022: 7-8)

8. SONUÇ

Sanayileşme, endüstrileşme, makineleşme gibi kavramlar 20. yüzyılın başlarında ortaya çıktığında insanlığın ekonomik ve sosyal refahı açısından

son derece önemli gelişmelere katkı sağlamışlardır. Bu kavramlar sayesinde insanlık her ne kadar ekonomik açıdan gelişme sağlasa da kavramların sosyal hayata olan olumlu etkileri de göz ardı edilmemelidir. İnsanlığın barınmasından ulaşımına kadar ihtiyaç duyduğu birçok araç ve malzeme, sanayileşme sayesinde daha hızlı bir şekilde üretilip, geniş kitlelere ulaşarak, toplumsal refah düzeyini olumlu yönde etkilemiştir. Örneğin ulaşım ve nakliye için motorlu araçların üretilmesi ve kullanımı, insanların daha hızlı ve kitlesel olarak ulaşım sağlamalarına ve ticaret için önem arz eden hammadde ve ürünlerin nakliyesine ve bu yolla ticaret hacminin gelişmesine imkân sağlamıştır. Başlangıçta bu olumlu etkiler, söz konusu kavramların olumsuz etkilerinin göz ardı edilmesine sebep olmuştur. Örneğin ulaşımda ve nakliyede kullanılan araçların, sosyal ve ekonomik hayata sağladığı kolaylıklar, bu araçlardan çıkan gazların çevreye olan olumsuz etkilerinin önüne geçmiş ve dikkate alınmamasına neden olmuştur. Ayrıca sanayileşme ile artan kazanç ve kazancın getirdiği güç, çevreye olan hassasiyeti azaltmıştır. Fabrikaların bacalarının tütmesi, sahibi açısından daha fazla kazancın simgesi iken, çevre için felaketin habercisi olmuştur. İnsanoğlu daha fazla kazanç elde etmek için daha fazla zarar vermeye başlamıştır.

20. yüzyılın sonlarından itibaren sürdürülebilirlik kavramı ekonomik ve sosyal hayatın içerisine entegre edilmeye başlamış, sınırlı olan ekonomik ve doğal kaynakların gelecek nesillerin de hakkı olduğu gerçeğinin farkına varılmıştır. Küresel ısınma, artan çevre kirliliği, iklim değişiklikleri gibi hususlar, bu farkındalığın ortaya çıkmasındaki en önemli değişkenler olmuştur. İnsanoğlu doğaya verdiği zararı telafi etmek için yeşilin önemini anlamıştır.

Finans sistemi de çevreci yaklaşımlardan payını alarak, finansal piyasalarda yeşil renk çevreci yaklaşımların simgesi haline gelmiş ve literatüre dâhil edilmiştir. Birçok geleneksel finansal işlem ve ürün artık, yeşil ile başlayan kelimeler ile ifade edilmeye başlamıştır. Yeşil finans kavramı ön plana çıkmış ve sürdürülebilirliğin finansal piyasalardaki göstergesi haline gelmiştir. Bankacılık işlemleri içerisinde çevre ve doğa dostu işlemler için yeşil bankacılık kavramı kullanılmaya başlarken, piyasalardaki en geleneksel borçlanma araçlarından olan tahvillerin artık yeni bir türü yeşil tahvil olarak isimlendirilmeye başlamıştır.

Finansal piyasalardaki bu yeşil dönüşümden hedeflenen yararın sağlanabilmesi için, çevreye sorumlu faaliyet gerçekleştiren şirketlerin finansal kuruluşlar tarafından öncelikli olarak desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca bu şirketlerin daha uygun koşullarda finansal varlıklar ihraç etmeleri veya finansal kaynaklara ulaşmaları sağlanmalıdır. Bunların yanı sıra sürdürülebilir faaliyet sunan şirketlerin ihraç ettiği menkul kıymetlere yapılacak yatırımlara ilişkin olarak yetkili otoritelerin teşvik edici düzenlemeler getirmesi, yeşil finans sisteminin gelişimine katkı sağlayacaktır.

Yeşil finans uygulamalarından beklenen hedeflere ulaşılabilmesi için bu çevreci yaklaşımların popüler kültürün samimiyetsiz akımlarından birisi olmaması gerekmektedir. Bu nedenle sadece kavramların önüne yeşil kelimesi getirilerek dünyanın mevcut ve gelecek nesiller için daha yaşanabilir bir yer olamayacağını farkına varılması, sürdürülebilir ve çevreci yaklaşımların samimiyetle ele alınarak sosyal sorumluluk bilinci ile uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdullah, N. ve Nayan, M. A. (2020). Green Sukuk: Financing the Future to Sustainable Environment. *International Journal of Zakat And Islamic Philanthropy*, 2(2), 14-23.
- Abubakar, L. ve Handayani, T. (2020). Green Sukuk: Sustainable Financing Instruments for Infrastructure Development in Indonesia. In *1st Borobudur International Symposium on Humanities, Economics And Social Sciences (BIS-HESS 2019)* (Pp. 983-987). Atlantis Press.
- Ak Bingül, B. ve Türk, A. (2019). Türkiye’de Yeşil Bankacılık, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11(20), 81-92.
- Akdağ, V. ve Gözen, M. (2019). Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım ve Finansman Modelleri: Seçilmiş Ülke Örnekleri Üzerinden Bir Değerlendirme. *İzmir Democracy University Social Sciences Journal*, 2(2), 138-172.
- Asutay, M. (2008). Islamic Banking and Finance: Social Failure. *New Horizon*, (169), 1-3.
- Bacanı, B. (2015), *A Systemic View of The Insurance Industry and Sustainable Development: International Developments and Implications for China*, Greening China’s Financial System.
- Barua, S. ve Chiesa, M. (2019). Sustainable Financing Practices Through Green Bonds: What Affects The Funding Size? *Business Strategy And The Environment*, 28(6), 1131-1147.
- BDDK Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı (2021), Sürdürülebilir Finans, <https://www.bddk.org.tr/kurumhakkında/detay/35>
- Bhutta, U. S., Tariq, A., Farrukh, M., Raza, A. ve Iqbal, M. K. (2022). Green Bonds For Sustainable Development: Review of Literature on Development and Impact of Green Bonds. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121378.
- Birleşmiş Milletler Türkiye, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, <https://turkiye.un.org/tr/sdgs>
- BIST, Sürdürülebilirlik Endeksleri, <https://www.borsaistanbul.com/tr/sayfa/165/bist-surdurulebilirlik-endeksleri> (2023).
- Biswas, N. (2011). Sustainable Green Banking Approach: The Need of the Hour. *Business Spectrum*, 1(1), 32-38.
- Boyde, E. (2023), ESG Accounts for 65% of All Flows into European Etf’s in 2022, <https://www.ft.com/content/a3e9d87f-fa6f-4e5e-be6e-e95b42af2fec>
- Chen, J., Siddik, A. B., Zheng, G. W., Masukujaman, M. ve Bekhzod, S. (2022). The Effect of Green Banking Practices on Banks’ Environmental Performance and Green Financing: An Empirical Study. *Energies*, 15(4), 1292.
- Chen, Y. ve Zhao, Z. J. (2021). The Rise of Green Bonds for Sustainable Finance: Global Standards and Issues With The Expanding Chinese Market. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 52, 54-57.
- Climate Bonds Initiative, (2022a), Green Bond Market Hits USD 2tn Milestone at end of Q3 2022 https://www.climatebonds.net/files/releases/mediarelease_q3_green_market_2trillion.pdf
- Climate Bonds Initiative, (2022b), Sustainable Debt Market Summary Q3 2022, https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_susdebtsum_highlq32022_final.pdf

- Climate Bonds Initiative, Types of Green Bonds, <https://www.climatebonds.net/market/explaining-green-bonds>
- Çelikkol, H. ve Özkan, N. (2015). Karbon Piyasaları ve Türkiye Perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (31), 203-222.
- Demir, İ. (2006). Kyoto Protokolü Amaçlarına Ulaşabilme Yolunda Dünya Enerji Kullanımında Meydana Gelebilecek Değişiklikler. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 241-251.
- Demireli, E. ve Hepkorucu, A. (2010). Çevre Finansmanı: Kavramsal Bir Yaklaşımla Karbon Finans Borsası. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(2), 37-48.
- Ehlers, T. ve Packer, F. (2017). Green Bond Finance and Certification. *BIS Quarterly Review*, September.
- Ela, M. (2019). Yeşil Sukuk ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26(1), 221-237.
- ETKB, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019). Yenilenebilir Enerji. <http://www.yegm.gov.tr>
- Falconer, A. ve Stadelmann, M. (2014). What is Climate Finance? Definitions to Improve Tracking and Scale Up Climate Finance. *Climate Policy Initiative*.
- Gladwin, T., J. Kennelly ve T. Krause (1995), Shifting Paradigms for Sustainable Development: Implications for Management Theory And Research, *Academy Of Management Review*, 20(4): 874-907.
- Globalethicalfinance (2022), Green and Sustainability Sukuk Report 2022, https://www.globalethicalfinance.org/wpcontent/uploads/2022/10/financing_a_sustainable_future_web.pdf
- Gündüz, V. (2021), Yeşil Bankacılık, İçinde Tekin, M. ve Mert, G.(Editörler), *Yeşil Yönetim* (137-144), Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Hawken, P. (1993), *The Ecology of Commerce: A Declaration of Sustainability*. New York: Harperbusiness.
- Hayta, A. B. ve Gürbüz, G. B. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma ile Sürdürülebilir Sigortacılık İlişkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(4), 609-619.
- Hong, H., Karolyi, G. A. ve Scheinkman, J. A. (2020). Climate Finance. *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1011-1023.
- Horasan, M. (2021). Karbon Finansı ve Türkiye’de Bu Alanda Atılan Adımlar, İçinde Özker, A.N. (Editör), *İşletme ve İktisadi Bilimler Araştırma ve Teori* (55-73), Livre De Lyon Publishing.
- Höhne, N., Khosla, S., Fekete ve H. Gilbert, A. (2012), *Mapping of Green Finance Delivered by IDFC Members in 2011*. Ecofys.
- International Capital Market Association (2016), *Green Bond Principles*.
- Islam, M. S. ve Das, P. C. (2013). Green Banking Practices in Bangladesh. *IOSR Journal Of Business and Management*, 8(3), 39-44.
- Kanberoglu, Z. ve Aksoy, K. (2022). Yeşil Finansal Araçlar ve Türkiye, https://econanadolu.com/papers/kanberoglu_aksoy_green_f.pdf
- Kandır, S. Y. ve Yakar, S. (2017). Yeşil Tahvil Piyasaları: Türkiye’de Yeşil Tahvil Piyasasının Geliştirilebilmesi İçin Öneriler. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 159-175.
- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto’dan Paris’e Küresel İklim Politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(10), 165-191.
- Kaya, Y. (2017). Paris Anlaşmasını İklim Adaleti Perspektifinden Değerlendirmek. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 14(54), 87-106.
- Kendall, L.T. (2000), *Securitization: A New Era in American Finance*, Edit: Kendall, L. T., & Fishman, M. J., *A Primer On Securitization*. MIT Press.

- Khairunnessa, F., Vazquez-Brust, D. A. ve Yakovleva, N. (2021). A Review of the Recent Developments Of Green Banking in Bangladesh. *Sustainability*, 13(4), 1904.
- Kuloğlu, E. ve Öncel, M. (2015). Yeşil Finans Uygulaması ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 2-19.
- Labatt, S. ve White, R. R. (2002). *Environmental Finance: A Guide to Environmental Risk Assessment and Financial Products* (Vol. 98). John Wiley & Sons.
- Landini, S. (2014). Green Motor Insurance. *Eur. Energy & Envtl. L. Rev.*, 23, 198.
- Levine, R. (2005), Finance And Growth: Theory, Mechanisms And Evidence, in: P. Aghion and S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook Of Economic Growth*, 865-923, Amsterdam: Elsevier.
- Linnenluecke, M. K., Smith, T. ve Mcknight, B. (2016). Environmental Finance: A Research Agenda for Interdisciplinary Finance Research. *Economic Modelling*, 59, 124-130.
- Mckinsey & Company (2022), Global Banking Annual Review 2022.
- Meena, R. (2013). Green Banking: As Initiative for Sustainable Development. *Global Journal of Management and Business Studies*, 3(10), 1181-1186.
- Menteşe, B. (2021). Yeşil Tahvilin Gelişimi ve Türkiye’deki Uygulamaları. *Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 94-117.
- Migliorelli, M. (2021). What Do We Mean By Sustainable Finance? Assessing Existing Frameworks and Policy Risks. *Sustainability*, 13(2), 975.
- Ng, T. H. ve Tao, J. Y. (2016). Bond Financing for Renewable Energy in Asia. *Energy Policy*, 95, 509-517.
- Noh, H. J. (2018). Financial Strategy to Accelerate Green Growth, <https://www.adb.org/publications/financial-strategy-accelerate-green-growth>
- Orçun, Ç. (2019), Yeşil Finansman: Kavramı, Enstrümanları ve Uygulamaları, İçinde Orçun, Ç. ve Sezgin, B. O. (Editörler), *Yeşil İşletmecilik* (91-119), Bursa: Ekin Yayınevi.
- Owusu, P. A. ve Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A Review of Renewable Energy Sources, Sustainability Issues and Climate Change Mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990.
- Özman, H. (2022), Sosyal Sorumluluklara Yönelik Yeni Nesil Fon Türü-Sürdürülebilir (ESG) Yatırım Fonları. *Bankacılık ve Sermaye Piyasası Araştırmaları Dergisi*, 6(13), 1-20.
- Özmen, M. T. (2009). Sera Gazı-Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. *İMO Dergisi*, 453(1), 42-46.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C. ve Kothari, S. (2011). Role of Renewable Energy Sources in Environmental Protection: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513-1524.
- Pearce, D. W., Atkinson, G. D. ve Dubourg, W. R. (1994). *The Economics of Sustainable Development. Annual Review of Energy and the Environment*, 19(1), 457-474.
- Petit, C. A. ve Schlosser, P. (2020). Rationale, Potential and Pitfalls of Green Securitization. Robert Schuman Centre for Advanced Studies Research Paper No. RSCAS, 35.
- Portney, K. E. (2015). *Sustainability*. London, MIT Press.
- Randjelovic, J., O’Rourke, A. R. ve Orsato, R. J. (2003). The Emergence of Green Venture Capital. *Business Strategy and The Environment*, 12(4), 240-253.
- Ravi, S. ve Vikkraman, P. (2012). *Microfinance in India: Challenges and Opportunities*. Int. J. Commer. Manag, 3, 46.
- Ray, P. (2019). Renewable Energy and Sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21, 1517-1533.
- Rennings K. (2000). Redefining Innovation: Eco-Innovationresearch and The Contribution From Ecological Econom-Ics. *Ecological Economics* 32: 319–332.
- RGFT. (2015). *Establishing China’s Green Financial System. People’s Bank of China & United Nations Environment Programme: Beijing, China*.
- Rompotis, G. G. (2022). The ESG Etf’s in The UK. *Journal of Asset Management*, 23(2), 114-129.
- S&P Global, (2019), Frequently Asked Questions, Green Bonds, <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/additional-material/faq-green-bonds.pdf>

- Sakınç, Ö. ve Örencik, İ. (2020), Yeşil Bankacılık ve Türkiye Uygulaması, Akdoğan, A. (Editör), *19. Uluslararası İşletmecilik Kongresi*, 135-147, Kayseri: 23-25 Eylül 2020.
- Salihoglu, E. (2019), Sürdürülebilir Bir Gelecek İçin Yeşil Bankacılıkta Kilometre Taşları: Türkiye Uygulaması, Talas, M. (Editör), *4. Uluslararası Sosyoloji ve Ekonomi Kongresi*, 285-293, Ankara: 21-22 Aralık 2019.
- Saraç, M. ve Karabulut, E. (2021). Doğal ve Sosyal Çevreye Duyarlı Yatırımda Ortaklığa Dayalı Sukuk Modeli. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 15(1), 27-59.
- Schoenmaker, D. (2017). Investing for the Common Good: A Sustainable Finance Framework. *Bruegel Essay And Lecture Series*
- Schoenmaker, D. ve Schramade, W. (2019). *Principles of Sustainable Finance*. Oxford University Press.
- Scholten, B., Cerin, P. ve Hassel, L. (2008). Sustainable Development and Socially Responsible Finance and Investing. *Sustainable Development*, 16(3), 137-140.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Sharma, M. ve Choubey, A. (2022). Green Banking Initiatives: A Qualitative Study on Indian Banking Sector. *Environment, Development And Sustainability*, 24(1), 293-319.
- Shishlov, I., Morel, R. ve Cochran, I. (2016). Beyond Transparency: Unlocking the Full Potential of Green Bonds. *Institute for Climate Economics*, 2016, 1-28.
- SHURA, (2022), *Yeşil Yeni Düzen Bağlamında Türkiye’de Enerji Dönüşümünün Finansmanı*, Sabancı Üniversitesi.
- SPK. (2022), *Borsa Yatırım Fonları*, Yatırımcı Bilgilendirme Kitapçıkları, Ankara.
- Statica (2022), Global ESG ETF Assets From 2006 to February 2022, <https://www.statista.com/statistics/1297487/assets-of-esg-etfs-worldwide/#statisticcontainer>
- Şimşek, O. ve Tunalı, H. (2022). Yeşil Finansman Uygulamalarının Sürdürülebilir Kalkınma Üzerindeki Rolü: Türkiye Projeksiyonu. *Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 16-45.
- Tao, H., Zhuang, S., Xue, R., Cao, W., Tian, J. ve Shan, Y. (2022). Environmental Finance: An Interdisciplinary Review. *Technological Forecasting and Social Change*, 179, 121639.
- Tierney, M. J., Nielson, D. L., Hawkins, D. G., Roberts, J. T., Findley, M. G., Powers, R. M. ve Hicks, R. L. (2011). More Dollars Than Sense: Refining Our Knowledge of Development Finance Using Aiddata. *World Development*, 39(11), 1891-1906.
- Tran, Q. H. (2022). The Impact of Green Finance, Economic Growth and Energy Usage On CO2 Emission in Vietnam—A Multivariate Time Series Analysis. *China Finance Review International*, 12(2), 280-296.
- Turan, N. (2022). Yeni Bir Borç Enstrümanı Olarak Yeşil Tahviller: Global Piyasalar ve Türkiye’deki Mevcut Durum Üzerine Tespitler. *Sayıştay Dergisi*, 33(125), 311-341.
- Turguttopbaş, N. (2020). Sürdürülebilirlik, Yeşil Finans ve İlk Türk Yeşil Tahvil İhracı. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 12(22), 267-283.
- Türkeş, M. (2006). Küresel İklimin Geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik*, 29, 99-107.
- Ullah, M. M. (2013). Green Banking in Bangladesh—A Comparative Analysis. *World Review Of Business Research*, 3(4), 74-83.
- UNEP Finance Initiative, (2007). *Green Financial Products and Services (Report)*, Canada.
- Vivek, C. M., Ramkumar, P., Srividhya, P. K. ve Sivasubramanian, M. (2021). Recent Strategies and Trends in Implanting of Renewable Energy Sources for Sustainability—A Review. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8204-8208.
- Wang, C., Nie, P. Y., Peng, D. H. ve Li, Z. H. (2017). Green Insurance Subsidy for Promoting Clean Production Innovation. *Journal of Cleaner Production*, 148, 111-117.
- Wang, Y. ve Zhi, Q. (2016). The Role of Green Finance in Environmental Protection: Two Aspects of Market Mechanism and Policies. *Energy Procedia*, 104, 311-316.
- Wei, Z., Yuguo, J. ve Jiaping, W. (2015). Greenization of Venture Capital and Green Innovation of Chinese Entity Industry. *Ecological Indicators*, 51, 31-41.

- Winegarden, W. (2019). *Environmental, Social and Governance (ESG) Investing: An Evaluation of the Evidence*. Pacific Research Institute.
- Worldbank, (2015). What Are Green Bonds?, <https://documents1.worldbank.org/curated/en/400251468187810398/pdf/99662-revised-wb-green-bond-box393208b-public.pdf>
- Yağcılar, G. G. ve Yılmaz, F. (2022), Yeşil Tahvil İhracı Duyurularına Pay Senedi Yatırımcılarının Tepkisi: Türkiye'deki Bankaların Yeşil Tahvil İhraçlarına İlişkin Olay Çalışması. *Journal of Business Innovation And Governance*, 5(2), 147-162.
- Yan, L. ve Garcia, P. (2017). Portfolio Investment: Are Commodities Useful? *Journal of Commodity Markets*, 8, 43-55.
- Yavuz, V. A. (2010). Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri/Concept Of Sustainability And Sustainable Production Strategies for Business Practices. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 63-86.
- Yıldırım, O. ve Nuri, F. İ. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 105-143.
- Yılmaz, K. N. (2019), Sürdürülebilirlik Perspektifiyle Finansa Yeni Bir Yaklaşım: Yeşil Finans ve Uygulamaları. *Florya Chronicles of Political Economy*, 5(2), 139-160.
- Yolcu, M. (2022), Yeşil Finans, İçinde Öztürk, S. (Editör), *İşletme Biliminde Yeni Yaklaşımlar* (67-87), Ankara: İKSAD Yayınevi.
- Zengin, B. ve Aksoy, G. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışının Yeşil Pazarlama ve Yeşil Finans Açısından Değerlendirilmesi. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 362-379.
- Ziolo, M., Filipiak, B. Z., Bąk, I., Cheba, K., Tırca, D. M. ve Novo-Corti, I. (2019). Finance, Sustainability and Negative Externalities. An Overview of the European Context. *Sustainability*, 11(15), 4249.

YEŞİL TAHVİL PİYASASI İLE ENERJİ VE GELENEKSEL TAHVİL PİYASASI ARASINDAKİ İLİŞKİ: FREKANSTA NEDENSELLİK ANALİZİ

Arife ÖZDEMİR HÖL¹

1. GİRİŞ

18. ve 19. yüzyıllardaki Sanayi Devrimi'nin ardından ekonomik çıktıdaki üstel büyüme ve nüfus artışı, fosil yakıtlara ve diğer tükenebilir kaynaklara bağımlılığa yol açmıştır. Enerji üretimi, ulaşım, endüstriyel üretim ve hizmetler, gıda üretimi diğer refah iyileştirme araçları sera gazı emisyonlarıyla doğrudan bağlantılıdır. Alternatif enerjinin oluşturulması da dahil olmak üzere bunların azaltılması etkili iklim azaltma ve uyum politikalarının geliştirilmesini gerektirmektedir (Flaherty vd., 2017: 470). Düşük karbonlu bir ekonomiye geçişin sağlanabilmesi için büyük miktarda uzun vadeli finansal kaynağa ve bu amaç için kullanılacak uygun finansal araçlara ihtiyaç vardır (Reboredo vd., 2020: 1). Düşük karbonlu ekonomiye geçiş için gerekli miktarları banka kredilerinden ya da özel borç ve öz sermaye kaynaklarından harekete geçirmek özel yatırımcıların ilgisine rağmen imkânsız olacaktır. Yapılması gereken yatırımın büyük bir bölümünün uzun dönemde geri kazanılabilen yüksek ön sermaye maliyetlerine sahip alt yapı projelerine yapılacağı düşünüldüğünde bu projeleri finanse edebilmek için tahvil kullanmanın zorunlu olacağı ortadır (Sartzetakis, 2021: 763).

Yeşil tahviller (iklim tahvilleri), düşük karbonlu bir ekonomiye geçişi finanse etmek için temel araçlar olarak son birkaç yıldır yoğun bir ilgi görmektedir (Deschryver ve De Mariz; 2020: 1). Yeşil tahviller, "İklim Farkındalık Tahvilleri" şeklinde yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği projelerini finanse etmek için ilk olarak 2007 yılında ihraç edilmiştir (Jiang vd., 2022: 1; Wang vd., 2022: 2134). Çevresel etkileri ve sosyal refahı iyileştirmeye yönelik özel hedefleri olan yeşil tahviller yeni geliştirilen finansal araçlardır (Tang ve Zhang,

¹ Dr. Öğr.Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, ÖRCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9902-9174>, [aозdemir@mehmetakif.edu.tr](mailto:aozdemir@mehmetakif.edu.tr)

2020: 1). Yeşil tahvil, ihraç yoluyla elde edilen sermayenin iklim değişikliğinin hafifletilmesine/uyum sağlanmasına, biyolojik çeşitliliğin korunmasına veya geliştirilmesine, doğal kaynakların korunmasına, kirliliğin önlenmesine ve kontrolüne katkıda bulunmasını gerektiren “gelirlerin kullanımı” kriterleri ile benzersiz bir şekilde tanımlanan özel bir finansal araçtır (Broadstock ve Cheng, 2019: 17). Yeşil tahvillerin ihracı, eski projeleri karbondan arındırmaya ve gelecekteki yeşil projeleri finanse etmeye, karbon nötr bir ekonomiye doğru ilerlemeye yardımcı olacak şekilde yeniden yapılandırmaya yönelik adımlardan biridir (Yadav vd., 2023: 7626). Yeşil tahvillerin kirliliği önlemek ve karbon emisyonlarını azaltmak gibi olumlu bir çevresel fayda sağlaması amaçlanmaktadır (Tang ve Zhang, 2020: 1).

“Yeşil” tahvil kavramının genel kabulüne rağmen, henüz bir tahvilin yeşil statüsünü belirlemek için evrensel olarak tanınan tek bir sistem yoktur. Yeşil tahviller, 2007 Avrupa Yatırım Bankası’nın ihracında olduğu gibi, ihraççı tarafından bu şekilde etiketlenebilir ve teşvik edilebilir; bir dizi yönergeye göre üçüncü bir tarafça resmi olarak onaylanmış veya bir veri sağlayıcı tarafından yeşil olarak etiketlenmiş olabilir (Baker vd., 2018: 1). Tipik olarak, ihraççılar hangi projelerin yeşil proje olarak kabul edildiğini ana hatlarıyla belirtmektedir. Çoğu durumda, ihraççılar, Uluslararası İklim Çevre Araştırma Merkezi gibi bağımsız bir üçüncü taraftan yeşil tahvil çerçevesinin uygunluğuna ilişkin ikinci bir inceleme istemektedir (Baulkaran, 2019: 331-332). Ocak 2014’te Uluslararası Sermaye Piyasaları Birliği (ICMA) tarafından Yeşil Tahvil İlkeleri’nin (GBP) yayınlanmasıyla yeşil tahvil piyasasının bütünlüğü ve şeffaflığı artırılmıştır. GBP, gelirlerinin çevresel etkisini göz önünde bulundurarak, bir tahvilin yeşil olarak etiketlenmesi için küresel standartlaştırılmış kurallar belirlemiştir (Reboredo ve Ugolini, 2020: 25; Ferrer vd., 2021: 2). Ayrıca; İtalya, Oslo, Londra, Meksika, Lüksemburg, Şangay ve Shenzhen gibi borsalarda belirli yeşil tahvil segmentlerinin açılması hem yeşil tahvillerin likiditesini hem de ayırt edici bir finansal araç olarak itibarını artırmaya ve zenginleştirmeye katkıda bulunmuştur (Reboredo, 2018: 38-39; Reboredo ve Ugolini, 2020: 25). 2015 Paris İklim Anlaşması kapsamında geniş bir ülke grubu tarafından üstlenilen, iklime dirençli bir ekonomiye geçişe yönelik küresel taahhüdün ışığında, yeşil tahvil piyasasının çeşitli ihraççılar, yatırım fonları, emeklilik fonları, sigorta şirketleri, küçük ve orta ölçekli kurumlar ve hatta bireysel yatırımcılar dahil olmak üzere geniş bir yatırımcı yelpazesinin ilgisini çekerek gelişmesi beklenmektedir (Reboredo, 2018: 38-39). Ayrıca, yeşil tahvil piyasaları dünya çapında geliştiği için, gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilirlik odaklı ekonomilere geçişlerini hızlandırmalarına ve böylece küresel sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmalarına yardımcı olmaktadır (Gao vd., 2021: 1).

Yeşil tahviller, fiyatlandırma ve derecelendirme açısından geleneksel şirket ve devlet tahvillerine benzeyen, ancak gelirlerinin ihraççı tarafından

çevresel fayda sağlayan projeler için tahsis edilmesi özelliğine sahip, nispeten yeni bir sabit getirili varlık sınıfıdır (Reboredo, 2018: 38-39). Üçüncü bir şahıs tarafından yayınlanan raporlarla garanti edilen bir tahvil izahnamesinde yansıtılan yeşil yapıları yeşil tahvilleri geleneksel tahvillerden ayıran en temel farktır (Reboredo vd., 2020: 1). Yeşil tahvillerin giderek daha sofistike ve sürdürülebilir bir finansal araç olarak sürekli gelişimi, geleneksel varlıklardaki portföyleri çeşitlendirerek, bireysel ve kurumsal yatırımcılara, özellikle çevreye duyarlı yatırımcılara önemli yatırım fırsatları sağlamaktadır (Jiang vd., 2022: 1). Yeşil tahviller, yalnızca çevreye duyarlı yatırımcılar tarafından değil, aynı zamanda iklim değişikliğinin hükümet politikaları ve şirketler için iklimle ilgili riskin potansiyel olarak önemli etkisinin farkına varan yatırımcılar tarafından da popülerlik kazanan köklü bir sürdürülebilir yatırım aracı haline gelmektedir (Reboredo, 2018: 38-39). Ayrıca, yatırımcılar ve firmalar, geleneksel menkul kıymetlere yaptıkları yatırımlarla ilgili olarak halihazırda önemli risklere maruz kalmışlardır (Yadav vd., 2023: 7626). Bu yüzden, risk yönetimi ve portföy çeşitlendirmesi açısından taşıdığı önemin yanı sıra, yeşil tahviller iklim değişikliği ile mücadelede vazgeçilmez bir araç haline gelmektedir (Ferrer vd., 2021: 2).

Diğer tüm finansal varlıklarla aynı değerlendirme modelleri kullanılarak fiyatlandırılan yeşil tahvillerin fiyatı, piyasa risk algısından ve faiz oranlarındaki dalgalanmalara bağlı iskonto oranlarındaki değişimlerden etkilenmektedir. Bu ortak fiyatlandırma faktörleri, yeşil tahvil fiyatları ile geleneksel tahvillerin ve diğer finansal varlıkların fiyatları arasında yakın bir bağlantıya yol açmaktadır (Ferrer vd., 2021: 2). Yeşil tahvillerde bir tür tahvil olduğu için geleneksel tahviller ile yeşil tahviller arasındaki ilişkinin yönünün araştırılması birbirine benzeyen bu iki varlığın birlikte hareket edip etmediğinin anlaşılabilmesi açısından oldukça önemlidir. Çevreyi desteklemek isteyen yatırımcıların tercih ettikleri bir diğer finansal varlık ise temiz enerji şirketlerinin pay senetleridir. Yeşil tahviller ve temiz enerji pay senetlerinin ikisi de yeşil proje ve şirketleri desteklemenin bir yolu olarak çevreye duyarlı yatırımcılar tarafından tercih edilmektedir. Bu anlamda bu iki piyasa arasındaki ilişkinin yönünün belirlenmesi portföy çeşitlendirme ve riskten korunma stratejilerinin belirlenebilmesi açısından önemli olmaktadır. Ayrıca yeşil tahvillerin enerji piyasası ile ilişkisinin araştırılması da yeşil tahvillerin enerji piyasasında faaliyet gösteren diğer işletmelerle ilişkisinin belirlenebilmesi için gereklidir. Yapılan literatür taraması sonucunda araştırmada kullanılan değişkenleri dikkate alarak yapılan çalışma sayısının sınırlı olduğu ve çalışmaların volatilité yayılımına odaklandığı görülmüştür. Bu yüzden çalışmada seçilen değişkenler arasındaki ilişkinin yönü farklı zaman ufuklarında araştırılmaktadır. Çalışmada yatırımcıların hem portföy çeşitlendirme ve riskten korunma aracı olarak kullanabilecekleri hem de çevre dostu projeleri ve firmaları desteklemek için tercih edebilecekleri faydalı

bir alternatif yatırım aracı olan yeşil tahvillerin farklı frekanslarda geleneksel tahviller, temiz enerji pay senedi ve enerji piyasası ile ilişkisi araştırılmaktadır. Bu ilişkiyi araştırabilmek için Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik Testi kullanılmıştır. Yapılan çalışma ile yatırımcılara, portföy yöneticilerine, riskten korunma stratejileri oluşturmak isteyenlere alacakları kararlarda yardımcı olabilmek amaçlanmaktadır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yapılan literatür taramasına yer verildikten sonra kullanılan analiz yöntemi anlatılacaktır. Daha sonra yapılan analiz sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilecek ve çalışmanın sonuç ve değerlendirme bölümünde analiz sonucunda ulaşılan bulgular önceki çalışmalar doğrultusunda yorumlanacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Son dönemlerde küresel iklim değişikliğine ilişkin hassasiyetin artması ile birlikte yenilenebilir enerji kullanmanın gerekliliği ortaya çıkmış ve yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemek, bu yatırımlara finansman kaynağı sağlamak için yeni finansal araçlar ortaya çıkmıştır. Bu finansal araçlardan biri olan yeşil tahviller ile ilgili ilk çalışmalar yeşil tahvillere ilişkin teorik bilgilere odaklanmıştır. Ancak yenilenebilir enerji varlıklarına olan ilginin artmasıyla birlikte yeşil tahviller kamu ve özel sektör başta olmak üzere yatırımcıların, akademisyenlerin, araştırmacıların ilgisini çekmiş ve yeşil tahvillere ilişkin artan bu ilgiye bağlı olarak literatürde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde yapılan literatür araştırması sonucunda ulaşılan yeşil tahvillerin volatilité yapısını, diğer finansal varlıklarla ilişkisini araştıran çalışmalara yer verilecektir. Yeşil tahvil piyasasının volatilité davranışını analiz eden ilk çalışma Pham (2016) tarafından çok değişkenli GARCH modeli kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda geleneksel tahvil piyasasından yeşil tahvil piyasasına doğru zaman içinde değişen bir şok yayılımı olduğunu gözlemlemiştir. Literatürde dikkat çeken bir diğer çalışma ise Reboredo (2018) tarafından yapılmıştır. Finansal piyasalar ile yeşil tahviller arasındaki bağımlılığını ve bu bağımlılığın fiyat yayımları üzerindeki etkisini araştıran Reboredo (2018) yeşil tahvil piyasasının şirket ve hazine bonosu piyasalarıyla eşleştiğini, pay senedi ve enerji emtia piyasalarıyla zayıf bir şekilde birlikte hareket ettiğini belirlemiştir. Yeşil tahvillerin pay senedi ve enerji piyasalarındaki yatırımcılar için çeşitlendirme faydalarının oldukça fazla olduğunu, kurumsal ve hazine piyasalarındaki yatırımcılar için ihmal edilebilir çeşitlendirme faydaları sağladığını gözlemlemiştir. Ayrıca yeşil tahvillerin kurumsal ve hazine sabit getirili piyasalarından kaynaklanan önemli fiyat taşmalarından etkilendiğini, pay senedi ve enerji piyasalarındaki dalgalanmaların ise yeşil tahvil fiyatları üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Yeşil ve siyah tahvil piyasaları arasındaki korelasyon modellerinin belirleyicilerini araştırdıkları çalışmalarında Broadstock ve Cheng (2019), yeşil ve siyah tahviller arasındaki

bağlantının ekonomi politika belirsizliğine, finansal piyasa oynaklığındaki değişikliklere, petrol fiyatları ve yeşil tahvillere yönelik olumlu ve olumsuz haberlere, günlük ekonomik aktiviteye bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Pay senedi ve yeşil tahvil piyasaları arasındaki oynaklık dinamiklerini ve yayılmalarını analiz ettikleri çalışmalarında Park vd. (2020), yeşil tahvillerin asimetrik oynaklık fenomeni sergilemesine rağmen, pay senedinin aksine oynaklığının pozitif getiri şoklarına duyarlı olduğunu belirlemişlerdir. Yeşil tahvil ve pay senedi piyasaları arasındaki ilişkinin analizi, iki piyasanın da bazı volatiliteler yayılma etkilerine sahip olmasına rağmen, diğer piyasadaki olumsuz şoklara önemli ölçüde yanıt vermediğini göstermiştir. S&P 500 Endeksi ve S&P 500 Yeşil Tahvil Endeksi arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi araştıran Nur ve Ege (2022), yaptıkları volatiliteler tahminlemesi sonucunda endekslerde farklı tarihlerde volatiliteler kümelenmesi olduğunu, endeksler arasında volatiliteler yayılımının bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Daha sonra endeksler arasındaki eşbütünlük ve nedensellik ilişkisini araştırmışlar ve endekslerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini, S&P 500 Endeksi'nden S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca S&P 500'de ortaya çıkan bir şokun S&P Yeşil Tahvil Endeksi'nde negatif yönlü kalıcı bir etki yarattığı sonucuna ulaşmışlardır.

Özellikle ekonomik gerileme döneminde yeşil ve geleneksel varlıklar arasındaki bağlantıyı araştıran Abakah vd. (2022), Covid-19 döneminde yatırımcıların pay senedi ve emtia fiyatlarındaki düşüş nedeniyle yatırımlarını sabit getirili varlıklara kaydırmasıyla yeşil tahviller ile geleneksel varlık sınıfları arasındaki bağlantının arttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca yeşil tahvillerin ihraç, risk ve yönetim açısından benzerlikler paylaştıklarından hazine tahvilleri, toplam tahviller ve tahvil endeksi ile güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu belirlemişlerdir. Bileşik endeks ve enerji tahvilinin fiyatlarının yeşil tahvil piyasası üzerinde önemli bir etkisi bulunmadığını bu yüzden de aralarındaki bağlantının zayıf olduğunu da gözlemlemişlerdir. Yeşil tahvil ile geleneksel varlık sınıfları arasındaki ilişkiyi araştıran bir diğer çalışma Hung (2021) tarafından yapılmıştır. Hung (2021) çalışmasında hem zamanla değişen kopula hem de transfer entropi modellerini kullanmış olup yeşil tahvillerin ve diğer varlıkların koşullu zamanla değişen bağımlılığa sahip olduğunu; ancak bağımlılığın nispeten düşük olduğunu gözlemlemiştir. Covid-19 salgınına dikkate alarak geleneksel pay senedi, emtia ve Forex yatırımları için yeşil tahvillerin güvenli liman olma potansiyelini araştıran Arif vd. (2022) farklı piyasa koşullarında iki varlık arasındaki dinamik ilişkiyi daha iyi anlamak için çapraz nicelogram yaklaşımını kullanmışlardır. Yaptıkları analiz sonucunda yeşil tahvil endeksinin döviz ve emtia yatırımları için bir riskten korunma ve güvenli liman aracı olarak kullanılabileceğini, orta ve uzun dönemli pay senedi yatırımcıları için çeşitlendirici bir varlık olarak hizmet

edebileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, pandemi döneminin alt örneklem analizi, yeşil tahvil endeksi ile geleneksel yatırım getirileri arasında artan kısa ve orta vadeli gecikme ilişkisini göstermiştir. Çapraz nicelogram yaklaşımını kullanan bir diğer çalışma da Naeem vd. (2021a) tarafından yeşil tahviller ve emtialar arasındaki asimetrik ilişkiyi araştırmak için yapılmıştır. Çalışmaları sonucunda enerji, metaller ve tarım dahil olmak üzere üç mal gruplarına yanıt olarak yeşil tahvillerin asimetrik davranışlar sergilediğini, yeşil tahvilleri emtia portföyüne dahil etmenin riskten korunma ve çeşitlendirme faydası sağladığını belirlemişlerdir. Yüksek volatilité dönemlerinde emtia ile korelasyon olmaması veya negatif korelasyon ile tanımlanan yeşil tahvillerin doğal gaz, bazı endüstriyel metaller ve tarımsal emtia dalgalanmalarına karşı en güçlü korunmayı sağlayacağını belirlemişlerdir.

Yeşil tahvil ve finansal piyasalar arasındaki fiyat bağlantısını çok değişkenli bağımlılığı ve ağ bağlantılarını hesaba katan yapısal bir VAR modeliyle araştıran Reboredo ve Ugolini (2020) çalışmalarında yeşil tahvil piyasasının sabit getirili ve döviz piyasalarıyla yakından bağlantılı olduğunu, bu piyasalardan oldukça büyük fiyat yayılmaları aldığını ve bu değişkenlere ihmal edilebilir düzeyde yayılmalar ilettiğini belirlemişlerdir. Ayrıca yeşil tahvil piyasasının enerji, pay senedi ve yüksek getirili şirket tahvili piyasalarına zayıf bir şekilde bağlı olduğunu da gözlemlemişlerdir. Çalışmadan elde edilen bu sonuç Reboredo (2018) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Gao vd. (2021), Çin'in yeşil tahvil ve ana finansal piyasaları arasındaki getiri ve volatilité yayılımlarını DCC-GJRGARCH modeliyle araştırdıkları çalışmalarında yeşil tahvil piyasası ile geleneksel tahvil piyasaları arasında önemli iki yönlü risk yayılmaları bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca yeşil tahvil piyasasının emtia ve pay senedi piyasalarından tek yönlü risk taşmasına maruz kaldığını belirlemişlerdir. Yeşil piyasalar ve emtialar arasındaki risk aktarımını DCC-GARCH ve TVP-VAR modeliyle araştıran Naeem vd. (2022a), yeşil piyasaların ve emtiaların grup içi kümelenmenin gruplar arası bağlantılılığa hakim olduğu zayıf bir şekilde örülmüş bir bağlantılılık alanı oluşturduğunu gözlemlemişlerdir. Temiz enerji piyasalarının ve değerli metallerin ilgili piyasalar için iki ayrı bağlantılılık grubu oluşturduğunu; ancak doğal gaz, ham petrol ve buğdayın şoklara kayıtsız kalarak düşük risk taşıma özellikleri nedeniyle çeşitlendirici olma potansiyelleri bulunduğunu belirlemişlerdir.

Yeşil tahviller ve çeşitli finansal varlıklar arasındaki ağ bağlantısını dalgacık tutarlılığı temelinde farklı zaman ölçeklerinde araştıran Reboredo vd. (2020), çalışmalarında yeşil tahviller ile hazine ve şirket tahvilleri arasında kısa ve uzun vadede hem AB'de hem de ABD'de güçlü bir bağlantı olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu varlıklardan yeşil tahvil piyasasına önemli ölçüde yayılma bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Aynı şekilde, farklı zaman ölçeklerinde yeşil tahvillerin yüksek getirili şirket tahvili, enerji varlıkları ve pay senedi ile

zayıf bir şekilde bağlantılı olduğunu gözlemlemişlerdir. Yuvarlanan pencere dalgacık korelasyon yaklaşımını kullanarak zaman içinde farklı frekanslarda varlık çiftleri arasındaki korelasyonun dinamik özelliklerini araştıran Nguyen vd. (2021), çalışmalarında yeşil tahviller ile pay senetleri, emtialar, temiz enerji ve geleneksel tahviller dahil olmak üzere diğer varlık piyasaları arasındaki karşılıklı ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmaları sonucunda emtialar, pay senetleri ve temiz enerji arasındaki ortak hareketin nispeten yüksek olduğunu, emtialar ve pay senetleri ile düşük veya negatif korelasyonundan dolayı yeşil tahvillerin çeşitlendirme faydasının önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Yeşil tahviller ve emtialar arasındaki asimetric bağlılığı zaman ve frekans alanında incelemek için Diebold ve Yılmaz (2014), Baruník ve Křehlík (2018) yayılma çerçevelerini kullanan Naeem vd. (2021b) çalışmalarında varlıklar arasında zaman ve farklı frekans döngüleri boyunca asimetric yayılmaların kanıtlarını ortaya koymuşlardır. Analiz sonucunda dönemler ne olursa olsun gümüş ve altının yeşil tahvillerle en güçlü bağlantıya sahip olduğunu, yayılmanın aynı sınıftaki emtialar için daha güçlü olduğunu belirlemişlerdir. Ham petrolün, uzun vadede yeşil tahvillerle güçlü bir bağlantı sergilediğini, pozitif getiri yayılmasının kısa vadede daha güçlü olduğunu, negatif getiri yayılmasının ise her iki dönemde de önemli ölçüde korunduğunu; ancak kısa vadede daha belirgin olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı yöntemleri kullanarak Covid-19'un yeşil tahviller ve diğer finansal varlıklar arasındaki zaman frekans bağlantısını araştıran Naeem vd. (2021c), yeşil tahvillerin özellikle USD Endeksi ve tahvil endeksi ile güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu, genel ağda büyük bir ağırlığa sahip olduğunu bulmuşlardır. Araştırma sonucunda finansal varlıkların yeşil tahvillerle heterojen bir ilişkiye sahip olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Yadav vd. (2023) ise aynı yöntemleri kullanarak yeşil tahvilin enerji, kripto ve karbon piyasalarıyla bağlantısını araştırdıkları çalışmalarında enerji piyasasının diğer varlık sınıflarından elde edilen en yüksek bağlantılılığa sahip olduğu, Bitcoin'in ise en az bağlantılılığa sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, kısa dönemin orta ve uzun vadeye göre daha az bağlantılılığa sahip olduğunu bu yüzden de risk aktarımının farklı ölçeklerde heterojen olduğunu ortaya koymuşlardır. Zaman ve frekanslarda yönlü bağlantılılığı araştıran bir diğer çalışma Ferrer vd. (2021) tarafından yapılmıştır. Baruník ve Křehlík (2018) tarafından önerilen bağlantılılık metodolojisinin kullanıldığı çalışmada küresel yeşil tahvil piyasası ile enerji ve geleneksel finans piyasaları arasındaki bağlantının esasında daha kısa zaman ufuklarında meydana geldiği ve şokların bir haftadan kısa sürede piyasalar arasında hızla yayıldığı tespit edilmiştir. Yeşil tahviller ile hazine ve yatırım sınıfı şirket tahvilleri arasında, temelde paylaştıkları çok sayıda özellik nedeniyle, getiri ve oynaklıkta güçlü bir bağlantı gözlemlemişlerdir. Bu sonuç, yeşil sabit getirili menkul kıymetlerin devlet ve yüksek kaliteli şirket tahvillerinin performansını yakından

yansıttığını, farklı bir varlık sınıfı olmadığını göstermektedir. Buna karşılık, yeşil tahvil piyasası ile yenilenebilir enerji pay senedi sektörü, genel borsa ve ham petrol piyasası arasında dikkate alınan zaman ufkundan bağımsız olarak oldukça sınırlı bir bağlantı gözlemlenmiştir. Yeşil tahvillerin geleneksel varlıklarla birlikte kullanıldığında riskten korunma sağlayıp sağlamayacağını nicelik bağlantılılık yaklaşımını kullanarak araştıran Naeem vd. (2022b), ikili risk yayımları için yeşil tahvillerin oynaklık çok düşük olduğunda daha fazla çeşitlendirme sağlayacağını ve çeşitlendirme faydasının Covid-19 döneminde arttığını tespit etmişlerdir. Yeşil tahviller ve konvansiyonel tahviller arasındaki güçlü çift yönlü risk yayımları, yeşil tahvillerin geleneksel tahvillere iyi bir alternatif olarak kabul edilebileceğini, özellikle enerji ve tarımda çeşitlendirme potansiyelinden yararlanılabileceğini göstermiştir. Farklı frekans bağlantılılığını ve çapraz niceliksel bağımlılığı kullanarak yeşil tahvil ve yeşil pay senedi piyasaları arasındaki ilişkiyi araştıran Pham (2021) çalışmasında normal piyasa koşullarında yeşil tahvil ve yeşil pay senedi arasındaki bağımlılığın nispeten küçük olduğunu, aşırı piyasa hareketlerinde iki piyasanın daha bağlantılı olduğunu gözlemlenmiştir. Ayrıca, tüm piyasa koşullarında orta ve uzun vadeli yatırım ufuklarında bağlantılılık derecesi dağıldığından, yeşil tahvil ve yeşil pay senedi arasındaki yayılma etkilerinin kısa ömürlü olduğunu tespit etmiştir. Liu vd. (2021) kopula modelleri ve koşullu riske maruz değer (CoVar) yöntemini kullanarak yeşil tahviller ile küresel ve sektörel temiz enerji piyasaları arasındaki dinamik bağımlılık yapısını ve risk yayımlarını araştırdıkları çalışmalarında yeşil tahviller ile temiz enerji piyasaları arasında pozitif zamanla değişen ortalama ve kuyruk bağımlılığı bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yeşil tahvil piyasası üzerinde temiz enerji borsasındaki aşırı aşağı ve yukarı hareketlerin yayılma etkisinin bulunduğunu, bu durumun tersinin de geçerli olduğunu ve bu piyasalar arasındaki risk yayılımının asimetric olduğunu gözlemlenmiştir. Yeşil tahviller ile enerji piyasaları, borsalar ve geleneksel tahviller dahil olmak üzere diğer varlık sınıfları arasındaki kuyruk bağımlılığını araştıran bir diğer çalışma Pham ve Nguyen (2021) tarafından çapraz kantilogram yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Yaptıkları analizler sonucunda aşırı ve normal piyasa koşullarında varlık sınıfları ile yeşil tahviller arasındaki yayılmanın nicelik dilimleri arasında büyük farklılık gösterdiğini, yeşil tahvillerin geleneksel tahvil piyasalarından, özellikle şirket ve hazine tahvili piyasalarından önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Beş enerji piyasası ile yeşil tahviller arasındaki asimetric ve aşırı kuyruk bağımlılığını zamanla değişen optimal bir kopula modeli kullanarak inceleyen Naeem vd. (2021d), enerji piyasaları ve yeşil tahviller arasında çoklu kuyruk bağımlılık rejimlerinin varlığını gözlemlenmiştir. Yeşil tahviller ve doğal gaz için aşırı derecede pozitif bir kuyruk bağımlılığı söz konusuysen yeşil tahviller

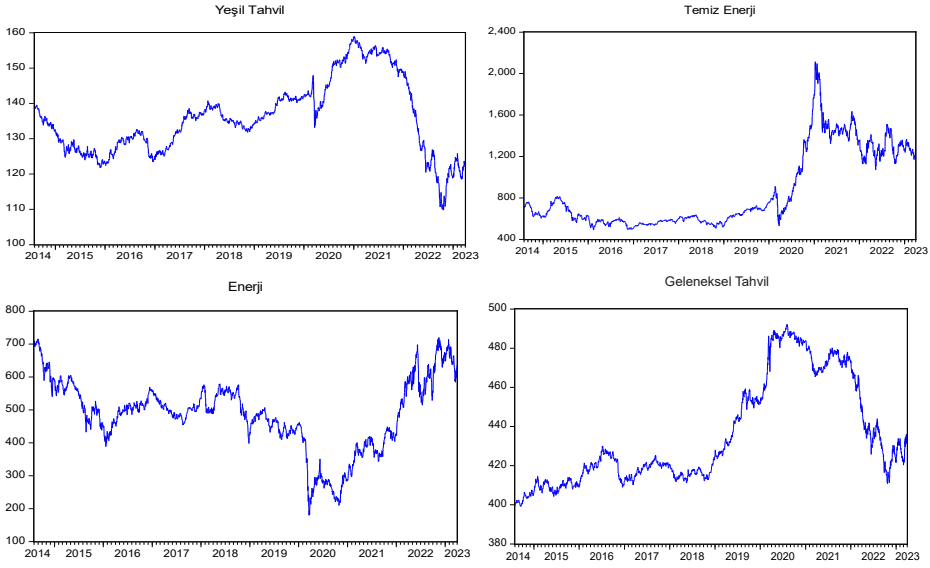
ve dört enerji ürünü (ham petrol, benzin, ısıtma yağı ve kömür) arasında aşırı derecede negatif bir kuyruk bağımlılığı tespit etmişlerdir.

