

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE DIŞ TİCARET İLİŞKİSİ ÜZERİNE İKİ DENEME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİŐANUR GÖKAYDIN

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. MUHAMMED BENLİ

BİLECİK, 2025

10693966

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE DIŞ TİCARET İLİŞKİSİ ÜZERİNE İKİ DENEME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİŐANUR GÖKAYDIN

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. MUHAMMED BENLİ

BİLECİK, 2025

10693966

BEYAN

‘Yenilebilir Enerji ve Dış Ticaret İlişkisi Üzerine İki Deneme’ adlı yüksek lisans hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR	<input type="checkbox"/>	DESTEK ALINMAMIŞTIR	<input checked="" type="checkbox"/>
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:	/.....	

Mişanur Gökaydın

Tarih

...../...../.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasının yazılmasında, çalışmamı sahiplenerek takip eden danışmanım Sayın Doç. Dr. Muhammed Benli' ye desteği, değerli katkı ve emekleri için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Aykut EKİNCİ ve Prof. Dr. Ahmet TİRYAKİ' ye çalışmamın son haline gelmesindeki değerli katkıları adına teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Son olarak bugünlere ulaşmamdaki emek ve desteği adına her zaman yanımda olan annem Aylin Kaya' ya sabrı ve sevgisi için teşekkür ederim.

Mişanur GÖKAYDIN

2025

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE DIŞ TİCARET İLİŞKİSİ ÜZERİNE İKİ DENEME

Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma yolunda hem çevresel hem de ekonomik faydalarıyla kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle, Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde yenilenebilir enerji tüketimi, dış ticaret dengesi, ekonomik büyüme ve enerji güvenliği üzerindeki etkileriyle giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji ve ticaret arasındaki karmaşık ilişkilerin, sadece iki değişken arasındaki doğrudan etkileşimlerle sınırlı olmadığı, dolaylı ve çok yönlü bağlantıları da içerdiği anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin yenilenebilir enerji ve ticaret dinamikleri iki farklı perspektiften ele alınmıştır. İlk olarak, ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki simetrik ve asimetrik etkileri doğrusal ve doğrusal olmayan modeller kullanılarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda, ticaretteki genişleme ve daralmaların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki farklı etkileri ile kişi başına GSYİH, doğrudan yabancı yatırım, petrol fiyatları ve enflasyon gibi değişkenlerin rolleri değerlendirilmiştir.

İkinci olarak, yenilenebilir enerji tüketiminin dış ticaret üzerindeki dolaylı etkileri incelenmiş ve yenilenebilir enerjinin kişi başına gelirleri artırarak ihracat ve ithalatı nasıl şekillendirdiği araştırılmıştır. Bulgular, yenilenebilir enerji projelerinin genellikle yerli ve devlet destekli olmasının, doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde sınırlayıcı bir etkisi olduğunu, ancak yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi ve dış ticaret dengesini dolaylı yoldan desteklediğini göstermektedir.

Her iki analiz de Türkiye'nin yenilenebilir enerji ve ticaret ilişkisini anlamak için önemli içgörüler sunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin dış ticaret ve ekonomik büyüme üzerindeki dolaylı etkilerinin yanı sıra, ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki asimetrik etkileri, enerji politikalarının ve ticaret stratejilerinin uyumlu hale getirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, yerel yenilenebilir enerji kapasitesini artırmaya yönelik yatırımların teşvik edilmesi, ithal teknolojilere bağımlılığın azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu politikaların geliştirilmesi önerilmektedir. Türkiye, bu stratejilerle enerji sürdürülebilirliğini sağlarken dış ticaret performansını ve ekonomik büyümesini de güçlendirebilir.

Anahtar Kelimeler: Dış ticaret, Yenilenebilir enerji, NARDL, DAGs

ABSTRACT

TWO ESSAYS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY AND FOREIGN TRADE

Renewable energy plays a critical role in achieving sustainable development goals, offering both environmental and economic benefits. For developing economies like Türkiye, renewable energy consumption has become increasingly significant due to its implications for trade balance, economic growth, and energy security. The intricate relationship between renewable energy and trade extends beyond direct interactions, encompassing indirect and multifaceted linkages that warrant detailed investigation.

This study examines Türkiye's renewable energy and trade dynamics from two distinct perspectives. First, the symmetric and asymmetric effects of trade on renewable energy consumption are analyzed using linear and nonlinear models. This analysis investigates how trade expansions and contractions affect renewable energy consumption differently, alongside the roles of variables such as per capita GDP, FDI, oil prices, and inflation. Second, the indirect effects of renewable energy consumption on trade are explored, focusing on how renewable energy shapes exports and imports through its positive impact on per capita income. Findings suggest that renewable energy projects, often domestically funded and state-supported, may deter foreign direct investment (FDI) while simultaneously promoting economic growth and trade balance.

Both analyses offer valuable insights into the renewable energy-trade nexus in Türkiye. While renewable energy indirectly influences trade and economic growth, the asymmetric impacts of trade on renewable energy consumption underscore the need for aligned energy policies and trade strategies. The findings highlight the importance of fostering investments to enhance domestic renewable energy capacity, reducing dependency on imported technologies, and developing policies that harmonize with sustainable development goals. By adopting these strategies, Türkiye can strengthen its energy sustainability while improving its trade performance and economic growth.

Keywords: Foreign trade, Renewable energy, NARDL, DAGs

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2.DİŞ TİCARETİN TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNE ASİMETRİK GEÇİŞKENLİĞİ.....	3
2.1. Giriş.....	3
2.2. Literatür Taraması.....	8
2.3. Veri ve Metodoloji	10
2.4. Ampirik Bulgular	13
2.5. Sonuç.....	23
3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE TİCARET ARASINDAKİ NEDENSEL İLİŞKİLERİN VERİYE DAYALI BİR ANALİZİ.....	26
3.1. Giriş.....	26
3.1.1. Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme.....	28
3.1.2. Yenilenebilir Enerji ve Ticaret	29
3.1.3. Yenilenebilir Enerji ve Doğrudan Yabancı Yatırım.....	29
3.2. Literatür	30
3.3. Ampirik Analiz	32
3.3.1. Veriler	32
3.3.2. Yönlendirilmiş Döngüsüz Graflar (DAGs).....	33
3.4. Ampirik Sonuçlar	36
3.5. Sonuç.....	41
KAYNAKÇA	43

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2. 1. Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler.....	11
Tablo 2. 2. Tanımlayıcı İstatistikler.....	11
Tablo 2. 3. Birim Kök Testleri	13
Tablo 2. 4. Sınır Testi	14
Tablo 2. 5. Hata Düzeltme Modeli (Error Correction Model - ECM).....	14
Tablo 2. 6. Uzun Dönem Analiz Sonuçları	15
Tablo 2. 7. Tanısal Testler	16
Tablo 2. 8. NARDL Tahmin Sonuçları	17
Tablo 3. 1. Serlere İlişkin Açıklamalar.....	32
Tablo 3. 2. Tanımlayıcı İstatistikler.....	33
Tablo 3. 3. Ayrıt İstatistikleri	39

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1. CUSUM ve CUSUM of squares (ARDL)	16
Şekil 2. 2. CUSUM ve CUSUM of squares (NARDL)	18
Şekil 2. 3. Dinamik Çarpan Grafiği	22
Şekil 3. 1. DAG Örneği.....	34
Şekil 3. 2. Eşitlik 2'deki Ayrışımı Temsil Eden Yönlendirilmiş Döngüsüz Graf	35
Şekil 3. 3. Yönlendirilmemiş Graf Örneği	36
Şekil 3. 4. Yönlendirilmiş Graf.....	36
Şekil 3. 5. Yönlendirilmiş Graf ve Ayrıtlara İlişkin Katsayılar	38

KISALTMALAR LİSTESİ

ADF: Genişletilmiş Dickey-Fuller Testi (Augmented Dickey-Fuller)

ARDL: Doğrusal Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış Sınır Testi

AR-GE: Araştırma – Geliştirme

BRICS: Brezil, Rusya, İndia, China

DAGs: Yönlendirilmiş Döngüsüz Graflar

DYY: Doğrudan Yabancı Yatırımlar

ECM: Hata Düzeltme Modeli

EKC: Çevresel Kuznets Eğrisi

FDI: Doğrudan Yabancı Yatırımlar

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

IEA: Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)

INF: Enflasyon

NARDL: Doğrusal Olmayan Otoregresif Dağıtılmış Sınır Testi

OECD: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-Operation and Development)

PP: Phillips-Perron Testi

WB: Dünya Bankası

WDI: Dünya Kalkınma Göstergeler

1.GİRİŞ

Yenilenebilir enerji, son yıllarda sürdürülebilir kalkınma, iklim değişikliğiyle mücadele ve enerji güvenliği gibi kritik alanlarda küresel gündemin merkezine yerleşmiştir. Fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için stratejik bir öncelik haline gelmiştir. Türkiye, bu dönüşümün bir parçası olarak, artan enerji talebini karşılamak ve enerji arzını çeşitlendirmek amacıyla yenilenebilir enerji projelerine önemli yatırımlar yapmaktadır. Özellikle rüzgâr, güneş ve hidroelektrik gibi yenilenebilir kaynaklara yönelik artan yatırımlar, Türkiye'nin enerji politikalarının odak noktasını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme, ticaret ve enerji güvenliği üzerindeki etkileri karmaşık ve çok boyutlu bir yapı sergilemektedir.

Yenilenebilir enerji ve ticaret arasındaki ilişki, enerji dönüşümünün ekonomik ve ticari boyutlarını anlamak açısından önemlidir. Yenilenebilir enerji tüketimi, bir yandan kişi başına düşen gelirler, ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerinde dolaylı etkiler yaratabilirken, diğer yandan dış ticaret faaliyetleri yenilenebilir enerjiye erişimi ve benimsenmesini etkileyebilir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesi için gerekli olan malzeme, teknoloji ve sermayeye ulaşım büyük ölçüde uluslararası ticaret ve yabancı yatırımlar yoluyla sağlanmaktadır. Ancak, ticaretin yenilenebilir enerji üzerindeki etkileri doğrusal olmayabilir ve ticaretteki genişleme veya daralma dönemleri farklı sonuçlar doğurabilir.

Bu çalışma, Türkiye'nin yenilenebilir enerji tüketimi ve ticaret dinamiklerini birbirine entegre bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. İlk bölüm, ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki simetrik ve asimetrik etkilerine odaklanmakta; ikinci bölüm ise, yenilenebilir enerji tüketiminin dış ticaret üzerindeki dolaylı etkilerini analiz etmektedir.

İlk bölümde, ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkileri, doğrusal otoregresif gecikmesi dağıtılmış (ARDL) model ve doğrusal olmayan ARDL (NARDL) modeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Bulgular, ticaret genişlemelerinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde uzun dönemde önemli bir etkisinin olmadığını, ancak ticaret daralmalarının yenilenebilir enerji tüketiminde anlamlı bir azalmaya yol açtığını göstermektedir.

Ayrıca, kişi başına düşen GSYİH'nin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve güçlü bir etkisi olduğu, buna karşın petrol fiyatları ve doğrudan yabancı yatırımların karışık sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu durum, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerjiye geçişi desteklediğini, ancak doğrudan yabancı yatırımların genellikle geleneksel enerji sektörlerine yönelerek bu geçişi yavaşlatabileceğini göstermektedir.

Ticaretin yenilenebilir enerji üzerindeki asimetric etkileri, enerji politikalarının ve ticaret stratejilerinin dikkatli bir şekilde tasarlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ticaret genişlemelerinin yenilenebilir enerji kullanımını yeterince teşvik edememesi, enerji yoğun sektörlere yönelik artan talep ve ithalatın etkisiyle açıklanabilir. Buna karşın, ticaret daralmalarının teknoloji transferi ve yenilikçi enerji altyapısı yatırımlarını sınırlayarak yenilenebilir enerji tüketimini olumsuz etkilediği görülmektedir.

İkinci bölümde ise yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve dış ticaret üzerindeki dolaylı etkileri, Yönlendirilmiş Döngüsüz Graflar (DAGs) yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulgular, yenilenebilir enerjinin kişi başına düşen gelirleri artırarak ihracat ve ithalatı dolaylı olarak şekillendirdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji projelerinin büyük ölçüde yerli ve devlet destekli olması, doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde sınırlayıcı bir etkiye neden olmaktadır. Ayrıca, döviz kuru değişimlerinin ihracat performansı üzerindeki belirleyici rolü, yerel para birimindeki değer kayıplarının ihracatı artırdığına işaret etmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji tüketiminin dış ticaret ve ekonomik büyüme üzerindeki dolaylı etkilerinin, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda önemli sonuçlar doğurduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma, Türkiye'nin yenilenebilir enerji geçiş sürecinde karşılaştığı zorlukları ve fırsatları anlamak için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılması, ithal teknolojilere bağımlılığın azaltılması ve ticaret politikalarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu hale getirilmesi, enerji dönüşümünün başarıya ulaşmasında kilit rol oynamaktadır. Türkiye, bu stratejilerle hem ekonomik büyümesini destekleyebilir hem de enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilir.

2.DIŞ TİCARETİN TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNE ASİMETRİK GEÇİŞKENLİĞİ

2.1. Giriş

Son yıllarda, yenilenebilir enerjiye yönelik küresel geçiş, iklim değişikliği, enerji güvenliği ve çevresel bozulma gibi giderek artan kaygılara bir yanıt olarak ortaya çıkmıştır (Saygın ve Çetin, 2010). Dünya genelinde ülkeler, fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltmak amacıyla sürdürülebilir enerji çözümleri geliştirme çabalarını yoğunlaştırmaktadır (Vigoya vd., 2020). Rüzgâr, güneş, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları, uzun vadeli ekonomik büyümeyi desteklerken çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır (Chou vd., 2023). Ancak, yenilenebilir enerjiye geçiş yalnızca yerel veya ulusal bir mesele değil, aynı zamanda uluslararası ticaret, doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ve küresel enerji piyasalarıyla yakından ilişkili, kapsamlı bir küresel sorundur.

Ülkeler, Paris Anlaşması gibi uluslararası iklim anlaşmaları kapsamında verdikleri taahhütleri yerine getirmeye çalışırken, ticaretin ve küresel ekonomik entegrasyonun, yenilenebilir enerji teknolojilerine, sermayeye ve uzmanlığa erişimi kolaylaştırmadaki rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin sunduğu açık avantajlara rağmen, bu kaynakların benimsenmesi karmaşık ve çok boyutlu zorluklarla karşı karşıyadır. Bu bağlamda, uluslararası ticaret, yenilenebilir enerji tüketimini artırmada hem fırsatlar hem de engeller sunan kritik bir etken olarak öne çıkmaktadır. Ticaret, mal, hizmet ve teknoloji akışını kolaylaştırarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin sınırlar ötesinde yayılmasını destekleyebilir, inovasyonu teşvik edebilir ve daha temiz enerji kaynaklarına erişimi genişletebilir (Gallagher, 2014; Garsous ve Worack, 2021). Ancak, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki, çeşitli etmenlerin etkisiyle karmaşık bir yapı sergilemektedir. Ticaretin niteliği, doğrudan yabancı yatırımın (DYY) karakteri ve küresel enerji piyasalarının dinamikleri, bu ilişkinin şekillenmesinde belirleyici rol oynayan unsurlar arasında yer almaktadır (Nasim vd., 2023).

Ticaret ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki hem teorik hem de ampirik perspektiften değerlendirilebilir. Ticaret, yenilenebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesini teşvik edici bir rol oynayabileceği gibi; bu süreç, yenilenebilir enerji altyapısının geliştirilmesi için dış pazarlara, yatırımlara ve yeniliklere erişim sağlanması yoluyla gerçekleşmektedir (Leal-Arcas vd., 2016; Ebaidalla, 2024).

Ayrıca, artan ticaret hacmi, enerji verimli teknolojilerin ve en iyi uygulamaların transferini kolaylaştırarak ülkelerin enerji kaynaklarını çeşitlendirmelerine olanak tanıyabilir. Bu durum, ülkelerin yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltırken, daha sürdürülebilir enerji politikalarının uygulanmasını da desteklemektedir (Pigato vd., 2020).

Nitekim klasik Heckscher-Ohlin ticaret teorisi, ülkelerin karşılaştırmalı üstünlüğe sahip oldukları malların üretiminde uzmanlaşmaları gerektiğini öne sürmektedir. Yenilenebilir enerji bağlamında bu, bol miktarda yenilenebilir kaynağa (güneş ışığı veya rüzgâr gibi) sahip ülkelerin yenilenebilir enerji teknolojileri geliştirmek ve ihraç etmek için daha iyi bir konumda oldukları anlamına gelmektedir. Ayrıca, uluslararası ticaret, teknoloji transferine hızlandırabilir; bu sayede ülkeler ithalat ve yabancı yatırım yoluyla gelişmiş yenilenebilir enerji teknolojilerine erişebilir, yerel üretim kapasitelerini geliştirebilir ve yenilenebilir enerji tüketimini artırabilir.