3. VERİ SETİ, METODOLOJİ VE BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde yeşil tahvil piyasası ile enerji piyasası ve geleneksel tahvil piyasası arasındaki ilişkiyi inceleyebilmek için kullanılan veri seti tanıtılacak, kullanılan analiz yöntemi anlatılacak ve yapılan analiz sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilecektir.

3.1. Veri Seti

Yeşil tahvil piyasası ile enerji piyasası ve geleneksel tahvil piyasası arasındaki ilişkileri inceleyebilmek için yeşil tahvil piyasasını temsilen S&P Yeşil Tahvil Endeksi kullanılmıştır. S&P Yeşil Tahvil Endeksi İklim Tahvilleri Girişimi (CBI) tarafından “yeşil” olarak etiketlenen, küresel olarak ihraç edilen, Uygunluk Kriterleri ve Alt Endeks Kurallarındaki kriterleri karşılayan tahvillerden oluşan endekstir. Yeşil etiketli bir tahvil geliri çevre dostu projelerin finansmanında kullanılan bir tahvildir (S&P Dow Jones Indices, 2023a). S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi temiz enerji pay piyasasını temsilen seçilmiştir. S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi, hedef bileşen sayısı 100 olan hem gelişmiş hem de gelişmekte olan pazarlardan güneş, hidro, rüzgâr, biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklardan enerji üreten işletmelerle birlikte temiz teknoloji üreten ve sağlayan işletmelerin performansını ölçmek için oluşturulmuştur (S&P Dow Jones Indices, 2023b). S&P 500 Enerji Endeksi de enerji piyasasını temsilen kullanılmıştır. S&P 500 Enerji Endeksi, S&P 500’de yer alan ve GICS® (Küresel Endüstri Sınıflandırma Standardı) enerji sektörünün üyeleri olarak sınıflandırılan şirketleri kapsamaktadır (S&P Dow Jones Indices, 2023c). Geleneksel tahvil piyasasını temsilen ise S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi kullanılmıştır. S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi, ABD Hazine Tahvili piyasasının performansını ölçmeyi amaçlayan geniş, kapsamlı, piyasa değeri ağırlıklı bir endekstir (S&P Dow Jones Indices, 2023d). Çalışmada 31.07.2014-31.03.2023 dönemine ait veriler kullanılmış olup veriler “spglobal.com” adresinden elde edilmiştir. Çalışmada yeşil tahvil piyasası ile enerji piyasaları ve geleneksel tahvil piyasası arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik Testi yapılmıştır. Analize başlamadan önce çalışmada kullanılan değişkenlerin düzey değerlerine ilişkin zaman yolu grafikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 1: Değişkenlere Ait Zaman Yolu Grafikleri

Şekil 1'de verilen S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne ait grafikte 2019 yılının sonlarında bir düşüş yaşanmakla birlikte bu düşüşün kısa süreli olduğu endeksin tekrardan yükseliş eğilimine girdiği görülmektedir. 2021 yılının sonundan 2022 yılının sonuna kadar düşüş eğiliminde olduğu ve 2022 yılından sonra ise tekrardan yükseliş eğilime girdiği görülmektedir. S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi de S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne benzer bir yapı sergilemektedir. S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi ise 2014 yılından 2019 yılına kadar yatay bir seyirde hareket ederken 2020 yılının başında bir düşüş yaşamış ve daha sonra 2021 yılının başlarında düşüş eğilime geçmiştir. S&P 500 Enerji Endeksi'nin grafiğine bakıldığında ise 2014 yılından 2015 yılının başına kadar bir düşüş eğilimi gözlemlenirken 2015 ve 2019 yılları arasında bu endeksin yatay seyrettiği 2019 yılının sonlarına doğru keskin bir düşüş yaşadığı ve daha sonra yükseliş trendine girdiği görülmektedir. Grafiklerden S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi hariç diğer endekslerin 2019 yılında yaşanan Covid-19 pandemisinden etkilendiği görülmektedir. Bu durum belirsizlik dönemlerinde sabit getirili geleneksel tahvillerin tercih edildiğini göstermektedir. Çalışmada analize tabi tutulan değişkenlerin zaman serisi özelliklerini belirleyebilmek için aşağıda yer alan Tablo 1'de değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri sunulmuştur.

Tablo 1: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Yeşil Tahvil	Temiz Enerji	Enerji	Geleneksel Tahvil
Ortalama	135.7025	857.0915	486.3205	435.5230
Medyan	135.0700	668.6100	497.3050	423.5800
Maksimum	158.9900	2113.520	720.1600	492.2600
Minimum	109.8000	492.8100	179.9400	399.1700
Standart Sapma	10.4799	369.6648	107.3531	26.7031
Çarpıklık	0.3236	1.0665	-0.4096	0.7322
Basıklık	2.5154	2.9213	3.1037	2.0822
Jarque-Bera	86.2468	601.0267	89.9508	394.0707
Gözlem Sayısı	3166	3166	3166	3166

Tablo 1’de sunulan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere bakıldığında zaman S&P 500 Enerji Endeksi’nin negatif ve sola çarpık olduğu, diğer değişkenlerin ise pozitif ve sağa çarpık olduğu görülmektedir. Değişkenlerin basıklık değerlerine bakıldığında zaman bu değişkenlerin sivri bir dağılım sergilediği görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinden değişkenlerin normale yakın bir dağılım özelliğine sahip olmalarına karşın Jarque-Bera test istatistiği sonuçları değişkenlerin normal dağılım sergilemediğini göstermektedir.

3.2. Metodoloji

Çalışmada yeşil tahvil piyasası ile enerji piyasası ve geleneksel tahvil piyasası arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik testi uygulanmıştır. Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik testi Granger (1969), Geweke (1982) ve Hosoya (1991) çalışmalarında yer alan prosedürleri dikkate almaktadır. İlk olarak, $t = 1, \dots, T$ zaman boyutunu ifade etmek üzere $z_t = [x_t, y_t]'$ iki boyutlu bir zaman serisi vektörünü göstermekte z_t 'nin sonlu dereceli bir VAR temsiline sahip olduğu varsayılmaktadır:

$$\Theta(L) z_t = \varepsilon_t \quad (1)$$

Denklemden $\Theta(L) = I - \theta_1 L - \dots - \theta_p L^p$ 2×2 boyutlu gecikme polinomu ve $L^k z_t = z_{t-k}$ şeklinde gösterilmektedir. Denklemden yer alan ε_t beyaz gürültü olarak tanımlanan hata vektörünü göstermekte $E(\varepsilon_t) = 0$ ve varyansı $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma$ olmak üzere Σ pozitif tanımlı bir matristir. G , Cholesky ayrıştırmasının alt üçgen matrisi olmak üzere $G'G = \Sigma^{-1}$ ve beklenen değeri $E(\eta_t \eta_t') = I$ ve eşitlikte $\eta_t = G\varepsilon_t$ 'dir. Sistemin durağan olduğu varsayımında sistemin hareketli ortalaması (MA) şu şekilde gösterilmektedir:

$$\begin{aligned}
z_t &= \Phi(L)\varepsilon_t = \begin{bmatrix} \Phi_{11}(L) & \Phi_{12}(L) \\ \Phi_{21}(L) & \Phi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \\
&= \Psi(L)\eta_t = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & \Psi_{12}(L) \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{bmatrix}
\end{aligned} \tag{2}$$

Denklemden $\Phi(L) = \Theta(L)^{-1}$ ve $\Psi(L) = \Phi(L)G^{-1}$ şeklindedir. Bu denklemler aracılığıyla x_t 'nin spektral yoğunluğu aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$f_x(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left\{ |\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2 + |\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2 \right\} \tag{3}$$

Geweke (1982) ve Hosoya (1991) çalışmalarında önerilen nedensellik ölçüsü aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$\begin{aligned}
M_{y \rightarrow x}(\omega) &= \log \left[\frac{2\pi f_x(\omega)}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] \\
&= \log \left[1 + \frac{|\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right]
\end{aligned} \tag{4}$$

Eğer $|\Psi_{12}(e^{-i\omega})| = 0$ ise ω frekansında y değişkeninden x değişkenine doğru Granger nedenselliği bulunmayacaktır. Breitung ve Candelon (2006) ω frekansında y değişkeninden x değişkenine doğru Granger nedenselliği yoktur sıfır hipotezini test etmek için daha basit bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Sıfır hipotezi $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ şeklinde gösterilmekte $\Psi(L) = \Theta(L)^{-1}G^{-1}$ ve $\Psi_{12}(L) = -\frac{g^{22}\Theta_{12}(L)}{|\Theta(L)|}$ olarak tanımlanmaktadır. g^{22} G^{-1} 'in alt çapraz köşegen elemanı ve $|\Theta(L)|$, $\Theta(L)$ 'nin determinantıdır. y , ω frekansında x 'in Granger nedeni değilse aşağıdaki denklem ortaya çıkar.

$$|\Theta_{12}(e^{-i\omega})| = \left| \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) - \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) i \right| = 0, \tag{5}$$

Denklemden yer alan $\theta_{12,k}$ Θ_k 'nin (1,2) elemanıdır. Sonuç olarak gereken koşullar aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$|\Theta_{12}(e^{-i\omega})| = 0 \text{ olduğunda}$$

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) = 0, \tag{6}$$

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) = 0, \tag{7}$$

Yaklaşım yukarıda denklemlerde yer alan koşullara dayanmaktadır. Denklemi basitleştirmek için $\alpha_j = \theta_{11,j}$ ve $\beta_j = \theta_{12,j}$ şeklinde yazılırsa x_t için VAR denklemi aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_{1t} \quad (8)$$

$M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ hipotezi aşağıdaki doğrusal kısıtlama ile eşdeğerdir.

$$H_0: R(\omega)\beta = 0, \quad (9)$$

Denklemden $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_p]'$ ve $R(\omega)$ aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$R(\omega) = \begin{bmatrix} \cos(\omega) & \cos(2\omega) & \dots & \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) & \sin(2\omega) & \dots & \sin(p\omega) \end{bmatrix} \quad (10)$$

Bu kısıtlamalar doğrultusunda F testi kullanılarak nedensellik yoktur sıfır hipotezini test etmek için F testi kullanılabilir. F istatistiği $\omega \in (0, \pi)$ için F (2, T-2p) şeklinde dağılım göstermektedir (Breitung ve Candelon, 2006: 364-367).

3.3. Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde yeşil tahvil piyasası ile enerji piyasası ve geleneksel tahvil piyasası arasındaki nedensellik ilişkisini belirleyebilmek için yapılan Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik testi sonucunda ulaşılan bulgulara yer verilecektir. Analize başlamadan önce serilerin birim kök içerip içermediğinin belirlenebilmesi için geleneksel birim kök testlerinden Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri yapılmış ve yapılan testlerin sonuçları aşağıda yer alan Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Değişkenlere Ait Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF Birim Kök Testi		PP Birim Kök Testi	
	Sabit	Sabit-Trendli	Sabit	Sabit-Trendli
Yeşil Tahvil	-0.8966	-0.7237	-0.9979	-0.8312
Temiz Enerji	-1.0158	-2.0791	-1.0697	-2.1416
Enerji	-2.1170	-1.8025	-2.1486	-1.8437
Geleneksel Tahvil	-1.4555	-0.8391	-1.4312	-0.7454
Δ Yeşil Tahvil	-52.0017***	-52.0009***	-52.4369***	-52.4314***
Δ Temiz Enerji	-48.5484***	-48.5450***	-49.2485***	-49.2400***
Δ Enerji	-56.1200***	-56.1564***	-56.1320***	-56.1633***
Δ Geleneksel Tahvil	-57.7436***	-57.7616***	-57.8017***	-57.8289***

*** işareti %1 anlamlılık seviyesini temsil etmektedir.

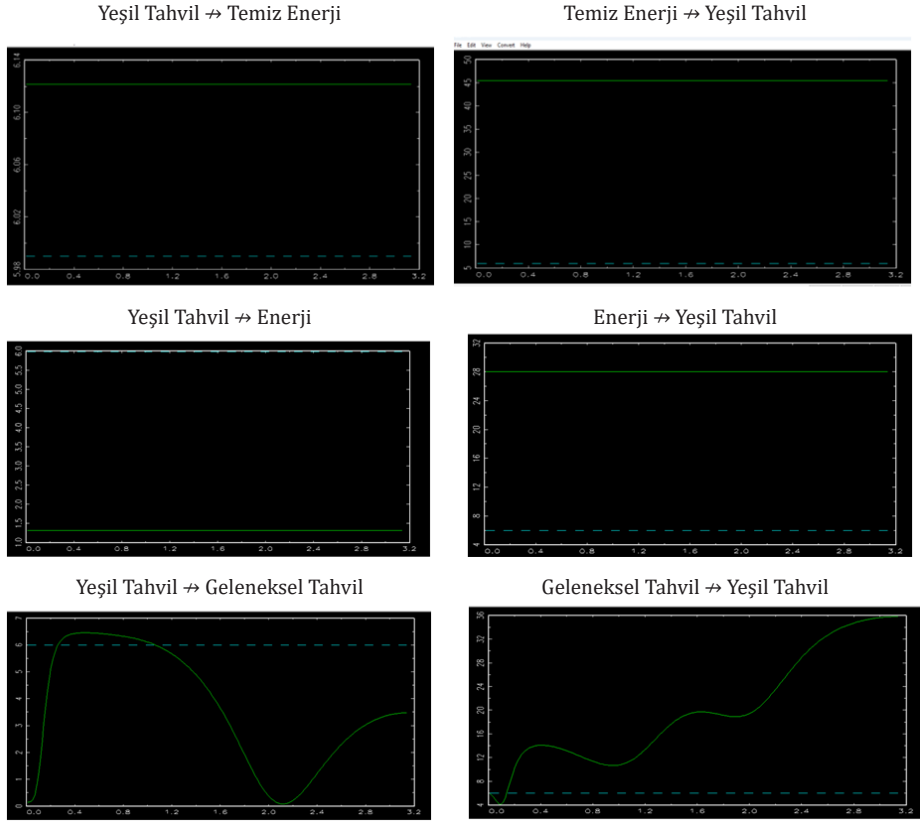
Tablo 2’de yer alan ADF ve PP birim kök testi sonuçlarına bakıldığı zaman tüm değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök içerdiği yani tüm değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadığı gözlemlenmiştir. Değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri görülmektedir. Değişkenlerin aralarındaki nedensellik ilişkisini tespit edebilmek için uygulanan Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik testinin sonuçları aşağıda yer alan Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3: Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik Testi Sonuçları

Model	Uzun Dönem		Orta Dönem		Kısa Dönem	
	$\omega=0.1$	$\omega=0.5$	$\omega=1$	$\omega=1.5$	$\omega=2$	$\omega=2.5$
Yeşil Tahvil→Temiz Enerji	6.121***	6.121***	6.121***	6.121***	6.121***	6.121***
Temiz Enerji→Yeşil Tahvil	45.462***	45.462***	45.462***	45.462***	45.462***	45.462***
Yeşil Tahvil→Enerji	1.315	1.315	1.315	1.315	1.315	1.315
Enerji→Yeşil Tahvil	28.043***	28.043***	28.043***	28.043***	28.043***	28.043***
Yeşil Tahvil→Geleneksel Tahvil	1.178	6.452***	6.106***	4.337**	0.373	1.785
Geleneksel Tahvil→Yeşil Tahvil	4.178**	13.822***	10.738***	19.091***	19.437***	31.032***

Not: → işareti, nedenselliğin yönünü göstermektedir. 0 ve $\pi.\omega \in (0,\pi)$ arasında yer alan her frekans alanı (ω) için *** ** ve * değerleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam seviyelerinde değişkenler arasında nedensellik ilişkisini göstermektedir. (2.T-2p) serbestlik derecesi ile tüm modeller için kritik F tablo değerleri %1, %5 ve %10 anlam seviyeleri için sırasıyla 4.61, 2.99 ve 2.30’dur.

Tablo 3’te yer alan Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik Testi sonuçlarına bakıldığı zaman S&P Yeşil Tahvil Endeksi ile S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi arasında kısa, orta ve uzun dönem olmak üzere tüm dönemlerde çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. S&P Yeşil Tahvil Endeksi’nden S&P 500 Enerji Endeksi’ne doğru kısa, orta ve uzun dönemde herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı gözlemlenirken, S&P 500 Enerji Endeksi’nden S&P Yeşil Tahvil Endeksi’ne doğru tüm dönemlerde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu görülmektedir. S&P Yeşil Tahvil Endeksi’nden S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi’ne doğru orta ve uzun dönemde nedensellik bulunduğu gözlemlenirken, S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi’nden S&P Yeşil Tahvil Endeksi’ne doğru kısa, orta ve uzun dönem olmak üzere tüm dönemlerde nedensellik ilişkisinin bulunduğu görülmektedir. Tablo 3’te sayısal olarak sunulan frekans alanında nedensellik testi sonuçlarının grafiksel gösterimi aşağıda yer alan Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2: Frekans Alanında Nedensellik Testi Sonuçlarının Grafikselleştirilmesi

Şekil 2’de sunulan Frekans Alanında Nedensellik test sonuçlarının grafikselleştirilmesine bakıldığında zaman bu grafiklerin Tablo 3’te yer alan sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yaşanan sanayi devriminden sonra makineleşmenin artması, teknolojik gelişmenin yaşanması, nüfusun hızlı bir şekilde artmasına bağlı olarak sera gazı salınımlarında artış yaşanmış bu da çevre sorunları ve küresel ısınma problemini beraberinde getirmiştir. Yaşanan küresel ısınmayı ve beraberinde getirdiği iklim sorunlarını azaltabilmek için devletler yenilenebilir enerji kullanımını artırmayı hedeflemişlerdir. 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması ile devletler yenilenebilir enerji kullanımına geçiş için belirli taahhütlerde bulunmuşlardır. Ancak yenilenebilir enerjinin üretimi ve kullanımı büyük alt yapı projelerini gerektirmektedir. Alt yapı projelerinin yapımı için ihtiyaç duyulan sermaye yeşil finansal varlıklar yoluyla sağlanabilmektedir. Son dönemlerde ortaya çıkan yeşil tahvil, temiz enerji pay senetleri, temiz enerji

yatırım fonları gibi çeşitli finansal ürünler yaygın bir şekilde işletmeler ve yatırımcılar tarafından kullanılmaktadır. Bu ürünler temiz enerji üretimi gerçekleştiren işletmelerin gereksinim duydukları sermayeye ulaşmalarının bir yolu olurken iklim değişikliğine karşı hassas olan yatırımcıların da bu işletmeleri desteklemelerinin bir yolu olmaktadır. Ayrıca ortaya çıkan bu yeni yeşil finansal varlıklar yatırımcılar açısından portföy çeşitlendirme de kullanabilecekleri ve yatırım yapabilecekleri yeni finansal varlıklar olarak oldukça revaçtadır.

Çalışmada bu yeni finansal varlıklardan biri olan yeşil tahvillerin farklı frekanslarda geleneksel tahviller, temiz enerji pay senetleri ve enerji pay senetleri ile olan ilişkisi Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik Testi ile araştırılmaktadır. Geleneksel tahvillerin alt sınıfı olan yeşil tahviller gelirin yeşil projelerde kullanılması ve yeşil olarak adlandırılması açısından geleneksel tahvillerden ayrılmaktadır. Yeşil tahviller yeşil projeleri destekleme ve yenilenebilir enerjiye geçişi kolaylaştırabilme amaçlarıyla da temiz enerji pay senetleriyle aynı amaca yönelik olarak kullanılmaktadır. Yeşil tahviller yenilenebilir enerjiye geçişi kolaylaştırabilmek için kullanılan finansal ürünler oldukları için enerji pay senetleri ile de ilişkili olmaktadır. Bu anlamda yeşil tahvillerin fiyat hareketlerinin ve bu varlıklarla ilişkisinin araştırılabilmesi için önce değişkenlerin zaman serisi özelliklerini belirleyebilmek için tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Daha sonra değişkenlere birim kök testleri yapılarak değişkenlerin durağanlık seviyeleri belirlenmiştir. Değişkenlerin durağanlık seviyeleri belirlendikten sonra farklı frekanslarda değişkenler arasındaki fiyat hareketlerinin yönünü tespit edebilmek için Breitung ve Candelon (2006) Frekansta Nedensellik Testi kullanılmıştır. Yapılan frekansta nedensellik testi sonucunda S&P Yeşil Tahvil Endeksi ile S&P Küresel Temiz Enerji Endeksi arasında kısa, orta ve uzun dönem olmak üzere tüm dönemlerde çift yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Bu iki yeşil finansal ürünün birlikte hareket etmesi yatırımcıların geleneksel enerji fiyatlarında yaşanan fiyat düşüşleri durumunda bu işletmelerin finansal ürünlerinden yatırımlarını çektikleri ve yenilenebilir enerji işletmelerinin ürünlerini tercih ettikleri anlamına gelmektedir. Bu durum S&P Yeşil Tahvil Endeksi ile S&P 500 Enerji Endeksi arasındaki ilişkiye bakıldığında net bir şekilde görülebilmektedir. S&P Yeşil Tahvil Endeksi'nden S&P 500 Enerji Endeksi'ne doğru kısa, orta ve uzun dönemde herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı, S&P 500 Enerji Endeksi'nden ise S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne doğru tüm dönemlerde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu yapılan analiz sonucunda tespit edilmiştir. Ayrıca S&P Yeşil Tahvil Endeksi'nden S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi'ne doğru orta ve uzun dönemde nedensellik bulunduğu gözlemlenirken, S&P ABD Hazine Tahvili Endeksi'nden S&P Yeşil Tahvil Endeksi'ne doğru kısa, orta ve uzun dönem olmak üzere tüm dönemlerde nedensellik ilişkisinin bulunduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç orta ve uzun dönemde yeşil tahviller ve

geleneksel tahvillerin birlikte hareket ettikleri anlamına gelmektedir. Ulaşılan bu sonuçlar doğrultusunda portföy çeşitlendirmesi yapmak isteyen veya riskten korunma stratejileri oluşturmak isteyen yatırımcıların yeşil tahviller, geleneksel tahviller ve temiz enerji pay senetlerini aynı anda portföyelerine dahil etmemeleri gerektiği söylenebilir. Ayrıca S&P 500 Yeşil Tahvil Endeksi'nin fiyatlarının artış yönünde mi yoksa azalış yönünde mi olacağını merak eden ve yeşil tahvillere yatırım yapmak isteyen yatırımcılar S&P 500 Enerji Endeksi'nde ortaya çıkan fiyat hareketlerini takip edebilirler.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar Reboredo (2018), Reboredo ve Ugolini (2020), Reboredo vd. (2020), Ferrer vd. (2021), Gao vd. (2021), Liu vd. (2021), Naeem vd. (2021c), Pham ve Nguyen (2021), Abakah vd. (2022) tarafından yapılan çalışmalarda ulaşılan sonuçlarla benzerdir. Çalışma sonucunda ulaşılan bulguların portföy yöneticileri, yatırımcılar ve riskten korunma stratejileri oluşturmak isteyenlere yardımcı olacağı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda yeşil tahvillerin diğer finansal varlıklarla olan ilişkisi farklı frekans boyutlarında araştırılabilir veya bu varlıklar arasındaki ilişkiler farklı analiz teknikleri kullanılarak yeniden değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Abakah, E. J. A., Tiwari, A. K., Sharma, A. ve Mwamtambulo, D. J. (2022). Extreme Connectedness between Green Bonds, Government Bonds, Corporate Bonds and Other Asset Classes: Insights for Portfolio Investors. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(10):477, 1-17. <https://doi.org/10.3390/jrfm15100477>
- Arif, M., Naeem, M. A., Farid, S., Nepal, R. ve Jamasb, T. (2022). Diversifier or More? Hedge and Safe Haven Properties of Green Bonds During COVID-19. *Energy Policy*, 168, 113102, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113102>
- Baker, M., Bergstresser, D., Serafeim, G. ve Wurgler, J. (2018). *Financing the Response to Climate Change: The Pricing and Ownership of US Green Bonds* (No. w25194). National Bureau of Economic Research.
- Baruník, J. ve Křehlík, T. (2018). Measuring the Frequency Dynamics of Financial Connectedness and Systemic Risk. *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 271-296. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nby001>
- Baulkaran, V. (2019). Stock Market Reaction to Green Bond Issuance. *Journal of Asset Management*, 20(5), 331-340. <https://doi.org/10.1057/s41260-018-00105-1>
- Breitung, J. ve Candelon, B. (2006). Testing for Short-and Long-Run Causality: A Frequency-Domain Approach. *Journal of econometrics*, 132(2), 363-378. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.02.004>
- Broadstock, D. C. ve Cheng, L. T. (2019). Time-Varying Relation between Black and Green Bond Price Benchmarks: Macroeconomic Determinants for the First Decade. *Finance research letters*, 29, 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.02.006>
- Diebold, F. X. ve Yilmaz, K. (2014). On the Network Topology of Variance Decompositions: Measuring the Connectedness of Financial Firms. *Journal of econometrics*, 182(1), 119-134. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>
- Deschryver, P. ve De Mariz, F. (2020). What Future for the Green Bond Market? How Can Policymakers, Companies, and Investors Unlock the Potential of the Green Bond

- Market?. *Journal of risk and Financial Management*, 13(3), 61. <https://doi.org/10.3390/jrfm13030061>
- Ferrer, R., Shahzad, S. J. H. ve Soriano, P. (2021). Are Green Bonds A Different Asset Class? Evidence from Time-Frequency Connectedness Analysis. *Journal of Cleaner Production*, 292, 125988, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125988>
- Flaherty, M., Gevorkyan, A., Radpour, S. ve Semmler, W. (2017). Financing Climate Policies Through Climate Bonds—A Three Stage Model and Empirics. *Research in International Business and Finance*, 42, 468-479. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.06.001>
- Gao, Y., Li, Y. ve Wang, Y. (2021). Risk Spillover and Network Connectedness Analysis of China's Green Bond and Financial Markets: Evidence from Financial Events of 2015-2020. *The North American Journal of Economics and Finance*, 57, 101386, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101386>
- Geweke, J. (1982). Measurement of Linear Dependence and Feedback between Multiple Time Series. *Journal of the American statistical association*, 77(378), 304-313. <https://doi.org/10.2307/2287238>
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 424-438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Hosoya, Y. (1991). The Decomposition and Measurement of the Interdependency between Second-Order Stationary Processes. *Probability theory and related fields*, 88(4), 429-444. <https://doi.org/10.1007/BF01192551>
- Hung, N. T. (2021). Green Bonds and Asset Classes: New Evidence from Time-Varying Copula and Transfer Entropy Models. *Global Business Review*, 1-20. <https://doi.org/10.1177/09721509211034095>
- Jiang, Y., Wang, J., Ao, Z. ve Wang, Y. (2022). The Relationship between Green Bonds and Conventional Financial Markets: Evidence from Quantile-On-Quantile and Quantile Coherence Approaches. *Economic Modelling*, 116, 106038, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.106038>
- Liu, N., Liu, C., Da, B., Zhang, T. ve Guan, F. (2021). Dependence and Risk Spillovers between Green Bonds and Clean Energy Markets. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123595, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123595>
- Naeem, M. A., Nguyen, T. T. H., Nepal, R., Ngo, Q. T. ve Taghizadeh-Hesary, F. (2021a). Asymmetric Relationship between Green Bonds and Commodities: Evidence from Extreme Quantile Approach. *Finance Research Letters*, 43, 101983, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.101983>
- Naeem, M. A., Adekoya, O. B. ve Oliyide, J. A. (2021b). Asymmetric Spillovers between Green Bonds and Commodities. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128100, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128100>
- Naeem, M. A., Mbarki, I., Alharthi, M., Omri, A. ve Shahzad, S. J. H. (2021c). Did COVID-19 Impact the Connectedness between Green Bonds and Other Financial Markets? Evidence from Time-Frequency Domain with Portfolio Implications. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 657533, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.657533>
- Naeem, M. A., Bouri, E., Costa, M. D., Naifar, N. ve Shahzad, S. J. H. (2021d). Energy Markets and Green Bonds: A Tail Dependence Analysis with Time-Varying Optimal Copulas and Portfolio Implications. *Resources Policy*, 74, 102418, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102418>
- Naeem, M. A., Karim, S., Jamasb, T. ve Nepal, R. (2022a). Risk Transmission between Green Markets and Commodities. Copenhagen Business School, CBS. Working Paper / Department of Economics. Copenhagen Business School No. 02-2022CSEI Working Paper, 2022-02, 1-38. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4037826>

- Naeem, M. A., Conlon, T. ve Cotter, J. (2022b). Green Bonds and Other Assets: Evidence from Extreme Risk Transmission. *Journal of Environmental Management*, 305, 114358, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114358>
- Nguyen, T. T. H., Naeem, M. A., Balli, F., Balli, H. O. ve Vo, X. V. (2021). Time-Frequency Comovement among Green Bonds, Stocks, Commodities, Clean Energy, and Conventional Bonds. *Finance Research Letters*, 40, 101739, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101739>
- Nur, T. ve Ege, İ. (2022). Yeşil Tahvil ve Pay Piyasası Arasındaki İlişkinin Zaman Serisi Analizleri ile Araştırılması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (94), 185-206. DOI: 10.25095/mufad.1049956
- Park, D., Park, J. ve Ryu, D. (2020). Volatility Spillovers between Equity and Green Bond Markets. *Sustainability*, 12(9), 3722, 1-12. <https://doi.org/10.3390/su12093722>
- Pham, L. (2016). Is It Risky to Go Green? A Volatility Analysis of the Green Bond Market. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 6(4), 263-291. <https://doi.org/10.1080/20430795.2016.1237244>
- Pham, L. (2021). Frequency Connectedness and Cross-Quantile Dependence Between Green Bond and Green Equity Markets. *Energy Economics*, 98, 105257, 1-27. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105257>
- Pham, L. ve Nguyen, C. P. (2021). Asymmetric Tail Dependence between Green Bonds and Other Asset Classes. *Global Finance Journal*, 50, 100669, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2021.100669>
- Reboredo, J. C. (2018). Green Bond and Financial Markets: Co-Movement, Diversification and Price Spillover Effects. *Energy Economics*, 74, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.030>
- Reboredo, J. C. ve Ugolini, A. (2020). Price Connectedness Between Green Bond and Financial Markets. *Economic Modelling*, 88, 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.004>
- Reboredo, J. C., Ugolini, A. ve Aiube, F. A. L. (2020). Network Connectedness of Green Bonds and Asset Classes. *Energy Economics*, 86, 104629, 1-27. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104629>
- Sartzetakis, E. S. (2021). Green Bonds as An Instrument to Finance Low Carbon Transition. *Economic Change and Restructuring*, 54(3), 755-779. <https://doi.org/10.1007/s10644-020-09266-9>
- S&P Dow Jones Indices. (2023a). S&P Green Bond Indices Methodology. <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-sp-green-bond-indices.pdf>. (E.T.: 24.04.2023).
- S&P Dow Jones Indices. (2023b). S&P Global Clean Energy Index. <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/esg/sp-global-clean-energyindex/#overview> (E.T.: 24.04.2023)
- S&P Dow Jones Indices. (2023c). S&P 500 Energy. <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-500-energy-sector/#overview> (E.T.: 24.04.2023).
- S&P Dow Jones Indices. (2023d). S&P Global Bond Indices Methodology. <https://www.spglobal.com/spdji/en/documents/methodologies/methodology-sp-global-bond-indices.pdf> (E.T.: 24.04.2023).
- Tang, D. Y. ve Zhang, Y. (2020). Do Shareholders Benefit from Green Bonds?. *Journal of Corporate Finance*, 61, 101427, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2018.12.001>
- Wang, J., Zhang, W. ve Zhao, W. (2022). Research on the Correlation of Green Bond Market. In *2022 7th International Conference on Financial Innovation and Economic Development (ICFIED 2022)*, 2134-2139. Atlantis Press. 10.2991/aebmr.k.220307.350
- Yadav, M. P., Kumar, S., Mukherjee, D. ve Rao, P. (2023). Do Green Bonds Offer a Diversification Opportunity During COVID-19?-An Empirical Evidence from Energy, Crypto, and Carbon Markets. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 7625-7639.

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLİŞKİSİ: AMPIRİK BİR İNCELEME

Reyhan CAFRI¹, Yunus AÇÇI², Ferhat Şirin SÖKMEN³

1. GİRİŞ

Ekonomik büyüme ve kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için enerji temel koşul olarak kabul edilirken, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için sürdürülebilir enerji sistemleri ön koşullardan biri olarak kabul edilmektedir (Østergaard vd. 2020). İklim değişikliği ve sera gazı emisyonlarında meydana gelen artış sürdürülebilir enerji sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan jeotermal, güneş, rüzgar, yanıcı yenilenebilirler ve atıklar gibi kaynakların daha az kirliliğe ve daha az emisyona neden olması fosil yakıtlara kıyasla daha fazla tercih edilmesine olanak tanımaktadır (Liu, 2014). Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara nazaran sahip olduğu söz konusu avantajlar sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır.

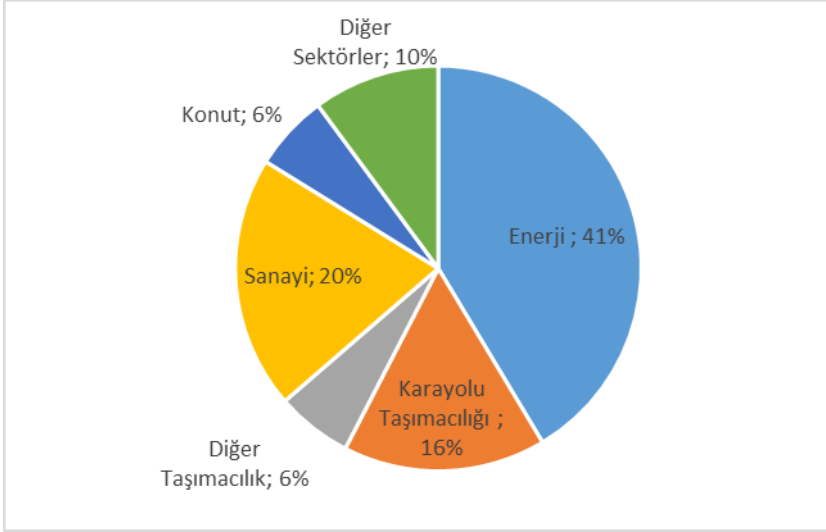
Sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma olarak tanımlanmaktadır (Pearce vd, 1994). 2015'te BM üyesi 195 ülke tarafından imzalan ve 2030 yılına kadar ulaşılması hedeflenen raporda sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiştir. Bu hedefler arasında, yoksulluğun ve açlığın sona erdirilmesi, sağlıklı ve kaliteli yaşamın sağlanması, eğitimin niteliğinin artırılması, cinsiyet eşitliğinin sağlanması, temiz suya erişimin sağlanması, temiz enerjinin kullanılması, insana yakışır iş ve ekonomik büyümenin gerçekleştirilmesi, eşitsizliklerin azaltılması gibi hedefleri sıralamak mümkündür (UNDP, 2023). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde yer alan temiz enerji kullanımı, iklim krizinin çözülmesinde kilit role sahiptir. Bunun

1 Doç. Dr. İskenderun Teknik Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, reyhan.cafri@iste.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-6271-5330

2 Doç. Dr. İskenderun Teknik Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Ekonomi Bölümü, yunus.acci@iste.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-3385-9087

3 Doç. Dr. Sınak Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, sokmenferhat@sınak.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-9563-3526

nedeni insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmının enerji sektörü tarafından kaynaklanmasıdır (UNDP, 2023).



Şekil 1. Sektörlere göre CO₂ emisyonları

Kaynak: (Foster ve Bedrosyan, 2014)

Şekil 1. sektörlerin neden olduğu CO₂ emisyon oranlarını göstermektedir. Enerji sektörü tarafından yaratılan CO₂ emisyon oranı %41 ile en yüksek değeri oluştururken, Enerji sektörünü sırasıyla sanayi sektörü ve taşımacılık sektörü izlemektedir. Enerji sektörünün neden olduğu CO₂ emisyon oranının yüksekliği sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinde engel teşkil etmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinde yenilenebilir enerjinin rolüne ilişkin hususlar şu şekilde sıralanabilir (Dincer, 2000) :

- Diğer enerji kaynaklarına göre daha az çevresel tahribatlara neden olmaktadır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıt ve uranyum kaynaklarının aksine tüketilmemektedir. Bu kaynakların optimal kullanımları durumunda, güvenilir ve sürdürülebilir enerji tedariki mümkün olmaktadır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları teknolojilerinin kentsel alanlarda kullanımı mümkündür.

Bu çalışmada sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik olarak belirlenen amaçlardan biri olan temiz enerji kullanımının öneminden yola çıkılarak sürdürülebilir kalkınma ile yenilenebilir enerji ilişkisi OECD ülkeleri için ampirik olarak incelenmektedir. Dört bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünde sürdürülebilir kalkınma ile yenilenebilir enerji ilişkisinin literatür bilgisi verilirken, ikinci bölümde veri ve metodoloji, üçüncü ve son bölümde sırasıyla ampirik bulgular ve sonuç bölümleri yer almaktadır.

2. LİTERATÜR

Literatür incelendiğinde; yenilenebilir enerji kullanımının sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kilit role sahip olduğu konusunda görüş birliğinin bulunduğu dikkat çekmektedir (Al-Shetwi, A. Q. (2022), Tiba ve Belaid (2021), Koyuncu ve Karabulut (2021), Güney (2019), Yıldırım ve Nuri (2018), Lund (2017), Batı (2014), Dinçer (2000)). Ayrıca literatürde, yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin teknolojik gelişmelerin hızlandırılmasında devlet politikalarının önemine işaret edilmektedir (Koyuncu ve Karabulut (2021), Şanlı ve Armağan (2017), Batı (2014)).

Al-Shetwi (2022), yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınma üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu vurguladığı çalışmasında, sürdürülebilir güç sistemlerine ulaşılabilirliği için enerji verimliliği ve çeşitliliği, arz güvenilirliği, teknolojik yenilik, piyasaya duyarlı müdahaleler ve maliyeti yansıtan fiyatlar gibi bir dizi kilit alana odaklanılması gerektiği ifade edilmiştir.

Tiba ve Belaid (2021), yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki dinamik ilişkiyi, 1990-2014 dönemi verileri yardımıyla 25 Afrika ülkesi için panel veri analizi yöntemi kullanarak test etmişlerdir. Elde edilen bulgular yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinde önemli bir yere sahip olduğu düşüncesini desteklemektedir. Ayrıca çalışmada yüksek seviyelerde yenilenebilir enerji kullanımının sürdürülebilirliği artıracığına işaret edilmektedir.

Koyuncu ve Karabulut (2021), çalışmalarında yenilenebilir enerji ve ekolojik ayak izinin ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisini Eşikli Otoregresif Model yardımıyla, Türkiye için analiz etmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular; yenilenebilir enerji üretiminin artırılmasına yönelik oluşturulan kamu politikalarının ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınmaya pozitif etki edeceğini göstermektedir.

Østergaard vd. (2020), çalışmalarında sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesinde öneme sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan teknolojilerin durumuna ve yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcudiyetinin değerlendirilmesine ilişkin durum tespiti yapmışlardır. Çalışmada Karadeniz, Güney Amerika ve Güney Kore gibi ülkelerde iyi rüzgâr, dalga ve güneş enerjisi kaynakları olduğu ortaya konulmuştur.

Güney (2019), yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya etkisini gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından incelediği çalışmasında; yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınma üzerinde daha etkili olduğu bulgularını elde etmiştir. Çalışmada ayrıca ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına göre yenilenebilir enerjiyi daha fazla kullanmasının kalkınmanın sürdürülebilirliği ve 2030 Sürdürülebilir

Kalkınma Hedefleri doğrultusunda ilerleme kaydedilmesi açısından son derece önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Yıldırım ve Nuri (2018), yenilenebilir enerji kullanımının sera gazı emisyonlarını azaltarak ve doğal kaynakların tüketilmesi ve kirletilmesini önleyerek sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesine katkı sağladığını vurguladıkları çalışmalarında, yenilenebilir enerji kullanımının doğal kaynak açısından dezavantajlı ülkelerin enerji ithalatını azaltarak, dışa bağımlılıklarını minimize edeceklerini ifade etmektedirler.

Lund (2017), sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesine yönelik olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin stratejileri ifade ettiği çalışmada; yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması hususunda fosil yakıtların çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarıyla değiştirilmesinin yanı sıra enerji tasarrufu ve enerji üretiminde verimlilik iyileştirmelerinin önemine vurgu yapmaktadır. Çalışmada; Danimarka örneğinden yola çıkarak, mevcut enerji sistemlerini %100 yenilenebilir enerji sistemine dönüştürmenin mümkün olduğu ortaya konulmaktadır.

Şanlı ve Armağan (2017), sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinin fosil yakıtlara olan bağımlılığın ortadan kaldırılması ile mümkün olacağını vurguladıkları çalışmalarında, yenilenebilir enerji teknolojilerinin kamu politikaları ile desteklenmesi gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

Batı (2014), yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya olan etkisine ilişkin tutumları kamu, sektör ve kullanıcılar çerçevesinde anket yoluyla ele aldığı çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının bolluğu ve tükenmez oluşu gibi nedenlerle sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinde öneme sahip olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca çalışmada kamu sektörünün yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin yatırımları arttırması önerilmektedir.

Seydioğulları (2013), enerji üretimi ve tüketimlerinin sera gazlarının oluşumunda % 80'lik etkiye sahip olduğunu ve bu nedenle gerek iklim değişikliği ve küresel ısınmanın önlenmesinde gerekse sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesinde yenilenebilir enerjinin önemine vurgu yapmıştır.

Bugaje (2006), Afrika'da sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesinin enerji krizinin çözülmesi ile mümkün olacağını belirtmektedir. Bununla beraber; bol miktar da yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline sahip Afrika'da bu kaynakların kullanılması için uygun altyapısal desteğin sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır.

Dincer (2000), sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinin, uzun vadede makul bir maliyetle elde edilebilen ve olumsuz etkileri minimize eden sürdürülebilir enerji kaynağı arzını gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının, daha az çevresel etkiye neden olması ve doğal kaynakların tükenmesi durumuna neden olmaması gibi hususlardan dolayı sürdürülebilir kalkınmanın kilit bileşeni oluşturduğunu vurgulamaktadır.

3. VERİ ve YÖNTEM

Çalışmada 1995-2019 dönemine ilişkin 28 OECD ülkesine ait yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi asimetrik panel veri analizi ile araştırılmıştır. Tablo 1’de kullanılan verilere ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1. Değişken ve Tanımları

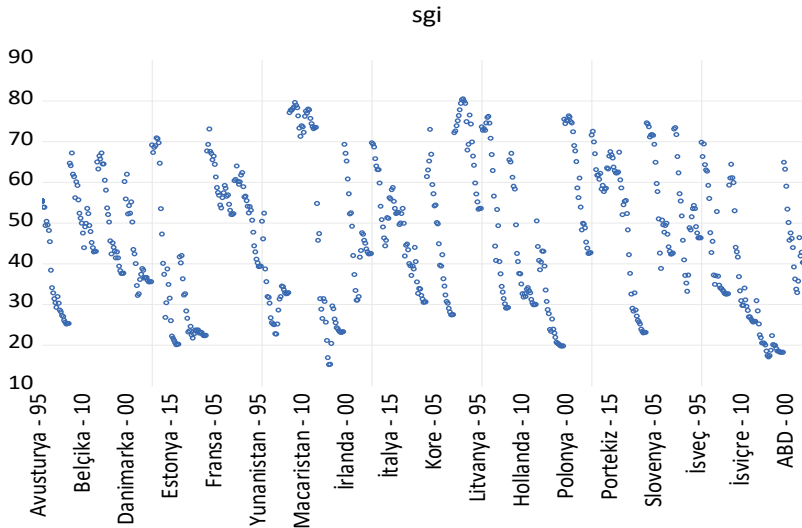
Değişken	Tanım	Kaynak
ye	Yenilenebilir Enerji: Yenilenebilir enerji tüketimi (Toplam enerji tüketimi içindeki payı, %)	World Development Indicators
sgi	Sürdürülebilir Kalkınma(Gelişme) Endeksi:	Hickel, 2020

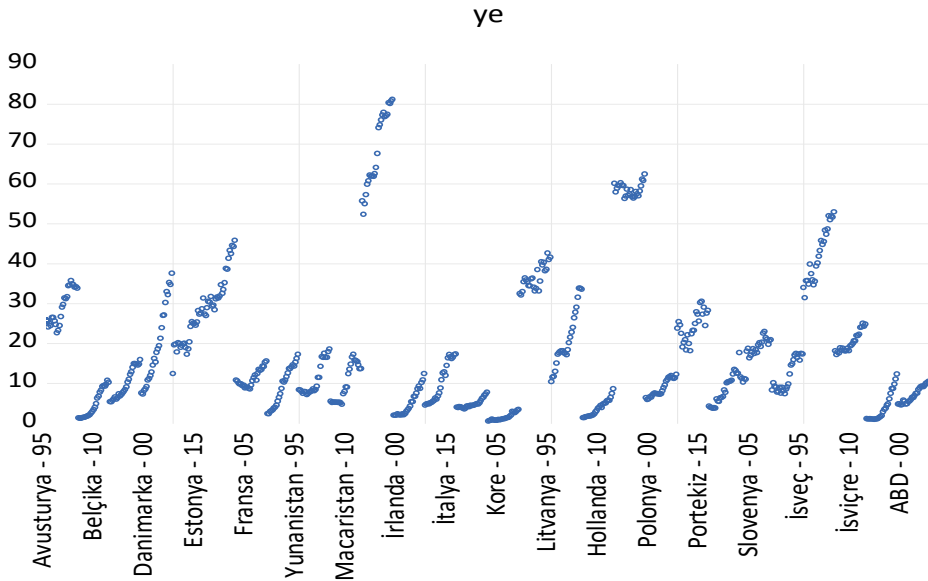
Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere Tablo 2’de yer verilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma endeksi olan “sgi” için aritmetik ortalamanın yaklaşık olarak 0.49 olduğu, yenilenebilir enerji (ye) için aritmetik ortalamanın ise yaklaşık 18.39 olduğu görülmektedir. Medyan değeri “sgi” için aritmetik ortalamaya benzer şekilde yine yaklaşık 0.49 şeklindedir. “ye” değişkeni için ise medyanın aritmetik ortalamadan farklı olarak yaklaşık 12.39 olduğu dikkat çekmektedir. Aritmetik ortalamanın sapmalardan etkilendiği, medyan ortalamasının ise sapmalara karşı dirençli bir ortalama çeşidi olduğu bilinmektedir. Bu durumda, “sgi” değişkeninde sapan değerlerin az, “ye” değişkeninde ise sapan değerlerin oldukça fazla olduğu sonucuna varılmaktadır. “sgi” değişkeni için maksimum değere bakıldığında yaklaşık olarak 0.81, minimum değer ise 0.15 olduğu görülmektedir. Maksimum değer 2013 yılında Letonya’ya, minimum değer ise 2007 yılında İzlanda ülkesine ait olduğu belirlenmektedir. “ye” değişkeni için ise yaklaşık 81.07 maksimum değeri, 0.44 ise minimum değeri vermektedir. Maksimum değer 2019 yılında İzlanda’ya, minimum değer ise 1995 yılında Kore’ye aittir. Çarpıklık ve basıklık değerleri önsel olarak değişkenlerin normal dağılmadığını yansıtırken, Jarque-Bera testinin olasılık değerleri değişkenlerin normal dağılmadığını desteklemektedir. Ancak gözlem sayısı 700 olduğundan merkezi limit teoremi gereğince normal dağılıma yakınsama kabul edilebilmektedir.

Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	sgi	Ye
Aritmetik Ortalama	0.486683	18.38777
Medyan	0.488000	12.38500
Maksimum	0.811000	81.07000
Minimum	0.154000	0.443590
Stdandart sapma	0.169439	16.99830
Çarpıklık	0.042388	1.509188
Basıklık	1.968352	4.953559
Jarque-Bera	31.25163	377.0371
p-olasılık değeri	0.000000	0.000000
Gözlem sayısı	700	700

Şekil 2’de ülkelere ait “sgi” değişkeninin göreceli durumları görülmektedir. En yüksek değerlerin Macaristan, Litvanya, Polonya, Slovenya gibi ülkelere ait olduğu dikkat çekmektedir. En düşük değerlerin ise ABD, İrlanda, Polonya gibi ülkelerde var olduğu dikkat çekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma endeksinin; insani kalkınma endeksinin karbon emisyonu, karbon ayak izi gibi değerlere bölünerek hesaplandığı düşünüldüğünde, insani kalkınma endeksi yüksek iken çevre tahribatının düşük değerler almasının sürdürülebilir kalkınma endeksinin daha yüksek çıkmasına yol açtığı bilinmektedir. Ancak, insani kalkınma endeksi yine yüksek iken çevre tahribatının daha yüksek değerler alması ile sürdürülebilir kalkınma endeksi daha düşük değerlere sahip olmaktadır. Dolayısıyla insani kalkınmışlık açısından benzer ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın daha düşük çıkması çevre tahribatının daha yüksek olması ile açıklanabilmektedir.

**Şekil 2.** Sgi Değişkeninin Ülkelere Göre Durumu



Şekil 3. Ye Değişkenin Ülkelere Göre Durumu

“ye” değişkeni için ülkelerin karşılaştırmalı grafiğine bakıldığında en düşük değerlerin Kore, Belçika, Hollanda, İrlanda gibi ülkelerde var olduğu gözlenmektedir. Grafikte bulunan değerlere bakıldığında en yüksek değerlerin ise Macaristan, Polonya ve İsveç gibi ülkelere ait olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3. Korelasyon Matrisi

Korelasyon			
p- olasılık değeri	sgi	ye	
sgi	1.000000		

ye	-0.310937***	1.000000	
	0.0000	-----	

Not: ***, %1 önem düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3’de değişkenlere ilişkin korelasyon matrisi yer almaktadır. Korelasyon matrisinde iki değişken arasındaki ilişkinin gücünün yaklaşık olarak %31 düzeyinde, istatistiki açıdan anlamlı ve negatif olduğu belirlenmektedir. Ancak ilişkinin yönü belirlenmemektedir. Bu doğrultuda, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla nedensellik analizine başvurulmaktadır.

Emirmahmutoglu & Kose (2011) nedensellik analizi, ülkelere özgü sonuçları verdiği için bu analize başvurulmaktadır. Ancak, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılmaktadır.

Emirmahmutoglu & Kose (2011) nedensellik analizinde maksimum entegrasyon derecesine gerek duyulduğundan değişkenlerin durağanlıkları sınanmaktadır. Durağanlık testi için yatay kesit bağımlılığına ihtiyaç duyulmaktadır. Yatay kesit bağımlılığının varlığı durumunda ikinci nesil birim kök testi, yokluğu durumunda ise birinci nesil birim kök testleri yapılmaktadır.

4. AMPİRİK BULGULAR

Tablo 4’de verilen Pesaran CD testi yatay kesit bağımlılığı sonuçlarını vermektedir. Bu testte hipotez yatay kesit bağımlılığının yokluğunu, alternatifi ise yatay kesit bağımlılığının varlığını ifade etmektedir (Pesaran, 2004). Değişkenlerin yanı sıra pozitif ve negatif bileşenleri için de olasılık değerlerinden yola çıkılarak boş hipotezin reddedildiği yani yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmektedir. Yatay kesit bağımlılığı var olduğundan dolayı ikinci nesil birim kök testlerinden CADF ile durağanlık sınanmıştır. Seviye değerleri için boş hipotez birim kökün varlığını alternatif hipotez ise durağanlığı temsil etmektedir (Pesaran, 2007). Birinci farkta ise boş hipotez iki birim kökün varlığına, alternatif ise bir birim kökün varlığına işaret etmektedir. Birim kök testi sonuçlarına göre “psgi” değişkeni seviyede durağan iken diğer tüm değişkenlerin bir birim kök içerdiği yani birinci farkları alındıktan sonra durağanlaştığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	Pesaran CD	CADF (Düzy)	CADF (1. Fark)	Entegrasyon derecesi
<i>ye</i>	69.638*** (0.000)	0.818 (0.793)	-6.002*** (0.000)	I(1)
<i>sgi</i>	81.481*** (0.000)	1.110 (0.867)	-7.889*** (0.000)	I(1)
<i>ppe</i>	93.265*** (0.000)	0.858 (0.805)	-7.210*** (0.000)	I(1)
<i>psgi</i>	90.347*** (0.000)	-3.961*** (0.000)	I(0)
<i>nye</i>	80.924*** (0.000)	1.158 (0.877)	-6.941*** (0.000)	I(1)
<i>nsgi</i>	91.173*** (0.000)	1.445 (0.926)	-3.895*** (0.000)	I(1)

Not: Değişken isimleri önündeki “p” ifadesi pozitif, “n” ifadesi ise negatif bileşenleri tanımlamaktadır. *, **, *** sırası ile %10, %5, %1 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Pozitif bileşenler için yapılan nedensellik analizi sonuçları Tablo 5’de verilmektedir. Buna göre panelin geneli için hem yenilenebilir enerjinin pozitif bileşeninden sürdürülebilir kalkınma endeksinin pozitif bileşenine doğru hem de

sürdürülebilir kalkınma endeksinin pozitif bileşeninden yenilenebilir enerjinin pozitif bileşenine doğru istatistiki açıdan anlamlı nedensellik bulunmaktadır. Ülke özelinde sonuçlara bakıldığında Belçika, Çekya, Danimarka, Fransa, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz ve Birleşik Krallık için yenilenebilir enerjinin pozitif bileşeninden sürdürülebilir kalkınma endeksinin pozitif bileşenine doğru istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre bu ülkelerde yenilenebilir enerji artışı sürdürülebilir kalkınma endeksini arttırmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma endeksinin pozitif bileşeninden yenilenebilir enerjinin pozitif bileşenine doğru ise Belçika, Finlandiya, Yunanistan ve İspanya için istatistiki açıdan anlamlı bir nedensellik elde edilmektedir. Bu ülkelerde sürdürülebilir kalkınma endeksindeki artışın yenilenebilir enerjiyi arttırdığı söylenebilmektedir. Belçika ve Yunanistan için ise çift yönlü nedensellik varlığı sonucuna varılmaktadır.

Tablo 5. Pozitif Bileşenler için Emirmahmutoglu & Kose (2011) Nedensellik Sonuçları

Ülke	Gecikme	pye=>psgi	p-değeri	psgi=>pye	p-değeri
Avusturya	1.000000	0.263195	0.607934	1.355602	0.244301
Belçika	1.000000	5.844543**	0.015625	6.398880**	0.011419
Çekya	2.000000	5.133159*	0.076798	1.695676	0.428340
Danimarka	3.000000	16.06987***	0.001097	5.201987	0.157590
Estonya	2.000000	1.796955	0.407189	3.613878	0.164156
Finlandiya	3.000000	3.105227	0.375684	23.15167***	3.75E-05
Fransa	3.000000	35.25398***	1.08E-07	2.070379	0.557929
Almanya	1.000000	2.088239	0.148437	0.121199	0.727737
Yunanistan	3.000000	12.57100***	0.005662	10.81632**	0.012762
Macaristan	1.000000	5.683823**	0.017122	0.166584	0.683166
İzlanda	2.000000	20.54989***	3.45E-05	0.823398	0.662524
İrlanda	2.000000	0.832758	0.659430	1.993549	0.369068
İtalya	3.000000	8.598074**	0.035141	5.246256	0.154628
Japonya	1.000000	0.416223	0.518828	0.661575	0.416005
Kore	3.000000	0.144876	0.985955	1.227788	0.746348
Letonya	1.000000	0.110343	0.739754	0.087661	0.767172
Litvanya	1.000000	1.517219	0.218041	0.341630	0.558890
Hollanda	3.000000	11.93541***	0.007608	2.888915	0.409071
Norveç	1.000000	0.568401	0.450895	1.237750	0.265905
Polonya	2.000000	45.16895***	1.55E-10	0.058759	0.971048

Portekiz	3.000000	7.657708*	0.053642	0.898594	0.825767
Slovakya	1.000000	0.090481	0.763566	0.034312	0.853045
Slovenya	1.000000	0.027059	0.869341	0.242747	0.622229
İspanya	2.000000	2.127663	0.345131	12.69838***	0.001748
İsveç	1.000000	0.006849	0.934045	0.022380	0.881080
İsviçre	1.000000	2.654694	0.103245	0.057981	0.809715
B.Krallık	1.000000	6.951600***	0.008374	0.054781	0.814944
ABD	1.000000	0.383303	0.535841	0.001878	0.965434
Panel sonucu	Fisher istat.	p-değeri			
pye=>psgi	200.0946***	4.50E-18			
psgi=>pye	83.01794**	0.011002			

Not: *, **, *** sırası ile %10, %5, %1 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Literatüre bakıldığından genellikle yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek için kilit rol oynadığı kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerjinin tükenmeyen bir enerji olması, hava kirliliğine neden olmayarak çevresel tahribata yol açmaması gibi nedenlerle sürdürülebilir kalkınmayı desteklediğine dair literatürdeki sonuçlarla elde edilen sonuçlar tutarlılık göstermektedir.

Tablo 6. Negatif Bileşenler için Emirmahmutoglu & Kose (2011) Nedensellik Sonuçları

Ülke	Gecikme	nye=>nsgı	p-değeri	nsgı=>nye	p-değeri
Avusturya	1.000000	4.964957**	0.025866	1.511377	0.218929
Belçika	3.000000	0.429893	0.934000	3.960082	0.265807
Çekya	1.000000	0.624553	0.429360	2.528746	0.111789
Danimarka	1.000000	0.013450	0.907674	0.035337	0.850891
Estonya	1.000000	3.263688*	0.070830	0.373542	0.541080
Finlandiya	1.000000	0.128034	0.720479	0.877410	0.348912
Fransa	1.000000	1.315589	0.251385	4.023472**	0.044871
Almanya	1.000000	0.273610	0.600920	0.011097	0.916104
Yunanistan	3.000000	3.697242	0.296067	2.074156	0.557159
Macaristan	1.000000	2.704012	0.100096	1.969973	0.160451
İzlanda	3.000000	0.428327	0.934331	0.135052	0.987322
İrlanda	1.000000	1.191089	0.275110	1.234000	0.266631

İtalya	1.000000	0.011517	0.914538	0.132710	0.715638
Japonya	3.000000	5.030203	0.169599	5.324310	0.149533
Kore	1.000000	0.219052	0.639764	0.936022	0.333303
Letonya	1.000000	0.844578	0.358091	0.274678	0.600211
Litvanya	3.000000	6.999341*	0.071919	4.120757	0.248716
Hollanda	1.000000	0.158078	0.690932	0.478611	0.489052
Norveç	2.000000	3.805469	0.149160	9.968739***	0.006844
Polonya	1.000000	0.004759	0.944999	0.358813	0.549166
Portekiz	1.000000	0.001158	0.972852	0.731971	0.392245
Slovakya	2.000000	5.629774*	0.059911	0.835163	0.658638
Slovenya	2.000000	1.030875	0.597239	0.304812	0.858640
İspanya	1.000000	14.81741***	0.000118	0.138578	0.709698
İsveç	1.000000	0.652468	0.419232	0.778863	0.377489
İsviçre	1.000000	1.366172	0.242471	2.304710	0.128982
B.Krallık	1.000000	0.128232	0.720273	0.150022	0.698514
ABD	3.000000	5.332043	0.149037	3.503864	0.320261
Panel sonucu	Fisher istat.	p-değeri			
nye=>nsgi	79.24701**	0.022153			
nsgi=>nye	63.41514	0.231380			

Not: *, **, *** sırası ile %10, %5, %1 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 6'da negatif bileşenler için nedensellik sonuçları yer almaktadır. Panelin geneli için yenilenebilir enerjinin negatif bileşeninden sürdürülebilir kalkınmanın negatif bileşenine doğru bir nedenselliğin varlığı kabul edilmektedir. Ülke özelinde sonuçlara bakıldığında Avusturya, Estonya, Litvanya, Slovakya ve İspanya için yenilenebilir enerjinin negatif bileşeninden sürdürülebilir kalkınmanın negatif bileşenine doğru bir nedensellik varlığı gözlenmektedir. Bu ülkelerde yenilenebilir enerjideki azalmanın sürdürülebilir kalkınmayı azalttığı sonucuna varılabilmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın negatif bileşeninden yenilenebilir enerjinin negatif bileşenine doğru ise Fransa ve Norveç ülkelerinde nedensellik istatistiki açıdan anlamlı bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma endeksinden azalmanın yenilenebilir enerjide azalmaya neden olacağı Fransa ve Norveç için söylenebilmektedir.

5. SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında yer alan temiz enerji kullanımının öneminden yola çıkılarak sürdürülebilir kalkınma ile yenilenebilir enerji ilişkisi 1995-2019 dönemine ilişkin 28 OECD ülkesi için asimetrik panel heterojen nedensellik analizi ile araştırılmaktadır. Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma endeksi değişkenleri pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılarak bu bileşenler arasındaki ilişkinin varlığı ülkelere özgü nedensellik sonucunu veren Emirmahmutoglu & Kose (2011) nedensellik analizi ile test edilmektedir. Yatay kesit bağımlılığı, birim kök testi gibi önsel testler yapıldıktan sonra yenilenebilir enerjinin pozitif bileşeninden sürdürülebilir kalkınma endeksinin pozitif bileşenine doğru nedensellik ilişkisinin varlığı panelin geneli için tespit edilmektedir. Nedensellik ilişkisinin varlığı ülke özelinde test edildiğinde ise Belçika, Çekya, Danimarka, Fransa, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz ve Birleşik Krallık için istatistiki açıdan anlamlı sonuç elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlar bu ülkelerde yenilenebilir enerjideki artışın sürdürülebilir kalkınma endeksinde bir artışa yol açacağı düşüncesini desteklemektedir. Sürdürülebilir kalkınma endeksindeki artışın yenilenebilir enerjideki artışa yol açtığı sonucuna varılan ülkeler ise Belçika, Finlandiya, Yunanistan ve İspanya şeklindedir.

Yenilenebilir enerjide meydana gelen azalışların sürdürülebilir kalkınma endeksinde bir azalmaya neden olduğuna dair bulgular da elde edilmiştir. Bu bulgular; Avusturya, Estonya, Litvanya, Slovakya ve İspanya ülkeleri için geçerli olmaktadır. Fransa ve Norveç için ise sürdürülebilir kalkınma endeksindeki azalmanın yenilenebilir enerjideki azalmaya neden olacağına dair sonuca varılmaktadır.

KAYNAKÇA

- Al-Shetwi, A. Q. (2022). Sustainable development of renewable energy integrated power sector: Trends, environmental impacts, and recent challenges. *Science of The Total Environment*, 153645.
- Batu, O. (2014). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmaya etkisi konusunda bir alan araştırması. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (2) , 27-38
- Bugaje, I. M. (2006). Renewable energy for sustainable development in Africa: a review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 10(6), 603-612.
- Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 4(2), 157-175.
- Emirmahmutoglu, F., & Kose, N. (2011). Testing for Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels, *Economic Modelling*, 28: 870-876.
- Foster, V., & Bedrosyan, D. (2014). Understanding CO2 emissions from the global energy sector. Live Wire, World Bank.
- Güney, T. (2019). Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(5), 389-397.
- Hickel, Jason. 2020. “The Sustainable Development Index: Measuring the Ecological Efficiency of Human Development in the Anthropocene,” *Ecological Economics* vol 167 [PDF]. Data management, data visualization and program coding is by Huzaifa Zoomkawala.
<https://climatepromise.undp.org/what-we-do/areas-of-work/energy>
<https://www.undp.org/tr/turkiye/press-releases/turkce-cevirileri-yenilenen-surdurulebilir-kalkinma-amaclari-icin-birlikte-calismaya-devam>
- Koçaslan, G. (2012). Sürdürülebilir kalkınma hedefi çerçevesinde Türkiye’nin rüzgâr enerjisi potansiyelinin yeri ve önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 0 (1) , 53-61.
- Koyuncu, T., & Karabulut, T. (2021). Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi açısından yenilenebilir enerji: Ampirik bir çalışma. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(2), 466-482.
- Liu, G. (2014). Development of a general sustainability indicator for renewable energy systems: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 31, 611-621.
- Lund, H. (2007). Renewable energy strategies for sustainable development. *Energy*, 32(6), 912-919.
- Østergaard, P. A., Duic, N., Noorollahi, Y., Mikulcic, H., & Kalogirou, S. (2020). Sustainable development using renewable energy technology. *Renewable Energy*, 146, 2430-2437.
- Pearce, D. W., Atkinson, G. D., & Dubourg, W. R. (1994). The economics of sustainable development. *Annual review of energy and the environment*, 19(1), 457-474.
- Pesaran, H.M. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross Section Dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22(2): 265-312.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *CESifo Working Paper Series No. 1229; IZA Discussion Paper No. 1240*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=572504>. Accessed 09 January 2018.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Şanlı, İ. D. & Armağan, R. (2017). Sürdürülebilir kalkınma perspektifinden yenilenebilir enerji: kamu politikalarının gerekliliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(19), 93-109.
- Tiba, S., & Belaid, F. (2021). Modeling the nexus between sustainable development and renewable energy: The African perspectives. *Journal of Economic Surveys*, 35(1), 307-329.
- Yıldırım, O. & Nuri, F. İ. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi . *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi* , 1 (1) , 105-143 .

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Namıka BOYACIOĞLU¹

1. GİRİŞ

Yaşamın her evresinde, gündelik yaşamdan ticari, endüstriyel ve ekonomik faaliyetlere hatta teknolojik gelişmelere kadar tüm alanlarda en büyük gereksinim enerjidir. Enerji, en basit ifadeyle ‘iş yapabilme yeteneğidir’ (Montgomery, 2014: 8). Nasıl bir insanın hareket edebilme, yürüme, koşma için enerjiye ihtiyacı varsa insan hayatının refahı ve konforu, ekonomik ve teknolojik faaliyetlerin gelişimi için de enerjiye ihtiyaç vardır. Bu nedenle ekonomik anlamda da enerji, sürdürülebilir ekonominin en temel taşıdır. İnsanların refah ve konfor isteklerinin artması, nüfus artışı, sanayileşme, teknolojinin hızlı gelişimi ayrıca küresel ısınma ve iklim değişiklikleri enerji kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda yenilenemez enerji kaynakları bireysel ve ekonomik ihtiyaçları karşılayamamakta ve tükenmeye yüz tutmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının (petrol, kömür, doğal gaz vb.) kullanılmasının tükenme ve doğal dengeye zarar verme riskinin yanı sıra, enerji sıkıntısına, fiyatların yükselmesine, dış ticarete yabancı ülkelere bağımlılığa ve bunların sonucu olarak da, büyük bir ekonomik yüke neden olmaktadır. Bu yaşanan ekonomik yüke özellikle 1973-1974 yıllarında yaşanan petrol krizi ve sonuçları da eklenince, artık ülkeler tek tip yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanmak yerine yenilenebilir enerji üretme konusunda politikalar geliştirmeye başlamışlardır. Yenilenebilir enerji; güneş, rüzgâr, hidrojen, jeotermal, biokütle gibi birçok kaynaktan düşük maliyetlerle daha kolay ve hızlı bir şekilde üretilen daha temiz bir enerjidir. Teknolojik gelişmelerin ve imkânların artması ile birlikte ülkelerin, hem çevre temizliği hem de ülke ekonomisi açısından yenilenebilir enerji üretimine ilgisi artmıştır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi-Göhlisar Meslek Yüksek Okulu-Mülkiyeti Koruma ve Güvenlik Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-8338-3574>, nboyacioglu@mehmetakif.edu.tr

Türkiye'nin de gelişmekte olan bir ülke olması sebebiyle enerjiye olan ihtiyacı hızla artmaktadır. Ülkemizde yenilenemez enerji kaynaklarının kıt olması, yabancı ülkelere enerji ithal etmemize ve girdi maliyetlerinin artmasına sebebiyet vermektedir. Bu durum cari açığın artmasına dolayısıyla ekonomik anlamda büyümeye olumsuz etki etmektedir. Bu nedenlerle son yıllarda yenilenebilir enerji üretimi konusunda çok ciddi faaliyetlerde bulunmaya başlanmıştır. Bir ülkenin en büyük hedefi ekonomik olarak büyümek ve sürdürülebilir bir ekonomiye sahip olmaktır. Bu amaçla ülkeler, cari açığın en aza inmesi, ihracatın artması, girdi maliyetlerinden ve dışa bağımlılıktan kurtulmak için politikalar üretmektedir. Yenilenebilir enerji üretiminin sağlayacağı faydalar ülkelerin hedeflediği büyüme politikaları ile örtüşmektedir. Ancak geçmiş veriler yardımıyla analizler yapılarak, elde edilen sonuçlar ortaya çıkarılmalıdır. Tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de yenilenebilir enerji üretiminin dolayısıyla tüketiminin de artması acaba ekonomiye katkı sağlayacak mı? Bu soru araştırmacılar tarafından merak edilen bir konu haline gelmiştir. Türkiye üzerine yapılan bu çalışmada da aynı sorudan hareketle, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Literatürde bu konuda son yıllarda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak dikkate alınan dönem ve yöntemler açısından farklılıklar vardır. Bu çalışma, eşbütünleşme ve nedensellik testleri bir arada uygulandığı için literatüre katkı sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Çalışmanın giriş bölümünde yenilenemez ve yenilenebilir enerjinin farkı ortaya koyularak, yenilenebilir enerjinin avantajları ve ekonomik büyüme ile ilişkisi açıklanmaktadır. Daha sonraki bölümlerde ise konu ile ilgili literatür incelemesine, çalışmada uygulanan metodolojiye, veri ve bulgulara yer verilmektedir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisinin farklı ülkeler üzerine farklı yöntemler ve farklı dönemlerin ele alınarak yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların özet bilgileri aşağıda yer almaktadır.

Çağlayan Akay, Abdieva ve Oskonbaeva (2015), Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkeleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, iktisadi büyüme, yenilenebilir enerji ve CO₂ yayılımı ilişkisini panel VAR modeli ve nedensellik analizlerini kullanarak araştırmışlardır. 1980-2010 dönemi yıllık verilerinin dikkate alındığı araştırmanın sonucunda; yenilenebilir enerji tüketimi ve iktisadi büyümenin çift yönlü nedenselliğe sahip olduğu, CO₂ yayılımının yenilenebilir enerjinin, büyümenin de CO₂ yayılımının nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Alper (2018), Bayer-Hanck ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile Türkiye'nin 1990-2017 dönemine ait yıllık verilerini kullanarak ekonomik

büyüme ile yenilenebilir enerji ilişkisini araştırmıştır. İktisadi büyüme ile yenilenebilir enerjinin uzun dönemde eşbütünlük ve büyümenin yenilenebilir enerjinin nedeni olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Alper ve Oğuz (2016), 1990-2009 dönemi yıllık verileri ile AB üyesi ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve işgücü arasındaki ilişkileri asimetrik nedensellik ve ARDL testleri yardımıyla araştırmışlardır. Dikkate alınan tüm ülkeler için büyüme ve yenilenebilir enerji arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Apaydın, Güngör ve Taşdoğan (2019), çalışmalarında Türkiye'nin 1965-2017 yıllarının verileri ile yenilenebilir enerji ve büyüme ilişkisini ARDL ve NARDL modelleri ile test etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda; ARDL modellemesi ile değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi olmadığı, NARDL modellemesi ile eşbütünlük oldukları bulgularına ulaşılmıştır.

Arslan ve Solak (2019), Türkiye üzerine yaptıkları çalışmalarında, 1984-2017 dönemine ait yıllık veriler dikkate alınarak, yenilenebilir enerji tüketimi ile ithalat ilişkisini Johansen eşbütünlük testi ve etki-tepki fonksiyonları yardımıyla araştırmışlardır. Analiz sonucunda; yenilenebilir enerji tüketiminin ithalatı olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Bakırtaş ve Çetin (2016), G-20 ülkelerinin 1992-2020 yıllarına ait yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme verilerini kullanarak, değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırılmıştır. Panel eşbütünlük testlerinden faydalanılarak yapılan çalışmanın sonucunda; uzun dönemde ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında eşbütünlük bir ilişki tespit edilmiştir.

Büyükyılmaz ve Mert (2015), MS-VAR modeli kullanılarak Türkiye'nin 1960-2010 yıllık verileri ile CO₂ yayılımı, büyüme ve yenilenebilir enerji ilişkisini analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda; değişkenlerin doğrusal olmayan bir nedenselliğe sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Can ve Korkmaz (2018), Bulgaristan'nın 1990-2016 dönemine ait yıllık verileri dikkate alınarak, ARDL ve Toda-Yamamoto testleri ile yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir elektrik üretimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin birbirleri ile ilişkilerini araştırmışlardır. Uzun dönemde değişkenler arasında ilişki olmadığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ve yenilenebilir elektrik üretiminin ekonomik büyümenin nedenleri olduğu ve ekonomik büyüme ve yenilenebilir elektrik üretiminin yenilenebilir enerji tüketiminin nedenleri olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Chen, Pınar ve Stengos (2020), yüz üç ülkenin 1995-2015 yıllarındaki verileri ile panel eşbütünlük ve eşik tahmin yöntemlerin faydalanarak, iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini araştırmışlardır. Analiz sonuçlarında; gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin

büyümeye önemli derecede bir etki etmediği, OECD ülkelerinde ise pozitif yönde ve anlamlı bir etkisinin olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Çınar ve Öz (2017), Türkiye üzerine yaptıkları çalışmada 1965-2015 dönemine ait yıllık verileri ile yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyümeye etkisini aratmışlardır. Granger nedensellik testi ve VAR yöntemi ile yapılan çalışmanın sonucunda; enerji tüketiminin büyüme üzerinde etkili olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Dertli ve Yınaç (2018), Türkiye'nin 1990-2014 dönemi yıllık verileri ile karbondioksit emisyonu, net enerji ithalatı, yenilenebilir enerji tüketimi ve iktisadi büyüme değişkenlerinin ilişkileri Engle-Granger nedensellik ve Johansen eşbütünleşme testleri ile araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda; değişkenlerin uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğu ve enerji ithalatının yenilenebilir enerji tüketiminin nedenseli olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Doğan, Altınöz, Madaleno ve Taşkın (2020), OECD ülkelerine üzerine yaptıkları çalışmada, 1990-2010 yıllarına ait yıllık verilere Pedroni panel eşbütünleşme testi uygulayarak, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini araştırılmışlardır. Çalışmanın sonucunda; yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisinin üst ve alt dilimler için pozitif olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Durğun ve Durğun (2018), Türkiye üzerine yaptıkları çalışmada, birey başına gelir ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerinin ilişkisini, 1980-2015 dönemine ait yıllık verilerini kullanarak, ARDL sınır ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda; serilerin eşbütünleşik ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni olduğu ortaya konulmuştur.

Göзgör, Lau ve Lu (2018), yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyümeyle ilişkisini 29 OECD ülkenin 1990-2013 yılları arası verileri ile analiz etmişlerdir. Panel ARDL ve panel niceliksel regresyon yöntemleri kullanılarak yapılan analizlerin neticesinde; yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Gyimah, Yao, Tachea, Hayford ve Opoku-Mensah (2022), Ghana'nın 1990-2015 dönemine ait verileri ele alınarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri ile yapılan analizler sonucunda; yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Maji, Sulaiman ve Abdul-Rahim (2019), çalışmalarında 15 Batı Afrika ülkesinin 1995-2014 dönemi yıllık verileri ile ekonomik büyüme ve

yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini araştırmışlardır. Pedroni ve Kao panel eşbütünleşme testi uygulanarak yapılan çalışmanın sonucunda; değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Naimoğlu (2021), Almanya üzerine yaptığı çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve enerji kayıplarının iktisadi büyüme ile ilişkisini 1990-2019 dönemine ait verilerini kullanarak Fourier yaklaşımı ile analizleri gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonucunda; enerji tüketimini ekonomik büyümeyi arttırdığı, enerji kayıplarındaki artışın ise azalttığı tespit edilmiştir.

Namahora, Wu, Xio ve Zhou (2021), Rwanda üzerine yaptıkları çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasındaki asimetrik bağlantılılık durumunu araştırmışlardır. 1990-2015 dönemine ait veriler ile NARDL yaklaşımı kullanılarak yapılan çalışmanın sonucunda; büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerinin pozitif bir ilişkiye sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Özşahin, Mucuk ve Gerçekker (2016), çalışmalarında BRICS-T ülkelerinin 2000-2013 yılları verileri ile Panel ARDL testi uygulanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmışlardır. Büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin doğru orantılı olarak değiştiği ortaya konulmuştur.

Shahbaz, Loganathan ve Zeshan (2015), Pakistan üzerine yaptıkları çalışmada, 1972-2011 dönemi üç aylık verileri ile ARDL ve RWA yaklaşımları yardımıyla yenilenebilir enerji tüketimine ekonomik büyümeye katkısının olup olmadığı araştırılmıştır. Üretim fonksiyonunun belirleyicileri olarak emek ve sermayenin de dahil edildiği çalışmanın sonucunda; yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve emeğin ekonomik büyümeyi arttırdığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Soava, Mehedintu, Sterpu ve Raduteanu (2018), Avrupa Birliği'ne üye 28 ülke üzerine yaptıkları çalışmada, iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırmada 1995-2015 yıllarına ait panel veriler ile eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri uygulanmıştır. Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği ve ülkeler bazında da makroekonomik değişkenlerin aralarında tek yönlü veya çift yönlü nedensellik ilişkileri olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Şimşek ve Yiğit (2017), BRICS-T ülkelerinde kentleşme ve ekonomik büyüme ile petrol fiyatları, yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu ilişkileri Pedroni panel eşbütünleşme ve Pairwise Dumitrescu Hurlin panel nedensellik testleri ile yapılmıştır. Araştırmada değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmemiştir. Ancak ekonomik büyümeden değişkenlere doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Topcu (2022), enerji ithalatında lider 11 ülkenin 1995-2015 dönemine ait panel veriler ile Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi uygulanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile enerji ithalatının cari açık ilişkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda; cari denge ile yenilenebilir enerji tüketiminin doğru orantılı bir ilişkiye ve değişkenlerin birbirleri ile çift yönlü nedenselliğe sahip olduğu ortaya konulmuştur.

3. YÖNTEM

Zaman serileri analizlerinde öncelikle serilerin birim kök içerip içermediği test edilmelidir. Çünkü zaman serisi analizlerinin varsayımlarından birisi serilerin durağan olmasıdır. Eğer analizler durağan olmayan seriler ile yapılır ise t, F test istatistikleri ve R² sonucu yanlış olabilmekte ayrıca sahte regresyon sorunu ile karşılaşılabilir. Bu nedenlerden dolayı çalışmanın ilk aşamasında serilerin birim köke sahip olup olmadıklarının tespiti için serilere birim kök uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda çalışmada, Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden faydalanılmıştır.

Augmented Dickey Fuller Testi (1981), bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerini modele ekleyerek, kalıntıların otokorelasyonsuz hale gelmesini sağlayan bir testtir. Ayrıca her bir gruba birim kök testlerinin ayrı ayrı uygulanması ve p olasılık değerlerinin birleştirilmesi bu testin avantajlarından. ADF birim kök testinin H₀ hipotezinde serilerde birim kök olduğu, H₁ alternatif hipotezinde ise serilerde birim kök olmadığı ifade edilmektedir. Testin denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

(Y_t: Bağımlı değişken, β: Sabit terim, u_t: Hata terimi, k: Gecikme uzunluğu)

Phillips Perron Testi (1988), normal dağılmayan serilerde daha doğru sonuçlar veren parametrik olmayan bir birim kök testidir. PP testi, hata terimlerinin arasında korelasyon olmadığı ve sabit varyansa sahip olduğunu varsayan Dickey Fuller testini daha genişleterek, hata terimlerinin otokorelasyon probleminin ortadan kalkmasını sağlamak amacıyla t istatistiklerini tekrar hesaplayan bir testtir. PP birim kök testinin H₀ hipotezinde serilerde birim kök olduğu, H₁ alternatif hipotezinde ise serilerde birim kök olmadığı ifade edilmektedir. Testin denklemi şu şekildedir:

$$y_t = \tilde{\mu} + \tilde{\beta} \left(t - \frac{1}{2} T \right) + \tilde{\alpha} y_{t-1} + \tilde{u}_t \quad (2)$$

(Y_t: Bağımlı değişken, $\tilde{\mu}$: Sabit terim, $\tilde{\mu}_t$: Hata terimi)

ADF ve PP testleri ile serilere ait hesaplanan t-istatistik değerleri MacKinnon (1996) testinin kritik değerleri karşılaştırılır. Hesaplanan t-istatistik değerlerinin mutlak değerlerinin MacKinnon (1996) test kritik değerlerinden büyük olması

durumunda, serilerin birim kök içerdiğini belirten sıfır hipotezi reddedilir. Böylece serilerin birim kök içermediği yani durağan olduğu sonucuna ulaşırlar.

Johansen Eşbütünleşme Testi (1988), iki veya daha fazla değişkenin arasındaki eşbütünleşme ilişkilerinin araştırıldığı durumlarda birden fazla eşbütünleştirici vektör olma olasılığını dikkate alan bir testtir. Engle ve Granger (1987) testindeki yalnız iki değişken arasında ve tekil bir eşbütünleşme ilişkisine bakılabilmekten kaynaklanan sorunların ortadan kaldırılmasını sağlar. Johansen (1988) testi değişken setleri arasında gerçekleşme olasılığı olan tüm eşbütünleşik vektörlerin tahminine izin vermektedir. Bu testin yapılacağı denklem sistemindeki serilerin birinci farklarında yani I(1) düzeyinde durağan olması gerekmektedir. VAR modeli temelli olan bu testte, değişkenlerin gecikmeli değerleri de modele dahil edilerek hesaplamalar yapılmaktadır. Hesaplamalar özdeğer ve özvektörlere dayanmaktadır. Johansen (1988) testinde x_t ; n adet içsel değişken vektörünü ifade eder. Durağan olmayan x_t vektörünün birinci dereceden farkları alındıktan sonraki değerlerinin ve gecikmeli değerlerin yer aldığı VAR modeli aşağıdaki gibidir:

$$\Delta x_t = \Gamma_1 \Delta x_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta x_{t-k+1} + \pi x_{t-k} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Γ_i , x_t 'deki kısa dönem değişmelerini; π , katsayıları belirten (n x n) boyutlu matris olup, x_t 'deki uzun dönem değişmelerini; k gecikme uzunluğunu; ε_t sıfır ortalamalı hata terimlerini ifade etmektedir.

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkileri Trace Test Statistic (İz Test İstatistiği) ve Maximum Eigenvalue Test Statistic (Maksimum Özdeğer Test İstatistiği)'dir. İz test istatistiği (λ_{iz}) π matrisinin rankının r'ye eşit ya da r'den küçük olduğunu ($r \leq r_0$) belirten H_0 hipotezini, r'nin r+1'e eşit ya da büyük olduğunu ($r \geq r+1$) belirten alternatif hipotezine karşı test etmektedir. Denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\lambda_{iz} = -T \cdot \sum_{i=r+1}^n \ln(1-\lambda_i) \quad (4)$$

Maksimum özdeğer test istatistiği (λ_{tmax}) ise eşbütünleşme vektörün r'ye eşit ($r = r_0$) olduğunu belirten H_0 hipotezini, vektörün r + 1'e eşit olduğunu ($r = r_0 + 1$) belirten H_1 hipotezine karşı test etmektedir. Denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\lambda_{tmax}(r, r+1) = -T \cdot \ln(1-\lambda_{r+1}) \quad (5)$$

Denklemlerde yer alan r, eşbütünleşme vektör sayısını; λ_i ve λ_{r+1} π matrisinden tahmin edilen kendi değerlerinin köklerini; T, kullanılabilir gözlem sayısını ifade etmektedir.

Testin uygulanması sonucu hesaplanan izdeğer ve özdeğer test istatistiklerinin değerleri tablo kritik değerlerden büyük olması durumlarına göre eşbütünleşme vektörlerinin sayısı tespit edilir.

Toda-Yamamoto Nedensellik Testi (1995), değişkenlerin durağanlık düzeyleri ne olursa olsun değişkenleri teste $I(0)$ olarak dahil eden bir testtir. Bu durum uzun dönemdeki bilgi kayıplarının ortadan kalkmasını sağlamaktadır. $k+d_{\max}$ şeklinde kurulan VAR modeline dayalı bu testi uygulayabilmek için k gecikme uzunluğunun, en büyük bütünleşme derecesinden (d_{\max}) büyük olması gerekmektedir. Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testinin VAR modelleri aşağıdaki gibidir:

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \beta_{2i} X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (6)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \beta_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \beta_{2i} Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (7)$$

Testin hipotezleri:

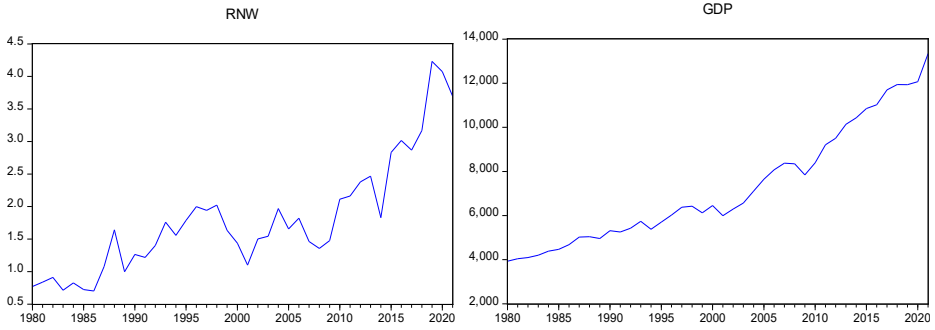
H_0 : Y 'den X 'e doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur.

H_1 : Y 'den X 'e doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.

şeklinde olup, test sonucunda hesaplanan ki-kare (X^2) istatistik değerlerinin kritik değerlerden büyük çıkması ile H_0 hipotezi rededilerek, nedensellik ilişkisi tespit edilmiş olunur.

4. VERİ ve BULGULAR

Çalışmanın amacı, Türkiye’de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Çalışmada Türkiye’nin 1980-2021 yılları arasındaki kişi başı gelir (2015 sabit \$) ve kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi yıllık verileri dikkate alınmıştır. Kişi başı gelir verileri ‘data.worldbank.org’ ve kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi verileri ‘ourworldindata.org’ sitelerinden elde edilmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin tespiti için Johansen eşbütünleşme testi, daha sonra da değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırılması için Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Analizler Eviews 12 programından faydalanılarak yapılmıştır. Çalışmada ekonomik büyüme değişkeni ‘GDP’, yenilenebilir enerji tüketimi ise ‘RNW’ şeklinde ifade edilmektedir. Uygulama kapsamında ilk olarak değişkenlere ait zaman yolu grafikleri çizilmiş olup, aşağıdaki Şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri

Şekil 1'deki RNW ve GDP değişkenlerine ait grafikler incelendiğinde, değişkenlerin yıllar itibari ile artan bir trend eğiliminde olduğu görülmektedir. Aşağıdaki Tablo 1'de çalışmada dikkate alınan değişkenlere ait serilerin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

Tablo 1. Serilere Ait Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

	RNW	GDP
Ortalama	1,808148	7281,722
Medyan	1,637707	6401,270
Maksimum	4,230899	13341,60
Minimum	0,701476	3931,469
Standart Sapma	0,882130	2654,094
Çarpıklık	1,079276	0,682564
Basıklık	3,750531	2,279593
Jarque-Bera	9,139621	4,169478
Olasılık	0,010360	0,124340
Gözlem	42	42

Tablo 1'deki tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde; her iki serinin de sağa çarpık ve sivri bir dağılıma sahip olduğu; ayrıca basıklık katsayısına ve Jarque-Bera test istatistiğine göre serilerin normal dağılıma sahip olmadığı görülmektedir. Çalışma kapsamında uygulanan serilere ait birim kök testi sonuçları aşağıda yer alan Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Serilere Ait Birim Kök Testleri Sonuçları

Hipotezler	H_0 : Serilerde birim kök vardır. H_1 : Serilerde birim kök yoktur.			
Birim Kök Testleri	Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi		Philips-Perron (PP) Testi	
	t istatistik değerleri			
	Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sabitli	Sabitli ve Trendli
RNW	-0,719960[0]	-2,411344[0]	-0,328946[4]	-2,362598[1]
GDP	2,166242[0]	-0,446608[0]	4,723963[12]	0,548473[7]
DRNW	-7,493449[0]***	-7,516199[0]***	-8,122409[6]***	-8,411986[9]***
DGDP	-5,072120[0]***	-5,793245[0]***	-5,068743[1]***	-5,915385[10]***
ADF ve PP Test İstatistik Değerleri (MacKinnon, 1996)	Sabitli	%1 : -3,600 %5 : -2,935 %10 : -2,605		
	Sabitli ve Trendli	%1 : -4,198 %5 : -3,524 %10 : -3,193		

Not : *** : % 1 anlamlılık düzeyi, D : Serilerin birinci dereceden farkı, [] : İçindeki değerler ADF testi için gecikme uzunluğunu, PP testi için bant genişliğini göstermektedir.

Tablo 2’de yer alan Augmented Dickey Fuller ve Phillips Perron birim kök testlerinin sonuçlarına göre serilerin düzey değerlerinde durağan olmadığı yani birim kök içerdiği görülmektedir. Birinci fark değerlerinde ise hem sabitli hem de sabitli-trendli t-istatistik değerlerinin mutlak değerlerinin kritik değerlerden büyük olmasından dolayı ‘ H_0 : Serilerde birim kök vardır’ hipotezi reddedilerek, serilerin durağanlaştığı yani %1 anlamlılık düzeyinde birim kök içermediği tespit edilmiştir. Bu aşamadan sonra serilerin aralarındaki uzun dönem ilişkisini belirlemek amacıyla serilere Johansen Eşbütünlük testi uygulanmıştır.

Tablo 3. Johansen Eşbütünlük Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken: GDP					
Eşbütünlük Aralığı	Özdeğer	Trace İstatistiği	%5 Kritik Değer	Max-Eigen İstatistiği	%5 Kritik Değer
r=0	0,422158	22,70997	20,26184***	20,84182	15,89210***
r≤1	0,047985	1,868650	9,164546	1,868650	9,164546

Not : *** : %5 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo 3'teki Johansen Eşbütünleşme test sonuçları incelendiğinde; $r=0$ durumunda trace istatistik ve max-eigen test istatistik değerlerinin %5 kritik değerlerden büyük olmasından dolayı ' H_0 : Hiç eşbütünleşik vektör yoktur' ($r=0$) hipotezi rededilmektedir. $r \leq 1$ durumunda ise hem trace istatistik değerinin hem de max-eigen istatistik değerinin %5 kritik değerlerden küçük olmasından dolayı ' H_0 : En çok bir eşbütünleşik vektör vardır' ($r \leq 1$) hipotezleri reddedilememektedir. Bu sonuçlar ışığında, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında trace test ve max-eigen test istatistik sonuçlarına göre, %5 anlamlılık düzeyinde uzun dönemde en az bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Hata düzeltme katsayıları tahmin sonuçları aşağıda yer alan Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Hata Düzeltme Katsayıları Tahmin Sonuçları

	ΔGDP_{t-1}	ΔRNW_{t-1}
ECT _{t-1}	0,138815[3,43730]***	0,000168[3,78693]***
R ²	0,383382	0,394774
F İstatistiği	3,212368	3,370082

Not: *** : %1 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo 4'teki sonuçlara göre; ekonomik büyüme değişkenin bağımlı, yenilenebilir enerji tüketiminin bağımsız olduğu modelde hata düzeltme katsayılarının t istatistik değerlerinin %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkide kısa dönemde sapmalar meydana gelse bile uzun dönemde aralarındaki eşbütünleşme ilişkisinin tekrar dengeye geleceğini göstermektedir. Çalışmada değişkenler arasında uzun dönemde bir eşbütünleşme ilişkisi bulgusundan sonra aralarındaki nedensellik ilişkisini tespit etmek amacıyla Tablo 5'te yer alan Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır.

Tablo 5. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	χ^2 İstatistiği	Serbestlik Derecesi $k + d_{\max} = 3 + 1$	Olasılık Değeri	Sonuç
GDP \rightarrow RNW	19,55465	4	0,00021***	GDP \rightarrow RNW
RNW \rightarrow GDP	15,25029	4	0,00161***	RNW \rightarrow GDP

Not: *** : %1 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo 5'te yer alan Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğu

görülmektedir. Diğer bir ifadeyle değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRMELER

1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi, petrolü ihraç eden ülke olarak Türkiye'yi de ekonomik açıdan olumsuz yönde etkilemiştir. Enerji olmadan bir ülkenin ayakta durması mümkün değildir. Bu yüzden ki, enerjide dışa bağımlılığı en aza indirmek için daha ekonomik, daha temiz ve tükenmeyen enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yenilenebilir enerjinin tüm dünya ülkeleri için her anlamda fırsatlar yaratacağı dolayısıyla da ülke ekonomisine katkıda bulunacağı herkes tarafından savunulan bir gerçektir.

Türkiye üzerine yapılan bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. 1980-2021 dönemine ait kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başı GSYH (2015 sabit \$) değişkenlerinin yıllık verileri ile oluşan serilerin arasındaki ilişki Johansen eşbütünleşme ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi olduğu, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, Türkiye üzerine yapılan çalışmalardan, Çınar ve Öz (2017), Alper (2018), Dertli ve Yınaç (2018) ve Durğun ve Durğun (2018) ile; farklı ülkeler üzerine yapılan çalışmalardan, Çağlayan vd. (2015), Alper ve Oğuz (2016), Bakırtaş ve Çetin (2016), Özşahin vd. (2016), Soava vd. (2018), Gözgör vd. (2018), Maji vd. (2019), Doğan vd. (2020) ve Gyimah vd. (2022) çalışmalarının sonuçlarıyla benzer niteliktedir.

Bu çalışma ve birçok çalışma gösteriyor ki, yenilenebilir enerji genelde tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı olumlu yönde etkileyen bir faktördür. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengin olan Türkiye'nin bu alandaki çalışmalarını artırarak, daha fazla enerji üretmesi ekonomik ve toplumsal kalkınmayı olumlu yönde etkileyecektir. İlerleyen çalışmalarda yenilenebilir enerji kaynakları tek tek ele alınabilir ya da farklı değişkenlerle ilişkilere bakılabilir.

KAYNAKLAR

- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Econometrica*, 75(2), 335-346.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Process. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Çağlayan Akay, E., Abdieva, R. ve Oskonbaeva, Z. (2015). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği. *International Conference on Eurasian Economies*, 628-636.
- Alper, F.Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Alper, A. ve Oğuz, Öcal (2016). The Role of Renewable Energy Consumption in Economic Growth: Evidence from Asymmetric Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953-959.
- Apaydın, Ş., Güngör, A. ve Taşdoğan, C. (2019). The Asymmetric Effects of Renewable Energy Consumption on Economic Growth in Turkey. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(1), 117-134.
- Arslan, E. ve Solak, A. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerindeki Etkisi. *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(17), 1380-1407.
- Bakırtaş, İ. ve Çetin, M.A. (2016). Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), 131-145.
- Büyükyılmaz, A. ve Mert, M. (2015). CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS-VAR Yaklaşımı ile Modellenmesi: Türkiye Örneği. *Zeitschrift für die Welt der Türken Journal of World of Turks*, 7(2), 103-117.
- Can, H. ve Korkmaz, Ö. (2018). The Relationship between Renewable Energy Consumption and Economic Growth The case of Bulgaria. *Renewable Energy Consumption*, 13(3), 573-589.
- Chen, C., Pınar, M. ve Stengos, T. (2020). Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence From a Threshold Model. *Energy Policy*, 139, 1-13.
- Çınar, M. ve Öz, R. (2017). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkinine Yenilenebilir Enerji Bağlamında Bir Öneri. *International Journal of Academic Value Studies (Javstudies)*, 3(13), 40-54.
- Dertli, G. ve Yınaç, P. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu, Enerji İthalatı ve Ekonomik Büyüme: Türkiye Örneği. *KSÜSBD*, 15(2), 583-606.
- Doğan, E. Altınöz, B. Madaleno, M. ve Taşkın, D. (2020). The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Replication and Extension of Inglesi-Lotz (2016). *Energy Economics*, 90, 1-9.
- Durğun, B. ve Durğun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(1), 1-27.
- Gözzör, G., Lau, C.K.M. ve Lu, Z. (2018). Energy Consumption and Economic Growth: New Evidence from the OECD Countries. *Energy*, 153, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.158>
- Gyimah, J., Yao, X., Tachea, M.A., Hayford, I.S. ve Opoku-Mensah, E. (2022). Renewable energy consumption and economic growth: *New Evidence from Ghana*. *Energy*, 248, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123559>

- Maji, I.K., Sulaiman, C. ve Abdul-Rahim, A.S. (2019). Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: *A Fresh Evidence From West Africa*. *Energy Reports*, 5, 384–392. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.03.005>
- Naimoğlu, M. (2021). Fourier Yaklaşımıyla Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji Kayıplarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Almanya Örneği. *Journal of Economics and Research*, 2(1), 59-68.
- Namahora, J.P., Wu, Q., Xio, H. ve Zhou, N. (2021). The Asymmetric Nexus of Renewable Energy Consumption and Economic Growth: *New Evidence from Rwanda*. *Renewable Energy*, 174, 336-346. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.04.017>
- Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- Shahbaz, M., Loganathan, N. ve Zeshan, M. (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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.017>
- Soava, G., Mehedintu, A., Sterpu, M. ve Raduteanu, M. (2018). Impact of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from European Union Countries. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(3), 914-932. <https://doi.org/10.3846/tede.2018.1426>
- Şimşek, T. ve Yiğit, E. (2017). BRIC Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Petrol Fiyatları, CO₂ Emisyonu, Kentleşme ve Ekonomik Büyüme Üzerine Nedensellik Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(3), 117-136.
- Altay Topcu, B. (2022). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatının Cari Açık Üzerindeki Etkisi: Enerji İthalatında Lider Ülkeler Örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 14(26), 1-15. <https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.1086547>
- Montgomery, Scott L. (2014). Küresel Enerjiye Yön Veren Güçler 21. Yüzyıl ve Sonrası. *TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları*, Ankara.

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN KARBON EMİSYONU VE PETROL FİYATLARINA ETKİSİ: BOOTSTRAP NEDENSELLİK UYGULAMASI

Nazlıgül GÜLCAN¹

1. GİRİŞ

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın önemli öğelerinden biri olan enerji, üretim, nüfus artışı, sanayileşme ve beraberinde getirdiği şehirleşme, teknolojik gelişmeler ve gelir artışından kaynaklı olarak ülkelerdeki talebi önemli ölçüde artmıştır (Öymen ve Ömeroğlu, 2020: 1070; Ustaoglu, 2022: 281). Enerji, ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin etkileyicisi ve uluslararası politikalarının belirleyicisi konumundadır (İsmiç, 2015: 260). Enerji kaynaklarındaki rezerv yetersizliği ve artan ihtiyaç dikkate alındığında kaynak tedariklerinin tükenmesinin muhtemelliği ve sürdürülebilirliği, sosyal, ekonomik, çevresel açıdan etkilemekle birlikte yaşam kalitesini de etkilemektedir (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578-579). Bundan dolayı ülkelerin dışa bağımlılığını azaltıcı enerji politikalarını oluşturması ve enerji kaynaklarını etkin bir şekilde kullanması gereklidir.

Enerji kaynaklarının kıt olması, eşit dağılımının bulunmaması ve sera gazı yayılımıyla çevreye verdiği zararlardan dolayı son dönemlerde fosil ve nükleer (yenilenemeyen) enerjiden (doğal gaz, kömür, petrol, nükleer vb.) yenilenebilir enerjiye (güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal, biyokütle, dalga ve akım vb.) geçiş süreci başlamıştır (Bilginoğlu, 1991: 123). Yenilenebilir enerji kaynaklarının yerel olması ve böylece kolay tedarik edilmesi, üretiminin sürekliliği, tükenme riskinin bulunmaması ve çevreye verdiği zararların sınırlılığından dolayı tercih edilen bir kaynak haline gelmiştir (Erdoğan, 2016: 66). Yenilenemeyen enerji kaynakları karbon emisyonunun atmosferdeki yoğunluğunun artması ve küresel sıcaklığın düşmesine neden olmakta; bu durum da iklim değişikliği ve ekolojik dengesizliğe yol açmaktadır (Keleş ve Hamamcı, 2002: 105).

¹ Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak İşletme Fakültesi İşletme Bölümü Muhasebe ve Finansman Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0002-1390-0820>, nazligulgan@mehtetakif.edu.tr

Ayrıca yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan bağımlılığın devam etmesi halinde petrol-gaz kıtlığıyla karşılaşılması ve gerekli rezervlere sahip olmayan ülkelerin ithalatı sonrasında enerji maliyetlerinin artışı kaçınılmazdır (Socolow, 1991). Özellikle de petrol fiyatlarındaki artışın petrol ithal eden ülkelerde petrol talebini azaltacağı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelteceği; petrol ihraç eden ülkelerde ise alternatif enerji kaynaklarına olan yatırımların gerçekleştirilmesini zorunlu kıldığı açıktır (Raggad, 2023: 5). Böylece hem cari açığın düşürülmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması hem de çevresel risklerin önlenmesi amacıyla enerji tüketimi içerisinde ülkelerin yenilenebilir enerjiye daha çok ağırlık vermeleri gerektiği de bir gerçektir.