Ancak, ticaret, özellikle gelişmekte olan ve sanayileşmekte olan ekonomilerde enerji yoğun üretim modellerini de güçlendirebilir. Kirlilik cenneti hipotezine göre, gevşek çevresel düzenlemelere sahip ülkeler, fosil yakıtlara dayanan endüstrileri çekebilir ve bu da yenilenemeyen kaynaklardan enerji tüketiminin artmasına yol açabilir. Bu bağlamda ticaret, sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu olmayan endüstriyel faaliyetleri teşvik ettiği takdirde yenilenebilir enerjiye geçişi engelleyebilir.

Diğer taraftan, özellikle endüstriyel büyümenin kömür, petrol ve gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarıyla beslendiği gelişmekte olan ekonomilerde, ticaretin genişlemesine genellikle artan enerji talebi eşlik etmektedir (Dorian vd., 2020). Bu durum, ticaretin, özellikle enerji yoğun sektörlerde yoğunlaşması halinde, ticaretin enerji kompozisyonunda yenilenebilir enerjinin daha yüksek bir paya sahip olmasına her zaman yol açmayabileceğini göstermektedir. Ayrıca, genellikle ticaretle yakından bağlantılı olan DYY' nin rolü de enerji karışımını etkileyebilir. DYY öncelikle geleneksel enerji sektörlerine veya yenilenemeyen enerjiye dayalı sanayi projelerine yönelirse, yenilenebilir enerji tüketiminin büyümesini engelleyebilir (Kang vd., 2021; Adekunle, 2023; Handri, 2023).

İlgili literatürde yer alan çalışmalar, ağırlıklı olarak ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki doğrusal ilişkiye odaklanmış olsa da (Omri ve Nguyen, 2014; Rasoulinezhad ve Saboori, 2018; Alam ve Murad, 2020; Wang ve Zhang, 2021; Lee vd., 2021; Vural, 2021), son dönem ampirik çalışmalar, bu ilişkinin asimetric olabileceğini öne sürmektedir (Alkhateeb ve Mahmood, 2019; Qamruzzaman ve Jianguo, 2020; Zhang vd.,

2021). Örneğin, ticaretteki genişlemeler enerji verimli teknolojilere erişimi artırarak ve yenilenebilir enerji altyapısının ithalatını kolaylaştırarak yenilenebilir enerji tüketimini teşvik edebilir. Ancak ticaretteki büyüme enerji yoğun sektörlerde yoğunlaşırsa, geleneksel kaynaklardan elde edilen toplam enerji tüketiminin artmasına ve dolayısıyla yenilenebilir enerjinin dışlanmasına yol açabilir. Tersine, ticaretteki daralmalar, ülkeleri enerji güvenliğini sağlamak için yenilenebilir enerji kaynakları da dâhil olmak üzere yerli enerji kaynaklarına odaklanarak içe dönmeye zorlayabilir. Ticaret-yenilenebilir enerji ilişkisinin teorik karmaşıklığı göz önüne alındığında, ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki potansiyel asimetrik etkilerini değerlendirmek için basit doğrusal modellerin ötesine geçmek gerekmektedir.

Buna ek olarak, küresel enerji fiyatları, özellikle de petrol fiyatları, ticaret-yenilenebilir enerji bağlantısının şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Petrol fiyatları yükseldiğinde, ülkeler pahalı fosil yakıt ithalatına bağımlılığı azaltmanın bir yolu olarak yenilenebilir enerjiye yatırım yapmak için daha güçlü bir teşvike sahip olabilir. Ancak petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin doğrusal olmaması da muhtemeldir; çünkü petrol fiyatlarındaki kısa vadeli dalgalanmalar enerji politikası veya yatırımlarında hızlı bir değişime dönüşmeyebilir.

Yenilenebilir enerjinin benimsenmesinin kritik itici güçlerinden birisi, genellikle uluslararası ticaret ve yabancı yatırımlar yoluyla hızlanan teknolojik yeniliklerdir. Güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve enerji depolama sistemleri gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin küresel yayılımı, ticaret anlaşmaları ve sınır ötesi iş birlikleri ile hızlanmaktadır. Küresel değer zincirlerine entegre olan ülkeler, yenilenebilir enerji üretimini daha verimli bir şekilde ölçeklendirmelerine olanak tanıyan en yeni teknolojilere daha hızlı erişebilmektedir. Ticaret ve doğrudan yabancı yatırım yoluyla teknoloji transferi, ülkelerin yerel teknolojik sınırlamaların üstesinden gelmelerine ve yenilenebilir enerji kapasitelerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Örneğin, Almanya veya Çin gibi önde gelen üreticilerden gelişmiş güneş enerjisi teknolojilerinin ithal edilmesi, gelişmekte olan piyasalardaki yenilenebilir enerji projelerinin maliyetini önemli ölçüde azaltabilir. Benzer şekilde, yabancı ve yerli firmalar arasındaki ortak girişimler ve ortaklıklar bilgi yayılımına yol açarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesini daha da artırabilir.

Ancak teknolojik inovasyonun faydaları ekonominin tüm sektörlerine eşit olarak dağılmamaktadır. Bazı durumlarda, özellikle fosil yakıt kaynaklarının bol olduğu veya enerji politikalarının yenilenebilir enerjiyi güçlü bir şekilde teşvik etmediği ülkelerde, yabancı

yatırımlar yenilenebilir enerji yerine geleneksel enerji altyapısına öncelik verebilir. Bu durum, teknolojik inovasyonun sürdürülebilir kalkınmanın daha geniş hedeflerini desteklemesini sağlamak için ticaret ve yatırım politikalarının ulusal enerji stratejileriyle uyumlu hale getirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Ticaret genişlemeleri ve daralmalarının etkileri arasındaki bu asimetri, küresel ekonomik entegrasyon bağlamında enerji geçişlerinin dinamiklerini anlamak için önemli çıkarımlar sağlamaktadır. Örneğin, ticaretin azalması durumunda, ülkeler fosil yakıt ithalatına bağımlılığı azaltmak için yenilenebilir enerjiye yönelmek zorunda kalabilir. Tersine, ticaretin büyümesini sağlayan birincil sektörler temiz enerji hedefleriyle uyumlu değilse, ticaret artışları yenilenebilir enerjinin benimsenmesine ivedilikle dönüşmeyebilir.

Bu karmaşıklıklar göz önüne alındığında, Doğrusal Olmayan Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (NARDL) modeli, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkide hem kısa vadeli hem de uzun vadeli asimetrisini yakalamak için uygun bir metodolojik çerçeve sağlamaktadır. NARDL modeli, ticaretin pozitif ve negatif bileşenlerine ayrıştırılmasına olanak tanıyarak ticaretin ekonomik faaliyetin farklı aşamalarında yenilenebilir enerji tüketimini nasıl etkilediğinin daha derinlemesine analiz edilmesini sağlar.

Avrupa, Asya ve Orta Doğu'yu birbirine bağlayan stratejik bir enerji merkezi ve hızla sanayileşen bir ekonomi olarak Türkiye, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi incelemek için ideal bir çalışma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. G20 üyesi ve bölgesel enerji piyasalarında önemli bir oyuncu olan Türkiye'nin enerji stratejisi, artan enerji talebi ile daha sürdürülebilir bir enerji sistemine geçiş ihtiyacı arasındaki hassas dengeye göre şekillenmektedir (Salvarli ve Salvarli, 2017; Tanil, 2023). Son yirmi yılda Türkiye'de sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışına bağlı olarak güçlü bir ekonomik büyüme ve enerji talebinde önemli bir artış görülmüştür. Ülke yenilenebilir enerjiye, özellikle de rüzgâr ve güneş enerjisine önemli yatırımlar yapmış olsa da artan enerji ihtiyacını karşılamak için ithal fosil yakıtlara büyük ölçüde bağımlı olmaya devam etmektedir (Kirtay, 2010; Akyuz, 2015; Uğurlu ve Gokcol, 2017).

Türkiye'nin ticaret modelleri çeşitlilik arz etmekte ve imalat, otomotiv ve tekstil gibi enerji yoğun sektörlerin yanı sıra gelişmekte olan yenilenebilir enerji teknolojilerini de kapsamaktadır. Ancak, ticaretin Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin büyümesine ne ölçüde katkıda bulunduğu hala açık bir sorudur. Ticaretin genişlemesi ekonomiyi canlandırırken, bunun yenilenebilir enerjinin yaygın olarak benimsenmesini kolaylaştırıp

kolaylaştırmadığı veya geleneksel enerji kaynaklarına bağımlılığı güçlendirip güçlendirmedeği belirsizdir. Dahası, Türkiye'nin enerji politikası, boru hatları ve enerji altyapısı aracılığıyla Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan bölgesel bir enerji merkezi konumundan etkilenmektedir (Roberts, 2010; Yorkan, 2011; Huseynov, 2017). Küresel enerji piyasasındaki bu stratejik rol, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiye, özellikle yabancı yatırım ve enerji güvenliği hususları açısından daha fazla karmaşıklık katmaktadır. Ülkenin enerji ithalatına olan bağımlılığı, onu küresel enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı savunmasız hale getirmekte ve bu da yenilenebilir enerji stratejisini etkilemektedir.

Türkiye, enerji karışımını çeşitlendirmek ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji için iddialı hedefler belirlemiştir. Ancak ticaretin, bu hedeflere ulaşılmasını ne ölçüde kolaylaştırdığı veya engellediği tam olarak belli değildir. Bu kapsamda, mevcut çalışma, ülkenin yenilenebilir enerjiye geçişini etkileyen faktörlere ışık tutmayı amaçlamaktadır.

Bu amaçla, çalışma NARDL metodolojisini kullanarak Türkiye'de ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki asimetric etkisini incelemektedir. Çalışma, özellikle ticaretteki genişleme ve daralmaların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde hem kısa hem de uzun vadede farklı etkilere sahip olup olmadığını araştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca DYY, petrol fiyatları, kişi başına düşen GSYH ve enflasyon gibi diğer önemli makroekonomik değişkenlerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki rolü de araştırılmaktadır. Ayrıca bu çalışma, Türkiye'de daha sürdürülebilir bir ticaret-enerji bağıni teşvik etmek için bulgulara dayalı politika önerileri sunmaktadır. Bu çerçevede, mevcut çalışmanın, uluslararası ticaretin Türkiye'deki enerji dönüşümünü nasıl etkilediğinin daha iyi anlaşılmasını sağlamakla birlikte ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirliği dengelemeyi amaçlayan politikaların dizaynında önemli bir rol oynaması beklenebilir.

Çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekilde yapılandırılmıştır: Bir sonraki bölümde, ticaret ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiye dair ilgili literatür hem doğrusal hem de doğrusal olmayan yaklaşımlar temelinde ele alınmaktadır. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan NARDL modeli ve veri kaynakları dahil olmak üzere kullanılan metodoloji detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde, ampirik bulgular sunulmakta, Son olarak beşinci bölümde ise elde edilen sonuçların politika açısından taşıdığı anlamlar, gelecekteki çalışmalar ve politika uygulamaları için önerilerle çalışmayı sonlandırmaktadır.

2.2. Literatür Taraması

Yenilenebilir enerji, günümüzde hem çevresel sürdürülebilirliği sağlamak hem de ekonomik kalkınmayı desteklemek için önemli bir kaynak olarak ön plana çıkmaktadır. Artan enerji talebi ve fosil yakıtların çevresel etkileri, ülkeleri yenilenebilir enerjiye yönelmeye teşvik etmektedir. Bunun yanı sıra, yenilenebilir enerji kaynaklarının uluslararası ticaret, ekonomik büyüme, dış ticaret dengesi ve çevre kalitesi üzerindeki etkileri, akademik alanda giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Bu çalışmalarda, yenilenebilir enerji tüketiminin ithalat, ihracat, cari işlemler dengesi ve karbon emisyonları gibi makroekonomik ve çevresel değişkenler üzerindeki etkisi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Aşağıdaki literatür incelemesi, bu alandaki araştırmaların özet bir değerlendirmesini sunmakta ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik ve çevresel göstergeler üzerindeki etkilerine dair önemli bulguları ortaya koymaktadır.

Khan vd. (2020), 2001-2018 döneminde İskandinav ülkelerinde yenilenebilir enerji, uluslararası ticaret ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, CIPS birim kök testi, CD yatay kesit bağımlılığı testi ve DCCE dinamik ortak korelasyonlu etkiler modeli kullanılmıştır. Sonuçlar, yenilenebilir enerjinin uluslararası ticaretle güçlü ve olumlu bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji, düzenleyici baskılar ve çevre politikalarının uluslararası ticareti pozitif ve anlamlı bir şekilde etkilediği, karbon emisyonlarının ise uluslararası ticaretle ters orantılı olduğu saptanmıştır.

Lorente ve Leitão (2020), 1995-2014 yılları arasında 28 Avrupa Birliği ülkesinde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji, turizm, karbondioksit emisyonları ve uluslararası ticaret arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. ADF birim kök testi, Kao ve Pedroni eşbütünleşme testleri ile FMOLS ve DOLS yöntemlerini kullanarak yapılan çalışmada, ekonomik büyüme ve turizmin karbondioksit emisyonlarını artırdığı; yenilenebilir enerji ile uluslararası ticaret ve emisyonlar arasında ise negatif bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Gökçe ve Demirtaş (2017), 1998-2015 döneminde Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'deki yenilenebilir enerji tüketimi ile cari denge arasındaki ilişkiyi panel veri analiziyle incelemiştir. Araştırma, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın cari denge üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve enerjide dışa bağımlılığı azalttığını ortaya koymuştur.

Bakırtaş ve Çetin (2016), 1992-2010 döneminde G20 ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme, POLS, REM, FGLS ve ECM yöntemleriyle analiz etmiştir. Pedroni panel eşbütünleşme testi sonuçları, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ile reel GSYİH arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ve GSYİH'deki %1'lik artışın enerji tüketiminde %0,59'luk bir artışa yol açtığını göstermiştir.

Özşahin vd. (2016), 2000-2013 yılları arasında BRICS ülkeleri ve Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Pedroni, Westerlund panel CUSUM eşbütünleşme testi ve panel ARDL tahmincisi ile incelemiştir. Çalışma, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemde pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Güneş vd. (2022), 2004-2017 döneminde 27 OECD ülkesinde ithalat, ihracat ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi panel regresyon modeli ve Driscoll-Kraay tahmincisi ile analiz etmiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ihracatı artırırken ithalatı azalttığını ve böylece dış ticaret dengesini iyileştirdiğini ortaya koymuştur.

Kamacı ve Önder (2022), 1996-2018 yılları arasında 77 orta gelirli ülkede ithalat ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini panel veri analizi, ikinci nesil birim kök testi ve Driscoll-Kraay tahmincisiyle incelemiştir. Araştırma, yenilenebilir enerji tüketimi ile ithalat arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Yalçın ve Yalçın (2021), 1990-2018 döneminde 160 ülkede yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve cari işlemler dengesi ilişkisini panel veri analizi yöntemiyle incelemiştir. Sonuçlar, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji payındaki artışların ithal enerji bağımlılığı ve cari işlemler açığıyla anlamlı ve negatif bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Karadaş ve Işık (2018), 1995-2015 yılları arasında seçili OECD ülkeleri ve Çin'in dahil olduğu 31 ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ile cari işlemler dengesi ilişkisini panel birim kök testleri ve eşbütünleşme analizleriyle incelemiştir. Çalışma, fosil yakıt tüketimi ve enerji ithalatının cari işlemleri olumsuz etkilediğini, yenilenebilir enerji tüketiminin ise uzun vadede cari işlemleri pozitif etkilediğini göstermiştir.

Çelik (2022), 1995-2020 yılları arasında en fazla yenilenebilir enerji üreten ve tüketen 10 ülkede yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dış ticaret ilişkisini panel veri analizi ile incelemiştir. Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile dış ticaret dengesi arasında çift yönlü ve anlamlı bir ilişki tespit edilirken, ekonomik büyüme ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Arslan ve Solak (2019), 1984-2017 döneminde Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ile ithalat arasındaki ilişkiyi VAR modeli ve eşbütünleşme testiyle analiz etmiştir. Sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ithalatı artırdığına işaret etmektedir. Bu durum, yenilenebilir enerji teknolojilerinin önemli bir kısmının ithal edilmesinden kaynaklanmaktadır.

İnançlı ve Akı (2020), 1990-2019 döneminde Türkiye’de enerji ithalatı ile yenilenebilir enerji üretim ve tüketim ilişkisini ADF ve PP birim kök testleriyle incelemiştir. Bulgular, enerji ithalatı ile yenilenebilir enerji arasında uzun dönemde bir ilişki olduğunu ve yenilenebilir enerjinin enerji ithalatını azalttığını ortaya koymuştur.

Asya (2019), 1990-2015 döneminde Türkiye’de yenilenebilir elektrik üretimi, kişi başına GSYİH ve enerji ithalatı ilişkisini ARDL sınır testi ile incelemiştir. Araştırma, yenilenebilir enerji üretimi ile enerji ithalatı arasında negatif, kişi başına GSYİH ile enerji ithalatı arasında ise pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Vaona (2016), 26 ülkede yenilenebilir enerji üretiminin ithalat talebi üzerindeki etkisini incelemiştir. OLS, sabit ve rastgele etkiler, GMM tahmincisi gibi yöntemlerle yapılan çalışmada, yenilenebilir enerji üretiminin ülkelerin dışa bağımlılığını önemli ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır.

2.3. Veri ve Metodoloji

Bu çalışmada, 1987-2023 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi, ticaret, kişi başına reel GSYİH, petrol fiyatı, enflasyon ve doğrudan yabancı yatırımlara ilişkin zaman serisi verilerini kullanarak Türkiye’de ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Tahmin edilen katsayıların esneklik formunda yorumlanabilmesi amacıyla enflasyon hariç tüm seriler doğal logaritmik formlarında modele dahil edilmiştir, Analizde kullanılan verilere ilişkin özet bilgiler Tablo 2.1’de, serilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 2.2’de sunulmaktadır.

Tablo 2. 1. Değişkenlere İlişkin Özet Bilgiler

Hedef Değişken	Gösterge Değişken	Sembol	Açıklama	Kaynak
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen birincil enerji tüketimi	<i>REC</i>	Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen birincil enerji tüketiminin payı	Our World in Data
Ticaret	Ticari dışa açıklık	<i>TRADE</i>	İhracat ve ithalat toplamının GSYİH içerisindeki payı	Dünya Bankası (The WB) – Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI)
Ekonomik Büyüme	Kişi başına reel GSYİH	<i>GDP_{pc}</i>	2015 sabit fiyatlarıyla kişi başına GSYİH (\$)	The WB – WDI
Petrol Fiyatı	Brent petrol fiyatı	<i>OIL</i>	Avrupa Brent Spot Fiyatı FOB (Varil Başına Dolar)	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Veri Tabanı
Doğrudan Yabancı Yatırım	DYY girişleri	<i>FDI</i>	Doğrudan yabancı yatırım, net girişler (GSYİH'nin %'si)	The WB – WDI
Enflasyon	Tüketici fiyatları bazlı enflasyon	<i>INF</i>	Enflasyon, tüketici fiyatları (yıllık %)	The WB – WDI

Tablo 2. 2. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık
<i>REC</i>	37	13.278	2.839	8.238	19.008	0.299	2.523
<i>TRADE</i>	37	48.489	11.475	30.476	81.170	0.587	3.484
<i>GDP_{pc}</i>	37	8277.257	2888.171	4957.363	14630.370	0.669	2.196
<i>OIL</i>	37	47.365	30.903	10.540	110.800	0.653	2.192
<i>FDI</i>	37	1.149	0.835	0.132	3.623	1.135	4.002
<i>INF</i>	37	38.579	31.310	6.251	105.215	0.419	1.696
<i>lnREC</i>	37	2.564	0.217	2.109	2.945	-0.162	2.481
<i>lnTRADE</i>	37	3.854	0.236	3.417	4.397	-0.064	2.709
<i>lnGDP_{pc}</i>	37	8.965	0.336	8.509	9.591	0.326	1.780
<i>lnOIL</i>	37	3.634	0.697	2.355	4.708	-0.024	1.684
<i>lnFDI</i>	37	-0.129	0.773	-2.026	1.287	-0.196	2.305

Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde ticaretin simetrik ve asimetric etkilerini incelemek için bu çalışmada Doğrusal Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış (ARDL) ve Doğrusal Olmayan ARDL (NARDL) modelleri kullanılmıştır. Pesaran ve Shin (1999) ve Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL modeli, değişkenler arasındaki hem kısa hem de uzun dönemli ilişkileri tek bir denklem çerçevesinde tahmin eden ve yaygın olarak kullanılan bir ekonometrik tekniktir. ARDL modelinin temel avantajlarından biri, tüm değişkenlerin aynı dereceden entegre olmasını gerektirmemesidir. Ayrıca, ARDL modeli hem kısa dönem hem de uzun dönem dinamiklerini aynı anda tahmin etmeye imkân sağlar. Kısa dönem dinamikleri değişkenlerin gecikmeli farkları aracılığıyla yakalanırken, uzun dönem ilişkisi değişkenlerin düzey değerlerinden türetilir. ARDL yaklaşımı, bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin (eşbütünleşme) varlığını kontrol etmek için bir sınır testi prosedürü kullanır. Sınır testinden elde edilen F-istatistiği üst sınır kritik değerini aşarsa, bu eşbütünleşme kanıt olarak kabul edilir (Harris ve Sollis, 2003).

ARDL modelinde, bağımlı değişken hem kendi gecikmeli değerleri hem de bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerleri üzerinde regresyona tabi tutulur. Model tipik olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta y_t = \alpha + \omega y_{t-1} + \theta x_{t-1} + \sum_{i=0}^{p-1} (\varphi_i \Delta y_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q-1} (\gamma_i \Delta x_{t-i}) + u_t \quad (2.1)$$

ARDL modeli, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki doğrusal ilişkiyi değerlendirmekte; ancak ticaretteki negatif ve pozitif değişimlerin yenilenebilir enerjiyi nasıl etkilediğine dair potansiyel asimetrisi hesaba katmamaktadır. Bu sınırlamayı ele almak ve asimetric etkileri yakalamak için çalışmada ARDL çerçevesini genişleten NARDL modeli kullanılmıştır.

Shin vd. (2014) tarafından geliştirilen NARDL modeli, ticaret genişlemelerinin (ticaretteki artışlar) ve ticaret daralmalarının (ticaretteki düşüşler) yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerindeki potansiyel farklılıkları yakalamak için bağımsız değişkeni (ticaret) pozitif ve negatif bileşenlere ayırmaktadır. Bu ayrıştırma, ticaretteki genişleme ve daralmaların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde hem kısa vadede hem de uzun vadede farklı etkileri olup olmadığını araştırılmasına olanak tanımaktadır. Spesifik olarak, NARDL modelinde x_t pozitif ve negatif bileşenlerine aşağıdaki gibi ayrıştırılır.

$$x_t^+ = \sum_{i=1}^t \Delta x_i^+ = \sum_i^t \max(\Delta x_i^+, 0) \quad (2.2)$$

$$x_t^- = \sum_{i=1}^t \Delta x_i^- = \sum_i^t \min(\Delta x_i^-, 0) \quad (2.3)$$

Bu ayrıştırma, x değişkenindeki genişlemelerin (artışların) ve daralmaların (azalışların), y üzerinde hem kısa vadede hem de uzun vadede farklı etkilerinin olup olmadığını değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Dolayısıyla NARDL modeli 2.4 nolu denklemde gösterildiği şekilde ifade edilebilir:

$$\Delta y_t = \alpha + \omega y_{t-1} + \theta^+ x_{t-1}^+ + \theta^- x_{t-1}^- + \sum_{i=0}^{p-1} (\varphi_i \Delta y_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q-1} (\gamma_i^+ \Delta x_{t-i}^+ + \gamma_i^- \Delta x_{t-i}^-) + u_t \quad (2.4)$$

2.4. Ampirik Bulgular

ARDL ve NARDL modellerini tahmin etmeden önce, değişkenlerin durağan olduğundan emin olmak gerekir. Değişkenlerin durağanlığını test etmek için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testleri kullanılmış ve değişkenlerin I(0) ya da I(1) oldukları teyit edilmiştir. Testlerin sonuçları Tablo 2.3. 'te sunulmuştur. Bulgular, değişkenlerin hiçbirinin ikinci dereceden entegre olmadığını göstermektedir.

Tablo 2. 3. Birim Kök Testleri

Variable	ADF		PP	
	C	C/T	C	C/T
$\ln REC_t$	-2.579(0)	-3.061(0)	-2.497(2)	-3.041(2)
$\Delta \ln REC_t$	-8.144(0)***	-8.052(0)***	-9.915(13)***	-10.066(13)***
$\ln GDP_{pc_t}$	0.451(0)	-2.021(0)	1.179(6)	-2.048(2)
$\Delta \ln GDP_{pc_t}$	-6.646(0)***	-6.668(0)***	-6.972(5)***	-7.699(6)***
$\ln OIL_t$	-1.692(0)	-2.993(0)	-1.521(1)	-2.938(2)
$\Delta \ln OIL_t$	-7.932(0)***	-7.812(0)***	-8.696(7)***	-8.560(7)***
$\ln FDI_t$	-2.446(0)	-2.870(0)	-2.377(11)	-2.713(4)
$\Delta \ln FDI_t$	-7.355(0)***	-7.516(0)***	-8.483(15)***	-17.251(39)***
$\ln TRADE_t$	-1.652(0)	-4.482(1)***	-1.468(7)	-3.582(4)**
$\Delta \ln TRADE_t$	-6.931(1)***	-6.850(1)***	-9.864(23)***	-9.020(22)***
INF_t	-1.485(0)	-1.704(0)	-1.424(2)	-1.669(2)
INF_t	-6.567(0)***	-6.478(0)***	-6.581(2)***	-6.486(2)***

Not: ADF testi için SIC tarafından belirlenen gecikme uzunlukları ve PP testi için Newey-West Bant Genişliği tarafından belirlenen uygun bant genişlikleri parantez içinde verilmiştir. *** p<0.01, ** 0.01< p<0.05, * 0.05< p<0.10

Yenilenebilir enerji tüketimi ile açıklayıcı değişkenler (ticaret, DYY, petrol fiyatları, kişi başına GSYH ve enflasyon) arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığını incelemek için sınır testi yaklaşımı uygulanmaktadır. F-istatistiği kritik değerleri aşarsa, eşbütünleşmenin olmadığı boş hipotezini reddederek uzun dönemli bir ilişkinin varlığını teyit ederiz. Sınır testinin sonucu Tablo 2.4. 'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, değişkenler arasında %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşme vardır. Bu da tahmin edilen ilişkilerin sahte olmadığını göstermektedir.

Tablo 2. 4. Sınır Testi

Model	Optimal Lag Length	F-stat
$F(\ln REC_t / \ln TRADE_t, \ln GDP_{pc_t}, \ln FDI_t, \ln OIL_t, INF_t)$	(1, 0, 1, 0, 1, 0)	4.803**
Critical Values		
Significance Level	Lower Bound	Upper Bound
% 1	4.257	6.040
% 5	3.037	4.443
% 10	2.508	3.763

Not: Optimum gecikme uzunluğu AIC bilgi kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

Eşbütünleşme doğrulandıktan sonra ARDL modeli tahminine geçilebilir. Kısa dönem dinamikleri değişkenlerin gecikmeli farkları aracılığıyla yakalanırken, uzun dönem etkileri değişkenlerin düzey değerlerinden türetilmektedir. Eşbütünleşme testine ilişkin hata düzeltme modeli sonuçları Tablo 2.5'te özetlenirken, uzun dönem katsayıları Tablo 2.6'da sunulmuştur.

Tablo 2. 5. Hata Düzeltme Modeli (Error Correction Model - ECM)

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-stat
$\Delta \ln GDP_{pc_t}$	1.728***	0.537	3.218
$\Delta \ln OIL_t$	-0.012**	0.058	-0.207
ECT_{t-1}	-0.847***	0.145	-5.844
Constant	-3.406***	0.582	-5.854

Not: *** $p < 0.01$, ** $0.01 < p < 0.05$, * $0.05 < p < 0.10$

Tablo 2. 6. Uzun Dönem Analiz SonuçlarıBağımlı Değişken: $\ln\text{renewable}_t$

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-stat
$\ln\text{TRADE}_t$	-0.105	0.258	-0.408
$\ln\text{GDP}_{pc}_t$	0.807***	0.224	3.599
$\ln\text{OIL}_t$	-0.112	0.112	-1.002
$\ln\text{FDI}_t$	-0.136*	0.079	-1.719
INF_t	0.003*	0.002	1.708

Not: *** $p < 0.01$, ** $0.01 < p < 0.05$, * $0.05 < p < 0.10$

ECM' den elde edilen sonuçlar, hata düzeltme teriminin (ECT) katsayısının -0.847 olduğunu ve bunun yüksek derecede anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu, bir şok meydana geldiğinde dengeye geri dönüş hızının güçlü olduğunu ve uzun vadeli dengeden sapmanın yaklaşık %84,7'sinin her dönemde düzeltildiğini göstermektedir. ECM sonuçları ayrıca, kişi başına düşen GSYİH'deki değişimin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ilişkinin katsayısı 1.728 olup, kişi başına düşen GSYİH'deki kısa dönemli artışların yenilenebilir enerji tüketimini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Diğer taraftan, petrol fiyatlarındaki değişim (OIL), negatif bir etkiye sahip olmakla birlikte, sadece marjinal olarak anlamlıdır. Katsayısı -0.112 olup, petrol fiyatları arttıkça yenilenebilir enerji tüketiminin minimal düzeyde azaldığını işaret etmektedir.

Uzun dönem analizinden elde edilen sonuçlar, TRADE değişkeninin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde uzun dönemde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir; katsayısı -0.105'tir. Bu, ticaretin Türkiye'de uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir doğrudan etkisinin olmadığını göstermektedir. Öte yandan, kişi başına GSYİH (GDP_{pc}_t) uzun dönemde anlamlı ve pozitif bir etki göstermektedir; katsayısı 0.807'dir. Bu, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını gösteren bir bulgudur. Petrol fiyatları (OIL), uzun dönemde anlamlı bir etkiye sahip değildir; katsayısı -0.112 olup, petrol fiyatları ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında güçlü bir uzun dönem ilişkisi bulunmadığını göstermektedir.

Ayrıca, doğrudan yabancı yatırım (FDI) uzun dönemde negatif ve düşük derecede anlamlı bir etkiye sahiptir; katsayısı -0.136'dır. Bu durum, daha yüksek DYY'nin yenilenebilir enerji tüketimini potansiyel olarak azaltabileceğini, ancak bu bulgunun daha az güvenilir olduğunu işaret etmektedir. Son olarak, enflasyon (INF) uzun dönemde pozitif ve

marjinal olarak anlamlı bir etkiye sahiptir; katsayısı 0.003'tür. Bu, enflasyonun uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde minimal ama pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir.

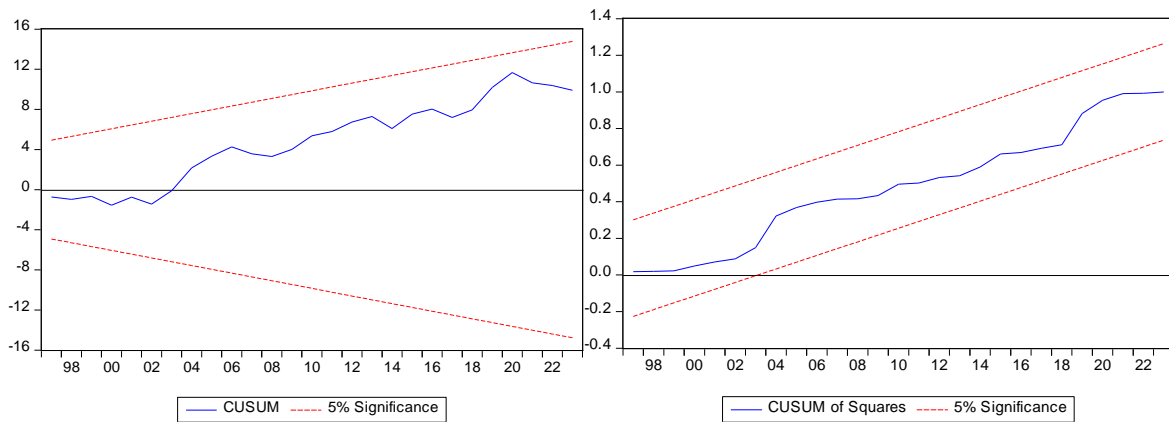
Modelin sağlamlığını teyit amacıyla için çoklu doğrusal bağlantı, değişen varyans ve normallik testleri de dahil olmak üzere bir dizi tanısal test yapılmıştır. Tahmin edilen katsayıların zaman içindeki istikrarını kontrol etmek için CUSUM ve CUSUMSQ testleri uygulanmıştır. Bu çalışmada ele alınan ARDL modelinin uygunluğunu ve istikrarını belirlemek için uygulanan tanısal testlerin sonuçları ile CUSUM ve CUSUMSQ testlerinin sonuçları sırasıyla Tablo 2.7. ve Şekil 2.1'de sunulmuştur. Tanısal test sonuçlarına göre, doğrusal modelde otokorelasyon, ihmal edilmiş değişkenler, değişen varyans veya normal olmayan dağılım sorunları bulunmamaktadır. CUSUM ve CUSUMSQ testlerinin sonuçları uzun dönem katsayılarının istikrarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. 7. Tanısal Testler

Tanı/Tanısal Test	İstatistik
R2	0.670
Düzeltilmiş R2	0.572
F-Stat	6.851 (0.000)
BPG Het. Testi	5.714 (0.679)
BG Ser. Corr. LM Testi	0.863 (0.649)
Ramsey RESET Testi	2.388 (0.134)
J-B Normallik Testi	0.131 (0.937)

Not: Olasılık değerleri parantezler içerisinde verilmiştir.