Yenilenebilir enerji tüketimi, yeni bir iş sektörünün oluşmasına da katkıda bulunmaktadır. Hükümetlerin uygulayacağı etkin bir teşvik sistemiyle sunulan yenilenebilir enerji yatırımları, teknolojik altyapı üretimi ve işletilmesi için iş fırsatları sunarak yeni istihdam alanı yaratmakta, bu durum da uzun vadede gayri safi yurtiçi hasılayı artırmaktadır. Ek olarak yenilenebilir enerji, dış politikada da etkilidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasıyla birlikte yenilenemeyen enerji kaynaklarında karşılaşılan yoğun fiyat oynaklıkları ve arzındaki istikrarsızlıklara karşı kayıtsız bir tutum sergilenmesi ve pazarlık gücü söz konusudur (Demirgil ve Birol, 2020: 70). Bu önem doğrultusunda yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik göstergeler arasındaki ilişki, hem enerji güvenliği için politikaların geliştirilmesi hem de çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğine ilişkin sorunlara çözüm üretilmesi açısından son zamanlarda araştırmacıların ilgi odağında yer almaktadır. Bu çalışmada da Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonu ve petrol fiyatları üzerindeki rolü araştırılmaktadır. Araştırma kapsamında 1965-2021 dönemi yıllık verileri Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testiyle analiz edilmiştir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Enerji ve yenilenebilir enerjinin öneminin açıklandığı bu ilk bölümün ardından, ikinci bölümde yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu ve petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi araştıran ampirik çalışmaların özet bilgilerine yer verilmiş, üçüncü bölümde analizde kullanılan metodoloji, veri ve analiz sonuçları açıklanmış, son bölümde ise genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu ve ham petrol fiyatları ilişkisine yönelik literatüre katkı sağlayan çalışmaların özet bilgilerine aşağıda yer verilmiştir.

Sadorsky (2009), G7 ülkelerinin yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 1980-2005 dönemi kişi başına düşen yıllık verilerinin Pedroni eşbütünlük testi,

FMOLS ve DOLS modellerle tahmin edildiği çalışmada, reel GSYİH ve karbon emisyonlarındaki artışların yenilenebilir enerji tüketiminde artışa yol açarken, reel petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimini azalttığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Payne (2012), ABD yenilenebilir enerji tüketimi, reel gayri safi yurtiçi hasıla, karbon emisyonları ve reel petrol fiyatları arasındaki nedensel ilişkiyi incelemiştir. 1949-2009 dönemi yıllık verilerinin Toda-Yamamoto nedensellik testiyle araştırıldığı çalışmada, 1978'den itibaren yenilenebilir enerji mevzuatı ve politikalarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etkiye; reel GSYİH, karbon emisyonları ve reel petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde nedensel bir etkiye sahip olmasa da reel GSYİH ve karbon emisyonu değişimlerinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etki yarattığı tespit edilmiştir.

Jauhari vd. (2018), Endonezya'daki yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonu, petrol fiyatları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 2000-2016 dönemi yıllık verilerinin Johansen eşbütünleşme, Granger nedensellik testleri ve VAR modeliyle analiz edildiği çalışma sonucunda, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonları, yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol fiyatları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı, fakat yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonları arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir.

Lahiani vd. (2018), G7 ülkeleri yenilenebilir enerji tüketimi, gelir, karbon emisyonu ve petrol fiyatları arasındaki asimetrik ilişkiyi araştırmışlardır. 1955-2014 dönemi çeyreklik verilerinin ARDL ve NARDL testiyle analiz edildiği çalışmada, ABD, İngiltere, Fransa ve Almanya'da gelirin yenilenebilir enerji tüketimini simetrik ve Japonya'da asimetrik bir şekilde etkilediği; ABD, Fransa, Almanya, Japonya ve İtalya için yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını simetrik ve Kanada'da karbon emisyonlarının yenilenebilir enerji tüketimini asimetrik bir şekilde etkilediği; İngiltere ve Fransa'da petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimini simetrik ve ABD'de petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimini asimetrik bir şekilde etkilediği belirlenmiştir.

Erdogan vd. (2020), OECD ülkelerinin yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, petrol fiyatları ve ticari açıklığın karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1990-2014 dönemi verilerinin analiz edildiği çalışmada, FMOLS ve DOLS model tahminlerine göre Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin OECD ülkelerinde geçerli olduğu, fakat AMG tahmincisine göre EKC hipotezinin geçersiz olduğu; tüm tahmincilere göre artan yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol fiyatlarının karbon emisyonlarını azalttığı, yenilenemeyen enerji tüketimini ise artırdığı belirlenmiştir.

Mukhtarov vd. (2020), Azerbaycan'daki yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1992-2015 dönemi yıllık verilerinin yapısal zaman serisi modelleme (STSM) yöntemiyle analiz edildiği çalışma sonucunda, uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye pozitif, karbon emisyonu ve petrol fiyatına negatif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Wolde-Rufael ve Weldemeskel (2020), Brezilya, Rusya, Hindistan, Endonezya, Çin, Türkiye ve Güney Afrika (BRIICTS) ülkelerinin yenilenebilir enerji ve fosil enerji tüketimi, petrol fiyatları ve gelirin çevre politikası sıklığı ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1993-2014 dönemi yıllık verilerinin Panel Havuzlanmış Ortalama Grup Otoregresif Dağılım Gecikmesi (PMG-ARDL) modeliyle tahmin edildiği çalışma sonucunda, çevresel politika sıklığı ve karbon emisyonları arasında ters U-şeklinde bir ilişki olduğu, ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarıyla negatif ilişkili, fosil enerji tüketimi, reel petrol fiyatları ve gelirin karbon emisyonlarıyla pozitif ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Cengiz ve Manga (2021), seçili OECD ülkeleri (Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Danimarka, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Japonya, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Birleşik Krallık, ABD) yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, petrol fiyatları ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 1980-2014 dönemi verilerinin Konya panel nedensellik testiyle değerlendirildiği çalışma sonucunda, Kanada ve İtalya için yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonu arasında çift yönlü, Yunanistan ve İrlanda için yenilenebilir enerji tüketiminden karbon emisyonuna, Avusturya, İsviçre ve ABD için karbon emisyonundan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik; İtalya için yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik; İsviçre ve Belçika için ekonomik büyümeye yenilenebilir enerji tüketimine, Hollanda için yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik; ABD'de yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol fiyatları arasında çift yönlü, Avusturya, Yunanistan, İtalya, Portekiz, İspanya ve İsviçre'de petrol fiyatlarından yenilenebilir enerji tüketimine doğru, Japonya'da yenilenebilir enerji tüketiminden petrol fiyatlarına doğru tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir.

Guo vd. (2021), G7 ülkelerinin yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol fiyatları arasındaki uzun dönemli simetrik ve asimetric ilişkiyi araştırmışlardır. 1980-2018 dönemi yıllık verilerinin ARDL ve NARDL modelleriyle tahmin edildiği çalışma sonucunda, Fransa ve Almanya harici ülkelerin petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli bir asimetric etkisi olduğu, Kanada, ABD ve İtalya'da petrol fiyatlarındaki olumlu bir değişikliğin

yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumsuz bir değişiklikten daha büyük bir etki oluşturduğu, İngiltere ve Japonya’da ise tam tersi olduğu savunulmuştur.

Muhammad vd. (2022), OECD ülkelerinin yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık, karbon emisyonu, gelir eşitsizliği, ekonomik büyüme ve reel petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Westerlund panel eşbütünleşme ve Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi sonuçlarına göre OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme, reel petrol fiyatları, gelir eşitsizliği ve ticari açıklık ile pozitif, karbon emisyonları ile negatif ilişkili olduğu, yenilenebilir enerji tüketimi ile gelir eşitsizliği arasında çift yönlü, GSYİH’den yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğu belirlenmiştir.

Sahu vd. (2022), ABD ticari açıklık, GSYİH, nüfus yoğunluğu, Brent petrol fiyatı endeksindeki değişimlerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 1970-2018 dönemi verilerinin NARDL yöntemiyle analiz edildiği çalışmada, Brent petrol fiyatı, GSYİH ve nüfus yoğunluğundaki artışın yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı, Brent petrol fiyatlarındaki herhangi bir düşüşün kısa vadede yenilenebilir enerji tüketimini azalttığına ilişkin bulgulara rastlanmıştır.

Yang vd. (2022), OECD ülkelerinde reel petrol fiyatları, ticari açıklık, karbon emisyonu, gelir eşitsizliği ve ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 1991-2020 dönemi yıllık verilerinin AMG tahmincisiyle analiz edildiği çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında olumsuz, diğer ekonomik göstergeler arasında olumlu uzun vadeli bir ilişki olduğu, bununla birlikte ticari açıklık, yenilenebilir enerji tüketimi, gelir eşitsizliği ve reel petrol fiyatlarının karbon emisyonlarıyla tek yönlü bir nedensellik, gelir eşitsizliği ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Adebayo vd. (2023), BRICS ülkeleri (Brezilya, Rusya Federasyonu, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme, ile karbon emisyonlarının zaman-frekans ilişkisini araştırmışlardır. 1990Q1-2019Q4 dönemi çeyreklik verilerinin dalgacık uyumu analiziyle incelendiği çalışmada, karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında güçlü ve pozitif, ancak orta ve uzun vadede Rusya ve Güney Afrika için zayıf; tüm ülkeler için kömür enerjisi tüketimi ile karbon emisyonu arasında güçlü ve olumlu; doğal gaz enerjisi tüketimi Brezilya, Hindistan ve Çin’de karbon emisyonları ile güçlü ve olumlu, ancak Rusya ve Güney Afrika’da zayıf ve olumlu; petrol enerjisi tüketimi Brezilya, Hindistan ve Çin’de karbon emisyonları ile güçlü ve olumlu, ancak Rusya ve Güney Afrika için farklılaştığı; jeotermal ve hidrolik enerji tüketimi genellikle karbon emisyonları ile zayıf ve olumlu olduğu belirlenmiştir.

Raggad (2023), ABD’de yenilenebilir enerji tüketimi, WTI ham petrol fiyatları ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, Ocak 1986-Mayıs 2022 dönemi aylık verilerini niceliksel eşbütünleşme testi ve Granger niceliklerde nedensellik testiyle analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda heterojen dağılımın en düşük ve en yüksek niceliklerde yenilenebilir enerji tüketiminden petrol fiyatlarına tek yönlü bir nedensellik, orta ve uç dilimlerde petrol fiyatları ile karbon emisyonları arasında çift yönlü bir nedensellik, petrol fiyatları ile karbon emisyonları arasında esas olarak orta ve aşırı niceliklerde çift yönlü bir nedensellik, yenilenebilir enerji tüketiminden karbon emisyonlarına en düşük, orta ve en yüksek niceliklerde tek yönlü bir nedensellik olduğuna dair kanıtlar sunulmuştur.

3. UYGULAMA

3.1. Metodoloji

Zaman serisi modellerinde tahminlerin anlamlılığı için serilerin durağan olması gerekir. Durağanlık, zaman serilerinin ortalama ve varyansının zamana bağlı olarak değişmemesi ve iki dönem arasındaki kovaryansının sadece iki zaman değeri arasındaki farka bağlı olmasını ifade eder (Gujarati, 2006: 713). Zaman serilerinin durağanlığının belirlenmesi için literatürde daha çok birim kök testleri kullanılmıştır. Bu çalışmada da yapısal kırılmaları dikkate alan Narayan-Popp (2010) birim kök testi tercih edilmiştir.

Narayan-Popp (2010) birim kök testi, iki yapısal kırılmaya izin veren, kırılmaların içsel olarak belirlendiği ve Genişletilmiş Dickey Fuller (1981) tipi birim kök testidir. Bu testte stokastik (u_t) ve deterministik (d_t) bileşenden oluşan γ_t zaman serisinin veri üretme süreci şöyledir:

$$\gamma_t = d_t + u_t \quad (1)$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\varepsilon_t = \psi^*(L)e_t = A^*(L)^{-1}B(L), \quad e_t \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (3)$$

Narayan-Popp (2010) birim kök testinde sabitte (Model AA) ve sabitte ve trendde (Model CC) iki kırılmayı dikkate alan iki model oluşturulmuştur. Bu modeller şu şekildedir:

$$d_t^{AA} = \alpha + \beta_t + \psi^*(L)(\theta_1 DU'_{1,t} + \theta_2 DU'_{2,t}) \quad (4)$$

$$d_t^{CC} = \alpha + \beta_t + \psi^*(L)(\theta_1 DU'_{1,t} + \theta_2 DU'_{2,t} + \gamma_1 DT'_{1,t} + \gamma_2 DT'_{2,t}) \quad (5)$$

$$DU'_{i,t} = 1(t > T'_{\beta,i}), \quad DT'_{i,t} = 1(t > T'_{\beta,i})(t - T'_{\beta,i}) \quad (6)$$

Modellerde yer alan θ_1 sabitteki, γ_1 trenddeki kırılmaların büyüklüğünü; $T'_{\beta,i}$ ise serilerdeki kırılmaların zamanla yavaş bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Narayan-Popp (2010) birim kök testinin temel hipotezi ‘*Seride birim*

kök vardır ($H_0: p=1$)' şeklinde oluşturulmuştur. Testin sınavında hesaplanan t istatistik değeri Monte Carlo simülasyonlarıyla hesaplanan kritik değerlerle karşılaştırılır, hesaplanan t istatistik değerinin kritik değerlerden mutlak olarak büyük olması halinde seride birim kök olmadığı sonucuna ulaşılır.

Hacker ve Hatemi-J (2012) tarafından önerilen bootstrap nedensellik testi, Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testine dayanan Hacker ve Hatemi-J (2006) nedensellik yaklaşımının bir adım öteye taşınmış halidir. Dolayısıyla $VAR_{(p+dmax)}$ modeli ile tahmin edilir ve serilerin durağan olma şartı söz konusu değildir. Modified Wald (Mwald) test istatistiğinin dikkate alındığı bu testte, p 'ye eşit serbestlik derecesi ve kısıtlamalar asimptotik olarak k -kare (χ^2) dağılır. Mwald test istatistiğinin küçük örneklerde χ^2 dağılımı kullanıldığında yetersiz performans sergilediğinden, bu sorunun çözümü için Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testinde bootstrap dağılım tercih edilmiş ve dolayısıyla daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Mwald test istatistiği aşağıdaki modelle tahmin edilir:

$$Mwald = (C\hat{\beta})' [C(Z'Z)^{-1} \otimes S_U C']^{-1} (C\hat{\beta}) \quad (7)$$

Modelde belirtilen Z bağımsız değişkenleri, \otimes Kronecker çarpımı, C ise $pxn(1 + n(p + d))$ matrisini ifade eder. Testte tahmin edilen VAR modeli ile gecikme uzunluğu içsel olarak belirlenmiştir ve bilgi kriteri seçiminde Hatemi-J (2003, 2008) tarafından geliştirilen Schwarz ve Hannan-Quinn bilgi kriterlerinin birleştirilmesiyle oluşturulan HJC bilgi kriteri elde edilmiştir. Optimal gecikme uzunluğu aşağıdaki modelle tahmin edilir:

$$HJC = \ln(\det \hat{\Omega}_j) + \frac{j(n^2 \ln T + 2n^2 \ln(\ln T))}{2T} \quad (8)$$

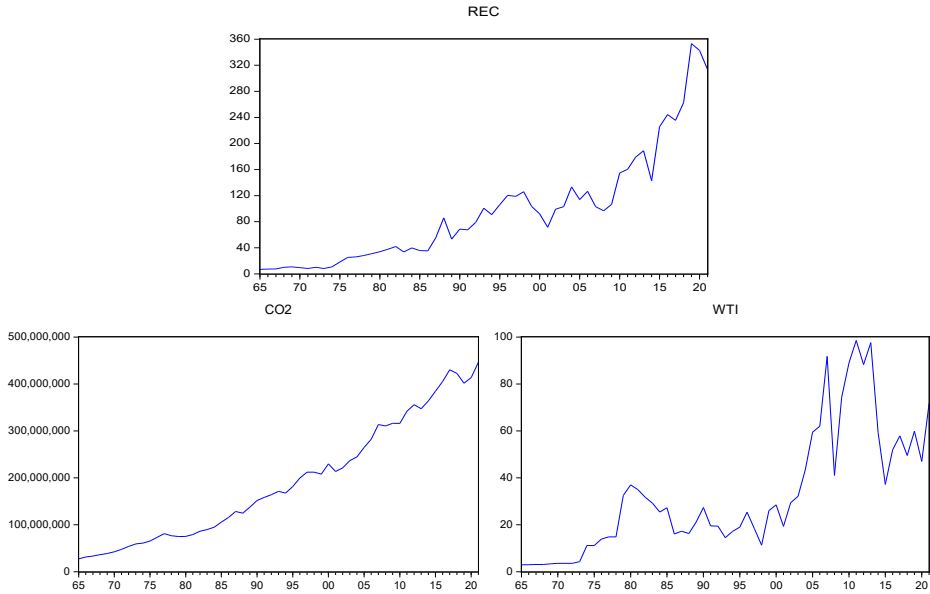
Modeldeki $\hat{\Omega}_j$ ise j . gecikme uzunluğunda tahmin edilen VAR modeli hata terimlerinin varyans-kovaryans matrisinin belirleyicisidir. Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testinde temel hipotez '*Seriler arasında nedensellik ilişkisi yoktur* ($H_0: \beta=0$)' şeklinde oluşturulmuştur. Test sonucu hesaplanan Mwald test istatistiği, asimptotik değerlerinden küçükse seriler arasında nedensellik olduğu sonucuna ulaşılır.

3.2. Veri ve Bulgular

Çalışmanın amacı Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonu ve petrol fiyatları üzerindeki etkisini araştırmaktır. Araştırma kapsamı 1965-2021 dönemi yıllık verilerinden oluşmaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji tüketimi (REC) ile karbon emisyonu (CO_2) verileri Our World in Data, WTI ham petrol spot fiyatları (WTI) St. Louis Federal Rezerv Bankası'ndan elde edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi verilerinin Terawatt saat (TWh), karbon emisyonu verilerinin ton, WTI ham petrol spot fiyatlarının ABD Doları cinsinden değerleri analize alınmıştır. Araştırma için ekonometrik

yöntemlerden ilk olarak Narayan-Popp (2010) birim kök testi, ardından Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testinden yararlanılmıştır.

Değişkenlerin zaman yolu grafikleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri

Şekil 1’deki grafiklere bakıldığında tüm serilerin yükseliş trendinde olduğu, ayrıca çoklu yapısal kırılmaların bulunduğu görülmektedir.

Değişkenlerin tanımlayıcı istatistik bilgileri Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

İstatistik Göstergeler	REC	CO ₂	WTI
Ortalama	96.48433	1.92E+08	32.84682
Medyan	85.79774	1.68E+08	26.08000
Maksimum	353.2026	4.46E+08	98.57000
Minimum	6.762500	27352956	2.920000
Standart Sapma	86.78845	1.28E+08	26.41543
Çarpıklık	1.280389	0.478146	1.009198
Basıklık	4.190341	1.951795	3.144052
Jarque-Bera	18.93942	4.781416	9.724846
Olasılık	0.000077	0.091565	0.007732
Gözlem	57	57	57

Tablo 1’deki tanımlayıcı istatistik bilgileri değerlendirildiğinde çarpıklık katsayılarına göre tüm serilerin sağa çarpık, basıklık katsayılarına göre yenilenebilir enerji tüketimi ve WTI ham petrol fiyat serilerinin sivri uçlu

olduğu belirlenmiştir. Jarque-Bera testi sonuçlarına göre ise yenilenebilir enerji tüketimi ve WTI ham petrol fiyat serilerinin farklı anlamlılık düzeylerinde normal dağılmadığı, fakat karbon emisyon serilerinin normale yakın bir dağılım sergilediği görülmektedir.

Araştırmada serilerin durağanlığını tespit etmek amacıyla serilerdeki yapısal kırılmaları dikkate alan testlerinden biri olan Narayan-Popp (2010) birim kök testi tercih edilmiştir. Testin sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Narayan-Popp (2010) Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Model Türü	Test İstatistiği	Kritik Değerler	Kırılma Tarihleri
REC	Sabit Model (AA)	-6.922(1)***	%1: -5.259 %5: -4.514 %10: -4.143	1970, 1975
CO ₂		-4.711(3)**		1978, 1989
WTI		-5.940(0)***		1970, 1980
REC	Sabit ve Trendli Model (CC)	-6.684(1)***	%1: -5.949 %5: -5.181 %10: -4.789	1975, 1992
CO ₂		-8.255(3)***		1986, 2000
WTI		-6.769(0)***		1971, 1988

Not: Tablodaki ** ve ***, sırayla %5 ve %1 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Ayrıca parantez içi değerler maksimum gecikme sayısını belirtmektedir.

Tablo 2’deki Narayan-Popp (2010) birim kök testi sonuçlarına göre serilerin düzey değerlerindeki test istatistiklerinin kritik değerlerinden küçük olduğu, böylece tüm serilerin birim köklü olmadığı diğer bir ifadeyle serilerin seviye değerlerinde durağan olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmasından dolayı aralarındaki ilişkinin belirlenmesi için Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testi uygulanmıştır. Bu testin sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Hacker ve Hatemi-J (2012) Bootstrap Nedensellik Testi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	Mwald Test İstatistiği	Kritik Değerler		
		%1	%5	%10
CO ₂ ↔REC	5.581(1)*	9.779	5.748	4.130
REC↔CO ₂	3.918(1)*	7.747	4.313	3.030
WTI↔REC	1.128(1)	8.236	4.626	3.190
REC↔WTI	1.517(1)	8.989	5.201	3.782

Not: Tablodaki ↔, nedenselliğin yönünü; *, %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Ayrıca parantez içi değerler maksimum gecikme sayısını belirtmektedir.

Tablo 3’teki Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testi sonuçlarına göre Türkiye’deki yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle

yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonunun, karbon emisyonunun ise yenilenebilir enerji tüketiminin Granger nedeni olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketimi ile WTI ham petrol spot fiyatları arasında herhangi bir nedensellik ilişkisine ulaşılamamıştır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Enerji, ülkelerin hem ekonomik hem de sosyal gelişimlerinde temel bir girdidir. Özellikle üretim süreçlerinde yoğun olarak kullanılan enerji, ülkelerde üretim kapasitesinin artmasını sağlayarak ekonomik büyümelerini desteklemektedir. Enerjinin üretim, dağıtım ve kullanımı için oluşturulan altyapı çalışmalarıyla ilişkili birçok sektör, geniş çapta istihdam alanı yaratırken; mal ve hizmet taşımacılığındaki rolünden dolayı ticaret hacmi artmaktadır. Ayrıca enerjinin insanların yaşam standartlarını yükseltmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında da etkilidir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının sınırlı olması ve zamanla tükenmesi, karbon emisyonu ve küresel iklim değişikliğine sebebiyet vermesinden dolayı son dönemlerde yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş söz konusudur. Yenilenebilir enerjinin sınırsız olması, karbon emisyonunu azaltarak çevre dostu olması, enerji güvenliği sağlayarak dışa bağımlılığı azaltması, enerji sektöründe yeni iş imkanları yaratması, enerjiye erişimi kolaylaştırarak maliyetleri düşürmesinden dolayı ülkeler yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelmiştir.

Bu çalışmada da Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonu ve petrol fiyatları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma kapsamı 1965-2021 dönemi yıllık verilerinden oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu ve petrol fiyatları arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan Hacker ve Hatemi-J (2012) bootstrap nedensellik testi sonuçlarına göre Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu; fakat WTI ham petrol spot fiyatlarıyla herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığına dair kanıtlar sunulmuştur. Bu sonuçlar literatürde Sadorsky (2009), Payne (2012), Jauhari vd. (2018), Lahiani vd. (2018), Erdogan vd. (2020), Mukhtarov vd. (2020), Wolde-Rufael ve Weldemeskel (2020), Cengiz ve Manga (2021), Muhammad vd. (2022), Yang vd. (2022), Adebayo vd. (2023), Raggad (2023) çalışmalarla benzer sonuçlara sahiptir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının doğal kaynaklara dayalı olması, kendini sürekli yenilemesi ve bu sayede karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahip olduğu bir gerçektir. Hükümet ve diğer politika yapıcıların çevreyi korumaya yönelik politikalar çerçevesinde yenilenebilir enerji kaynak kullanımının artırılması ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının azaltılmasıyla karbon emisyonunun düşürülmesi yönünde karar alması önemlidir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları ile WTI ham petrol spot fiyatları arasında herhangi bir nedensellik

ilişkinin bulunamaması, Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketimi ile WTI ham petrol spot fiyatlarının birbirinden bağımsız hareket ettiği ve ülke için WTI ham petrolün yenilenebilir enerji için alternatif bir enerji kaynağı olmadığına işaret etmektedir. Bu sonuca rağmen ülkenin çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve enerji güvenliğinin sağlanarak dışa bağımlılığın azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi önerilmektedir.

İlerleyen çalışmalarda ise yenilenebilir enerji tüketimi türleri (güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal, biyokütle, dalga ve akım vb.) ayrı ayrı olarak ele alınarak farklı ekonomik göstergelerle ilişkisi değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Adebayo, T. S., Aga, M. ve Kartal, M. T. (2023). Analyzing the Co-Movement between CO2 Emissions and Disaggregated Nonrenewable and Renewable Energy Consumption in BRICS: Evidence Through the Lens of Wavelet Coherence. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 38921-38938, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24707-w>
- Apergis, N. ve Danuletiu, D. C. (2014). Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign of Panel Long-Run Causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Bilginoğlu, M. A. (1991). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları. *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 9, 122-147.
- Cengiz, O. ve Manga, M. (2021). The Causal Linkages between Renewable Energy Consumption, Economic Growth, Oil Prices and CO2 Emissions in Selected OECD Countries. *Verimlilik Dergisi*, 3, 165-183. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.691193>
- Demirgil, B. ve Birol, Y. E. (2020). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 68-83. <https://doi.org/10.37880/cumuiibf.671591>
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Auto-regressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Erdogan, S., Okumus, I. ve Guzel, A. E. (2020). Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in OECD Countries: the Role of Renewable, Non-renewable Energy, and Oil Prices. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 23655-23663. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08520-x>
- Erdoğan, S. (2016). *Arz Güvenliği Bakışı ile Türkiye'de Enerji Politikaları*. Ankara: Orion Kitabevi.
- Federal Reserve Bank of St. Louis, stlouisfed.org
- Gujarati, D. N. (2006). *Basic Econometrics*. Third Edition, Mc Graw-Hill, USA.
- Guo, Y., Yu, C., Zhang, H. ve Cheng, H. (2021). Asymmetric between Oil Prices and Renewable Energy Consumption in the G7 Countries. *Energy*, 226, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120319>
- Hatemi, J. A. (2003). A New Method to Choose Optimal Lag Order in Stable and Unstable VAR Models. *Applied Economics Letters*, 10(3), 135-137.
- Hatemi, J. A. (2008). Forecasting Properties of A New Method to Determine Optimal Lag Order in Stable and Unstable VAR Models. *Applied Economics Letters*, 15(4), 239-243.
- Hacker, R. S. ve Hatemi, J. A. (2006). Tests for Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory And Application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Hacker, R. S. ve Hatemi, J. A. (2012). A Bootstrap Test for Causality with Endogenous Lag Length Choice: Theory and Application in Finance. *Journal of Economic Studies*, 39(2), 144-160.

- Jauhari, H., Dewata Dr, E., Lestari Zainal Ridho, S. ve Miskiyah, N. (2018). Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth in Indonesia. In Proceedings of the 4th Sriwijaya Economics, Accounting, and Business Conference (SEABC 2018), 29-36, <https://doi.org/10.5220/0008436500290036>
- İsmiç, B. (2015). Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Nüfus İlişkisi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(1), 259-274.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C. (2002). *Çevrebilim*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Lahiani, A., Sinha, A. ve Shahbaz, M. (2018). Renewable Energy Consumption, Income, CO₂ Emissions, and Oil Prices in G7 Countries: The Importance of Asymmetries. *The Journal of Energy and Development*, 43, 157-191.
- Muhammad, I., Ozcan, R., Jain, V., Sharma, P. ve Shabbir, M. S. (2022). Does Environmental Sustainability Affect the Renewable Energy Consumption? Nexus among Trade Openness, CO₂ Emissions, Income Inequality, Renewable Energy, and Economic Growth in OECD Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 90147-90157. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22011-1>
- Mukhtarov, S., Mikayilov, J. I., Humbatova, S. ve Muradov, V. (2020). Do High Oil Prices Obstruct the Transition to Renewable Energy Consumption?. *Sustainability*, 12(4689), 1-16, <https://doi.org/10.3390/su12114689>
- Narayan, P. K. ve Popp, S. (2010). A New Unit Root Test with Two Structural Breaks in Level and Slope an Unknown Time. *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425-1438.
- Our World in Data, <https://ourworldindata.org>
- Payne, J. E. (2012). The Causal Dynamics Between US Renewable Energy Consumption, Output, Emissions, and Oil Prices. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7(4), 323-330. <https://doi.org/10.1080/15567249.2011.595248>
- Raggad, B. (2023). Quantile Causality and Dependence between Renewable Energy Consumption, WTI Prices, and CO₂ Emissions: New Evidence from the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25899-5>
- Öymen, G. ve Ömeroğlu, M. (2020). Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilirlik Üzerindeki Rolü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39(3), 1069-1087. <https://doi.org/10.46928/iticusbe.769022>
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Oil Prices in the G7 Countries. *Energy Economics*, 31(3), 456-462. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.12.010>
- Sahu, P. K., Solarin, S. A., Al-mulali, U. ve Ozturk, I. (2022). Investigating the Asymmetry Effects of Crude Oil Price on Renewable Energy Consumption in the United States. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 817-827. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15577-9>
- Socolow, R. (1991). Environment-respectful Global Development of the Energy System. *Perspectives in Energy*, 1(1), 121-126.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T., (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Ustaoglu, E. (2022). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Finansal Gelişme İlişkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 57(1), 280-293. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.22.02.1718>
- Wolde-Rufael, Y. ve Mulat-Weldemeskel, E. (2020). Environmental Policy Stringency, Renewable Energy Consumption and CO₂ Emissions: Panel Cointegration Analysis for BRIICTS Countries. *International Journal of Green Energy*, 17(5), 1-15. <https://doi.org/10.1080/15435075.2020.1779073>
- Yang, X., Ramos-Meza, C. S., Shabbir, M. S., Ali, S. A. ve Jain, V. (2022). The Impact of Renewable Energy Consumption, Trade Openness, CO₂ Emissions, Income Inequality, on Economic Growth. *Energy Strategy Reviews*, 44(3). <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101003>

ENERJİ ÜRETİMİ VE TÜKETİMİNİN DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: G20 ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Süleyman EMİR¹, Çağatay MİRGEN²

1. GİRİŞ

Ülke ekonomilerinin gelişmesinde doğrudan yabancı yatırımlar önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Şirketler yeni tüketicilere ulaşmanın yanında iş gücü maliyetlerini düşürmek için de doğrudan yabancı yatırımlara ihtiyaç duymaktadırlar. Yabancı ülkelere yapılan yatırımlar, ilgili ülkenin para ve sermaye piyasasına ait yatırım araçlarına yapılabileceği gibi fiziki yatırımları da kapsamaktadır. Fiziki yatırımlar doğrudan yabancı yatırım olarak ifade edilmekte olup, sermaye üretim faktörlerine yönlendirilmektedir. Üretim faktörleri, bir ürünün elde edilmesini sağlayan etkenlerdir. Bu faktörler; sermaye, doğal kaynaklar, emek ve girişimci olarak sıralanmaktadır. Ayrıca doğrudan yabancı yatırımlar, sermayenin yanında, üretim teknolojisi ve bilgi birikiminin aktarımını da sağlamaktadır. Nihai olarak, doğrudan yabancı yatırımlar ülke ekonomisini canlandırarak büyümeye katkı sağlayabilmektedir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, ticari liberalizasyon uygulamaları ve küreselleşmeyle birlikte, yatırımcıların ulusal sınırlar dışında yatırım faaliyetlerini gerçekleştirmesi kolaylaşmıştır. Gelişmişliğin beraberinde getirdiği sermaye, geliştirmekte olan ülkelere yatırım olarak yönlendirilmektedir. İktisadi açıdan yatırım, sermaye stoğunu arttırmaya yönelik yapılan harcamaları kapsamaktadır. Yapılan harcamaların yatırım olabilmesi için bunun yeni bir sermaye malı teminine veya üretim kapasitesini arttırmaya yönelik bir girişim olması gerekmektedir. Mal ve hizmet üretimde kullanılacak olan bina, makine, arsa, taşıt gibi varlıklara yapılan yatırımlar reel yatırımlar olarak da adlandırılmaktadır (Karabıyık ve Anbar, 2010: 1). Yeni yatırımlar dışında

1 Öğr. Gör., Milli Savunma Üniversitesi, Kara Astsubay Meslek Yüksekokulu, İşletme Yönetimi Bölümü, semir@msu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3873-2712.
2 Dr. Öğr. Üyesi, Milli Savunma Üniversitesi, Kara Astsubay Meslek Yüksekokulu, İşletme Yönetimi Bölümü, cmirgen@msu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0970-0121.

ekonomik ömrünü doldurmuş veya varlıkların modernize edilmesi için yapılan harcamalar, iktisadi açıdan bir yatırım değildir (Anbar ve Alper, 2009: 2).

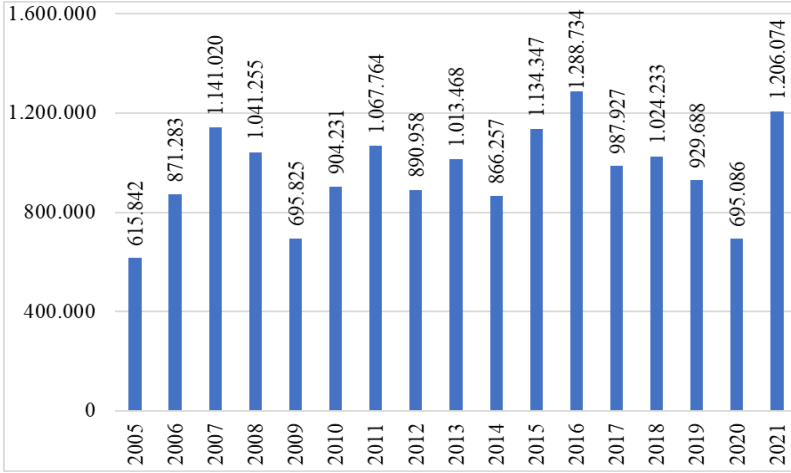
Yatırım kavramı, genel olarak, gelecekte uzun vadeli faydanın sağlanması amacıyla firmaların ayırdıkları kaynağı ifade etmektedir. Bu durumda serbest olan sermaye, bağlı sermayeye dönüşmektedir. (Kurt Gümüş, 2018: 22). Portföy yatırımları, finansal türevler ve rezerv varlıklar kapsamı dışında kalan yatırımlar doğrudan yatırımları oluşturmaktadır (Mutlu, 2018: 77). Doğrudan yatırımlar ekonomiye olan katkılarından dolayı gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler tarafından istenilmektedir. Bu yatırımların elde edilmesi için ilgi çekici politikalar sunulmaya çalışılmaktadır. Bu politikalar yatırımın gerçekleşip gerçekleşmemesinde önemli rol oynamaktadır (Turaboğlu, 2018: 330). Çok uluslu firmalar da genellikle doğrudan yabancı yatırımları kullanma eğilimindedirler; çünkü firma karlılığını ve ortaklarının değerini maksimize ederek refah düzeylerini artırabilirler. Bu nedenle çok uluslu şirketler faaliyetlerine uygun yabancı yatırım fırsatlarını değerlendirerek, finansal varlıklardan daha çok faaliyetlerini destekleyecek makine ve bina gibi reel varlıkların yatırımını göz önünde bulundurulabilirler (Madura, 2012: 397). Bir ülkedeki kısıtlamalardaki değişimler, özelleştirmeler, potansiyel ekonomik büyüme, vergi oranları, döviz kurları gibi faktörlere bağlı olarak doğrudan yabancı yatırımların düzeyini etkilemektedir (Madura, 2012: 44).

Doğrudan yabancı yatırım nedenleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Madura, 2012: 401).

Tablo 1: Doğrudan Yabancı Yatırım Nedenleri

Gelirle İlgili Nedenler	Maliyetle İlgili Nedenler
Yeni talep kaynaklarını çekme	Ölçek ekonomilerinden tam olarak yararlanma
Karlılığı yüksek piyasalara girme	Yabancı üretim faktörlerin kullanımı
Tekelci avantajlardan faydalanma	Yabancı hammaddelerin kullanımı
Ticari kısıtlamalara reaksiyon gösterme	Yabancı teknoloji kullanımı
Uluslararası çeşitlendirme	Döviz kuru hareketlerini dikkate alma

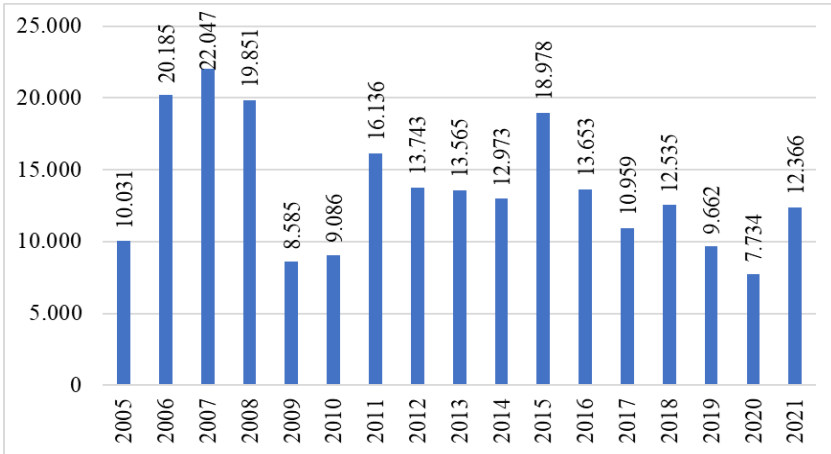
Doğrudan yabancı yatırımlar sayesinde şirketler uluslararası çeşitlendirme yoluna gitmektedirler. Bu kapsamda buna ait risklerin ve faydaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



Grafik 1: G20 Ülkelerinde Doğrudan Yabancı Yatırımlar (Milyon \$)

Kaynak: OECD (Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

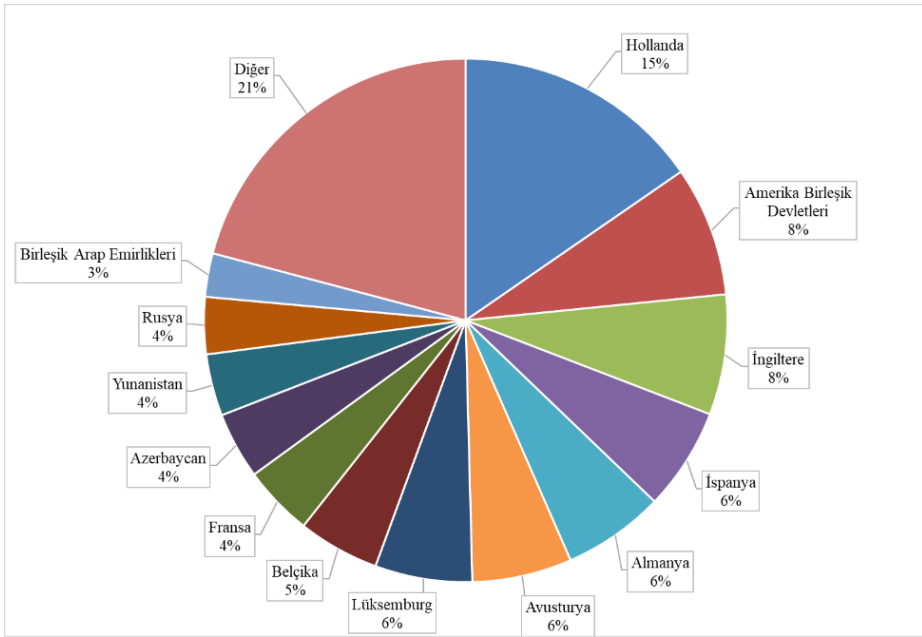
Yukarıdaki Grafik 1.'de G20 ülkelerine yapılan doğrudan yabancı yatırımların toplam tutarları gösterilmektedir. İlgili yıllarda G20 ülkelerine yapılan doğrudan yabancı yatırımlar en yüksek seviyesine 2016 yılında ulaşmıştır. 2019 ve 2020 yıllarında doğrudan yabancı yatırımların düşüş seyrine girdiği, bu düşüşte Covid-19 pandemisinin birçok alanda olduğu gibi, doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde de etkisini gösterdiği söylenebilir. 2020 yılında doğrudan yabancı yatırımlar son 10 yılın en düşük seviyesine inmiştir. 2021 yılında ise toparlanarak büyük bir sıçrama yaptığı görülmektedir.



Grafik 2: Türkiye'ye Yapılan Doğrudan Yabancı Yatırımlar (Milyon \$)

Kaynak: OECD (Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi'ne göre Türkiye, 2021 yılında 264 proje ile Avrupa genelinde en çok Uluslararası Doğrudan Yatırım (UDY)'in yapıldığı beşinci ülke konumuna gelmiştir. Ayrıca 2021 yılında gelişmekte olan Avrupa ülkelerinde toplam UDY projelerinde %27'lik artışla Avrupa'nın en çok tercih edilen ülkesi olmuştur. Yukarıdaki Grafik 2. ise Türkiye'ye yapılan doğrudan yabancı yatırımları göstermektedir. Buna göre son yıllarda özellikle pandeminin etkisiyle doğrudan yabancı yatırımların azalma eğilimine girdiği fakat 2021 yılında büyük bir artış yaşandığı söylenebilir. 1980 yılından 2021 yılına kadar geçen son 42 yılda Türkiye'ye toplam UDY girişleri, 255 milyar ABD doları seviyelerine ulaşmıştır. Türkiye'deki uluslararası sermayeli şirketlerin sayısı ise, 2022 yılının ilk yarısı itibariyle 78.257'ye ulaşmıştır. World Bank verilerine göre 2021 yılında Türkiye'ye yapılan doğrudan yabancı yatırımların değeri, GSYH'nin yaklaşık %1,6'sına karşılık gelmektedir.



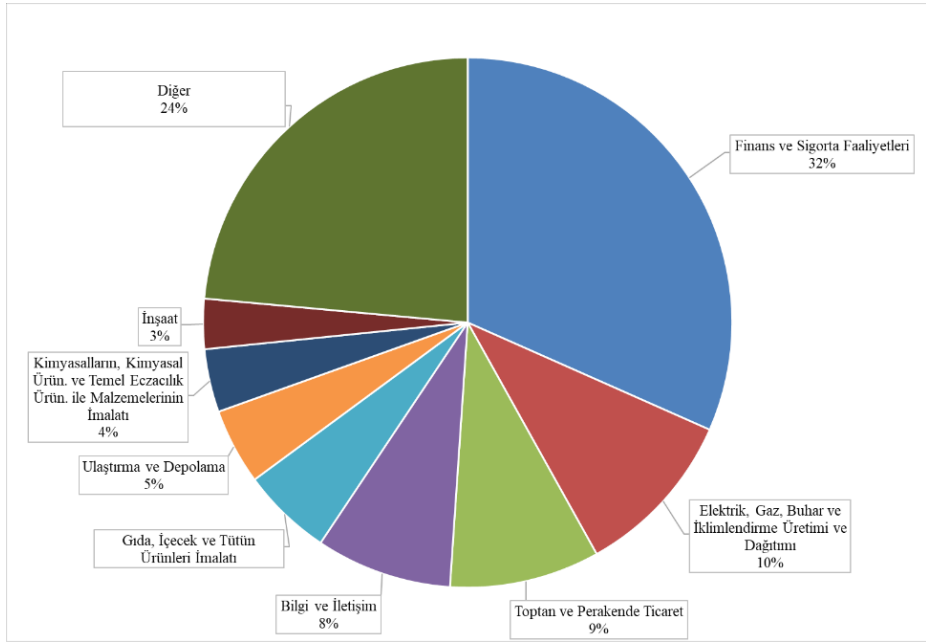
Grafik 3: Türkiye İçin En Büyük UDY Kaynağı Ülkeler (2005-2022)

Kaynak: TCBM (Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

Yurt dışında bulunan yerleşik kişilerin Türkiye'deki doğrudan yatırımlarının ülkelere göre yüzdesel dağılımı yukarıdaki Grafik 3.'de gösterilmektedir. 2005-2022 yılları arasında 18 yılı kapsayan zaman diliminde, Türkiye'ye yapılan uluslararası doğrudan yatırımlarda Hollanda ilk sırada yer almaktadır. Bu zaman zarfında Hollanda \$23,7 milyar yatırım gerçekleştirmiştir. Hollanda'yı

\$14,2 milyar ile ABD izlemektedir. Üçüncü sıradaki İngiltere ise \$13,2 milyar yatırıma sahiptir. 2022 yılında ise Hollanda \$863 milyon, ABD \$256 milyon, İngiltere ise 399 milyon dolarlık uluslararası doğrudan yatırım yapmışlardır. Ayrıca uluslararası doğrudan yatırımların en çok Avrupa ülkelerinden geldiği görülmektedir.

Son yıllarda dünya ekonomisinde meydana gelen değişimler ve belirsizlikler nedeniyle ülkeler arasında yatırım çekme yarışı gün geçtikçe artmaktadır. Bu kapsamda Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu, katma değeri olan, bilgi yoğun ve nitelikli istihdamın sağlanmasına yönelik yatırımların ülkemize kazandırılması amacıyla, Türkiye UDY Stratejisi (2021-2023) oluşturulmuştur. Bu kapsamda Türkiye'nin UDY performansını hem nicelik (küresel UDY pazarından alınan pay), hem de nitelik (yatırımın katma değeri) özelinde arttırılması hedeflenmektedir.



Grafik 4: Türkiye İçin En Fazla UDY Çeken Sektörler (2005-2022)

Kaynak: TCBM (Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

Yurt dışında yerleşik kişilerin Türkiye'deki doğrudan yatırımlarının sektörlere göre dağılımının verildiği Grafik 4. İncelendiğinde, en yüksek UDY'nin finans ve sigorta faaliyetlerine yöneldiği görülmektedir. Bunu elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımını izlemektedir. Toplam UDY içinde %10'luk paya sahip olan elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımını \$18,2 milyarlık yatırım sağlamıştır. Bu da doğrudan yabancı yatırımlar içinde, enerji sektörünün büyük bir paya sahip olduğunu göstermektedir.

Gelişen teknoloji ve artan üretimle birlikte, enerji üretimi ve tüketimine olan ihtiyaç da artmaktadır. Bireylerin satın alma gücünde oluşan değişimler satın alma davranışlarını etkileyebilmektedir (Özay, 2021: 9). Bu durum, yeni yatırım fırsatlarını doğurmakta ve dolaylı olarak enerji ihtiyaçlarının artmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle ülkelerin gelişmeleri ve gelişmelerini sürdürebilmeleri için enerji kaynaklarını doğru ve verimli bir şekilde kullanmaları büyük önem arz etmektedir. İhtiyaç duyulan enerji ise yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından temin edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş ışığı, jeotermal ısı, gelgitler, rüzgar gibi doğal olarak oluşan ve yeniden elde edilebilen kaynaklardır. Yenilenemeyen enerji kaynakları ise fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Kömür, doğalgaz, petrol başlıca yenilenemeyen enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının da hızla tükenmesiyle, yenilenebilir enerji kaynakları daha da önem kazanmaktadır. Bu durum tüm hane halkını, işletmeleri ve dünya ekonomilerini büyük ölçüde etkilemekte ve ülkeler enerji yatırımlarını çekme ve enerji kesintilerini önleme noktasında çözüm yolları bulmak zorunda kalmaktadır. Ayrıca bugün Rusya ve Ukrayna arasında gerçekleşen savaş, enerji fiyatlarını etkilemiştir. IEA'ya (International Energy Agency) göre eylül 2022 itibariyle, Rusya'nın Avrupa Birliği'ne gaz sevkiyatı, son yıllara göre %80 azalmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi için sağlanacak yatırımlar da bu noktada dikkat çeken bir unsur haline gelmiştir. Bu kapsamda çalışmanın amacı, enerji üretimi ve tüketiminin net doğrudan yabancı yatırımlar üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır. İlerleyen bölümlerde konuya ilişkin literatür çalışmalarına yer verilecek olup, çalışma kapsamında ele alınan veri seti ve yöntemle ilişkin açıklamalar yapılarak sonuç ve bulgular yorumlanacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Enerji değişkenleri ile ilişkisi araştırılan konuların başında ekonomik büyüme gelmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar ile ilişkisinin araştırıldığı farklı yöntemlerin ve ülkelerin kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Bu kapsamda enerji değişkenlerini içeren çalışmalara ait ilgili literatür incelenmiş ve sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

Çetinbakış ve Kutlu (2022), ARDL sınır testi ile 1988-2019 dönemi yıllık verileri için Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Elde ettikleri analiz sonuçlarına göre, kısa ve uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, nihai tüketim harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye neden olduğunu saptamışlardır.

Demir (2022) çalışmasında, karbondioksit emisyonu ile net doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi, kişi başına gayri safi yurtiçi hâsıla ilişkisini

araştırmıştır. Bu kapsamda Türkiye için 1974-2015 dönemini kapsayan yıllık veri ile Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulamıştır. Analiz sonucunda, net doğrudan yabancı yatırımlar ile karbondioksit emisyonu arasında bir ilişki olmadığı, enerji tüketiminde meydana gelen artışların, karbondioksit emisyonunu artırdığı ifade edilmiştir.