Şekil 2. 1. CUSUM ve CUSUM of squares (ARDL)



Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin yanı sıra kısa ve uzun dönem asimetri test sonuçlarını da içeren NARDL modelinin sonuçları ve tanısal test sonuçları Tablo 2.8'de sunulmaktadır. Doğrusal ARDL modeline benzer şekilde, NARDL modelinde de "asimetrik eşbütünleşme yoktur" boş hipotezi F-test istatistiği kullanılarak test edilmektedir. Spesifik olarak, uzun vadeli asimetrik eşbütünleşmenin varlığı, "tüm değişkenlerin gecikmeli düzey katsayıları sifıra eşittir" boş hipotezi için Wald testi aracılığıyla F-testi kullanılarak belirlenir. Tablo 2.8'de gösterildiği gibi 6.588 olan F_{PSS} test istatistiği istatistiksel olarak anlamlı olup, değişkenler arasında asimetrik bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığını teyit etmektedir. Ampirik bulgulara göre, uzun vadeli ticaret şoku için Wald test istatistiğinin (W_{LR}) anlamlı olması, ticaretteki şoklar ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli asimetrik bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir.

Tablo 2. 8. NARDL Tahmin Sonuçları

NARDL Modeli: $F(\lnrenewable_t / \lntrade_t^+, \lntrade_t^-, \ln gdp_{pc_t}, \ln oil_t, \ln fdi_t, \ln inf_t)$			
Koşullu Hata Düzeltme Modeli (Conditional ECM)			
Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-ist
c	-8.534***	2.006	-4.255
$\ln REC_{t-1}$	-1.115***	0.170	-6.551
$\ln TRADE_{t-1}^+$	0.148	0.222	0.669
$\ln TRADE_{t-1}^-$	0.902**	0.365	2.475
$\ln GDP_{pc_t}$	1.346***	0.277	4.863
$\ln OIL_{t-1}$	-0.066	0.083	-0.794
$\ln FDI_{t-1}$	-0.220***	0.066	-3.344
INF_t	0.001	0.002	0.854
$\Delta \ln TRADE_t^+$	-0.616	0.422	-1.460
$\Delta \ln OIL_t$	0.073	0.072	1.025
$\Delta \ln FDI_t$	-0.093	0.063	-1.466
ECM			
c	-8.534***	1.132	-7.536
$\Delta \ln TRADE_t^+$	-0.616*	0.329	-1.875

$\Delta \ln OIL_t$	0.073	0.052	1.414
$\Delta \ln FDI_t$	-0.093**	0.041	-2.270
ECT_{t-1}	-1.115***	0.147	-7.562

Uzun Dönem Katsayıları

$\ln TRADE^+$	0.133	$\ln TRADE^-$	(-) 0.810**
$\ln GDP_{pc}$	1.208***	$\ln OIL$	-0.059
$\ln FDI$	-0.197***	INF	0.001

Uzun ve Kısa Dönem Asimetri Testleri

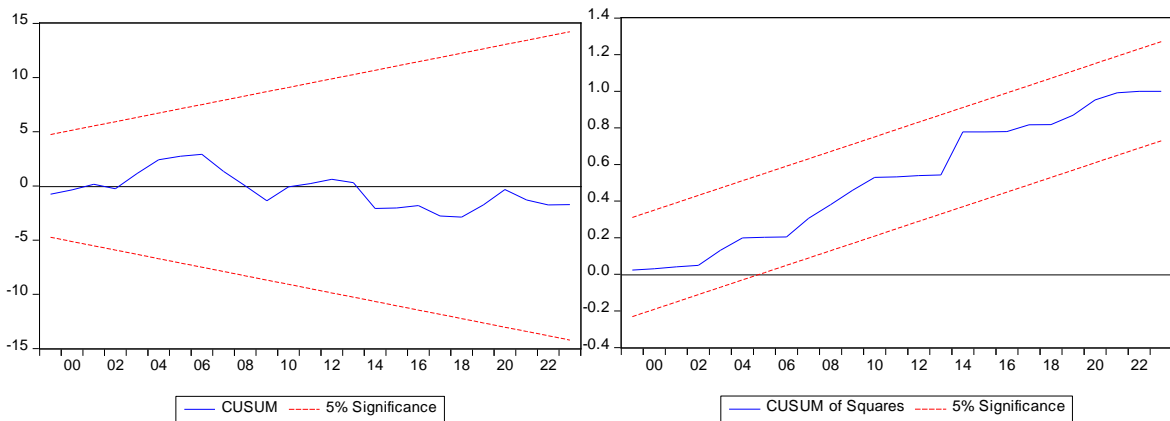
Uzun Dönem W_{LR}		Kısa Dönem W_{SR}	
W_{LR}	8.718***	W_{SR}	0.550

Tanısal Testler

F_{PSS}	6.588*** (0.000)	R^2	0.766
χ^2_{SER}	0.341 (0.715)	R^2_{Adj}	0.672
χ^2_{HET}	9.016 (0.531)	F_{ist}	8.173***
χ^2_{NORM}	0.881 (0.644)	$Cusum$	Stabil
χ^2_{RAMSEY}	0.019 (0.892)	$Cusum(sqr)$	Stabil
DW	1.857		

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerlerini ifade etmektedir. χ^2_{SER} , χ^2_{HET} , χ^2_{NORM} , χ^2_{RAMSEY} sırasıyla Breusch-Godfrey LM otokorelasyon testi, Breusch-Pagan değişen varyans testi, normalite testi ve model tanımlama hatası test istatistiklerini temsil etmektedir. Cusum and Cusum of squares (sqr) ise stabilite test istatistiklerini göstermektedir. *** $p < 0.01$, ** $0.01 < p < 0.05$, * $0.05 < p < 0.10$ anlamlılık seviyelerini ifade etmektedir.

Şekil 2. 2. CUSUM ve CUSUM of squares (NARDL)



NARDL modelinden elde edilen sonuçlara göre, pozitif bir ticaret şokunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi pozitif (0.133) ve istatistiksel olarak anlamsızdır. Öte yandan, negatif bir ticaret şoku yenilenebilir enerji tüketimini istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde (-0.810) etkilemektedir. Başka bir deyişle, bulgular, ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin tam olarak aktarılmadığını göstermektedir.

Ticaret artışları için anlamlı olmayan pozitif uzun dönem katsayısı, uzun vadede ticari açıklıktaki artışların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde güçlü veya sürekli bir etkiye sahip olmayabileceğini göstermektedir. Ticaretteki artışlar; teknoloji, sermaye ve küresel piyasalara daha fazla erişim getirirse de bu durum uzun vadede yenilenebilir enerji tüketiminde anlamlı bir artışa dönüşmüyor olabilir. Örneğin, ticaret artışları, yenilenebilir enerji teknolojilerine yoğun şekilde bağlı olmayan sektörlerle odaklanmış olabilir. Eğer ticaret büyümesinin büyük bir kısmı geleneksel enerji yoğun sektörlerde (örneğin, imalat, ağır sanayi) gerçekleşiyorsa, ticaret artsa bile enerji tüketim desenlerinde yenilenebilir kaynaklara yönelik uzun vadeli önemli bir değişim meydana gelmeyebilir. Ayrıca, politika ortamı, ticaret büyümesini yenilenebilir enerjiyi teşvik edecek şekilde tam anlamıyla desteklemiyor olabilir. Ticaret artsa bile, eğer hükümet teşvikleri ve düzenlemeleri yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmiyorsa, uzun vadeli etkisi sınırlı kalmaktadır.

Ticaretteki daralmalar için elde edilen negatif ve anlamlı uzun dönem katsayısı, ticaretin uzun dönemde azalmasının yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, ticaretteki bir daralma, zamanla yenilenebilir enerji kullanımının veya benimsenmesinin azalmasına yol açar. Ticaret daraldığında, yenilenebilir enerji teknolojileri, uzmanlık ve sermaye için küresel pazarlara erişim azalabilir. Bu erişimdeki azalma, yenilenebilir enerjinin benimsenmesini engelleyebilir; çünkü ticaretin sağladığı yenilikler ve ithalat olmaksızın bir ülke mevcut fosil yakıt altyapısına daha bağımlı hale gelebilir. Ticaretin azalması, ihracat gelirlerinin düşmesiyle hükümet gelirlerini azaltabilir ve bu durum uzun vadeli yenilenebilir enerji altyapısına yapılan kamu veya özel yatırımları sınırlayabilir. Ayrıca, ticaret daralmaları, yenilenebilir enerji projelerine yönelik yabancı yatırımları caydırabilir ve bu sektördeki büyümeyi azaltabilir. Bunun ötesinde, ticaretin azalması, özellikle gelişmekte olan veya yükselen ekonomilerde yenilenebilir enerjinin benimsenmesi için kritik olan teknoloji ve yenilik transferini kısıtlayabilir. Azalan ticaret nedeniyle en son küresel teknolojilere daha az maruz kalmak, yenilenebilir enerji ilerlemesini yavaşlatabilir.

Diğer yandan, analizde OIL ve INF değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması şaşırtıcı görünebilir; ancak bu durum modelin bağlamı ve yapısına bağlı olarak makul bir şekilde açıklanabilir. Türkiye, yenilenebilir enerjiye doğru önemli bir geçiş süreci yaşamaktadır ve bu durum petrol fiyatlarının rolünün azalmakta olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji, enerji kompozisyonunda daha büyük bir paya sahip oldukça, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların genel enerji tüketim desenleri üzerindeki etkisi azalabilir. Ayrıca, bu geçişin bir sonucu olarak petrole dayalı enerji ithalatının payı azalıyorsa, petrol fiyatlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi daha az belirgin hale gelebilir. Bunun yanı sıra, ülkeler genellikle petrol ithalatı için sabit fiyatlı veya istikrarlı oranlarla uzun vadeli sözleşmeler imzalamaktadır. Bu durum, petrol fiyatlarındaki dalgalanmaların enerji tüketimi üzerindeki doğrudan etkisini azaltmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji altyapısına yapılan yatırımlar genellikle uzun vadeli politika hedefleriyle yönlendirildiği için petrol fiyatlarındaki kısa vadeli dalgalanmalara duyarlı olmayabilir. Bir başka açıklama ise, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden güçlü hükümet politikalarına sahip olması olabilir; örneğin yenilenebilir enerji projelerine yönelik sübvansiyonlar ya da fosil yakıtlar üzerine konulan vergiler gibi. Bu tür politikalar, ekonomiyi petrol fiyatlarındaki değişikliklerin doğrudan etkilerinden koruyabilir. Bu durum, yenilenebilir enerji tüketiminin giderek küresel petrol piyasasından bağımsız hale geldiğini gösterebilir.

Benzer şekilde, enflasyon, genel ekonomik faaliyetler açısından önemli olsa da yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki doğrudan etkisi sınırlı olabilir. Eğer yenilenebilir enerji altyapısına yapılan yatırımlar daha çok uzun vadeli hükümet politikaları, uluslararası taahhütler (örneğin Paris Anlaşması) ve teknolojik yenilikler tarafından belirleniyorsa, enflasyon gibi makroekonomik koşulların etkisi daha az belirgin olabilir. Enflasyon dönemlerinde bile enerji sektörü, özellikle yenilenebilir enerji, sabit fiyatlandırma, sübvansiyonlar veya hükümet müdahaleleri sayesinde enflasyonist baskılardan nispeten izole olabilir. Ayrıca, birçok sektörde enflasyon girdi maliyetlerini artırabilirken, enerji altyapısında bu maliyetlerin bir kısmı sabit tarifeler yoluyla tüketicilere yansıtılabilir veya hükümet sübvansiyonları ile absorbe edilebilir. Bu durum, enflasyonun yenilenebilir enerji yatırımları ve tüketimi üzerindeki doğrudan etkisini azaltır. Dahası, yenilenebilir enerji teknolojileri (örneğin, güneş panelleri, rüzgâr türbinleri) ölçek ekonomilerinden ve teknolojik yeniliklerden kaynaklanan maliyet düşüşlerinden zaten faydalanıyorsa, enflasyon bu teknolojilerin benimsenmesini önemli ölçüde etkilemeyebilir.

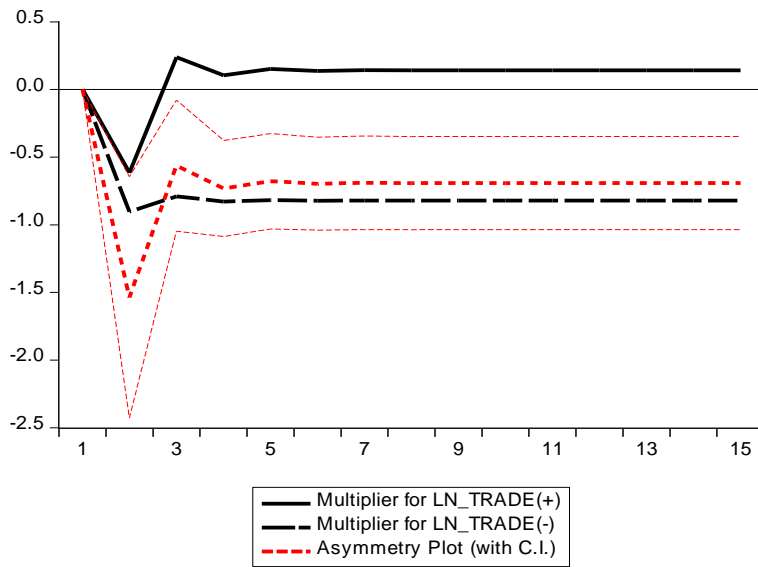
Yenilenebilir enerji tüketimine ilişkin analizde FDI için negatif bir katsayı elde edilmesi, genellikle FDI' nin enerji altyapısını, özellikle de yenilenebilir enerjiyi desteklemesi beklendiğinden, ilk bakışta mantıksız görünebilir. Ancak, bu sonucun çalışmamızın bağlamına bağlı olarak birkaç makul açıklaması olabilir. Eğer Türkiye'ye gelen FDI akışlarının önemli bir kısmı fosil yakıt enerji projelerine veya diğer yenilenemeyen enerji sektörlerine yöneliyorsa, bu durum negatif ilişkiyi açıklayabilir. Böyle bir durumda, FDI, geleneksel enerji kaynaklarına (petrol, gaz, kömür) bağımlılığı pekiştirebilir ve yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımları engelleyebilir. Ayrıca, Türkiye'ye büyük ölçüde doğal gaz çıkarımı veya kömür bazlı enerji santralleri gibi yatırımlar yapılırsa, bu tür yatırımlar yenilenebilir enerjiye geçişi geciktirebilir veya bu geçişin hızını azaltabilir. Bunun yanı sıra, FDI akışları ağırlıklı olarak gayrimenkul, imalat veya tüketim malları gibi yenilenebilir enerjiyle ilgili olmayan sektörlerle yöneliyorsa, bu durum yenilenebilir enerji altyapısının büyümesine katkıda bulunmaz. Bu tür FDI girişleri, yenilenebilir enerji tüketimini desteklemek bir yana, daha sürdürülebilir enerji yatırımlarından kaynakların uzaklaştırılmasına bile neden olabilir. Ayrıca, enerji yoğun sektörlerle (örneğin, çelik, kimya) yapılan FDI, geleneksel enerji kaynaklarına olan talebi artırarak yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etme motivasyonunu azaltabilir.

Kişi başına düşen GSYİH için elde edilen anlamlı ve pozitif katsayı, ekonomik kalkınmanın yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde güçlü ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, daha zengin ülkelerin veya bölgelerin kalkınma yörüngelerinin bir parçası olarak temiz enerji teknolojilerine daha fazla yatırım yapma eğiliminde olduklarını gösteren teorik beklentiler ve ampirik bulgularla tutarlıdır. Bir yandan, kişi başına düşen GSYİH arttıkça, bu durum ülkenin ekonomik refahında ve mali kapasitesinde genel bir iyileşmeyi yansıtır. Bu finansal güç hem hükümetin hem de özel sektörün altyapı geliştirme, özellikle de yenilenebilir enerji projelerine daha fazla kaynak ayırmasını sağlar. Güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve enerji depolama sistemleri gibi yenilenebilir enerji teknolojileri genellikle yüksek tutarlı bir başlangıç sermayesi gerektirir. Daha yüksek gelir seviyelerine sahip ülkeler veya bölgeler, bu teknolojileri finanse etme konusunda daha iyi bir konumda olduğu için, zamanla daha fazla yenilenebilir enerji tüketimi gerçekleşir. Diğer taraftan, kişi başına düşen GSYİH genellikle çevresel farkındalığın artması ve daha temiz enerji kaynaklarına olan talebin yükselmesiyle ilişkilidir. Ekonomiler büyüdükçe, vatandaşlar ve politika yapıcılar genellikle sürdürülebilir kalkınmayı ve çevrenin korunmasını önceliklendirir. Bu durum, yenilenebilir enerji politikalarına, sübvansiyonlarına ve

teşviklerine daha fazla destek verilmesine yol açar. Ayrıca, daha zengin toplumlar, yeşil enerji çözümleri talep etme konusunda daha istekli olur. Bu bulgu, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipoteziyle de uyumludur. Bu hipoteze göre, gelir seviyeleri arttıkça toplumlar, kaynak yoğun endüstrilerden daha temiz ve sürdürülebilir uygulamalara yönelir.

Son olarak, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki asimetrik ilişkiyi gösteren dinamik çarpan grafiği Şekil 2.3'te sunulmuştur. Bu grafik, özellikle yenilenebilir enerji tüketiminin pozitif ve negatif şoklara verdiği kısa ve uzun vadeli asimetrik tepkileri göstermektedir.