Han ve Uygur (2021), çalışmalarında E-7 ülkeleri için enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1995-2017 dönemi için panel var analizi yardımıyla incelemişlerdir. Buna göre enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımlar ile ekonomik büyüme ilişkisi incelendiğinde enerji tüketimi ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken, DYY negatif etkilemektedir ancak istatistiksel olarak önemsiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Arı (2021), doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini araştırmıştır. Türkiye 1984-2019 dönemi için yapılan Johansen eşbütünleşme yöntemi ve Hacker-Hatemi nedensellik testi yardımıyla değişkenler arasında uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi tespit edilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Erdoğan ve Aydınbaş (2020), seçilen 16 ülke için 2000-2018 dönemini kapsayan yıllık veriler ile yenilenebilir enerji tüketimi belirleyicilerini panel veri analiz yöntemi yardımıyla araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYH, genel hükümet nihai tüketim harcamaları, hukukun üstünlüğü endeksi arasında pozitif yönlü fakat karbondioksit salınımı arasında negatif yönlü bir ilişki tespit etmişlerdir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kurt, Kılıç ve Özekicioğlu (2019), çalışmalarında Türkiye için 1974-2014 yıllarını kapsayan dönemi ele alarak doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. ARDL sınır testi sonuçlarına göre, enerji tüketiminin ve doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit emisyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kılıçarslan (2019), Türkiye için 1964-2014 dönemini ele alarak doğrudan yabancı yatırımlar, karbon emisyonu, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve eklenen diğer ekonomik değişkenler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amacıyla Yönlendirilmiş Döngüsel Graflar (DAGs) metodu kullanmıştır. Sonuç olarak, doğrudan yabancı yatırımların dolaylı olarak dış ticaret üzerinden karbon emisyonlarını tetiklediği, karbon emisyonları ve enerji tüketiminin ise ekonomik büyümeyi takip ettiği belirlenmiştir.

Koç ve Saidmurodov (2018), 1992-2014 dönemi yıllık verilerini dikkate alarak Kazakistan, Kırgızistan, Tacikistan, Türkmenistan ve Özbekistan için elektrik enerjisi, doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme ilişkisini panel veri analizi yardımıyla araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda,

doğrudan yabancı yatırımdan ekonomik büyüme ve enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir.

Sbia, Shahbaz ve Hamdi (2014), 1975-2011 dönemini kapsayan ve Birleşik Arap Emirliği için doğrudan yabancı yatırım, temiz enerji, ticari açıklık, karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, değişkenler arasında eşbütünleşmenin varlığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Doğrudan yabancı yatırım, ticari açıklık ve karbon emisyonlarının enerji talebini azalttığını ortaya koymuşlardır.

Korkmaz ve Develi (2012), 1960-2009 yılları arasında Türkiye için enerji tüketimi, enerji üretimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Bunun için kullandıkları Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri sonucunda incelenen değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını saptamışlardır. Ek olarak enerji tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla arasında iki yönlü nedenselliğin varlığını ortaya koymuşlardır.

Kar ve Tatlısöz (2008), 1980-2003 yılları için Türkiye’de doğrudan yabancı sermaye hareketlerini belirleyen faktörler üzerine ekonometrik bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Buna göre elde edilen sonuç; gayrisafi milli hasıla, uluslararası net rezervler, dışa açıklık oranı, yatırım teşvikleri ve elektrik enerjisi üretim endeksiyle doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında pozitif ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın kapsamı doğrultusunda G20 ülkeleri ve Yale çevresel performans endeksinin dikkate alınması, bu çalışmayı literatürdeki çalışmalardan ayırmaktadır. Bu bağlamda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. VERİ SETİ ve YÖNTEM

Çalışmada, Yale çevresel performans endeksi, kişi başı enerji kullanımı, yenilenebilir kaynaklardan kişi başına elektrik üretimi, gelir seviyesi ve internet kullanımının ülkelerin net doğrudan yabancı yatırımları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yale çevresel performans endeksi ülkelerin çevresel performansına yönelik görüş ve bilgi sağlayan küresel bir endekstir. Bu endeks iklim ve enerji, balıkçılık, orman, su kaynakları, sağlık etkileri gibi ekosistem canlılığı ve çevresel sağlık konularını içeren göstergelerden oluşmaktadır. Bu doğrultuda, G20 ülkelerinin 2013-2021 (9 yıllık) yılları arasındaki verileri yıllık bazda toplanarak analiz edilmiştir. OECD verilerine göre, dünya nüfusunun 3/2’sini, küresel ekonominin yaklaşık olarak %85’ini ve ticaretinin yaklaşık %75’ini G20 ülkeleri temsil etmektedir. Bu kapsamda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin bir arada bulunduğu, uluslararası ekonominin büyük bir bölümünü temsil etme yeteneğine sahip olan G20 ülkeleri analiz için seçilmiştir. Değişkenlere ait veriler, data.worldbank.org, globalinnovationindex ve

ourworldindata.org'tan elde edilmiştir. Çalışmanın 9 yıl ile sınırlandırılmasında, Yale Üniversitesi tarafından yıllık olarak raporlanan çevresel performans endeksinin 2013 yılından itibaren hesaplanmaya başlanması ve mevcut güncel haliyle 2021'e kadar yayımlanmış olmasıdır.

Çalışmada kullanılan değişkenlere ait detaylar Tablo 2'de, tahmin edilmek istenen regresyon modeli ise eşitlik 1'de sunulmuştur.

Tablo 2: Değişkenler ve Değişkenlere Ait Detaylar

Sembol	Ölçü	Kaynak
NDYY	Net Doğrudan Yabancı Yatırımlar (GSYİH'nin %)	data.worldbank.org
CPE	Yale Çevresel Performans Endeksi	globalinnovationindex
KEK	Kişi Başı Enerji Kullanımı (kWh)	ourworldindata.org
YKEU	Yenilenebilir Kaynaklardan Kişi Başı Elektrik Üretimi (kWh)	ourworldindata.org
GS	Gelir Seviyesi (Kişi Başına GSYİH)	data.worldbank.org
İK	İnternet Kullanımı (Nüfusun %'desi)	data.worldbank.org

Tablo 2'de ifade edilen değişkenlerden, Net Doğrudan Yabancı Yatırımlar (NDYY) bağımlı değişkeni; Yale Çevresel Performans Endeksi (CPE), Kişi Başı Enerji Kullanımı (KEK), ve Yenilenebilir Kaynaklardan Kişi Başı Elektrik Üretimi (YKEU) bağımsız değişkenleri ve Gelir Seviyesi (GS) ile İnternet Kullanımı (İK) ise kontrol değişkenlerini oluşturmaktadır.

$$NDYY_{it} = \alpha + \beta_1 CPE_{it} + \beta_2 KEK_{it} + \beta_3 YKEU_{it} + \beta_4 GS_{it} + \beta_5 IK_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Araştırmada, panel regresyon analizi kullanılmış olup, elde edilen bulgu ve yorumlar dört numaralı başlık altında ifade edilmiştir.

4. BULGULAR ve YORUMLAR

Analizde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda (Tablo 3) sunulmuştur.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Ortanca	Std. Hata.	Min. Değer	Max. Değer	N
NDYY	1,915	1,711	1,485	-1,165	12,032	171
CPE	39,627	38,4	11,302	19,9	69	171
KEK	41.687,557	33.125,697	27.728,902	5.642,266	111.296,62	171
YKEU	1.702,18	1.285,549	2.467,898	1,349	11.902,301	171
GS	26.056,363	23.139,798	19.037,088	1.449,61	70.248,6	171
İK	72,346	77,67	20,855	12,3	100	171

Tablo 3 incelendiğinde, tüm değişkenlere ait Gözlem (N) sayısının 171 olup, dengeli bir panel veri setinin söz konusu olduğu söylenebilir. Net doğrudan yabancı yatırımları temsil eden NDYY değişkenine ilişkin ortalama değer 1,92,

minimum değer -1,17 ve maksimum değer 12,03 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Tablo 3’de CPE, KEK, YKEU, GS ve IK değişkenlerine ait ortalama, ortanca, standart hata, minimum ve maksimum değerler de sunulmuştur.

Regresyon analizlerinde, bağımsız değişkenler arasındaki yüksek düzeyli ilişki çoklu doğrusal bağlantı probleminin neden olmaktadır. Çoklu doğrusal bağlantı probleminin sınanması için korelasyon matrisi ve varyans büyütme faktörü (VIF) çok sık kullanılan yöntemlerdir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin birbirleri arasındaki korelasyon düzeyini gösteren korelasyon matrisi değerleri ve VIF değerleri aşağıda (Tablo 4) gösterilmiştir.

Tablo 4: Korelasyon Matrisi

Değişken	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	VIF
(1) NDYY	1.000						
(2) CPE	-0.014	1.000					1.84
(3) KEK	-0.050	-0.018	1.000				3.22
(4) YKEU	0.174	0.071	0.562	1.000			1.49
(5) GS	0.032	0.490	0.651	0.429	1.000		3.33
(6) IK	-0.027	0.317	0.637	0.347	0.684	1.000	2.22
						Ortalama VIF:	2.42

Tablo 4 incelendiğinde, değişkenler arasında 0.80’in üzerinde herhangi bir değer olmadığı görülmektedir. Konuyla ilgili olarak Gujarati ve Porter (2009), bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon düzeylerinin 0.80’in üzerinde olmadığı sürece, regresyon analizinde çoklu doğrusal bağlantı probleminin önemli bir kıstas olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca, çoklu doğrusal bağlantı probleminin varlığı VIF değerleri tahmin edilerek de sınanmış, bu değerlerin 1.49 ile 3.33 aralığında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Kleinbaum, Kupper ve Muller (1998)’a göre bağımsız değişkenlere ait VIF değerlerinin 10’u aşmaması durumunda çoklu doğrusal bağlantı probleminin bahsedilemeyeceğini belirtmiştir. Bu açıklamalar ışığında, analiz için kullanılacak modele ilişkin olarak çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığı ifade edilebilir.

Çalışmada uygun analiz modelinin belirlenmesi amacıyla, F-Testi, LM-Testi ve Hausman Testi kullanılmıştır. Temel olarak F-Testi, klasik modeli sabit etkiler modeline karşı (Tatoğlu, 2018: 168); LM-Testi, klasik modeli tesadüfi (rassal) etkiler modeline karşı (Breusch ve Pagan, 1980) sınamaktadır. Eğer, her bu iki testin sonuçları klasik modelin uygunluğunu göstermezse, nihai kararın verilebilmesi için sabit etkiler modeline karşı tesadüfi etkiler modelini test eden Hausman (1978) Testi kullanılmaktadır. Panel regresyon analizi için uygun olan modelin seçiminde bu testler kullanılmış ve ulaşılan sonuçlar aşağıda (Tablo 5) sunulmuştur.

Tablo 5: Uygun Regresyon Modelinin Belirlenmesi

BİRİM ETKİ (Prob>F)	ZAMAN ETKİ (Prob>Chibar2)	SONUÇ
Sabit Etkiler (F Testi)		
Olasılık Değeri: 0.0003 H ₀ : Birim etkiler önemli değildir. (Ret)	Olasılık Değeri: 0.3020 H ₀ : Zaman etkiler önemli değildir. (Kabul)	TYSE
Tesadüfi Etkiler (LM Testi)		
Olasılık Değeri: 0.0002 H ₀ : Birim etkiler önemli değildir. (Ret)	Olasılık Değeri: 1.0000 H ₀ : Zaman etkiler önemli değildir. (Kabul)	TYTE
Çift Yönlü Hausman Testi (Prob>chi2)		
Olasılık Değeri: 0.4477 H ₀ : Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir. (Kabul)		TYTE

Not: TYSE: Tek Yönlü Sabit Etkiler, TYTE: Tek Yönlü Tesadüfi Etkiler

Tablo 5'deki sonuçlar incelendiğinde, klasik modele karşı sabit etkiler modelinin sınanması için kullanılan F-Testi sonucunda; birim etkinin önemli, zaman etkinin önemsiz olduğu görülmüş ve klasik modelin uygun olmadığı (sabit etkiler modelinin uygun olduğu) anlaşılmıştır. Klasik modele karşı tesadüfi etkiler modelini sınavan LM-Testi sonucunda birim etkinin önemli, zaman etkinin önemsiz olduğu görülmüş ve klasik modelin uygun olmadığı (tesadüfi etkiler modelinin uygun olduğu) anlaşılmıştır. Bu sonuçlar, sabit etkiler modeline karşı tesadüfi etkiler modelinin sınanması gerektiğini, dolayısıyla Hausman testinin de yapılması gerektiğini göstermiştir. Hausman testi sonucunda ise, “H₀: Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir.” hipotezinin reddedilemediğini ve regresyon analizinin tek yönlü tesadüfi etkiler modeli kullanılarak yürütülmesi gerektiğini göstermektedir.

Tek yönlü tesadüfi etkiler modeli için kullanılması gereken dirençli tahmincinin seçiminde değişen varyans, otokorelasyon ve yatay-kesit bağımlılığı testlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu testlere ait sonuçlar aşağıda (Tablo 6) sunulmuştur.

Tablo 6: Tesadüfi Etkiler Modelinin Temel Varsayım Testleri

Değişen Varyans (Levene, Brown ve Forsythe)	Otokorelasyon (Durbin-Watson Testi)	B. A. Korelasyon (Pesaran Testi)
W0 Pr > F = 0.00000011 W50 Pr > F = 0.00414995 W10 Pr > F = 0.00000011	Durbin-Watson = 1.6802461 Baltagi-Wu LBI = 1.9049044	p-value = 0.464
H ₀ : Birimlerin varyansları eşittir. (Ret)	Değerler 2'den küçükse, otokorelasyon var.	H ₀ : Birimler arası korelasyon yoktur. (Kabul)

Tablo 6 incelendiğinde, değişen varyans sorunu için Levene, Brown ve Forsythe testi, otokorelasyon sorunu için Bhargava, Franzini ve Narendranathan'ın Durbin-Watson ve Baltagi-Wu'nun Yerel En İyi Değişmez

testi ve birimler arası korelasyon sorunu için Pesaran (2004) testi kullanılmıştır. Test sonuçları, tesadüfi etkiler modelinde değişen varyans ve otokorelasyonun olduğu, birimler arası korelasyonun olmadığı durumlarda dirençli tahminler üretebilen Arellano, Froot ve Rogers tahmincisinin kullanılması gerektiğini göstermiş, bu tahminci ile yapılan analiz sonuçlarına ise Tablo 7’de yer verilmiştir.

Tablo 7: Regresyon Tahmin Sonuçları

NDYY	Katsayılar	Std. Hata	t-değeri	p-değeri (Olasılık Değeri)
CPE	-0.005480	0.020220	-0.27	0.786
KEK	-0.000013	0.000007	-1.89	0.059*
YKEU	0.000154	0.000060	2.58	0.010***
GS	0.000009	0.000012	0.75	0.455
İK	-0.002814	0.008308	-0.34	0.735
Sabit Terim	2.367217	0.821467	2.88	0.004
Gözlem Sayısı (N)	:	171		
R ² Değeri	:	0.261 (%26)		
F-Değeri (Rob>chi2))	:	0.001***		

Not: * %10; ** %5; ve *** %1’de anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 7 incelendiğinde, 0.001 ile F-Değeri araştırma modelinin istatistiki olarak %99 güven aralığında anlamlı olduğunu ifade etmektedir. Modelde yer alan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki açıklama gücünü gösteren R² değeri, 0.261 (%26) olarak hesaplanmıştır. Modelde yer alan bağımsız değişkenler, net doğrudan yabancı yatırımların (NDYY) %26’sını açıklamaktadır. Değişkenler arasındaki etkiyi gösteren olasılık değeri sonuçları, net doğrudan yabancı yatırımlar (NDYY) ile kişi başı elektrik kullanımı (KEK) arasında %10 serbestlik derecesinde (%90güven aralığında, olasılık değeri 0.059) ve yenilenebilir kaynaklardan kişi başı elektrik üretimi (YKEU) arasında ise %1 serbestlik derecesinde (%99 güven aralığında, olasılık değeri 0.010) anlamlı bir etkinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kişi başı elektrik kullanımında yaşanabilecek 100 birimlik bir (kWh artışı) artışın net doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde 0.0013 birimlik bir (GSYİH %’desi) azalışa sebep olduğu dolayısıyla ters bir etkinin bulunduğu ve yenilenebilir kaynaklardan kişi başı elektrik üretiminde yaşanabilecek 100 birimlik bir (kWh artışı) artışın ise net doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde 0.0154 birimlik bir (GSYİH %’desi) artışa sebep olduğu dolayısıyla doğru bir etkinin bulunduğu görülmektedir. Net doğrudan yabancı yatırımların geri kalan diğer değişkenler ile herhangi bir anlamlı ilişkisi tespit edilememiştir.

5. SONUÇ

Ülke ekonomilerinin çevre ve iklim zararını azaltarak daha dirençli büyüme elde edebilmesi için mevcut kaynaklarını verimli kullanmaları ve yenilenebilir kaynaklara olan yatırımlarını artırmaları gerekmektedir. Ancak, fosil yakıtlara yapılan yatırım hala yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımdan daha fazladır, dolayısıyla düşük karbonlu enerji arzını destekleyen hükümet politikasının ana hedeflerinden biri, yenilenebilir enerjiye özel yatırımı çekmektir (Mazzucato ve Semieniuk, 2017: 8-9). Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, dünya, 2040 yılına kadar enerji talebindeki büyümeyi sürdürebilmek için yenilenebilir enerjiye 9 trilyon \$ ve küresel enerji arzı için ise 44 trilyon \$ tutarında yeni yatırıma ihtiyaç duyulacağını tahmin etmektedir (IEA 2016: 89). Bazı ülkeler bu ihtiyaçlarını karşılamak için harekete geçmiş olsa da kısa ve orta vadedeki mevcut yatırımlar emisyonları azaltma ve yenilenebilir enerjiye geçme noktasında yetersiz kalmakta ve daha fazla yatırıma ihtiyaç duymaktadır (ADB, 2017).

Bu doğrultuda çalışmada, Yale çevresel performans endeksi, kişi başı enerji kullanımı, yenilenebilir kaynaklardan kişi başına elektrik üretimi, gelir seviyesi ve internet kullanımının ülkelerin net doğrudan yabancı yatırımları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada, G20 ülkelerinin 2013-2021 (9 yıllık) yılları arasındaki verileri yıllık bazda toplanarak panel regresyon analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda, net doğrudan yabancı yatırımlar ile kişi başı elektrik kullanımı ve yenilenebilir kaynaklardan kişi başı elektrik üretimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Net doğrudan yabancı yatırımlarla, kişi başı elektrik kullanımı arasında ters bir ilişki, yenilenebilir kaynaklardan kişi başı elektrik üretimi arasında ise doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir. Net doğrudan yabancı yatırımların geri kalan diğer değişkenler ile herhangi bir anlamlı ilişkisi tespit edilememiştir. Bu sonuçlar ilgili yıllar arasında G20 ülkelere aktif yatırım yapan kişi ve kurumların, kişi başı elektrik tüketimi fazla olan, tasarruflu ve verimli yöntemler benimsemeyen ülkelere soğuk baktıklarını, yenilenebilir kaynaklara yatırım yaparak kişi başı elektrik üretimini artıran ülkelere ise yatırımlarını artırdıkları şeklinde yorumlanabilir. Konuyla ilgili olarak literatürde yer alan diğer çalışmalarda, Han ve Uygur (2021) E-7 ülkelerinde enerji tüketimi ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında negatif bir ilişkinin bulunduğunu; Sbia, Shahbaz ve Hamdi (2014) enerji tüketiminin doğrudan yabancı yatırımları negatif etkilediğini ve Kılıçarslan (2019) BRICS ülkeleri ve Türkiye'de yenilenebilir enerji üretimi ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmanın sonuçları yukarıda bahsi geçen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Tüm bu açıklamalar ışığında unutulmamalıdır ki yenilenebilir enerji kaynakları, artan enerji talebini karşılayacağı gibi çevre kalitesini de artıracaktır.

Dünya ekonomilerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için temel amaçlarından biri, enerji kalitesini iyileştiren yenilenebilir enerji üretimi ve tüketiminin payını artırarak temiz ve uygun fiyatlı enerji kaynakları sağlamak olmalıdır.

KAYNAKÇA

- Anbar, A., ve Alper, D. (2009). *Yatırım Projeleri Analizi*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Arı, A. (2021). Yenilenebilir Enerji ve Doğrudan Yabancı Yatırımlar: Türkiye Örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(40), 122-131.
- Asian Development Bank (ADB). (2017). *Meeting Asia's Infrastructure Needs*. Manila: Asian Development Bank.
- Bhargava, A., Franzni, L. ve Narendranathan, W. (1982). Serial Correlation and Fixed Effect Models. *The Review of Economic Studies*, 49, 533-549.
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R., (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification Tests in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-53.
- Brown, M. B. ve Forsythe A. B. (1974) Robust Tests for Equality of Variances. *J of the American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Çetinbakış, M. ve Kutlu, Ş. Ş. (2022). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Çevresel Sürdürülebilirliğin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi. *Journal of Empirical Economics and Social Sciences*, 4(1), 20-38.
- Demir, Y. (2022). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Enerji Tüketimi, Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla ve Karbondioksit (Co2) Emisyonu İlişkisine Yönelik Ampirik Bulgular. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 20(44) , 279-297.
- Erdinç, Z. ve Aydınbaş, G. (2020). “Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Belirleyicileri Üzerine Panel Veri Analizi. *Journal Of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6(24): 346-358.
- Gujarati, D. N. ve Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics (Fifth Edition)*. New York, USA: McGraw-Hill Irwin.
- Han, V. ve Uygur, K. (2021). Yükselen-7 Ülkelerinde Enerji Tüketimi, Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Vektör Otoregresyon Analizi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(3), 88-102.
- Hausman, J. A., (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.
- IEA (2022). *World Energy Outlook*. International Energy Agency. <https://iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>. (Erişim Tarihi: 12.03.2023).
- IEA (2016). *World Energy Outlook 2016*. Paris: International Energy Agency. <https://doi.org/10.1787/weo-2016-en>
- Kar, M. ve Tatlısöz, F. (2008). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Sermaye Hareketlerini Belirleyen Faktörlerin Ekonometrik Analizi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2008 (1), 436-458.
- Karabıyık, L. E., ve Anbar, A. (2010). Sermaye Piyasası ve Yatırım Analizi. Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Kılıçarslan, Z. (2019). Doğrudan Yabancı Yatırım ve Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki İlişki: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye’den Kanıtlar. *Uluslararası Enerji Ekonomisi ve Politikası Dergisi*, 9(4), 291-297.
- Kleinbaum, D., Kupper, L. L. ve Muller, K. E. (1998). *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods (2nd Edition)*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Koç, S. ve Saidmurodov, S. (2018). Orta Asya Ülkelerinde Elektrik Enerjisi Doğrudan Yabancı Yatırımı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Ege Academic Review*, 18(2).

- Korkmaz, Ö. ve Develi, A. (2012). Türkiye’de birincil enerji kullanımı, üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.
- Kurt Gümüş, G. (2018). *Yatırım Analizinin Kavramsal Temelleri*. İçinde A. BAYRAKDAROĞLU ve A. GÜNDOĞDU (Editörler), Güncel Yaklaşımlarla Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Ekonomik Analizler. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Kurt, Ü., Kılıç, C. ve Özekicioğlu, H. (2019). Doğrudan Yabancı Yatırımların Co2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin Ardl Sınır Testi Yaklaşımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 22 (1),213-224.
- Levene, H. (1960). Robust Tests for Equality of Variances. İçinde Olkin I., Ghurye G., Hoefding W., Madow W. G. And Mann H. B. (eds.), *Contributions to Probability and Statistics*: Stanford, California: Stanford University Press, 278-292.
- Madura, J. (2012). *Uluslararası Finansal Yönetim*. (çev. H. Doğukanlı), 10. Basımdan Çeviri. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Mazzucato, M. ve Semieniuk, G. (2017). Financing Renewable Energy: Who is Financing What and Why it Matters. *Technological Forecasting and Social Change*, 127: 8–22.
- Mutlu, O., Ç. (2018). Ödemeler Dengesi ve Uluslararası Yatırım Pozisyonu. İçinde G. DELİCE ve İ. EGE (Editörler), *Uluslararası Finans: Teori Politika ve Uygulama*. 2. Baskı. Ankara: Gazi kitabevi.
- OECD (2022) Most recent FDI statistics for OECD and G20 countries. www.oecd.org/investment/statistics (Erişim Tarihi: 11.03.2023).
- Özay, M. A. (2021). Covid-19 Etkisiyle Tüketicilerin Online Satın Alma Davranışlarında Yaşanan Değişim. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 5(1), 1-25.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *CESIFO Working Paper*, No. 1229, 1-47.
- Sbia, R., Shahbaz, M. ve Hamdi, H. (2014), A Contribution of Foreign Direct Investment, Clean Energy, Trade Openness, Carbon Emissions and Economic Growth to Energy Demand in UAE. *Economic Modelling*, 36:191-197.
- Tatoğlu, F. Y. (2018). *Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Turaboğlu, T., T. (2018). Uluslararası Yatırım Akımları. İçinde G. DELİCE ve İ. EGE (Editörler), *Uluslararası Finans Teori Politika ve Uygulama*. 2. Baskı. Ankara: Gazi kitabevi.
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. Türkiye’de Uluslararası Doğrudan Yatırım. <https://www.invest.gov.tr/tr/whyturkey/sayfalar/fdi-in-turkey.aspx> (Erişim Tarihi: 11.03.2023).
- <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.WD.GD.ZS?end=2021&start=2001> (Erişim Tarihi: 11.03.2023).
- <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS> (E. T.: 11.03.2023).
- <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD> (E. T.: 11.03.2023).
- <https://epi.yale.edu/downloads> (E. T.: 11.03.2023).
- <https://ourworldindata.org/grapher/renewable-electricity-per-capita> (E. T.: 11.03.2023).
- <https://ourworldindata.org/grapher/renewable-electricity-per-capita> (E. T.: 11.03.2023).

YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN ENERJİ ÜRETİMİ İLE BİST ELEKTRİK ENDEKSİ ARASINDA EŞBÜTÜNLEŞME İLİŞKİSİ

Çağatay MİRGEN¹, Yusuf TEPELİ²

1. GİRİŞ

Ekonomik büyümenin artmasındaki temel yapı taşı enerjidir. Hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler sonucunda kitlesel üretimin günden güne yaygınlaşması ekonomide küreselleşmeyi arttırırken bir yandan da üretim için ihtiyaç duyulan enerji üretiminin fosil yakıtlarla karşılanması sebebiyle doğaya da zarar vermektedir. Son yıllarda fosil yakıt bağımlılığının artmasıyla birlikte de birçok ülkede enerji krizi yaşandığı bilinmektedir. Nitekim Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) enerji arzının enerji talebini karşılayamama ihtimali olduğunu ve bu durumun 1970'lerde yaşanan enerji krizinden çok daha fazla etkisinin olacağını belirtmiştir (BBC, 2022). 1970'lerde yaşanan enerji krizinin petrol fiyatlarında yaşanan şok artışlar olduğu bilinmektedir. Oysa günümüzde yaşanan enerji sorunları yalnızca petrol fiyatları kaynaklı olmayıp doğalgaz ve kömüre de sıçramıştır. Bu nedenle başta uluslararası örgütler olmak üzere aynı zamanda gelişmiş sanayiye sahip ülkeler de ortak bir görüş bildirerek enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının arttırılması gerektiğini açıklamışlardır. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal süreçler neticesinde sürekli olarak yenilenebilen enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar, fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi yerine çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji üretimine olanak sağlamaktadırlar. Nitekim hâlihazırda büyük ölçüde kaynak tüketimine dayanan ekonomik kalkınma da, daha az kaynak tüketen, daha az çevre kirliliği yaratan, temiz ve yüksek verimli bilimsel bir kalkınma tarzını takip edecek kademeli olarak döngüsel ekonomiye geçiş yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi ile gerçekleşecektir (Zhang ve Kong, 2022).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Milli Savunma Üniversitesi, Kara Astsubay Meslek Yüksekokulu, İşletme Yönetimi Bölümü, cmirgen@msu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0970-0121.

² Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü, yusuftepel@mu.edu.tr, ORCID:0000-0003-0413-4869

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesini yavaşlatmak ve fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan emisyonları (Karbon Emisyonu vb.) azaltmak için üretim süreçlerinde enerji verimliliğini artırmayı amaçlayan politikalar yaygınlaştırılmalıdır. Bu noktada yenilenebilir enerji, büyük gelişme potansiyeline sahip olmakla birlikte, temiz, düşük karbonlu ve nispeten kirlilik içermeyen avantajlara sahip olması bakımından dünyanın dört bir yanındaki ülkeler tarafından değer görmekte ve üretim süreçlerinde enerji değişiminin çekirdeğini oluşturmaktadır (Madlener ve Alcott, 2009; Lo, 2014; Dunnan vd., 2018). Bu değişim sürecine sivil toplum kuruluşlarının ve devletlerin belirlemiş oldukları politikalar kadar sermaye piyasalarının vermiş oldukları destekler de büyük öneme sahiptir. Borsa İstanbul (BİST) tam da bu amaçlara “Şirketler İçin Sürdürülebilirlik Rehberi” yayınlamıştır. Bu rehberde, günümüzde karşı karşıya kalınan kaynakların hızla kirlenmesi ve tükenmesi, biyoçeşitlilik kaybı ve küresel ısınmaya dikkat çekerek şirketler için finansal başarı elde etme yolunun yalnızca mal, hizmet üretimi ve satışı ile gerçekleşmesinin yeterli olmadığını, aynı zamanda insana ve çevreye duyarlı kurumsal yönetim uygulamalarını ilke edinmelerinin gerekliliğini vurgulamıştır.

Günümüzde yatırımcıların da çevresel konularda farkındalık düzeylerinin artması sebebiyle şirketlerin paydaşlarının beklentilerinden bağımsız hareket etmesi mümkün olamamaktadır. Nitekim şirketler gerek finansal tablolarla yaptığı açıklamalarla gerekse de paydaşlarına sundukları ek raporlar aracılığıyla mevcut ve potansiyel yatırımcıları çevresel sorunları önlemeye veya çevreyi korumaya yönelik benimsedikleri uygulamalar hakkında bilgilendirmektedir. Diğer bir ifadeyle şirket değerlendirme kriterlerine finansal performansa ilaveten çevresel performans da eklemiş, bu durum yatırımcıların şirket seçimlerinde de önemli bir değişken haline gelmiştir.

BİST Elektrik endeksi, Borsa İstanbul’da (BİST) işlem gören elektrik sektöründeki şirketlerin performansını ölçen bir endekstir. Bu endeks, Türkiye’nin elektrik sektöründe faaliyet gösteren önemli şirketlerin hisse senetlerini kapsamaktadır. Endeks, sektördeki genel eğilimi, fiyat hareketlerini ve yatırımcıların sektördeki performansı izlemesine yardımcı olmaktadır. BİST tarafından sağlanan endeks verilerini kullanarak, yatırımcılar ve analistler elektrik sektöründeki trendleri ve genel piyasa performansını izlemesine yardımcı olmaktadır.

Eşbütünleşme analizi, ekonometrik modellerin oluşturulmasında ve zaman serileri arasındaki uzun vadeli ilişkilerin anlaşılmasında önemli bir araçtır. Bu analizler, ekonomik ve finansal verilerin analizinde, öngörülebilirlik ve risk yönetimi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın temel amacı da yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi ile BİST Elektrik Endeksi’i arasında bir eşbütünleşme olup olmadığını test etmek olarak belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde enerji ile ekonomik büyüme arasında ilişkinin araştırıldığı çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Burada hem yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilişki (Demirgil ve Birol (2020); Dinçer ve Karakuş (2020); Ünüvar ve Keskinç (2020); Bayraç ve Çildir (2017)) üzerinde durulurken hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri ve teorisi üzerine çalışmalar da yapılmıştır (Çınar ve Yılmaz (2015); Yılmaz (2012)). Yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışma sonuçlarına göre ilgili değişkenler arasında uzun dönemli ilişki ve nedensellik ilişkileri ortaya koyulmuştur. Ünüvar ve Keskinç (2020), yenilebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Demirgil ve Birol (2020), yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi artıracaklarını belirtmişlerdir. Çınar ve Yılmaz (2015) büyümenin sürdürülebilir bir şekilde gerçekleşmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir rol oynadığını ileri sürmüşlerdir. Yılmaz (2021), finansal gelişmeyi de dahil ettiği çalışmasında, enerji tüketimi ve finansal gelişme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisini ortaya koymuşlardır. Ağır, Özbek ve Türkmen (2020) ise enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerji üretimini dikkate alarak, bu değişken ile kentleşme, enerji tüketimi ve kişi başına milli gelir değişkenlerinin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini ortaya koymuşlardır.

Teori üzerine eğilen çalışmalardan Yılmaz (2012) ise çalışmasında yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin önümüzdeki yıllarda yeterli olup olmayacağı üzerine değinmiştir. Erdal (2012), ithal enerji bağımlılığı yüksek olan ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin enerji arz güvenliğini artırmasının yanı sıra özellikle genç nüfus için sorun olan işsizliğin giderilmesinde etkili olacağını ifade etmiştir.

Enerji kaynakları ile şirketlerin finansal performanslarını, borsa endeksi ve hisse fiyatlarını inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar yenilenebilir enerji kaynaklarını (Bağcı ve Yüksel Yiğiter (2019)) incelediği gibi çoğunlukla petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilişki üzerinde durmuştur (Yıldırım, Bayar ve Kaya (2014); Dursun ve Özcan (2019); Acaravcı ve Reyhanoğlu (2013); Avcı (2015); İşcan (2010); Özer ve Aksoy (2021); Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2016); Oralbaykızı (2019); Henriques ve Sadorsky (2008), Ahmed ve Sarkodie (2021)). Henriques ve Sadorsky (2008), enerji hisse senedi fiyatları, petrol fiyatları ve faiz oranları, teknoloji hisse senedi fiyatları, arasındaki ampirik ilişkiyi incelemişlerdir. Dominioni, Romano ve Sotis (2019) ise petrol ve yenilenebilir enerji hisse senedi fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Enerji fiyatlarının hisse senedi fiyat ve endeksleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalardan Ahmed ve Sarkodie (2021), kısa dönemde petrol fiyatı, kömür fiyatı ve doğal gaz fiyatı ile S&P500 hisse senedi endeksi arasında pozitif bir ilişki olduğunu; Özer ve Aksoy (2021), borsa endekslerinin enerji fiyatlarından etkilendiğini ancak bu etkinin çok küçük olduğunu; Dursun ve Özcan (2019), elektrik, doğalgaz ve petrol fiyat endeksleri ile incelenen ülkelerin borsa endeksleri arasında uzun dönemde eşbütünlüşme ilişkisi bulunduğunu; Avcı (2015), testi petrol fiyatlarından hisse senedi getirilerine doğru tek yönlü bir ilişki olduğunu; Yıldırım, Bayar ve Kaya (2014), petrol ve doğalgaz fiyatlarının hisse senedi fiyatlarını pozitif etkilediğini; Acaravcı ve Reyhanoğlu (2013), İMKB 100 endeksi, petrol fiyatları, doğal gaz fiyatları ve sanayi üretim endeksi değişkenleri arasında uzun dönemli ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Eyüboğlu ve Eyüboğlu (2016), doğal gaz ve petrol fiyatları ile BİST Sanayi sektörü endeksleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuç olarak doğal gaz ve petrol fiyatları ile mevcut endeksler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını tespit etmişlerdir. İşcan (2010) ise petrol fiyatları ile hisse senedi fiyatları arasında herhangi bir ilişki bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

İncelenen diğer çalışmalardan; Sun, Fang, Gao, An, Liu ve Wu (2022) Çin karbon fiyatları ile dört enerji yoğun hisse senedi endeksi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sonuç olarak zayıf bir çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Ghabri, Ayadi ve Guesmi (2021), COVID-19 salgını sırasında fosil enerji şoklarının (ham petrol ve Doğal gaz) yenilenebilir temiz enerji borsaları üzerindeki dinamik etkisini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, ham petrol fiyatlarındaki keskin düşüşün ardından temiz enerji stoklarının getirilerinde önemli bir artış olduğunu ve COVID-19'un küresel bir salgın olarak ilan edilmesinin hem doğal gaz hem de yenilenebilir enerji fiyatlarında ilk olarak bir düşüşe ardından yükselmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Nasreen, Tiwari, Eizaguirre ve Wohar (2020) petrol fiyatları ile temiz enerji ve teknoloji şirketlerinin hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sonuç olarak, petrol fiyatları ile temiz enerji hisse senedi getirileri arasında ve petrol fiyatları ile teknoloji şirketlerinin hisse senedi getirileri arasında zayıf derecede bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Kumar, Managi ve Matsuda (2012), petrol fiyatları ile teknoloji hisse senedi fiyatlarının, temiz enerji firmalarının hisse senedi fiyatlarını ayrı ayrı etkilediğini göstermektedir.

BİST Elektrik Endeksi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ise Gümüş ve Cihangir (2022), BİST 100 endeksi getirisi ile dünya petrol ve kömür fiyatlarındaki değişikliklerin düzeltilmiş BİST elektrik endeksi getirisi üzerinde güçlü bir oynaklık yayılma etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Gürlevik ve Gazel (2020), BİST Elektrik Endeksi ile elektrik fiyatları ve brent petrol fiyatları arasında ise uzun dönemde anlamlı bir ilişkiye ulaşamamışlardır. Ayrıca farklı bir değişken olarak değerli madenleri dikkate alan Gustafsson, Dutta ve Bouri

(2022), değerli madenlerden altın ve gümüşün belirli temiz enerji hisse senedi endeksleri için koruma görevi gördüğünü ortaya koymuşlardır.

Literatürde incelenen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde çalışmaların çoğunlukla yenilemeyen enerji kaynaklarına odaklandığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmalar ise çoğunlukla ekonomik büyüme ile ilişkisinin araştırıldığı tespit edilmiştir. Enerji verilerine ilişkin değişkenlerin fiyatlarının dikkate alındığı ve hisse fiyatı, borsa endeksi, şirketlerin finansal performansı üzerine olan ilişkiler araştırılmıştır. Bu kapsamda bu çalışmada ise yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi ile BİST Elektrik Endeksi arasında eşbütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın yenilenebilir enerji üretimine ait değerleri dikkate alması nedeniyle farklı bir bakış açısı sunarak literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. ARAŞTIRMA VERİ SETİ, YÖNTEM VE MODEL

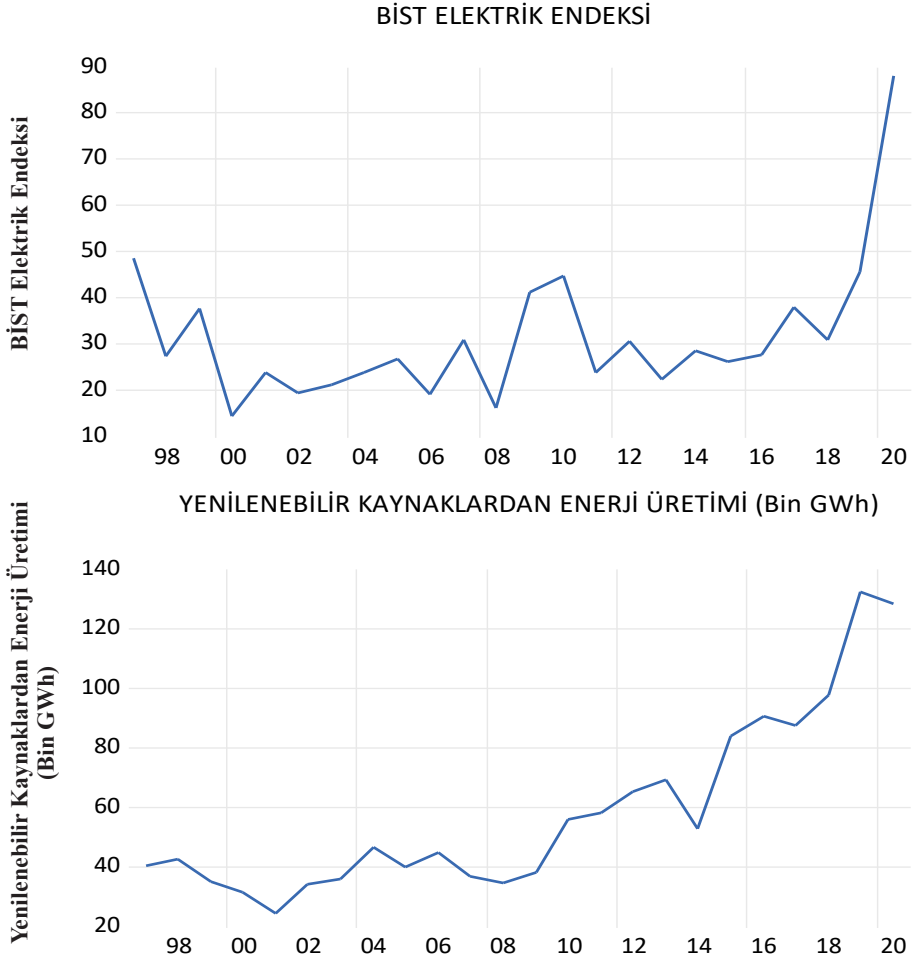
Araştırma kapsamında veri seti için BİST Elektrik Endeks (XELKT) değerleri ve yenilenebilir kaynaklarından elektrik üretimi (YKEÜ) (GWh) dikkate alınmıştır. XELKT veri setine data stream aracılığıyla, YKEÜ verilerine ise EIA (International Energy Agency) tarafından hazırlanan World Energy Balances Highlights (2021 Editon)'dan ulaşılmıştır. 2021 yılında hazırlanan dünya enerji dengesine ait rapor, en güncel veri setini içermesi nedeniyle ve BİST Elektrik endeksine ait veri setinin başlangıç tarihinin esas alınmasıyla çalışmada kullanılan zaman aralığı 1997 ile 2020 yılları aralığını kapsamaktadır. Yenilenebilir kaynaklar, hidro, jeotermal, güneş, rüzgar ve gelgit/dalga/okyanus enerjisinin yanı sıra biyoyakıtlar ve yenilenebilir atıklardan elektrik üretimini göstermektedir. GWh ise Enerji santralleri tarafından üretilen toplam Gigawatt saat birimine ait sayıyı göstermektedir. Bu kapsamda Tablo 1'de değişkenlerin tanımlayıcı istatistik bilgileri gösterilmektedir.

Tablo 1. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

	Ortalama	Medyan	Maksimum	Minimum	Std. Sapma
XELKT	31,43	27,55	88,04	14,22	15,24
YKEÜ	584.448,05	45.416,5	132.260,8	24.346	30.147,63

Korelasyon Katsayısı : 0.5879

Tablo 1'deki istatistikler incelendiğinde BİST Elektrik Endeksinin ilgili zaman aralığında (1997-2020) en düşük değeri 14,22 iken en yüksek değerinin 88,04 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Yenilenebilir kaynaklarından elektrik üretiminde ise en düşük 24.346 GWh ve en yüksek 132.260,8 GWh değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca korelasyon katsayısına bakıldığında değişkenler arasında %58,79'luk korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Değişkenlerin zaman içindeki seyrini gösteren zaman grafiğine ise aşağıdaki Şekil 1'de yer verilmiştir. Buna göre serilerin farklı düzeylerde de olsa beraber hareket ettiği yorumu yapılabilir.



Şekil 1. Değişkenlere Ait Zaman Grafikleri

Eşbütünleşme değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin istatistiksel olarak belirlenmesidir (Sevüktekin ve Çınar, 2017: 557). Eşbütünleşmenin araştırılması için kullanılan yöntemler genellikle modele ait kalıntılara birim kök testi gerçekleştirilmesiyle sağlanmaktadır (Mills ve Markellos, 2008: 338). Regresyon modellerinde kullanılacak değişkenlerin durağanlık koşulunu sağlamaması durumunda farklarının alınarak model tahmin süreci işletilmektedir (Çil Yavuz, 2015: 377). Durağan olmayan serilerin doğrusal bir bileşimi durağanlığı sağlayabilir, bu durumda değişkenler eşbütünleşik değişkenler olarak adlandırılmaktadır (Maddala ve Kim, 2004: 34-40). Bu kapsamda Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi ile değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığı ortaya koyulabilmektedir.

Eşbütünleşme analizinin gerçekleştirilmesi için gereken ön koşul ise değişkenlerin birinci farklarında durağan olmasıdır. Yöntemin ilk aşamasında,

değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespiti için regresyon modeli en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmektedir. İkinci aşamada kalıntılara birim kök testi uygulanmaktadır. Birim kök testi sonucunda hata terimi durağan ise değişkenlerin eşbütünleşik olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Çil Yavuz, 2015: 403). Hata terimlerinin durağanlığı için MacKinnon (1991) kritik değerleri dikkate alınmaktadır.

Engle Granger eşbütünleşme testi için kullanılan model ise şu şekildedir:

$$XELKT_t = \beta_0 + \beta_1 YKEÜ_t + \varepsilon_t$$

Burada; $XELKT_t$, Borsa İstanbul Elektrik Endeksini, $YKEÜ_t$ yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimine ait değişkenlerin birinci farkta durağan hallerini ifade etmektedir. ε_t ise hata terimi göstermektedir. Son olarak ise t zamanı belirtmektedir.

4. ARAŞTIRMA ANALİZ VE BULGULARI

Değişkenlere ait zaman serilerinin durağan olup olmadıkları, yani birim kök içerip içermedikleri ADF ve PP testi ile sınanmış ve sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Birim Kök Testlerine Ait Sonuçlar

Birim Kök Testi			Değişkenler	
			XELKT	YKEÜ
Augmented Dickey-Fuller (ADF)	Sabitli	Düzey	-1.4896 (0.5208)	3.261487 (1.0000)
		Birinci Fark	-5.4399* (0.0002)	-5.2758* (0.0003)
	Sabitli ve Trendli	Düzey	-2.1049 (0.5162)	-1.6611 (0.7355)
		Birinci Fark	-6.1553 (0.0003)	-6.3833* (0.0002)
Phillips-Perron (PP)	Sabitli	Düzey	-1.4289 (0.5504)	1.5380 (0.9989)
		Birinci Fark	-5.4395* (0.0002)	-5.3116* (0.0003)
	Sabitli ve Trendli	Düzey	-1.9493 (0.5968)	-1.2564 (0.8733)
		Birinci Fark	-6.2355* (0.0002)	-15.3611* (0.0000)

Not: * %1 önem seviyesini ifade etmektedir.

Tablo 2.’de gösterilen ADF ve PP birim kök testleri sonuçlarına göre hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde değişkenlerin düzey değerlerinde durağan olmadığı tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle seriler birim kök içermektedir. Serilerin birinci farkları alındığında hem sabitli hem de sabitli ve trendli modellerde t-istatistiklerine ait olasılık değerlerinin 0.01’den küçük

olduğu ve durağanlığın sağlandığı görülmektedir. Bu kapsamda BİST Elektrik Endeksi (XELKT) ve yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi (YKEÜ) serilerinin her ikisi de birinci farkta durağan oldukları tespit edilmiştir. Bu durumda Engle-Granger eş bütünleşme testinin ön koşulu sağlanmış olup aşağıda Tablo 3’de eşbütünleşme testine ait sonuçlara yer verilmiştir.

Tablo 3. Engle-Granger Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken: XELKT					
Uzun Dönemli Model		Katsayı	Std.Hata	t-istatistiği	p değeri
	YKEÜ	0.000492	0.000166	2.971042	0.0073
	Sabit	13.81953	5.602799	2.466541	0.0223
	R²	0.399564			
	F Olasılık Değeri	0.004720			
	Durbin-Watson	1.856954			
Hata Teriminin Durağanlık Testi	t-istatistiği	MacKinnon (1991) Kritik Değer			
	-4.737138	%1	%5	%10	
		-4,37	-3,59	-3,22	

Tablo 3’de uzun dönemli model sonuçlarına göre kurulan model %1 anlam düzeyinde (F olasılık değeri = 0.004720) anlamlı çıkmıştır. Daha sonra modelin hata terimi oluşturulmuş ve ADF durağanlık testi uygulanmıştır. ADF test sonucuna göre t istatistik değeri kritik değerlerden mutlak değerinde daha büyük olduğundan serinin düzeyde durağan olduğu anlaşılmıştır. Bu kapsamda Engle-Granger Eşbütünleşme testi sonuçları BİST Elektrik Endeksi ile yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. Hata Düzeltme Modeli (ECM) Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: XELKT				
	Katsayı	Std.Hata	t-istatistiği	p değeri
D(YKEÜ)	0.000160	0.000208	0.767377	0.4518
Sabit	-0.521812	2.543177	-0.205181	0.8395
Hata Terimi(-1)	-1.122677	0.257136	-4.366076	0.0003
R²	0.489297			
F Olasılık Değeri	0.001207			
Durbin-Watson	1.382531			

Uzun dönemli ilişkinin yanı sıra kısa dönemli ilişkinin varlığını sınamak için Hata Düzeltme Modeli kullanılmıştır. Hata düzeltme modelinde hata teriminin katsayısı -1 ile 0 aralığında olması gerekmektedir. Ayrıca değişkenlerin olasılık değerlerinin anlamlı olması gerekmektedir. Bu kapsamda Tablo 4.

incelendiğinde değişkenler arasında kısa dönemli bir eşbütünleşme ilişkisine rastlanılamamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişen ekonomilerdeki enerji kullanımının artması ve karbon emisyonlarında meydana gelen artış, yenilenebilir kaynaklardan enerji ihtiyacını da artırmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji üretecek şirketlere yatırımların teşvik edilmesi ve bu yatırımların da artması gerekmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki nüfus artış hızındaki büyüme, gelişmiş ülkelerdeki bireylerin refah düzeylerinin artması, teknolojinin her geçen gün daha fazla yenilikleri beraberinde getirmesiyle enerji talebine ihtiyacın daha yoğun bir şekilde hissedilmesine ve bu kaynaklara olan bağımlılığın artmasına neden olacaktır. Ayrıca fosilden üretilen enerji kaynaklarının çevreye olan olumsuz etkileri, sınırlı olması yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimini daha da önemli bir boyuta taşımaktadır. Türkiye'nin de fosil yakıtlar bakımından kısıtlı kaynaklarının bulunması ve bu kaynaklar için dışa bağımlılığın azaltılması için yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin artırılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları; sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, enerji güvenliği, enerjiye olan erişim ve istihdam olanakları bakımından da önem arz etmektedir.

Güneş enerjisi ile ilgili projeler, rüzgar ve hidroelektrik santrallerine yapılan yatırımlar elektrik üretiminde artışa ve dolayısıyla bu üretimi gerçekleştiren şirketlerin hisse senetleri değerinin de artmasına neden olabilir. Bu durum ilgili şirketlerin içinde bulunduğu endeks değerini de artırabilir. Ayrıca yenilenebilir enerji üretiminin artmasıyla elektrik maliyetlerindeki düşüş talebin artmasına ve dolaylı olarak elektrik endeksinde pozitif etkilere neden olabilecektir. BİST Elektrik Endeksin'de yer alan şirketlerin bir kısmı fosil (gaz ve petrol) tabanlı üretim gerçekleştirmektedir. Bu kapsamda bu şirketlerin de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi şirket, yatırımcı ve çevre için olumlu etkilere sebep olabilecektir. Bu nedenle çalışmada yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi ve BİST elektrik endeksi arasındaki ilişki araştırılmıştır.

2010 yılında Birleşmiş Milletler tarafından 766 şirket üst düzey yöneticisi ile çevresel sürdürülebilirlik politikası hakkında görüşmeler yapılmış ve yöneticilerin marka değeri, güven ve itibar sağlanması, maliyet tasarrufuyla birlikte kârlılığın artırılması, nitelikli iş gücünü şirkete çekmesi, çalışanların motivasyonunu artırması ve tüketici talepleri doğrultusunda çevresel sorunlara daha çok yöneldiği ortaya konmuştur. Sürdürülebilirlik uygulamalarının öneminin artmasıyla birlikte finansal kuruluşlar da giderek artan bir şekilde "sürdürülebilir finans" yaklaşımını kabul etmeye başlamış, yatırımcılarını yönlendirecekleri şirketlerin seçiminde, projelerin değerlendirilmesinde veya

kredilendirilmesinde sosyal ve çevresel kriterleri de göz önünde bulundurarak tercih yapar hale gelmiştir.

Yatırımcı açısından değerlendirdiğimizde ise sorumlu yatırım kavramının öne çıktığı ve yatırımcıların şirketlerin yatırımlarını sürdürülebilirlik anlayışı kapsamında yapması ve sürdürülebilirlik anlayışını geliştirmesi yönünde desteklediği görülmektedir. Esasen bu durum hesap verilebilirlik kavramının kapsamını da geliştirmiştir. Yatırımcılar artık şeffaflık kapsamında yalnızca finansal verileri değil çevresel performansları da değerlendirir hale gelmiştir. Üretim temelinin enerjiye dayanıyor olması nedeniyle yatırımcının en önem verdiği hususların başında temiz enerji üretimi ve kullanımı gelmektedir. Kurumsal yatırımcılar da çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) kriterlerini göz önünde bulundurarak yatırım yapma eğilimindedirler. Yenilenebilir enerji projeleri, çevresel etkileri azaltma ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlama potansiyeline sahip olduğu için bu kriterlerin karşılanmasında yardımcı olmaktadır. Yenilenebilir enerji projeleri genellikle büyük ölçekli ve karmaşık projelerdir. Bu nedenle uzun vadeli ve istikrarlı bir getiri potansiyeli taşırlar. Elektrik üretimi veya satışına dayalı nakit akışları, projelerin geri dönüş süresini ve karlılığını etkiler. Yatırımcılar, yenilenebilir enerji projeleriyle uzun vadeli ve sürdürülebilir gelir elde etme potansiyeli göz önünde bulundurarak bu projeleri fonlamayı tercih edebilirler. Tam da bu noktada çalışma temiz enerji üretimi ile BİST Elektrik Endeksi arasındaki eşbütünleşmeyi test etmiştir. Elde edilen bulgular BİST Elektrik Endeksi ile yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi ile BİST Elektrik Endeksi değeri arasında güçlü bir ilişki olduğu anlamına gelmektedir. Kısa dönemde ise herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

Literatürdeki çalışmalar fosil yakıtların üretimi ve ekonomik büyüme üzerine odaklanmaktadır. Ayrıca enerji fiyatları, hisse fiyatları ve şirketlerin finansal performans ilişkisinin tespitine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Sun vd. (2022), Ghabri vd. (2021), Nasreen vd. (2020)). Bu çalışma da yenilenebilir enerji kaynakları ile borsa endeksi arasındaki ilişkinin araştırılması yönüyle literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

Sonraki çalışmalarda yenilenebilir kaynaklardan enerji tüketimi, yenilenemez kaynaklardan enerji üretimi tüketimi verileri ve diğer endekslerde dikkate alınarak araştırma çeşitlendirilebilir. Yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi gerçekleştiren şirketler ile yenilenemez kaynaklardan enerji üretimi gerçekleştiren şirketler ayrı ayrı değerlendirilerek analiz edilebilir.

KAYNAKÇA

- Acaravcı, S. K., & Reyhanoğlu, A. G. İ. (2013). Enerji Fiyatları ve Hisse Senedi Getirileri: Türkiye Ekonomisi İçin Bir Uygulama, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler, Enstitüsü Dergisi*, 3, 94-110.
- Ahmed, M. Y., & Sarkodie, S. A. (2021). Counterfactual Shock in Energy Commodities Affects Stock Market Dynamics: Evidence from the United States, *Resources Policy*, 72, 102083.
- Ağır, H., Özbek, S., & Türkmen, S. (2020). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri: Ampirik Bir Tahmin, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6(4): 39-48.
- Avcı, Ö. B. (2015). Petrol Fiyatlarının Hisse Senedi Piyasasına Etkisi, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3): 27-34.
- Bağcı, H., & Yüksel Yiğiter, Ş. (2019). BİST’te Yer Alan Enerji Şirketlerinin Finansal Performansının Sd ve Waspas Yöntemleriyle Ölçülmesi, *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18): 877-898.
- Bayraç, H. N., & Çildir, M. (2017). AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13): 201-212.
- BBC, (2022), <https://www.bbc.com/turkce/articles/cx76yj83l2jo> (E.T.: 01.05.2022).
- BİST, “Şirketler İçin Sürdürülebilirlik Rehberi”, <https://www.borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/surdurulebilirlik-rehberi.pdf> (E.T.: 01.05.2022).
- Çınar, S., & Yilmazer, M. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1): 55-78.
- Çil Yavuz, N. (2015). *Finansal Ekonometri*, Der Yayınları, İstanbul.
- Demirgil, B., & Birol, Y. E. (2020). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye İçin Bir Toda-Yamamoto Nedensellik Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1): 68-83.
- Diñçer, H., & Karakuş, H. (2020). Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Üzerindeki Etkisi: BRICS ve MINT Ülkeleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Analiz, *Esam Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1): 100-123.
- Dominioni, G., Romano, A., & Sotis, C. (2019). A Quantitative Study of the Interactions between Oil Price and Renewable Energy Sources Stock Prices, *Energies*, 12(9): 1693.
- Dunnan, L. I. U., et al. (2018). Economic Impact of Distributed Photovoltaic Network Capacity on Power System, 2018 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2). IEEE, 2018.
- Dursun, A., & Özcan, M. (2019). Enerji Fiyat Değişimleri ile Borsa Endeksleri Arasındaki İlişki: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (82), 177-198.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Erdal, L. (2012). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam Yaratma Potansiyeli, *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(1): 171-181.
- Eyüboğlu, K., & Eyüboğlu, S. (2016). Doğal Gaz ve Petrol Fiyatları ile BİST Sanayi Sektörü Endeksleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 11(42): 150-162.
- Ghabri, Y., Ayadi, A., & Guesmi, K. (2021). Fossil Energy and Clean Energy Stock Markets under COVID-19 Pandemic, *Applied Economics*, 53(43): 4962-4974.
- Gustafsson, R., Dutta, A., & Bouri, E. (2022). Are Energy Metals Hedges or Safe Havens for Clean Energy Stock Returns?, *Energy*, 244, 122708.
- Gümüş, T., & Cihangir, Ç. K. (2022). Dünya Petrol, Kömür ve Doğal Gaz Fiyatları ile BİST Elektrik Endeksi Arasındaki Nedensellik İlişkisi ve Oynaklık Yayılımı, *Alanya Akademik Bakış*, 6(1): 1587-1603.
- Gürlevik, F., & Gazel, S. (2020). Enerji Fiyatlarındaki Değişimin Hisse Senedi Fiyatlarına Etkisi: BİST Elektrik Endeksi Üzerine Bir Uygulama, *Ekev Akademi Dergisi*, (82), 119-138.

- Henriques, I., & Sadorsky, P. (2008). Oil Prices and the Stock Prices of Alternative Energy Companies, *Energy Economics*, 30(3): 998-1010.
- İşcan, E. (2010). Petrol Fiyatının Hisse Senedi Piyasası Üzerindeki Etkisi, *Maliye Dergisi*, 158, 607-617.
- Kumar, S., Managi, S., & Matsuda, A. (2012). Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: A Vector Autoregressive Analysis, *Energy Economics*, 34(1), 215-226.
- Lo, Kevin, (2014). A Critical Review of China's Rapidly Developing Renewable Energy and Energy Efficiency Policies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29: 508-516.
- MacKinnon, J. G. (1991). *Critical Values for Cointegration Tests*, Chapter 13 in Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration, ed. R. F. Engle and C. W. J. Granger. Oxford University Press.
- Maddala, G. S., & Kim, I. M. (2004). *Unit Roots, Cointegration, and Structural Change*, Cambridge University Press, Sixth Printing.
- Mills, Terence C., & Raphael N. Markellos (2008). *The Econometric Modelling of Financial Time Series*, Cambridge University Press.
- Nasreen, S., Tiwari, A. K., Eizaguirre, J. C., & Wohar, M. E. (2020). Dynamic Connectedness between Oil Prices and Stock Returns of Clean Energy and Technology Companies, *Journal of Cleaner Production*, 260, 121015.
- Oralbaykızı, A. S. (2019). Petrol Fiyat Değişimlerinin BİST Endeks Getirileri Üzerindeki Etkisinin Analizi, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1): 247-265.
- Özer, N. & Aksoy, Z. T. (2021). Enerji Fiyatlarının Borsa ile Etkileşimi, *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 192-212.
- Sevüktekin, M., & Çınar, M. (2017). *Ekonomik Zaman Serileri Analizi*. 5. Baskı. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Sun, X., Fang, W., Gao, X., An, H., Liu, S., & Wu, T. (2022). Complex Causalities between the Carbon Market and the Stock Markets for Energy Intensive Industries in China, *International Review of Economics & Finance*, 78: 404-417.
- Ünüvar, İ., & Keskinçilic, S. (2020). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G20 Ülkeleri Örneği (2000-2016), *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16(2): 251-266.
- Yıldırım, M., Bayar, Y., & Kaya, A. (2014). Enerji Fiyatlarının Sanayi Sektörü Hisse Senedi Fiyatları Üzerindeki Etkisi: Borsa İstanbul Sanayi Sektörü Şirketleri, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (62): 93-108.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2): 33-54.
- Yılmaz, T. (2021). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Finansal Gelişme İlişkisi: Gelişmiş Ülkeler Üzerine Bir Araştırma, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2): 1064-1081.
- Zhang, Dongyang and Kong, Qunxi, (2022). Green Energy Transition and Sustainable Development of Energy Firms: An Assessment of Renewable Energy Policy, *Energy Economics*, 111: 106060.

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İLE PİYASA GÜVENİ VE FİNANSAL GELİŞMİŞLİK ARASINDAKİ İLİŞKİ: E7 VE G7 ÜLKELERİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR UYGULAMA

Serdar YAMAN¹, Mert Baran TUNÇEL²

1. GİRİŞ

Küresel ısınma çağımızın en önemli sorunlarından biridir. Bu sorun nedeniyle dünyanın doğal dengesinde bozulmalar yaşanmaktadır. Özellikle küresel ısınma nedeniyle bazı yerlerde şiddetli kuraklıklar meydana gelmesinin yanı sıra mevsimler de tam anlamıyla yaşanmamaktadır. Bu durumlardan dolayı hayvan türlerinin neslinin tükenmesi, gıda kıtlığı yaşama riskinin artması vb. olumsuzluklarla karşı karşıya kalmaktayız (Mukhtarov vd., 2022). Küresel ısınma nedeniyle oluşacak kıtlık, beslenme sorunlarını daha da kötüleştirecektir. Bu da birçok canlının hastalanıp ölmesine neden olacaktır. Küresel ısınmanın en büyük nedenlerinden biri enerji tüketiminde fosil yakıtların tercih edilmesidir (Mikayilov vd., 2020). Bu yakıtların kullanılması nedeniyle atmosfere önemli bir miktarda karbondioksit salınmaktadır. Aşırı karbon salınımı sıcaklıkların artmasına ve dolaylı olarak da küresel ısınmaya neden olmaktadır. Küresel ısınma sorununu en aza indirmenin en iyi yollarından biri enerji üretiminde fosil yakıtlardan vazgeçmektir. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtların en önemli alternatiflerinden biridir. Güneş ve rüzgar gibi doğal kaynaklardan enerji elde edilmesi sürecinde atmosfere karbondioksit salınmaz (Liu vd. 2021).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum maliyetleri fosil yakıtlara kıyasla oldukça fazladır. Kurulum maliyetlerinin yüksek olması yatırımcıların yenilenebilir enerji projelerine olan kaygısını da arttırmaktadır. Bu nedenle ülkelerin yenilenebilir enerji yatırımlarını arttıracak bazı önlemler almaları gerekmektedir. Bu sorunu çözmek için birçok ülke yenilenebilir enerji projelerine vergi avantajı sağlamaktadır (Xie vd., 2021). Yenilenebilir enerji

1 Dr. Öğr. Üyesi, Şırnak Üniversitesi, Şırnak, Türkiye, srdr73@gmail.com, Orcid No: 0000-0002-8316-0805

2 Dr. Öğr. Üyesi, Şırnak Üniversitesi, Şırnak, Türkiye, mbtuncel@sirnak.edu.tr, Orcid No: 0000-0001-8554-8080

yatırımlarında daha az vergi ödenmesi fosil yakıtlara kıyasla önemli bir maliyet avantajı sağlıyor. Devlet sübvansiyonlarına ek olarak, bazı makroekonomik faktörler de yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin projelerin artmasında önemli rol oynamaktadır. Örneğin, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji yatırımları arasında pozitif bir ilişkinin olduğu kabul edilmektedir. Yabancı yatırımcılar, yatırım yapacakları ülkenin ekonomik rakamlarına önem vermektedirler (Lahiani vd., 2021). Dolayısıyla ekonomik büyüme rakamları yüksek olan ülkelere daha fazla yabancı yatırımcı gelecektir. Ayrıca, enflasyon ile yenilenebilir enerji yatırımı arasında negatif bir ilişki vardır. Yüksek enflasyon piyasalarda belirsizliğin artmasına neden oluyor. Belirsizliğin yüksek olduğu bir ortamda yatırımcı piyasaya güvenmez ve tedirgin olur (Ma vd. 2021). Piyasa güveni yüksek olan ülkelere daha fazla yabancı yatırımcı gelmesi beklenmektedir. Makroekonomik açıdan güven faktörü, piyasalarda istikrarlı bir ortamın oluşmasını sağlayarak ekonomik büyümeye ve finansal gelişmeye katkı sağlar (Kara vd., 2009: 280). Ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar arttıkça fosil yakıtların tüketiminde azalma ve yenilenebilir enerji tüketimlerinde ise artışlar beklenmektedir. Dolayısıyla araştırmacılar son yıllarda finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimleri ve ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimleri arasındaki ilişkileri ele alan konulara yönelmişlerdir.

Ülkelerin finansal gelişmişlik durumları verimliliklerini arttırmaları açısından oldukça önemlidir. Çünkü ekonomik verimlilik arttıkça ülkenin enerji talebi bu durumdan etkilenebilir (Sadorsky, 2011). Karbon emisyonundaki artışların önemli bir kısmının finansal gelişmeden kaynaklı olduğu yapılan çeşitli ekonometrik analizlerle ortaya konmuştur (Pata 2018; Shahbaz vd. 2020; Zhang 2011; Gokmenoglu ve Sadeghieh 2019). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde finansal gelişmişliğin önemli çevresel sorunların artmasında bir araç olduğu çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir (Copeland ve Taylor 1994; Zaidi vd. 2019; Demir vd. 2019; Shahbaz vd. 2020; Boutabba 2014; Gokmenoglu ve Sadeghieh 2019; Grossman ve Krueger 1991; Pata 2018; Zhang 2011). Enerji tüketimleri ile finansal gelişme arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar, çoğunlukla fosil yakıtlardan sağlanan enerji tüketimleri baz alınarak yapılmıştır. Ancak son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına göz ardı edilemeyecek derecede yoğun bir talebin olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi, piyasa güveni ve finansal gelişme arasındaki ilişki panel eşbütünleşme ve panel nedensellik testleri ile incelenerek literatüre katkı yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmada finansal gelişmişlik verisi olarak IMF tarafından oluşturulan finansal gelişme endeksi kullanılırken, piyasa güveni verisi olarak da OECD tarafından oluşturulan iş güven endeksi (BCI) verileri kullanılmıştır. Çalışmada, değişkenler arasındaki

ilişki finansal gelişmişlik düzeyleri yüksek, güven veren piyasalara sahip ve teknolojik altyapıları iyi durumda olan G7 ülkeleri ile gelişmekte olan ülkeler içerisinde en hızlı büyüyen E7 ülkeleri için ekonometrik yöntemlerle araştırılmıştır.

Çalışma, altı temel bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümünde teorik altyapıya yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür araştırmasına yer verilerek konuyla ilgili başlıca çalışmalara değinilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın amacı, kapsamı ve veri seti tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde analizlerde izlenen metodolojiye yer verilmiştir. Beşinci bölümde analizler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilirken çalışmanın altıncı ve son bölümünde ise sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yenilenebilir enerji tüketimleri ile ilgili literatür incelendiğinde gerek Türkiye’de yapılmış çalışmalarda gerekse Dünya’da yapılmış çalışmalarda özellikle araştırmacıların enerji tüketimleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilere yoğunlaştıkları görülmüştür. Konuyla alakalı başlıca çalışmalara örnek olarak Kraft ve Kraft (1978), Rafik ve Salim (2011), Wang vd. (2016) çalışmaları örnek verilebilir.

Sadorsky (2010), gelişmekte olan 22 ülkenin enerji tüketimi ile finansal gelişmesi arasındaki ilişkiyi araştırmasında incelemiştir. Çalışmada, 1990-2006 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Yapılan panel veri analizi sonucunda, değişkenler arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Kakar vd. (2011), Pakistan’da enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve finansal gelişme arasındaki ilişkiyi 1980-2009 yılları dönemi için incelemiştir. Çalışmanın analiz sonuçlarına göre, enerji tüketiminin finansal gelişmeden etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin olduğu ortaya konmuştur.

Zeren ve Koç (2014), çalışmalarında enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkiyi yeni sanayileşen seçili 7 ülke için incelemiştir. 1971-2010 dönemini inceleyen yazarlar, panel veri analizlerinden faydalanmışlardır. Yapılan panel nedensellik analizleri sonucunda, Türkiye, Tayland ve Hindistan için karşılıklı olarak nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Özbay ve Pehlivan (2020), çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Türkiye için incelemiştir. 1990-2018 dönemi verileri kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre, değişkenler arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Rahman ve Velayutham (2020), Güney Asya’da yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında 1990-2014 dönemini analizler kapsamında ele almışlardır.

Yapılan panel nedensellik analizleri sonucunda, değişkenler arasında ekonomik büyümeden enerji tüketimlerine tek yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz (2021), çalışmasında G7 ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, 1980-2018 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Çalışmanın analiz sonuçlarına göre, asimetrik etkiler göz önüne alınmadığı takdirde değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı görülürken, asimetrik etkiler göz önüne alındığında ise değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ortaya konmuştur.

Wang vd. (2021), Çin’de yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1997-2017 dönemi için inceledikleri araştırmalarında analizler için ARDL-PMG modelinden yararlanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini arttırdığı görülmektedir. Ayrıca, finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında karşılıklı olarak nedenselliğin olduğu görülmüştür.

Altınır ve Şimşek (2022), çalışmalarında Türkiye ve BRICS ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Çalışmada, 1990-2018 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Yapılan panel nedensellik analizi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketiminin büyümenin nedeni olduğu tek yönlü olarak tespit edilmiştir.

Altay Topcu (2022), çalışmasında enerji ithalatında öncü 11 ülke için yenilenebilir enerji tüketiminin ve enerji ithalatının cari işlemler dengesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. 1995-2015 dönemi kapsamında yapılan panel nedensellik analizi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile cari işlemler dengesi arasında ve enerji ithalatı ile cari işlemler dengesi arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.

Han (2022), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi E7 ülkeleri kapsamında incelemiştir. Çalışmada, 1990-2018 dönemine ait veriler analizlerde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan panel nedensellik analizi sonuçlarına göre, panelin tamamı için çift yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. Ülke bazlı sonuçlara göre ise Türkiye, Brezilya, Çin ve Rusya dışındaki ülkelerde değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığı ortaya konmuştur.

Miao vd. (2022), Seçili ülkeler için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekolojik sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında Momentler Kantil Regresyon Yöntemi (MMQR)’den faydalanmışlardır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketiminin çevreye olumlu etkiler bıraktığı tespit edilmiştir.

Polat ve Kızılkın (2022), çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ile işsizlik arasındaki ilişkiyi 36 OECD ülkesi için incelemişlerdir. Çalışmada,

2002-2014 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Yapılan panel regresyon analizi sonuçlarına göre, ampirik olarak yenilenebilir enerjinin işsizlikte azaltıcı etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Ustaoglu (2022), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkiyi 20 OECD ülkesi için incelemiştir. Çalışma kapsamında yapılan panel nedensellik analizi sonucuna göre, değişkenler arasında panelin geneli için karşılıklı olarak nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.

Literatürdeki çalışmalar dikkate alındığında yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ve finansal gelişmişlik arasındaki ilişkileri inceleyen birçok çalışmanın bulunduğu ve çalışmalarda farklı görüşlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Sonuçlardaki değişikliklerin nedeni olarak araştırma kapsamında incelenen ülkelerin farklı olması, zaman dilimlerindeki farklılıklar ve kullanılan yöntemlerdeki farklılıklar gösterilebilir.

3. ARAŞTIRMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışmanın temel amacı, ülkelerin yenilenebilir enerji tüketimleri ile piyasa güveni ve finansal gelişme düzeyleri arasındaki ilişkilerin çeşitli ekonometrik yöntemlerle ortaya çıkarılmasıdır. Bu bağlamda çalışmada reel sektör ve finans sektörü yatırımcılarının finansal piyasalara ilişkin beklentileri ve ülkelerin finansal sistemlerinin etkinlikleri ile ülkedeki yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkilerin panel eşbütünleşme, panel nedensellik, etki-tepki analizi ve varyans ayrıştırması analizleri ile incelenerek literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir. Çalışmanın bir diğer amacı ise, yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni ve finansal gelişmişlik arasındaki ilişkilerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülke grupları için farklı modeller geliştirilerek incelenmesi ve farklı ülke grupları verileri üzerinden elde edilen bulguların karşılaştırılarak farklılıkların değerlendirilmesidir.

Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler küresel ölçekte gelişmiş ülkeler olarak ifade edilen G7 ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler olarak ifade edilen E7 ülkeleri için çeşitli ekonometrik yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın dönemi belirlenirken oluşturulan modellerde tutarsızlıklarla karşılaşmamak amacıyla G7 ve E7 ülkelerinin yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişmişlik endeksi ve piyasa güven endeksi verilerine düzenli olarak ulaşılabilen ortak dönem ele alınmıştır. Bu bağlamda, çalışma dönemi 2002-2019 olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamına dahil edilen G7 ve E7 ülkeleri Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Çalışma Kapsamına Dâhil Edilen Ülkeler

G7 Ülkeleri	Ülke Kodu	E7 Ülkeleri	Ülke Kodu
Almanya	DEU	Brezilya	BRA
ABD	USA	Çin	CHN
Birleşik Krallık	GBR	Endonezya	IDN
Fransa	FRA	Hindistan	IND
İtalya	ITA	Meksika	MEX
Japonya	JPN	Rusya	RUS
Kanada	CAN	Türkiye	TUR

Not: Bu tablo yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmada, ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketimine yönelik Dünya Bankası tarafından hesaplanan yenilenebilir enerji tüketimi oranı (Renewable Energy Consumption-REC) ile temsil edilmiştir. REC, bir ülkedeki yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimine oranlanması şeklinde hesaplanmaktadır (data.worldbank.org). Çalışmada ülkelerin finansal gelişmişlik düzeyleri ise International Monetary Found (IMF) tarafından hesaplanan finansal gelişim endeksi (Financial Development Index-FDI) ile temsil edilmiştir. FDI hesaplanırken ülkelerdeki finansal kurumlar ve finansal piyasaların borçluluk, erişilebilirlik ve etkinlikleri dikkate alınmaktadır. FDI, finansal kurumlar endeksi ve finansal piyasalar endeksi olarak ifade edilen iki endeksin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Finansal kurumlar endeksi hesaplanırken finansal kurumlar borçluluk endeksi, finansal kurumlar erişilebilirlik endeksi ve finansal kurumlar etkinlik endekslerinin ortalaması alınmaktadır. Finansal piyasalar endeksi hesaplanırken ise finansal piyasalar borçluluk endeksi, finansal piyasalar erişilebilirlik endeksi ve finansal piyasalar etkinlik endekslerinin ortalaması alınmaktadır (data.imf.org). Çalışmada yatırımcıların ülke ekonomisine dair güven ve beklentilerini temsil etmek için ise OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) tarafından hesaplanan başlıca göstergelerden olan piyasa güven endeksi (Business Confidence Index-BCI) kullanılmıştır. BCI, bilhassa sanayi sektöründeki sipariş, üretim ve stoklara dair gelişmeleri temel alan anketler sonucunda ulaşılan yatırımcı beklentilerini ifade etmektedir. BCI, özellikle sanayi sektöründe yatırımcıların ekonomik faaliyetler ve büyümeye dair beklentilerini yansıtmaktadır. Belirli bir dönemde BCI'nin 100'den yüksek bir değer alması ilgili dönemde yatırımcıların ekonomiye dair pozitif beklentilerini ve iş performansına dair yakın gelecekteki güvenlerinin arttığını ifade ederken, 100'den düşük değerler ise söz konusu durumun tersini ifade etmektedir (data.oecd.org). Çalışmanın veri setinde yer alan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Değişkenler	Kod	Açıklama	Kaynak
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	REC	Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimine oranı	Wordbank
Finansal Gelişim Endeksi	FDI	Ülkedeki finansal kurumlar ve finansal piyasaların borçluluk, erişilebilirlik ve etkinliklerinin ortalaması	IMF
Piyasa Güven Endeksi	BCI	Sanayi sektörlerine ilişkin anket sonuçları. 100'ün üzerindeki değerler piyasa güvenindeki yükselişi, 100'ün altındaki değerler ise düşüşü temsil eder.	OECD

Not: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

4. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Çalışma kapsamında G7 ve E7 ülkeleri için aynı değişkenleri içeren farklı veri setleri oluşturulmuştur. Her iki veri setinde de 7 birimlik (G7 ve E7 ülkeleri) yatay kesit boyutu ve 18 dönemlik (2002-2019) zaman boyutu bulunmaktadır. Her iki veri seti de her seri için toplam 126 gözleme sahip panel veri setleridir. Veri setinin niteliğinden dolayı değişkenle arasındaki ilişkiler panel veri modelleri ile incelenmiştir. G7 ve E7 ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler farklı modeller aracılığı ile incelenmiştir. G7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik arasındaki ilişkilerin incelendiği model çalışmada Model 1 olarak anılmakta, yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni arasındaki ilişkilerin incelendiği model ise Model 2 olarak anılmaktadır. E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik arasındaki ilişkilerin incelendiği model çalışmada Model 3 olarak anılmakta, yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni arasındaki ilişkilerin incelendiği model ise Model 4 olarak anılmaktadır. Çalışmada kullanılan değişkenler farklı niteliklere sahip olduklarından tüm değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak analizlere hazır hale getirilmiştir.

Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler panel eşbütünleşme testleri, panel nedensellik testi, etki-tepki fonksiyonu ve varyans ayrıştırması analizi olmak üzere dört farklı ekonometrik yöntem ile incelenmiştir. Çalışmada analizlere geçilmeden önce değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve değişkenler arasındaki korelasyon incelemiştir. Ardından değişkenler ve modellerin yatay kesit bağımlılığı ve homojenite durumları çeşitli testlerle incelenmiştir. Analizlere geçmeden önce son olarak değişkenlerin durağanlık durumları çeşitli birim kök testleri ile incelenmiştir.

Yatay kesit bağımlılığı bir veri setinde yer alan birimlerden birinde meydana gelen bir şokun diğer birimleri de etkilemesi şeklinde ifade edilebilir. Küreselleşme ve finansal entegrasyon nedeniyle ülkeleri etkileyen şoklar, benzer niteliklere sahip başka ülkeleri de etkileyebilmektedir (Menyah,

Nazlioglu ve Wolde-Rufael, 2014: 389). Veri setini oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığının gözlemlenmesi, analiz sonuçlarına önemli ölçüde etki edebilmektedir (De Hoyos ve Safaridis, 2016: 482-483). Ayrıca, serilerde yatay kesit bağımlılığının bulunmaması durumunda birinci nesil birim kök, eş bütünleşme ve nedensellik testleri kullanılabilirken, serilerde yatay kesit bağımlılığının bulunması durumunda ise ikinci nesil birim kök, eş bütünleşme ve nedensellik testlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada panel veri analizlerine geçilmeden önce serilere ve modellere ilişkin yatay kesit bağımlılığı testleri gerçekleştirilmiştir. Literatürde yatay kesit bağımlılığının test edilmesinde kullanılan pek çok test bulunmaktadır. Bu çalışmada, veri setlerinde zaman boyutunun yatay kesit boyutundan yüksek olmasından ($T=18$, $N=7$) dolayı yatay kesit bağımlılığının test edilmesinde Breusch ve Pagan (1980) LM , Pesaran (2004) CD_{LM} ve Pesaran, Ullah ve Yagamata (2008) LM_{adj} testleri kullanılmıştır. Breusch ve Pagan (1980) LM , Pesaran (2004) CD_{LM} ve Pesaran, Ullah ve Yagamata (2008) LM_{adj} testlerinin matematiksel formları sırasıyla eşitlik 1, eşitlik 2 ve eşitlik 3'teki gibidir.

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

$$CD_{LM} = \sqrt{\left(\frac{1}{N(N-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1)} \quad (2)$$

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \frac{(T-k) \rho_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}^2}}} \quad (3)$$

Eşitlik 1'de T zaman boyutunu, N yatay kesit boyutunu, $\hat{\rho}$ ise bireysel en küçük kareler tahmininden elde edilen hata terimlerinin ikili korelasyon katsayısını ifade etmektedir (Breusch ve Pagan, 1980: 247). CD_{LM} testi LM testine alternatif olarak Pesaran tarafından 2004 yılında geliştirilmiştir (Pesaran, 2004: 5). Fakat N 'in büyük ve T 'nin küçük olduğu durumlarda ($N > T$) CD_{LM} testi önemli tutarsızlıklar gösterebilmektedir. Pesaran vd., (2008) LM_{adj} testi, CD_{LM} testindeki söz konusu tutarsızlıkları düzelten, LM istatistiğinin varyansını ve ortalamasını kullanan ve CD testinde karşılaşılan korelasyon toplamının sıfır olma olasılığını ortadan kaldıran bir testtir (Menyah vd., 2014: 390). Eşitlik 3'te k açıklayıcı değişken sayısını, μ_{Tij} ve v_{Tij}^2 ise sırasıyla $(T-k) \rho_{ij}^2$ 'ya ilişkin tam ortalamayı ve varyansı ifade etmektedir (Pesaran vd., 2008: 107-108). Her üç testte de serilerde yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulan temel hipotez test edilmektedir. Testler sonucunda yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edilen serilerde durağanlık analizinde ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması, yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edilen modellerde ise ikinci nesil eşbütünleşme ve nedensellik testleri kullanılması gerekmektedir.

Eşbütünleşme ve nedensellik testlerinde uygun eşbütünleşme ve nedensellik testlerinin belirlenmesi ve durağanlık analizlerinde uygun birim kök testlerinin belirlenmesinde dikkate alınan diğer bir unsur da modellerde ve serilerde eğim katsayılarının homojenlik/heterojenlik durumlarıdır. Modellerde ve serilerde eğim katsayılarının homojenlik/heterojenlik durumlarının incelenmesi için Pesaran ve Yagamata (2008) tarafından geliştirilen $\tilde{\Delta}$ ve $\tilde{\Delta}_{adj}$ testleri kullanılmıştır. $\tilde{\Delta}$ test istatistiği eşitlik 4'teki gibi $\tilde{\Delta}_{adj}$ test istatistiği ise eşitlik 5 gibi hesaplanmaktadır (Pesaran ve Yagamata, 2008: 57).

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{\xi} - k}{\sqrt{2R}} \right) \quad (4)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{\xi} - E(\tilde{z}_{it})}{\sqrt{Var(\tilde{z}_{it})}} \right) \quad (5)$$

Eşitlik 4'te N yatay kesit boyutunu, k N/T 'yi, $\tilde{\xi}$ ise düzeltilmiş Swamy istatistiğini ifade etmektedir. Eşitlik 5'te \tilde{z}_{it} sınırlı ortalama varyansa sahip rastgele bağımsız değişkenleri, $Var(\tilde{z}_{it}) = 2k(T-K-1)/T+1$ 'i, $E(\tilde{z}_{it})$ ise k 'yi, ifade etmektedir (Demir ve Görür, 2020: 20). Her iki test istatistiği de eğim katsayılarının homojen olduğunu ifade eden temel hipotezi test etmektedir.

Bir serinin durağanlığı (seride birim kök olmaması) seriye ait varyans, ortalama ve kovaryan değerlerinin ölçüldüğü düzeyden bağımsız olarak sabit kalması ve seriye ilişkin değerler arasındaki farkların sadece zaman değerleri arasındaki farka bağlı olması şeklinde ifade edilebilir (Gujarati, 2004: 798). Çalışmada kapsamında oluşturulan veri setlerini oluşturan tüm serilerin yatay kesit bağımlılığı içermesinden dolayı durağanlık sınamaları ikinci nesil birim kök testleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Bai ve Ng (2004) tarafından geliştirilen PANIC testi ve Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS testi kullanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan Maddala ve Wu (1999) Fisher ADF ve Choi (2001) Fisher PP testlerinin yatay bağımlılığını dikkate alacak şekilde tasarlanması ile oluşturulan Bai ve Ng (2004) PANIC testi, Fisher ADF istatistiği için P_{ξ}^T ve Fisher PP istatistiği için P_{ξ}^C test istatistiklerini hesaplamaktadır. P_{ξ}^T test istatistiği eşitlik 6'da, P_{ξ}^C test istatistiği ise eşitlik 7'deki gibi hesaplanmaktadır (Bai ve Ng, 2004: 1140).

$$P_{\xi}^T = \frac{-2 \sum_{i=1}^N \log p_{\xi}^T(i) - 2N}{\sqrt{4N}} \xrightarrow{d} N(0,1) \quad (6)$$

$$P_{\xi}^C = \frac{-2 \sum_{i=1}^N \log p_{\xi}^C(i) - 2N}{\sqrt{4N}} \xrightarrow{d} N(0,1) \quad (7)$$

Pesaran (2007) CIPS testinde öncelikle her bir yatay kesit için CADF test istatistiği hesaplanmaktadır. CADF testinde her bir birim için serinin birinci farkı ve gecikmeli düzeyi kullanılmakta ve ortalama değerler ile ADF regresyon modeli genişletilmektedir. CADF testi regresyon modeli eşitlik 8'deki gibidir.

$$\Delta y_{it} = a_i + b_i y_{it-1} + c_i \bar{y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{y}_t + e_{it} \quad (8)$$

Eşitlik 8'de, e_{it} birimlere özgü hatayı, t zamanı, a_i , b_i ve c_i sabit etki katsayılarını, y_i belirli bir yoğunluk fonksiyonuna ilişkin başlangıç değerlerini ve \bar{y}_t gözlemlerin t zamandaki ortalamasını ifade etmektedir (Demir ve Görür, 2020: 23). CADF değeri her bir yatay kesit için hesaplanmakta ve birim bazında birim kök sonuçları hakkında bilgi vermektedir. CIPS test istatistiği ise birimlere ilişkin CADF test istatistiklerinin ortalaması alınarak eşitlik 9'daki gibi hesaplanmaktadır (Pesaran, 2007: 274-281).

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (9)$$

Bai ve Ng (2004) PANIC testi ve Pesaran (2007) CIPS testi panel bazında serilerin durağan olmadığını ifade eden temel hipotezi sınamaktadırlar.

Ekonomik seriler arasındaki uzun dönem ilişkilerin incelenmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri eşbütünleşme analizleridir. Eşbütünleşme analizleri serilerin aynı dereceden birim kök içermeleri durumunda uzun dönem ilişkilerinin incelenmesinde etkin bir yöntem olarak görülmektedir (Demir ve Görür, 2020:24). Çalışma kapsamında oluşturulan modellerin yatay kesit bağımlılığı içermeleri nedeniyle çalışmada değişkenler arasındaki ilişkiler yatay kesit bağımlılığını dikkate alan eşbütünleşme testlerinden Westerlund (2007) Panel ECM, Westerlund ve Edgerton (2007) Panel LM ve Westerlund (2008) Panel Durbin-Hausman (DH) testleri ile incelenmiştir.

Westerlund (2007) Panel ECM testi, hata düzeltme modeli temeline dayanan dört panel eşbütünleşme testi istatistiği hesaplamaktadır. Bu test istatistiklerinden G_τ ve G_α birim bazında eşbütünleşme ilişkisinin sınanmasında kullanılmakta olup heterojenik eğim katsayısına sahip olan modeller için tutarlı sonuçlar vermektedir. P_τ ve P_α test istatistikleri ise panel bazında eşbütünleşme ilişkisinin sınanmasında kullanılmakta olup homojenik eğim katsayısına sahip olan modeller için tutarlı sonuçlar vermektedir. Panel ECM testinde G_τ , G_α , P_τ ve P_α istatistikleri eşitlik 10'da yer alan regresyon modelinden hareketle sırasıyla eşitlik 11, 12, 13 ve 14'teki gibi hesaplanmaktadır (Westerlund, 2007: 715-718)

$$\Delta y_{it} = \delta'_i d_t + \alpha_i y_{it-1} + \lambda'_i \chi_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta \chi_{it-j} + e_{it} \quad (10)$$

$$G_\tau = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\alpha}_i}{SE(\hat{\alpha}_i)} \quad (11)$$

$$G_\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{\alpha}_i}{\hat{\alpha}_i(1)} \quad (12)$$

$$P_\tau = \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha})} \quad (13)$$

$$P_\alpha = T \hat{\alpha} \quad (14)$$

Eşitlik 10'da yer alan α_i hata düzeltme parametresini, $\delta'_i = (\delta_{1i}, \delta_{2i})'$ parametrelerinin ilişki vektörünü ve $d'_i = (1, t)'$ deterministik bileşenlerini ifade etmektedir (Demir ve Görür, 2020: 25).

McCoskey ve Kao (1988) tarafından geliştirilen LM testine dayanan Westerlund ve Edgerton (2007) Panel LM testi ise bootstrap metodu ile yatay kesit bağımlılığı durumlarında panel bazında eşbütünleşme ilişkisine ilişkin tutarlı sonuçlar verebilmektedir (Westerlund ve Edgerton, 2007: 186-188). Eşitlik 15'te yer alan regresyon modelinden hareketle hesaplanan Panel LM test istatistiği eşitlik 17'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$y_{it} = \alpha_i + \chi'_{it} \beta_{it} + z_{it} \quad (15)$$

$$z_{it} = u_{it} + v_{it}, \quad v_{it} = \sum_{j=1}^t \eta_{ij} \quad (16)$$

$$LM_N^+ = \frac{1}{NT^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\omega}_i^{-2} S_{it}^2 \quad (17)$$

Eşitlik 15'te z_{it} hata terimini ifade etmektedir. Eşitlik 16'da η_{ij} ortalaması sıfır olan ve varyansı σ_i^2 olan hata terimidir. Eşitlik 17'de S_{it}^2 z_{it} hatateriminin kısmi toplamını, $\hat{\omega}_i^{-2}$ ise u_{it} 'nin uzun dönem varyansını ifade etmektedir.

Panel veri modellerinde yatay kesit bağımlılığı olması durumunda tutarlı sonuçlar veren diğer bir test ise Westerlund (2008) Panel DH testidir. DH testi bağımlı değişkenin birim kök içermesi durumunda kullanılabilen ve bağımsız değişkenlerin birim kök içermesi koşulunu taşımayan bir test olup hem homojen hem de heterojen eğim katsayısına sahip seriler için kullanılabilir. Homojen eğim katsayısına sahip paneller için DH_p test istatistiği eşitlik 18'deki gibi hesaplanırken heterojen eğim katsayısına sahip paneller için DH test istatistiği eşitlik 19'daki gibi hesaplanmaktadır (Westerlund, 2008: 203).

$$DH_p = \hat{S}_n (\hat{\phi}^- - \hat{\phi}^-)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (18)$$

$$DH_g = \sum_{i=1}^n \hat{S}_i (\hat{\phi}_i^- - \hat{\phi}_i^-)^2 \sum_{t=2}^T \hat{e}_{it-1}^2 \quad (19)$$

Eşitlik 18 ve 19'da ϕ eşbütünleşme parametresini ifade etmektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan eşbütünleşme testlerinden Westerlund (2007) Panel ECM ve Westerlund (2008) DH testlerinin temel hipotezleri seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı şeklinde iken Westerlund ve Edgerton (2007) Panel LM testinin temel hipotezi seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu şeklindedir.

Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki nedensellik ilişkileri, serilerin durağan olup olmamaları ve serilerin eşbütünleşik olup olmamalarından bağımsız çalışabilen bir test olan Konya (2006) bootstrap nedensellik testi ile incelenmiştir. Yatay kesit bağımlılığı içeren modeller için tutarlı sonuçlar veren Konya (2006) bootstrap

nedensellik testi Seemingly Unrelated Regression (SUR) temelli bir test olma özelliğine sahiptir. Konya (2006) bootstrap nedensellik testi eşitlik 20, 21, 22, 23, 24, 25 ve 26'daki gibi ifade edilebilir (Konya, 2006: 981).

$$y_{1,t} = \alpha_{1,1} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \gamma_{1,1,l} x_{1,t-l} + \varepsilon_{1,1,t} \quad (20)$$

$$y_{2,t} = \alpha_{1,2} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,2,l} y_{2,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \gamma_{1,2,l} x_{2,t-l} + \varepsilon_{1,2,t} \quad (21)$$

⋮

$$y_{N,t} = \alpha_{1,N} + \sum_{l=1}^{mly_1} \beta_{1,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_1} \gamma_{1,N,l} x_{N,t-l} + \varepsilon_{1,N,t} \quad (22)$$

ve

$$x_{1,t} = \alpha_{2,1} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \gamma_{2,1,l} x_{1,t-l} + \varepsilon_{2,1,t} \quad (23)$$

$$x_{2,t} = \alpha_{2,2} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,2,l} y_{2,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \gamma_{2,2,l} x_{2,t-l} + \varepsilon_{2,2,t} \quad (24)$$

⋮

$$x_{N,t} = \alpha_{2,N} + \sum_{l=1}^{mly_2} \beta_{2,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{mlx_2} \gamma_{2,N,l} x_{N,t-l} + \varepsilon_{2,N,t} \quad (25)$$

Eşitliklerde N paneldeki birim sayısını, y ve x bağımlı ve bağımsız değişkenleri, t zaman boyutunu ve l gecikme uzunluğunu, mly ve mlx sırasıyla y ve x değişkenleri için gecikme uzunluğunu, ε ise hata terimini ifade etmektedir. Konya (2006) bootstrap nedensellik testi sonuçları için dört aşamalı bir sürecin takip edilmesi gerekmektedir. İlk aşamada, eşitlik 20, 21 ve 22 x y 'nin nedeni değildir şeklindeki temel hipotez altında tahmin edilerek artıklar elde edilmektedir. İkinci aşamada, birinci aşamadan elde edilen artıklar yeniden örneklenerek eşitlik 23, 24 ve 24 tahmin edilmektedir. Üçüncü aşamada, x 'in y 'nin nedeni olmadığı varsayımı altında eşitlik 26 takip edilerek y 'nin bir bootstrap örnekleme oluşturulur.

$$y_{i,t}^* = \hat{\alpha}_{1,i} + \sum_{l=1}^{mly_1} \hat{\beta}_{1,i,l} y_{i,t-l}^* + e_{H_0,i,t}^* \quad (26)$$

Dördüncü aşamada, eşitlik 20, 21 ve 22'de yer alan $y_{1,t}$ 'nin yerine eşitlik 26'da hesaplanan $y_{i,t}^*$ konularak eşitlik 20, 21 ve 22 herhangi bir parametre kısıtlaması getirilmeden tekrar tahmin edilmekte, her bir yatay kesit için nedenselliğin olmadığını ifade eden temel hipotez Wald testi kullanılarak test edilmekte ve birim bazında nedensellik sonuçları elde edilmektedir.

Çalışma kapsamında yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler eşbütünleşme ve nedensellik analizlerinin yanı sıra panel VAR (Vector Autoregression) modeli temelli etki-tepki fonksiyonu üzerinden de incelenmiştir. Etki-tepki analizi, serilerden birinin hata teriminde meydana gelen bir birimlik rassal bir şokun diğer seri üzerindeki etkisini incelemek için kullanılmaktadır. Pesaran ve Shin (1998) tarafından geliştirilen etki-tepki analizi ile serinin diğer bir seride meydana gelen bir standart sapmalık stokastik şoka verdiği tepki ve tepkinin kaç dönemde sönmüneceği

incelenmektedir. Etki-tepki analizinin matematiksel formu eşitlik 27'deki gibi ifade edilebilir.

$$\begin{bmatrix} Y_{it} \\ X_{it} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} Y_{it-1} \\ X_{it-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1it} \\ e_{2it} \end{bmatrix} \quad (27)$$

Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise varyans ayrıştırması analizidir. Etki-tepki analizi gibi panel VAR modeli temelli olan varyans ayrıştırması analizi, bir serinin varyansındaki değişimlerin ne kadarının kendi geçmiş değerlerinden ve ne kadarının diğer serinin geçmiş değerlerinden kaynaklandığını incelemek için kullanılan bir yöntemdir. Diğer bir ifadeyle, varyans ayrıştırması bir serinin kendisinden kaynaklanan şoklar karşısından başka bir seriden kaynaklanan şokların oranını incelemek için kullanılmaktadır (Çil Yavuz, 2015: 364). Varyans ayrıştırma analizinde her bir değişkenin tahmin-hata varyansına katkısını tespit edebilmek için P matrisi kullanılarak şokları ayrıştırılmaktadır (Abrigo ve Love, 2015: 783). Bu bağlamda bir x değişkeninin bir y değişkeninin tahmin-hata varyansına katkısı eşitlik 28'deki gibi ifade edilebilir (Abrigo ve Love, 2015: 783).

$$\sum_{i=0}^{h-1} \theta_{xy}^2 = \sum_{i=1}^{h-1} (i'_y P \Phi'_i i_x)^2 \quad (28)$$

y değişkeninin tahmin-hata varyansına göre x değişkeninin katkıları eşitlik 29'daki gibi normalize edilerek varyans ayrıştırma bulgularına erişilir.

$$\sum_{i=0}^{h-1} \theta_y^2 = \sum_{i=1}^{h-1} i'_y \Phi'_i \Sigma \Phi_i i_x \quad (29)$$

5. BULGULAR

Bu çalışmada, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler eşbütünlük analizi, nedensellik analizi, etki tepki analizi ve varyans ayrıştırması analizi kullanılarak incelenmiştir. Analiz bulgularına geçilmeden önce serilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler, seriler arasındaki korelasyon, serilerde ve modellerde yatay kesit bağımlılığı, serilerde ve modellerde eğim katsayılarının homojen/heterojenliği ve serilerin durağanlık durumları çeşitli testler yardımıyla incelenmiştir. Serilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te, Spearman Korelasyon analizi sonuçları ise Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	G7			E7		
	lnREC	lnFDI	lnBCI	lnREC	lnFDI	lnBCI
Ortalama	2.180631	-0.20177	4.607284	2.815488	-0.80638	4.606242
Medyan	2.234224	-0.20673	4.608505	2.715241	-0.78283	4.607591
Maksimum	3.121924	-0.05437	4.635588	3.890186	-0.41975	4.638284
Minimum	-0.07257	-0.36301	4.561166	1.156881	-1.31568	4.531529
Std. Sapma	0.690462	0.089012	0.012137	0.862722	0.219044	0.018436
Çarpıklık	-0.93625	-0.11509	-1.11023	-0.51648	-0.23391	-0.91395
Basıklık	4.166491	1.555206	5.470266	2.230783	2.35489	4.967232
J-B İstatistik	25.55168	11.23715	57.92164	8.708162	3.333895	37.8588
J-B Olasılık	0.000003**	0.003630***	0.000000***	0.012854**	0.188823	0.000000***

Not: *** ve ** işaretleri sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 3'te yer alan tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde E7 ülkeleri yenilenebilir enerji tüketimi değerinin G7 ülkelerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna karşın aynı değişkenin standart sapma değeri E7 ülkelerinde daha yüksektir. BCI değerleri her iki ülke grubunda yakın seyrederken FDI değerleri G7 ülkeleri grubunda daha yüksektir. Çarpıklık değerleri dikkate alındığında tüm serilerin sola çarpık olduğu, basıklık değerleri incelendiğinde ise tüm serilerin sivri dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Jargue-Bera normal dağılım testi sonuçları incelendiğinde E7 ülkeleri FDI değişkeni dışındaki tüm değişkenlerin normal dağılıma uyum sağlamadığı görülmektedir. Tablo 4'te yer alan Spearman Korelasyon analizi sonuçlarına göre, G7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi serisi ile finansal gelişim endeksi serisinin %5 anlamlılık düzeyinde korele olduğu görülmektedir. Benzer durum E7 ülkeleri için gözlenmezken, yenilenebilir enerji tüketimi serisi ile piyasa güveni serisi arasında ise ne G7 ne de E7 ülkelerinde herhangi bir korelasyona rastlanmamıştır.

Tablo 4. Spearman Korelasyon Analizi

Ülke Grubu	Değişken	lnREC	lnFDI	lnBCI
G7	lnREC	1.000000 -----		
	lnFDI	-0.193868 (0.0296)**	1.000000 -----	
	lnBCI	0.107814 (0.2295)	0.028602 (0.7505)	1.000000 -----

E7	lnREC	1.000000 -----		
	lnFDI	-0.116088 (0.1955)	1.000000 -----	
	lnBCI	-0.023280 (0.7958)	-0057265 (0.5242)	1.000000 -----

Not: ** işareti %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan serilere ve G7 ve E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla oluşturulan modellere ilişkin Breusch ve Pagan (1980) LM , Pesaran (2004) CD_{LM} ve Pesaran, Ullah ve Yagamata (2008) LM_{adj} testleri sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Yatay Kesit Bağımlılığı Testleri Sonuçları

G7 Ülkeleri İçin Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları							
Test	LM		CD_{LM}		LM_{adj}		Karar
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	
lnREC	279.5958	0.0000***	39.90220	0.0000***	39.69631	0.0000***	VAR
lnFDI	101.1621	0.0000***	12.36928	0.0000***	12.16340	0.0000***	VAR
lnBCI	196.4406	0.0000***	27.07108	0.0000***	26.86519	0.0000***	VAR
Model 1	118.079	0.0000***	14.980	0.0000***	36.386	0.0000***	VAR
Model 2	254.481	0.0000***	36.027	0.0000***	39.040	0.0000***	VAR
E7 Ülkeleri İçin Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları							
Test	LM		CD_{LM}		LM_{adj}		Karar
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	
lnREC	98.47235	0.0000***	11.95424	0.0000***	11.74836	0.0000***	VAR
lnFDI	144.7445	0.0000***	19.09419	0.0000***	18.88831	0.0000***	VAR
lnBCI	72.59394	0.0000***	7.961118	0.0000***	7.755235	0.0000***	VAR
Model 3	29.318	0.1070	1.284	0.1000	12.513	0.0000***	VAR
Model 4	63.547	0.0000***	6.565	0.0000***	12.369	0.0000***	VAR

H_0 : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

Not: *** işareti %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 5'te yer alan sonuçlar değişken bazında incelendiğinde gerek G7 gerekse E7 ülkelerinde tüm değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı içerdiğini söylemek mümkündür. Sonuçlar model bazında incelendiğinde ise, G7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik arasındaki ilişkileri incelemek üzere geliştirilen Model 1, G7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni arasındaki ilişkileri incelemek üzere geliştirilen Model 2 ve E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni arasındaki ilişkileri incelemek üzere geliştirilen Model 4'ün her üç yatay kesit bağımlılığı testi sonucuna göre de yatay kesit bağımlılığı içerdiği tespit edilmiştir. E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik arasındaki ilişkileri incelemek üzere geliştirilen Model 3'e ilişkin sonuçlar ise yatay kesit bağımlılığı testlerine göre farklılaşmaktadır. Breusch ve Pagan (1980) LM ve Pesaran (2004) CD_{LM} testleri sonuçlarına göre Model 3 yatay kesit bağımlılığı içermemekte, Pesaran, Ullah ve Yagamata (2008) LM_{adj} testi sonucuna göre ise yatay kesit bağımlılığı içermektedir. LM ve CD_{LM} testlerinin geliştirilmiş bir versiyonu olan LM_{adj} testi sonuçları nihai sonuç olarak kabul edilmiştir.