Şekil 2. 3. Dinamik Çarpan Grafiği



Siyah düz çizgi ticaretteki pozitif değişimler için çarpanı temsil etmektedir. Başlangıçta, yukarı doğru bir sıçrama var gibi görünmektedir, ancak zamanla etki düzleşmekte ve sıfır civarında önemsiz hale gelmektedir. Bu, ticaretteki pozitif değişikliklerin uzun vadede pozitif ancak önemsiz olduğu bulgularımızla uyumludur.

Bu durum, ticaretteki olumlu değişikliklere yanıt olarak yenilenebilir enerji tüketiminin başlangıçta arttığını ancak uzun vadede bu ivmeyi sürdüremediğini ve sınırlı bir kalıcı etkiye işaret ettiğini göstermektedir.

Siyah kesikli çizgi ticaretteki negatif değişimler için çarpanı göstermektedir. İlk birkaç dönemde keskin bir negatif etki görülmekte, ardından kademeli olarak düzleşmekte ancak negatif bir değerde kalmaktadır. Bu, ticaretteki azalmaların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki olumsuz ve önemli uzun vadeli etkisini yansıtmaktadır. Bu durum, ticaret azaldığında yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki olumsuz etkinin hem kısa hem de uzun dönemde kalıcı olduğunu göstermektedir.

Kırmızı kesikli çizgi, ticaretteki pozitif ve negatif değişimler arasındaki asimetriyi temsil etmektedir. Bu çizgiyi çevreleyen güven aralıkları (C.I.), ticaretteki negatif ve pozitif değişikliklerin yenilenebilir enerji tüketimini nasıl etkilediği arasında önemli bir fark olduğunu göstermektedir. Bu, ticaret artışlarına ve ticaret düşüşlerine verilen tepkinin simetrik olmaması nedeniyle uzun dönemli asimetrinin var olduğunu doğrulamaktadır. Ticaretteki azalmalar, ticaret artışlarının minimal veya ihmal edilebilir etkisine kıyasla daha belirgin ve sürekli bir olumsuz etkiye sahiptir.

Özetle, ticaretteki pozitif değişimlerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde uzun dönemde önemli bir etkisi yoktur. Kısa dönemli bir artış olsa da bu etki zaman içinde azalmaktadır. Diğer taraftan, ticaretteki negatif değişimler, yenilenebilir enerji tüketiminde önemli ve kalıcı bir azalmaya yol açmaktadır; bu durum, ticaret daralmalarının uzun dönemde olumsuz etkilerini doğrulamaktadır. Asimetrik etki, ticaret genişlemelerinin yenilenebilir enerji için sınırlı faydalar sağladığını, ancak ticaret daralmalarının yenilenebilir enerji tüketiminde belirgin bir düşüşe neden olduğunu göstermektedir. Analizimiz, politika yapıcıların ticaret daralmaları dönemlerinde özellikle dikkatli olmaları gerektiğini, çünkü bu durumların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde orantısız şekilde büyük bir olumsuz etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu riski azaltmak için, yerli yenilenebilir enerji politikalarının güçlendirilmesi ve enerji teknolojisi ithalatında küresel ticarete olan bağımlılığın azaltılması faydalı olabilir.

2.5. Sonuç

Bu çalışma, 1987-2023 dönemi için Türkiye'de ticaretin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki simetrik ve asimetrik etkilerini NARDL modelini kullanarak incelemektedir. Bulgular, ticaretteki azalmaların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli ve negatif bir etkiye sahip olduğunu, ticaretteki genişlemelerin ise anlamsız bir etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, ilişkinin asimetrik doğasını vurgulamakta ve ticaret daralmalarının yenilenebilir enerjinin benimsenmesinde önemli gerilemelere yol açarken, ticaret artışlarının yenilenebilir enerji tüketiminde önemli bir büyüme sağlamadığını göstermektedir.

Sonuçlar, birkaç önemli politika çıkarımı sunmaktadır. Bir yandan, ticaret daralmalarının önemli olumsuz etkisi, Türkiye'deki yenilenebilir enerji sektörünün küresel ticaret aksaklıklarına karşı kırılgan olduğunu göstermektedir. Bu kırılganlığın azaltılması, yenilenebilir enerji teknolojileri için yerli üretim kapasitelerinin güçlendirilmesi ve ithal bileşenlere bağımlılığın azaltılmasıyla sağlanabilir. Diğer taraftan, ticaret genişlemelerinin

istatistiksel anlamsızlığı, yenilenebilir enerji teknolojilerini ve yatırımlarını teşvik etmek için hedeflenen politikalar uygulanmadığı sürece, sadece ticareti artırmanın otomatik olarak daha yüksek yenilenebilir enerji tüketimi ile sonuçlanmayabileceğini göstermektedir.

Ticari genişlemelere odaklanmanın potansiyel avantajlarından biri, inovasyonu teşvik edebilecek ve enerji altyapısını geliştirebilecek yenilenebilir enerji teknolojisine daha fazla erişim fırsatıdır. Ancak destekleyici politikalar olmadan ticaretteki büyüme, sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu olmayan enerji yoğun sektörlerde yoğunlaşmaya devam edebilir. Benzer şekilde, ticaretteki bir azalma Türkiye'yi yerli yenilenebilir enerjiye daha fazla odaklanmaya zorlayabilir, ancak aynı zamanda yabancı yatırım ve inovasyonda bir azalmaya yol açarak daha temiz enerji kaynaklarına geçişi yavaşlatabilir.

Bu bulgular ışığında, politika yapıcılar ticaret büyümesinin yenilenebilir enerji hedefleriyle uyumunu teşvik eden daha hedefli tedbirler uygulamayı düşünmelidir. Bu önlemler arasında yenilenebilir enerji ithalat ve ihracatına yönelik teşvikler, yenilenebilir enerji sektöründe daha güçlü ortaklıklar ve sektörü dış ticaret şoklarına karşı tamponlayan politikalar yer alabilir. Ayrıca, yerli yenilenebilir enerji üretiminin teşvik edilmesine daha fazla önem verilmesi, ülkenin küresel ekonomik belirsizlik dönemlerinde dirençli kalmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye için sürdürülebilir ve güvenli bir enerji geleceğinin teşvik edilmesi, küresel ticaret dinamiklerinin ortaya çıkardığı zorlukları ele alan hem yerel hem de uluslararası çabaları gerektirmektedir. Ticaret daralmalarıyla ilişkili riskleri azaltan ve ticaret genişlemelerinin fırsatlarından yararlanan politikalar geliştirerek Türkiye, yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmak için kendini daha iyi konumlandırabilir.

Ayrıca, DYY'nin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki olumsuz etkisi, DYY'yi yenilenebilir enerji projelerine yönlendirmek için politika uyarlamalarına ihtiyaç duyulduğunun bir işareti olabilir. Bu, daha iyi teşvikler, daha elverişli düzenleyici çerçeveler ve sürdürülebilirlik hedeflerinin daha güçlü bir şekilde uygulanmasını içerebilir. Ayrıca, negatif ilişkiyi tersine çevirmek için "yeşil DYY" yi (özellikle yenilenebilir enerjiyi hedefleyen yabancı yatırım) teşvik eden politikalar geliştirilmelidir. Bu, vergi teşvikleri, sübvansiyonlar veya temiz enerji gelişimine odaklanan uluslararası ortaklıkları içerebilir.

Kişi başına düşen GSYİH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki pozitif ilişki göz önüne alındığında, ekonomik kalkınmayı teşvik etmeyi amaçlayan politikaların da dolaylı olarak yenilenebilir enerjinin benimsenmesini teşvik edebileceğini göstermektedir.

Örneğin, i) vergi indirimleri, sübvansiyonlar veya düşük faizli krediler sunarak yenilenebilir enerji projelerine özel yatırımı teşvik etmek; ii) verimliliği artırmak ve maliyetleri düşürmek için temiz enerji teknolojilerinde Ar-Ge'yi desteklemek; iii) yenilenebilir enerjinin çevresel ve ekonomik faydalarını vurgulamak için kamuoyu bilinçlendirme kampanyalarını teşvik etmek, böylece gelir seviyesi yükseldikçe temiz enerji çözümlerine olan talebi artırmak. Sonuç olarak, kişi başına düşen GSYİH için pozitif ve anlamlı katsayı, Türkiye'nin ekonomik olarak büyüdükçe yenilenebilir enerji tüketimini artıracığı fikrini güçlendirmektedir. Bu sonuç, ekonomik refahın ülkelerin daha yeşil, daha sürdürülebilir enerji sistemlerine geçiş yapmasını sağladığı küresel eğilimlerle uyumludur.

3.TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE TİCARET ARASINDAKİ NEDENSEL İLİŞKİLERİN VERİYE DAYALI BİR ANALİZİ

3.1. Giriş

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, küresel ölçekte enerji politikalarının merkezine yerleşmiş ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak isteyen ülkeler için stratejik bir öncelik haline gelmiştir. İklim değişikliğinin etkilerinin giderek daha hissedilir hale gelmesi, fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin teşvik edilmesine yönelik küresel baskıyı artırmıştır. Enerji sektöründe yaşanan bu dönüşüm, enerji güvenliğini güçlendirmenin yanı sıra ülkelerin ekonomik yapılarında da geniş kapsamlı etkiler yaratmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye, hem artan enerji talebini karşılamak hem de dışa bağımlılığı azaltarak ekonomik istikrarı sağlamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Özellikle son yıllarda, enerji politikalarında yapılan reformlar ve yenilenebilir enerji yatırımlarının artışı, Türkiye'nin enerji arzını çeşitlendirme ve sürdürülebilir büyüme hedeflerini ön plana çıkarmaktadır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015; Akusta, 2023).

Küresel enerji sektöründe yaşanan dönüşümler, ekonomik büyüme, iklim değişikliği ile mücadele ve enerji güvenliği gibi kritik alanlarda önemli değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (International Energy Agency – IEA) Dünya Enerji Görünümü 2024 (World Energy Outlook) raporunda da vurguladığı üzere dünya genelindeki enerji talebi ve temiz enerjiye geçiş hızlanırken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler, yenilenebilir enerji yatırımlarını artırma ve enerji altyapısını güçlendirme yolunda büyük zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Rapora göre i) jeopolitik riskler ve enerji güvenliği, ii) iklim değişikliği ve emisyon azaltımı, iii) enerji erişimi ve sosyal adalet ile iv) yüksek finansman maliyetleri ve yatırım engelleri olmak üzere enerji sektörünü etkileyen dört ana küresel sorun mevcuttur. Nitekim Orta Doğu'daki çatışmalar ve Rusya-Ukrayna savaşı gibi jeopolitik gelişmeler, enerji güvenliği risklerini artırmaktadır. Özellikle fosil yakıt tedarikinde yaşanabilecek aksamalar, dünya genelinde enerji fiyatlarında dalgalanmalara neden olmaktadır. Dolayısıyla Türkiye gibi ülkeler için enerji güvenliği sağlamak amacıyla yerli enerji kaynaklarına ve yenilenebilir enerjiye yönelmek büyük bir önem arz etmektedir.

Enerji güvenliğini sağlamanın giderek zorlaştığı bu dönemde, stratejik deniz ticaret yolları üzerindeki riskler, küresel petrol ve doğalgaz akışlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Örneğin, Hürmüz Boğazı üzerinden geçen petrol ve sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) miktarı dünya arzının %20'sini oluşturmakta ve bu bölgedeki herhangi bir aksama dünya piyasasında ciddi etkiler yaratabilmektedir (IEA, 2024).

Artan iklim değişikliği riskleri ve sıcaklık dalgalanmaları, enerji sistemlerinin daha dayanıklı ve esnek olmasını gerektirmektedir. Emisyon azaltımı konusunda daha iddialı hedefler belirleyen ülkeler, yenilenebilir enerjiye daha fazla yatırım yapmaktadır. Ancak, Türkiye dâhil birçok ülkenin bu hedeflere ulaşabilmesi için daha fazla finansal destek ve yatırım gerektiği aşikârdır. Özellikle büyük endüstriyel ülkelerin emisyon azaltım taahhütleri, temiz enerji dönüşümüne yönelik politika değişikliklerini hızlandırmaktadır. Ancak, gelişmekte olan ülkeler için bu geçişin mali yükü ağır olduğu için, uluslararası finansman ihtiyacı artmaktadır. Türkiye gibi ülkeler için de enerji altyapısının yenilenmesi ve modernize edilmesi, emisyon hedeflerine ulaşmak için oldukça elzemdir (IEA, 2024).

Diğer taraftan, enerji erişimi konusunda küresel dengesizlikler büyük bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Özellikle Sahra Altı Afrika'da yüz milyonlarca insanın elektriğe erişimi bulunmamakta ve bu da gelişmiş ülkelerle kalkınmakta olan ülkeler arasındaki enerji adaletsizliğini derinleştirmektedir. Bu eşitsizliğin azaltılması için Türkiye gibi ülkeler, enerji erişimi projelerine daha fazla yatırım yapma konusunda teşvik edilmektedir. Aynı zamanda temiz pişirme yakıtlarına erişim gibi konular da birçok ülkenin gündeminde yer almaktadır. Bu kapsamda, 2030 yılına kadar evrensel enerji erişimi sağlama hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaştırılması kritik bir önem taşımaktadır (IEA, 2024).

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde temiz enerji projeleri için finansmana erişimde büyük zorluklar yaşanmaktadır. Yüksek finansman maliyetleri, temiz enerji projelerinin gelişimini kısıtlamakta ve yenilenebilir enerji alanındaki yatırımları yavaşlatmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için bu durum, özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi projelerinde yabancı sermayeye olan bağımlılığı artırmaktadır. Küresel olarak temiz enerjiye yapılan yatırımların iki katına çıktığı göz önünde bulundurulduğunda, yatırım maliyetlerinin düşürülmesi ve gelişmekte olan pazarlarda daha fazla özel sermaye çekebilmek için yeşil tahvil ve sürdürülebilir finansman araçlarına yönelik çalışmalar teşvik edilmektedir (IEA, 2024). Bu zorluklar, ülkelerin enerji politikalarına yön vermekte ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmak için uluslararası iş birliği ve finansman gerekliliğini ön plana

çıkarmaktadır. Türkiye'nin enerji talebindeki hızlı artışa yanıt verebilmesi, sürdürülebilir bir enerji geleceği kurabilmesi ve küresel iklim hedeflerine uyum sağlayabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına odaklanması büyük önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin artması, ekonomik büyüme ve makroekonomik istikrar üzerinde önemli etkiler yaratabilecek potansiyele sahiptir. Türkiye gibi enerji ithalatına bağımlı ülkelerde, yerli yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, dışa bağımlılığı azaltarak enerji maliyetlerini düşürebilir ve enerji fiyatlarındaki oynaklığı sınırlayabilir ki bu durum, ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiler yaratabilir. Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar, enerji sektörünün yanı sıra, üretim maliyetlerini azaltarak ve enerji güvenliğini artırarak sanayi ve ticaret sektörlerinde de doğrudan etkiler yaratabilir. Dolayısıyla, enerji politikalarının ekonomik büyüme, dış ticaret dengesi ve doğrudan yabancı yatırımlar gibi makroekonomik göstergeler üzerindeki etkileri, gelişmekte olan ülkeler için büyük bir stratejik öneme sahiptir.

3.1.1. Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomiler üzerindeki etkileri, enerji bağımsızlığı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki bağlamında önem kazanmaktadır. Türkiye, enerji tüketiminin büyük bir kısmını ithal ettiği fosil yakıtlar aracılığıyla karşılayan bir ülkedir (Arslan ve Solak, 2019). Bu durum, enerji maliyetlerini artırırken, döviz rezervleri üzerindeki baskıyı da artırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanılması, Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltarak enerji maliyetlerini düşürdüğü gibi enerji fiyatlarındaki oynaklıkların yarattığı ekonomik belirsizlikleri de sınırlayıcı bir rol üstlenmektedir. Enerji fiyatlarının ekonomik büyüme üzerindeki belirleyici rolü göz önüne alındığında, yenilenebilir enerjiye geçişin ekonomik istikrar üzerinde pozitif etkileri olabileceği düşünülebilir.

Ayrıca, yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılan yatırımların ekonomik büyümeyi tetikleyici bir unsur olduğu ifade edilebilir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kapasitesini artırmaya yönelik politikaları, yeni istihdam olanakları yarattığı gibi sanayinin rekabet gücünü de artırmaktadır. Nitekim yenilenebilir enerji, enerji yoğun sektörlerde üretim maliyetlerinin düşmesine yol açarak bu sektörlerin küresel ticarete daha rekabetçi hale gelmesine katkıda bulunmaktadır (Ayhan ve İnançlı, 2021). Özellikle enerji fiyatlarının dalgalı olduğu dönemlerde, yenilenebilir enerjiye geçişin ekonomik büyümeye sağlayacağı katkılar daha belirgin hale gelmektedir.

3.1.2. Yenilenebilir Enerji ve Ticaret

Enerji tüketimi ile dış ticaret arasındaki ilişki, özellikle enerji ithalatına bağımlı ülkeler açısından kritik bir konudur. Türkiye, tarihsel olarak büyük ölçüde fosil yakıt ithalatına bağımlı bir ülke olmuştur. Bu durum, enerji ithalatının cari açık üzerinde baskı yaratarak ekonomik büyüme üzerinde sınırlayıcı bir etki oluşturmasına neden olmuştur. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye girmesiyle birlikte, enerji ithalatının azalması ve yerli enerji kaynaklarının kullanılması, Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. Nitekim enerji ithalatının azalmasıyla birlikte cari açığın düşmesi ve dış ticaret dengesinin iyileşmesi beklenebilir. Yenilenebilir enerji, enerji yoğun sektörlerde üretim maliyetlerini düşürerek bu sektörlerin uluslararası piyasalarda daha rekabetçi hale gelmesini de sağlayabilir. Bu durum, özellikle sanayi ürünlerinin ihracatını artırıcı bir etki yaratabilir. Türkiye'nin ihracat performansında enerji tüketiminin oynadığı rol, bu bağlamda önem kazanmaktadır.

3.1.3. Yenilenebilir Enerji ve Doğrudan Yabancı Yatırım

Doğrudan yabancı yatırımlar (DYY), bir ülkenin ekonomik büyümesini destekleyen önemli bir sermaye kaynağıdır (Seenivasan, 2014). Ancak, yenilenebilir enerji tüketiminin DYY üzerindeki etkileri karmaşık bir yapıya sahiptir. Yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırımlar, genellikle yüksek sermaye gereksinimleri ve uzun geri dönüş süreleri ile karakterize edilmektedir (İlarslan, 2021). Bu durum, yabancı yatırımcıların yenilenebilir enerji sektörüne yönelik ilgisini sınırlayabilir. Türkiye'de enerji politikalarında yaşanan değişimler ve yenilenebilir enerjiye yapılan kamu yatırımları, yabancı yatırımcıların sektöre girmesini zorlaştırabilir ve DYY'nin azalmasına yol açabilir. Özellikle enerji sektörüne yapılan büyük ölçekli kamu yatırımları, yabancı sermayeyi dışlayarak DYY üzerinde olumsuz bir etki yaratabilir. Bu bilgiler ışığında, mevcut çalışma, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme, dış ticaret (ihracat ve ithalat) ve doğrudan yabancı yatırım üzerindeki dolaylı etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, enerji güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma perspektifinden ele alınmakta, ayrıca bu büyümenin ticaret ve yabancı yatırım gibi ekonomik performansın diğer önemli göstergelerine nasıl yansıdığı incelenmektedir. Özellikle Türkiye'nin dış ticaret yapısında yenilenebilir enerji tüketiminin oynadığı dolaylı rol üzerine odaklanılmaktadır.

Bu çerçevede, çalışma yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi nasıl etkilediğini ve bu etkinin ihracat ve ithalat üzerindeki yansımalarını ele almaktadır.

3.2. Literatür

Yenilenebilir enerji tüketimi, ticari dışa açıklık ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, küresel düzeyde çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından büyük bir önem taşımaktadır. Bu ilişkilerin yönü ve niteliği, ülke veya bölge düzeyinde farklılık gösterebilmekte; kullanılan yöntemler, analiz dönemleri ve değişkenlere bağlı olarak çeşitli sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar, yenilenebilir enerji tüketiminin ticaret ve ekonomik büyümeyle olan etkileşimlerini anlamak için hem teorik hem de pratik katkılar sunmaktadır.

Literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile ticari dışa açıklık arasındaki ilişki sıkça ele alınmıştır. Zeren ve Akkuş (2020), gelişen ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin ticari dışa açıklığı azaltabileceğini göstererek, bu ilişkinin sürdürülebilir ekonomi politikaları için kritik olduğunu vurgulamaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan bir başka çalışma olan Ümit ve Dağdemir (2021), yenilenebilir enerji tüketiminden ticari dışa açıklığa doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Ari (2020), Bosna-Hersek özelinde yenilenebilir enerji tüketiminin ticari dışa açıklığı etkilediğini ve bu durumun koruma politikalarının ticaret üzerindeki etkilerini belirlemede önemli olduğunu ifade etmektedir. OECD ülkelerinde yapılan Zhang ve diğerleri (2021) çalışması ise ticari dışa açıklığın yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki doğrusal olmayan etkilerini analiz ederek farklı eşik değerlerini ortaya koymaktadır.

Ticari dışa açıklık ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bu ilişkiler, ekonomik büyüme bağlamında da dikkate alınmalıdır. Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, enerji politikalarının geniş kapsamlı ekonomik sonuçlarını anlamak için kritik bir noktadır.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde detaylı şekilde ele alınmıştır. Direkçi ve Gövdeli (2017), OECD dışı ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Shakouri ve Yazdi (2017), Güney Afrika örneğinde uzun dönemli iki yönlü nedensellik ilişkisini tespit etmiştir. BRICS ülkelerini inceleyen Sebri ve Ben-Salha (2014), yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında geri besleme hipotezine uygun bir ilişki bulmuşlardır. Suudi Arabistan özelinde yapılan Berradia ve diğerleri (2023) çalışması da benzer şekilde iki yönlü bir nedenselliği vurgulamış, yenilenebilir enerji tüketiminin sürdürülebilir kalkınma için kritik bir faktör olduğunu ifade etmiştir.

Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve ticaret üzerindeki etkileri ele alınırken, farklı ülkelerin bölgesel ve sektörel özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu özellikler, enerji politikalarının nasıl şekillenmesi gerektiği konusunda önemli ipuçları sunmaktadır.

Asya-Pasifik bölgesinde yapılan çalışmalar, bölgesel farklılıkları gözler önüne sermektedir. Ghazouani ve diğerleri (2020), bu bölgede yenilenebilir enerji tüketimi, ticari dışa açıklık ve ekonomik büyüme arasındaki karmaşık nedensellik ilişkilerini analiz etmiştir. Liu ve diğerleri (2018), ticaret ve yenilenebilir enerji tüketiminin Asya-Pasifik bölgesindeki ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini ortaya koymaktadır. Çin’de sanayi ve tarım sektörlerini kapsayan Hao (2022) ise yenilenebilir enerji tüketimi, ticaret ve karbon emisyonları arasındaki uzun vadeli iki yönlü ilişkileri ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Rahman ve Vu (2020), Avustralya ve Kanada’da yenilenebilir enerji tüketiminin ticaret ve karbon emisyonları ile olan ilişkilerini analiz ederek, bu ülkelerin Kyoto Protokolü sonrası enerji politikalarının çevresel etkilerine dikkat çekmektedir.

Bölgesel çalışmaların yanı sıra, yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri de literatürde geniş bir şekilde ele alınmıştır. Çevresel sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji politikalarının başarısını ölçmek için önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketimi, çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek için önemli bir araçtır. Khan ve diğerleri (2020), İskandinav ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ticaret ve çevresel kaliteyi artırdığını tespit etmiştir. BRICS ülkelerinde yapılan Iqbal ve diğerleri (2023) çalışması, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırarak çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini göstermiştir. Ben Jebli ve diğerleri (2019), Latin Amerika ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi, turizm ve ticaret arasındaki güçlü ilişkileri vurgulamış ve yeşil turizmin karbon emisyonlarını azaltmada önemli bir politika aracı olabileceğini belirtmiştir.

Literatürdeki çalışmalar, yenilenebilir enerji tüketiminin ticaret açıklığı, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin ülkeler ve bölgeler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji politikalarının ticaret ve ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkilerini maksimize etmek için bölgeye özgü politikaların uygulanması gerekmektedir.

Aynı zamanda, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Literatürdeki bu çeşitlilik, enerji politikalarının nasıl optimize edileceği konusunda zengin bir bilgi birikimi sunmaktadır ve gelecek çalışmalara ışık tutmaktadır.

3.3. Ampirik Analiz

3.3.1. Veriler

Bu çalışmada, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ve dış ticaret (ithalat ve ihracat) arasındaki nedensellik ilişkileri 1987-2023 dönemi verileri kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına GSYİH, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırımı ve döviz kuru değişkenleri arasındaki tümevarımlı nedensel çıkarım şablonları, Yönlendirilmiş Döngüsüz Graflar (Directed Acyclic Graphs – DAGs) metodu kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, yenilenebilir enerji tüketimi ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi analiz eden literatürdeki benzer çalışmalardan ve verilerin elde edilebilirliğinden yola çıkılarak seçilmiştir. Daha simetrik dağılımlı seriler elde edebilmek amacıyla bütün seriler doğal logaritmik formlarında analize dahil edilmiştir. Analizde kullanılan serilere ilişkin özet bilgiler Tablo 3.1’de, tanımlayıcı istatistikler ise Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3. 1. Serilere İlişkin Açıklamalar

Hedef Değişken	Temsili Değişken	Sembol	Açıklama	Kaynak
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen birincil enerji tüketimi	<i>RENEWABLE</i>	Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen birincil enerji tüketiminin payı	Our World in Data
Ekonomik Büyüme	Kişi Başına Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH)	<i>GDPpc</i>	2015 sabit fiyatlarıyla kişi başına düşen GSYİH	Dünya Bankası (The WB) - Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI)
İhracat	Reel İhracat	<i>EXPORTS</i>	2015 sabit fiyatlarıyla dolar cinsinden mal ve hizmet ihracatı	The WB – WDI
İthalat	Reel İthalat	<i>IMPORTS</i>	2015 sabit fiyatlarıyla dolar cinsinden mal ve hizmet ithalatı	The WB – WDI
Doğrudan Yabancı Yatırım	Doğrudan Yabancı Yatırım Girişleri	<i>FDI</i>	Doğrudan yabancı yatırımların (net girişler) GSYİH içerisindeki payı	The WB – WDI
Döviz Kuru	Dolar Kuru	<i>EXCHANGE</i>	Resmi döviz kuru (ABD doları başına TL, dönem ortalaması)	The WB – WDI

Tablo 3. 2. Tanımlayıcı İstatistikler

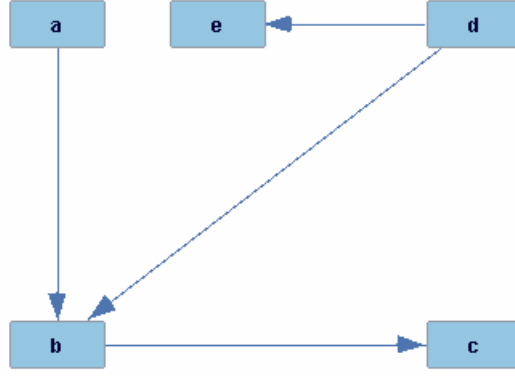
Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum	Çarpıklık	Basıklık
<i>RENEWABLE</i>	37	13.278	2.840	8.238	19.008	0.299	2.523
<i>GDPpc</i>	37	8277.257	2888.171	4957.363	14630.370	0.669	2.196
<i>EXPORTS</i>	37	133 milyar	87.7 milyar	25.2 milyar	316 milyar	0.522	2.129
<i>IMPORTS</i>	37	144 milyar	86.3 milyar	26.8 milyar	307 milyar	0.137	1.622
<i>FDI</i>	37	1.149	0.835	0.132	3.623	1.135	4.002
<i>EXCHANGE</i>	37	2.685	4.768	0.001	23.739	3.139	13.031
<i>lnRENEWABLE</i>	37	2.564	0.217	2.109	2.945	-0.162	2.481
<i>lnGDPpc</i>	37	8.965	0.336	8.509	9.591	0.326	1.780
<i>lnEXPORTS</i>	37	25.360	0.776	23.652	26.478	-0.339	1.869
<i>lnIMPORTS</i>	37	25.455	0.761	24.012	26.450	-0.515	1.924
<i>lnFDI</i>	37	-0.129	0.773	-2.026	1.287	-0.196	2.305
<i>lnEXCHANGE</i>	37	-0.855	2.826	-7.062	3.167	-0.885	2.583

Not: Yazar hesaplamaları

3.3.2. Yönlendirilmiş Döngüsüz Graflar (DAGs)

İktisat literatüründeki ampirik çalışmalar, ekonomik modellere ait parametreleri tanımlamak ve ölçmek için genellikle iktisat teorilerine ve araştırmacıların önsezilerine dayanır. Ancak bu teoriler, modeldeki değişkenler arasındaki gözlemsel verilere dayalı nedensel yapıyı belirlemek için çoğu zaman yeterli bilgi sağlamaz ve yanlış nedensel çıkarımlara yol açabilir (Kwon ve Bessler, 2011; Benli, 2019). Bu kapsamda, gözlemsel verilere dayalı tümevarımsal nedensellik kullanılması, ilgili iktisadi değişkenler arasındaki ilişkiye dair daha doğru sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlayabilir (Benli, 2019; Acar ve Benli, 2020; Li vd., 2013).

DAGs, nedensel modellemede yaygın olarak kullanılmakta ve basitçe, döngü içermeyen yönlendirilmiş graflar olarak tanımlanmaktadır. Bir digraf, boş olmayan sonlu bir değişkenler kümesi (V) ve yönlendirilmiş oklar kümesinden (E) oluşan bir matematiksel yapıdır [$G = (V, E)$]. Değişkenler düğümlerle, değişkenler arasındaki ilişkiler ise düğümleri birbirine bağlayan yönlendirilmiş oklarla gösterilir. Yönlendirilmiş döngüsüz bir graf, herhangi bir yönlendirilmiş döngü içermeyen bir digraftır (herhangi bir düğümden yönlendirilmiş okları takip ederek aynı düğüme geri dönmek mümkün değildir). Şekil 3.1'de böyle bir yönlendirilmiş döngüsüz graf temsili olarak sunulmuştur. Bu çalışmada, döngüsel graflar tanımlanamadığından, yalnızca döngü içermeyen graflar üzerinde durulmuştur (Acar ve Benli, 2020).



Şekil 3. 1. DAG Örneği

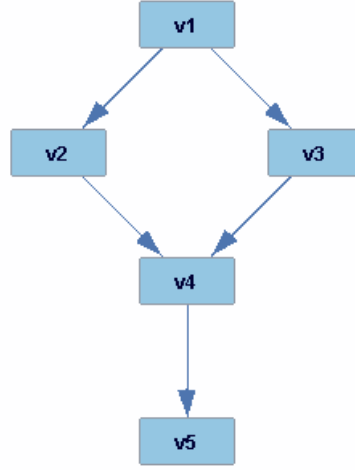
Birbirine bir ayrıt ile bağlı olan düğümler komşu düğümler olarak adlandırılır ve düğümlerin isimlendirilmesinde şecere terimleri kullanılır. Ayrıtların çıktığı düğümler "ebeveyn düğüm" (parent node), kendisine ayrıt yönlendirilen düğümler ise "çocuk düğüm" (child node) olarak adlandırılır. Çocuk düğümler ayrıca "torun" veya "soy" (descendant) düğüm olarak adlandırılırken, ebeveyn düğümler "ata düğümler" (ancestors) olarak isimlendirilir. Örneğin, Şekil 3.1'de gösterilen yönlendirilmiş döngüsüz grafikte, c değişkeni a ve b değişkenlerinin soy düğümü iken, a ve b değişkenleri c'nin ata düğümleridir. Ayrıca, a değişkeni b'nin ebeveyn düğümü, c'nin ise ata düğümüdür. Benzer şekilde, c değişkeni b'nin çocuk düğümü, a'nın ise torunudur (Acar ve Benli, 2020).

Matematiksel olarak DAGs, koşullu bağımsızlıkları temsil etmek için lineer tekrar eden çarpım ayrışmaları ile ifade edilebilir. Bu durum, zincir kuralına dayalı olarak Eşitlik 1'de gösterildiği gibi formüle edilebilir (Pearl, 1995; Acar ve Benli, 2020):

$$\Pr(v_1, v_2, v_3, \dots, v_n) = \prod_{i=1}^n \Pr(v_i | pa_i) \quad (3.1)$$

Burada \Pr , düğümlerin olasılığını, pa_i ise v_i değişkeninin ebeveyn düğümlerinin belirli bir alt kümesinin gerçekleşme durumunu temsil eder. Eşitlik 1, her değişkenin (v_i) ebeveyn kümesi verildiğinde, diğer tüm ata düğümlerinden $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_{i-1}\}$ koşullu bağımsız olduğunu gösterir (Markov özelliği). Başka bir deyişle, düğümlerin olasılığı, tüm düğümlere ait koşullu olasılıkların çarpımıyla elde edilir. Örneğin, Eşitlik 3.2'deki ayrışım, Şekil 3.2'de gösterilen yönlendirilmiş döngüsüz graf ile temsil edilebilir (Acar ve Benli, 2020).