Çalışmada kullanılan seriler ve oluşturulan modellere ilişkin ilişkin $\tilde{\Delta}$ ve $\tilde{\Delta}_{adj}$ testlerine ilişkin sonuçlar Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Homojenite Testleri Sonuçları

G7 Ülkeleri İçin Homojenite Testi Sonuçları					
Test	$\tilde{\Delta}$		$\tilde{\Delta}_{adj}$		Karar
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	
lnREC	3.392	0.000***	3.716	0.000***	Heterojen
lnFDI	0.912	0.181	0.999	0.159	Homojen
lnBCI	-1.559	0.941	-1.708	0.956	Homojen
Model 1	6.201	0.000***	6.757	0.000***	Heterojen
Model 2	1.055	0.146	1.149	0.125	Homojen
G7 Ülkeleri İçin Homojenite Testi Sonuçları					
Test	$\tilde{\Delta}$		$\tilde{\Delta}_{adj}$		Karar
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	
lnREC	2.206	0.014**	2.417	0.008***	Heterojen
lnFDI	-1.095	0.863	-1.199	0.885	Homojen
lnBCI	-0.836	0.798	-0.915	0.820	Homojen
Model 3	7.757	0.000***	8.454	0.000***	Heterojen
Model 4	3.948	0.000***	4.302	0.000***	Heterojen

H_0 : Eğim katsayıları homojendir

Not: *** işareti %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 6’da yer alan \tilde{I} ve \tilde{I}_{adj} test sonuçları G7 ülkeleri için incelendiğinde, lnREC değişkeni ve Model 1’in heterojen eğim katsayısına sahip olduğu, lnFDI, lnBCI ve Model 2’nin ise homojen eğim katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Test sonuçları E7 ülkeleri için incelendiğinde ise, lnREC değişkeni, Model 3 ve Model 4’ün heterojen eğim katsayısına sahip olduğu, lnFDI ve lnBCI’nin ise homojen eğim katsayısına sahip olduğu görülmektedir.

Değişkenlere ilişkin yatay kesit bağımlılığı ve homojenite testleri sonuçları doğrultusunda durağanlık analizleri için ikinci nesil birim kök testlerinden olan Bai ve Ng (2004) PANIC ve Pesaran (2007) CIPS testleri kullanılmıştır. Bai ve Ng (2004) PANIC ve Pesaran (2007) CIPS testlerine ilişkin sonuçlar sırasıyla Tablo 7 ve Tablo 8’de yer almaktadır.

Tablo 7. Bai ve Ng (2004) PANIC Birim Kök Testi

G7 Ülkeleri İçin PANIC Birim Kök Testi Sonuçları								
Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}		P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}	
Değişkenler	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
lnREC	-0.0266	0.5106	13.8593	0.4602	-0.4396	0.6699	11.6741	0.6325
lnFDI	-0.6947	0.7564	10.3241	0.7381	-1.1938	0.8837	7.6828	0.9052
lnBCI	0.1466	0.4417	14.7759	0.3936	-0.1170	0.5466	13.3811	0.4968
Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}		P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}	
Değişkenler	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Δ lnREC	3.9373	0.0000***	34.8342	0.0016***	5.5506	0.0000***	43.3712	0.0000***
Δ lnFDI	6.6530	0.0000***	49.2041	0.0000***	6.5392	0.0000***	48.6021	0.0000***
Δ lnBCI	3.6984	0.0001***	33.5700	0.0024***	2.2766	0.0114**	26.0469	0.0255**
E7 Ülkeleri İçin PANIC Birim Kök Testi Sonuçları								
Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}		P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}	
Değişkenler	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
lnREC	-1.0621	0.8559	8.3798	0.8686	-1.8189	0.9655	4.3752	0.9928
lnFDI	-0.8800	0.8106	9.3435	0.8084	-0.9525	0.8296	8.9601	0.8336
lnBCI	-1.1329	0.8414	8.0050	0.8891	-0.3963	0.6540	11.9031	0.6141
Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}		P_{ϵ}^c		P_{ϵ}^{τ}	
Değişkenler	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Δ lnREC	1.3561	0.0875*	21.1757	0.0972*	2.4008	0.0082***	26.7039	0.0210**
Δ lnFDI	2.7481	0.0030***	28.5415	0.0120**	2.3110	0.0104**	26.2287	0.0242**
Δ lnBCI	3.1967	0.0007***	30.9153	0.0057***	2.3664	0.0090***	26.5217	0.0222**

H_0 : Seri durağan değildir

Not: ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Δ işareti serinin birinci farkını ifade etmektedir.

Tablo 7’de yer alan Bai ve Ng (2004) PANIC testi sonuçları incelendiğinde, G7 ve E7 ülkeleri lnREC, lnFDI ve lnBCI serilerinin düzey değerlerinde birim kök içerdiği, birinci farkları alındığında ise durağanlaştıkları görülmektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında oluşturulan tüm modellerde hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerin I(1) süreç içerdikleri tespit edilmiştir. Bai ve Ng (2004) PANIC testi sonucunda elde edilen bulguları Pesaran (2007) CIPS testi bulguları da desteklemektedir.

Tablo 8. Pesaran (2007) CIPS Birim Kök Testi

	Model	Sabitli Model		Sabitli ve Trendli Model	
	Değişkenler	CIPS t-İst.	Olasılık	CIPS t-İst.	Olasılık
G7	lnREC	-1.660	≥0.10	-2.322	≥0.10
	lnFDI	-1.951	≥0.10	-2.873*	<0.10
	lnBCI	-2.454**	<0.05	-2.219	≥0.10
	Model	Sabitli Model		Sabitli ve Trendli Model	
	Değişkenler	CIPS t-İst.	Olasılık	CIPS t-İst.	Olasılık
	ΔlnREC	-3.279***	<0.01	-3.886***	<0.01
	ΔlnFDI	-3.949***	<0.01	-4.081***	<0.01
	ΔlnBCI	-2.969***	<0.01	-3.005**	<0.05
	E7	lnREC	-0.999	≥0.10	-1.989
lnFDI		-2.194	≥0.10	-2.196	≥0.10
lnBCI		-1.697	≥0.10	-1.938	≥0.10
Model		Sabitli Model		Sabitli ve Trendli Model	
Değişkenler		CIPS t-İst.	Olasılık	CIPS t-İst.	Olasılık
ΔlnREC		-2.361**	<0.05	-2.916**	<0.05
ΔlnFDI		-4.150***	<0.01	-4.563***	<0.01
ΔlnBCI		-2.873***	<0.01	-2.831**	<0.05
Kritik Değerler			Düzye	CIPS	Düzye
		%1	-2.60	%1	-3.15
		%5	-2.34	%5	-2.88
		%10	-2.21	%10	-2.74

H_0 : Seri durağan değildir

Not: ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Δ işareti serinin birinci farkını ifade etmektedir.

G7 ve E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki uzun dönem eşbütünleşme ilişkilerini incelemek için geliştirilen modellere ilişkin Westerlund (2007) Panel ECM, Westerlund ve Edgerton (2007) Panel LM ve Westerlund (2008) Panel DH testleri sonuçları sırasıyla Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 9. Panel ECM Eşbütünlüşme Testi Sonuçları

Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	G_{τ}		G_{α}		G_{τ}		G_{α}	
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Model 1	-0.239	0.688	0.426	0.727	0.082	0.849	-2.381	0.274
Model 2	2.201	0.966	1.636	0.956	1.589	0.956	0.091	0.786
Model 3	0.467	0.731	0.542	0.689	1.482	0.951	-0.098	0.758
Model 4	1.372	0.868	1.051	0.807	0.232	0.850	-0.430	0.679

Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	P_{τ}		P_{α}		P_{τ}		P_{α}	
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Model 1	-2.014	0.349	-2.014	0.803	0.516	0.823	0.516	0.276
Model 2	1.811	0.923	1.811	0.964	2.828	0.966	2.828	0.750
Model 3	1.751	0.767	0.751	0.758	1.659	0.917	1.659	0.960
Model 4	2.476	0.840	2.476	0.839	0.985	.0854	0.985	0.593

H₀: Eşbütünlüşme yoktur

Tablo 10. (2007) Panel LM Bootstrap Eşbütünlüşme Testi Sonuçları

	Sabitli		Sabitli ve Trendli	
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Model 1	6.800	0.001***	5.868	0.000***
Model 2	13.643	0.000***	6.883	0.000***
Model 3	3.142	0.092*	2.991	0.013**
Model 4	4.072	0.094*	4.201	0.001***

H₀: Eşbütünlüşme vardır

Not: ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Panel ECM ve Panel LM testleri sonuçları incelendiğinde gerek G7 gerekse E7 ülkeleri için geliştirilen tüm modellerde uzun dönem eşbütünlüşmeye dair herhangi bir sonuca erişilmediği görülmektedir. Panel DH testi sonuçlarına göre ise, sabitli ve trendli eşbütünlüşme modelinde Model 1’de ve Model 4’te %10 anlamlılık düzeyinde bir eşbütünlüşme ilişkisi tespit edilmiştir. Model 4’e ilişkin %10 anlamlılık düzeyinde tespit edilen anlamlı eşbütünlüşme ilişkisi panel bazında eşbütünlüşme ilişkisini ifade eden DH_p test istatistiğine aittir. \tilde{A} ve \tilde{A}_{adj} test sonuçlarına göre heterojen eğim katsayısına sahip olduğu belirlenen Model 4’e ilişkin bu bulgu oldukça zayıf kalmaktadır. Benzer şekilde Model 1’e ilişkin %10 anlamlılık düzeyinde tespit edilen eşbütünlüşme ilişkilerinin de oldukça zayıf olduğu söylenebilir.

Tablo 11. Panel DH Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Model	Sabitli Model				Sabitli ve Trendli Model			
	DH_g		DH_p		DH_g		DH_p	
	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
Model 1	1.089	0.862	0.534	0.703	-1.421	0.078*	-1.511	0.065*
Model 2	-0.018	0.493	0.904	0.817	1.132	0.871	5.651	1.000
Model 3	2.735	0.997	2.428	0.992	-0.397	0.346	1.880	0.970
Model 4	-0.591	0.277	-0.080	0.468	8.217	1.000	-1.463	0.072*

H_0 : Eşbütünleşme yoktur

Not: * işaretleri %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Bu bağlamda, gerçekleştirilen panel eşbütünleşme analizleri sonucunda G7 ve E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinden söz etmek mümkün değildir.

G7 ve E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki nedensellik ilişkilerinin panel ve ülke bazında incelendiği Konya (2006) nedensellik testi sonuçları Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12. Konya (2006) Nedensellik Testi Sonuçları

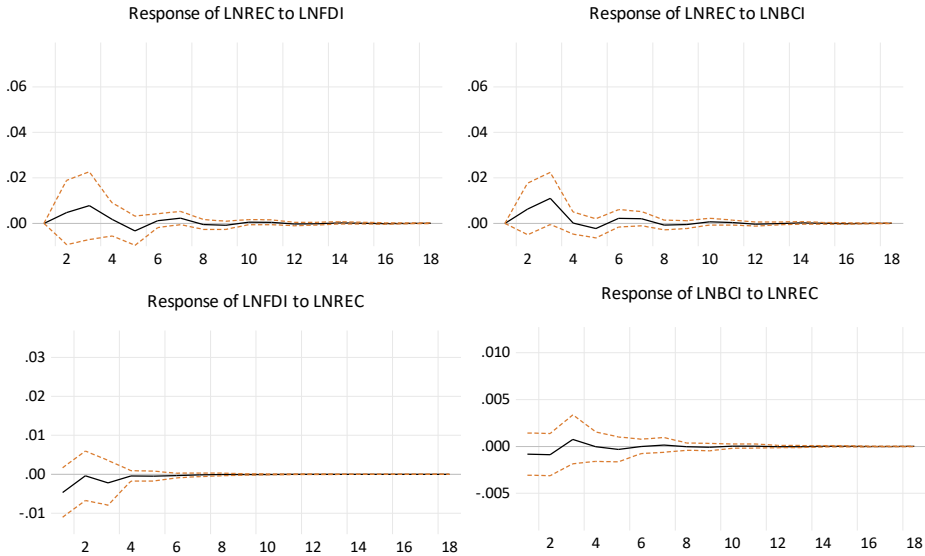
G7	lnFDI→lnREC		lnREC→lnFDI		lnBCI→lnREC		lnREC→lnBCI	
	Wald	Olasılık	Wald	Olasılık	Wald	Olasılık	Wald	Olasılık
Panel	32.321	0.004***	13.716	0.471	7.798	0.900	13.222	0.509
DEU	2.587	0.175	12.979	0.015**	1.449	0.703	9.600	0.264
USA	0.861	0.779	0.084	0.820	0.060	0.857	0.216	0.714
GBR	19.492	0.002***	0.176	0.702	0.572	0.430	10.634	0.183
FRA	15.131	0.003***	0.475	0.534	0.099	0.754	4.929	0.193
ITA	0.626	0.718	1.404	0.361	0.056	0.871	1.456	0.455
JPN	0.116	0.859	5.759	0.647	1.460	0.181	3.144	0.455
CAN	4.807	0.190	0.059	0.976	0.394	0.658	0.004	0.976
E7	lnFDI→lnREC		lnREC→lnFDI		lnBCI→lnREC		lnREC→lnBCI	
	Wald	Olasılık	Wald	Olasılık	Wald	Olasılık	Wald	Olasılık
Panel	22.772	0.064*	21.515	0.089*	34.833	0.002***	23.114	0.058*
BRA	0.991	0.146	9.715	0.022**	0.967	0.377	12.631	0.058*
CHN	10.253	0.029**	3.429	0.061*	34.724	0.001***	34.495	0.036**
IDN	1.054	0.367	6.461	0.268	4.679	0.035**	0.669	0.560
IND	11.996	0.102	0.622	0.282	0.644	0.651	19.747	0.139
MEX	0.734	0.661	5.468	0.321	4.212	0.087*	1.199	0.682
RUS	0.125	0.824	0.414	0.681	1.313	0.424	6.548	0.169
TUR	10.945	0.115	.061	0.960	6.872	0.067*	1.225	0.510

H_0 : X Y'nin nedeni değildir.

Not: ***, ** ve * işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

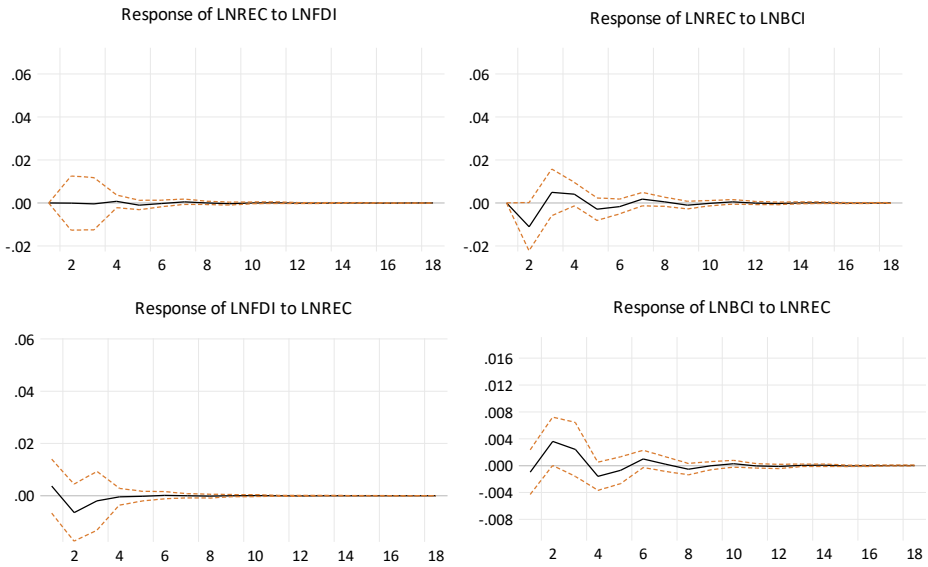
Tablo 12’de yer alan panel bazlı nedensellik sonuçlarına göre, G7 ülkelerinde finansal gelişmişlik ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında %1 anlamlılık düzeyinde finansal gelişmişlikten yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin tespit edildiği görülmektedir. G7 ülkeleri için nedensellik analizi sonuçları ülke bazında incelendiğinde, Birleşik Krallık ve Fransa’da finansal gelişmişlikten yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu, Almanya’da ise bu nedensellik ilişkisinin yenilenebilir enerji tüketiminden finansal gelişmişliğe doğru olduğu görülmektedir. Nedensellik analizi sonuçları E7 ülkeleri için panel bazında incelendiğinde, yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik arasında ve yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni arasında karşılıklı nedensellik ilişkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir. E7 ülkelerinde piyasa güveninden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tespit edilen %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı nedensellik ilişkisi diğer bulgulara göre oldukça güçlü bir bulgu niteliğindedir. E7 ülkeleri için nedensellik analizi sonuçları ülke bazında incelendiğinde, Çin’de yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasında karşılıklı nedensellik ilişkilerinin bulunduğu, Brezilya’da yenilenebilir enerji tüketiminden finansal gelişmişliğe ve piyasa güvenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkilerinin bulunduğu, Endonezya, Meksika ve Türkiye’de piyasa güveninden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki etki-tepki fonksiyonları sonuçları G7 ülkeleri için Grafik 1’de, E7 ülkeleri için ise Grafik 2’de yer almaktadır.



Grafik 1. G7 Ülkeleri için Etki-Tepki Fonksiyonu Sonuçları

Etki-tepki analizleri sonucunda G7 ülkelerinde, finansal gelişmişlik endeksindeki bir standart hatalık bir şokun yenilenebilir enerji tüketiminde 3. döneme kadar %0.8'lik pozitif bir tepkiye neden olduğu 8. dönem itibarıyla söz konusu tepkinin sönümlendiği görülmektedir. Benzer şekilde piyasa güvenindeki bir standart hatalık bir şokun yenilenebilir enerji tüketiminde 3. döneme kadar %1.1'lik pozitif bir tepkiye neden olduğu ve 8. dönem itibarıyla söz konusu tepkinin sönümlendiği görülmektedir. Buna karşın yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir standart hatalık bir şokun finansal gelişmişlik ve piyasa güveni üzerindeki etkisi ise oldukça sınırlı olmuş ve 4. dönem itibarıyla sönümlenmiştir.



Grafik 2. E7 Ülkeleri için Etki-Tepki Fonksiyonu Sonuçları

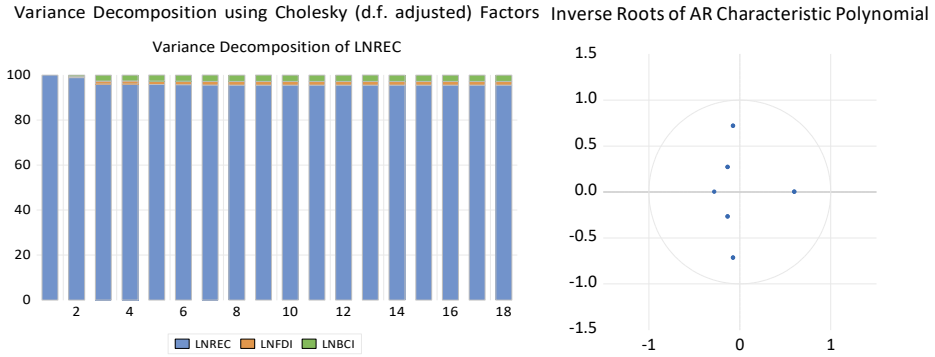
Etki-tepki analizleri sonucunda E7 ülkelerinde, finansal gelişmişlik endeksindeki şokların yenilenebilir enerji tüketiminde anlamlı tepkilere neden olduğunu söylemek mümkün değildir. Buna karşın yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir standart hatalık bir şokun finansal gelişmişlik endeksinde 2. dönemde yaklaşık %0.6'lık negatif bir tepkiye neden olduğu ve söz konusu tepkinin 4. dönem itibarıyla sönümlendiği görülmektedir. Piyasa güveninde meydana gelen bir standart hatalık bir şokun yenilenebilir enerji tüketiminde 2. dönemde yaklaşık %1,1'lik negatif bir tepkiye neden olduğu ve söz konusu tepkinin 7. dönem itibarıyla sönümlendiği görülmektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir standart hatalık bir şokun ise piyasa güveninde 2. dönemde yaklaşık %0.36'lık pozitif bir tepkiye neden olduğu ve söz konusu tepkinin 8. dönem itibarıyla sönümlendiği görülmektedir.

Çalışmada son olarak varyans ayrıştırması analiziyle G7 ve E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler incelenmiştir. G7 ülkeleri için gerçekleştirilen varyans ayrıştırması analizi sonuçları Tablo 13 ve Grafik 3'te yer alırken, E7 ülkeleri için gerçekleştirilen varyans ayrıştırması analizi sonuçları ise Tablo 14 ve Grafik 4'te yer almaktadır.

Tablo 13. G7 Ülkeleri için Panel Varyans Ayrıştırması Sonuçları

lnREC'in Varyans Ayrıştırması				
Dönem	S.H.	lnREC	lnFDI	lnBCI
1	0.064966	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.099711	99.22888	0.033683	0.737432
3	0.124559	97.22152	0.389746	2.388734
4	0.142970	95.80585	0.812980	3.381166
5	0.156950	95.36861	0.991464	3.639927
6	0.168086	95.31001	1.023444	3.666549
7	0.177268	95.27444	1.026442	3.699115
8	0.184937	95.20013	1.036191	3.763683
9	0.191366	95.12843	1.048241	3.823330
10	0.196779	95.08400	1.054312	3.861686
11	0.201368	95.05935	1.054442	3.886207
12	0.205284	95.04189	1.051976	3.906132
13	0.208636	95.02689	1.048848	3.924264
14	0.211512	95.01470	1.045358	3.939947
15	0.213985	95.00581	1.041409	3.952779
16	0.216116	94.99958	1.037119	3.963301
17	0.217955	94.99506	1.032722	3.972216
18	0.219544	94.99170	1.028389	3.979916

G7 ülkeleri için geliştirilen ve lnREC'in bağımlı, lnFDI ve lnBCI'nin ise bağımsız değişkenler olarak yer aldığı panel VAR modeli temelinden hareketle gerçekleştirilen varyans ayrıştırması sonuçları incelendiğinde, 1. dönemde lnREC serisinin varyansındaki değişimlerin %100'ünün kendisi tarafından açıklandığı, 18. dönemde ise kendisi tarafından açıklanan kısmının %94.99'a düştüğü, lnFDI tarafından açıklanan kısmının %1.02'ye yükseldiği, lnBCI tarafından açıklanan kısmının ise %3.97'ye yükseldiği görülmektedir.



Grafik 3. G7 Ülkeleri için Varyans Ayrıştırması Sonuçları

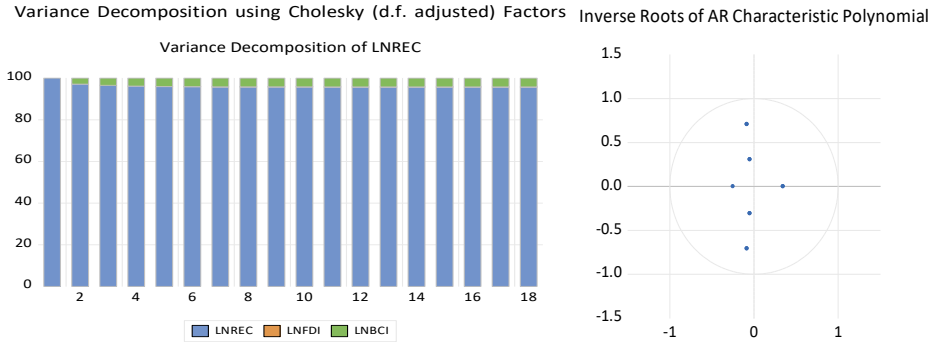
Tablo 13'te yer alan varyans ayrıştırması sonuçları Grafik 3 yardımıyla görselleştirilmiştir. Grafik 3'te yer alan karakteristik kök çemberi incelendiğinde tüm köklerin karakteristik çemberinin içerisinde olduğu görülmektedir. Bu durum, oluşturulan panel VAR modelinin spesifikasyonunun başarısına işaret etmektedir.

Tablo 14. E7 Ülkeleri için Panel Varyans Ayrıştırması Sonuçları

lnREC'in Varyans Ayrıştırması				
Dönem	S.H.	lnREC	lnFDI	lnBCI
1	0.063329	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.064752	97.10074	6.58E-05	2.899193
3	0.064985	96.54379	0.003524	3.452682
4	0.065121	96.14392	0.017778	3.838307
5	0.065221	95.93401	0.040063	4.025928
6	0.065243	95.87195	0.041351	4.086702
7	0.065272	95.79522	0.048287	4.156495
8	0.065274	95.78869	0.048290	4.163021
9	0.065284	95.76501	0.050229	4.184760
10	0.065284	95.76472	0.050266	4.185018
11	0.065286	95.75822	0.050721	4.191061
12	0.065286	95.75816	0.050767	4.191078
13	0.065287	95.75656	0.050861	4.192578
14	0.065287	95.75646	0.050887	4.192655
15	0.065287	95.75611	0.050903	4.192987
16	0.065287	95.75604	0.050914	4.193043
17	0.065287	95.75598	0.050916	4.193107
18	0.065287	95.75595	0.050920	4.193134

E7 ülkeleri için geliştirilen ve lnREC'in bağımlı, lnFDI ve lnBCI'nin ise bağımsız değişkenler olarak yer aldığı panel VAR modeli temelinden hareketle gerçekleştirilen varyans ayrıştırması sonuçları incelendiğinde, 1. dönemde

LnREC serisinin varyansındaki değişimlerin %100'ünün kendisi tarafından açıklandığı, 18. dönemde ise kendisi tarafından açıklanan kısmının %95.75'e düştüğü, LnFDI tarafından açıklanan kısmının %0.05'e yükseldiği, LnBCI tarafından açıklanan kısmının ise %4.19'a yükseldiği görülmektedir.



Grafik 4. E7 Ülkeleri için Varyans Ayrıştırması Sonuçları

Tablo 14'te yer alan varyans ayrıştırması sonuçları Grafik 4 yardımıyla görselleştirilmiştir. Grafik 4'te yer alan karakteristik kök çemberi incelendiğinde tüm köklerin karakteristik çemberinin içerisinde olduğu görülmektedir. Bu durum, oluşturulan panel VAR modelinin spesifikasyonunun başarısına işaret etmektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkiler gelişmiş ve gelişmekte olan ülke grupları için incelenerek karşılaştırılmıştır. Çalışmada gelişmiş ülkeleri temsilen G7 ülkeleri gelişmekte olan ülkeleri temsilen ise E7 ülkeleri kapsama dâhil edilmiştir. G7 ve E7 ülkelerine ilişkin 2002-2019 dönemi yıllık verinin kullanıldığı çalışma kapsamında oluşturulan veri seti dengeli bir panel veri seti niteliğinde olduğundan analizlerde panel veri analiz yöntemleri kullanılmıştır. G7 ve E7 ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki uzun dönem ilişkiler panel eşbütünleşme analizleri ile incelenirken, kısa dönem ilişkiler panel nedensellik analizi ile incelenmiştir. Çalışmada ayrıca değişkenler arasındaki etki-tepki ilişkisi ve varyans ayrıştırması panel VAR modeline dayanan etki-tepki fonksiyonu ve varyans ayrıştırması analizi ile incelenmiştir. Analizlerde kullanılacak en uygun modellerin belirlenmesi amacıyla, değişkenlere ve modellere ilişkin yatay kesit bağımlılığı testi ve homojenite testleri ve değişkenlere ilişkin birim kök testleri gerçekleştirilmiştir.

Westerlund (2007) Panel ECM, Westerlund ve Edgerton (2007) Panel LM ve Westerlund (2008) Panel DH eşbütünleşme testleri sonucunda hem G7 hem de E7 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve

piyasa güveni arasında istatistiki olarak anlamlı bir uzun dönem eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketimi ile ülkelerin finansal gelişmişlik düzeyleri ve yatırımcıların ekonomiye ilişkin yakın gelecek dönem beklentilerinin uzun dönemde birlikte hareket etmediklerini göstermektedir.

Konya (2006) nedensellik testi sonuçlarına göre ise değişkenler arasında farklı istatistiki anlamlılık düzeylerinde anlamlı nedensellik ilişkileri söz konusudur. G7 ülkelerinde finansal gelişmişlikten yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilirken piyasa güveni ile yenilenebilir enerji arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Buna karşın E7 ülkelerinde hem yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik arasında hem de yenilenebilir enerji tüketimi ile piyasa güveni arasında karşılıklı nedensellik ilişkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir. E7 ülkeleri için tespit edilen nedensellik ilişkileri arasında istatistiki olarak en güçlü ilişki piyasa güveninden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tespit edilen nedensellik ilişkisidir. Elde edilen nedensellik testi bulguları, gelişmiş ülkelerde finansal piyasalar ve finansal kurumların borçluluk, erişilebilirlik ve etkinlik düzeylerinin yenilenebilir enerji yatırımları ve tüketimleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelere ilişkin nedensellik testi bulguları ise yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkilerin karşılıklı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji yatırımları ve tüketiminin artırılması için ekonomiye dair güvenin iyileştirilmesi ve finansal piyasalar ve finansal kurumların etkinliklerinin artırılmasının önemli rol oynayacağı söylenebilir. Özellikle sanayi sektörü yatırımcılarının ekonomiye ilişkin yakın gelecek dönem beklentilerinin yenilenebilir enerji yatırımları ve tüketimi üzerinde önemli etkilerinin bulunduğunu söylemek mümkündür.

Panel VAR temelli etki-tepki fonksiyonu ve varyans ayrıştırması analizleri panel nedensellik testi bulgularını destekler niteliktedir. Etki-tepki fonksiyonu bulguları, gelişmiş ülkelerde finansal piyasa ve kurumların etkinliklerindeki iyileşmelerin ülkedeki yenilenebilir enerji yatırım ve tüketimi üzerinde pozitif etkilerinin bulunduğu işaret etmektedir. Gelişmekte olan ülkelere ilişkin etki-tepki fonksiyonu bulguları ise piyasa güvenindeki şokların ülkedeki yenilenebilir enerji yatırım ve tüketimi üzerinde negatif etkilerinin bulunduğu işaret etmektedir. Bu durum gelişmekte olan ülkelere yenilenebilir enerji yatırımları ve tüketiminde artışların yaşanabilmesi için ülke ekonomisine duyulan piyasa güveni artırıcı ekonomik ve finansal politikaların geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gelişmiş ülkeler için gerçekleştirilen varyans ayrıştırması sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde finansal gelişmişliğin etkileri 12 dönem sonrasında düşmeye başlarken, piyasa güveninin etkisi 18 dönem boyunca artarak devam etmektedir. Benzer bulgulara gelişmekte

olan ülkeler için de rastlanmıştır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde finansal gelişmişliğin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi gelişmiş ülkelere göre sınırlı olurken piyasa güveninin etkisi gelişmiş ülkelere göre oldukça yüksektir.

Elde edilen nedensellik testi bulguları, Sadorsky (2010), Kakar vd. (2011) ve Zeren ve Koç (2014) çalışmalarıyla farklılık gösterirken, Yılmaz (2021), Han (2022) ve Altay Topcu (2022) çalışmalarıyla ise benzerlik göstermektedir. Ayrıca bulgular, ülke bazında incelendiğinde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmişlik ve piyasa güveni arasındaki ilişkilerin ülkelere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Söz konusu farklılığın nedenlerinin hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi verilerinin homojen yapıda olmaması, ülkelere benimsenen farklı enerji yatırımı ve yatırımların teşviki politikaları, ülkeler arasındaki ekonomik, demografik, coğrafik ve kültürel farklılıklar olabileceği düşünülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların yatırımcılar ve politika yapımcılar başta olmak üzere, yatırım firmaları, akademisyenler ve araştırmacılar gibi çeşitli kesimlere fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- A. Lahiani, S. Mefteh-Wali, M. Shahbaz, X.V. Vo, Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? *Energy Pol.* 158 (2021)
- Abrigo, M. R. M., and Love, I. (2016). Estimation of panel vector autoregression in Stata. *The Stata Journal*, 16(3), 778-804.
- Altay Topcu, B. (2022). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatının Cari Açık Üzerindeki Etkisi: Enerji İthalatında Lider Ülkeler Örneği . *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)* , 14 (26) , 1-15 . DOI: 10.20990/kilisibfakademik.1086547
- Altuner, A. ve Şimşek, E., (2022). “BRICS-T Ülkelerinde Ekonomik Büyüme Üzerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Etkisi” *ODÜSOBİAD* 12 (3),1651-1668 Doi: 10.48146/odusobiad.108- 9399
- Bai, J., & Ng, S. (2004). A PANIC attack on unit roots and cointegration. *Econometrica*, 72(4), 1127–1177.
- Boutabba, Mohamed Amine. 2014. —The Impact of Financial Development, Income, Energy and Trade on Carbon Emissions: Evidence from the Indian Economy. *Economic Modelling* 40. Elsevier: 33–41
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20, 249-272.
- Copeland, Brian R, and M Scott Taylor. 1994. —North-South Trade and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics* 109 (3). MIT Press: 755–87.
- Çil Yavuz, N. (2015). *Finansal ekonometri*. 2. Baskı, İstanbul: Der Yayınevi.
- De Hoyos, E. R., & Sarafidis, V. (2006). The testing for cross-sectional dependence in panel data model. *The Stata Journal*, 6(4), 482-496.
- Demir, Caner, Raif Cergibozan, and Adem Gök. 2019. —Income Inequality and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Turkey. *Energy & Environment* 30 (3). SAGE Publications Sage UK: London, England: 444–61.

- Demir, Y., & Görür, Ç. (2020). OECD ülkelerine ait çeşitli enerji tüketimleri ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin panel eşbütünleşme analizi ile incelenmesi. *Journal of Econometrics and Statistics*, 32, 15-33.
- Gokmenoglu, Korhan K, and Mohammedsmaeil Sadeghieh. 2019. —Financial Development, CO2 Emissions, Fossil Fuel Consumption and Economic Growth: The Case of Turkey. *Strategic Planning for Energy and the Environment* 38 (4). Taylor & Francis: 7–28.
- Grossman, Gene M, and Alan B Krueger. 1991. —Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of economic research* Cambridge, Mass., USA.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic econometrics*. (4th Edition). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Han, A. (2022). E7 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin İncelenmesi . *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi* , 18 (3) , 797-814 . DOI: 10.17130/ijmeb.1015102
- J.I. Mikayilov, S. Mukhtarov, H. Dinçer, S. Yüksel, R. Aydın, Elasticity analysis of fossil energy sources for sustainable economies: a case of gasoline consumption in Turkey, *Energies* 13 (3) (2020) 731.
- Kakar, Z. H., Khilji, B. A. ve Khan, M. J. (2011), Financial development and energy consumption: empirical evidence from Pakistan, *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 2(6), 469-471.
- Kara, F.Z. vd. (2009), “Yatırımcı İlişkileri Yönetiminde Güven ve Ekonomiye Etkisi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 279-307.
- Konya, L. (2006). Exports and growth: Granger causality analysis on OECD countries with a panel data approach. *Economic Modelling*, 23, 978-992.
- Kraft, J. ve Kraft, A. (1978). On the relationship between energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2) 401–403.
- Madalla, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Special Issue*, 631-652.
- McCoskey, S., & Kao, C. (1998). A residual-based test of the null of cointegration in panel data. *Econometric Reviews*, 17, 57–84.
- Menyah, K., Nazlioglu, S., & Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial development, trade openness and economic growth in African countries: New insights from a panel causality approach. *Economic Modelling*, 37, 386-394.
- Miao, Y.; Razaq, A.; Adebayo, T.S and Owususi, A.A, (2022). Do renewable energy consumption and financial globalisation contribute to ecological sustainability in newly industrialized countries?. *Renewable Energy an international Journal*. 187 (2022), 688-697
- Mukhtarov, S.; Yüksel, S. Ve Dinçer, H., (2022). The impact of financial development on renewable energy consumption: Evidence from Turkey. *Renewable Energy an international Journal*. 187 (2022), 169-176
- Özbay, F. & Pehlivan, C. (2020). Relationship between the use of renewable energy, carbon dioxide emission, and economic growth: An empirical application on Turkey. In *Handbook of Research on Strategic Management for Current Energy Investments*, (339-355). IGI Global.
- Pata, Ugur Korkut. (2018). Renewable Energy Consumption, Urbanization, Financial Development, Income and CO2 Emissions in Turkey: Testing EKC Hypothesis with Structural Breaks. *Journal of Cleaner Production* 187. Elsevier: 770–79.
- Pesaran, H. H., and Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economic Letters*, 8, 17-29.
- Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142, 50–93.
- Pesaran, M. H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels*. Cambridge Working Papers in Economics, 435, 1-39.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.

- Pesaran, M. H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A bias adjusted LM test of error cross section independence. *Econometrics Journal*, 11, 105–127.
- Polat, B., Kızılkıran, Ö. (2022). Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İşsizlik Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri İçin Örnek Bir Çalışma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 14 (3), 1983-1992
- R. Ma, H. Cai, Q. Ji, P. Zhai, The impact of feed-in tariff degression on R&D investment in renewable energy: the case of the solar PV industry, *Energy Pol.* 151 (2021) 112209.
- Rafiq, S. ve Salim, R. (2011). The linkage between energy consumption and income in six emerging economies of Asia: an empirical analysis. *International Journal of Emerging Markets*, 6(1), 50-73
- Rahman, M.M and Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: New evidence from South Asia. *Renewable Energy an international Journal*. 147 (2020), 399-408
- Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy Policy*, 38, 2528–2535.
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy Policy*, 39, 999–1006.
- Shahbaz, Muhammad, Ilham Haouas, Kazi Sohag, and Ilhan Ozturk. 2020. —The Financial Development/Environmental Degradation Nexus in the United Arab Emirates: The Importance of Growth, Globalization and Structural Breaks. *Environmental Science and Pollution Research*. Springer, 1–15.
- Ustaoglu, E. (2022). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Finansal Gelişme İlişkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 57(1) 2022, 280-293
- Wang, J.; Zhang, Sulan and Zhang, Qingjun. (2021). The relationship of renewable energy consumption to financial development and economic growth in China. *Renewable Energy an international Journal*. 170 (2021), 897-904
- Wang, S., Li, Q., Fang, C. ve Zhou, C. (2016). The relationship between economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: empirical evidence from China. *Science of the Total Environment*, 542, 360–371.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748.
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*. 23(2), 193–233.
- Westerlund, J., and Edgerton, D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economic Letters*, 97, 185-190.
- Y. Liu, X. Gong, S. Yüksel, H. Dinçer, R. Aydın, A multidimensional outlook to energy investments for the countries with continental shelf in East Mediterranean Region with Hybrid Decision Making Model based on IVIF logic, *Energy Rep.* 7 (2021)
- Y. Xie, Y. Zhou, Y. Peng, H. Dinçer, S. Yüksel, P. an Xiang, An extended pythagorean fuzzy approach to group decision-making with incomplete preferences for analyzing balanced scorecard-based renewable energy investments, *IEEE Access* 9 (2021)
- Yılmaz, T. (2021). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Finansal Gelişme İlişkisi: Gelişmiş Ülkeler Üzerine Bir Araştırma . Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 8 (2) , 1064-1081 . DOI: 10.30798/makuiibf.909970
- Zaidi, Syed Anees Haider, Muhammad Wasif Zafar, Muhammad Shahbaz, and Fujun Hou. (2019). Dynamic Linkages between Globalization, Financial Development and Carbon Emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation Countries. *Journal of Cleaner Production* 228. Elsevier: 533–43.
- Zeren, F. ve Koç, M. (2014). The nexus between energy consumption and financial development with asymmetric causality test: new evidence from newly industrialized countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(1), 83-91.
- Zhang, Yue-Jun. (2011). The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: An Empirical Analysis in China. *Energy Policy* 39 (4). Elsevier: 2197–2203.

YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE FİNANSAL GELİŞME ARASINDAKİ İLİŞKİ: BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Hande UZUNOĞLU ÜNLÜ¹, Faruk TEMEL²

1. GİRİŞ

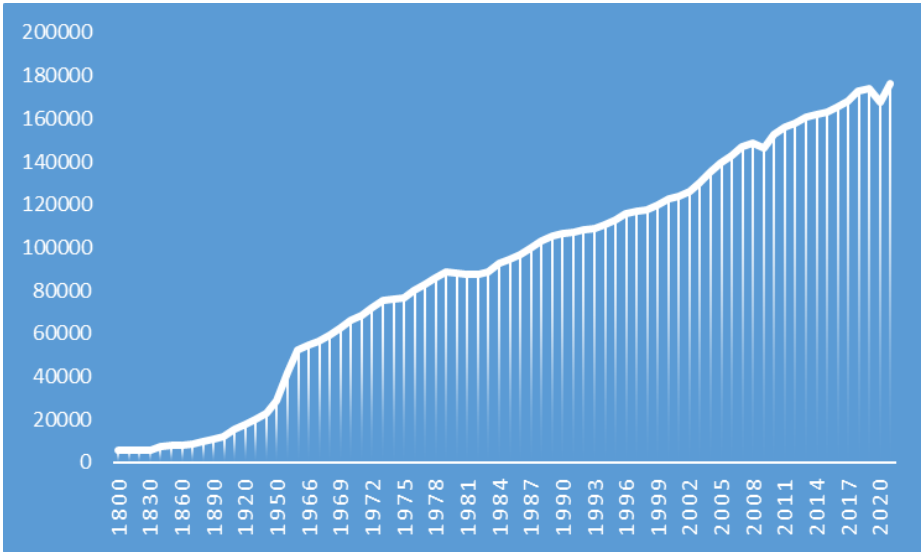
Tarih boyunca insanlar tarafından kullanılan enerjinin önemli kısmının yenilenebilir enerji olduğu bilinmektedir. Örnek olarak, 1200'lü yıllardan önce tahıl öğütmek için su ve rüzgarla çalışan değirmenlerin varlığından bahsedilebilmekteyken bu tarihten sonra Hollanda'da ikonik yel değirmenlerinden söz edilebilmektedir. Sanayi Devrimi'ne gelindiğinde de akan sudan elde edilen yenilenebilir enerjinin kullanılmasına rağmen modern dünya çoğunlukla fosil yakıtların kullanımına bağlıdır. Fosil yakıtlardan olan petrol, doğal gaz ve kömür, neredeyse tüketilen her üründe ve hizmette doğrudan ve dolaylı olarak yer almaktadır. 1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi ile petrol fiyatının dört katına çıkması, fosil yakıtlara bağımlılığın hükümetler tarafından sorgulanmasına sebep olmuştur (Raikar ve Adamson, 2020: 1).

2022 yılına gelindiğinde ise Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ile ortaya çıkan küresel enerji krizi, hane halkı, işletmeler ve tüm ekonomiler için enerji güvenliğinin sağlanması ve gelecekteki enerji kesintisi riskinin azaltılması konusunu gündeme getirmiştir (IEA, 2022). İklim değişikliği endişesi, yüksek enerji fiyatlarının tüketicilerden üreticilere servet transferine neden olması ve başlıca enerji tedarikçisi ülkelerdeki politik belirsizlik hem çevresel hem de sosyo-ekonomik faydalar sağlayabilen yenilenebilir enerjinin önemini artırmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları daha az emisyonu sebep olur, emek ile yerel kaynakları kullanır, gelişmekte olan ülkelerde elektrik kullanımını teşvik eder ve enerji güvenliğini artırır (Brunnschweiler, 2010: 242; Abolhosseini ve Heshmati, 2014: 2).

1 Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID: 0000-0002-7719-5163, huzunoglu@mehmetakif.edu.tr

2 Arş. Gör. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID: 0000-0003-3359-7870, ftemel@mehmetakif.edu.tr

Teknolojinin gelişmesi ve artan nüfus, enerjiye olan talebi dolayısıyla enerji tüketimini artırmaktadır. Dünya birincil enerji tüketimini terawatt/saat cinsinden gösteren Şekil 1 incelendiğinde tüketimin sürekli arttığı görülmektedir. Enerji tüketiminde meydana gelen azalışlar yalnızca 2008 finansal krizi ya da 2020 COVID-19 salgınında yaşanan kriz gibi olağandışı durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Gelecekte de enerji tüketiminde yükseliş trendinin devam edeceği düşünülmektedir. Shafiee ve Topal (2009), üç temel fosil yakıt olan petrol, kömür ve gazın sırasıyla 35, 107 ve 37 yıllık rezervinin kaldığını hesaplayarak 2042 yılından sonra tükenmeyen tek fosil yakıtın kömür olacağını belirtmişlerdir.

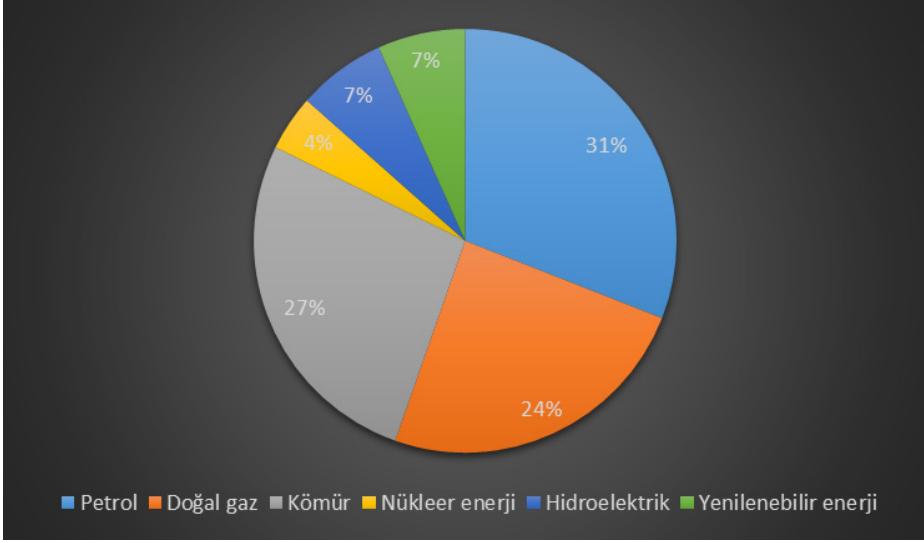


Şekil 1. Dünya Birincil Enerji Tüketimi
Kaynak: Ritchie, Roser ve Rosado (2022).

EIA (2022) raporuna göre temel yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, biyokütle ve hidroelektrik olarak; yenilenemeyen enerji kaynakları ise petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerji olarak sınıflandırılmıştır.

British Petroleum (BP) (2022) tarafından raporlanan 2021 yılına ait enerji tüketiminde kullanılan enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimi içindeki payları Şekil 2'de gösterilmektedir. Şekil 2'deki veriler incelendiğinde toplam enerji tüketimi içinde en büyük payın %31 ile petrol olduğu görülmektedir. Doğal gaz ve kömür sırasıyla %24 ve %27'lik paya sahiptir. Bu üç fosil yakıt toplam enerji tüketiminin %82'sini oluşturmakta ve bir diğer yenilenemeyen enerji olan nükleer enerji dahil edildiğinde ise toplam %86'ya ulaşmaktadır. Yenilenebilir enerji ve hidroelektrik birlikte ele alındığında, yenilenebilir

kaynaklar toplam enerji tüketiminin yalnızca %14'ünü oluşturmaktadır. Görüleceği üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki payı oldukça sınırlıdır. Ancak yenilenebilir enerjinin tüketimdeki payının 2030 yılında %34,7'ye, 2040 yılında ise %47,7'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Kralova ve Sjöblom, 2010: 410).



Şekil 2. 2021 Yılı İçin Enerji Tüketiminde Enerji Kaynaklarının Payları

Kaynak: BP (2022).

Fosil yakıt bazlı enerji kaynaklarının aksine tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynakları, sürekli üretilebilir olmakla birlikte çevreyi daha az kirlettiği için temiz enerji kaynakları olarak da bilinmektedir. Ülkeler ihtiyacı olan enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde ederek enerjide dışa bağımlılığı düşürmekte ve enerji ithalatını azaltarak dış ticaret açığının kapanmasını sağlayabilmektedir (Akdağ ve Gözen, 2020: 140). Bu önemli etkilerinin yanı sıra fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına enerjinin dönüşümü; gıdaların yetiştirilmesi, ürünlerin taşınması, şehirlerin inşa edilmesi ve insan yaşamının da dönüşüm içerisinde olduğunu göstermektedir (WTW, 2023). Enerji dönüşümü için 2022 yılında rekor düzeyde 1,3 trilyon dolar yatırım yapılmış olmasına rağmen, bu yatırımın hedeflenenin çok altında olduğu belirtilmektedir. Hedeflere ulaşabilmek için 2023-2030 yılları arasında yıllık ortalama 5 trilyon dolar yatırıma ihtiyaç olduğu tahmin edilmektedir (IRENA, 2023). Nitekim Brunnschweiler (2010: 243)'in belirttiği üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının finansmanı, finansal sektörün gelişmesi ile yakından ilgilidir.