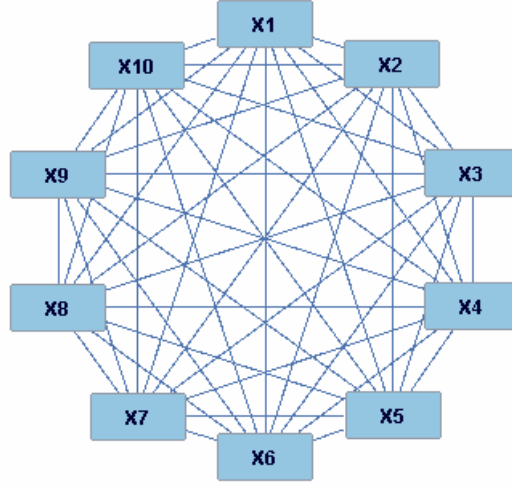
$$\Pr(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5) = \Pr(v_1) \Pr(v_2 | v_1) \Pr(v_3 | v_1) \Pr(v_4 | v_2, v_3) \Pr(v_5 | v_4) \quad (3.2)$$



Şekil 3. 2. Eşitlik 2’deki Ayrışımı Temsil Eden Yönlendirilmiş Döngüsüz Graf

Verma ve Pearl (1990), "yönlü ayırma (d-separation)" yöntemiyle koşullu bağımsızlıkların grafiksel olarak gösterilebileceğini ortaya koymuştur. Spirtes vd. (2001) ise bu prosedürü gözlemsel verilere uygulayarak yönlendirilmiş grafların oluşturulmasını sağlayan "kısmi korelasyon (PC) algoritması"nı geliştirmiştir. PC algoritması ve türevleri, bu çalışmada da kullanılan TETRAD VII yazılım programında yer almaktadır (Acar ve Benli, 2020).

PC algoritması, basitçe, tüm değişkenlerin (düğümlerin) birbirine yönlendirilmemiş bir ayırıt ile bağlı olduğu bir graf oluşturmakla başlar (Şekil 3.3). Ardından, bu ayırıt, Fisher’in sıfır korelasyon ve sıfır kısmi (koşullu) korelasyon z testine dayalı kademeli bir test etme yöntemi kullanılarak adım adım kaldırılır. Testi geçen ayırıtlar, sepset kavramı yardımıyla yönlendirilir. Algoritmanın işleyişi ve yönlendirilmiş döngüsüz graf şablonlarının oluşturulmasıyla ilgili ayrıntılar Spirtes vd. (2001) çalışmasında kapsamlı şekilde açıklanmaktadır (Benli, 2019).

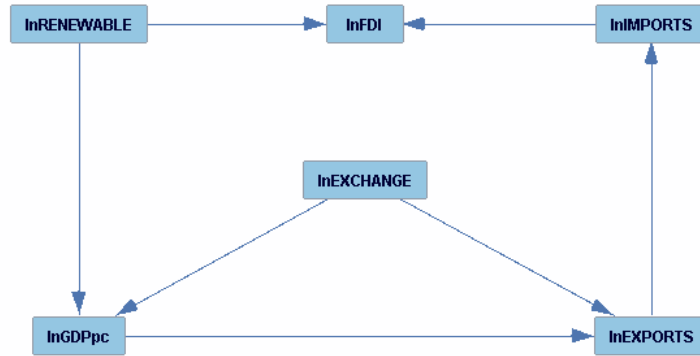


Şekil 3.3. Yönlendirilmemiş Graf Örneği

Monte Carlo simülasyonlarına göre, PC algoritması özellikle 100 gözlemden daha az örneklem büyüklüğünde, ayrıtların yönlerini belirlemede ve ayrıtları çıkarma/ekleme aşamalarında hatalar yapabilmektedir (Spirtes vd., 2001; Demiralp ve Hoover, 2003; Zhang vd., 2006). Bu nedenle, Spirtes vd. (2001), örneklem büyüklüğü azaldıkça daha yüksek anlamlılık düzeylerinin, örneklem büyüklüğü arttıkça ise daha düşük anlamlılık düzeylerinin kullanılmasını önermektedir (örneğin, 100'den az örneklem için 0.2 veya 0.3, 100 ile 300 arasında ise 0.1). Çalışmamızın dönemi (1987-2023) dikkate alınarak, analizlerimizde, değişkenler arasında açık şekilde belirli bir yönlendirilmiş sıralamayı veren %30 anlamlılık düzeyi kullanılmıştır (Acar ve Benli, 2020).

3.4. Ampirik Sonuçlar

PC algoritması yardımıyla oluşturulan graf, Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Yönlendirilmiş Graf

Elde edilen tümevarımlı nedensel çıkarım şablonu, yenilenebilir enerji tüketiminin, kişi başına gelirleri ve doğrudan yabancı yatırımını doğrudan etkilediğini göstermektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi, aynı zamanda, kişi başına GSYİH üzerindeki etkisi yoluyla da ihracat hacmini ve dolayısıyla da ithalat hacmini dolaylı olarak etkilemektedir. Ampirik sonuçlar, ayrıca, döviz kurundan ihracat hacmi ve kişi başına GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellikleri işaret etmektedir. Diğer taraftan, ithalat hacmi doğrudan yabancı yatırımların dolaysız bir nedenidir.

Elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir:

Yenilenebilir Enerji → Doğrudan Yabancı Yatırım: Yenilenebilir enerji tüketimi, FDI üzerinde değişikliklere neden olmaktadır; yenilenebilir enerji kullanımındaki değişimler doğrudan yabancı yatırım seviyesini etkilemektedir.

Yenilenebilir Enerji → Kişi Başı GSYİH: Yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başı GSYİH 'da da değişikliklere neden olmaktadır. Başka bir ifadeyle, yenilenebilir enerji tüketimindeki değişiklikler ülkenin kişi başına düşen gelir seviyesini etkilemektedir.

Kişi Başı GSYİH → İhracat: Kişi başı GSYİH'deki değişiklikler ihracat düzeyini etkilemektedir. Bu da ülkenin kişi başına düşen gelir seviyesindeki değişimlerin, ne kadar ihracat yapıldığını etkilediğini göstermektedir.

İhracat → İthalat: İhracattan ithalata doğru bir nedensellik ilişkisi mevcuttur. İhracat düzeyindeki değişiklikler, ülkenin ithalat faaliyetlerinde değişikliklere yol açmaktadır.

İthalat → FDI: İthalattaki değişiklikler FDI düzeyinde değişimlere neden olmaktadır; bu da ithalat seviyesinin ülkedeki doğrudan yabancı yatırım miktarını etkilediğini göstermektedir.

Döviz Kuru → İhracat: Döviz kuru ihracatta değişikliklere neden olmaktadır; bu da döviz kurundaki dalgalanmaların ihracat seviyesinde değişiklikler yarattığını işaret etmektedir.

Döviz Kuru → Kişi Başı GSYİH: Döviz kuru aynı zamanda kişi başı GSYİH 'da da değişikliklere neden olmaktadır. Başka bir deyişle, döviz kurundaki herhangi bir değişiklik ülkenin kişi başına düşen gelir seviyesini etkilemektedir.

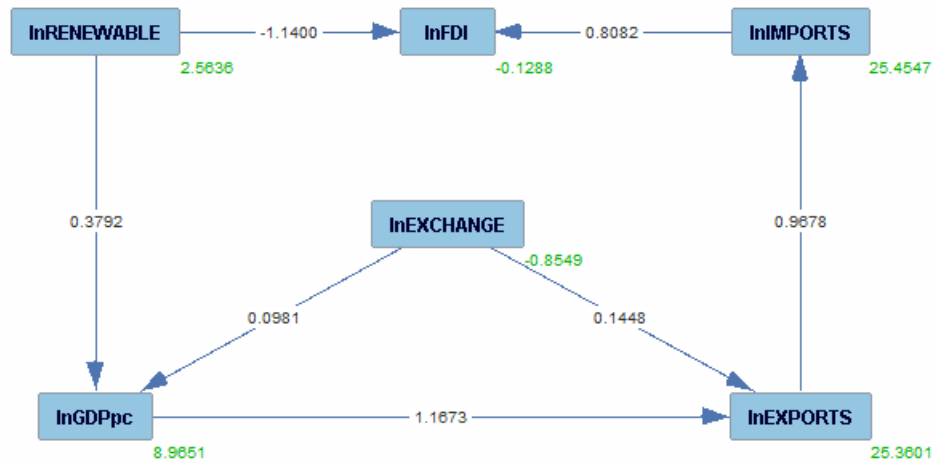
Elde edilen bulgular yenilenebilir enerji tüketimi ile ticaret (ihracat ve ithalat) arasındaki ilişkinin, modelde dolaylı olarak ortaya çıktığını göstermektedir.

Yenilenebilir Enerji → Kişi Başı GSYİH → İhracat: Yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başı GSYİH'yi etkilemekte ve kişi başı GSYİH'daki değişiklikler de ihracat düzeyini etkilemektedir. Başka bir deyişle, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme veya gelir düzeyleri üzerindeki etkisi aracılığıyla ihracatı dolaylı olarak etkilemektedir.

Yenilenebilir Enerji → Kişi Başı GSYİH → İhracat → İthalat: Aynı dolaylı etkinin ithalat için de geçerli olduğu ifade edilebilir. İhracat ithalatı etkilediği için, yenilenebilir enerji tüketimi, önce kişi başı GSYİH' yı etkileyerek ihracatı değiştirmekte ve bu ihracat değişiklikleri de ithalatı etkilemektedir.

Dolayısıyla, yenilenebilir enerji ile ticaret (ihracat ve ithalat) arasındaki ilişkinin dolaylı olduğu ifade edilebilir. Yenilenebilir enerji tüketimi önce kişi başı GSYİH' yı etkilemekte; bu da ihracatı değiştirmekte ve bu ihracat değişiklikleri de ithalatı etkilemektedir. Başka bir ifadeyle, yenilenebilir enerji ticareti doğrudan değil, nedensellik zinciri üzerinden dolaylı olarak etkilemektedir.

TETRAD yazılım programı, parametre (düğüm) değerlerine ait maksimum olabilirlik tahminlerinin (maximum likelihood estimates) hesaplanmasını da sağlamaktadır. Bu bağlamda, ayrıt katsayılarını (ayrıntlar üzerinde belirtilmiş) ve değişkenlerin ortalama değerlerini (yeşil renkle gösterilen yazı tipinde) içeren yönlendirilmiş döngüsüz graflar Şekil 3.5'te sunulmuş olup, ayrıtlarla ilgili istatistikler ise Tablo 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3. 5. Yönlendirilmiş Graf ve Ayrıtlara İlişkin Katsayılar

Tablo 3. 3. Ayrıt İstatistikleri

Ayrıt	Katsayı	Standart Hata	t-stat	Olasılık Değeri (P)
$\ln RENEWABLE \rightarrow \ln GDP_{pc}$	0.379	0.122	3.110	0.004
$\ln GDP_{pc} \rightarrow \ln EXPORTS$	1.167	0.076	15.430	0.000
$\ln EXPORTS \rightarrow \ln IMPORTS$	0.968	0.027	36.087	0.000
$\ln IMPORTS \rightarrow \ln FDI$	0.808	0.103	7.832	0.000
$\ln EXCHANGE \rightarrow \ln GDP_{pc}$	0.098	0.009	10.486	0.000
$\ln EXCHANGE \rightarrow \ln EXPORTS$	0.145	0.009	16.110	0.000
$\ln RENEWABLE \rightarrow \ln FDI$	-1.140	0.362	-3.146	0.003

Not: P ve t için sıfır hipotezi parametrenin sıfır olduğudur.

Elde edilen bulgulara şu şekilde özetlenebilir:

Yenilenebilir Enerji → Doğrudan Yabancı Yatırım (Negatif Etki): Yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde olumsuz bir etkisi mevcuttur. Bu, yenilenebilir enerji projelerinin yerel kaynaklardan sağlanması veya dış yatırımlara olan ihtiyacı azaltmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, yenilenebilir enerji sektöründeki yerel projeler ve devlet destekli yatırımlar, dış yatırımcıların ilgi alanını daraltabilir. Örneğin, yabancı sermaye fosil yakıt sektörüne daha fazla odaklanırken, yenilenebilir enerji yatırımları iç pazara yönelebilir.

Yenilenebilir Enerji → Kişi Başı GSYİH (Pozitif Etki): Yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başı GSYİH'yi pozitif yönde etkilemektedir. Bu, ekonominin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yaparak daha sürdürülebilir ve verimli hale gelmesiyle bağlantılı olabilir. Yenilenebilir enerji yatırımları, enerji maliyetlerini düşürerek üretim maliyetlerini azaltabilir ve dolayısıyla ekonomik büyümeyi hızlandırabilir. Ayrıca, bu sektörlerde oluşan yeni iş imkanları da kişi başı gelir artışına katkıda bulunabilir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji gelişimi uzun dönemde ekonomik refahı artırabilir.

Kişi Başı GSYİH → İhracat (Pozitif Etki): Kişi başı GSYİH'deki artışlar, ihracat hacmini artırmaktadır. Bu durum, ülkenin üretim kapasitesinin ve rekabet gücünün arttığını, dolayısıyla daha fazla mal ve hizmet üretebilecek duruma geldiğini göstermektedir. Ekonomik büyüme hem mal kalitesini artırarak hem de üretim miktarını çoğaltarak dış pazarlara yönelik ihracatın artmasına imkân verebilir. Aynı zamanda, teknolojik gelişim ve inovasyon, yerli ürünlerin dış piyasada daha çekici hale gelmesine yardımcı olabilir.

İhracat → İthalat (Pozitif Etki): İhracattaki artışlar, ithalatı artırmaktadır. İhracatın büyümesi, ülkeye daha fazla döviz girdisi sağladığı için ithalat yapma kapasitesini genişletmektedir. Ayrıca, Türkiye, ihracata dayalı bir büyüme stratejisi izlerken aynı zamanda

Üretim süreçlerinde kullanılacak ara malları ve teknolojileri ithal etmektedir. Bu ilişki, küresel tedarik zincirlerinde artan bağımlılıkla da uyumludur; daha fazla ihracat yapmak, üretimde kullanılacak ithal girdilerin de artması anlamına gelebilir.

İthalat → Doğrudan Yabancı Yatırım (Pozitif Etki): İthalat düzeyindeki artışlar, doğrudan yabancı yatırımları artırmaktadır. İthal edilen ürünler genellikle teknolojik ekipmanlar, ara mallar veya üretimde kullanılan hammaddeler olabilir. Bu durum, yabancı yatırımcılar için cazip bir yatırım ortamı yaratabilir; çünkü Türkiye gibi ithalat kapasitesinin yüksek olduğu ülkelerde üretim süreçlerinin devamlılığı sağlanabilir ve bu da yabancı firmaların ilgisini çekebilir. Örneğin, yüksek teknoloji ithalatının, yabancı yatırımcıları Türkiye’de üretim tesisleri kurmaya teşvik ettiği ifade edilebilir.

Döviz Kuru → İhracat (Pozitif Etki): Döviz kurundaki değişimler ihracat üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Yerel para biriminin değer kaybetmesi (devalüasyon), yerli ürünlerin yabancı piyasalarda daha ucuz hale gelmesini sağlar ve bu da ihracatın artmasına yol açar. Döviz kuru, rekabet gücünü belirleyen önemli bir faktördür; kurun dış piyasalarda avantaj sağlaması, ülkenin ihracatını artırabilir. Örneğin, Türk Lirası gibi zayıf bir yerel para birimi, yabancı alıcılar için maliyet avantajı yaratır ve talebi yükseltir.

Döviz Kuru → Kişi Başı GSYİH (Pozitif Etki): Döviz kuru, aynı zamanda kişi başı GSYİH üzerinde de etkilidir. Döviz kurunun ekonomik büyümeyi artıran bir etken olduğu durumlarda, ithalat maliyetleri yükselse de yerel üretim ve ihracatın teşvik edilmesi, büyüme üzerinde olumlu bir etki yaratabilir. Başka bir deyişle, döviz kurundaki dalgalanmalar, ihracatı artırırken kişi başı geliri de yükseltebilir. Ancak bu durum, ithalat bağımlılığı olan sektörler için aynı ölçüde geçerli olmayabilir; ithalatın daha pahalı hale gelmesi bazı sektörlerde üretim maliyetlerini yükseltebilir.

Özetle, eldeki bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dış ticaret dinamiklerinde önemli bir role sahiptir. Yenilenebilir enerji yatırımları, doğrudan yabancı yatırımları azaltırken, kişi başı geliri artırarak ihracatı desteklemektedir. Bu ihracat artışı, ithalatı da artırmakta ve ithalatta görülen artış, yeni yabancı yatırımlar için uygun bir ortam yaratmaktadır. Döviz kuru ise, hem ihracat üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir hem de ekonomik büyümeyi Őekillendirmektedir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji, ticaret ve yatırım dinamiklerinin dolaylı ama birbirine bağlı olduğu bir ekonomik yapının ortaya çıktığı ifade edilebilir.

3.5. Sonuç

Bu çalışma, 1987-2023 döneminde Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırım ve ticaret (ihracat ve ithalat) arasındaki nedensel ilişkileri, DAGs yöntemi ile analiz etmektedir. Elde edilen ampirik bulgular, yenilenebilir enerji tüketiminin makroekonomik göstergeler üzerindeki dolaylı etkilerine dair önemli sonuçlar sunmaktadır.

İlk olarak, analizler, yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başına düşen GSYİH üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ve bunun ihracat ve ithalatı dolaylı olarak etkilediğini göstermektedir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerjinin, enerji maliyetlerini düşürerek ekonomik büyümeyi desteklediği ve Türkiye'nin ihracat rekabetçiliğini artırdığı ifade edilebilir. İhracattaki artışın ithalatı da tetiklemesi dolayısıyla ticaret dinamiklerinin birbirine bağlı olduğu söylenebilir.

İkinci olarak, yenilenebilir enerji tüketiminin doğrudan yabancı yatırımı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, yenilenebilir enerji altyapısına yapılan büyük ölçekli kamu yatırımlarının yabancı yatırımcıların ilgisini sınırlamasıyla açıklanabilir. Ayrıca, yerli enerji kaynaklarının kullanılması, dış yatırım ihtiyacını azaltarak doğrudan yabancı yatırımların azalmasına neden olabilir.

Bulgular ayrıca döviz kurunun ihracat ve kişi başına GSYİH üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Türk lirasının değer kaybetmesi, yerli ürünlerin dış piyasalarda daha ucuz hale gelmesine ve ihracatın artmasına yol açmaktadır. Bunun da ekonomik büyümeye pozitif katkı sağladığı ifade edilebilir.

Sonuç olarak, yenilenebilir enerji tüketimi, Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltarak ticaret dengesini iyileştirmekte ve ekonomik büyümeyi desteklemektedir. Ancak, çalışmadan elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketiminin doğrudan yabancı yatırımı üzerindeki olumsuz etkisi dikkate alınarak, yabancı yatırımcıları yenilenebilir enerji sektörüne çekmeye yönelik politikaların geliştirilmesi gerektiği aşıkardır. Nitekim gelecekteki çalışmaların, bu dinamiklerin uzun dönemde sürdürülebilirliğini daha ayrıntılı bir şekilde incelemesi yerinde olacaktır.

Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin artırılması ve ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin sürdürülebilir hale getirilmesi amacıyla birtakım politika çıkarımları yapılabilir. İlk olarak, yenilenebilir enerji projelerine yönelik doğrudan yabancı yatırımları artırmak için sektördeki yerli projelere

yabancı sermaye entegrasyonu sağlanmalıdır. Bu amaçla, yenilenebilir enerji yatırımlarında yabancı yatırımcılar için teşvik paketleri geliştirilmeli, özellikle vergilendirme ve bürokratik engeller azaltılmalıdır. Ayrıca, kamu-özel ortaklıklarının teşvik edilmesi, büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerinde yabancı yatırımcıların ilgisini çekebilir.

Ayrıca, yenilenebilir enerji alanında yerli teknolojilerin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmaları teşvik edilmelidir. Türkiye'nin enerji sektöründe dışa bağımlılığını azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji teknolojilerinde yerli üretim kapasitelerinin artırılması gerekmektedir. Ar-Ge yatırımlarını destekleyen vergi indirimleri ve fonlar, yenilikçi çözümler geliştiren firmaların rekabet gücünü artırabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi hızlandırmak için finansal teşviklerin artırılması da önem arz etmektedir. Devlet, yenilenebilir enerji projelerine yönelik sübvansiyonlar, düşük faizli krediler ve yatırım destek fonları sağlayarak özel sektörün bu alandaki yatırımlarını teşvik edebilir. Ayrıca, yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar için amortisman sürelerinin kısaltılması gibi mali kolaylıklar sunulmalıdır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarına ek olarak, enerji verimliliğini artıran projeler teşvik edilmelidir. Sanayi ve ticaret sektörlerinde enerji verimliliğini artıran teknolojilere yatırım yapan firmalar için vergi indirimleri, finansman destekleri ve teknik yardımlar sağlanarak enerji tasarrufu teşvik edilmelidir. Bu sayede, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye katkısı daha da artırılabilir. Türkiye, yenilenebilir enerji ekipmanları ve teknolojilerinin ihracatını artırarak dış ticaret dengesini güçlendirebilir. Özellikle güneş enerjisi panelleri, rüzgâr türbinleri gibi ürünlerde yerli üretim artırılmalı ve dış pazarlara yönelik stratejik hedefler belirlenmelidir. Uluslararası pazarlarda Türkiye'nin rekabet avantajı elde etmesi için küresel sertifikasyon standartlarına uygun üretim yapılmalı ve ihracat teşvikleri geliştirilmelidir. Döviz kurundaki dalgalanmalar ihracat üzerinde doğrudan etkilere sahiptir. Bu nedenle, döviz kuru istikrarını sağlayacak para politikaları geliştirilmeli ve özellikle enerji sektörü ihracatını artıracak düzenlemelere öncelik verilmelidir. Ayrıca, ihracatçılar için döviz kuru riskine karşı koruma sağlayan finansal araçlar daha erişilebilir hale getirilmelidir. Son olarak, Türkiye'nin uzun vadeli enerji politikaları, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu olacak şekilde yeniden şekillendirilmelidir. Bu kapsamda, enerji sektöründe karbon emisyonlarını azaltmayı amaçlayan stratejiler benimsenmeli ve yenilenebilir enerjiye dayalı üretim süreçlerinin yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. Ulusal enerji politikaları hem çevresel sürdürülebilirliği hem de ekonomik büyümeyi aynı anda sağlayacak bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- Acar, Y., & Benli, M.** (2020). Current Account Deficit–Budget Deficit–Debt Sustainability Triangle in Turkey: A Data Based Causality Analysis. *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies*, 2(2), 398-409.
- Adekunle, A. O.** (2023). Foreign direct investment, renewable energy and economic growth: An empirical analysis from South Africa. *Gusau Journal of Accounting and Finance*, 4(2), 167-181.
- Aïssa, M. S. B., Jebli, M. B., & Youssef, S. B.** (2014). Output, renewable energy consumption and trade in Africa. *Energy policy*, 66, 11-18.
- Akusta, E.** (2023). Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ve kapasite kullanım oranının değerlendirilmesi. In *Ekonomi ve Finans Çalışmaları* (pp. 153-169). Özgür Yayın Dağıtım Ltd. Şti..
- Akyuz, E.** (2015). Türkiye's energy profile and the importance of renewable energy sources. *Academic Sight*, 49, 494-504.
- ALALI, H.** (2022). *OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının dış ticarete etkileri* (Doctoral dissertation).
- Alam, M. M., & Murad, M. W.** (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic co-operation and development countries. *Renewable Energy*, 145, 382-390.
- Alkhateeb, T. T. Y., & Mahmood, H.** (2019). Energy consumption and trade openness nexus in Egypt: Asymmetry analysis. *Energies*, 12(10), 2018.
- Arslan, E., & Solak, A.** (2019). Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin ithalat üzerindeki etkisi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 10(17), 1380-1407.
- Asya, G.** (2019). Yenilenebilir enerji üretiminin enerji ithalatına etkileri; Türkiye örneği. *İstanbul Üniversitesi, İstanbul: Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Ayhan, B., & İnançlı, S.** (2021). Enerji Politikalarının Belirlenmesinde Alternatif Politikalar ve Uygulanabilirliği. *Econder International Academic Journal*, 5(2), 223-254.
- Bakırtaş, İ., & Çetin, M.** (2016). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: G-20 ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), 131-146.

- Benli, M.** (2019). Yabancı portföy yatırımı-iktisadi büyüme ilişkisi: Yönlendirilmiş döngüsüz graflar analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (53), 59-72.
- Bento, J. P. C., & Moutinho, V.** (2016). CO2 emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy. *Renewable and sustainable energy reviews*, 55, 142-155.
- Bulut, U., & Muratoglu, G.** (2018). Renewable energy in Turkey: Great potential, low but increasing utilization, and an empirical analysis on renewable energy-growth nexus. *Energy policy*, 123, 240-250.
- Chen, Y., Wang, Z., & Zhong, Z.** (2019). CO2 emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China. *Renewable energy*, 131, 208-216.
- Chou, C. H., Ngo, S. L., & Tran, P. P.** (2023). Renewable energy integration for sustainable economic growth: Insights and challenges via bibliometric analysis. *Sustainability*, 15(20), 15030.
- Çelik, D.** (2022). Share of Renewable Energy as Factors Affecting Economic Growth and Foreign Trade Balance. *Kent Akademisi*, 15(2), 781-797.
- Çiftçi, N., & Eşmen, M.** (2017). Türkiye’de cari açığı belirleyen faktörler ve cari açığı azaltmada alternatif enerji kaynaklarının rolü: VAR modeli. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 83-110.
- Demir, M.** (2013). Enerji ithalati cari açık ilişkisi, Var analizi ile Türkiye üzerine bir inceleme. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 5(9), 2-27.
- Demiralp, S., & Hoover, K. D.** (2003). Searching for the causal structure of a vector autoregression. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65, 745-767.
- Dorian, J. P., Shealy, M. T., & Simberk, D. R.** (2020). The global energy transition: Where do we go from here. In *IAEE Energy Forum/Second Quarter* (Vol. 2020, pp. 11-18).
- Durğun, B., & Durğun, F.** (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(1), 1-27.

Ebaidalla, E. M. (2024). The impact of taxation, technological innovation and trade openness on renewable energy investment: Evidence from the top renewable energy producing countries. *Energy*, 306, 132539.

Gallagher, K. S. (2014). *The globalization of clean energy technology: Lessons from China*. MIT press.

Garsous, G., & Worack, S. (2021). Trade as a channel for environmental technologies diffusion: The case of the wind turbine manufacturing industry. OECD Trade and Environment Working Papers.

Gökce, C., & Demirtaş, G. (2018). Cari denge açısından yenilenebilir enerjinin rolü: Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye için panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25(3), 641-654.

GÜNEŞ, H., KAMACI, A., & ÖNDER, H. Foreign Trade and Renewable Energy Consumption: The Case of OECD and Turkey Dış Ticaret ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi: Türkiye ve OECD Örneği.

Handri, A. (2023). *The Effect of Foreign Direct Investment and Economic Development on Renewable Energy in Indonesia*. In Social and Humaniora Research Symposium (SoRes), KnE Life Sciences, pp. 940–952.

Harris, R., ve Sollis, R. (2003). Applied time series modelling and forecasting. Wiley.

Hassine, M. B., & Harrathi, N. (2017). The causal links between economic growth, renewable energy, financial development and foreign trade in gulf cooperation council countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 76-85.

Huseynov, Y. (2017). Geopolitics of the Republic of Türkiye's energy policy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), 337-344.

International Energy Agency (IEA). (2024). *World Energy Outlook 2024*. Paris: OECD/IEA.

İlarıslan, K. (2021). Gelişmekte Olan Ülkelerde Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansal Belirleyicileri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(IERFM Özel Sayısı), 79-96.

İnançlı, S., & Akı, A. (2020). Türkiye'nin Enerji İthalatı ve Yenilenebilir Enerji Arasındaki İlişkinin Ampirik Olarak İncelenmesi. *Econder International Academic Journal*, 4(2), 551-565.

Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2015). Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries. *Renewable energy*, 83, 799-808.

Jebli, M. B., Youssef, S. B., & Ozturk, I. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. *Ecological indicators*, 60, 824-831.

KARADAŞ, H. A., & IŞIK, H. B. (2018). TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ CİB AÇIKLARI ÜZERİNE ETKİSİ. *Journal of International Social Research*, 11(61).

Kamacı, A., & Önder, H. (2022). ORTA GELİRLİ ÜLKELERDE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İTHALAT İLİŞKİSİ ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ. *Sakarya İktisat Dergisi*, 11(3), 287-302.

Kang, X., Khan, F. U., Ullah, R., Arif, M., Rehman, S. U., & Ullah, F. (2021). Does foreign direct investment influence renewable energy consumption? empirical evidence from south Asian countries. *Energies*, 14(12), 3470.

Kaya, Z. (2022). *Türkiye'de yenilenebilir enerji üretiminin döviz kuru ile ilişkisi ve dış ticaret dengesi üzerine etkileri* (Master's thesis, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Khan, S. A. R., Yu, Z., Belhadi, A., & Mardani, A. (2020). Investigating the effects of renewable energy on international trade and environmental quality. *Journal of Environmental management*, 272, 111089.

Kirtay, E. (2010). Current status and future prospects of renewable energy use in Türkiye. *Energy Exploration & Exploitation*, 28(5), 411-431.

Kwon, D. H., & Bessler, D. A. (2011). Graphical methods, inductive causal inference, and econometrics: A literature review. *Computational Economics*, 38, 85-106.

Leal-Arcas, R., Grasso, C., & Ríos, J. A. (2016). Renewables, preferential trade agreements and EU energy security. In *Energy Security, Trade and the EU* (pp. 244-325). Edward Elgar Publishing.

- Leitão, N. C., & Lorente, D. B.** (2020). The linkage between economic growth, renewable energy, tourism, CO2 emissions, and international trade: The evidence for the European Union. *Energies*, 13(18), 4838.
- Li, Y., Woodard, J. D., & Leatham, D. J.** (2013). Causality among Foreign Direct Investment and Economic Growth: A Directed Acyclic Graph Approach. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 45(4), 617-637.
- Nasim, I., Boukhris, M., Kayani, U. N., Bashir, F., & Haider, S. A.** (2023). Exploring the links between renewable energy, FDI, environmental degradation, and international trade in selected developing countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(6), 418-429.
- Omri, A., & Nguyen, D. K.** (2014). On the determinants of renewable energy consumption: International evidence. *Energy*, 72, 554-560.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçeker, M.** (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARDL analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- Pesaran M. H, Shin Y.** (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. Chapter 11 in *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, S Strom (ed.). Cambridge University Press: Cambridge.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J.** (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Pigato, M.A., Black S.J., Dussaux D., Mao Z., McKenna M., Rafaty R, Touboul S.** (2020), *Technology Transfer and Innovation for Low-Carbon Development*. Washington, DC: World Bank.
- Qamruzzaman, M., & Jianguo, W.** (2020). The asymmetric relationship between financial development, trade openness, foreign capital flows, and renewable energy consumption: Fresh evidence from panel NARDL investigation. *Renewable Energy*, 159, 827-842.
- Rasoulinezhad, E., & Saboori, B.** (2018). Panel estimation for renewable and non-renewable energy consumption, economic growth, CO 2 emissions, the composite trade intensity, and financial openness of the commonwealth of independent states. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 17354-17370.

- Roberts, J.** (2010). Türkiye as a regional energy hub. *Insight Türkiye*, 39-48.
- Salvarli, H., & Salvarli, M. S.** (2017). Trends on energy policy and sustainable development in Türkiye. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(6), 512-518.
- Saygin, H., & Çetin, F.** (2010). New energy paradigm and renewable energy: Türkiye's vision. *Insight Türkiye*, 107-128.
- Seenivasan, R.** (2014). Analysis of the Relationship between FDI and Economic Growth. *Advances in Management*, 7(1), 47.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M.** (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *Festschrift in Honor of Peter Schmidt: Econometric Methods and Applications*, 281-314.
- Spirtes, P., Glymour, C., & Scheines, R.** (2001). *Causation, prediction, and search*. MIT Press.
- Tanil, G.** (2023). Analysis of the renewable energy policy development in Türkiye and Poland. *İstanbul Kent Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 4(1), 88-103.
- Tiba, S., Omri, A., & Frikha, M.** (2016). The four-way linkages between renewable energy, environmental quality, trade and economic growth: a comparative analysis between high and middle-income countries. *Energy Systems*, 7(1), 103-144.
- Topcu, B. A.** (2022). Yenilenebilir enerji tüketimi ve enerji ithalatının cari açık üzerindeki etkisi: enerji ithalatında lider ülkeler örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 14(26), 1-15.
- UÇAK, S.** (2019). YENİLENEBİLİR ENERJİ-CARİ DENGE: KIRILGAN BEŞLİ ÖRNEĞİ. *Journal of Management & Economics Research*, 17(3).
- Uğurlu, A., & Gokcol, C.** (2017). An overview of Türkiye's renewable energy trend. *Journal of Energy Systems*, 1(4), 148-158.
- Vaona, A.** (2016). The effect of renewable energy generation on import demand. *Renewable energy*, 86, 354-359.
- Verma, T., & Pearl, J.** (1990). Causal networks: Semantics and expressiveness. In *Machine intelligence and pattern recognition* (Vol. 9, pp. 69-76). North-Holland.

Vigoya, M. F., Mendoza, J. G., & Abril, S. O. (2020). International energy transition: a review of its status on several continents. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(6), 216-224.

Vural, G. (2021). Analyzing the impacts of economic growth, pollution, technological innovation and trade on renewable energy production in selected Latin American countries. *Renewable Energy*, 171, 210-216.

Wang, Q., & Zhang, F. (2021). Free trade and renewable energy: A cross-income levels empirical investigation using two trade openness measures. *Renewable Energy*, 168, 1027-1039.

Yalçın, H. E., & Yalçın, C. (2021). Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve cari işlemler dengesi: ekonometrik bulgular ve Türkiye için senaryo analizleri. *Bankacılar*, 32(119), 3-35.

Yılmaz, O., & Hotunluoğlu, H. (2015). Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 74-97.

Yorkan, A. (2011). Energy supply security of the European Union and the role of Türkiye as a potential energy hub. *Bilge Strateji*, 3(5), 205-219.

Zhang, J., Bessler, D. A., & Leatham, D. J. (2006). Does consumer debt cause economic recession? Evidence using directed acyclic graphs. *Applied Economics Letters*, 13(7), 401-407.

Zhang, M., Zhang, S., Lee, C. C., & Zhou, D. (2021). Effects of trade openness on renewable energy consumption in OECD countries: New insights from panel smooth transition regression modelling. *Energy economics*, 104, 105649.