Yenilenebilir enerjinin etkileri gözlemlendikçe hem üreticiler hem de tüketiciler açısından önemi artmaktadır. Yenilenebilir enerji aynı zamanda

akademik olarak da dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Bu bilgiler ışığında, çalışmanın birinci bölümünde enerji tüketimi ve yenilenebilir enerjinin öneminden bahsedilmiştir. İkinci bölümde finansal gelişme kavramından bahsedilerek enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişmenin arasındaki ilişki incelenmiştir. Üçüncü bölümde, iki alt başlık olan enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkinin ve yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkinin literatür araştırması sunulmuştur. Son bölümde, literatür araştırmasının ayrıntılı bir değerlendirmesi yapılarak öneriler ve kısıtlar aktarılmıştır.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE FİNANSAL GELİŞME ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yenilenebilir enerji ile finansal gelişme arasındaki ilişki özellikle son dönemde dikkat çeken konulardan biri olmuş ve bu konunun araştırılmasına yönelik ilgi giderek artmıştır. Finansal gelişme, finansal sistemin tüm fonksiyonlarını içeren çok boyutlu bir kavramdır. Dolayısıyla, finansal gelişme tanımlamaları finansal gelişmeyi ölçmek için kullanılan göstergelere göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, finansal gelişmişliği ölçmek için IMF (International Monetary Fund) finansal gelişme endeksini belirlemiştir. Čihák vd. (2012)'nin çalışmasına dayanarak geliştirilmiş olan bu endeks; finansal kurumların ve finansal piyasaların hem büyüklüklerinin hem de likiditelerinin, bireylerin ve şirketlerin finansal hizmetlere erişim yetilerinin, finansal kurumların düşük maliyetle ve sürdürülebilir gelirlerle finansal hizmetleri sunma kabiliyetlerinin ve sermaye piyasalarının faaliyet seviyelerinin ne kadar gelişmiş olduğunu göstermektedir (Svirydzenka, 2016).

Genel bir ifade ile finansal gelişme, bir ülkedeki finansal sistemin büyüklüğündeki, etkinliğindeki ve istikrarındaki ve ülkenin finansal sisteme erişimindeki gelişmişlik düzeyidir (Eryigit ve Dulgeroglu, 2015: 261-262). Bu bağlamda sağlam bir finansal gelişim ülkeleri ya da ekonomileri nasıl etkileyecektir sorusuna cevap aranmıştır. Sadorsky (2010: 2529)'ye göre sağlam bir finansal gelişme, bir ülkedeki:

- finansal riskin ve borçlanma maliyetlerinin azalmasını,
- borç verenler ile borç alanlar arasındaki şeffaflığın artmasını,
- sınırlar arasında daha fazla finansal sermaye ve yatırım akışlarına erişimin sağlanmasını ve
- enerji tasarruflu ürünlere ve en ileri teknolojiye erişimin sağlanmasını teşvik etmektedir.

Dolayısıyla, yukarıda bahsedilenler enerji arzını ve aynı zamanda enerji talebini/tüketimini farklı şekillerde etkileyebilecek faaliyetlerdir. Tüm bu bilgiler ışığında, finansal gelişmenin enerji arzındaki ve talebindeki/tüketimindeki rolünün anlaşılması büyük önem taşımaktadır.

Finansal gelişmenin, enerji tüketimini hem olumlu hem de olumsuz şekilde etkilediğine dair görüşler bulunmaktadır. Sadorsky (2010) ve Sadorsky (2011) çalışmalarında finansal gelişmenin enerji tüketimi üzerindeki olumlu etkilerini üç farklı şekilde ifade etmiştir. İlki, finansal gelişme tüketicilerin dayanıklı tüketim mallarına (otomobil, ev, buzdolabı, klima ve çamaşır makinesi gibi) olan taleplerini ve ihtiyaçlarını kolay ve ucuz bir şekilde karşılamalarını sağlamaktadır. Dolayısıyla, bu durum enerji tüketiminde artışa yol açacaktır. İkincisi, finansal gelişme işletmeler için gerekli olan finansal sermayeye daha kolay ve daha az maliyetle erişmelerini sağlamaktadır. Böylece işletmeleri daha fazla tesis satın almaya ve daha fazla makine ve ekipman satın almaya veya yeni işletmeler kurmaya teşvik ederek daha fazla enerji tüketimine neden olacaktır. Üçüncüsü, finansal gelişme borsa faaliyetlerini artırarak borsaları geliştirir. Borsaların gelişmesi, işletmelerin işlerini büyütme amacıyla kullanabilecekleri borç finansmanının yanı sıra öz sermaye finansmanına erişmelerini sağlamaktadır. Böylece işletmelerin finans sektörüne olan güvenleri artarak dolaylı da olsa daha fazla enerji tüketimi söz konusu olacaktır. Literatürde bu etkiler sırasıyla doğrudan etki, işletme etkisi ve servet etkisi olarak adlandırılmıştır.

Finansal gelişmenin enerji tüketimini olumsuz yönde etkilemesi de söz konusudur. Etkin bir finansal sistem, doğrudan yabancı yatırımcıları çekerek ileri ve verimli teknolojilere yatırım için finansman sağlamayı kolaylaştırmaktadır (Shahbaz vd., 2017: 201). Dolayısıyla teknoloji etkisi olarak ifade edilen bu durum enerji tüketimini azaltacaktır. Ayrıca enerji tüketimini azaltan diğer bir durum ise, finansal gelişmenin güçlü olması sonucunda, çevre dostu projeler için düşük finansman maliyetleriyle kredi sağlanmasının kolaylaşmasıdır (Chang, 2015: 29). Enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkiler tüm enerji kaynaklarını içerdiği için çalışmanın ana konusu olan yenilenebilir enerjinin detaylı bir şekilde incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Son zamanlarda nüfusun artması ve sanayileşmenin hızlanması enerji üretimini ve tüketimini artırmaktadır (Shahbaz vd., 2021: 1371). Büyük bir kısmı fosil yakıtlardan (kömür, doğal gaz, petrol, vb.) oluşan enerji kaynaklarının birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Bunlardan en önemli olanı, fosil yakıtların sera gazları emisyonlarında artışa ve dolayısıyla çevre kirliliğine yol açmasıdır. Bu duruma ek olarak, artan enerji talebi karşısında fosil yakıt bazlı enerji kaynaklarının sınırlı olmasıdır. Hem fosil yakıt bazlı enerji tüketimini azaltmak hem de enerji çeşitliliğini sağlamak için kullanılacak alternatif araçlardan birisi yenilenebilir enerjidir (Eren vd., 2019: 190). Buna rağmen yenilenebilir enerjiye geçiş ve yenilenebilir enerji üretiminin sürdürülebilir olması için üstesinden gelinmesi gereken finansal zorluklar bulunmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıt bazlı enerji kaynaklarına

kıyasla finansal sisteme daha fazla bağımlı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, fosil yakıt bazlı enerji yatırımlarına göre yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımlar için daha yüksek başlangıç sermaye maliyeti gerekmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji projeleri uzun geri ödeme süreleri gerektirdiğinden yüksek seviyelerde finansman ihtiyacını beraberinde getirmektedir (Kim ve Park, 2016: 238).

Bu dezavantajlı ilişkiler, yenilenebilir enerji üretiminde ihtiyaç duyulan fonları sağlamada ve böylece yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir olmasında sağlam ve gelişmiş finansal sisteme ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi ve yatırımı üzerindeki etkileri şu şekilde sıralanabilir (Anton ve Nucu, 2020: 331; Shahbaz vd., 2021: 1371):

- Finansal sistemin gelişmesi, yenilenebilir enerji yatırımlarının maliyetini düşürerek çevreye duyarlı enerji kaynaklarının kullanımını artırabilir.
- Finansal sistemdeki gelişme ile yatırım projeleri daha etkin hale gelerek uzun vadede yenilenebilir enerji tüketiminde artışa yol açabilir.
- Yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ile sağlanacak olan döviz tasarrufu, finansal piyasalara aktarılarak piyasaların çeşitlenmesini ve derinleşmesini sağlayabilir.
- Finansal gelişme rekabeti kuvvetlendirerek ve dinamik üretkenliği destekleyen inovatif faaliyetleri teşvik ederek büyümeyi destekleyebilir.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE FİNANSAL GELİŞME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Belirli bir konu veya araştırma alanında analiz yapılması amaçlandığı zaman önceden yapılmış çalışmaların bulgularını gözden geçirmek ve analiz etmek gerekmektedir. Bu doğrultuda, enerji ve yenilenebilir enerji ile finansal gelişme arasındaki ilişki ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır. Araştırma sırasında birtakım kısıtlar göz önünde bulundurularak belirli adımlar takip edilmiştir.

İlk adım, literatür araştırması iki alt bölümü kapsayacak şekilde ayrılmıştır. Birinci bölüm, enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkidir. İkinci bölüm ise yenilenebilir enerji ve finansal gelişme arasındaki ilişkidir. Sonraki adımlar ise sırasıyla, çalışmaların başlıklarında, özetlerinde ve anahtar kelimelerinde ilk bölüm için finansal gelişme ve enerji tüketimi kelimeleri; ikinci bölümde ise, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji kelimeleri ile arama yapılmıştır. Çalışmalar makale türünde sınırlandırılmıştır. Bu adımlar sonucunda 2010-2023 arasındaki çalışmalara erişilmiştir. Bu çalışmalar analizi yapılan ülke/ülkeler, benimsenen yöntemler ve elde edilen sonuçlar olarak bölümlendirilerek tablo şeklinde sunulmuştur.

3.1. Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme Arasındaki İlişkinin Literatür Araştırması

Literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme arasında birçok çalışma mevcuttur. Bu değişkenlerin yanı sıra çalışmalara genellikle ekonomik büyüme, ticaret açıklığı, toplam enerji tüketimi, karbondioksit (CO₂) emisyonu gibi değişkenler de dahil edilmiştir. Finansal gelişme ile ilgili yapılan ilk çalışmalar genellikle enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları üzerine olmuştur. Çalışmanın bu aşamasında öncelikle finansal gelişme ile enerji tüketimini inceleyen çalışmalara yer verilecektir. Tablo 1 bu konuda yapılan çalışmalarını özetlemektedir.

Tablo 1. Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme Arasındaki İlişki

Yazar	Dönem	Ülke/ Ülkeler	Yöntem	Sonuç	İlişki
Sadorsky (2010)	1990-2006	22 gelişmekte olan ülke	GMM	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki bulunmuştur.	+
Sadorsky (2011)	1996-2006	9 Orta ve Doğu Avrupa sınır ülkesi	GMM	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki bulunmuştur.	+
Al-Mulali ve Sab (2012)	1980-2008	19 ülke	Panel Granger nedensellik	Enerji tüketiminin finansal gelişmeyi artırdığı tespit edilmiştir.	+
Shahbaz ve Lean (2012)	1971-2008	Tunus	ARDL, Granger nedensellik	Pozitif ve iki yönlü ilişki tespit edilmiştir.	+
Xu (2012)	1999-2009	Çin	GMM	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir.	+
Al-Mulali ve Lee (2013)	1980-2009	GCC ülkeleri	DOLS, Panel nedensellik	Finansal gelişmenin enerji tüketimini artırdığı ve iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.	+
Çoban ve Topçu (2013)	1990-2011	AB ülkeleri	GMM	Eski AB üye ülkelerinde finansal gelişmenin enerji tüketimini artırdığı tespit edilmiştir.	+
İslam vd. (2013)	1971-2009	Malezya	ARDL, VECM	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif ve iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.	+
Omri (2013)	1990-2011	MENA ülkeleri	GMM	Finansal gelişmenin enerji tüketimi üzerinde pozitif etkisi bulunmuştur.	+
Ozturk ve Acaravci (2013)	1960-2007	Türkiye	ARDL, Granger nedensellik	Finansal gelişmeden enerji tüketimine kısa dönemde tek yönlü nedensellik ve pozitif ilişki tespit edilmiştir.	+
Çetin vd. (2015)	1960-2011	Türkiye	ARDL, Granger nedensellik	Pozitif ilişkinin yanı sıra, finansal gelişmeden enerji tüketimine tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.	+

Komal ve Abbas (2015)	1972-2012	Pakistan	GMM	Finansal gelişmenin enerji tüketimini pozitif etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.	+
Lebe ve Akbaş (2015)	1960-2012	Türkiye	DOLS, FMOLS, SVAR	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir.	+
Farhani ve Solarin (2017)	1973-2014	ABD	ARDL, Granger nedensellik	Finansal gelişmenin enerji tüketimini azalttığı sonucu elde edilmiştir.	-
Shahzad vd. (2017)	1971-2011	Pakistan	ARDL, Granger nedensellik	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif, iki yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.	+
Destek (2018)	1991-2015	17 gelişmekte olan ülke	CCE tahmincisi	Finansal gelişmenin üç başlık altına ayrıldığı çalışmada (bankacılık sektörü, hisse senedi ve tahvil piyasası) bankacılık ve tahvil piyasası ile enerji tüketimi arasında negatif ilişki bulunmuştur.	-
Korkmaz (2018)	1970-2016	Türkiye, İtalya	ARDL	Finansal gelişmenin iki ülkede de enerji tüketimini artırdığı tespit edilmiştir.	+
Ouyang ve Li (2018)	1996-2015	Çin	GMM panel VAR	Finansal gelişmenin enerji tüketimini azalttığı sonucu elde edilmiştir.	-
Gómez ve Rodríguez (2019)	1971-2015	NAFTA ülkeleri	Panel nedensellik, FMOLS, DOLS	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında negatif ilişki tespit edilmiştir.	-
Ma ve Fu (2020)	1991-2014	120 ülke	GMM	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında tüm ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler için pozitif ilişki bulunurken, gelişmiş ülkeler için anlamlı ilişki bulunamamıştır.	+
Mukhtarov vd. (2020b)	1993-2014	Kazakistan	VECM, Toda Yamamoto nedensellik	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında uzun dönemli pozitif ilişki tespit edilmiştir.	+
Yang vd. (2020)	1990-2017	32 Asya ülkesi	DSUR, DH panel nedensellik	Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında negatif ilişki ve çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir.	-

CCE (Common correlated effect): Ortak ilişkili etkiler, DOLS (Dynamic ordinary least square): Dinamik en küçük kareler yöntemi, DSUR (Dynamic seemingly unrelated cointegrating regressions): Dinamik görünürde ilişkisiz regresyon, FMOLS (Fully modified ordinary least square): Tam düzeltilmiş en küçük kareler yöntemi, GMM (Generalized method of moments): Genelleştirilmiş momentler metodu, VAR (Vector autoregression): Vektör otoregresyon, VECM (Vector error correction model): Vektör hata düzeltme modeli, AB: Avrupa Birliği, ABD: Amerika Birleşik Devletleri, GCC (Gulf Cooperation Council): Körfez İşbirliği Konseyi, MENA (Middle East and North Africa): Orta Doğu ve Kuzey Afrika, NAFTA (North American Free Trade Agreement): Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması.

Tablo 1 incelendiğinde finansal gelişme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin hem zaman serisi hem de panel veri analizleri ile incelendiği görülmektedir. Uzun ve kısa dönemli ilişkilerin de incelendiği çalışmalarda çoğunlukla GMM, ARDL, Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. Ülke bazında bakıldığında literatürdeki çalışmaların çoğunlukla gelişmiş ülkeler yerine gelişmekte olan ülkeler üzerine olduğu tespit edilmiştir. Yalnızca bir ülkeyi inceleyen çalışmaların (Shahbaz ve Lean, 2012; Xu, 2012; Islam vd., 2013; Ozturk ve Acaravci, 2013; Çetin vd., 2015; Komal ve Abbas, 2015; Lebe ve Akbaş, 2015; Farhani ve Solarin, 2017; Shahzad vd., 2017; Ouyang ve Li, 2018; Mukhtarov vd., 2020) yanı sıra, örneğin Sadorsky (2010) 22 gelişmekte olan ülkeyi, Çoban ve Topçu (2013) AB ülkelerini, Ma ve Fu (2020) ise 120 ülkeyi incelemiştir. Zaman serisi analizleri kullanılarak gelişmiş ülkeleri analizlerine dahil eden çalışmalar da belirlenmiştir. Bu çalışmalardan, Farhani ve Solarin (2017) ABD'yi ve Korkmaz (2018) İtalya'yı incelemiştir.

Elde edilen bulgular genel olarak finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki olduğu yönündedir. Sınırlı çalışma söz konusu iki değişken arasında negatif ilişki tespit etmiştir (Farhani ve Solarin, 2017; Destek, 2018; Ouyang ve Li, 2018; Gómez ve Rodríguez, 2019; Yang vd., 2020). Ayrıca finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında tek yönlü ya da iki yönlü nedensellik olduğu da bulunmuştur. Finansal gelişmenin birçok çalışmada enerji tüketimini pozitif etkilediği bulgusu önemlidir. Çünkü gelişmiş bir finansal sistem çok daha düşük maliyetlerle işletmelere fon sağlayabilir, böylece üretim ölçeği genişleyerek enerji tüketimi artar. Bunların yanı sıra finansal gelişme ile tüketici kredilerine ulaşım kolaylaşmakta, bu durum tüketicilerin otomobil ya da elektrikli aletlere talebini artırmakta ve sonuç olarak enerji talebi yine artmaktadır. Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında negatif ilişki bulan çalışmalar için ise, gelişmiş bir finansal sistemde finansal kısıtlamaları azalan işletmelerin üretim teknolojilerini ve ekipmanlarını yenileyerek enerji verimliliğini artırabileceği yorumu yapılabilir. İşletmelerin araştırma geliştirme yatırımlarını artırarak ve gelişmiş enerji tasarruflu ürünler tasarlayıp üretmelerine yardımcı olarak enerji tüketiminin azalması sağlanabilir (Ma ve Fu, 2020: 2).

Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin yanı sıra bazı çalışmalar araştırmalarına CO₂ emisyonlarını dahil etmiştir. Örneğin, Shahbaz vd. (2013), Jalil ve Feridun (2011), Al-Mulali vd. (2015a), Dogan ve Seker (2016) ve Atsu vd. (2021) yaptıkları çalışmalarda finansal gelişme ile CO₂ emisyonları arasında negatif ilişki tespit etmişlerdir. Diğer yandan Pao ve Tsai (2011), Al-Mulali vd. (2015b), Farhani ve Ozturk (2015), Abbasi ve Riaz (2016) ve Ohajonu vd. (2022) ise finansal gelişmenin CO₂ emisyonlarını pozitif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Görüleceği üzere çok sayıda çalışma enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Diğer taraftan, enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkiler tüm enerji kaynaklarını içermesi, çalışmanın ana konusu olan yenilenebilir enerjinin detaylı bir şekilde incelenmesini gerekli kılmaktadır.

3.2. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme Arasındaki İlişkinin Literatür Araştırması

Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji üzerinde önemli etkileri olmasına rağmen bu alanda yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda araştırmalar yapılarak mevcut çalışmalar belirlenmiştir. Mevcut çalışmaların odak noktalarını ortaya çıkarmak ve gelecekteki araştırmalara yol göstermek amaçlanmıştır. Literatür araştırmasında yenilenebilir enerji ve finansal gelişme ile ilgili erişilebilen çalışmalara ait dönem, ülke/ülkeler, yöntem ve temel bulgular Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Finansal Gelişme Arasındaki İlişki

Yazar	Dönem	Ülke	Yöntem	Sonuç	İlişki
Wu ve Broadstock (2015)	1990-2010	22 gelişmekte olan ülke	GMM, DOLS, FMOLS	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etkisi olduğu belirlenmiştir.	+
Kim ve Park (2016)	2000-2013	30 ülke (15 gelişmekte olan ve 15 gelişmiş)	Tobit regresyon	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji teknolojisinin gelişimini anlamlı bir şekilde artırdığı ortaya konulmuştur.	+
Burakov ve Freidin (2017)	1990-2014	Rusya	Granger nedensellik testi, VECM	Finansal gelişmeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.	
Çağlar ve Kubar (2017)	1969-2014	Türkiye	Fourier Toda Yamamoto nedensellik	Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi belirlenmemiştir.	
Eren vd. (2019)	1971–2015	Hindistan	DOLS	Finansal gelişmenin uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimini pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olarak etkilediği gözlemlenmiştir.	+
Pham (2019)	1990-2014	22 OECD ülkesi	GMM	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji teknolojilerinin ilerlemesine pozitif etkisi olduğu bulunmuştur.	+
Ji ve Zhang (2019)	1992–2013	Çin	VAR modeli	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı belirlenmiştir.	+

Anton ve Nuciu (2020)	1990–2015	28 AB ülkeleri	Panel sabit etkiler modeli	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.	+
Khan vd. (2020)	1980-2018	192 ülke	Panel niceliksel regresyon analizi	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir.	+
Mukhtarov vd. (2020a)	1993–2015	Azerbaycan	ARDL	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur.	+
Alsagr ve Hemmen (2021)	1996-2015	19 gelişmekte olan ülke	İki aşamalı GMM	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu saptanmıştır.	+
Assi vd. (2021)	1998–2018	ASEAN +3	Panel ARDL analizi, Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik	Finansal gelişmeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.	
Lahiani vd. (2021)	1975q1-2019q4	ABD	NARDL	Finansal gelişmedeki yalnızca negatif değişimlerin yenilenebilir enerji tüketimini anlamlı ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Ancak banka değişkeninin herhangi bir etkisi bulunamamıştır.	
Shahbaz vd. (2021)	1994–2015	34 gelişmekte olan ülke	FMOLS	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji talebini artırdığı belirlenmiştir.	+
Yılmaz (2021)	1980-2018	G7 ülkeleri	Hatemi-J asimetrik panel nedensellik	Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ilişki tespit edilmiştir.	
Wang vd. (2021)	1997–2017	Çin	PMG-ARDL	Finansal gelişmenin, yenilenebilir enerji kullanımını uzun vadede negatif etkilediği sonucuna varılmıştır.	-
Chang vd. (2022)	2000-2020	Çin	NARDL	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji kullanımında artışa yol açtığı tespit edilmiştir.	+
Mukhtarov vd. (2022)	1980-2019	Türkiye	VECM, ARDL	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.	+
Pata vd. (2022)	1980-2019	ABD	Dalgacık dönüşümleri ile yeni Fourier kantil nedensellik	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına yol açtığı bulunmuştur.	+
Shahbaz vd. (2022)	2000–2019	39 ülke	CS-ARDL	Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif ilişki gözlemlenmiştir.	+

Ustaoğlu (2022)	1993-2015	OECD ülkeleri	Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik	Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.	
Wang vd. (2022)	1990-2016	N-11 ülkeleri	Dumitrescu-Hurlin nedensellik	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji kullanımını anlamlı ölçüde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.	+
Li ve Shao (2023)	1990-2019	37 OECD ülkesi	Panel eşik değer analizi	Orta ve üst düzey rejimlerde finansal gelişmenin yenilenebilir enerji inovasyonu üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.	+
Yi vd. (2023)	2003-2020	103 ülke	CS-ARDL	Finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif bir etkisi olduğu bulunmuştur.	+
ARDL (Autoregressive distributed lag method): Gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi, CS-ARDL (Cross-sectional-autoregressive-distributed lag): Yatay kesit genişletilmiş ARDL, DOLS (Dynamic ordinary least square): Dinamik en küçük kareler yöntemi, FMOLS (Fully modified ordinary least square): Tam düzeltilmiş en küçük kareler yöntemi, GMM (Generalized method of moments): Genelleştirilmiş momentler metodu, NARDL (Nonlinear autoregressive distributed lags): Doğrusal olmayan sınır testi yaklaşımı, PMG-ARDL (Pooled mean grup-ARDL): Havuzlanmış ortalama grup tahmincisi yaklaşımı-ARDL, VAR (Vector autoregression): Vektör otoregresyon, VECM (Vector Error Correction Model): Vektör hata düzeltme modeli, AB: Avrupa Birliği, ABD: Amerika Birleşik Devletleri, ASEAN (The Association of Southeast Asian Nations): Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği, OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development): İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı.					

Finansal gelişme ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkinin spesifik olarak incelenmesi yakın zamanlara dayanmaktadır. Çalışmanın kısıtları da göz önünde bulundurulduğunda erişilen çalışmalar 2015-2023 dönemlerini içermektedir. Finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin hem zaman serisi yöntemleri ile hem de panel veri yöntemleri ile incelendiği gözlemlenmektedir (bakınız Tablo 2).

İncelenen çalışmalardaki sonuçların çoğunda yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme arasında pozitif ilişki olduğunu söylemek mümkündür. Wu ve Broadstock (2015), Ji ve Zhang (2019), Eren vd. (2019), Anton ve Nucu (2020), Khan vd. (2020), Alsagr ve Hemmen (2021), Shahbaz vd. (2021), Wang vd. (2022), Mukhtarov vd. (2022), Shahbaz vd. (2022), Li ve Shao (2023) ve Yi vd. (2023) gibi çoğu çalışmalar finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırıcı etkisi olduğunu savunmuşlardır. Finansal gelişmedeki artışla birlikte yenilenebilir enerji finansmanının kolaylaşması ve ucuz krediye ulaşım ile finansman maliyetlerinin azalması sonucu ortaya çıkan etkin ve verimli yenilenebilir enerji yatırımlarının arttığı şeklinde yorumlanabilir. Yılmaz (2021) çalışmasında asimetrik etkileri dikkate alarak finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisi olduğunu saptamıştır. Ustaoğlu (2022) çalışmasında benzer sonuç elde etmiştir. Diğer taraftan, Wang vd. (2021) ise finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimine uzun vadede negatif etkisi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yazarlar

bu durumun, finansal sektörün az gelişmesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca Burakov ve Freidin (2017), Çağlar ve Kubar (2017) ve Assi vd. (2021) çalışmalarında finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Assi vd. (2021), analize dahil edilen ülkelerin finansal sektörlerinin izlediği stratejilerin yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklemediği çıkarımında bulunmuşlardır.

Finansal gelişmenin teknolojik inovasyonları teşvik ederek yenilenebilir enerji tüketimini anlamlı bir şekilde artırdığını savunan çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalara Kim ve Park (2016) ve Li ve Shao (2023) örnek olarak verilebilir. Pham (2019) çalışmasında yenilenebilir enerji alanındaki teknolojik inovasyonun ilerlemesinde finansal gelişmenin önemli olduğunu tespit etmiştir. Hem yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımın hem de teknolojik inovasyonun bir sonucu olan çevresel kalitedeki artış bazı çalışmalar tarafından vurgulanmıştır. Kim ve Park (2016) ve Wang vd. (2022) çalışmalarında finansal gelişmenin yenilenebilir enerji kullanımını artırdığını ve dolayısıyla CO₂ emisyonlarını azalttığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Khan vd. (2020) finansal sistemlerin iyi gelişmesinin yenilenebilir enerji tüketimini teşvik ederek çevre kalitesini anlamlı ölçüde artırabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Fosil yakıt bazlı kaynakların yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüştürülerek çevresel sürdürülebilirliğin sağlanacağını savunan Pata vd. (2022), finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artıran önemli bir faktör olduğunu çalışmalarında göstermişlerdir.

Araştırma esnasında, finansal gelişme ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki incelenirken kilit bir etken olan ekonomik büyümeyi de dahil eden çalışmalar gözlemlenmiştir. Levin (1997) ülke ekonomileri büyüdükçe; finansal aracılık işlemlerinin artacağını, bankaların daha fazla kredi dağıtabileceğini, sigorta şirketleri, yatırım bankaları, emeklilik yatırım fonları gibi banka dışı finansal kurumların işlem sayısının artacağını ve hisse senedi piyasasında işlem hacminin yükseleceğini belirtmiştir (Aktaran: Shahbaz vd., 2021: 1371). Bu durumun yenilenebilir enerji tüketiminde artışa yol açabileceği görüşünü doğurmaktadır. Eren vd. (2019) ekonomik büyümenin, yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını ortaya çıkarmışlardır. Mukhtarov vd. (2020a) ise, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu gözlemlemiştir. Bu görüşün aksine, ekonomik büyüme fosil kaynaklı enerji tüketimini etkileyebilmektedir. Anton ve Nuciu (2020) ve Shahbaz vd. (2021) çalışmalarında kısa vadede ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında negatif ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Burakov ve Freidin (2017) ise ekonomik büyüme ile finansal gelişme arasında ilişki olduğunu bulmalarına rağmen yenilenebilir enerji ile iki değişkenin arasında herhangi bir ilişkiye rastlamamışlardır. Diğer taraftan, Wang vd. (2021) uzun vadede

finansal gelişme ile yenilenebilir enerji arasında negatif ilişki olmasına rağmen ekonomik büyümenin daha fazla yenilenebilir enerji tüketimine yol açtığını tespit etmişlerdir.

Bu bilgilere ek olarak, literatür örneklem seçimine göre incelendiğinde birçok ülke ve ekonomi gruplandırılarak çalışmalara dahil edilmiştir ve böylece elde edilen bulgular genelleştirilmiştir. Li ve Shao (2023) ve Ustaoglu (2022) OECD ülkelerini, Wang vd. (2022) N-11 ülkelerini, Assi vd. (2021) ASEAN +3 ülkelerini, Yılmaz (2021) G7 ülkelerini ve Anton ve Nucu (2020) AB ülkelerini çalışmalarında incelemişlerdir. Burakov ve Freidin (2017), Çağlar ve Kubar (2017), Eren vd. (2019), Ji ve Zhang (2019), Mukhtarov vd. (2020), Wang vd. (2021), Chang vd. (2022) ve Mukhtarov vd. (2022) çalışmalarında tek bir ülke veya ekonomi üzerine analizler yapmışlardır. Analizler bu kapsamda olduğunda ülkelere özgü değerlendirmeler ve tahminler yapılabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve projeleri için gerekli fonlara kolay bir şekilde erişilmesini sağlayan ülkeler veya ekonomiler tespit edilebilir.

Dikkat çeken bir durum da ampirik çalışmaların çoğu gelişmekte olan ülkeler ve ekonomiler ele alınarak yapılmıştır. Diğer taraftan, Lahiani vd. (2021) ve Pata vd. (2022) çalışmalarında gelişmiş ülke olarak ABD için finansal gelişme ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Anton ve Nucu (2020) ise 28 AB ülkesini analizlerine dahil etmişlerdir.

Genel olarak ele alındığında literatürdeki çalışmalar finansal gelişmenin hem enerji tüketimini hem de yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını göstermektedir. Literatürdeki heterojen sonuçlar zaman aralığının farklı olmasından, ülkelerin veya ekonomilerin ekonomik ya da finansal gelişme seviyelerinin farklılığından veya yenilenebilir enerji kaynaklarına erişimdeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

4. SONUÇ

İklim değişikliği ve enerjiye bağımlılık faktörleri göz önünde bulundurulduğunda, nüfus artışı ve teknolojiye gelişmelerle birlikte artan enerji tüketiminin önemli olduğu görülebilmektedir. Tükenebilir, kısıtlı rezerv sahip enerji kaynaklarına olan bağımlılığın azaltılması son yıllarda ön plandadır. Çevreyi fazlasıyla kirleten bu yenilenemeyen enerji kaynakları yerine, yenilenebilir enerji kaynakları kısıtlı olmamalarının yanı sıra çevreyi de daha az kirletmektedir. Yenilenebilir enerjinin önemine rağmen, enerji tüketimi içindeki payının çok düşük olması üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu doğrultuda finans alanı için literatür incelendiğinde yenilenebilir enerji ile finansal gelişme arasındaki ilişki ve yenilenebilir enerjinin finansmanı üzerinde durulduğu görülmektedir. Buradan hareketle bu iki önemli konudan biri olan yenilenebilir enerji ile finansal gelişme arasındaki ilişki, bu çalışmanın motivasyonunu oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı, finansal gelişme ile

yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki ile ilgili literatürü incelemek ve mevcut bilgi birikimini ortaya koymaktır. Literatürdeki ilk çalışmaların finansal gelişme ile enerji tüketimi arasındaki ilişki olması nedeniyle bu çalışmada enerji tüketimini dahil edilen çalışmalara da yer verilmiş, finansal gelişme ile enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bulgular kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Literatür araştırması finansal piyasalardaki ve sektörlerdeki gelişmelerin yenilenebilir enerji tüketiminin ve üretiminin önemli bir belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Finansal gelişme ile enerji tüketimi arasında ve finansal gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çoğunlukla pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler üzerine yoğunlaşan çalışmalarda gelişmiş bir finansal sistemin yenilenebilir enerji sektörüne yatırımları genellikle artırdığı gözlemlenmiştir.

Enerji tüketimi ile finansal gelişme arasında pozitif ilişki bulan Sadorsky (2010) ve Sadorsky (2011)'e göre yalnızca enerji talebi ve gelir ilişkisine dayanan enerji tasarrufu politikaları, finansal gelişmenin enerji tüketimi üzerindeki etkisini göz ardı edeceği için enerji talebi olduğundan daha düşük ölçülebilecektir. Bu durum enerji tasarrufu politikalarının amaçlanan hedefin altında kalması ile sonuçlanabilecektir. Benzer şekilde finansal gelişme göz ardı edilerek tahmin edilecek enerji talebinin yanlış belirleneceğini ve enerji koruma politikalarına gereksiz yere müdahale edilebileceğini belirten Islam vd. (2013)'e göre, uzun vadeli bir hedef olarak finansal gelişme, iyi bir enerji altyapısı için ana hedef olmalı ve böylece enerji kullanımında verimlilik sağlanmalıdır. Enerji tüketimini azaltmak ve enerji krizlerini önleyebilmek için finans sektörü aracılık yaparak önemli bir rol oynayabilir. Bankalar, fonların özellikle yenilikçi fikirlere ve ileri teknolojilere aktarılmasını sağlayabilir (Komal ve Abbas, 2015: 219). Benzer görüşe sahip Yang vd. (2020), politika yapımcıların finansal gelişme aracılığıyla düşük faizli kredi kullanarak enerji verimliliği projelerini teşvik edebileceğini belirtmişlerdir. Böylece enerji talebi yeşil finansman yoluyla kontrol edilebilir ve sürdürülebilir. Mukhtarov vd. (2020: 85) sürdürülebilir ve iyi yönetilen bir finans sektörü olmadan, finans sektörünün enerji sektörünün gelişimini teşvik edemeyeceğini belirtmişlerdir.

Finansal gelişmenin, ekonominin çeşitli yönleri için faydalı olduğu düşünülmese de rağmen, enerji tüketiminin artmasına neden olabilir. Bu nedenle politika yapımcılar finansal gelişmenin enerji tüketimi üzerindeki etkisini ülke bazında detaylıca incelemelidir. Ma ve Fu (2020) tarafından yapılan çalışmada gelişmiş ülkelerde finansal gelişmenin enerji tüketimi üzerinde anlamlı etkisi olmadığı, ancak gelişmekte olan ülkelerde pozitif etkisi bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu durumda finansal gelişmenin gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesini artırmasına rağmen, enerji

güvenliğini ve çevresel kaliteyi azaltabileceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla gelişmekte olan ülkeler için politika yapıcıların finansal gelişmenin enerji tüketimini azaltabileceği etkisi üzerinde durması gerektiği ifade edilmiştir. Örnek olarak, enerji verimliliğini artırmak için finansal sektör, sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmeye yardımcı olan yüksek teknoloji işletmelere daha fazla kredi sağlamaya teşvik edilebilir. Bahsi geçen sonuçlara dayanarak, finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini nasıl etkilediğini anlamak, ülkelerin veya ekonomilerin fosil yakıt bazlı enerjilere bağımlılığını azaltarak yenilenebilir enerjiyi sürdürülebilir hale getirmeyi sağlayabilir. Hükümetler, finans kuruluşları ve enerji yatırımcıları arasındaki iş birliği yenilenebilir enerji sektörünün gelişimini teşvik edebilir. Yenilenebilir enerji yatırımları için vergi avantajı sağlanabilir. Ayrıca yenilenemeyen enerji tüketimine yönelik ekstra vergiler getirilebilir. Diğer taraftan yüksek maliyetli yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanı için finans kuruluşlarının sorun yaşamaması hususunda devlet garantileri ve teşvikleri sağlanabilir. Finans kuruluşları düşük faizli ve uzun vadeli kredi imkanları sunarak yenilenebilir enerji şirketlerinin finansmana erişimini kolaylaştırabilirler. Buna ek olarak, finansal kuruluşlar, yenilenebilir enerji projelerinin riskini ve maliyetini azaltmak amacıyla finansal araçlar (yeşil tahvil gibi) sunabilirler. Böylelikle finansal gelişme doğrudan yabancı yatırımları ülkelere getirebilmektedir.

Bu çalışmanın birkaç kısıtı bulunmaktadır ve bu kısıtlar gelecekte çok sayıda araştırma alanına yol gösterici olacaktır. Bunlardan ilki finansal gelişme değişkeninin bütünsel olarak araştırmaya dahil edilmesidir. Finansal gelişme birçok boyutu içerdiğinden ölçümü ile ilgili fikir birliği olmadığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla incelenen ampirik çalışmalar, finansal gelişmeyi çeşitli temsili gösterge ya da göstergeler kullanarak analizlerine dahil etmişlerdir. Yenilenebilir enerji tüketimi ile finansal gelişme arasındaki ilişkileri geniş bir perspektiften incelemek amaçlandığından finansal gelişmenin temsili gösterge ya da göstergeler dahilinde ayrıca incelenmesi yeni çalışmalara bırakılmıştır. İkinci kısıt ise, yenilenebilir enerji genel bir başlık altında araştırılmış ve literatür bu doğrultuda oluşturulmuştur. Gelecekte çalışmalar, finansal gelişme ve yenilenebilir enerji ilişkisini konu alan literatür araştırması yaparken yenilenebilir enerji kaynaklarını (biyokütle, güneş, jeotermal, hidroelektrik, rüzgâr, vb.) çeşitlerine göre detaylandırarak mevcut literatürü zenginleştirebilirler.

KAYNAKÇA

- Alsagr, N. ve Van Hemmen, S. (2021). The Impact of Financial Development and Geopolitical Risk on Renewable Energy Consumption: Evidence From Emerging Markets. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 25906-25919.
- Abbasi, F. ve Riaz, K. (2016). CO2 Emissions and Financial Development in an Emerging Economy: An Augmented VAR Approach. *Energy Policy*, 90, 102-114.
- Abolhosseini, S. ve Heshmati, A. (2014). The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 876-885.
- Akdağ, V. ve Gözen, M. (2020). Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım ve Finansman Modelleri: Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18 (Armağan Sayısı), 139-156.
- Al-Mulali, U. ve Lee, J. Y. (2013). Estimating the Impact of the Financial Development on Energy Consumption: Evidence from the GCC (Gulf Cooperation Council) Countries. *Energy*, 60, 215-221.
- Al-Mulali, U. ve Sab, C. N. B. C. (2012). The Impact of Energy Consumption and CO2 Emission on the Economic and Financial Development in 19 Selected Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4365-4369.
- Al-Mulali, U., Ozturk, I. ve Lean, H. H. (2015b). The Influence of Economic Growth, Urbanization, Trade Openness, Financial Development, and Renewable Energy on Pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79, 621-644.
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L. ve Mohammed, A. H. (2015a). Investigating the Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis by Utilizing the Ecological Footprint As An Indicator of Environmental Degradation. *Ecological Indicators*, 48, 315-323.
- Anton, S. G. ve Nucu, A. E. A. (2020). The Effect of Financial Development on Renewable Energy Consumption. A Panel Data Approach. *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- Assi, A. F., Zhakanova Isiksal, A. ve Tursoy, T. (2021). Renewable Energy Consumption, Financial Development, Environmental Pollution, and Innovations in the ASEAN + 3 group: Evidence from (P-ARDL) Model. *Renewable Energy*, 165, 689-700.
- Atsu, F., Adams, S., ve Adjei, J. (2021). ICT, Energy Consumption, Financial Development, and Environmental Degradation in South Africa. *Heliyon*, 7(7), e07328.
- BP, (2022). Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/primary-energy.html> (E.T.: 30.05.2023).
- Brunnschweiler, C. N. (2010). Finance for Renewable Energy: An Empirical Analysis of Developing and Transition Economies. *Environment and Development Economics*, 15(3), 241-274.
- Burakov, D. ve Freidin, M. (2017). Financial Development, Economic Growth and Renewable Energy Consumption in Russia: A Vector Error Correction Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(6), 39.
- Chang, S. (2015). Effects of Financial Developments and Income on Energy Consumption. *International Review of Economics & Finance*, 35, 28-44.
- Chang, L., Qian, C. ve Dilanchiev, A. (2022). Nexus Between Financial Development and Renewable Energy: Empirical Evidence from Nonlinear Autoregression Distributed Lag. *Renewable Energy*, 193, 475-483.
- Čihák, M., Demirgüç-Kunt, A., Feyen, E. ve Levine, R. (2012). Benchmarking Financial Development Around the World. World Bank Policy Research Working Paper 6175. World Bank, Washington, DC.
- Çağlar, A. E. ve Kubar, Y. (2017). Finansal gelişme enerji tüketimini destekler mi?. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (27), 96-121.
- Çetin, M., Ecevit, E., Seker, F. ve Günaydin, D. (2015). Financial Development and Energy Consumption in Turkey: Empirical Evidence from Cointegration and Causality Tests. İçinde

- Z. Çopur (Editör), *Handbook of Research on Behavioral Finance and Investment Strategies: Decision Making in the Financial Industry* (297-314). IGI Global.
- Çoban, S. ve Topcu, M. (2013). The Nexus Between Financial Development and Energy Consumption in the EU: A Dynamic Panel Data Analysis. *Energy Economics*, 39, 81-88.
- Destek, M. A. (2018). Financial Development and Energy Consumption Nexus in Emerging Economies. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 13(1), 76-81.
- Dogan, E. ve Seker, F. (2016). The Influence of Real Output, Renewable and Non-Renewable Energy, Trade and Financial Development on Carbon Emissions in the Top Renewable Energy Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1074-1085.
- Eren, B. M., Taspınar, N. ve Gokmenoglu, K. K. (2019). The Impact of Financial Development and Economic Growth on Renewable Energy Consumption: Empirical Analysis of India. *Science of The Total Environment*, 663, 189-197.
- Eryigit, S. B. ve Dulgeroglu, E. (2015). How to Measure the Level of Financial Development. İçinde Ö. Olgu, H. Dinçer ve Ü. Hacıoğlu (Editör), *Handbook of Research on Strategic Developments and Regulatory Practice in Global Finance* (260-286). IGI Global.
- Farhani, S. ve Ozturk, I. (2015). Causal Relationship Between CO₂ Emissions, Real GDP, Energy Consumption, Financial Development, Trade Openness, and Urbanization in Tunisia. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 15663-15676.
- Farhani, S. ve Solarin, S. A. (2017). Financial Development and Energy Demand in the United States: New Evidence from Combined Cointegration and Asymmetric Causality Tests. *Energy*, 134, 1029-1037.
- Gómez, M. ve Rodríguez, J. C. (2019). Energy Consumption and Financial Development in NAFTA Countries, 1971-2015. *Applied Sciences*, 9(2), 302.
- IEA, (2022). World Energy Outlook. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf> (E.T.: 31.05.2023).
- IRENA, (2023). Global Landscape of Renewable Energy Finance. https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Feb/IRENA_CPI_Global_RE_finance_2023.pdf?rev=8668440314f34e588647d3994d94a785 (E.T.: 28.05.2023).
- Islam, F., Shahbaz, M., Ahmed, A. U. ve Alam, M. M. (2013). Financial Development and Energy Consumption Nexus in Malaysia: A Multivariate Time Series Analysis. *Economic Modelling*, 30, 435-441.
- Jalil, A. ve Feridun, M. (2011). The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis. *Energy Economics*, 33(2), 284-291.
- Ji, Q. ve Zhang, D. (2019). How Much Does Financial Development Contribute to Renewable Energy Growth and Upgrading of Energy Structure in China? *Energy Policy*, 128, 114-124.
- Khan, H., Khan, I. ve Binh, T. T. (2020). The Heterogeneity of Renewable Energy Consumption, Carbon Emission and Financial Development in the Globe: A Panel Quantile Regression Approach. *Energy Reports*, 6, 859-867.
- Kim, J. ve Park, K. (2016). Financial Development and Deployment of Renewable Energy Technologies. *Energy Economics*, 59, 238-250.
- Komal, R. ve Abbas, F. (2015). Linking Financial Development, Economic Growth and Energy Consumption in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 211-220.
- Korkmaz, Ö. (2018). Enerji Tüketimi ile Finansal Açıklık, Ticari Açıklık ve Finansal Gelişme Arasındaki İlişkinin Karşılaştırmalı Analizi: Türkiye ve İtalya Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı, 83-100.
- Kralova, I. ve Sjöblom, J. (2010). Biofuels—Renewable Energy Sources: A Review. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 31(3), 409-425.
- Lahiani, A., Mefteh-Wali, S., Shahbaz, M. ve Vo, X. V. (2021). Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? *Energy Policy*, 158, 112524.

- Lebe, F. ve Akbaş, Y. E. (2015). Türkiye’de Sanayileşme, Finansal Gelişme, Ekonomik Büyüme ve Kentleşmenin Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisi: Çoklu Yapısal Kırılmalı Bir Araştırma. *Ege Academic Review*, 15(2), 197-206.
- Li, S. ve Shao, Q. (2023). How Do Financial Development and Environmental Policy Stringency Affect Renewable Energy Innovation? The Porter Hypothesis and beyond. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), 100369.
- Ma, X. ve Fu, Q. (2020). The Influence of Financial Development on Energy Consumption: Worldwide Evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1428.
- Mukhtarov, S., Humbatova, S., Hajiyev, N. G. O. ve Aliyev, S. (2020a). The Financial Development-Renewable Energy Consumption Nexus in the Case of Azerbaijan. *Energies*, 13(23), 6265.
- Mukhtarov, S., Humbatova, S., Seyfullayev, I. ve Kalbiyev, Y. (2020b). The Effect of Financial Development on Energy Consumption in the Case of Kazakhstan. *Journal of Applied Economics*, 23(1), 75-88.
- Mukhtarov, S., Yüksel, S. ve Dinçer, H. (2022). The Impact of Financial Development on Renewable Energy Consumption: Evidence from Turkey. *Renewable Energy*, 187, 169-176.
- Ohajionu, U. C., Gyamfi, B. A., Haseki, M. I. ve Bekun, F. V. (2022). Assessing the Linkage Between Energy Consumption, Financial Development, Tourism and Environment: Evidence from Method of Moments Quantile Regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 30004-30018.
- Omri, A. (2013). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models. *Energy Economics*, 40, 657-664.
- Ouyang, Y. ve Li, P. (2018). On the Nexus of Financial Development, Economic Growth, and Energy Consumption in China: New Perspective from a GMM Panel VAR Approach. *Energy Economics*, 71, 238-252.
- Ozturk, I. ve Acaravci, A. (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262-267.
- Pao, H. T. ve Tsai, C. M. (2011). Multivariate Granger Causality Between CO2 Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries. *Energy*, 36(1), 685-693.
- Pata, U. K., Yilanci, V., Zhang, Q. ve Shah, S. A. R. (2022). Does Financial Development Promote Renewable Energy Consumption in the USA? Evidence from the Fourier-wavelet Quantile Causality Test. *Renewable Energy*, 196, 432-443.
- Pham, L. (2019). Does Financial Development Matter for Innovation in Renewable Energy?. *Applied Economics Letters*, 26(21), 1756-1761.
- Raikar, S. ve Adamson, S. (2020). *Renewable Energy Finance: Theory and Practice*. Londra: Academic Press.
- Ritchie, H., Roser, M. ve Rosado, P. (2022). Energy. <https://ourworldindata.org/energy> (E.T.: 27.05.2023)
- Sadorsky, P. (2010). The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies. *Energy Policy*, 38(5), 2528-2535.
- Sadorsky, P. (2011). Financial Development and Energy Consumption in Central and Eastern European Frontier Economies. *Energy Policy*, 39(2), 999-1006.
- Shafiee, S. ve Topal, E. (2009). When Will Fossil Fuel Reserves Be Diminished?. *Energy Policy*, 37(1), 181-189.
- Shahbaz, M. ve Lean, H. H. (2012). Does Financial Development Increase Energy Consumption? The Role of Industrialization and Urbanization in Tunisia. *Energy Policy*, 40, 473-479.
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Mahmood, H. ve Aroui, M. (2013). Does Financial Development Reduce CO2 Emissions in Malaysian Economy? A Time Series Analysis. *Economic Modelling*, 35, 145-152.

- Shahbaz, M., Hoang, T. H. V., Mahalik, M. K. ve Roubaud, D. (2017). Energy Consumption, Financial Development and Economic Growth in India: New Evidence from a Nonlinear and Asymmetric Analysis. *Energy Economics*, 63, 199-212.
- Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarigül, S. S. ve Vo, X. V. (2021). The Effect of Financial Development on Renewable Energy Demand: The Case of Developing Countries. *Renewable Energy*, 178, 1370-1380.
- Shahbaz, M., Sinha, A., Raghutla, C. ve Vo, X. V. (2022). Decomposing Scale and Technique Effects of Financial Development and Foreign Direct Investment on Renewable Energy Consumption. *Energy*, 238, 121758.
- Shahzad, S. J. H., Kumar, R. R., Zakaria, M. ve Hurr, M. (2017). Carbon Emission, Energy Consumption, Trade Openness and Financial Development in Pakistan: A Revisit. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 185-192.
- Svirydenka, K. (2016). Introducing A New Broad-Based Index of Financial Development. International Monetary Fund Working Paper, 16.
- U.S. Energy Information Administration, (2022). What is Energy? Sources of Energy. <https://www.eia.gov/energyexplained/what-is-energy/sources-of-energy.php> (E.T.: 28.05.2023).
- Ustaoglu, E. (2022). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Finansal Gelişme İlişkisi: Seçilmiş OECD Ülkeleri Örneği. *Third Sector Social Economic Review*, 57(1), 280-293.
- Wang, J., Zhang, S. ve Zhang, Q. (2021). The Relationship of Renewable Energy Consumption to Financial Development and Economic Growth in China. *Renewable Energy*, 170, 897-904.
- Wang, Z., Le Hoa Pham, T., Wang, B., Hashemizadeh, A., Bui, Q. ve Nawarathna, C. L. K. (2022). The Simultaneous Impact of Education and Financial Development on Renewable Energy Consumption: An Investigation of Next-11 Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(56), 85492-85509.
- WTW, (2023). Risk Management ve ESG: the Key Issues for the Renewable Energy Industry. <https://www.wtwco.com/en-us/insights/2023/01/risk-management-and-esg-the-key-issues-for-the-renewable-energy-industry> (E.T.: 29.05.2023).
- Wu, L. ve Broadstock, D. C. (2015). Does Economic, Financial and Institutional Development Matter For Renewable Energy Consumption? Evidence From Emerging Economies. *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, 8(1), 20-39.
- Xu, S. J. (2012). The Impact of Financial Development on Energy Consumption in China: Based on SYS-GMM Estimation. *Advanced Materials Research*, 524, 2977-2981.
- Yang, L., Hui, P., Yasmeen, R., Ullah, S. ve Hafeez, M. (2020). Energy Consumption and Financial Development Indicators Nexuses in Asian Economies: A Dynamic Seemingly Unrelated Regression Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 16472-16483.
- Yılmaz, T. (2021). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Finansal Gelişme İlişkisi: Gelişmiş Ülkeler Üzerine Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 1064-1081.
- Yi, S., Raghutla, C., Chittedi, K. R. ve Fareed, Z. (2023). How Economic Policy Uncertainty and Financial Development Contribute to Renewable Energy Consumption? The Importance of Economic Globalization. *Renewable Energy*, 202, 1357-1367.